

Улсын бүртгэлийн дугаар:

Нууцлалын зэрэглэл:

Аравтын бүрэн ангилал:

Гэрээний дугаар: ШУСС-2019/03

ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ ГЕОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

ХАРХОРИНЫ БҮСИЙН ПАЛЕОЗОЙН ХУВИРМАЛ БА ВУЛКАНОГЕН ТУНАМАЛ БҮРДЛҮҮД: ГЕОХИМИ, ГЕОХРОНОЛОГИ, АЛТНЫ ХҮДЭРЖИЛТ

Шинжлэх ухаан технологийн төслийн тайлан
2019-2021 он

Төслийн удирдагч:

Түмэн-Өлзий Оюунчимэг

Геологийн хүрээлэнгийн эрдэм
шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан,
доктор (Ph.D)

Санхүүжүүлэгч байгууллага:

Шинжлэх ухаан технологийн сан

Захиалагч байгууллага:

Боловсрол шинжлэх ухааны яам

Тайлан өмчлөгч:

Шинжлэх ухааны академийн Геологийн
хүрээлэн

Улаанбаатар хот, Сонгинохайрхан дүүрэг,
19-р хороо, Үйлдвэрчний эвлэлийн гудамж,
ШУА-ийн ХХТХ-ийн III байр, 70171939,
geology@mas.ac.mn

Улаанбаатар хот
2023 он

Гүйцэтгэгчдийн нэрсийн жагсаалт

1. Намсрай Ариунаа, Геологийн хүрээлэнгийн Микропалеонтологийн лабораторийн эрдэм шинжилгээний туслах ажилтан (II БҮЛЭГ-2.1, 2.2, III БҮЛЭГ-3.1.-ийн диаграммууд байгуулсан. АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ, ХАВСРАЛТ)
Гарын үсэг: /Н.Ариунаа/
2. Лхагвасүрэн Булганзаяа, Геологийн хүрээлэнгийн Микропалеонтологийн лабораторийн эрдэм шинжилгээний дадлагажигч ажилтан, магистр (MSc) (II БҮЛЭГ-2.1, III БҮЛЭГ-3.1.-ийн геологийн зургууд, зүсэлтүүд зурсан)
Гарын үсэг: /Л.Булганзаяа/
3. Сарантуяа Оюунгэрэл, ШУТИС-ийн Геологи уул уурхайн их сургуулийн Геологи, гидрогеологийн салбарын ахлах багш, доктор (Ph.D) (VI БҮЛЭГ)
Гарын үсэг: /С.Оюунгэрэл/
4. Түмэн-Өлзий Оюунчимэг, Геологийн хүрээлэнгийн Регионал геологи, тектоникийн салбарын эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан, доктор (Ph.D) (РЕФЕРАТ, ОРШИЛ, I БҮЛЭГ, II БҮЛЭГ, III БҮЛЭГ-3.1, IV БҮЛЭГ, V БҮЛЭГ, VI БҮЛЭГ, ДҮГНЭЛТ)
Гарын үсэг: /Т.Оюунчимэг/
5. Давааням Шарав, Геологийн хүрээлэнгийн Микропалеонтологийн лабораторийн эрхлэгч, эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан, магистр (MSc) (II БҮЛЭГ-2.1, III БҮЛЭГ-3.1, IV БҮЛЭГ, V БҮЛЭГ)
Гарын үсэг: /Д.Шарав/
6. Даваажав Эрдэнэчимэг, Геологийн хүрээлэнгийн Петрографийн лабораторийн эрхлэгч, эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан, магистр (MSc) (II БҮЛЭГ-2.2, 2.3, 2.4, III БҮЛЭГ-3.2, 3.3, IV БҮЛЭГ, VI БҮЛЭГ)
Гарын үсэг: /Д.Эрдэнэчимэг/

2023 оны 04 сарын 10

РЕФЕРАТ

Тайлангийн нэр: “Хархорины бүсийн палеозойн хувирмал ба вулканоген-тунамал бүрдлүүд: геохими, геохронологи, алтны хүдэржилт”

Хуудас 234, зураг 190, хүснэгт 6, хавсралт 13

Улаанбаатар, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн

Зохиогчид: Т.Оюунчимэг, Д.Эрдэнэчимэг, Д.Шарав, Н.Ариунаа, Л.Булганзаяа, С.Оюунгэрэл

Төслийн удирдагч: Т.Оюунчимэг, доктор (PhD)

Төслийн зөвлөх: Академич О.Төмөртогоо

Тайлан нь оршил, 6 бүлэг, дүгнэлт, хавсралт, ашигласан материалын жагсаалт, бүтээлийн жагсаалтаас бүрдэнэ.

Тайлангийн эхний бүлэгт Хархорины бүсийн тектоник ангилалууд, судалгааны түүх, геологийн тогтцын өнөөг хүртэлх бий болсон мэдээллүүдээс гадна төслийн зорилго, зорилттой уялдуулан хээрийн болон суурин судалгааны ажлуудад хийгдсэн судалгааны шинэ арга аргачлал, ойлголтыг дэлгэрэнгүй оруулж өгсөн.

Тайлангийн 2 болон 3-р бүлэгт суурь судалгааны төслийн даалгаврын дагуу дунд палеозойн настай Хотонт, Мөнгөнцээж, Яшил, Хараат метаморф бүрдлүүд болон доод-дунд девоны Хүрэнтолгой, Цүүгэл, доод карбоны настай Жонштолгой формацуудыг бүрдүүлэгч метаморф, магмын болон тунамал хурдас, чулуулагт петрографи, петрогеохими, микропалеонтологи, геохронологийн цогц судалгааны ажлуудыг хийснээр Хархорины бүсийн геодинамикийн загварыг Далайн плитийн стратиграфийн аккрецын бүрдлийн хэмжээнд бий болгон, цахиурлаг чулуулаг дахь радиоляр, конодонтын харьцангуй насыг турбидит чулуулгийн хурдас хуримтлалын насны үр дүнгүүдээр баталгаажуулан, Хархорины бүсийн давхрагазүйн асуудлыг шинэчлэв.

Тайлангийн 4-р бүлэгт Хархорины бүсийн стратиграфийн нэгжүүдийг зэргэлдээх Цэцэрлэгийн болон Улаанбаатарын бүсүүдийн формацуудтай харьцуулан судлах даалгаврын дагуу цахиурлаг буюу яшма, базальт, тунамал чулуулгийг литологи, микропалеонтологи, зөөгдмөл цирконы геохронологи, геохими, турбидит хурдасны тэжээгдлийн эх үүсвэрүүдийг олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд хэвлэгдсэн болон өөрсдийн материалуудын өгөгдлүүдийг ашиглан харьцуулсан судалгааг багцлан бүлгийг бичсэн.

Тайлангийн 5-р бүлэгт Далайн плитийн стратиграфийн загварыг бий болгож, Хангайн дүүргийн давхрагазүйн асуудлыг шинэчлэх даалгаврын хүрээнд Хархорины бүсийн хэмжээнд мөрдөгдөж байсан литостратиграфийн нэгжүүдэд

ихээхэн өөрчлөлтүүд бий болсоноор хурдас хуримтлалын гурван том циклийг ялган, зэргэлдээх бүсүүдтэй харьцуулалт хийн Хангай-Хэнтийн дүүргийн бүсүүдийн Далайн плитийн стратиграфийг хронобиостратиграфийн төвшинд хийж, Хархорины бүсийн хэмжээнд 4 аккрецын бүрдлийг ялгаж, геологийн зургийг шинэчилэх асуудлыг санал болгон дэвшүүллээ.

Тайлангийн 6-р бүлэгт Хархорины бүсийн хэмжээнд тогтоогдсон алтны хүдэржилтийг нарийвчлан судалж гарал үүсэл, структурын онцлогийг тодруулах даалгаврын хүрээнд цахим мэдээллийн сан хөгжиж буй өнөө үед Хархорины бүсийн хэмжээнд бичигдсэн геологи, ерөнхий эрэл, зураглалын бүх тайлантай танилцан, бүрдүүлэлт хийснээр **164** алтны орд, илрэл, эрдэсжсэн цэгүүдийн мэдээллийн санг орчин үеийн алтны хүдэржилтийн шалгуурын дагуу 15 асуулгатайгаар үүсгэж, нарийвчилсан мэдээллийг нэгтгэсэн. Энэ шалгуурын хүрээнд хээрийн судалгааг хийн, тодорхой дээжүүдийг шинжилгээнд хамруулан алтны тодорхой зүй тогтол бий болоогүй хэдий ч доод карбоны настай Хүрэнтолгой формацын метабазалт ба түүнтэй нягт эвшилдэж буй кварцит, яшмын үе мэшилүүдтэй гарал үүслийн холбоотой манган, зэс, гидротермаль-метасоматоз гаралтай алт, хүнцэл, сурьмагийн эрдэсжилт бүхий эрдэсжсэн цэг, цэгэн гажгууд тогтоогдсоныг тайландаа тусгалаа.

ГАРЧИГ

РЕФЕРАТ	
ОРШИЛ	1
БҮЛЭГ 1. ХАРХОРИНЫ БҮСИЙН ГЕОЛОГИ	3
1.1. ХАРХОРИНЫ БҮСИЙН СУДАЛГААНЫ ТҮҮХ	3
1.2. СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ	11
БҮЛЭГ 1. ДУНД ПАЛЕОЗОЙН МЕТАМОРФ БҮРДЭЛ	17
2.1. ХОТОНТ ФОРМАЦ	19
2.1.1. Хотонт-Уулын талбай	21
2.1.2. Ихэр-Уулын талбай	32
2.1.3. Хясаатхүрэн-Уул орчмын талбай	45
2.2. МӨНГӨНЦЭЭЖ ФОРМАЦ	60
2.2.1. Орхоны хөндий орчим	62
2.2.2. L-48-XIV хавтгай буюу Нударгын хяр орчим	75
2.2.3. Зүрх-Уулын гипербазитын меланж	85
2.3. ЯШИЛ ФОРМАЦ	92
2.4. ХАРААТ ФОРМАЦ	103
БҮЛЭГ 3. ДУНД-ХОЖУУ ПАЛЕОЗОЙН ЦАХИУРЛАГ-ВУЛКАНОГЕН-ТУНАМАЛ	
ХУРДАС.....	112
3.1. ХҮРЭНТОЛГОЙ ФОРМАЦ.....	112
3.1.1. Сант-Уулын талбай.....	114
3.1.2. Хашаатын талбай.....	132
3.1.3. Дэл-Уулын талбай.....	146
3.1.4. Баян-Өндөрийн талбай	152
3.2. ЦҮҮГЭЛ ФОРМАЦ.....	165
3.3. ЖОНШТОЛГОЙ ФОРМАЦ.....	176
БҮЛЭГ 4. ХАНГАЙН ДҮҮРГИЙН ДАВХАРГАЗҮЙН ХАРЬЦУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА	
.....	183
БҮЛЭГ 5. ГЕОДИНАМИК ЗАГВАР	197
БҮЛЭГ 6. АЛТНЫ ХҮДЭРЖИЛТИЙН ТАРХАЛТЫН ЗҮЙ ТОГТОЛ	206
ДҮГНЭЛТ	220
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ	222
ХЭВЛҮҮЛСЭН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ	232
ХАВСРАЛТ	

ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ЖАГСААЛТ

А

- АМХЭГ**- Ашигт малтмалын хэрэг эрхлэх газар
АН- Академия наук
АН МНР- Академия Наук Монгольская Народная Республика
АНТ- Арлан нумын толейт

Б

- Б-ДГНБ**- Баяжсан далайн голч нурууны базальт

Г

- ГЗЕЭА**- Геологийн зураглалын ерөнхий эрлийн ажил
ГХ- Геологийн хүрээлэн
ГХЭ- Газрын ховор элемент
ГЭБХ- Геологи, эрдэс баялгийн хүрээлэн

Д

- ДАБ**- Далайн арлын базальт
ДГНБ- Далайн голч нурууны базальт

Е

- Е-ДГНБ**- Ердийн далайн голч нурууны базальт

М

- МГУ**- Московский Государственный Университет
МУИС- Монгол Улсын Их Сургууль

Н

- НГУ**- Новосибирский Государственный Университет

О

- ОГИЗ**- Объединение государственных книжно журнальных издательство

П

- ПГХ**- Палеонтологи, геологийн хүрээлэн

Р

- РАН**- Российский Академи Наук

С

У

- УБ**- Улаанбаатар
УГЗ- Улсын геологийн зураг
Ун.аз- Уналын азимут

Х

- ХөгХЭ**-Хөнгөн газрын ховор элемент
ХүГХЭ- Хүнд газрын ховор элемент

Ш

- ШУА**- Шинжлэх Ухааны Академи
ШУТИС-ГУУС- Шинжлэх ухаан технологийн их сургууль
Геологи, уул уурхайн сургууль

Э

- ЭГДэЦ** - Эх газрын дээд царцдас
ЭГЦ- Эх газрын царцдас
ЭШБ- Эрдэм шнжилгээний бүтээл
ЭШБХ- Эрдэм шнжилгээний бага хурал

А

- AAS**- Атом шингээлтийн спектрометр
AFC- Фракцын талсжилтын харьцуулалт
ALK- Шүлтлэг эгнээ
Amf- Амфибол

В

- ВABB**- Нумын арын сав газрын базальт

С

- СAB**- Эх газрын нумын базальт
СARB- Карбонат
СIA- Химийн хувирлын индекс
СIW- Химийн өгөршлийн индекс
CHERT- Яшма
CHL- Хлорит
CONTINENTAL ARC- Эх газрын нум
Continental margin- Эх газрын зах

D

- D-MORB**- Шавхагдсан далайн голч нурууны базальт

E

E-MORB- Баяжсан далайн голч нурууны базальт

Ep- Эпидот

EPMA- Электрон анализатор микро анализатор

F

FC- Фракцын талсжилт

G

Gr- Гранит

Grt- Гранат

H

HCOOH- Шоргоолжны хүчил

HF- Хайлуурын хүчил

HREE (ХүГХЭ)- Хүнд газрын ховор элемент

I

IAT- Арлан нумын толейт

ICA- Арлан нумын шохойлог-шүлтлэг базальт

ICP-MS- Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр

ICP-OES- Индукцийн холбоост плазмын оптик эмиссийн спектрометр

ICV- Найрлагын өөрчлөлтийн индекс

K

Kfs- Калийн хээрийн жонш

L

LREE (ХөГХЭ)- Хөнгөн газрын ховор

LA-ICP-MS- Индукцийн хос плазмд масс спектрометр

LOI- Шатаалтын үеийн алдагдал

M

Matrix- Матрикс

MTB- Титанаар дунд зэрэг баяжсан базальт

MUS- Мусковит

MUS-SCHIST- Мусковитот-занар

N

NASC- Хойд Америкийн занарын найрлага

N-MORB- Энгийн далайн голч нурууны базальт

O

Ocean Island arc- Далайн арлын нум

OIB- Далайн арлын базальт

OIB-CE- Далайн арлын базальтын хувьд баяжсан

Open-ocean basin- Нээлттэй далайн сав газар

P

PAAS- Архейн дараах Австралийн занар

PIA- Плагиоклазын хувирлын индекс

PI- Плагиоклаз

PM- Анхдагч маанти

Q

Q- Кварц

Qtz- Кварцит

S

SEM-EDX- Скайнин электрон микроскоп- Гэрлийн спектрометр

SER-CHL- Серицит-Хлорит

Schist- Занар

Siltstone- Алевролит

SHO- Шошонитын эгнээ

SSZ-E- Субдукцын дээрх

T

TH- Толейт эгнээ

TR- Завсрын эгнээ

V

Volc- Вулканит

X

XRD- Рентген дифрактометрийн арга

XRF- Силикатын бүрэн шинжилгээ

W

WPB- Плит доторх базальт

ЗУРГИЙН ЖАГСААЛТ

- Зураг 1. Хангай-Хэнтийн атриат тогтолцооны тектоник мужлал ([Тектоника МНР, 1974](#))
- Зураг 2. Монголын тектоникийн зураг ([Яншин, 1978](#))
- Зураг 3. Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны мужлал ([Tomurtogoo, 1997](#))
- Зураг 4. Монгол орны тектоникийн бүсчлэл ([Төмөртоого, 2002](#))
- Зураг 5. Монгол орны террейний мужлал ([Badarch et al., 2002](#))
- Зураг 6. Хангай-Хэнтийн ороклиналь структурын мужлал ([Бямба, 2009](#))
- Зураг 7. Монгол орны тектоник бүсчлэлийн шинэчилсэн бүдүүвч ([Төмөртоого, 2008](#))
- Зураг 8. Монгол орны ороген мужуудын тектоник мужлалтын схем ([Төмөртоого, 2012](#))
- Зураг 9. МУ-ын тектоник дүүрэгчлэл ([Төмөртоого, 2018](#))
- Зураг 10. Хархорины бүсийн хэмжээнд хийсэн хээрийн судалгаа
- Зураг 11. Хотонт формацын тархалтын бүдүүвч зураг ([Дэжидмаа нар, 2008Ф](#)),
Хархорины байршлийн схем зураг ([О.Төмөртоого, 2017](#))
- Зураг 12. Хотонт-Уул орчмын талбайн геологийн зураг
- Зураг 13. Хотонт уулын гаршийн зураг.
- Зураг 14. Хотонт формацын вулканоген чулуулгийн шлифийн фото зураг
- Зураг 15. Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграмм
- Зураг 16. а. Тунамал чулуулгийн ангилалын Петтиджоны диаграмм ([Pettijohn et al, 1972](#)),
б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм ([Roser & Korsch, 1988](#))
- Зураг 17. Kh-19-58 дээжийн зөөгдмөл цирконы U-Pb-ны гистограмм, залуу насны дундаж утга болон Th/U харьцааны диаграмм
- Зураг 18. а.Th/Sc болон Zr/Sc харьцааны диаграмм ([McLennan et al, 1993](#)), б. Th болон Th/U харьцааны диаграмм ([McLennan et al, 1993](#))
- Зураг 19. а.Тектоник орчныг тодорхойлох La-Sc-Th диаграмм ([Bhatia and Crook, 1986](#)), б.Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм ([Roser and Korsch, 1986](#))
- Зураг 20. Базальтуудын шлифийн фото зураг. а.Базальт (Kh-19-61), б.Метабазальт (Kh-20-155)
- Зураг 21. а. Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1976](#)); б. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм ([Saccani, 2015](#)) N-MORB агуулгаар нормчилсон ([Sun and McDonough, 1989](#)).
-

- Зураг 22. а. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй; б. Анхдагч маантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 23. Ихэр-Уул орчмын геологийн зураг.
- Зураг 24. Ихэр-Уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.
- Зураг 25. Хүрэнтолгойн орчмын гаршийн зураг.
- Зураг 26. Вулканоген чулуулгийн шлифийн фото зураг.
- Зураг 27. а. Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1976](#)); б. Al₂O₃-FeO*+TiO₂-MgO диаграмм ([Jensen, 1976](#))
- Зураг 28. а. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй; б. Анхдагч маантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 29. а. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм ([Saccani, 2015](#)) N-MORB агуулгаар нормчилсон ([Sun and McDonough, 1989](#)), б. Nb-Nb/Yb систем дэх хайлалтын загварчлал ([Bedard, 1994](#); [Johnson, 1998](#)).
- Зураг 30. Яшмын макро болон микрофото зураг
- Зураг 31. а. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм ([Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986](#)) б. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм
- Зураг 32. La_N/Ce_N болон Al₂O₃/(Al₂O₃+Fe₂O₃) харьцааны дискриминацийн диаграмм ([Murray, 1994](#))
- Зураг 33. Ихэр-Уул орчмоос илэрсэн радиоляр конодонтын SEM (Scanning electron microscope)
- Зураг 34. Ихэр-Уул орчмын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг
- Зураг 35. Хясаатхүрэн-Уул орчмын геологийн бүдүүвч зураг.
- Зураг 36. Хясаатхүрэн-Уулын а.Харагдах байдал, б.Хэвтээ зүсэлт, в-и.Гаршийн зураг
- Зураг 37. а. Nb/Y- Zr/TiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1977](#)); б. Al-(FeO^T + Ti)-Mg диаграмм ([Jensen, 1976](#))
- Зураг 38. а. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй, б. Анхдагч маантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 39. а- Вулканоген чулуулгийн геодинамик орчин тодорхойлох Al₂O₃/TiO₂-(Gd/Yb)_N хамаарлын диаграмм ([Sproule et al, 2002](#)) б- Nb болон Th N-MORB агуулгаар нормчилсон дискриминацийн диаграмм ([Sassani, 2015](#))
-

Зураг 40. Яшмын макро болон микрофото зураг

Зураг 41. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм; б. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм ([Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986](#))

Зураг 42. а- $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$, б- Lan/Cen болон $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм ([Murray, 1994](#))

Зураг 43. Радиолярын SEM зураг.

Зураг 44. Элсэн чулууны микрофото зураг.

Зураг 45. а. Элсэн чулууны ангилалын диаграмм ([Pettijohn et al, 1972](#)); б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм ([Roser & Korsch, 1988](#))

Зураг 46. а. C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#)), б. La/Sc болон Co/Th диаграмм ([Condie, 1992; McLennan et al, 1983; Gu et al, 2002](#))

Зураг 47. Геотектоник орчныг тодорхойлох тунамал чулуулгийн ховор элементүүдийн харьцуулсан диаграмм ([Bhatia and Crook, 1986; Roser and Korsch., 1986](#))

Зураг 48. Мөнгөнцээж формацын тархалтын бүдүүвч зураг

Зураг 49. Орхоны хөндийн орчмын геологийн зураг

Зураг 50. Хөх-Өндөр уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

Зураг 51. Шлифийн микрофото зураг. а.Хлорит-тремолит-эпидотот занар (Kh-20-179), б.Хлорит-тремолит-эпидотот (Kh-20-179)

Зураг 52. Хайлааст-Өндөр уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

Зураг 53. Мөнгөнцээж толгойн босоо зүсэлт, гаршийн зураг.

Зураг 54. Шлифийн микрофото зураг. а.Серицит-эпидот-хлоритот занар (Kh-19-131), б.Метаэлсэн чулуу (Kh-19-128)

Зураг 55. Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграмм.

А А.Симонены диаграмм $\text{Si} = \text{SiO}_2; (\text{al} + \text{fm}) - (\text{c} + \text{alk}) = [\text{Al}_2\text{O}_3 + (\text{FeO} + \text{MgO})] - [\text{CaO} + (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})]$. Б.Б.Мауна и Х. де ля Рошагийн диаграмм ([Ефремова, 1985](#))

Зураг 56. а- Элсэн чулууны ангилалын диаграмм ([Pettijohn et al, 1972](#));

б- Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм ([Roser & Korsch., 1988](#))

Зураг 57. а- C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#)),

б- Th болон Th/U харьцааны диаграмм ([McLennan et al, 1993](#))

- Зураг 58. а. Kh-19-131 дээжийн зөөгдмөл цирконы U-Pb-ны гистограмм болон залуу насны дундаж утга, б. Th/U харьцааны диаграмм
- Зураг 59. Тектоник орчин тодорхойлох диаграммууд
а. La-Sc-Th ([Bhatia and Crook, 1986](#)), б. SiO₂-K₂O/Na₂O ([Roser and Korsch., 1986](#)).
- Зураг 60. Базальтын гарш
а.Метаморфизмд орж занаржсан базальт, б.Занаржсан базальт, в.Базальт
- Зураг 61. Шлифийн микро фото зураг. Метабазальт (Kh-20-194; Kh-20-195)
- Зураг 62. а- Nb/Y-SiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1977](#)); б- AFM диаграмм ([Irvine and Baragar, 1971](#))
- Зураг 63. а- C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй. б –Анхдагч маантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 64. а. Нударгын хяр орчмын сансрын зураг (ASTER– 7-3-1 суваг), б. Геологийн зураг.
- Зураг 65. Нударгын хяр орчмын гаршийн зураг
- Зураг 66. Шлифийн микрофото зураг. а.Кварц-биотит-гранатат занар (Kh-21-95/1), б.Биотит-кварцат занар (Kh-21-101), в.Гялтгануур-кварц-хээрийн жоншт занар (Kh-21-113), г.Биотит-кварц-амфиболт занар (Kh-21-116).
- Зураг 67. Шлифийн микрофото зураг. а.Занаржсан амфиболит (Kh-21-106) б-в.Цул амфиболит (Kh-21-97; Kh-21-104), г.Габбро (Kh-21-114).
- Зураг 68. Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграмм. а- Б.Мауна и Х. де ля Рошагийн диаграмм ([Ефремова, 1985](#)); б. Nb/Y-SiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1977](#))
- Зураг 69. а- Nb/Y-SiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1977](#)); б- AFM диаграмм ([Irvine and Baragar, 1971](#))
- Зураг 70. а- C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй. б –Анхдагч маантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 71. Кварц-биотитот занар Kh-21-95 дээжийн зөөгдмөл цирконы U-Pb-ны гистограмм, залуу насны дундаж утга болон Th/U харьцааны диаграмм
- Зураг 72. Зүрхтолгой орчмын геологийн зураг
- Зураг 73. Серпентинит, верлитийн гарш
- Зураг 74. Шлифийн микрофото зураг. а-б.Верлит (Kh-21-09), в. Габбродиабаз (Kh-21-07).
-

- Зураг 75. а.Хэт суурилаг найрлагатай чулуулгийн ангилалын диаграмм ([Богатиков и др., 1981](#)). $A=Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O$; $S=SiO_2-(Fe_2O_3+FeO+MgO+MnO+TiO_2)$, б. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм ([Saccani, 2015](#))
- Зураг 76. а.С1 хондритоор нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй, б. Анхдагч мантийн найрлагаар нормчилсон ховор элементийн спайдер диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 77. Төв Монголын УГЗ-200 төслийн геологийн зураг (Дэжидмаа нар, 2008); Яшил формацын тархалтын байршил: Яшил толгой, 2. Их тамир голын хойд хэсэг, 3. Адармагийн хөтөл
- Зураг 78. Яшил формацын хурдсын гаршийн зураг
- Зураг 79. а-в. Яшил формацын элсэн чулууны шлифийн фото зураг. а-б. Яшил толгой (Kh-19-119, Kh-20-249), в. Ихтамир голын хойд хэсэг (Kh-19-175), г. Адармагийн хөтөл (Kh-20-78) өсгөлт 4х.
- Зураг 80. а.Элсэн чулууны ангилалын диаграмм ([Pettijohn et al, 1972](#)); б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм ([Roser & Korsch., 1988](#))
- Зураг 81. а.Тунамал чулуулгийг С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#)); б. Th-Th/U харьцааны диаграмм ([McLennan, 1993](#))
- Зураг 82. а. Kh-19-119 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм
- Зураг 83. а- Өгөршлийн чиглэлийн диаграмм ([Nesbitt and Young, 1984](#)); б- Hf-La/Th харьцааны диаграмм ([Floyd and Leveridge, 1987](#))
- Зураг 84. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм ([Bhatia, 1983; Bhatia & Crook, 1986](#))
- Зураг 85. Хараат формацын тархалтын бүдүүвч зураг
- Зураг 86. Хараат уулын геологийн зураг
- Зураг 87. Хараат формацын гаршийн зураг. а.Занаржсан алевролит, б.Бор ногоон өнгийн элсэн чулуу, в. Ритмлэг элсэн чулуу, г. Ритмлэг хар саарал өнгийн алевролит (Kh-21-415)
- Зураг 88. Хараат формацын элсэн чулуу, алевролитын дээжийн шлифийн фото зураг а. Kh-20-417, б. Kh-20-414, в. Kh-20-415, г. Kh-20-418
- Зураг 89. а.Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм ([Pettijohn et al, 1972](#)), б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм ([Roser & Korsch., 1988](#))
-

- Зураг 90. а.Тунамал чулуулгийг C1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн диаграмм ([Sun and McDonough, 1989](#)), б. ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм ([Taylor and McLennan, 1985](#))
- Зураг 91. а. Kh-20-415 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм
- Зураг 92. а.La/Sc болон Co/Th харьцааны диаграмм ([Gu et al, 2003](#)), б. Zr/Sc болон Th/Sc харьцааны диаграмм ([McLennan et al, 1993](#))
- Зураг 93. Тектоник орчныг тодорхойлох Sc-La-Th (а), Th-Sc-Zr/10 (б), Zr/10-Th-Co (в) диаграмм ([Bhatia & Crook, 1986](#))
- Зураг 94. Хүрэнтолгой формацын тархалтын бүдүүвч зураг
- Зураг 95. а. Сант-Уул орчмын талбайн сансрын зураг (ASTER – 7-3-1 суваг) б. Геологийн зураг
- Зураг 96. Сант-уулын гаршийн зураг.
- Зураг 97. Сэртэн-Овоо уул орчмын геологийн зураг
- Зураг 98. Сэртэн-Овоо уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.
- Зураг 99. Вулканоген чулуулгийн микрофото зураг. а, е. Миндалинт базальт (Kh-21-392), б. Андезибазальт (Kh-21-393), в. Базальт (Kh-21-394), г. Андезитын туф (Kh-21-395), д. Пиллоу лав (Kh-20-407)
- Зураг 100. а.Вулканоген чулуулгийн ангилалын диаграмм ([Winchester and Floyd, 1977](#)), б. АФМ диаграмм ([Jensen, 1976](#))
- Зураг 101. Базальтуудын C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн (а) ба анхдагч маантид нормчилсон ховор элементийн (б) тархалтын муруй ([Sun & McDonough, 1989](#))
- Зураг 102. а. $Al_2O_3/TiO_2-(Gd/Yb)_n$ хамаарлын диаграмм ([Sproule et al., 2002](#)), б. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм ([Saccani, 2015](#)) N-MORB агуулгаар нормчилсон ([Sun and McDonough, 1989](#))
- Зураг 103. Яшмын макро болон микро фото зураг. а-б.Бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-310), в-г.Цайвар саарал өнгийн яшма (дээж Kh-21-311)
- Зураг 104. Яшмын макро болон микрофото зураг. а-б.Улаан хүрэн өнгийн гидротермаль яшма (дээж Kh-21-315), в-г.Хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-319), д-е.Улаан хүрэн өнгийн радиоляр агуулсан яшма (дээж Kh-20-376/5)
- Зураг 105. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм, б. $Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм ([Murray, 1994](#))
-

- Зураг 106. а-в. Нүх сүвэрхэг туф, г.1-3 цахиурлаг өргөс, 4-14 конодонт, 15-19 конодонтын үлдэгдэл
- Зураг 107. Радиолярын SEM зураг. 1-9.Pseudospongoprunum ? sp., [Noble, 1994](#), Trilonche sp., [Hinde, 1899](#)
- Зураг 108. Хүрэнтолгой формацын элсэн чулууны шлифийн фото зураг а. Kh-20-382, б. Kh-20-402, в-г. Kh-21-304
- Зураг 109. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын $K_2O-(Fe_2O_3^*+MgO)-Na_2O$ диаграмм ([Floyd & Leveridge, 1987](#)), б: Эх үүсвэр тодорхойлох Hf болон La/Th харьцааны диаграмм ([Bhatia & Taylor, 1981](#); [Floyd & Leveridge, 1987](#))
- Зураг 110. а.Эх газрын дээд царцдаст нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграмм ([Taylor & McLennan, 1985](#)), б.С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруй ([Sun & McDonough, 1989](#))
- Зураг 111. Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлох диаграммууд ([Bhatia & Crook, 1986](#)), а. Th-La-Sc, б. Ti/Zr-La/Sc харьцуулсан диаграмм
- Зураг 112. а. Хашаатын талбайн сансрын зураг (ASTER– 7-3-1 суваг), б. Геологийн зураг
- Зураг 113. Хашаатын талбайн гаршийн зураг.
- Зураг 114. а.Пиллоу лаав (Kh-19-40), б.брекчилэгдсэн базальт (Kh-20-64), в.Базальт (Kh-20-72).
- Зураг 115. а- Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм ([Winchester and Floyd, 1977](#)); б- AFM диаграмм ([Irvine and Baragar, 1971](#))
- Зураг 116. Базальтуудын С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн (а) ба анхдагч маантид нормчилсон ховор элементийн (б) тархалтын муруй ([Sun & McDonough, 1989](#))
- Зураг 117. а- Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм ([Saccani, 2015](#)) N-MORB агуулгаар нормчилсон ([Sun and McDonough, 1989](#)), б- Ta/Yb-Th/Yb дискриминацийн диаграмм ([Pearce, 1982](#))
- Зураг 118. Яшмын макро болон микрофото зураг.
- Зураг 119. а.Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм ([Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986](#))
- Зураг 120. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм, б. $Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм ([Murray, 1994](#))
- Зураг 121. Конодонтын микрофото зураг. Ozarkodina sp., [Branson and Mehl \(1933\)](#).
- Зураг 122. Хашаатын талбайн Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг а.Kh-19-15, б. S19-26, в.Kh-20-65/1, г. Kh-20-46
-

- Зураг 123. а-Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al., 1972); б-Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)
- Зураг 124. а- Тунамал чулуулгийг ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Taylor and McLennan, 1985), б- С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989).
- Зураг 125. а. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм
- Зураг 126. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser & Korsch, 1986); б. Тектоник орчныг тодорхойлох La-Sc-Th диаграмм (Bhatia and Crook, 1986).
- Зураг 127. Их болон Бага Дэл-Уул орчмын геологийн зураг
- Зураг 128. Дэл-Уулын гаршийн зураг.
- Зураг 129. а.Их болон Бага Дэл-Уулын хэсэгчилсэн зүсэлт, б. Радиолярын босоо тархалт.
- Зураг 130. Дэл-Уулын зүсэлтээс илэрсэн радиоляруудын SEM зураг
- Зураг 131. Шлифийн фото зураг. Андезит порфир (Kh-19-32)
- Зураг 132. Андезит (Kh-19-32)-ийн үнэмлэхүй насны дундаж утгын диаграмм
- Зураг 133. Баян-Өндөр уул орчмын гаршийн зураг.
- Зураг 134. Гүрцоо нарын (1990Ф) ангилагдаагүй хурдасны гаршийн зураг.
- Зураг 135. Вулканын шлифийн фото зураг. а.Хувирсан пиллоу базальт (Kh-19-90), б.Метабазальт (Kh-20-172)
- Зураг 136. а-Вулканоген чулуулгийн ангилалын диаграмм (Winchester and Floyd, 1977), б-Nb болон Th N-MORB агуулагчаар нормчилсон дискриминацийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989)
- Зураг 137. Базальтуудын С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн (а) ба анхдагч маантид нормчилсон ховор элементийн (б) тархалтын муруй (Sun & McDonough, 1989)
- Зураг 138. Яшмын макро болон микрофото зураг. а-б.Үеллэг улаан хүрэн өнгийн радиолярит (дээж Kh-20-226/2, 226/4), в-г.Улаан хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-226/1)
- Зураг 139. а.Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм (Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986), б. Al₂O₃-SiO₂/Al₂O₃ харьцааны диаграмм (Huang et al, 2013)
- Зураг 140. а.Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм; б. Al₂O₃/(Al₂O₃+Fe₂O₃) харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

- Зураг 141. Радиоларын SEM фото зураг. 1-2 Oriundogutta (?) varispina 3-6 Futobari solidus
- Зураг 142. Баян-Өндөрийн талбайн Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг
- Зураг 143. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al., 1972); б.Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)
- Зураг 144. а.Тунамал чулуулгийг ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Taylor and McLennan, 1985), б.С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989).
- Зураг 145. а. Th/Sc болон Zr/Sc харьцааны диаграмм (McLennan et al., 1993); б. Өгөршлийн чиглэлийн диаграмм (Nesbitt and Young., 1984)
- Зураг 146. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Bhatia, 1983); б. Тектоник орчныг тодорхойлох La-Sc-Th диаграмм (Bhatia and Crook, 1986).
- Зураг 147. Цүүгэл формацын тархалтын бүдүүвч зураг
- Зураг 148. а. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэл, Хангай-Хэнтийн Атриат мегабүсийн байршлын схем (Төмөртоого, 2017), б.Геологийн зураг
- Зураг 149. Цүүгэл формацын гаршийн зураг.
- Зураг 150. Цүүгэл формацын элсэн чулууны шлифийн микрозураг.
- Зураг 151. а-Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al., 1972); б- Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)
- Зураг 152. а.Эх газрын дээд царцдаст нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграмм (Taylor & McLennan, 1985), б.С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруй (Sun & McDonough, 1989)
- Зураг 153. а. Kh-19-74 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын катод-люминесценцийн зураг, б. U-Pb-ны насны конкордын диаграмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, в. тархалтын гистограмм
- Зураг 154. а-б. Цүүгэл формацын элсэн чулууны Kh-19-74 дээжийн цирконы катодлюминесценцийн зураг, хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun & McDonough, 1989); в. Магмын болон гидротермаль цирконуудыг ялгах (Sm/La)_N болон Ce/Ce* харьцааны диаграмм (Hoskin, 2005); г. Циркон гарал үүслийг тодорхойлох Th/U гистограмм
- Зураг 155. Цирконы гарал үүслийн тодорхойлох U-Y харьцааны диаграмм (Belousova et al., 2002); б. Y-U/Yb дискриминацийн диаграмм (Grimes et al., 2007)
- Зураг 156. Жонштолгой формацын тархалтын бүдүүвч зураг
-

- Зураг 157. Жонштолгой формацын гаршийн зураг.
- Зураг 158. Жонштолгой формацын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг.
- Зураг 159. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Herron, 1988) б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэр тодорхойлох дискриминацийн диаграмм (Roser & Korsch, 1988)
- Зураг 160. а.Эх газрын дээд царцдаст нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграмм (Taylor & McLennan, 1985), б.С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруй (Sun & McDonough, 1989)
- Зураг 161. Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Bhatia & Crook, 1986, Bhatia, 1983)
- Зураг 162. а. Kh-20-412 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм
- Зураг 163. Судалгааны талбайн байршил
- Зураг 164. Хархорины бүсээс илэрсэн конодонт, радиолярууд.
- Зураг 165 . Цэцэрлэгийн бүсээс илэрсэн радиолярууд
- Зураг 166. Хоолтындаваа ба Уу-булангийн дүүргээс илрүүлсэн радиоляриудын SEM зураг.
- Зураг 167. а- Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977); б- Al₂O₃-FeO*+TiO₂-MgO диаграмм (Jensen, 1976)
- Зураг 168. MgO-гол ислүүд болон ховор элементүүдийн харьцааны Харкерын диаграмм
- Зураг 169. Суурилаг найрлагатай вулканоген чулуулгийн С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн ба анхдагч маантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)
- Зураг 170. а.Nb болон Th N-MORB агуулгаар нормчилсон дискриминацийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989), б.Nb/Yb-Th/Yb дискриминацийн диаграмм (Pearce, 2008)
- Зураг 171. а. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988), б.Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser and Korsch, 1986)
- Зураг 172. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser and Korsch, 1986), б. Геотектоник орчныг тодорхойлох тунамал чулуулгийн ховор элементүүдийн харьцуулсан диаграмм (Roser and Korsch, 1986)
- Зураг 173. Хангай-Хэнтийн дүүргийн бүсүүдийн далайн плитийн стратиграфийн харьцуулалт
-

- Зураг 174. Далайн плитийн стратиграфи болон аккрецийн комплекс хэлбэржих ерөнхий загвар ([Safonova et al., 2015](#)).
- Зураг 175. Хархорины бүсийн геодинамик загвар
- Зураг 176. Хархорины бүсийн геологийн шинэчилсэн зураг
- Зураг 177. Хангай-Хэнтийн дүүргийн палеозойн хронобиостратиграфийн бүдүүвч
- Зураг 178. Алтны ордуудын үүсч байрших тектоник орчин ([Groves et al., 1998](#))
- Зураг 179. Төв Монголын ороклиналын голлох структурын бүдүүвч
- Зураг 180. Монгол орны алтны металлогений их мужууд ([Дэжидмаа нар, 2019](#))
- Зураг 181. Монгол орны алтны металлогений бүсүүд ба хүдрийн дүүргүүдийн байршил ([Дэжидмаа нар, 2019](#))
- Зураг 182. Мэдээллийн санд хамрагдсан алтны илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд болон хээрийн ажлаар дээжлэлт хийсэн цэгийг байршил
- Зураг 183. Жаргалантын бүлэг илрэлийн Илрэл III-1-32 болон Илрэл III-1-33 хэсэг.
- Зураг 184. Агуулагч метатунамал чулуулгийн микрофото зураг, алтны харагдах байдал
- Зураг 185. SEM-EDX шинжилгээ (Kh-22-114/1)
- Зураг 186. а. Kh-20-127, 127/1 эрдэсжсэн цэгийн сансрын зурагт үзэгдэх төрх, б.Пиритийн шигтгээ бүхий занар, в-г.Шлифийн зураг
- Зураг 187. SEM-EDX шинжилгээ (Kh-20-127)
- Зураг 188. Дээжлэлт хийсэн гаршийн зүсэлт
- Зураг 189. Дээжлэлт хийсэн гаршийн зураг. Кварцын судал– а. Kh-19-44; б. Kh-19-46
- Зураг 190. Дээжлэлт хийсэн гаршийн зураг. Кварцын судлууд– а. Kh-20-07; б. Kh-20-80

ОРШИЛ

2019-2021 онд хэрэгжүүлсэн “Хархорины бүсийн палеозойн хувирмал ба вулканоген-тунамал бүрдлүүд: геохими, геохронологи, алтны хүдэржилт” сэдэвт суурь судалгааны төсөл нь Хархорины бүсийн хэмжээнд тархсан түрүү-дунд палеозойн настай вулканоген-тунамал гарал үүсэлтэй метаморф чулуулгууд бүхий дунд кембри-түрүү ордовикийн настай Хотонт, ордовикийн настай Мөнгөнцээж, силурын настай Яшил формацууд, харин дунд-хожуу палеозойн цахиурлаг-вулканоген чулуулаг багатай тунамал хурдсуудаас бүрдэх девон, девон-карбоны өөр өөр нэршил бүхий геологийн нэгжүүдийн үүссэн нөхцөл, цаг хугацаа, литологийн онцлог, геохронологи, петро-геохими, микропалеонтологи, структурын нарийвчилсан судалгааны ажлуудыг гүйцэтгэж, Хархорины бүсийн дотоод бүтэц, хурдас хуримтлал, метаморфизм болон алтны хүдэржилтийн зүй тогтол, тус бүсийн хөгжлийн түүхийн загварыг босгож, улмаар Хархорины бүсийн геодинамикийн хөгжлийн зүйтогтол бий болсоноор аккрецын эсвэл турбидит терреинд хамаарах асуудлыг шийдвэрлэх зорилготой.

Энэхүү зорилгын хүрээнд 3 жилийн хугацаанд 12 удаа (1 удаа 7-21 хоног)-ийн хээрийн судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд Хархорины бүсийн уламжлалт эртний настай метаморф комплексын болон Хангайн цуврал серийн дунд-хожуу палеозойн цахиурлаг-вулканоген-тунамал бүрдлийн найрлага, гарал үүсэл, насны асуудлыг шийдвэрлэх, формацуудын хил зааг, тунамал чулуулгийн стратиграфи, структурын ажиглалтуудыг бүрэн дүүрэн хийсний үр дүнд 12 талбайн геологийн зураг төдийгүй Хархорины бүсийн геологийн зургыг шинэчлэн зохиов.

Суурь судалгааны төсөл нь оршил, зургаан бүлэг 229 хуудас, 189 зураг диаграмм, хүснэгт 6, хавсралт 13, ашигласан материал, хэвлүүлсэн бүтээлийн жагсаалтаас бүрдэнэ.

- Хархорины бүсийн стратиграфийн 7 формацын хэмжээнд литологи, микропалеонтологи, зөөгдмөл цирконы геохронологи, геохими болон терриген зузаалгийн тэжээгдлийн мужууд тодорхойлогдож хронобиостратиграфийн нэгдсэн схемийг боловсруулж, давхрагазүйн асуудлыг шинэчлэв.
- Хархорины бүсийн геологи-структурын, стратиграфийн (литостратиграфи, биостратиграфи, тектоностратиграфи), геохимийн, геохронологийн талаар цогц мэдээллүүд бий боллоо.

- Далайн плитийн стратиграфийн загварыг босгон, шинэ үр дүнгүүдээр Хангайн дүүргийн давхаргазүйн асуудал шинэчлэгдэж байгаа нь Геологийн шинжлэх ухаанд чухал ач холбогдолтой юм.

Ийнхүү 3 жилийн хугацаанд хэрэгжсэн суурь судалгааны төсөлтэй холбоотой сүүлийн үеийн шинэлэг үр дүнгүүдээр олон улсын сэтгүүлд эрдэм шинжилгээний 2 өгүүлэл хэвлүүлснээс эхний зохиогчоор 1, хамтран зохиогчоор 1, олон улсын эрдэм шинжилгээний бага хурлуудад 5 хураангуй хэвлүүлж, олон улсын болон үндэсний эрдэм шинжилгээний хуралд 28 илтгэл хэлэлцүүлэн, 1 гарын авлага зохиож нийтийн хүртээл болгосон. Тэрчлэн Хангайн дүүргийн палеозойн тунамал чулуулгийн геохими, геохронологи, Улаанбаатарын болон Цэцэрлэгийн бүсийн палеозойн стратиграфи, микропалеонтологийн судалгааны үр дүнгүүдээр **3** судлаачийн магистрын дипломын ажил бичигдсэн. МУИС-ийн ШУС-ийн ГГТ-д 1 судлаач докторантурт суралцаж байна.

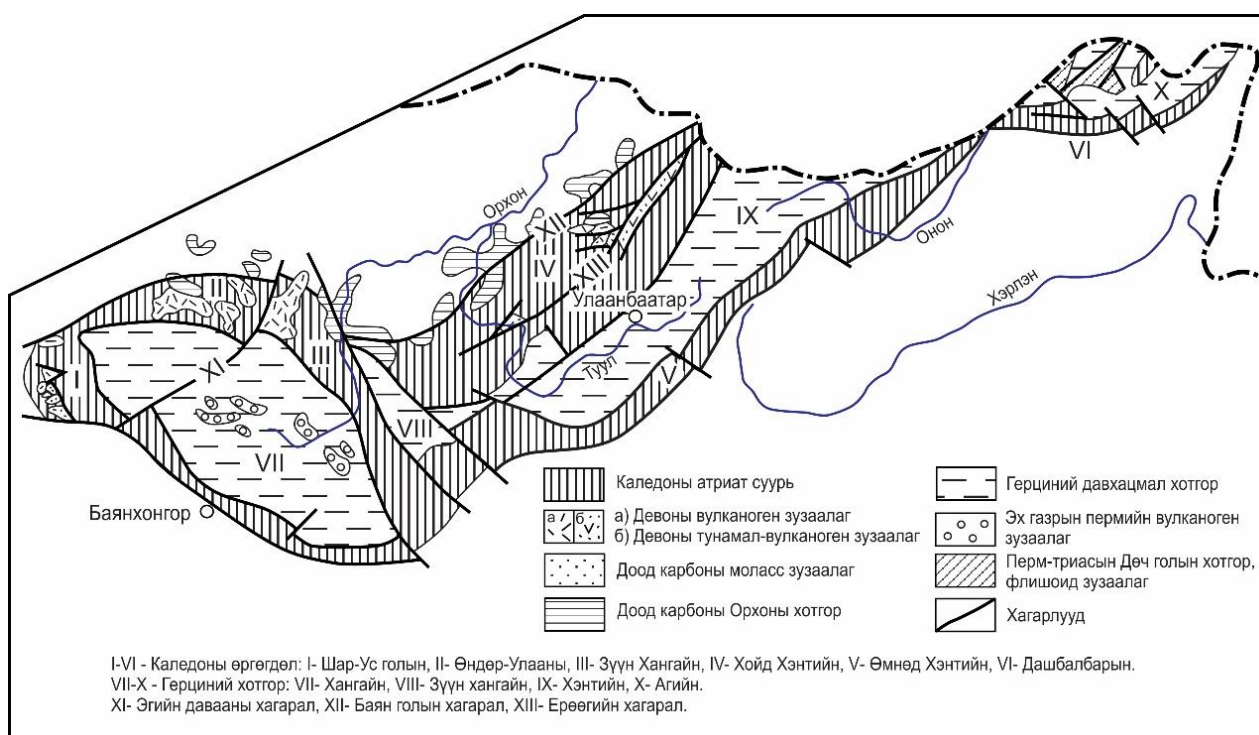
Суурь судалгааны төслийн 2021 оны хээрийн ажилд Л.Дагва-Очир, Ү.Заяатүшиг нар оролцож ажилласныг дурьдах нь зүйтэй.

БҮЛЭГ 1. ХАРХОРИНЫ БҮСИЙН ГЕОЛОГИ

1.1. ХАРХОРИНЫ БҮСИЙН СУДАЛГААНЫ ТҮҮХ

Хархорины бүс нь Төв Монголын супертеррейнээс Тариат-Баянголын, Асралтхайрханы террейнээс Бадынголын, Улаанбаатарын террейнээс Туулын, Цэцэрлэгийн террейнээс Хархорины хагарлуудаар зааглагддаг бөгөөд баруун-хойш сунасан атираат тогтоц юм (Төмөртогоо, 2002).

Хангай-Хэнтийн атираат тогтолцооны хэмжээнд анх Хархорины бүсийн хойд хэсгийг ерөнхийдөө баруун хойш чиглэлд сунасан структуртай, харьцангуй эртний настай элсэн чулуу-занараас тогтсон каледоны буюу Зүүн-Хангайн өргөгдөл, герцины буюу Зүүн-Хангайн хотгорыг карбоны тунамал хурдаснаас тогтсон үзсэн байдаг (Геология МНР, 1973; Тектоника МНР, 1974) (Зураг 1).



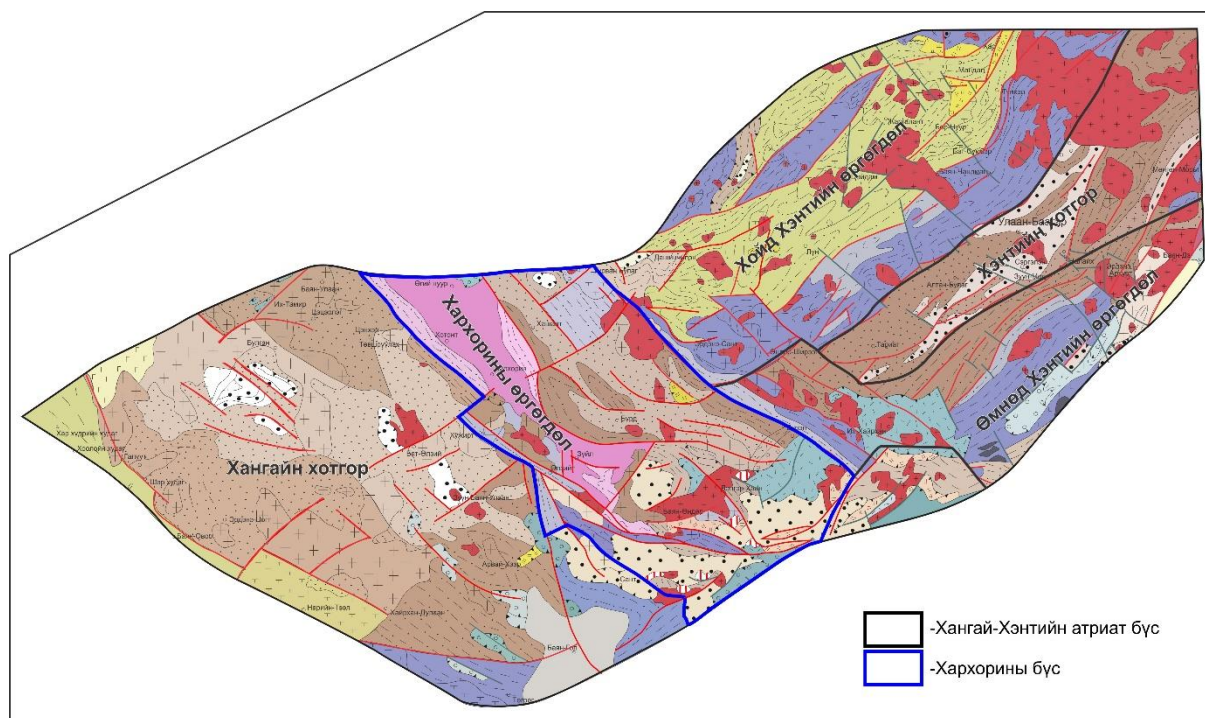
Зураг 1. Хангай-Хэнтийн атираат тогтолцооны тектоник мужлал (Тектоника МНР, 1974)

1978 онд зохиосон “Монголын тектоникийн зураг”-т Хархорины өргөгдлийн метаморф формацуудыг (R_3-E_1) одоогийн эдиакар-доод кембрийн түвшинд терриген зузаалаг бүхий хүчиллэг, дундлаг вулканит голлосон бүрдэлд, хотгорыг нь дунд-хожуу кембрийн молассын хурдсаар ялгасан байдаг (Яншин, 1978) (Зураг 2).

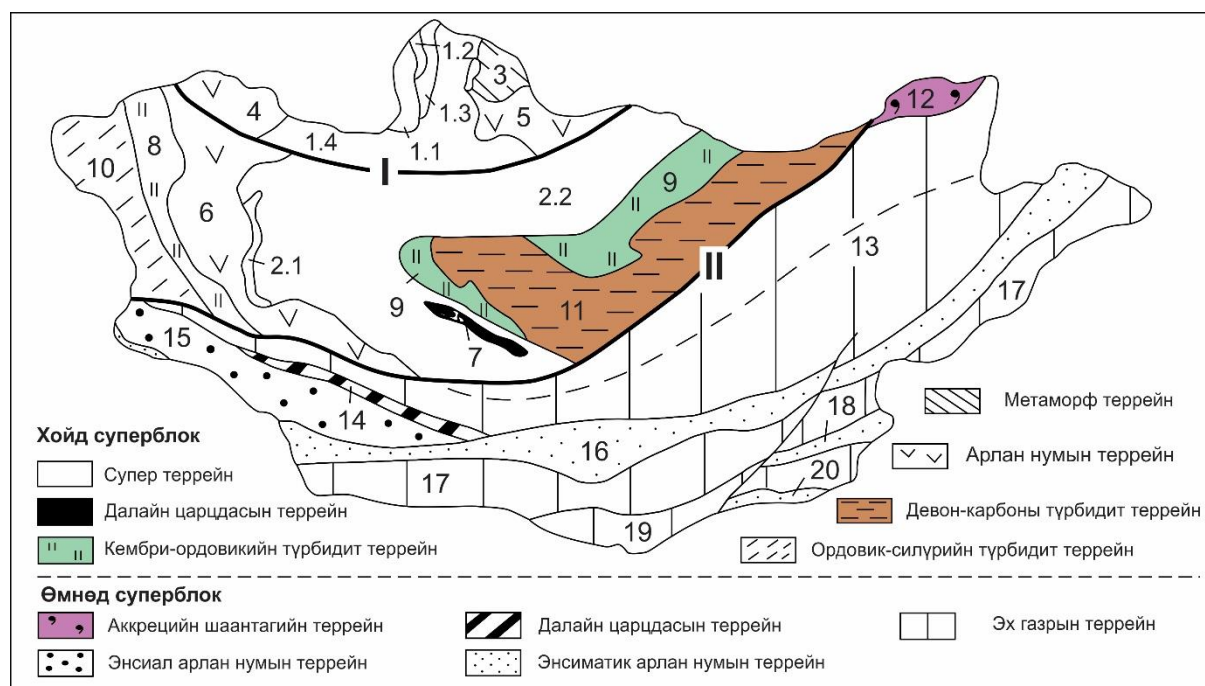
1990 оноос хойш “террейны задлал”-ын аргачлалаар субдукцтай холбоотой аккрецын террейнээр тайлбарлагдах болсон (Зоненшайн и др., 1990; Sengor & Natal'in, 1993; Zorin et al., 1999).

Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцоог ордовик-силурын цаг үед шинээр нээгдсэн далайн суурь гэж үзэн Хархорины өргөгдлийн буюу метаморф бүрдлийг кембри-

ордовикийн болон девон-карбоны турбидит хурдсаас тогтсон турбидит террейнд ангилсан (Tomurtogoo, 1997) (Зураг 3).



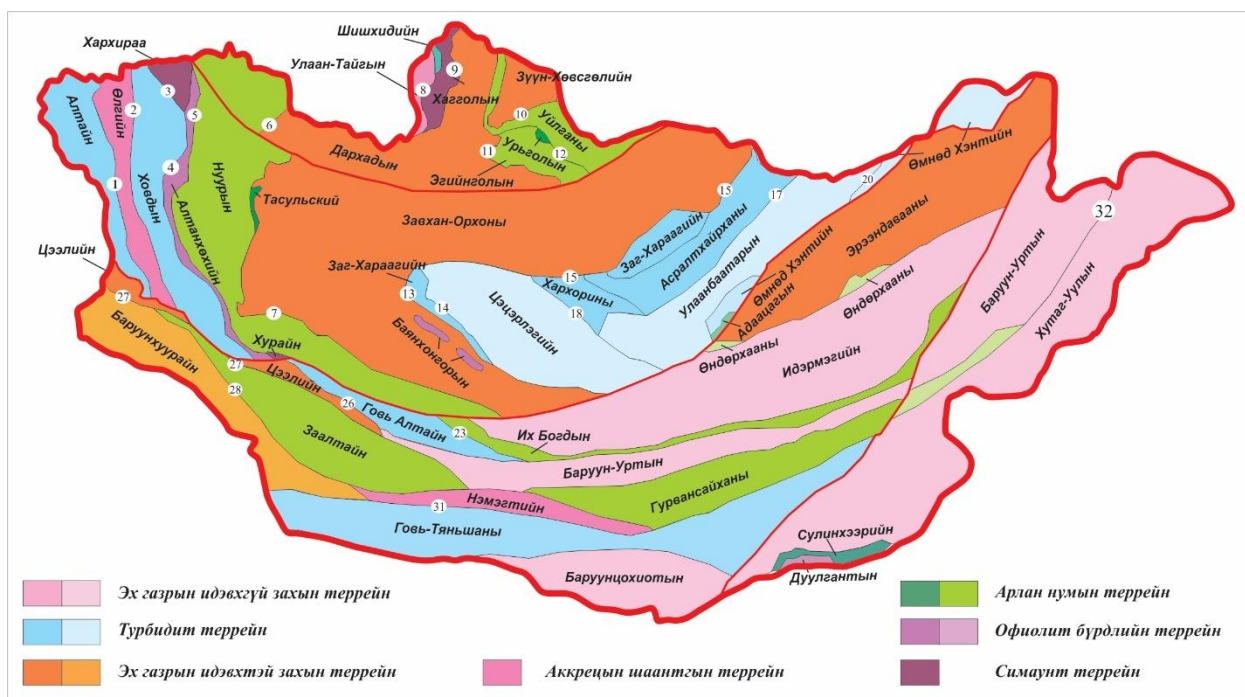
Зураг 2. Монголын тектоникийн зураг (Яншин, 1978)



Зураг 3. Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны мужлал (Tomurtogoo, 1997)

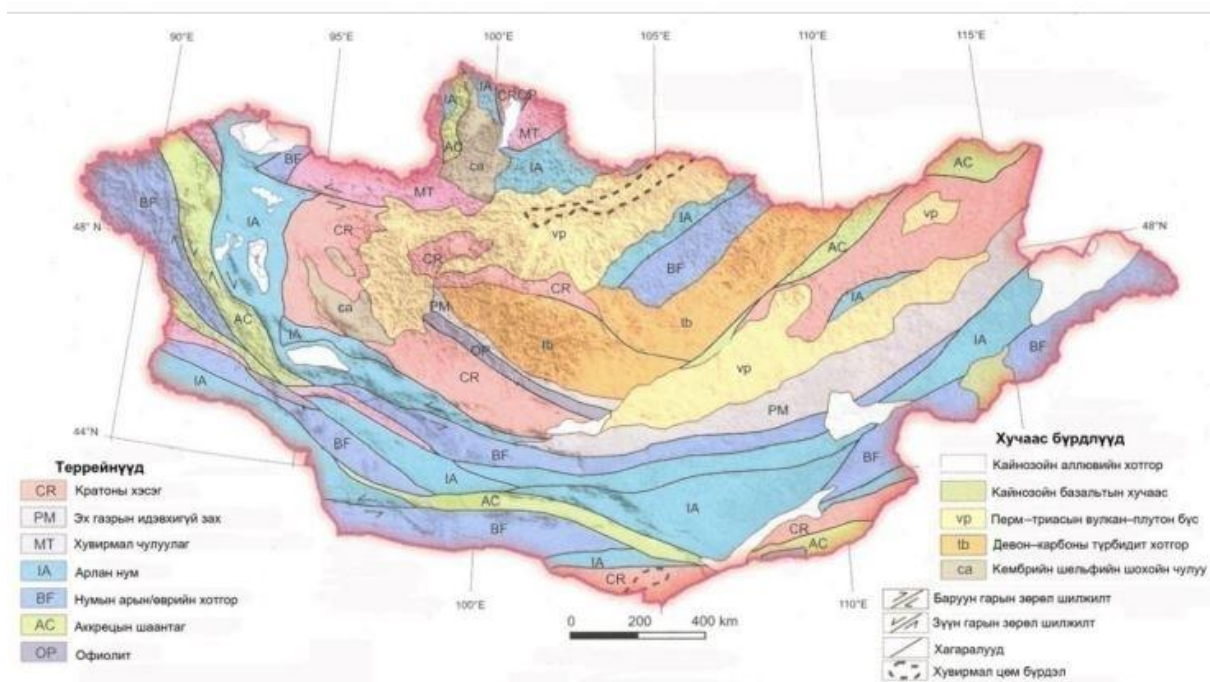
2002 онд МУ-ын Тектоникийн 1:1000000-ын масштабын зургийн тайлалыг террейны коллажийн үзэл баримтлалд үндэслэгдсэн террейны задлалын аргачлалын үндсэн зарчмаар боловсруулсан байдаг (Төмөртоого, 2002). Тэрээр өмнөх судлаачдын ялгаж байсан Хархорины өргөгдлийн умард хагасыг Хархорины турбидит террейнээр зураглан, ерөнхий тогтцын хувьд Асралтхайрхан террейны

Мандалын серийн дунд-дээд хэсэгтэй харьцуулагдах боломжтой хэдий ч формацын эгнээгээр ялгагдана гэж үзэн тусад нь ялгасан байдаг (Төмөртоого, 2002; Зураг 4).



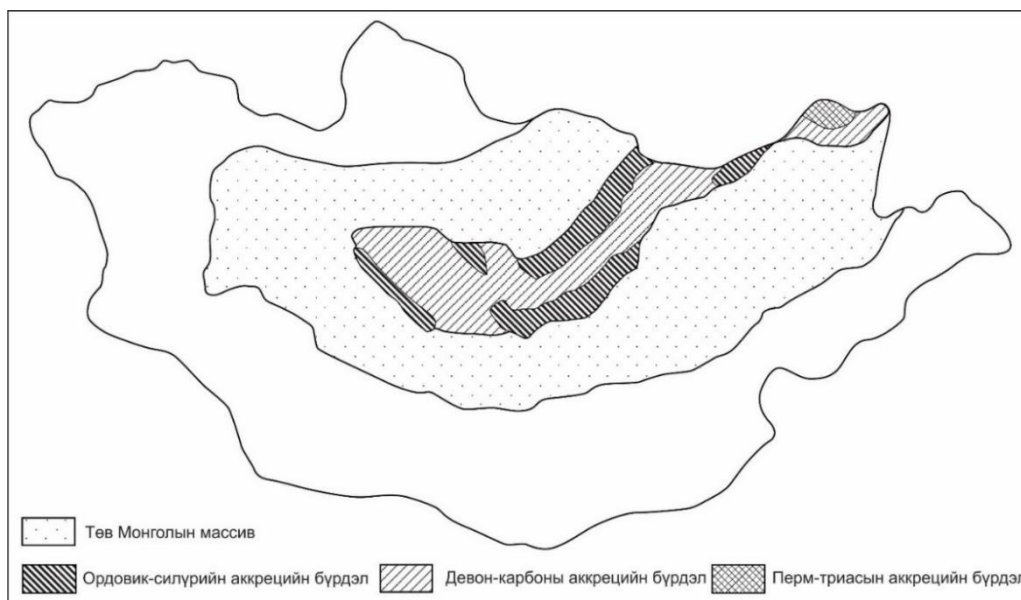
Зураг 4. Монгол орны тектоникийн бүсчлэл (Төмөртоого, 2002)

Бадарч нар (Badarch et al., 2002) Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны ихэнх хэсгийг каледоны атираат структур дээрх девон-карбоны гүехэн усны турбидит хурдас бүхий давхцмал хотгорт ангилсан байдаг (Зураг 5).



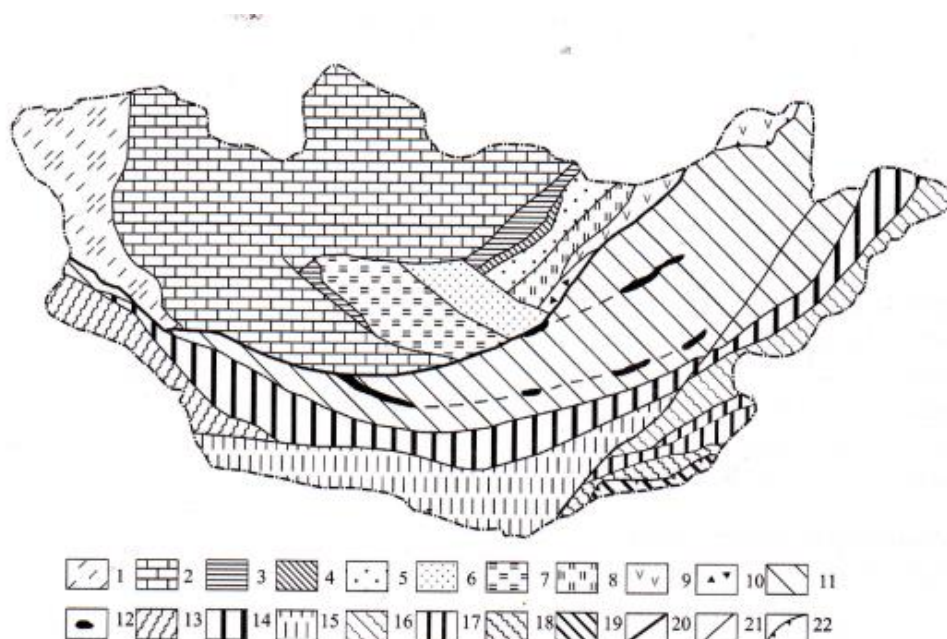
Зураг 5. Монгол орны террейны мужлал (Badarch et al., 2002)

Ж.Бямба (2009) Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцоог хожуу ордовик-силур, девон-карбон болон пермь-триасын цаг үеийн гурван насны аккрецын бүрдлийн нийлмэл тогтоцтой уламжилсан ороклиналийн структур гэж ялгасан бөгөөд Хархорины бүсийг ордовик-силурын, девон-карбонь аккрецын бүрдэлд хамааруулжээ (Зураг 6).



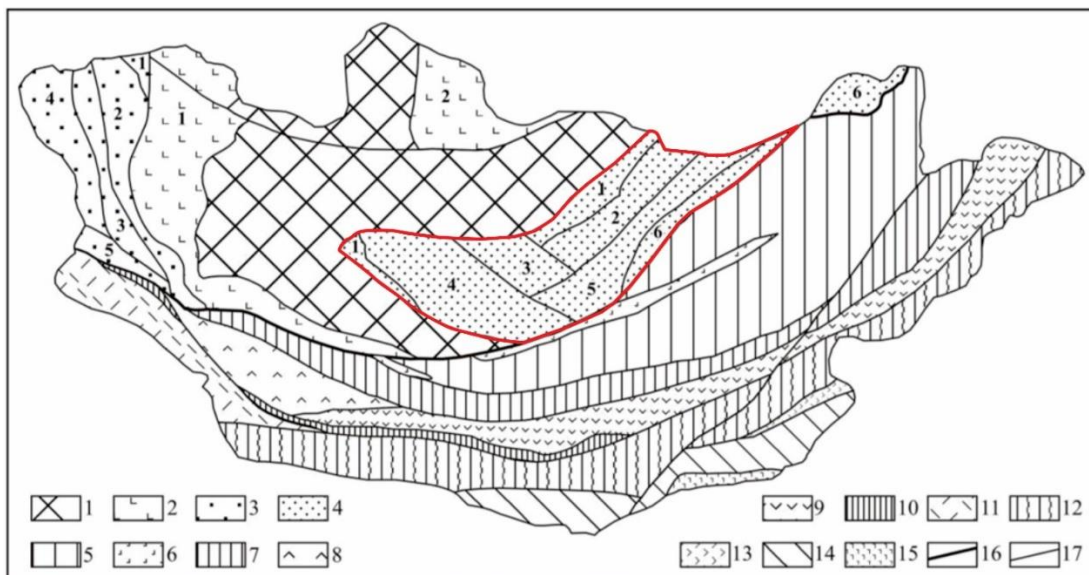
Зураг 6. Хангай-Хэнтийн ороклиналь структурын мужлал (Бямба, 2009)

Төмөртоогоо (2008) Хархорины террейныг офиолитын төрлийн кумулят сери болон арланнумын төрлийн андезитын туф бүхий субдукцын меланж агуулсан А-төрлийн аккрецын шаантгийн террейнээр шинээр ялгаж, террейны хилийг өөрчилсөн байдаг (Зураг 7).



Зураг 7. Монгол орны тектоник бүсчлэлийн шинэчилсэн бүдүүвч (Төмөртоогоо, 2008)
6- Хархорины террейн

2012 онд Хархорины аккрецын шаантгийн террейн гэж ялган ногоон-ягаан өнгийн андезитын лаав-туфийн багц, радиолярт яшма бүхий далайн ёроолын гүн усны хурдас, арлан нумын гаралтай олон тооны тектоник тохоос, шаантгуудыг тогтоосон төдийгүй карбон-доод пермийн вулканоген-терриген молассууд болон гранитоидоор илэрхийлэгдэх постамальгамацийн бүрдлүүдийг тогтоогдсон гэжээ (Төмөртогоо, 2012) (Зураг 8).



Зураг 8. Монгол орны ороген мужуудын тектоник мужлалтын схем (Төмөртогоо, 2012)

Улаан өнгөөр хүрээлсэн - **Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцоо**

(террейнүүд: 1. Заг-Хараагийн, 2. Асралтхайрханы, **3. Хархорины**, 4. Цэцэрлэгийн,

5. Улаанбаатарын, 6. Ононы); 16-17. Хагарлууд: 16. Монголын Голч Тектоник Шугам, 17- бусад.

Хамгийн сүүлд 2017 онд Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэлд Хархорины бүсийг стратиграфийн схемд нь нэлээд өөрчлөлт оруулж, талбайн хэмжээг урагш татан Мөнгөнцээж, Яшил формацуудын зэрэгцээгээр ордовик-силурт хамаарагдах магадлалтай Ямаат формац шинээр ялган, Арвайхээр хотоос зүүн тийш Д.Баадай (2034Ф), Д.Тогтох нарын (3912Ф) протерозойд хамааруулж байсан метаморф бүрдлийг Гуулин группэд ялган, нийтэд нь баримжаагаар дээд ордовик-доод силурээр насжуулсан байдаг (Төмөртогоо, 2017, Зураг 9).

Ийнхүү бид хамгийн сүүлийн дүүрэгчлэлийн ангиллаар Хархорины бүсийн талбайг ялган, өмнөх сэдэвчилсэн судалгааны болон зураглалын ажлуудын үр дүнгүүдтэй нэг бүрчлэн танилцаж, хээрийн болон суурин судалгааны ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн.

Хархорины бүсийн хэмжээнд доод-дунд палеозойн настай вулканоген-тунамал гарал үүсэлтэй метаморф чулуулгууд бүхий Хархорин группийн дунд кембри-доод ордовикийн настай Хотонт, ордовикийн настай Мөнгөнцээж, силурын настай Яшил формацууд, дунд-дээд палеозойн настай цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдсуудаас бүрдэх девоны настай (Хараат, Хүрэнтолгой, Эрдэнэцогт, Цүүгэл, Шарт, Цэцэрлэг), карбоны настай (Жонштолгой, Билүүт, Жаргалант) өөр өөр нэршил бүхий геологийн нэгжүүдээс тогтох бөгөөд силурын настай Зэгст, хожуу пермь-түрүү триасын настай Хангай бүрдлийн интрузив чулуулгууд тархдаг (Алтанзул нар, 2004Ф; Чулуун нар, 2004Ф; Баатархуяг нар, 2004Ф; Төмөрчөдөр нар, 2005, 2009Ф; Наранцэцэг нар, 2007Ф; Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

Анх Хосбаяр нар Мөнгөнцээж формацыг ялгасан (Хосбаяр нар, 1987Ф) бөгөөд Геологийн 1:1000000 зурагт дунд кембри-доод ордовик, 1:500000 геологийн зурагт дунд-дээд кембрийн Хараагийн сери (E₂₋₃hr)-ийн ангилаагүй хурдсаар, хожим 1:500000-ны геологийн зурагт доод силурын настай Яшил, Мөнгөнцээж формацуудаар зураглаж ирсэн төдийгүй 1:50000-ны масштабын ГЗЕЭА-ын геологийн зургуудад өөр өөр нас, литологи бүхий зураглагдсан байдаг.

Чулуун нар палеозойн хурдас чулуулгийг дунд кембри-доод ордовикийн настай Хархорин групп буюу Хотонт (ногоон занарын фац), доод-дунд ордовикийн настай Мөнгөнцээж (туфоген-кварцит-занар) формацуудад, харин Төмөрчөдөр нар палеозойн хурдас чулуулгийг дунд ордовик-силурын настай Хархорин групп буюу Хотонт (занар, талст занар), Мөнгөнцээж (цахиурлаг-вулканоген-тунамал), Яшил (элсэн чулуу-занар) формацуудад ялгасан байдаг (Чулуун нар, 2004Ф; Төмөрчөдөр нар, 2005Ф).

Чулуун нар Хархорины бүсийн хэмжээнд тархсан региональ метморфизмын ногоон занарын фацид хувирсан терриген хурдсыг Хархорин группэд нэгтгэж дотор нь дунд кембри-түрүү ордовикийн Хотонт, доод-дунд ордовикийн Мөнгөнцээж формацуудад ангилж, литологи, фацийн төрхөөр нь Хараагийн сери, Загийн сери, Мандалын серитэй төсөөтэй боловч формацын эгнээ, зарим онцлог шинжээрээ ялгардаг тул бие даасан групп (сери)-д ангилсан байна. Тэрээр Хотонт уулын районд тархалттай ногоон занарын фацийн зузаалгийг анх ялган, хамгийн хөгшин насаар зураглаж Хотонт формацаар нэрлэсэн байдаг (Чулуун нар, 2004Ф). Энэхүү Хотонт формацаар ялгагдсан хэсэг нь Хосбаяр нарынхаар Мөнгөнцээж формацаар зураглагдаж байсан бөгөөд Чулуун нар формацын эгнээгээр ялгаатай, тэрчлэн Мөнгөнцээж формацын хурдсаар нийцлэг хучигддаг үндэслэлээр ялгажээ (Хосбаяр нар, 1987Ф; Чулуун нар, 2004Ф). Зэргэлдээх талбайд Төмөрчөдөр нар үргэлжлүүлэн

Хотонт формацыг зурагласан хэдий ч дунд ордовик-силурын настай метаморфоген-тунамал хурдсаар зураглалын талбайн баруун хэсэгт баруун хойш чиглэсэн шугаман структурыг хамааруулсан (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф). Хархорин сумын баруун хойд хэсэгт анх 1:50000-ны геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлаар Баатархуяг нар доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацаар зурагласныг УГЗ-200 төслийн ажлаар силурын настай Хотонт формацад ялган, зурагласан байдаг (Баатархуяг нар, 2004Ф, Дэжидмаа нар, 2008Ф).

УГЗ-200 болон 1:500000-ны геологийн зурагт Хотонт формацын хурдсыг Орхоны хөндийн баруун хойд талд баруун хойш чиглэлтэй шугаман хагарлын дагуу Хадат толгой, Хотонт уулаас эхлэн Хархорин сумын хойд талд цаашлаад Хужирт сумын зүүн талаар Зүүнбаянулаан сумын нутагт Сангийндалай нуурын баруун талд Хясаатхүрэн уулыг дамнуулан Сант сумын баруун хойд тал хүртэлх нилээд талбайд ялгасан байдаг төдийгүй Хархорины бүсээс Цэцэрлэгийн бүсэд дамнуулан зурагласан (Дэжидмаа нар, 2008Ф; Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

Цаашид формац бүрийн анх хэн ялгаж, ямар судалгааны ажлууд хийгдсэн, бидний хийсэн судалгааны шинэ үр дүнгүүдээр баяжигдан бүлэг бүрт бичиглэгдэв.

1.2. СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ

“Хархорины бүсийн палеозойн хувирмал ба вулканоген-тунамал бүрдлүүд: геохими, геохронологи, алтны хүдэржилт” суурь судалгааны төслийн даалгаврын дагуу **нэгдүгээрт** дунд кембри-түрүү ордовикийн Хотонт, ордовикийн Мөнгөнцээж, силурын Яшил, девоны Хараат метаморф бүрдлүүд болон доод-дунд девоны түвшинд ангилагдсан өөр өөр формацуудын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдаст петрографи (эрдэслэг бүрэлдэхүүн), петрогеохими (бодисын найрлага), микропалеонтологи, геохронологийн цогц судалгааны ажил хийх зорилтыг дэвшүүлэн, дараах байдлаар биелүүлсэн.

- 1. Хотонт формацын** геологийн асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор Монгол Улсын анхны УГЗ-200 нэгтгэл төслийн ажлаар уг формацаар ялган, зураглагдсан Хотонт-Уулын талбай (1) болон L-48-VII хавтгайн Хужирт сумын зүүн урд талд Ихэр-Уул (2), L-48-XIV хавтгайд Хясаатхүрэн-Уулын талбайг (3) сонгон авч, талбай бүрийн геологийн зургийг шинэчилж, геологийн зүсэлтүүдийг хийн тэдгээрийг баримтжуулах фото зураг, метаморф бүрдлийн протолит буюу анхдагч найрлагыг сэргээн босгож, пара болон орто гарал үүсэл, эх үүсвэр, геодинамик орчныг тодруулах зорилгоор, мөн цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулгийн петрографи, петрохими, геохими, геохронологи, микропалеонтологи, тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодорхойлох цогц судалгааг хийж гүйцэтгэв.
- 2. Мөнгөнцээж формацын** УГЗ-200 нэгтгэл төслийн ажлаар уг формацаар ялган, зураглагдсан L-48-I хавтгайд Хөх-Өндөр уул, Хайлаастөндөр-Уул, Мөнгөнцээж толгойг хамарсан Орхоны хөндийн орчим (1), L-48-XIV хавтгайд Нударгын хярын талбай (2), Зүрх-Уулын гипербазитын меланжийг (3) сонгон авч, талбай бүрийн геологийн зургийг шинэчилж, геологийн зүсэлтүүдийг хийн тэдгээрийг баримтжуулах фото зураг, метаморф бүрдлийн анхдагч найрлагыг сэргээн босгож, пара болон орто гарал үүсэл, эх үүсвэр, гипербазитын меланж болон цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулгийн петрографи, петрохими, геохими, геохронологи, микропалеонтологи, тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодруулах цогц судалгааг хийж гүйцэтгэв.
- 3. Яшил формацын** УГЗ-200 нэгтгэл төслийн ажлаар уг формацаар ялган, зураглагдсан Яшилтолгой, Иххангай-Уул болон Гүнгийнхөтөл орчим тархалттай метатунамал чулуулгийн петрографи, петрохими, геохими, хурдас хуримтлалын насныг асуудлыг шийдвэрлэв.

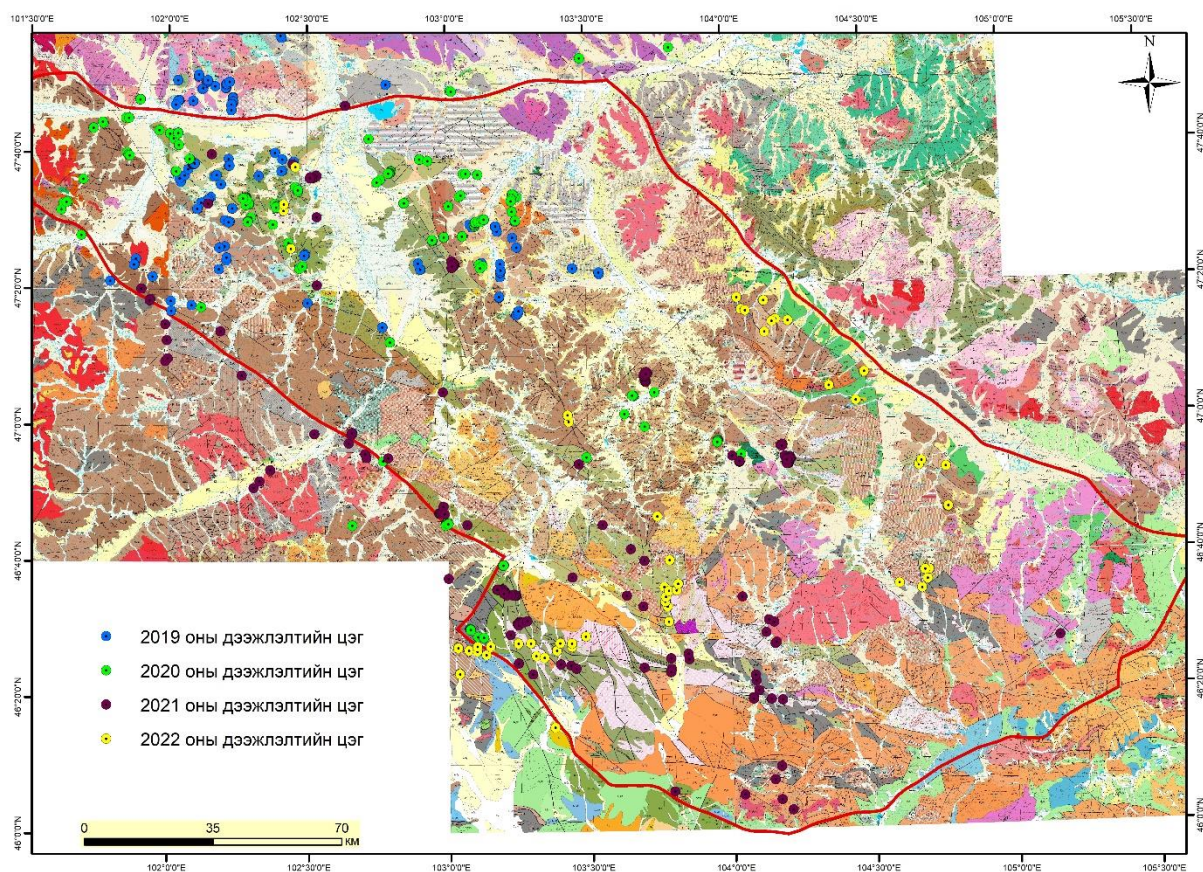
4. **Хараат формацын** 1:50000-ны зураглалын ажлаар ялгасан тунамал чулуулгийн петрографи, петрохими, геохими, хурдас хуримтлалын насны асуудлыг шийдвэрлэлээ.
5. **Хүрэнтолгой формац** нь бүсийн хэмжээнд харьцангуй өргөн тархалттай бөгөөд УГЗ-200 нэгтгэл төслийн ажлаар уг формацаар ялган, зураглагдсан Хархорины бүсийн өмнөд хэсгээс Сант-Уул болон Сэртэн-Овоо (1), хойд болон төв хэсгээс Хашаат (2), Дэл-Уул (3), баруун хэсгээс Баян-Өндөр уул орчмыг (4) сонгон цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулгийн петрографи, петрохими, геохими, геохронологи, микропалеонтологи, тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодруулах цогц судалгааг хийж гүйцэтгэв.
6. **Цүүгэл формац** нь бүсийн хэмжээнд нилээд тархалттай бөгөөд УГЗ-200 нэгтгэл төслийн ажлаар уг формацаар ялган, зураглагдсан бүх талбайг хамруулан петрографи, петрохими, геохими, хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодруулж, насны асуудлыг шинэчлэв.
7. **Жонштолгой формац** нь харьцангуй бага тархалттай бөгөөд УГЗ-200 нэгтгэл төслийн ажлаар уг формацаар ялган, зураглагдсан талбайгаас гадна шинээр Сант-Уул орчимд ялган, тунамал чулуулгийн петрографи, петрохими, геохими, хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодруулж, насны асуудлыг шийдвэрлэв.

Төслийн даалгаварын дагуу **хоёрдугаарт** Хархорины бүсийн стратиграфийн нэгжүүдийг литологийн, палеонтологийн, зөөгдмөл цирконы геохронологи, терриген зузаалгийн тэжээгдлийн мужийг тодорхойлж, нэгдсэн схем боловсруулан, хожуу палеозойн цахиурлаг-вулканоген-тунамал бүрдэл нь сайн судлагдсан Цэцэрлэгийн болон Улаанбаатарын бүсийн ижил насны формацуудтай харьцуулах ажлыг хийж гүйцэтгэсэн. Энэ ажлын хүрээнд Цэцэрлэгийн бүсийн Цоройдог дүүргийн болон Улаанбаатарын бүсийн Уубулангийн дүүргийн дунд палеозойн вулканоген чулуулгийн геохими, геодинамик орчныг тодруулсан өгүүллүүдийг олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлүүдэд хэвлүүлэн ([Dagva-Ochir et al, 2020](#); [Bayart et al, 2022](#)), хүлээн зөвшөөрөгдсөн үр дүнгүүдийг Хархорины бүсийн вулканоген чулуулгуудтай харьцууллаа. Тэрчлэн 2018 онд хэрэгжүүлж дууссан суурь судалгааны төсөл ([Оюунчимэг нар, 2018](#))-ийн цахиурлаг чулуулаг дахь радиолярын болон тунамал чулуулгийн петро-геохими, геохронологийн үр дүнгүүдийг Хархорины бүсийн дунд-хожуу палеозойн тунамал чулуулагтай хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, насны асуудлыг харьцуулан хронобиостратиграфийн нэгдсэн бүдүүвч загварыг бий болголоо.

Төслийн даалгаварын дагуу **гуравдугаарт** бүсийн хэмжээнд **12** талбайн геологийн зургуудыг зохиосноос гадна Хархорины бүсийн геологийн зургийг шинэчлэн, дээрх үр дүнгүүдийн хүрээнд геодинамик загварыг бий болгосон.

Төслийн сүүлийн даалгаварын дагуу **дөрөвдүгээрт** Хархорины бүсийн хэмжээнд анх удаа алтны хүдэржилтийн цахим мэдээллийн санг бий болгож, алтны хүдэржилтийн тодорхой зүй тогтлуудыг гаргалаа.

Дээрх ажлуудыг 3 жилийн хугацаанд 10 орчим удаагийн хээрийн судалгааны ажлыг 14-21 хоногийн хугацаатай хийж гүйцэтгэсэнээр Хархорины бүсийн хэмжээний геологийн тогтоц, стратиграфи, формацуудын болон магмын чулуулгийн бодисын найрлага, гарал үүсэл, насны асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилгоор геологийн зүсэлтүүд, структурын хэмжилтүүдийг хийн, анхдагч дээж материал цуглуулсан (Зураг 10).



Зураг 10. Хархорины бүсийн хэмжээнд хийсэн хээрийн судалгаа

Бид 3 жилийн хугацаанд нийт **900** ажиглалтын цэг дээр ажиллаж, гарал үүсэл, төрлүүдийг тодруулах зорилготой вулканоген чулуулгийн 200 орчим дээжлэлтээс **82** дээжийг петро-геохимийн шинжилгээнд, чулуулгийн эрдсийн бүрэлдэхүүн, бодисын найрлага, хурдас хуримтлалын нас, тэжээгдлийн муж, өгөршлийн эх үүсвэр, геотектоник орчныг тодорхойлохоор тунамал гарал үүсэл бүхий метаморф болон

тунамал чулуулгийн 200 орчим дээжлэлтээс **100** орчим дээжийг петрографи, **88** дээжийг петро-геохимийн шинжилгээнд, зөөгдмөл цирконоор нас тодорхойлохоор **12** дээжийг геохронологийн шинжилгээнд, цахиурлаг чулуулгийн **35** дээжийг петро-геохимийн шинжилгээнд, радиоляр агуулсан яшмын **50** гаруй дээжлэлтийг микропалеонтологийн шинжилгээнд тус тус хамруулав. Нийтдээ **250** орчим дээжийг геохимийн шинжилгээнд хамруулсан бөгөөд тунамал чулуулгийн эх үүсвэр, бүсийн геологийн зургийг шинэчлэх зорилгоор төслийн даалгаварт ороогүй магмын чулуулаг (Зэгст бүрдэл), метаморф чулуулаг (Ямаат формац)-ийн **40** орчим дээжийн петрохими, геохими, **3** дээжийн геохронологийн үр дүнтэй ажлууд хийгдсэн болохыг тодотгож байна. Мөн талбайд хэсэгчилсэн геологийн болон стратиграфийн **20** орчим зүсэлтүүдийг хийсэн.

Судалгаанд хамрагдсан вулканоген, тунамал, метаморф чулуулгийн петро-геохимийн шинжилгээнд хамрагдсан **400** орчим дээжийг петрографийн шинжилгээнд хамруулан шлиф хийлгэн, Никон /Nikon/ оптик микроскопын тусламжтайгаар микро бичиглэлийг үйлдэн бодисын найрлага, структур, текстурын хувьд ялгаатай дээжүүдээс багцлан **250** дээжийг тус хүрээлэнгийн Петрографийн лабораторийн бутлах цех-д стандартын дагуу буталж, нунтаглан Монгол дахь Швейцарын хөрөнгө оруулалттай “Эс Жи Эс” лабораторид чулуулаг бүрдүүлэгч үндсэн элементүүдийн ислийг литийн бораттай хайлуулалтаар гарсан хайлшин дискт XRF буюу рентгенфлуоресценцийн анализийн аргаар (Al_2O_3 , As_2O_3 , BaO , CaO , Cr_2O_3 , CuO , K_2O , MgO , Mn_3O_4 , Na_2O , P_2O_5 , Fe_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , TiO_2 , PbO , ZnO , V_2O_5 , SUM / MoO_3 , Nb_2O_5 , SnO_2 , Ta_2O_5 , WO_3), ховор элементүүдийг 4 хүчлийн уусгалт хийж, 49 элементийн болон натрийн хэт исэлтэй хайлуулалт хийж, 54 элементийн агуулгыг ICP-MS буюу масс спектрометрийн багажаар, харин **11** дээжинд алтны хүдрийн зангилааны илрэлүүдийн алтны шинжилгээг уг сорьцноос 30гр-ыг жигнэн авч шатаалт хийж, үр дүнд гарсан үрэл байдалтай сорьцыг хүчлийн холимогт уусгасны дараа алтыг нь AAC-аар тодорхойлуулснаас гадна хүдрийн элементүүдийн шинжилгээг 4 хүчлийн уусгалт хийж, 33 элементийн агуулгыг ICP-OES багажаар тус тус хийлгэн, үр дүнгүүдийг стандарт арга, аргачлалын дагуу боловсруулав.

Геохронологийн 30 орчим дээжийг Петрографийн лабораторийн бутлах цех-д анхан шатны ажлуудыг хийж гүйцэтгэн, бромформ ашиглан монофракцуудыг ялгаж, Olimpus бинокуляр доор циркон түүснээс (100-150ш) метаморф чулуулгийн зөөгдмөл цирконы 4, тунамал чулуулгийн зөөгдмөл цирконы 5, магмын чулуулгийн 3, нийт **12** дээжийг шинжилгээнд хамруулав. Насны шинжилгээг ОХУ-ын Сибирийн

салбарын Улаан-Үд хотын Геологийн хүрээлэнгийн Багажит шинжилгээний аргын лабораторид **8** дээж (Kh-19-52; Kh-19-119; Kh-19-131; Kh-19-23; Kh-21-95/1; Kh-20-412; Kh-21-268; Kh-20-415), Оросын ШУА-ийн Сибирийн салбарын Новосибирск хотын Геологи, минералогийн хүрээлэнгийн изотоп-аналитик аргын лабораторид **3** дээж (Kh-19-32; Kh-20-107; Kh-21-314), Геохронологи, геохимийн шинжилгээг Хятадын ШУА-ийн Гуаньжоугийн Геохимийн хүрээлэнгийн Изотоп геохронологи ба геохимийн лабораторид **1** дээж (Kh-19-74)- нийт **12** дээжинд LA-ICP-MS багажит төхөөрөмжийг ашиглан тус тус хийлгэсэн болно.

Хээрийн судалгааны ажлын явцад 80 орчим цахиурлаг, тунамал найрлагатай чулуулгийг дээжилсэн бөгөөд харьцангуй нас тодорхойлох, петрографи, геохимийн онцлогийг бий болгох, эртний геодинамик орчныг сэргээн тодруулах зорилгоор карбонат найрлагатай чулуулгийг 10% шоргоолжны хүчилд (HCOOH), цахиурлаг найрлагатай чулуулгийг 10% хайлуурын хүчилд (HF) уусгах аргачлалаар уусгалт хийн конодонт, радиолярыг илрүүлэн түүж, ШУТИС-ийн Нагоягийн судалгааны төвд микрофото зургуудыг авч, харьцуулах аргаар тодорхойлон, шинжилгээний үр дүнгүүдэд тайлалт хийж нэгтгэн боловсруулав.

Хархорины бүсийн хэмжээнд сүүлийн үеийн шинэлэг арга болох цахиурлаг чулуулаг болон радиоляр, конодонт агуулагч яшмын петрохими, геохими, микропалеонтологийн судалгаа анх удаа хийгдэж байгаагаараа онцлогтой бөгөөд энэ нь Хангайн дүүргийн эртний далайн плитийн стратиграфийн загварыг дэвшүүлэх, хурдас хуримтлалын интервалыг тодорхойлохоос гадна Далайн плитийн стратиграфийн судалгаа эрчимтэй хөгжиж буй орчин үед эртний далайн стратиграфийг судлах гол арга болох радиолярын судалгааны арга аргачлалыг нутагшуулах боломж бүрдэж байгаа юм.

Геохронологийн өгөгдлүүдийг харьцангуй тархалтын гистограмм, конкордын болон жигнэсэн дундаж насны диаграммуудыг Isoplot4 ([Ludwig, 2003](#)), Dezirteer ([Powerman et al., 2021](#)) программын тусламжтайгаар боловсруулан, хурдас хуримтлалын тархалтын зүй тогтлыг шинэ түвшинд тайлбарлав.

Дээрх петро-геохими, геохронологи, микропалеонтолог, литологи-стратиграфийн аргуудыг хослуулан хийсний үр дүнд Хархорины бүсийн аккрецын комплексуудыг шинээр зураглан, насжуулж, геодинамик загварыг бий болголоо.

Энэхүү төслийн ажил нь 33 сая төгрөгийн санхүүжилттэй, түүнээс шинжилгээнд **7.2** сая төгрөг зарцуулах хэдий ч бид тунамал чулуулгийн зөөгдмөл цирконы нас тодорхойлох шинжилгээг 1 дээжинд **2.2** сая төгрөгөөр 10 дээжинд, магмын чулуулгийн цирконд 1 дээжийг **1.5** сая төгрөгөөр буюу геохронологийн

шинжилгээнд **25.0** сая төгрөгийн өртгөөр бий болов. Тэрчлэн петрохими, геохимийн шинжилгээнд 1 дээжийг 100.0 мянган төгрөгөөр 250 дээжийг шинжилгээнд хамруулсанаас (**25** сая) гадна микропалеонтологийн дээжийн 1 радиоляр, конодонтын зургийг 5000 төгрөгийн өртгөөр нийт **4.0** сая төгрөг буюу нийт **54 сая** төгрөгийг зөвхөн шинжилгээнд зарцуулсан байдаг. Иймээс зөрүүтэй 46.8 сая төгрөгийг гадаад болон дотоод хамтын ажиллагааны хүрээнд, мөн төслийн судлаач нарын геологийн зураглалын ажлууд, төслүүдэд хамтран ажиллаж олсон орлогоос зарцуулагдсан болохыг тэмдэглэж байна.

Төслийн гүйцэтгэгч нар төсөл хэрэгжих хугацаанд нэг сэдэвт бүтээл **5**, сэдэвчилсэн судалгааны тайлан **3**, зурагзүйн синтез бүтээл **1**, грант төсөл **1**, олон улсын мэргэжлийн сэтгүүлд **6** өгүүлэл, олон улсын хуралд **5** хураангуй, үндэсний мэргэжлийн сэтгүүлд **23** өгүүлэл, олон улсын болон үндэсний эрдэм шинжилгээний бага хуралд **31** илтгэл хэлэлцүүлсэн.

“Хархорины бүсийн палеозойн хувирмал ба вулканоген-тунамал бүрдлүүд: геохими, геохронологи, алтны хүдэржилт” суурь судалгааны төслийн ажилтай холбоотойгоор олон улсын сэтгүүлд эрдэм шинжилгээний **2** өгүүлэл, олон улсын хуралд **5** хураангуй, үндэсний мэргэжлийн сэтгүүлд **10** өгүүлэл, эрдэм шинжилгээний бага хуралд **17** илтгэл хэлэлцүүлснээс гадна **3** судлаач магистрын нэг сэдэвт ажил бичиж, хамгаалан, **1** докторант “Хархорины бүсийн тунамал чулуулгийн геохими, геохронологи” сэдвээр МУИС-ийн ШУС-ийн докторантурт суралцаж байна.

БҮЛЭГ 2. ДУНД ПАЛЕОЗОЙН МЕТАМОРФ КОМПЛЕКС

Төслийн үр дүнгийн даалгавар 1. Дунд кембри-түрүү ордовикийн Хотонт, ордовикийн Мөнгөнцээж, силурын Яшил, девоны Хараат метаморф бүрдлүүд болон доод-дунд девоны түвшинд ангилагдсан өөр өөр формацуудын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдаст петрографи (эрдэслэг бүрэлдэхүүн), петрогеохими (бодисын найрлага), метаморфизмын фацийн ялгаа, микропалеонтологи, геохронологийн цогц судалгааны ажил хийгдэсний үр дүнд Хархорины бүсийн геодинамикийн хөгжлийн зүйтогтол бий болсоноор аккрецын эсвэл турбидит террейнд хамаарах асуудал шийдвэрлэгдэнэ.

Хархорины бүс нь Төв Монголын супертеррейнээс Тариат-Баянголын, Асралтхайрханы террейнээс Бадынголын, Улаанбаатарын террейнээс Туулын, Цэцэрлэгийн террейнээс Хархорины хагарлуудаар зааглагддаг бөгөөд баруун-хойш сунасан атираат тогтоц юм ([Төмөртогоо, 2002](#)).

Хархорины буюу Зүүн Хангайн өргөгдөл нь ерөнхийдөө баруун хойш чиглэлд сунасан структуртай, харьцангуй эртний настай элсэн чулуу-занараас тогтсон, харин Хангайн синклинори нь голчлон карбоны тунамал хурдсаас тогтсон гэж үзсэн байдаг ([Геология МНР, 1973](#); [Тектоника МНР, 1974](#)). 1990 оноос хойш “террейны задлал”-ын аргачлалаар субдукцтай холбоотой аккрецын террейнээр тайлбарлагдах болсон ([Зоненшайн и др., 1990](#); [Sengor & Natal'in, 1993](#); [Zorin et al., 1999](#)).

Хархорины бүсийн хэмжээнд доод-дунд палеозойн настай вулканоген-тунамал гарал үүсэлтэй метаморф чулуулгууд бүхий Хархорин группийн дунд кембри-доод ордовикийн настай Хотонт, ордовикийн настай Мөнгөнцээж, силурын настай Яшил формацууд, дунд-дээд палеозойн настай цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдсуудаас бүрдэх девоны настай (Хараат, Хүрэнтолгой, Эрдэнэцогт, Цүүгэл, Шарт, Цэцэрлэг), карбоны настай (Жонштолгой, Билүүт, Жаргалант) өөр өөр нэршил бүхий геологийн нэгжүүдээс тогтох бөгөөд силурын настай Зэгст, хожуу пермь-түрүү триасын настай Хангай бүрдлийн интрузив чулуулгууд тархдаг ([Алтанзул нар, 2004Ф](#); [Чулуун нар, 2004Ф](#); [Баатархуяг нар, 2004Ф](#); [Төмөрчөдөр нар, 2005, 2009Ф](#); [Наранцэцэг нар, 2007Ф](#); [Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф](#)).

Анх Хосбаяр нар Мөнгөнцээж формацыг ялгасан ([Хосбаяр нар, 1987Ф](#)) бөгөөд Геологийн 1:1000000-ын зурагт дунд кембри-доод ордовик, 1:500000-ны геологийн зурагт дунд-дээд кембрийн Хараагийн сери (E_{2-3hr})-ийн ангилаагүй хурдсаар, хожим 1:500000-ны геологийн зурагт доод силурын настай Яшил,

Мөнгөнцээж формацуудаар зураглаж ирсэн төдийгүй 1:50000-ны масштабын ГЗЭА-ын геологийн зургуудад өөр өөр нас, литологи бүхий зураглагдсан байдаг.

Чулуун нар палеозойн хурдас чулуулгийг дунд кембри-доод ордовикийн настай Хархорин групп буюу Хотонт (ногоон занарын фац), доод-дунд ордовикийн настай Мөнгөнцээж (туфоген-кварцит-занар) формацуудад, харин Төмөрчөдөр нар палеозойн хурдас чулуулгийг дунд ордовик-силурын настай Хархорин групп буюу Хотонт (занар, талст занар), Мөнгөнцээж (цахиурлаг-вулканоген-тунамал), Яшил (элсэн чулуу-занар) формацуудад ялгасан байдаг ([Чулуун нар, 2004Ф](#); [Төмөрчөдөр нар, 2005Ф](#)).

Чулуун нар Хархорины бүсийн хэмжээнд тархсан региональ метморфизмын ногоон занарын фацид хувирсан терриген хурдсыг Хархорин группэд нэгтгэж дотор нь дунд кембри-түрүү ордовикийн Хотонт, доод-дунд ордовикийн Мөнгөнцээж формацуудад ангилж, литологи, фацийн төрхөөр нь Хараагийн сери, Загийн сери, Мандалын серитэй төсөөтэй боловч формацын эгнээ, зарим онцлог шинжээрээ ялгардаг тул бие даасан групп (сери)-д ангилсан байна. Тэрээр Хотонт-Уулын районд тархалттай ногоон занарын фацийн зузаалгийг анх ялган, хамгийн хөгшин насаар зураглаж Хотонт формацаар нэрлэсэн байдаг ([Чулуун нар, 2004Ф](#)). Энэхүү Хотонт формацаар ялгагдсан хэсэг нь Хосбаяр нарынхаар Мөнгөнцээж формацаар зураглагдаж байсан бөгөөд Чулуун нар формацын эгнээгээр ялгаатай, тэрчлэн Мөнгөнцээж формацын хурдсаар нийцлэг хучигддаг үндэслэлээр ялгажээ ([Хосбаяр нар, 1987Ф](#); [Чулуун нар, 2004Ф](#)). Зэргэлдээх талбайд Төмөрчөдөр нар үргэлжлүүлэн Хотонт формацыг зурагласан хэдий ч дунд ордовик-силурын настай метаморфоген-тунамал хурдсаар зураглалын талбайн баруун хэсэгт баруун хойш чиглэсэн шугаман структурыг хамааруулсан ([Төмөрчөдөр нар, 2009Ф](#)). Хархорин сумын баруун хойд хэсэгт анх 1:50000-ны геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлаар Баатархуяг нар доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацаар зурагласныг УГЗ-200 төслийн ажлаар силурын настай Хотонт формацад ялган, зурагласан байдаг ([Баатархуяг нар, 2004Ф](#), [Дэжидмаа нар, 2008Ф](#)).

УГЗ-200 болон 1:500000-ны геологийн зурагт Хотонт формацын хурдсыг Орхоны хөндийн баруун хойд талд баруун хойш чиглэлтэй шугаман хагарлын дагуу Хадаттолгой, Хотонт-Уулаас эхлэн Хархорин сумын хойд талд цаашлаад Хужирт сумын зүүн талаар Зүүнбаянулаан сумын нутагт Сангийндалай нуурын баруун талд Хясаатхүрэн-Уулыг дамнуулан Сант сумын баруун хойд тал хүртэлх нилээд талбайд ялгасан байдаг төдийгүй Хархорины бүсээс Цэцэрлэгийн бүсэд дамнуулан зурагласан ([Дэжидмаа нар, 2008Ф](#); [Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф](#)).

Ийнхүү төслийн даалгаварын дагуу бидний суурь судалгааны төслийн үр дүн бий болохоос өмнө Хархорин бүсийн хэмжээнд хамгийн хөгшин настай метаморф бүрдлээр зураглагдаж байсан Хотонт (2.1), Мөнгөнцээж (2.2), Яшил (2.3), Хараат (2.4) формацуудыг тайлангийн хоёрдугаар бүлэгт, харин дунд-хожуу палеозойн настай Хүрэнтолгой (3.1), Цүүгэл (3.2), Жонштолгой (3.3) формацуудын дарааллаар гуравдугаар бүлэгт хэсэгчлэн оруулах нь илүү ойлгомжтой болно гэж үзлээ.

2.1. ХОТОНТ ФОРМАЦ

Геологийн тогтоц.

1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлаар Хосбаяр нар Хархорины өргөгдлийн үндсэн структурын дагуу сунасан тектоник блокууд дахь гематит, магнетитын хүдэр болон шохойн чулууны мэшил агуулсан кварц-хлорит, серицит-мусковитот, кварц-эпидот-хлоритот занарын зузаалаг, кварцит, төмөрлөг кварцитыг Завхан-Орхоны террейны ногоон занарын зузаалагтай адилтган неопротерозойн настай Мөнгөнцээж формацад анх ялгажээ (Хосбаяр нар, 1987Ф).

Харин Чулуун нар Хотонт-Уулын районд тархалттай хар хүрэн өнгийн төмрийн мэшил бүхий цагаанаас хөх саарал, бор саарал өнгийн цул нягт, үеллэг кварцит, хлоритот занар, хөхөвтөр ногоон өнгийн филлит, цайвар ногоон өнгийн метаэлсэн чулууны зузаалгийг анх ялган, хамгийн хөгшин настай Хотонт формацаар нэрлэж, зурагласан (Чулуун нар, 2004Ф). Төмөрчөдөр нар дунд ордовик-силурын настай Хотонт формацын литологийг саарал, ногоон-саарал өнгийн кварц-гялтгануур-хээрийн жоншт, биотит-мусковит-эпидот-амфибол-хээрийн жоншт занар, кварцит, төмөрт кварцит гэж тодотгосон байдаг (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф).

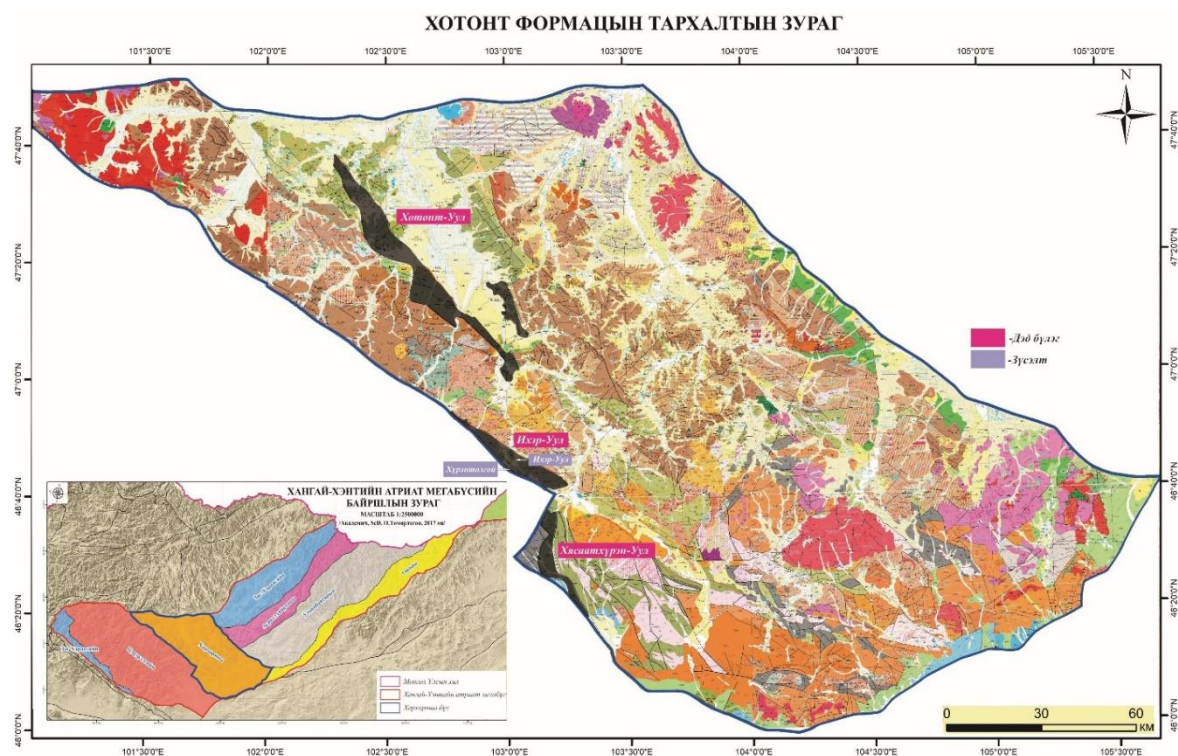
Харин Дэжидмаа нар Төв Монголын УГЗ-200 төслийн ажлаар насыг силурын пландовери (S_{1ht})-ийн түвшинд зураглаж, Хотонт формац нь метаэлсэн чулуу, төмөрлөг кварцитын үе, мэшил, судланцартай хар ногоон, ногоон өнгийн хлорит-серицитэт, кварц-хлорит-серицитэт, кварц-хлоритот, кварц-альбит-хлоритот, кварц-амфибол-хлоритот занар болон филлитээс тогтоно гэж үзжээ (Дэжидмаа нар, 2008Ф).

УГЗ-200 төслийн хүрээнд Хотонт формацыг нилээд том талбайд L-48-VII хавтгайн зүүн хойно буюу Хархорин сумын баруун хойт талд, Хужирт сумын зүүн урд талд (Ихэр уул), L-48-XIV хавтгайд (Хясаатхүрэн уулын зүүн тал) тус тус ялган зурагласан байдаг (Дэжидмаа нар, 2008Ф). Бид уг формац ялгагдсан талбай болох Ихэр-Уул болон Хясаатхүрэн-Уул орчимд хээрийн судалгаа, ажиглалт, хурдас

чулуулагт бүрэн зүсэлт хийснээр аккрецын комплексыг шинээр ялган, зураглав (Оюунчимэг нар, 2022а; Оюунчимэг нар, 2022б).

Хамгийн сүүлд 2017 онд Монгол Улсын 1:500000-ны масштабын геологийн зураг зохиох төсөлт ажлын үр дүнгээр геологийн зурагт силурын настай багахан талбайд зурагласан байх бөгөөд УГЗ-200 геологийн зурагт зураглагдсан формацуудыг L-48-VII хавтгайд Яшил формац (Sjs)-аар, L-48-XIV хавтгайд дээд ордовик-лландоверийн Гуулин формац (O₃-S_{1gl})-аар зурагласан хэдий ч литологи нь бичигдээгүй төдийгүй, тайлбар бичигт бичвэр байхгүй байдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

Төслийн даалгаварын дагуу Хотонт формацын асуудлуудыг шийдвэрлэх зорилт тавьсанаар 2019-2021 онуудын хээрийн судалгааны явцад уг формацаар зураглагдсан талбай бүрт ажиглалт, хэсэгчилсэн зүсэлтүүд, структурын хэмжилт хийн, анхдагч дээж материалыг геохронологи, геохими, петрографийн шинжилгээнд хамруулан, дараах үр дүнгүүдийг бий болгосон. Хотонт формацын хурдас, чулуулаг маш том талбайд зураглагдсан бөгөөд Хотонт формацын литологи өөр өөр найрлагатай, зөрүүтэй зураглагдсан тул анх ялгасан Хотонт-Уулын талбай (1) болон L-48-VII хавтгайн Хужирт сумын зүүн урд талд Ихэр-Уул (2), L-48-XIV хавтгайд Хясаатхүрэн-Уулын орчимд (3) литологийн онцлогийг тодруулж, шинэ үр дүнгүүд бий болгосоныг дараалалтайгаар бичиглэж оруулсан болно (Зураг 11).



Зураг 11. Хотонт формацын тархалтын бүдүүвч зураг (Дэжидмаа нар, 2008Ф), Хархорины бүсийн байршлын схем зураг (О.Төмөртоого, 2017)

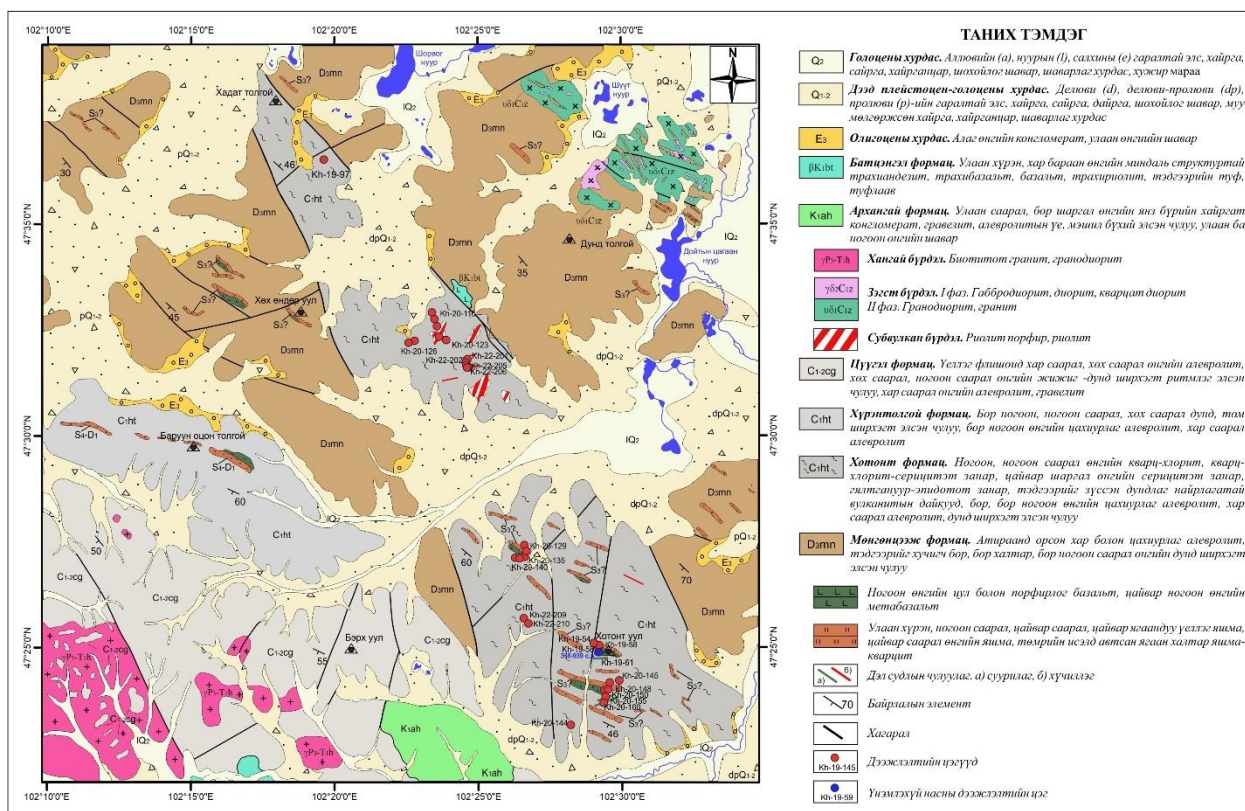
Бид сэдэвчилсэн судалгаа, 1:200000-ны болон 50000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлуудын үр дүнгүүдийг нэгтгэсэн анхны УГЗ-200 нэгтгэл төслийн зургийг төслийн ажлын суурь болгон хээрийн судалгаанд болон тайлангийн бичвэрийн бүх формацуудын хурдасны тархалтын бүдүүвч зурагт ашигласан. Учир нь төслийн даалгаврын хүрээнд ялгагдаж байгаа формацуудын тархалт, тэдгээрийн судалгаа хийгдсэн талбайн байршлийг харахад илүү ойлгомжтой болох юм.

2.1.1. Хотонт уулын талбай

Хотонт уул орчимд уг формацын хурдас анх ялгагдсан талбайн литологи нь метабазальт, базальт, яшма-кварцит, яшма, цахиурлаг болон хар алевролит, ногоон занарын фацийн хэмжээнд хувирсан хлорит-серицит бүхий занаржсан метаэлсэн чулуунаас бүрдэнэ ([Зураг 12](#)).

Хотонт уулын хойд талд зүсэлт хийх явцад кварцын хялгасан судал, судланцаруудаар хэрчигдэж, маш их атираажсан хар саарал өнгийн зузаан мигматит, ногоон, ногоон саарал өнгийн кварц-хлорит, кварц-хлорит-серицитэт занар, цайвар шаргал өнгийн серицитэт занар, гялтгануур-эпидотот занар, тэдгээрийг зүссэн дундлаг найрлагатай вулканитын дайкууд, занар дунд 3х6 м линз хэлбэрийн төмрийн илэрц, ногоон өнгийн цул болон порфирлог базальт, цайвар ягаандуу үеллэг яшмаар хэлбэржсэн тектоник шаантгуудыг агуулагч ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хар халтар өнгийн занаржсан алевролит, дунд ширхэгт элсэн чулууны зузаан үеүд тааралддаг ([Зураг 13](#)). Чулуулгийн байрлалын элемент нь УА-200°, $\angle 50-60^\circ$. Хээрийн судалгааны явцад Мөнгөнцээж формацаар ялгагдсан хурдас, чулуулагтай ижил литологи бүхий базальт, яшма, цахиурлаг алевролит, хлоритот занар, кварц-серицитэт занарын зузаалгууд илэрнэ.

Тэрчлэн Хотонт формацаар зурагласан Хотонт сумын баруун хойд тал, Өгийнуур сумын баруун урд талаар гарш маш муутай, гранитоидоор зүсэгдсэн хэсэгт кварц-серицитэт занар нилээдгүй тааралддаг. Гранитоид нь биет хэлбэрээр тархахаас илүү хагас нумарсан, сулавтар гнейсжсэн, гарш дунд зэрэг, агуулагч хурдсыг зүсч бүрэн гадаргууд илрээгүй байхаар ажиглагддаг онцлогтой бөгөөд геологийн зурагт агуулагч хурдсыг нэвчсэн байдалтай зурагласан байдаг ([Төмөрчөдөр, 2009Ф](#)).



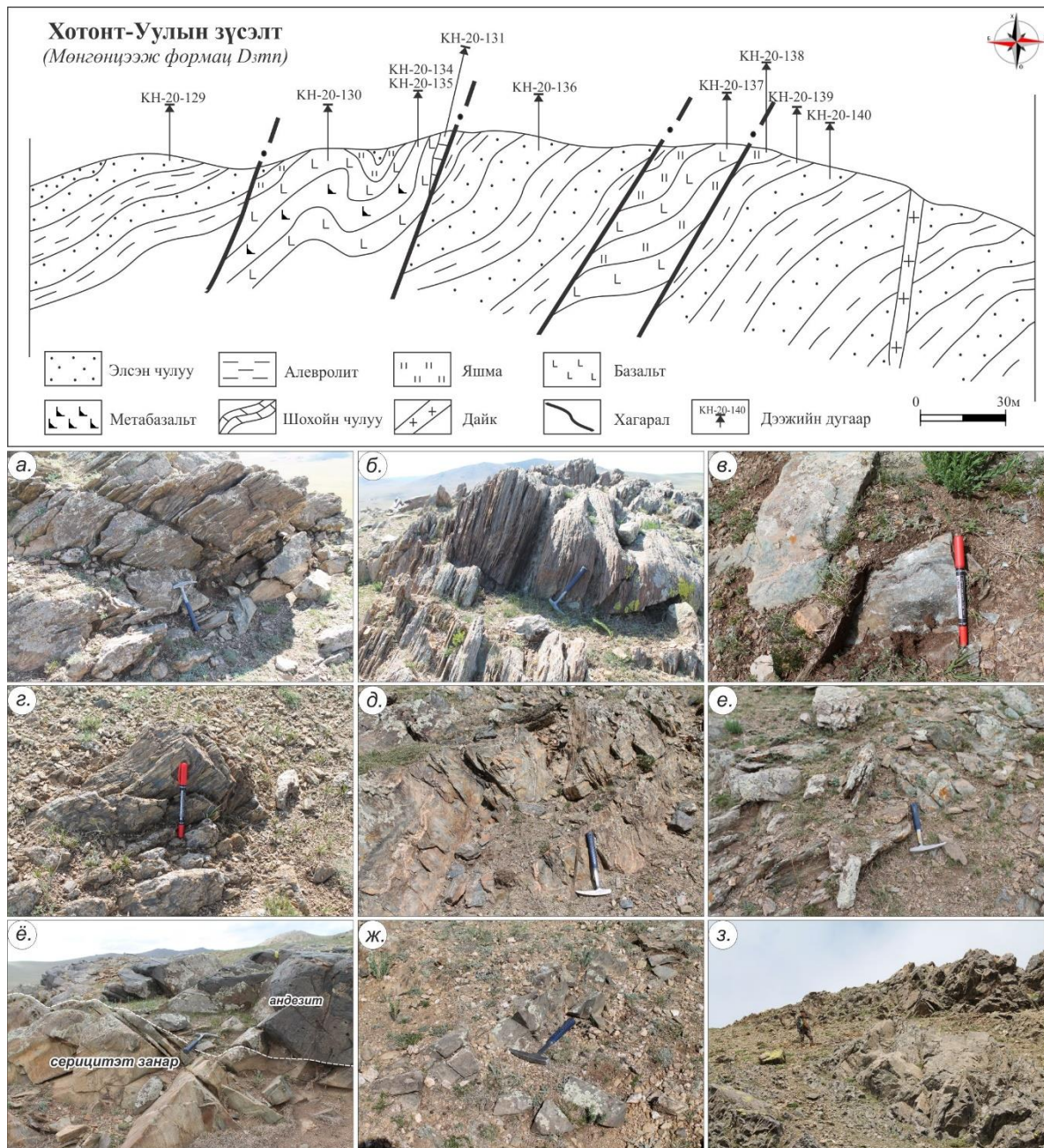
Зураг 12. Хотонт уул орчмын талбайн геологийн зураг (Суурь зураг Чулуун нар, 2004 (5595Ф)-ыг ашиглав)

Үнэндээ гранитоидоор зураглагдсан бүх талбайгаас дээжлэлт хийсэн ч зарим дээжүүд нь петрографийн судалгаагаар хүчиллэг вулканит байсан тул геологийн зурагт өөрчлөлт хийсэн. Ийнхүү Өгийнуур сумын баруун урд талд зурагласан гранитоид, формацыг бүрдүүлэгч кварц-серицитэт занар, вулканитаас дээжлэлтийг хийн геохимийн шинжилгээнд хамруулсан. Геохронологийн үр дүнгээр метатунамал чулуулаг нь гранитоидоос зөөгдөж ирсэн, ойрхон зайд хуримтлагдсан геохимийн шинжийг үзүүлдэг тул бид гранитоидыг судлах шаардлага гарсан бөгөөд үр дүнг сүүлийн бүлэгт геологийн зургийн тайлбар бичигт оруулсан болно.

Бид төслийн хүрээнд шинэчилж байгаа талбайн бүх геологийн зургийг зохиоходоо аккрецын комплексыг ялган бичиглэж, дээрх формацын түвшинд ялгагдаж буй литологийг өөрчлөн базальт, радиоляр, конодонтын гарсан насны үр дүнгүүд бүхий яшма, шохойн чулуугаар хэлбэржсэн тектоник шаантгуудыг зурагласан байгаа.

Учир нь Минжин, Манчук нар аккрецын комплексыг тодорхойлоходоо аккрецын шаантаг нь эх газрын хавтан доогуур шургаж буй (субдукцэлж) далайн хавтанг бүрдүүлэгч пиллоу лаав, габброид, цахиурлаг хурдас, симмаунтын буюу далайн арлын базальт, шохойн чулуу зэрэг нь шургуулж байгаа хавтангийн өврийн хотгорын терриген хурдастай холилдон хоёр хавтангийн завсраар чигжин орж үүсгэдэг бөгөөд региональ атираажилтын процессын дүнд одоогийн эх газрын

бүрэлдэхүүнд орсон байвал түүнийг аккрецын комплекс гэж үзсэн байдаг (Минжин, Манчук, 2006). Шинээр нас тодорхойлогдож буй хурдас нь эх газрын нум, идэвхтэй захаас зөөгдөж хуримтлагдсан терриген чулуулаг болохыг тодруулж байна.



Зураг 13. Хотонт уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

а. Хлорит-серицитэт занар, б. Серицитэт занар, в. Базальт, г. Занаржсан хар алевролит, д. Цахиурлаг алевролит, е. Занаржсан базальт, ё. Серицитэт занарыг зүсэх андезитын дайк, ж. Андезибазальтын дайк, з. Элсэн чулууны зузаалаг

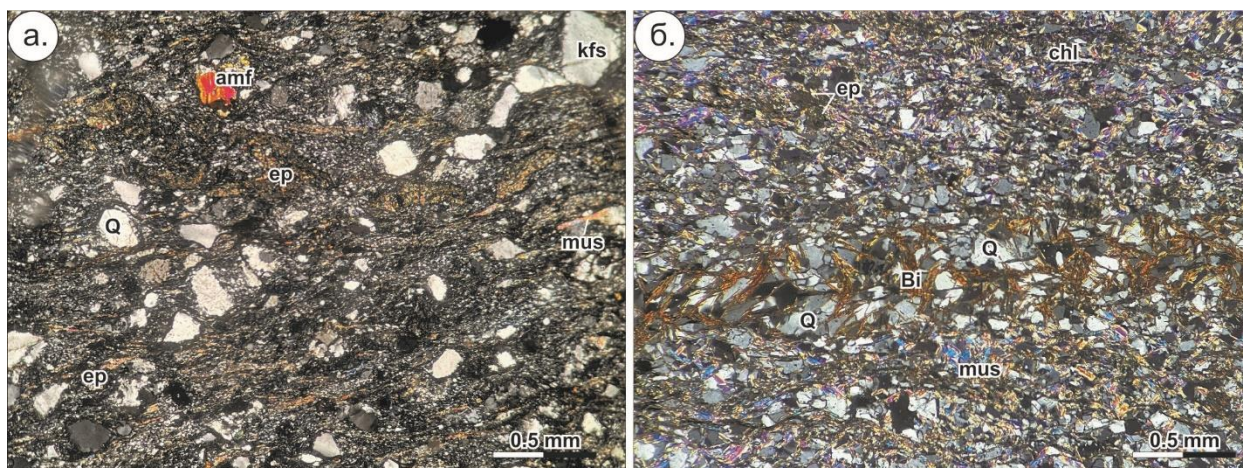
Одоогоор геологийн зураглалд аккрецын комплексыг хэрхэн зураглах талаар заавар, зөвлөмж, гарын авлага байхгүй тул уламжлалт арга, орчин үеийн арга 2-ыг хослуулан тайлангийн бичвэрийг боловсрууллаа.

1. *Метаморф чулуулгийн судалгаа.*

Хотонт сумын хойно Хотонт-Уулын орчимд 3 талбайд зүсэлт хийн (Эхний зүсэлтийн координат: 47°26'48.1", 102°25'55.1"; зүсэлт II-ийн координат: 47°23'33.9", 102°29'09.8"; зүсэлт III-ийн координат: 47°33'24.3", 102°16'44.3") (Зураг 13), региональ метаморфизмд автсан ногоон занар, вулканитаас дээжлэн петрографи, петрохими, геохимийн нарийвчилсан шинжилгээнд хамруулан тайлалт хийсэн төдийгүй хурдас хуримтлалын насыг тодруулахаар геохронологийн шинжилгээг хийлгэсэн.

Петрографи. Эпидот-амфибол-мусковит-кварцат занар нь лепидогранобласт структуртай, занарлаг, зурваслаг текстуртай, чулуулаг бүрдүүлэгч мөхлөгийн хэмжээ нь 0.01-0.25 мм, кварц-хээрийн жонш (40-50%), мусковит (10-15%), эпидот-амфибол (20-30%), хоёрдогч эрдсээс хлорит, серицит, лейкоксен, төмрийн усан исэл, акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс, сфен тааралдана. Чулуулаг нь чиглэлийнхээ дагуу бага зэрэг сунасан кварц-хээрийн жоншны мөхлөг хооронд мусковитын бичил ялтсууд нэг зүгт чиглэн занарлаг структурыг тодотгосон байхаас гадна амфибол, эпидотын бичил призмлэг, изометрлэг агрегатуудаас тогтоно. Эпидот-хлорит-серицитэт занар нь гранолепидобластлаг структуртай, нэг зүгт чиглэн занарлаг, жигд бус тархан эрдсийн агуулгаар ялгарсан, зэрэгцэн оршсон үеүдийг үүсгэн үеллэг текстурыг бий болгосон байх ба серицит (55-60%), хлорит (25-30%), эпидот (5-10%), акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс тааралддаг. 0.03мм хүртэл хэмжээтэй эпидотын жижиг мөхлөгүүд, далд ширхэгт агрегат болон хлорит, серицитийн хайрсуудаас гадна хлорит нь заримдаа линз маягийн бөөгнөрлүүдийг үүсгэжээ. Хлорит, серицит нь жигд бус тархан зарим үеүд нь голдуу серицитээс бүрдсэн байхаас гадна эпидот, хлоритын агуулга ихсэж ажиглагддаг. Гялтгануур-хлорит-кварцат занар нь нематолепидогранобласт структуртай, занарлаг, нарийн үеллэг текстуртай, кварц, плагиоклаз (30-40%), биотит, мусковит (30-35%), эпидот, амфибол, хлорит (35-40%), акцессор эрдсээс сфен, хүдрийн эрдэс тааралдана. Занарлаг текстур үүсгэсэн кварц-плагиоклазын изометрлэг гранобласт мөхлөгүүд тэдгээрийн хоорондын зайгаар хайрлаг гялтгануур, төмрийн усан исэлд автсан тремолитын зүүлэг, бичил призмлэг агрегатуудаас тогтоно (Зураг 14б). Элсэн чулуугаар үүссэн эпидот-мусковит-кварц-хээрийнжоншт занар (Kh-21-64) нь микролепидогранобласт, үлдэгдэл псаммит структуртай, занарлаг, үеллэг маягийн, атираалаг текстуртай бөгөөд эпидот (40-45%), кварц (25-30%), мусковит (15-20%), хээрийн жонш (10-15%), акцессор эрдсээс хүдрийн эрдэс, сфен тааралдана (Зураг 14а). Кварц, хээрийн жоншийн бичил (0.01-0.025мм) гранобласт мөхлөгүүд,

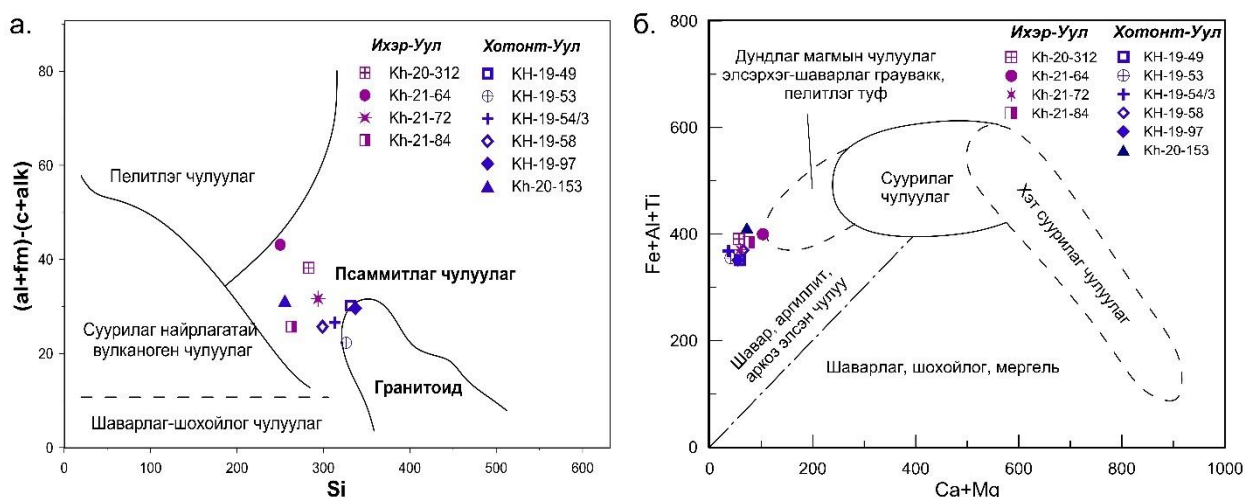
тэдгээрийн завсар зайгаар нэгэн зүг чиглэж хүчтэй занарлаг текстур үүсгэсэн ба серицит, мусковитын хайрслал, бичил лепидобласт, мөн маш нарийн зурвас үүсгэсэн лейкоксенжсэн эпидотын агрегатаас тогтоно. Нэг хэсэг газар серицит-биотитын бичил хайрсууд нь нягтарч, зурвас, үеллэг байдалтай болсон байдаг. Кварцын мөхлөгүүдийн завсар зайгаар биотитын зүүлэг хайрсууд нилээд үүссэн байна. Энэхүү занар нь элсэн чулуугаар үүссэн шинжтэй бөгөөд кварц-хээрийн жоншны хэмхдэсүүд дахин талсжсан байхаар ажиглагдана.



Зураг 14. Вулканоген чулуулгийн шлифийн фото зураг. а.Эпидот-мусковит-кварц-хээрийн жоншт занар (Kh-21-64), б.Гялтгануур-хлорит-кварцат занар (Kh-19-54/3)

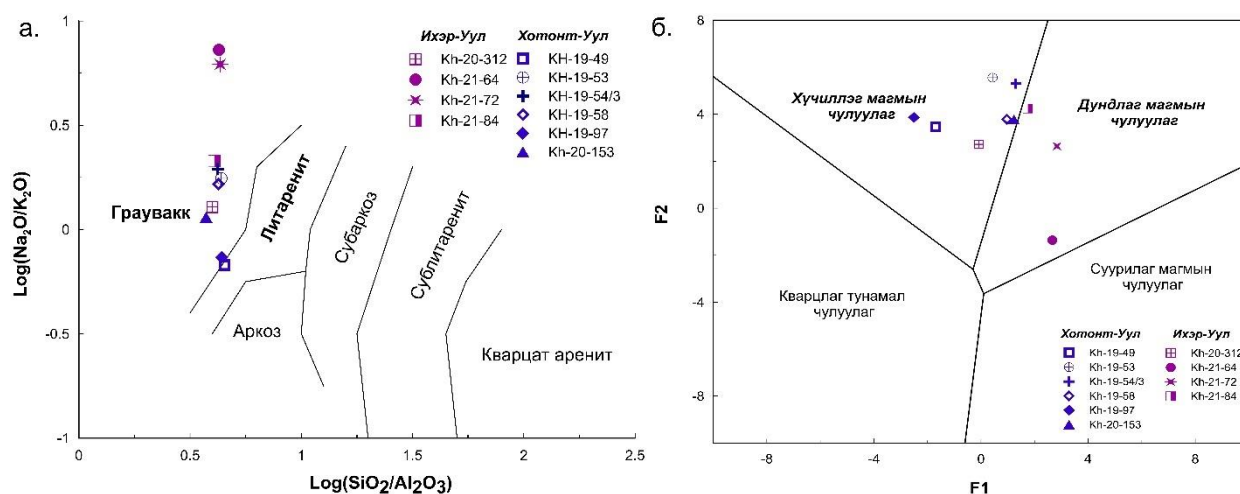
Метаморф комплексын протолит, тэдгээрийн эх үүсвэр, геодинамик орчин. Судалгааны талбайд тархалттай ногоон саарал өнгийн кварц-серицит-хлорит, кварц-серицитэт, кварц-хлоритот, эпидот-амфибол-мусковит-кварцат болон гялтгануур-хлорит-кварцат занаруудын протолит буюу анхдагч найрлагыг сэргээн босгож, пара болон орто гарал үүсэл, эх үүсвэр, геодинамик орчныг тодруулах нь чухал юм. Занаруудын тунамал болон магмын анхдагч гарал үүслийг батлах, мөн тэдгээр нь ямар найрлагатай чулуулгаас үүссэн болохыг тодруулах зорилгоор метаморф чулуулгийн анхдагч эх үүсвэрийг тогтоох Симонен болон Мауна нарын диаграммуудыг голчлон ашиглав (Ефремова, 1985).

Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграммуудыг ашиглан, босгоход занарууд нь псаммитлаг болон пелитлэг найрлагатай тунамал чулуулгаас эх үүсвэртэй болох нь батлагдаж байна (Зураг 15а, б). Кварц-гялтгануурт занарын 2 дээж нь гранитоидын талбай руу ойртож буусан байх ба шлифэнд кварц давамгайлсан байдаг.



Зураг 15. Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграмм.
 а. А.Симонены диаграмм $Si = SiO_2$; $(al + fm) - (c + alk) = [Al_2O_3 + (FeO + MgO)] - [CaO + (Na_2O + K_2O)]$. б.Б.Мауна, Х. де ля Рошагийн диаграмм (Ефремова, 1985)

Тиймээс цаашид тунамал чулуулгийн ангиллын Петтиджоны диаграммыг ашиглан, байгуулахад дийлэнхдээ граувакк найрлагатай байх ба литаренитын нэг дээж нь маш их карбонатжсан кварц-серцитэт занар байдаг. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох Roser ба Korsch нарын боловсруулсан дискриминацийн диаграммд хүчиллэг магмын чулуулгийн эх үүсвэртэй болох нь харагдана (Roser & Korsch, 1988) (Зураг 16).



Зураг 16. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын Петтиджоны диаграмм (Pettijohn et al, 1972),
 б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch, 1988)

$$F1 = (-1.773 \times TiO_2) + (0.607 \times Al_2O_3) + (0.760 \times Fe_2O_3) + (-1.500 \times MgO) + (0.616 \times CaO) + (0.509 \times Na_2O) + (1.224 \times K_2O) + (-9.09);$$

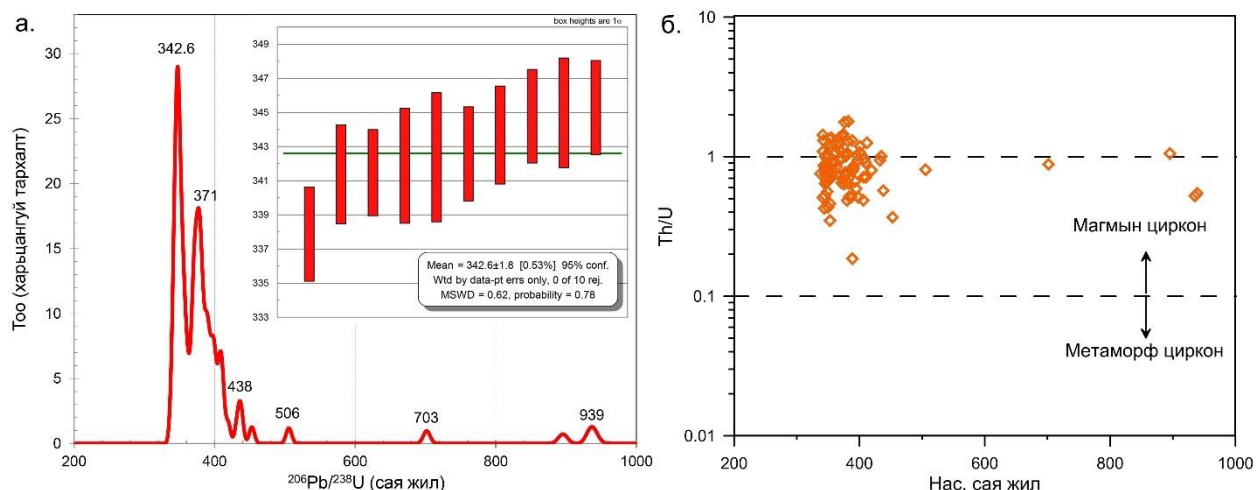
$$F2 = (0.445 \times TiO_2) + (0.070 \times Al_2O_3) + (0.250 \times Fe_2O_3) + (1.142 \times MgO) + (0.438 \times CaO) + (1.475 \times Na_2O) + (1.426 \times K_2O) + (-6.861)$$

Геохронологи. Уг формацын хурдас нь хойд талаараа Хойдтамирын голын томоохон хагарлаар хиллэгдэн шахагдсанаас гадна зүүн талаараа Орхоны хөндийн томоохон хагарлын нөлөө, тэдгээрийн хэд хэдэн салбар хагарлуудаар гаршууд нь занаржсан байх ба өмнөх судлаачид метаморфизмийн зэргээр нь эртний буюу хамгийн хөгшин насанд хамааруулсан байдаг. Бид формацын насны асуудлыг

шийдвэрлэх зорилгоор Хотонт-Уулын орчимд тархалттай кварц-серицит-эпидот-хээрийн жоншт занарын дээжийг Kh-19-58-ийг (47°25'01.7"; 102°29'24.8") сонгон авч геохронологийн шинжилгээнд хамруулсан юм.

Занарын (Kh-19-58) дээжээс ялгасан цирконуудын нийт 103 мөхлөгийг U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээнд хамруулснаас 89 мөхлөг нь 95%-иас дээш илтгэлцүүр бүхий өндөр нарийвчлалтай конкорд өгөгдлүүд байсан бөгөөд үлдсэн мөхлөгүүд нь конкорд бус уламжлагдсан цирконы мөхлөгүүд гэж үзлээ (Хавсралт 4).

Цирконуудын бүрэлдэхүүнд 338 ± 3 ба 939 ± 7 с.ж-ийн хооронд $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ нас нь хэлбэлзэх бөгөөд неопротерозойн насны буюу 939 ± 7 - 702 ± 5 с.ж-ийн циркон 4.5%, дунд палеозойн насны 506 ± 4 - 433 ± 4 с.ж-ийн циркон 6.5%, 419 ± 3 - 361 ± 3 с.ж-ийн хооронд $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ нас нь хэлбэлзэх девоны насны циркон 50%-ийг буюу гол популяцийг, карбоны насны 359 ± 3 - 338 ± 3 с.ж-ийн циркон 39% тус тус эзлэн тохиолддог (Зураг 17).

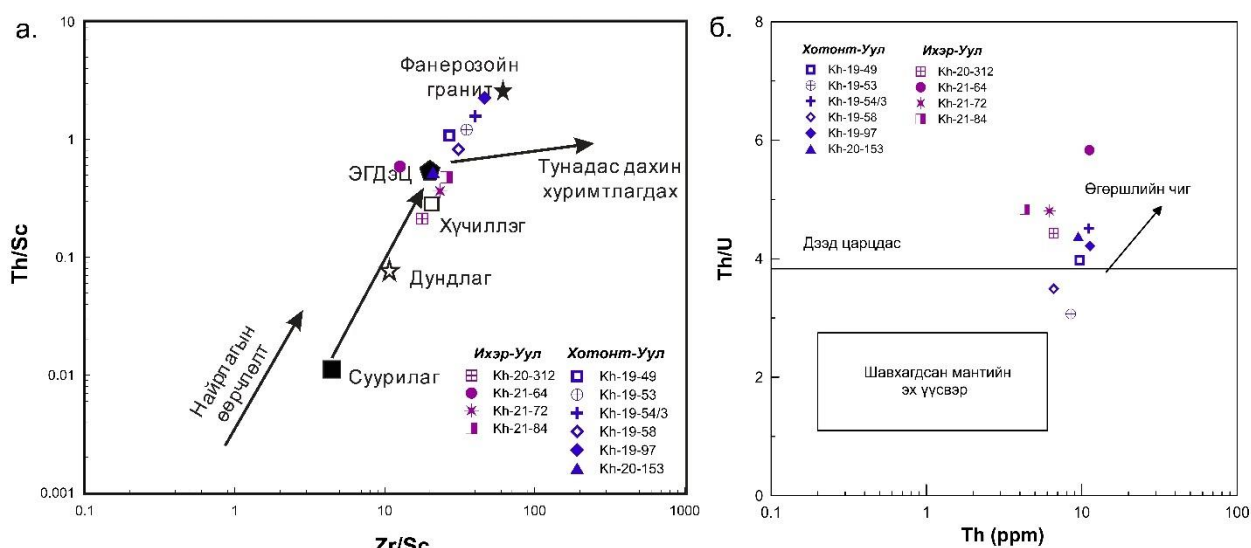


Зураг 17. Kh-19-58 дээжийн зөөгдмөл цирконы U-Pb-ны гистограмм, залуу насны дундаж утга болон Th/U харьцааны диаграмм

Уг зөөгдмөл цирконууд дахь хамгийн залуу 10 цирконы талсжилтын насны конкорд өгөгдлүүдийг дундаж утгаар тооцоход тус дээжийн хамгийн залуу цирконуудын популяцийн дундаж нас нь доод карбоны настай буюу 342.6 ± 1.6 сая.жил-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан гэж үзэж болно (Зураг 17a). Th/U харьцаа нь 0.2 ба 1.8 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь тэдгээрийг суурилагаас хүчиллэг найрлагатай магмын гаралтай чулуулгаас эх үүсвэртэй болохыг харуулж байна (Зураг 17b).

Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, өгөршлийн эрчим, тектоник орчин. Тунамал чулуулгийн тэжээгдлийн мужийг тодорхойлдог $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ харьцаа нь суурилаг чулуулагт 3-8, дундлаг чулуулагт 8-21, хүчиллэг чулуулагт 21-70 хооронд хэлбэлздэг байна (Chakrabarti et al, 2009). Энэ талбайн тунамал чулуулгийн

Al_2O_3/TiO_2 харьцаа нь дунджаар 23-38 хооронд буюу ерөнхийдөө эх газрын нөхцөлд хуримтлагдсан хүчиллэг найрлагатай чулуулгаас эх үүсвэртэй болохыг харуулж байна. Th/Sc-Zr/Sc диаграмм дээр ихэнх чулуулаг нь фанерозойн настай гранитын эх үүсвэрээс зөөгдөж ирсэн шинжийг үзүүлж байгаа нь маш их өргөгдөлд орж байсныг харуулна (Зураг 18а). Th/U харьцаа нь 4-өөс дээш байвал өгөршилд их орсонтой холбоотой гэж үздэг (McLennan et al, 1995) ба ЭГДэЦ-ын дундаж утга 3.80 байдаг. Тунамал чулуулаг нь ЭГДэЦ-ын дундаж утгатай ойролцоо бага зэргийн өндөр байгаа нь чулуулагт шаварлаг эрдсүүд, хээрийн жонш, сфен агуулж байгаатай холбоотой (Ruffell and Worden, 2000).

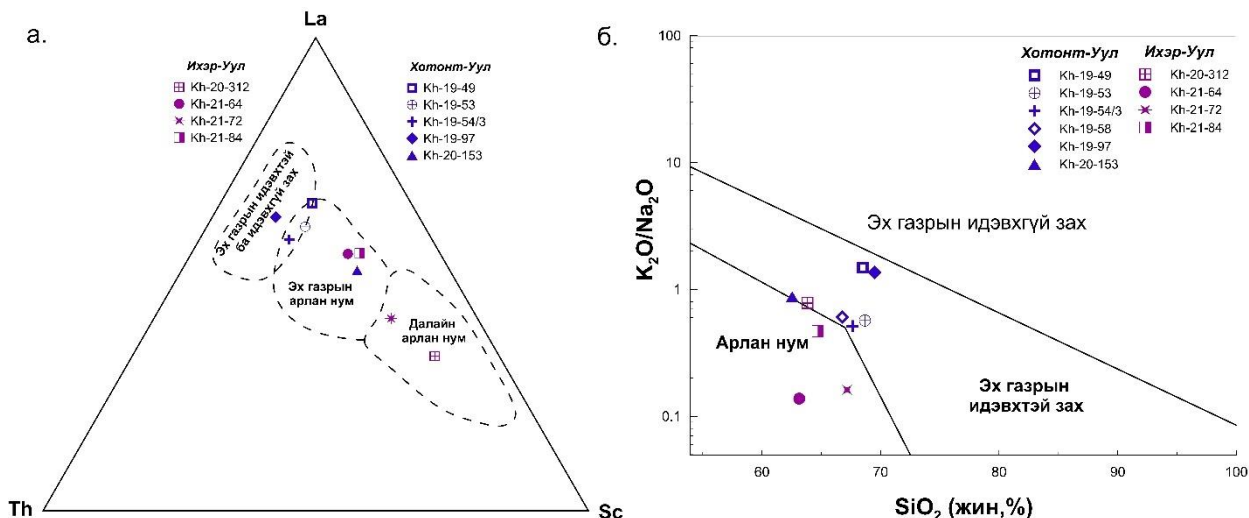


Зураг 18. а. Th/Sc болон Zr/Sc харьцааны диаграмм (McLennan et al, 1993),
б. Th болон Th/U харьцааны диаграмм (McLennan et al, 1993)

Th/U харьцаа бага байгаа нь вулканоген чулуулагт түгээмэл байдаг бөгөөд Kh-19-53, Kh-19-58 дээжүүд нь амфибол, эпидот-цоизит, плагиоклаз агуулсантай холбоотой болох нь ажиглагдлаа (Зураг 18б).

Судалгааны талбайн тунамал чулуулгийн голлох болон ховор элементүүдийн үр дүнгүүдийг ашиглан хурдас хуримтлал, эх үүсвэр, тектоник орчин тодорхойлох төрөл бүрийн диаграммуудыг ашиглав. Тэдгээрээс Т.Р.Бхатийн боловсруулсан диаграммуудыг түлхүү ашиглан үр дүнгүүдээр диаграммыг байгуулж үзэхэд чулуулаг нь эх газрын нумаас эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд хуримтлагдсан болох нь харагдана (Зураг 19а). Эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд буусан дээжүүд нь Хотонт уулын орчимд (1) тархалттай хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй элсэн чулуу бол арланнумын талбайд буусан дээжүүд нь Ихэр-Уулын талбайн (2) дундлаг чулуулгаас эх үүсвэр бүхий метаэлсэн чулуу (Kh-21-64, Kh-21-72, Kh-21-84) болон Хотонт-Уулын метаморфизмд ихээр орж, өргөгдсөн хэсгийн занарууд байгаагаар ялгагдаж байна. Тэрчлэн Th болон Th/U харьцааны диаграмм дээр өгөршилд

харьцангуй их орсон нь занаршилтанд нилээд автсантай холбоотой бол эпидот-мусковит-кварц-хээрийн жоншт занар (Kh-19-53, Kh-19-58) нь өгөршилд ороогүй шинжийг үзүүлэн ялгагдаж байна (Зураг 18б).

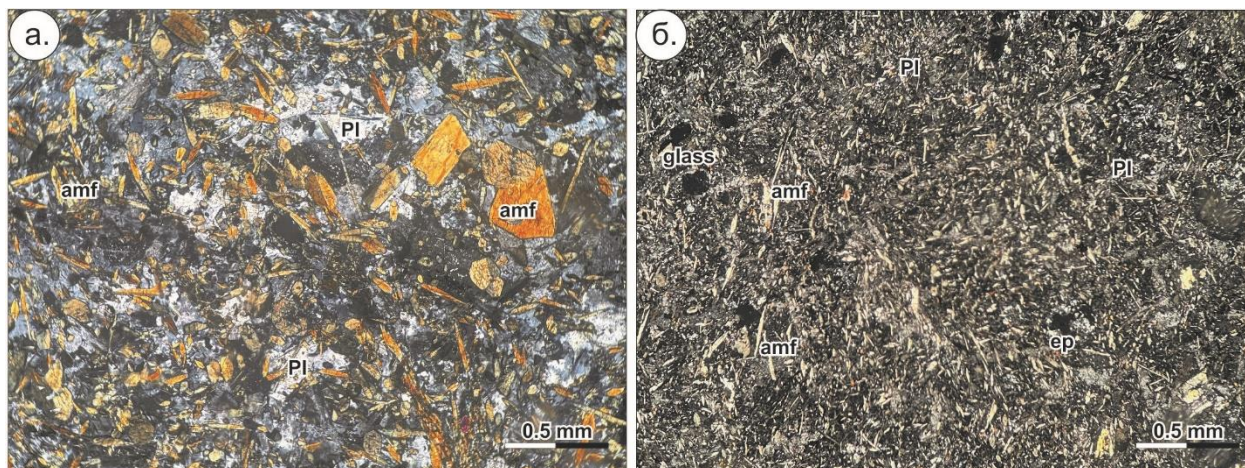


Зураг 19. а.Тектоник орчныг тодорхойлох La-Sc-Th диаграмм (Bhatia and Crook, 1986), б.Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser and Korsch, 1986)

Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлох SiO_2 болон K_2O/Na_2O харьцааны диаграммаас харахад тунамал чулуулгууд нь эх газрын идэвхтэй захын орчинд үүссэн чулуулгийн угаагдлаас хуримтлагдсан байх ба доод карбоны цаг үед эх газрын идэвхтэй захад үүссэн хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн элэгдэл зөөгдлөөр үүсчээ гэж үзэж байна (Зураг 19б).

2. Базальтын судалгаа

Петрографи. Базальтууд (Kh-19-61, Kh-20-160) нь порфирлог, үндсэн хэсэг нь микролитлог структуртай, цул тексуртай, амфибол (40-45%), плагиоклаз (55-60%), хоёрдогчоор актинолит, хлорит, серицит, карбонат тааралдана. Үндсэн хэсэг нь далд талстлаг тексуртай, хувирсан өнгөт эрдэс, галт уулын шил болон хувирсан плагиоклазаас тогтжээ. Тус базальтын порфирлог шигтгээнд кристаллографийн зургаан талст ба дөрвөлжин, призмлэг зөв хэлбэртэй амфибол, пироксений 1-1.2мм хэмжээтэй талстууд, мөн плагиоклазын урт сунасан призмлэг агрегатууд ихэвчлэн тохиолдоно. Өнгөт эрдсүүдийн ихэнх мөхлөгүүд нь актинолит, карбонат, хлоритод сулхан хувирсан байх ба плагиоклаз нь серицитээр хэсэгчлэн болон бүрэн түрэгджээ (Зураг 20а).

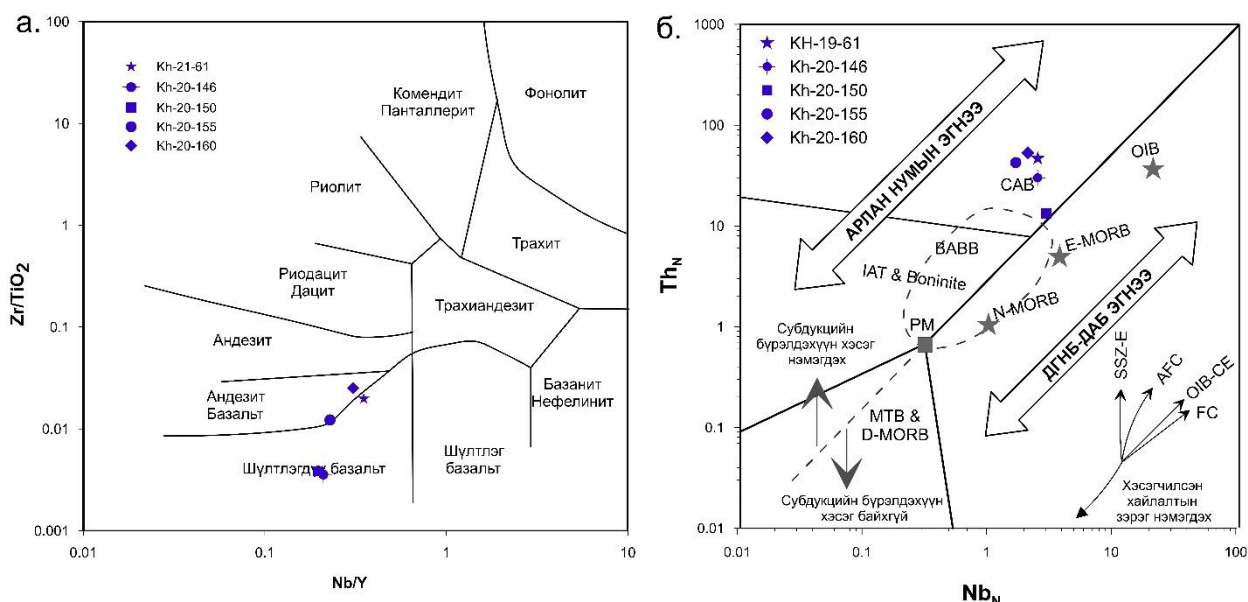


Зураг 20. Базальтуудын шлифийн фото зураг.
а.Базальт (Kh-19-61), б.Метабазальт (Kh-20-155)
(amf-амфибол, pl-плагиоклаз, ep-эпидот, glass-галт уулын шил)

Хувирсан базальт (Kh-20-155) нь афирлаг, үндсэн хэсэг- микролитлог структуртай, цул заримдаа сул брекчлэг текстуртай, плагиоклаз 75-80%, хувирсан амфибол болон галт уулын шил 20-25%, хоёрдогчоор эпидот, хлорит, серицит, лейкоксен тохиолдохоос гадна акцессор байдлаар хүдрийн эрдэс агуулжээ. Үндсэн хэсэг 0.05-0.09мм хэмжээтэй, эмх цэгцгүй байрласан плагиоклазын микролитуудаас зонхилон тогтсон байх ба тэдгээрийн хоорондох зай завсраар эпидот-хлорит-лейкоксены агрегатад бүрэн хувирсан галт уулын шил байрлажээ. Плагиоклазын микролитууд бага зэргийн карбонатлаг, их хэмжээний хайрслалт серицитийн агрегатаар бүрэн түрэгдэж дээрх микролитлог, нарийн призмлэг хэлбэр нь хадгалагдан үлджээ (Зураг 20б).

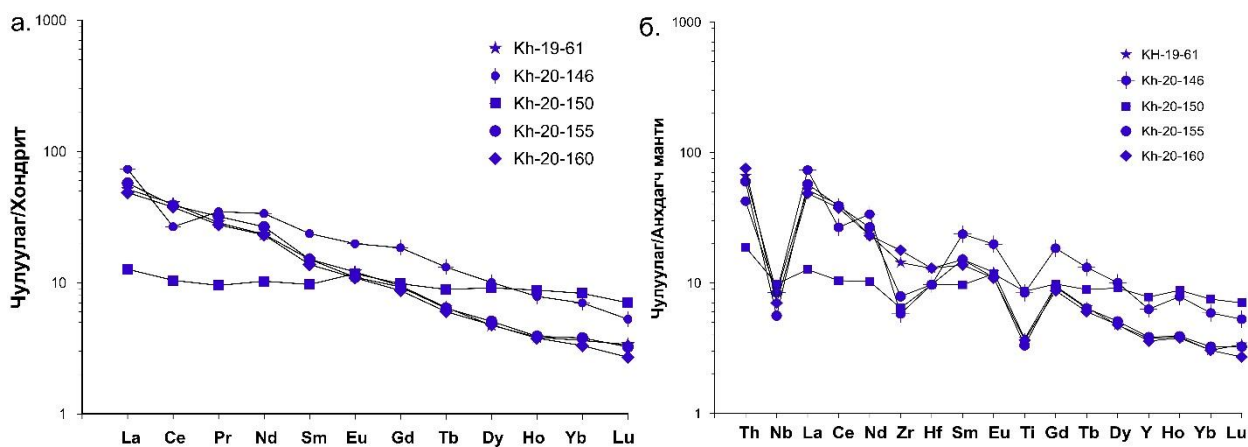
Петрохими. Вулканоген чулуулаг нь хоёрдогч хувиралд тогтвортой элементүүд болох Nb/Y-SiO₂ харьцуулсан диаграмм дээр шүлтлэг базальтын найрлагатай байх (Зураг 21а) ба Nb_N-Th_N дискриминацийн диаграммыг тайлахад субдукцтай холбоотой эх газрын нумын нөхцөлд үүссэн байхаар харагдана (Зураг 21б).

Харин ГХЭ-ийн хувьд хөнгөн ГХЭ-ээр баяжиж, La/Y_{bn}=12-18, том ионт литофил элемент болох Th баяжиж, жижиг ионтой, өндөр цэнэгтэй элемент-Nb, Zr, Ti-ийн бага агуулгатай байгаа нь субдукц болон эх газрын компонентийн бохирдлоор тайлагдах ба энэ нь судалгаанд хамрагдсан чулуулгийг субдукцын бүсийн дээр арланум болон эх газрын нумын геодинамик нөхцөлд үүссэн болохыг илэрхийлж байна (Зураг 22а, б).



Зураг 21. а. Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1976); б. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм (Saccani, 2015) N-MORB агуулгаар нормчилсон (Sun and McDonough, 1989). CAB- Эх газрын нумын базальт, BABB- Нумын арын сав газрын базальт, IAT- Арлан нумын толеит, OIB- Далайн арлын базальт, E-MORB- Баяжсан далайн голч нурууны базальт, N-MORB- Энгийн далайн голч нурууны базальт, D-MORB- Шавхагдсан далайн голч нурууны базальт, MTB- Титанаар дунд зэрэг баяжсан базальт, PM- Анхдагч манти, SSZ-E- Субдукцын дээрх, AFC- Фракцын талсжилтын харьцуулалт, OIB-CE- Далайн арлын базальтын хувьд баяжсан, FC- Фракцийн талсжилт

Дээж Kh-20-150 нь ГХЭ-ийн диаграммд хэвтээ шугамын дагуу, La/Y_{bn}=1.7 бага, дээрх тектоник орчин тодорхойлох диаграммд далайн голч нурууны базальтыг шинжийг үзүүлэх ба энэ нь хээрийн судалгааны үед зүсэлт хийх явцад гүн ногоон занаржсан гаршийг гипербазит гэж нэрлэн дээжилсэн хэдий ч маш их хувирсан метасоматит (Kh-20-146, 150) бөгөөд SiO₂ агуулга бага (41-45 жин.%), Fe₂O₃ (15-17.5 жин.%), Al₂O₃ (20.0 жин.%), K₂O (8.3-8.5 жин.%) өндөр агуулгаар ялгагдаж байна.



Зураг 22. а. C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй; б. Анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Геологи, геохимийн өгөгдөлд тулгуурлан эдгээр вулканоген чулуулаг нь плюмтай холбоотой үүсч аккрецын шаантагт тохоос структураар байршсан,

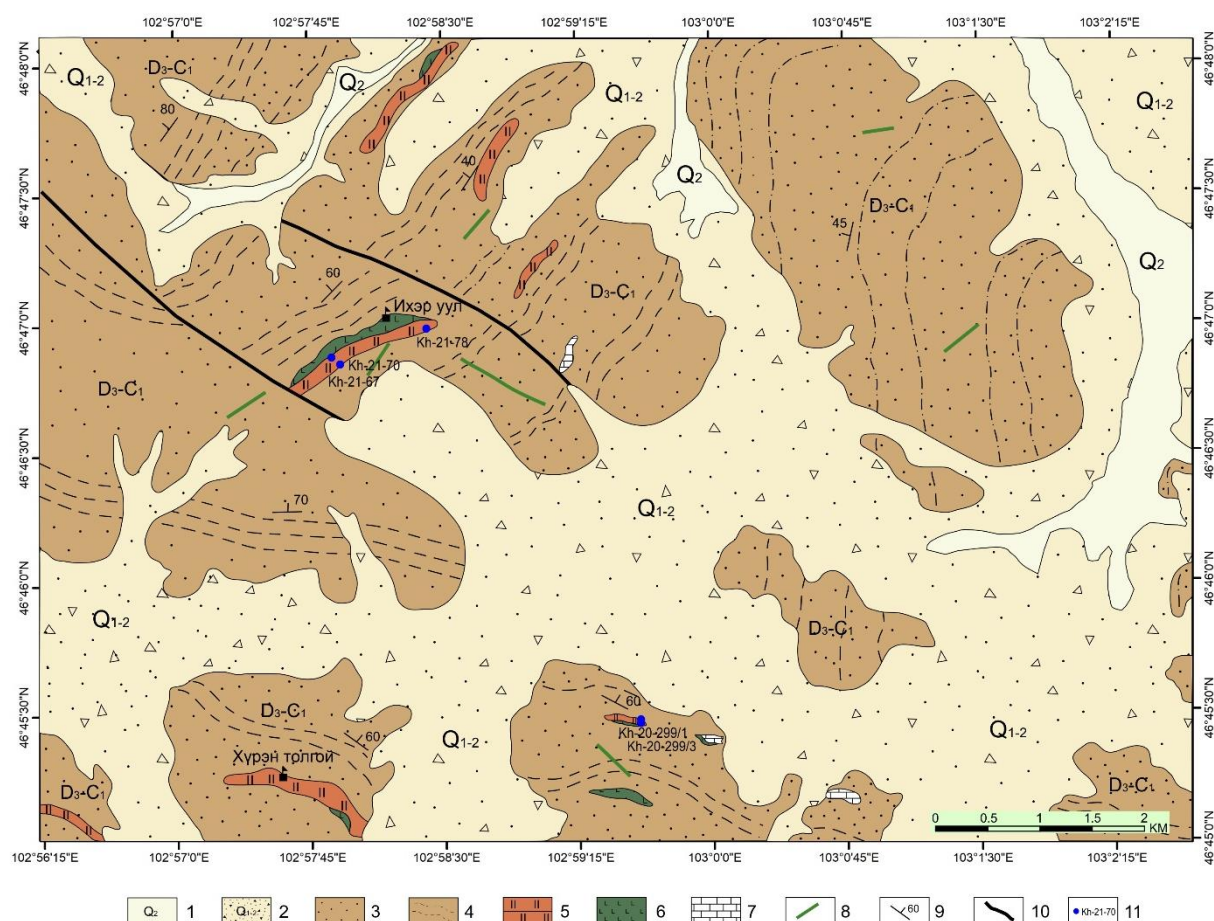
дайкуудыг аккрецын комплекс дахь региональ хэмжээний шахалт, даралт болон мантийн шаантаг дахь дулааны урсгалын нөлөөллөөс эх үүсвэртэй хэсэгчилсэн хайлалтын үр дүнд үүссэн гэж үзэж болох боломжтой.

2.1.2. Ихэр-Уул орчмын талбай

Геологийн тогтоц.

Хархорины бүсийн баруун урд хэсэгт байрлах Ихэр-Уул орчмын 2 талбайд хээрийн судалгаа, ажиглалт, хурдас чулуулагт бүрэн зүсэлт хийснээр аккрецын комплексыг шинээр ялган, зураглав ([Зураг 23](#)). 1:50000-ны масштабын геологийн зурагт талбайд доод-дунд девоны Ханхар формац буюу хуудсархаг алевролит, аргиллитын үелэл, яшмын үе агуулсан элсэн чулууны болон дунд девоны настай Бумбаттолгой формацын яшма, шохойн чулууны үе, мэшил агуулсан элсэн чулууны зузаалгуудыг зурагласан ([Гансүх нар, 1996Ф](#)). УГЗ-200 төслийн ажилд метаэлсэн чулуу, төмөрлөг кварцитын үе мэшил бүхий ба кварцын булцуу, мэшил, судланцартай, хар ногоон, ногоон өнгийн хлорит-серицитэт, кварц-хлорит-серицитэт, кварц-хлоритот, кварц-альбит-хлоритот, кварц-амфибол-хлоритот занар, филлитийн литологиор ялгасан байдаг ([Дэжидмаа нар, 2008Ф](#)).

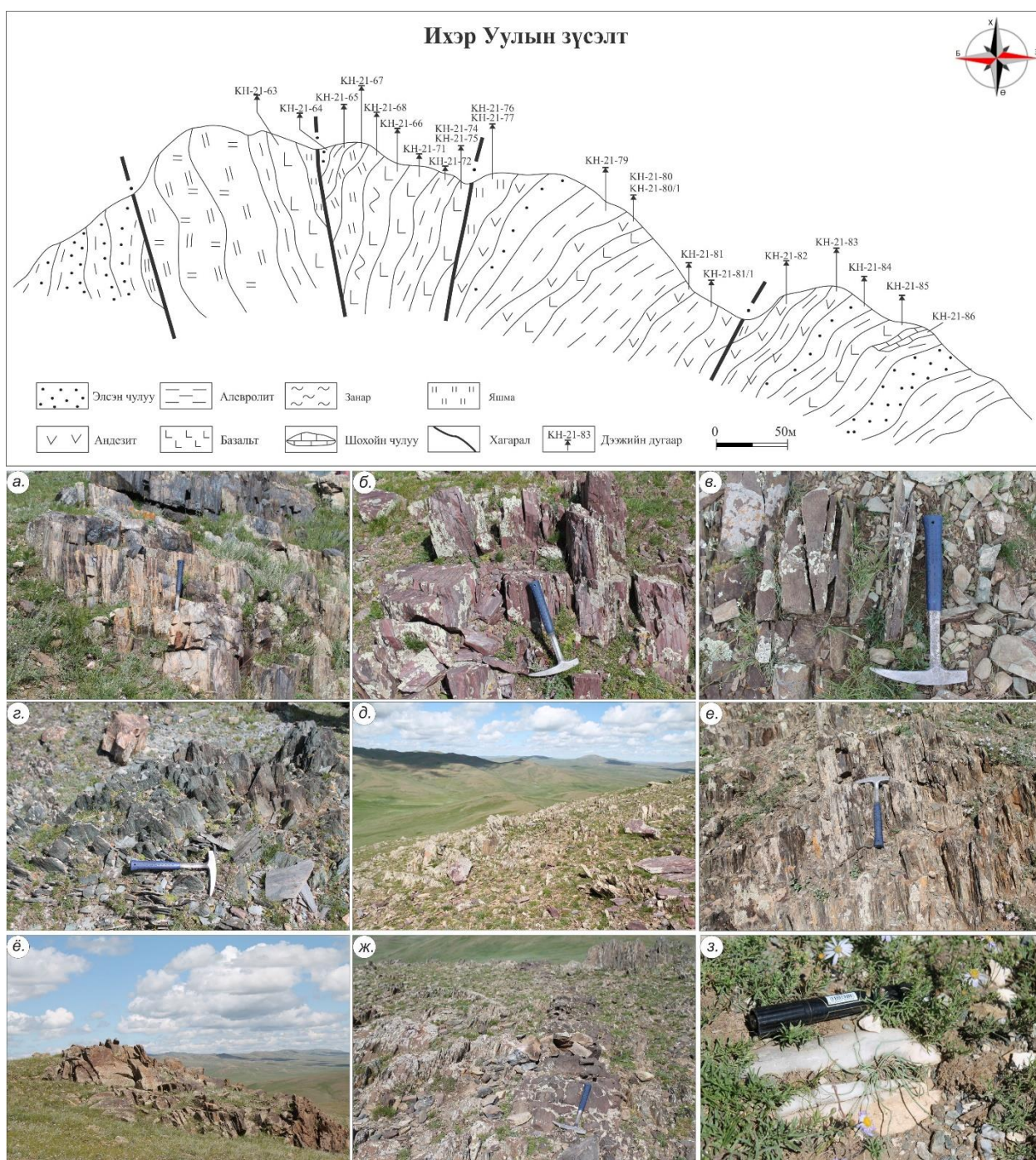
Бидний судалгааны ажлаар эхний Ихэр-Уул орчмын талбайн хэмжээнд саарал өнгийн кварцит, шохойн чулууны багахан линз бүхий цайвар ногоон өнгийн базальтын силл хэлбэрийн биет, хар ногоон өнгийн цул базальт, улаан хүрэн өнгийн яшма, цайвар ногоон саарал яшмын үеүдийн салаавчлал болон зузаан цайвар ногоон саарал өнгийн үеллэг яшмаар хэлбэржсэн тектоник шаантгууд, тэдгээрийг агуулагч бор ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хар, хар халтар өнгийн занаржсан алевролит, бор ногоон, бор халтар өнгийн элсэн чулууны зузаан үеүд, тэдгээрийг зүссэн зүүн хойш сунасан 0.5м зузаантай амфибол, плагиоклазын порфирлог андезитын зэрэгцээ дайкууд илэрдэг. Гаршууд нь баруун хойш 300° ($\angle 60^\circ$) байрлалын элементтэйгээр тархана. Базальт, яшмын шаантгууд нь нилээд занаржиж, мушгирч, тахиралдсан ажиглагддаг ([Зураг 24](#)).



Зураг 23. Ихэр-Уул орчмын геологийн зураг (Зохиогч: Т.Оюунчимэг, Д.Шарав, Д.Эрдэнэчимэг).
 1-2.Дөрөвдөгчийн хурдас, 3. Элсэн чулуу, 4.Хар өнгийн алевролит, цахиурлаг алевролит,
 5.Хүрэн, улаан хүрэн, цайвар ногоон, саарал өнгийн яшма, яшма-кварцит, 6 Базальт,
 андезибазальт, брекч, туф, 7.Шохойн чулуу, 8.Дундлаг, суурилаг вулканитын дэл, 9.Байрлалын
 элемент, 10.Хагарал, 11.Дээжлэлтийн цэгүүд

Хүрэнтолгой орчимд брекчлэгдсэн базальтын меланж, габбродиабаз, вулканитын силл маягийн биет, нимгэн занаржсан базальтын үе, шохойн чулууны линз хэлбэрийн биетийг агуулсан далайн арлын базальт, улаан хүрэн өнгийн яшма, ногоон өнгийн яшма, босоо хэсэгшилд орсон улаан хүрэн өнгийн гидротермаль яшма, бор саарал өнгийн яшма-кварцитын олон тооны тектоник шаантгуудыг агуулагч бор ногоон өнгийн цахиурлаг алевролит, хар саарал өнгийн алевролит, ногоон саарал өнгийн элсэн чулуу зэрэг гемипелаг хурдсууд тархдаг (Зураг 24). Ерөнхий байрлалын элемент нь УА-30°, $\angle 50-60^\circ$, хааяа босоодуу уналтай.

Уг 2 талбайд цогц судалгааг хийснээр аккрецын комплексыг бүрдүүлэгч вулканит, яшмын тектоник шаантаг, тэдгээрийг агуулагч гемипелаг хурдас болох алевролит, элсэн чулуу зэргийг ялган, ойлгомжтой болгох үүднээс вулканоген (1), цахиурлаг чулуулаг (2), терриген хурдасны (3) петрографи, геохими болон микропалеонтологийн үр дүнгүүдийг тус бүрд нь бичиглэн оруулав.



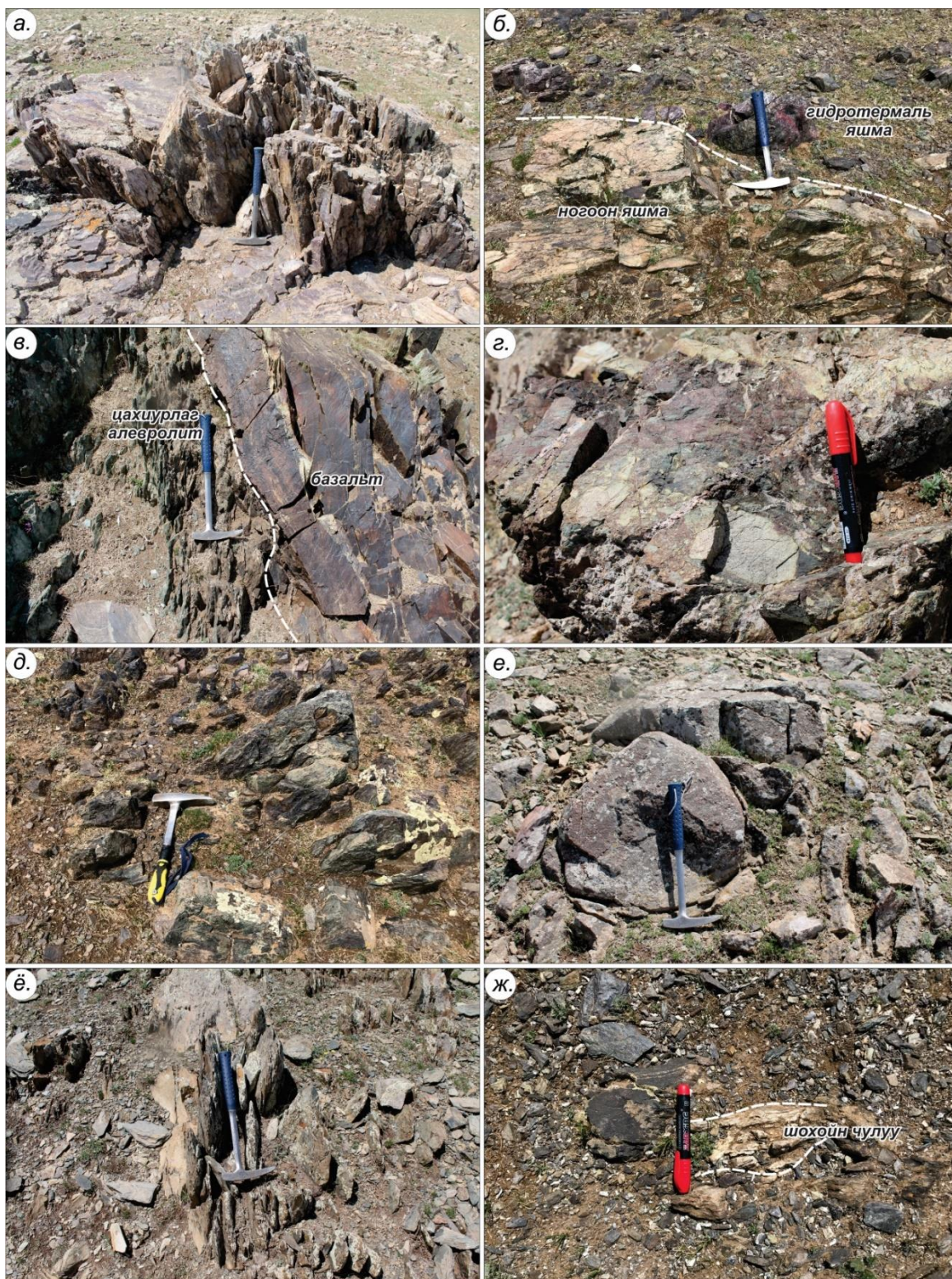
Зураг 24. Ихэр-Уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

а. Үеллэг яшма, б. Ягаан яшма, в.Цул базальт, д.Занаржсан хар ногоон өнгийн базальт, е.Цахиурлаг алевролит, е.Хар алевролит, ё.Элсэн чулууны үе, ж.Дундлаг вулканитын дайк, з.Шохойн чулууны линз

1. Вулканоген чулуулгийн судалгаа.

Петрографийн хувьд базальтууд нь занаржиж, нилээд хувирсан байдаг тул геохимийн шинжилгээнд сонгож, хувиралд бага орсон болон бусад вулканитын биет, дайкаас хамруулав.

Базальт (Kh-21-83) нь порфирлог, үндсэн хэсэг нь интерсерталь структуртай, сулавтар брекчлэг тексуртай, амфибол (45-50%), плагиоклаз (50-55%), акцессор

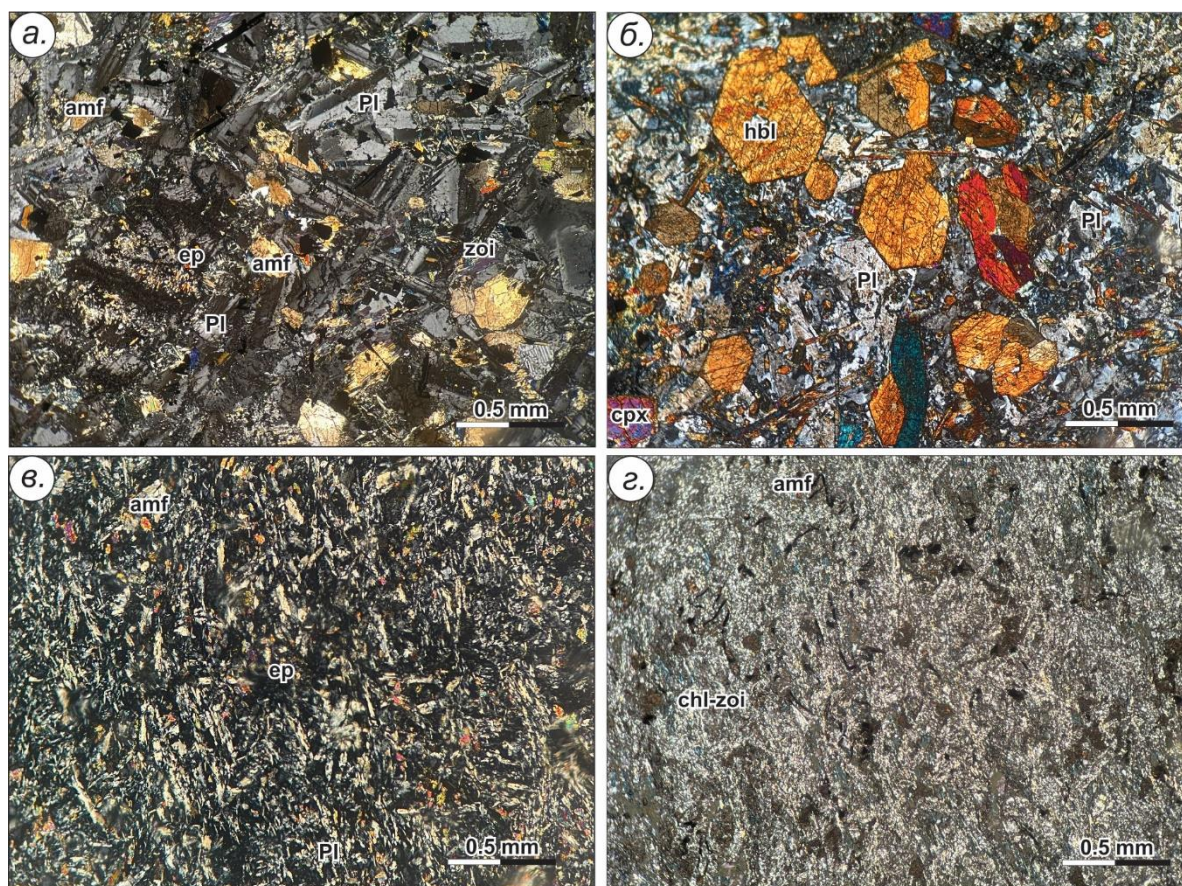


Зураг 25. Хүрэнтолгойн орчмын гаршийн зураг.

а. Яшма-кварцит, б. Ногоон өнгийн болон гидротермаль яшма, в. Базальт-цахиурлаг алевролитын хил зааг, г. Базальтын меланж, д. Хар ногоон өнгийн цул базальтын силл, е. Дундлаг порфиритын силл, ё. Хар алевролит, ж. Шохойн чулууны линз

эрдсээс хүдрийн эрдэс, хоёрдогчоор актинолит, эпидот-цоизит, хлорит, серицит тааралдана. Үндсэн хэсэг нь далд талстлаг текстуртай, хувирсан өнгөт эрдэс, галт уулын шил болон хувирсан плагиоклазаас тогтжээ. Эвэрхуурмаг нь бүдэг ногоон өнгөтэй, 0.03-1.0мм хэмжээтэй, сунасан хавтгай, 6 талт хэлбэртэй мөхлөгүүд

байдлаар тааралдах ба ихэнх мөхлөгүүд нь актинолит, карбонат, хлоритод сулхан хувирсан байх ба хүдрийн эрдсүүдтэй эвшил үүсгэн тааралдана. Унтралын өнцөг $C:Ng=16-20^\circ$. Плагиоклаз нь 0.5-1.5мм хэмжээтэй, урт болон богино сунасан хэлбэртэй, ихэрлэлтийн зураас тод ажиглагдах хэдий ч серицитээр хэсэгчлэн болон бүрэн түрэгджээ. Чулуулагт агуулагдах хоёрдогч эрдсүүд нь чулуулгийн эвдэрч жижгэрсэн, суларсан бүсүүдээр үүсч, сулавтар брекчлэг текстурыг бий болгожээ (Зураг 25а). Порфирлог андезибазальт (Kh-21-82) нь порфирлог структуртай, үндсэн хэсэг нь гиалопилитлэг структуртай, цул нягт текстуртай, плагиоклаз 50-55%, эвэрхуурмаг 30-35%, клинопироксен 15-20%, хоёрдогчоор хлорит тохиолдохоос гадна хоёрдогч кварц-эпидот-актинолит-хлорит ассоциаци үүсгэн, акцессор байдлаар хүдрийн эрдэс агуулжээ. Эвэрхуурмаг нь 1.25-2.5мм хэмжээтэй, шаргал, бүдэг ногоон өнгөтэй, зөв сунасан 6 талт, урт сунасан призмлэг хэлбэртэй тааралдах ба унтралын өнцөг $C:Ng=16-18^\circ$ байна.



Зураг 26. Вулканоген чулуулгийн шлифийн фото зураг.
а.Базальт (Kh-21-83), б.Порфирлог андезибазальт (Kh-21-82),
в.Метабазальт (Kh-20-314), г.Метабазальт (Kh-20-322)

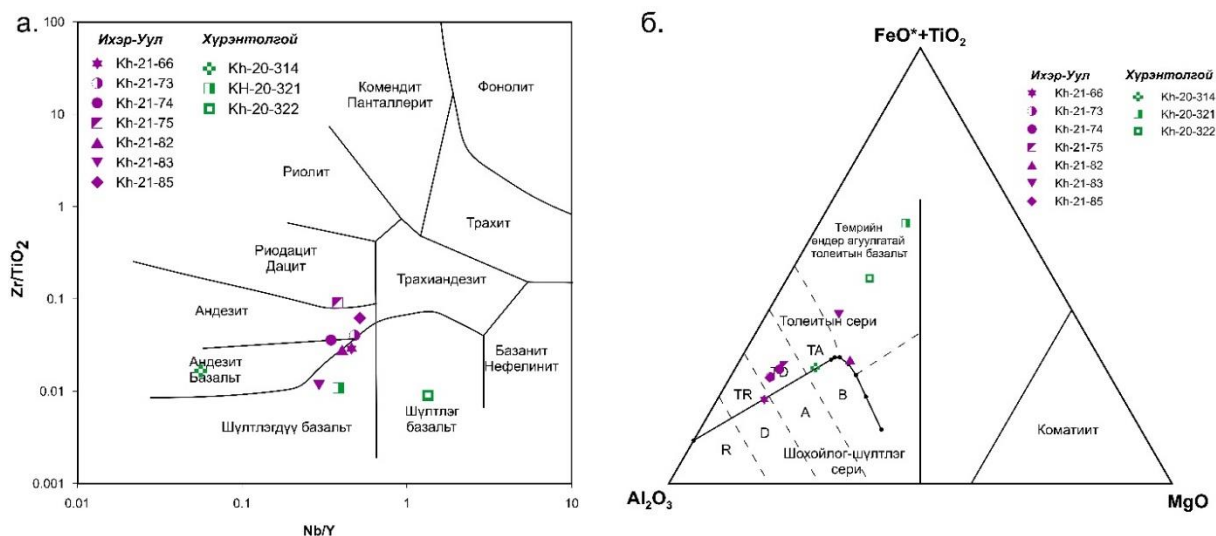
Пироксен нь 0.03-1.2мм хэмжээтэй, порфирлог, богино өргөн хавтгай, зөв бус сунасан призмлэг хэлбэртэй, ихэрлэлт бүхий диопсидоор тааралдах ба унтралын өнцөг $C:Ng=38-40^\circ$. Плагиоклаз нь 0.2-1.5мм хэмжээтэй, урт сунасан, заримдаа богино призмлэг, тэгш өнцөгт хэлбэртэй, эпидотоор хэсэгчлэн түрэгдсэнээс

ажиглавал дундаг найрлагатай болно. Үндсэн хэсэгт изотроп галт уулын шил, түүний дотор зүүлэг хэлбэртэй, 0.2-0.5 мм хэмжээтэй плагиоклазын микролитууд байрлана (Зураг 26б). Хувирсан базальт (Kh-20-314) нь жижиг мөхлөгтэй порфирлог структуртай, цул нягт текстуртай, плагиоклаз (50-55%), амфибол (45-50%), хоёрдогчоор хлорит, эпидот, акцессор эрдсээр хүдрийн эрдэс багахан тааралдана. Базальтын үндсэн хэсэгт амфиболын сунасан, плагиоклазын листүүд нь эмх замбараагүй байрлан, тэдгээрийн хоорондын завсар зайг эпидот, хлорит, галт уулын шил дүүргэн интерсерталь структурыг бий болгожээ. Плагиоклаз нь урт сунасан призмлэг хэлбэртэй, 0.5-0.8мм хэмжээтэй, амфибол нь бүдэг ногоон өнгөтэй, 0.2-0.5мм хэмжээтэй, сунасан болон хавтгай хэлбэртэй мөхлөгүүд байдлаар тааралдах ба ихэнх мөхлөгүүд нь хлоритод хувирсан байна. Унтралын өнцөг $C:N_g=16-20^\circ$. Катаклаз, даралтын улмаас ихэнх амфибол призмлэг унтралттай болж зарим нь тахийж муруйсан ажиглагдана (Зураг 26в). Хувирсан базальт (Kh-20-322) нь афирлаг, үндсэн хэсэг-микролитлог структуртай, цул заримдаа сул брекчлэг текстуртай, плагиоклаз 75-80%, хувирсан галт уулын шил 20-25%, хувирсан өнгөт эрдэс, хоёрдогчоор эпидот, хлорит, серицит, карбонат, лейкоксен, төмрийн усан исэл, кварц тохиолдохоос гадна акцессор байдлаар хүдрийн эрдэс агуулжээ. Өнгөт эрдэс порфирт хуудаслаг хэлбэртэй хлоритод, плагиоклаз порфирт призмлэг, тэгш өнцөгт хэлбэртэй серицит-карбонатад хэсэгчлэн хувирчээ. Үндсэн хэсэг 0.05-0.09мм хэмжээтэй эмх цэгцгүй байрласан серицитжиж, карбонатжсан плагиоклазын микролитуудаас зонхилон тогтох ба тэдгээрийн хоорондох ксеноморф зайд эпидот- хлорит-лейкоксен-гистероген магнетитад бүрэн хувирсан галт уулын шил байрлажээ. Чулуулаг карбонат, төмрийн усан ислийн богино тасархай, тахир судлуудаар зүсэгдэж зарим хэсэгтээ сул брекчлэг текстуртай болжээ (Зураг 26г).

Петро-геохими. Судалгаанд хамрагдсан базальтуудын том ионтой литофиль элементүүд нь $Sr=94-840$; $Rb=13.0-91.3$; $Ba=200-1043$ бүхий маш өргөн хэлбэлзлийг үзүүлж байгаа учир олон элементийн спайдер диаграммыг байгуулахдаа хөдөлгөөнгүй, хувиралд бага автдаг нийцлэг бус элементүүдийг сонгож тайлалт хийсэн болно. Зүсэлтийн дагуу дээжлэгдсэн вулканоген чулуулаг нь хоёрдогч хувиралд тогтвортой элементүүд болох Nb/Y-Zr/TiO₂ харьцуулсан диаграмм дээр шүлтлэг, шүлтлэгдүү найрлагатай базальтын болон андезибазальт, андезитын талбайд ялгарч буужээ (Зураг 27а). Харин AFM гурвалжин диаграмм дээр

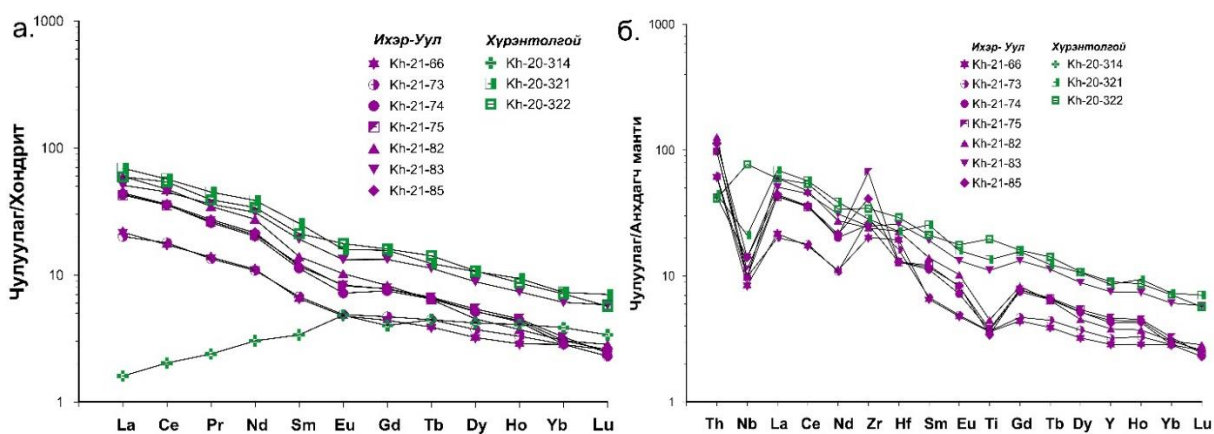
базальтууд нь толеитын, андезибазальт, дайкийн чулуулаг нь шохойлог-шүлтлэг эгнээнд хамаарна (Зураг 27б).

Вулканитууд нь SiO₂ агуулга 50-65 жин.% байхад Fe₂O₃=5.0-11 жин.%, K₂O=1.3-3.4 жин.% хооронд хэлбэлзэж байхад TiO₂, CaO, Al₂O₃ жин.% тогтмол утгуудыг үзүүлэх ба шүлтлэгдүү базальтад (Kh-21-83) TiO₂ 2.4 жин.% хүрдэг. Дундлаг найрлагатай дайкууд нь SiO₂ агуулга 65-67 жин.%, натрийн ислийн өндөр болон төмөр, магни, кальци, калийн ислүүдийн бага агуулгаар суурилаг вулканитаас ялгагддаг.



Зураг 27. а. Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1976); б. Al₂O₃-FeO*+TiO₂-MgO диаграмм (Jensen, 1976)

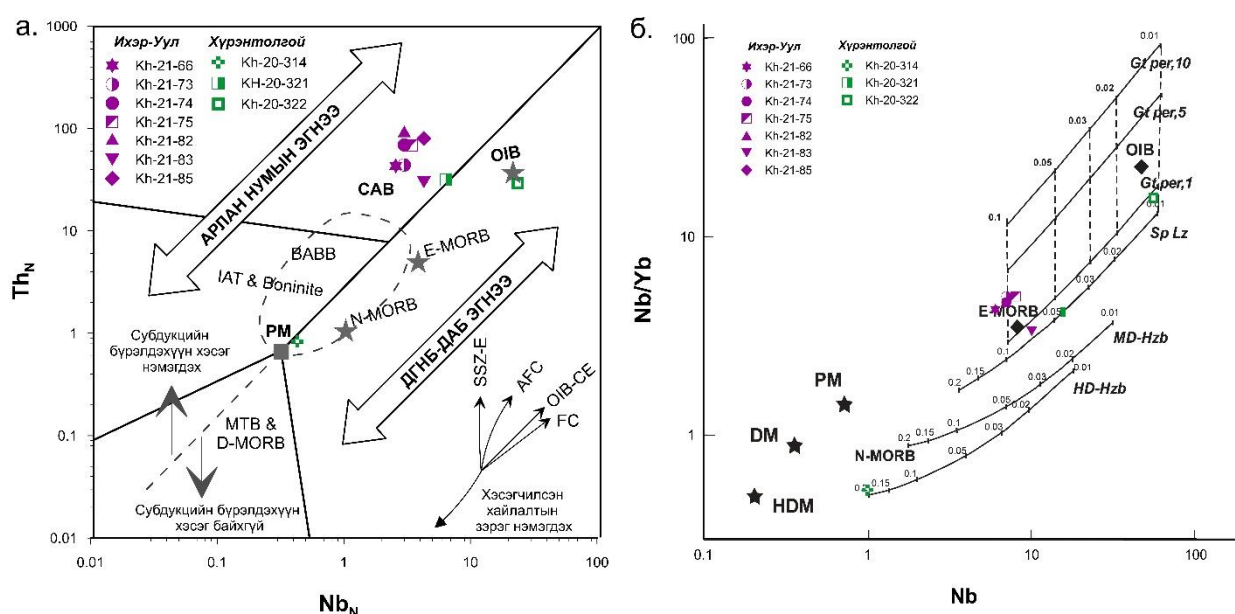
Базальтууд нь титаны ислийн агуулгаар титаны агуулга өндөр (TiO₂дундаж=4.3 жин.%), титаны агуулга дундаж (TiO₂дундаж=2.4-2.9 жин.%), титаны агуулга бага (TiO₂дундаж=0.7-0.9 жин.%) гэсэн 3 төрөлд ялгагдана. Титаны өндөр агуулгатай базальт нь силл хэлбэрийн зузаан биетээр тааралдах бөгөөд шүлтлэг найрлагатай, ГХЭ-ийн хувьд далайн арлын базальтын шинжийг үзүүлэн, Th шавхагдаж, Nb, Ti баяжсан шинжээр болон бусад базальтуудаас ялгагддаг.



Зураг 28. а. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй; б. Анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Газрын ховор элемент (ГХЭ)-ийн хувьд вулканитууд нь хөнгөн газрын ховор элементүүд (ХӨГХЭ)-ээр баяжиж, хүнд ГХЭ (ХүГХЭ)-ээр ядуурсан байх ба $La/Yb_n=7-20$, $La/Sm_n=3.1-4.2$, $Gd/Yb_n=2.6-4.3$ харьцаа өндөр, $Zr/Nb=27.8-45.5$, $Al_2O_3/TiO_2=6.6-20$ харьцааны бага утгуудаар илэрхийлэгддэг (Зураг 28a).

Олон элементийн спайдер диаграмм дээр Nb болон Ti элементүүдийн сөрөг гажил үзүүлдэг (Зураг 28б). Тэрчлэн Nb/La_{pm} 0.3 бага утга нь эх үүсвэрт эх газрын царцдасын материал оролцсоныг илтгэх бол Nb, Ti-ны сөрөг гажил нь субдукцын орчинг заах хамгийн түгээмэл шинж тэмдгүүдийн нэг юм. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм дээр субдукцтай холбоотой эх газрын нумын нөхцөлд үүссэн нь харагдаж байна (Зураг 29a). Зарим дээжинд Zr/Nb өндөр, Th эерэг гажилтай байгаа зэрэг нь магмын дараах хувирлын үр дүн гэж үзсэн ч бий (Safonova et al, 2011).



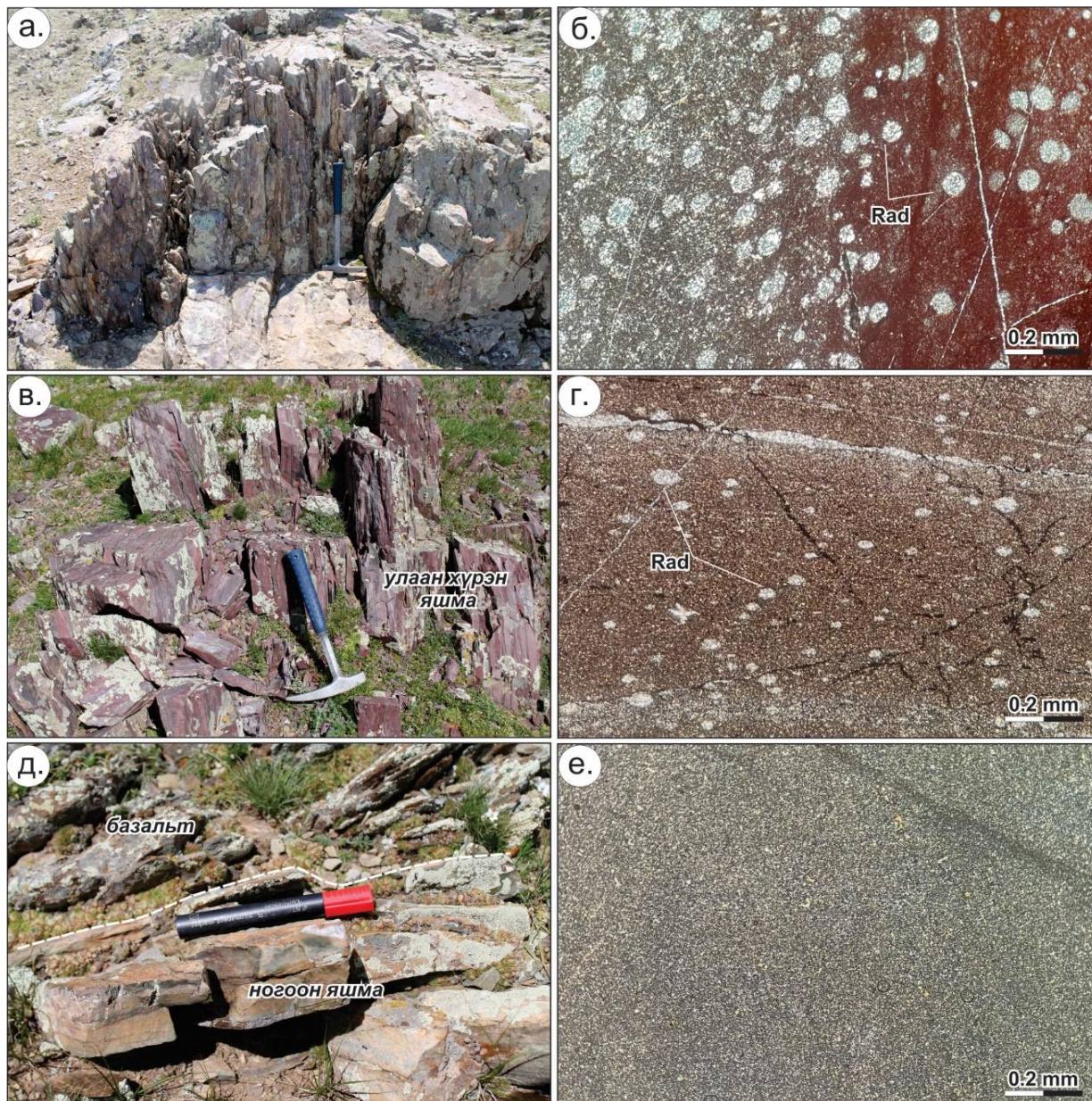
Зураг 29. а.Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм (Saccani, 2015) N-MORB агуулгаар нормчилсон (Sun and McDonough, 1989), б.Nb-Nb/Yb систем дэх хайлалтын загварчлал (Bedard, 1994; Johnson, 1998).

Nb/Yb-Nb-ийн харьцуулсан диаграммаас базальтуудын эх үүсвэр болоод хайлалтын зэргийг тодорхойлоход Ихэр-Уулын талбайн баяжсан далайн голч нурууны вулканитууд нь нь 5-10% хайлалтын зэрэгтэй баяжсан мантиас эх үүсвэртэй байгаа бол Хүрэнтолгой орчмын вулканитууд нь 3 өөр эх үүсвэрийг илэрхийлж байна (Зураг 29б).

2. Цахиурлаг чулуулгийн судалгаа.

Сүүлийн жилүүдэд далайн плитийн стратиграфийн загварыг дэвшүүлэх болсонтой уялдуулан базальтын геохимийн судалгааны тайлалтаас гадна гүн усны цахиурлаг хурдсын геохимийн судалгаа, хурдас хуримтлалын орчинг тодруулдаг

болов. Тиймээс бид анх удаа төслийн хүрээнд судалгааны талбайд тархалттай улаан хүрэн, ногоон саарал, ягаан, цайвар саарал зэрэг олон өнгийн яшмын болон цахиурлаг алевролитын геохимийн судалгааг хийн, тайлалт хийхийг зорьсон юм.



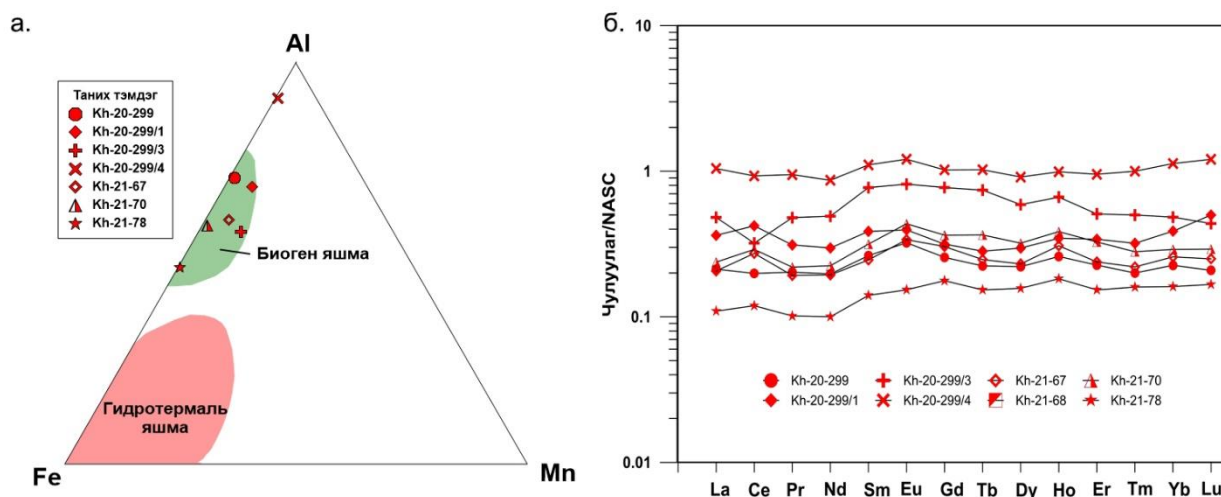
Зураг 30. Яшмын макро болон микрофото зураг.

а-б. Бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-299/3), в-г. Радиоляр агуулсан улаан хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-299/1), д-е. Ногоон саарал өнгийн яшма (дээж Kh-20-299)

Петрографийн судалгаа. Яшмоид нь гранобласт, далд талстлаг структуртай, цул нягт текстуртай, нэгэн жигд сулавтар талсжилт бүхий далд талстлаг цахиурын агрегатаас голлон тогтох ба чулуулагт далд талсжсан цахиурын агрегатаар дүүргэгдсэн халцедоны жижиг бөөрөнхий миндалины, тэрчлэн бөмбөлөг, зууван хэлбэрийн радиолярууд ихээр тааралдана (Зураг 30 б,г). Дээж Kh-20-299/1 радиоляр агуулсан дээжүүдэд бөмбөлөг болон сунасан зууван хэлбэр бүхий радиолярын морфологууд сайн ажиглагдах бол Kh-20-229/3 дугаартай яшма нь

конодонт агуулдаг онцлогтой. Kh-21-67 яшмын дээжинд радиолярууд хадгалагдаагүй, хавтаснууд ихээр олддог бол Kh-20-299 дээж нь далд талстлаг кварцын агрегатууд болон кварцын хялгасан судлууд ихээр агуулна (Зураг 30 е).

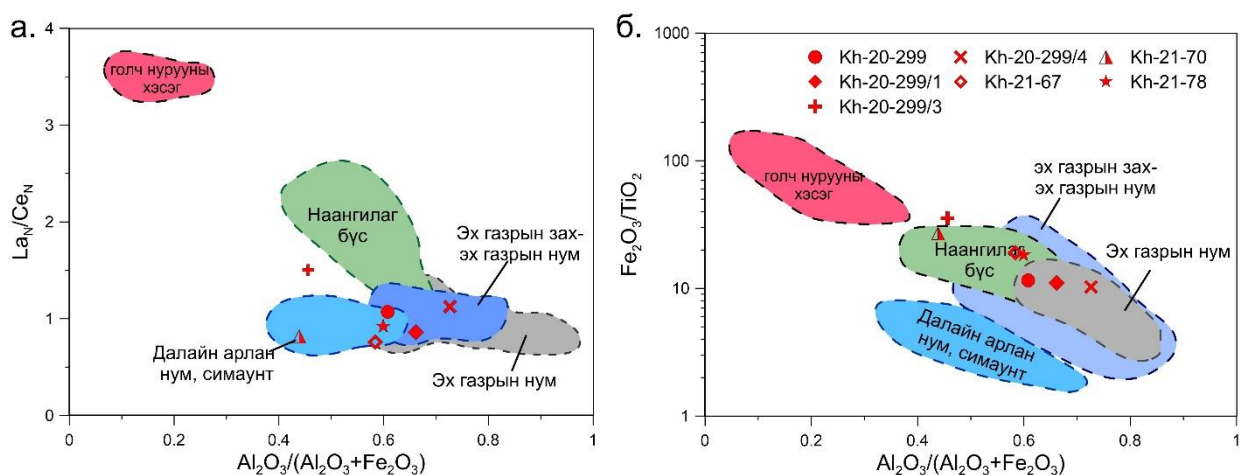
Петрохими. Ногоон саарал өнгийн (Kh-20-299; Kh-21-70; Kh-21-78), улаан хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-299/1; Kh-21-67) нь SiO_2 (92.8-97.8)-ийн өндөр агуулга, Al_2O_3 0.9-2.8; Fe_2O_3 0.61-2.04; K_2O 0.13-1.13 маш бага агуулгатай байхад цахиурлаг алевролит (Kh-20-299/4) нь SiO_2 бага, Al_2O_3 болон K_2O өндөр агуулгаар ялгагддаг. Тэрчлэн боровтор саарал өнгийн конодонт агуулсан яшма (Kh-20-299/3) нь Fe_2O_3 , CaO , P_2O_5 , MnO агуулга бага зэрэг өндөр байгаа ялгаа ажиглагдана. Бүх яшмын дээжүүдэд $\text{Al}/(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mn})$ утга 0.66-0.90 үзүүлэх бөгөөд биоген гарал үүсэлтэй болох нь харагдана (Зураг 31а).



Зураг 31. а. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм (Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986)

б. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм

Ховор элементүүд. ГХЭ-ийн хувьд яшмоид нь бага зэргийн ялгаатай байх бөгөөд цайвар саарал өнгийн яшма нь ГХЭ-ээр шавхагдсан буюу гүнд үүссэн шинжтэй бол радиоляр агуулагч яшма нь бага зэрэг Се-ийн эерэг гажил, конодонт агуулагч яшма нь Се-ийн сөрөг гажилаар өөр хоорондоо эрс ялгарахаас гадна цахиурлаг алевролит нь Хойд Америкийн занарын найрлагатай ижил утга тус тус үзүүлнэ (Зураг 31б). Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон Ce/Ce^* утга улаан хүрэн яшмад 1.13-1.37 буюу эх газрын захын орчин, харин ногоон саарал, конодонт агуулсан яшмад $\text{Ce}/\text{Ce}^*=0.67-0.96$ буюу пелагийн орчинд үүссэн байх онцлогуудыг үзүүлдэг.

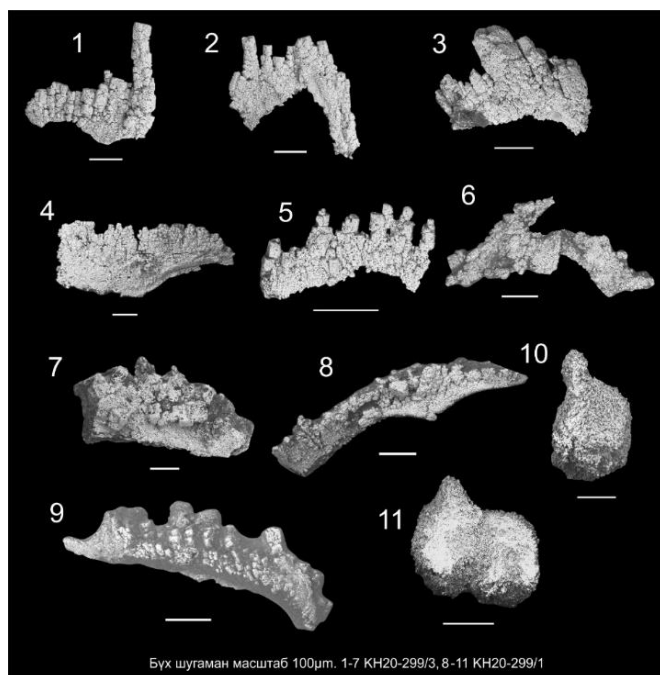


Зураг 32. La_N/Ce_N болон $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

Тектоник орчин болон эх үүсвэр. La_N/Ce_N болон $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм дээр дийлэнх яшмоид нь эх газрын захын болон наангилаг бүсийн орчинг илэрхийлж байхад хэдий ч конодонт агуулсан яшма (Kh-20-299/3) нь ГХЭ-ийн хувьд церийн сөрөг гажилтай байдаг онцлогтой тул La/Ce харьцуулсан диаграммд талбайн гадна буусан харагдана (Зураг 32). Ногоон өнгийн яшмууд нь илүү гүн усны орчинг илэрхийлж байгаа нь ажиглагдав.

Судалгааны талбайн хэмжээнд тархалттай янз бүрийн өнгөтэй яшмоид нь химийн найрлагын хувьд харилцан адилгүй хэдий ч өнгөнөөс хамаардаггүй болохыг дээрх үр дүнгүүд харуулсан бөгөөд Хангайн дүүргийн яшма нь эх газрын захын болон наангилаг орчинд хуримтлагджээ. Ер нь бичил амьтан агуулсан тохиолдолд церий элемент нь маш чухал шинжийг үзүүлэх ба хэрэв Ce элемент эерэг байвал радиоляр, сөрөг байвал конодонт агуулсан байхаас гадна конодонт нь кальцийн агуулга өндөр учир дунд ГХЭ-ийн агуулгаар баяжиж байгаа зүй тогтлуудаар тайлалт хийх боломжийг бүрдүүлэв.

Микропалеонтологи. Бидний дээжилсэн Kh-20-299/1 яшмаас дээд девоны настай радиоляр болон Kh-20-299/3 дээд силурын настай конодонтын үлдвэрүүд тодорхойлогдов (Зураг 33).

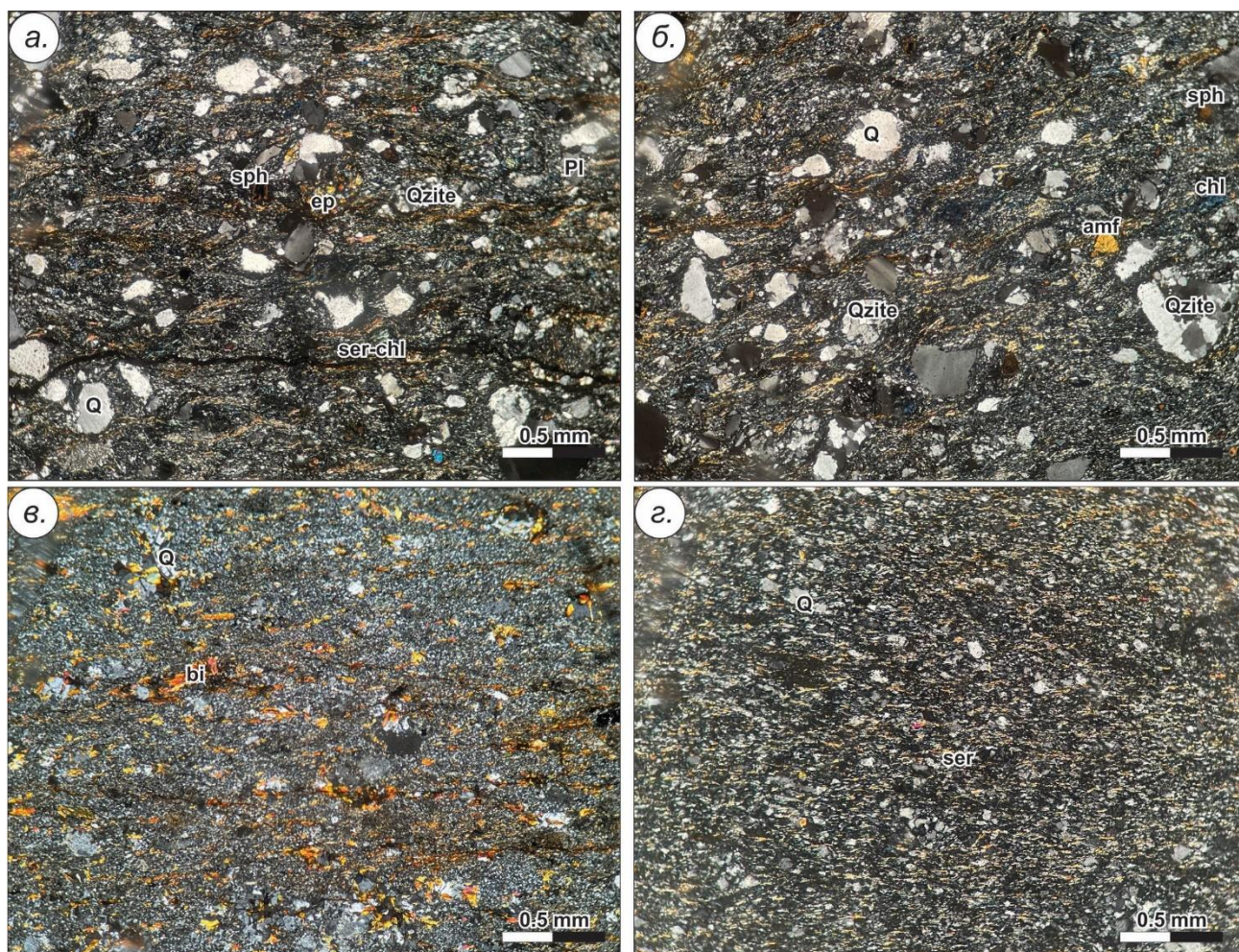


Зураг 33. Ихэр-Уул орчмоос илэрсэн радиоляр конодонтын SEM (Scanning electron microscope) 1-9 конодонт, 10-11 радиоляр.
1- *Ozarkodina roopaensis*, Viira 1994. Дээд силур
2- *Ozarkodina polinclinata polinclinata*, Nicoll and Rexroad 1968. Дээд силур
3- *Ozarkodina anika*, Viira and Einasto 2003. Дээд силур
4-7- *Ozarkodina* sp., Branson and Mehl 1933. Дээд силур
8, 9- *Palmatolepis* sp., Мyller 1956. Дээд девон
10, 11- *Trilonche* sp., Hinde 1899. Дээд девон

3. Тунамал чулуулгийн судалгаа

Петрографи: Ихэр-Уул орчмын жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулуу нь (Kh-21-64) 0.1-0.5мм хэмжээтэй, псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай. Чулуулгийг кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жонш, амфибол, эпидот, кварцит, занарын хэмхдэсүүд (45-50%), серицит-хлорит, эпидот-цоизит, шаварлаг эрдсийн найрлагатай цементлэгч материал (50-55%) бүрдүүлнэ. Хэмхдэсүүд нь харьцангуй мөлгөржилт сайтай байх ба кварцын хэмхдэсүүд голлон тааралдаж полисентитик ихэрлэлттэй плагиоклаз, пертит ургалттай калийн хээрийн жоншны хэмхдэсүүд тохиолдоно. Чулуулагт бор шаргал, шаргал өнгийн амфиболын хэмхдэсүүд нилээдгүй тааралдахаас гадна зарим хэсэгтээ хувирлын нөлөөгөөр барзгар гадаргуу, толболог бүтэцтэй эпидотын олон жижиг мөхлөгүүд тааралдана. Хэмхдэсүүдийн завсар хоорондын зайг серицит-хлорит, эпидот-цоизит, шаварлаг эрдсийн агрегатууд дүүргэнэ. Дайвар эрдсээс сфен нилээдгүй тааралдах бөгөөд циркон, хүдрийн эрдсийн мөхлөгүүд ажиглагдана (Зураг 34а,б). Кварц-биотитот занар (Kh-21-72) нь лепидогранобласт структуртай, занарлаг текстуртай, 0.01-0.3 мм хэмжээтэй байна. Кварц, биотит нь чулуулгийн голлох хувийг бүрдүүлэх бөгөөд 0.1-0.3мм хэмжээтэй пертит ургалт бүхий калийн хээрийн жоншны мөхлөгүүд тохиолдоно. Биотит нь шаргал өнгийн интерференцийн өнгөтэй, кварцын мөхлөгийн завсар хоорондын зайд нэг зүгт чиглэн тогтох бөгөөд хүдрийн эрдэстэй ассоциаци үүсгэнэ (Зураг 34в). Кварц-серицитэт занар (Kh-21-84) нь лепидобласт структуртай, занарлаг текстуртай 0.05-0.1мм хэмжээтэй кварц, серицит-хлоритын хайрслалт агрегатуудаас тогтоно.

Кварц нь изометрлэг хэлбэртэй, серицит-хлоритын бичил хайрсууд нь нэг зүгт чиглэн тогтож занарлаг текстурыг үүсгэдэг (Зураг 34г).



Зураг 34. Ихэр-Уул орчмын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг

а-б. Kh-21-64, в. Kh-21-72, г. Kh-21-84(Q-кварц, Pl-плагиоклаз, chl-хлорит, amf-амфибол, bi-биотит, ser-chl-серицитх-хлорит, ep-эпидот, Qzite-кварцит sph-сфен)

Петрохими: Тунамал чулуулгийн ангиллын Петтиджоны диаграммууд дээр бүгд граувакк найрлагатай байх ба харин эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох Roser ба Korsch нарын боловсруулсан дискриминацийн диаграммд Ихэр-Уулын элсэн чулуу нь дундлаг магмын, Хүрэнтолгойн 1 дээж нь хүчиллэг магмын чулуулгийн эх үүсвэртэй байна (Roser & Korsch., 1988) (Зураг 16а, б).

Дээр дурдсан тунамал чулуулгийн тэжээгдлийн мужийг тодорхойлдог Al_2O_3/TiO_2 харьцаа нь дундлаг чулуулагт 8-21, хүчиллэг чулуулагт 21-70 хооронд хэлбэлзэх бөгөөд энэ харьцаа нь Ихэр-Уулын алевролит, элсэн чулуунд Al_2O_3/TiO_2 14-21 хооронд буюу эх газрын нумын нөхцөлийн дундлаг чулуулаг, Хүрэнтолгойн алевролитод Al_2O_3/TiO_2 23 буюу эх газрын нөхцөлд хуримтлагдсан хүчиллэг найрлагатай чулуулгаас эх үүсвэртэй болохыг тус тус харуулж байна. Th/U харьцаанаас харахад нилээд өгөршилд орсон болох нь харагдана (Зураг 18б).

Тунамал чулуулгийн геотектоник орчныг тодорхойлох SiO_2 болон $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ харьцааны диаграммаас харахад тунамал чулуулгууд нь эх газрын идэвхтэй зах буюу арлан нумын орчинд үүссэн чулуулгийн угаагдлаас хуримтлагдсан болох нь харагдана (Зураг 19а, б). Хара нар (Hara et al, 2013)-ын судалгааны ажилд Горхи формацын тунамал чулуулгууд нь доод карбоны цаг үед эх газрын арлан нумыг түрж үүссэн плутон чулуулгийн элэгдэл зөөгдлөөр үүссэн гэж үзсэнтэй ерөнхийдөө таарч байна.

2.1.3. Хясаатхүрэн-Уул орчмын талбай

Геологийн тогтоц.

Уг талбай нь Хархорины бүсийн баруун өмнөд хэсэгт байрлах бөгөөд анх Баадай нар доод девон болон карбоны настай хурдсаар зурагласан (Баадай нар, 1974Ф) бөгөөд Монгол Улсын 1:1000000-ын масштабын геологийн зурагт доод-дунд девон, дунд-дээд девоны настай (Төмөртоогоо, 1990), 1:500000-ны масштабын геологийн зурагт ангилаагүй доод-дунд девон, дунд-дээд девоны настай (Махбадар, Дэлгэрцогт, 1990), хожим 1:500000-ны шинэчилсэн геологийн зурагт Баадай нарын (1974Ф) протерозой-доод кембрийн настай зурагласан метаморф комплексыг Гуулин групп гэж ялгахын зэрэгцээ дээд палеозойн настай зураглаж байсан хурдсыг хамтатган метаморфизмын шинжээр нь дээд ордовик-доод силурын насанд хамааруулсан байдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

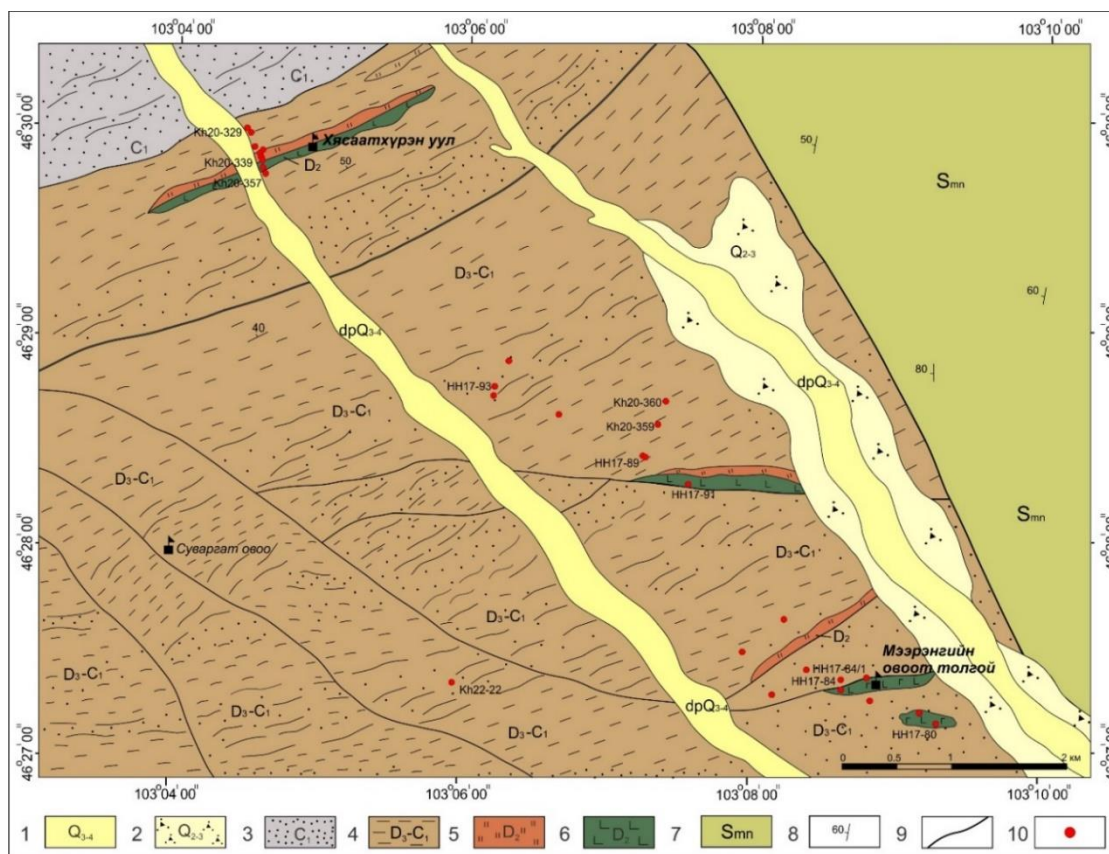
Судалгааны талбайд сэдэвчилсэн болон геологийн зураглалын ажлуудаар янз бүрийн масштабын зургууд зохиогдсон хэдий ч нэгдсэн насны үндэслэлгүй, нэг формацад ангилагдаагүй, литологийн хувьд ялгаатай бичигдсэн байдаг. Анх хийгдсэн 1:200000-ын масштабын геологийн зураглалын ажлаар Баадай нар девоны доод зузаалаг шаварлаг, филлит маягийн элсэн чулуу, яшма-кварцит, шохойн чулуу, диабаз, харин дээд зузаалаг нь элсэн чулуу, алевролит, шаварлаг занараас, доод карбоны зузаалаг нь элсэн чулуу, туф алевролит, конгломерат, дундлаг вулканитын литологиор зураглажээ (Баадай нар, 1974Ф).

1:50000-ны зураглалын ажлын үр дүнд Өлзийбаяр нар 3 мэмбэр бүхий Эрдэнэцогт группэд нэгтгэснээс судалгааны талбайд зураглагдсан Дулаан-Уул мэмбэр нь жижиг-дунд ширхэгт аркоз элсэн чулуу, хар, хар саарал өнгийн алевролит, цахиурлаг алевролитоос, харин Суваргат-Уул мэмбэр нь саарал, хөхөвтөр саарал өнгийн элсэн чулуу, хар саарал өнгийн алевролит, алевроэлсэн чулуу, занар, гравелит, метаандезит, диабаз, яшма, шохойн чулуунаас тогтдог гэж үзсэн байдаг (Өлзийбаяр нар, 2002Ф).

Харин Дэжидмаа нар Төв Монголын УГЗ-200 төслийн ажлаар насыг силур (Sht)-ын түвшинд Хотонт формацаар зураглаж, литологийг нь метаэлсэн чулуу, метаалевролит, хлоритот занар, харин доод карбоны Дулаанхайрхан (C_{1dh}) формац нь улаан, хүрэн өнгийн яшма, яшмоид, андезитын найрлагатай туфийн сарнимал мэшил, үе маягийн хэмхдэс бүхий аргиллит, алевролит, шаварлаг занар, элсэн чулуу, алевроэлсэн чулуунаас тогтох литологийг ялган, зураглажээ (Дэжидмаа нар, 2008Ф).

Хамгийн сүүлд 1:500000-ны масштабын геологийн зурагт Гуулин групп (O₃-S_{1gl})-ээр зураглан, литологийг кварцит, занар, кварц-хлорит-серицит-мусковитот, кварц-эпидот-хлоритот занар, төмөрт кварцит, бүдүүн хэмхдэст элсэн чулуунаас тогтоно гэжээ (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

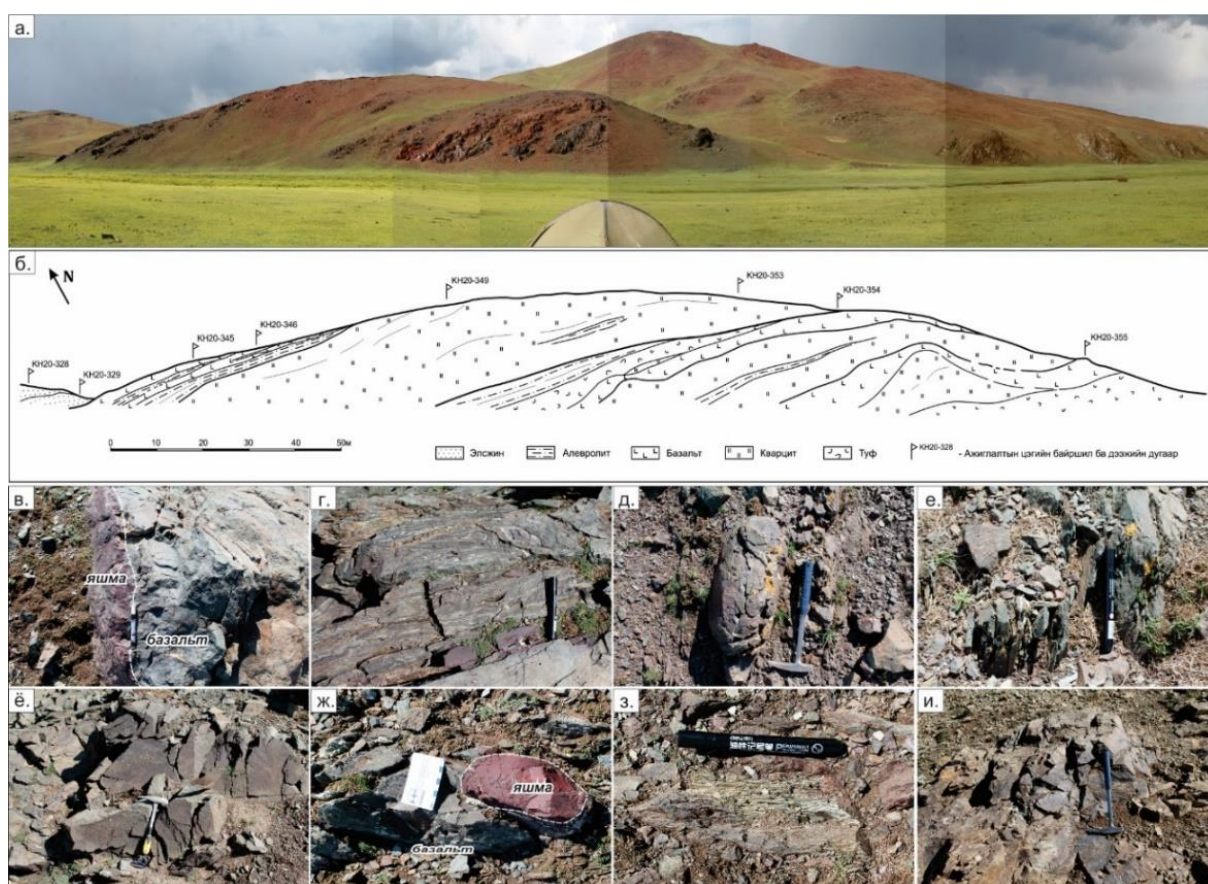
Судалгааны талбайд литологийн хувьд хамгийн доор нь офиолит эвшлийн тасархай пиллоу лаав, далайн арлын базальт, андезибазальтын туф, базальт-яшмын брекч, меланж, ягаавтар- хар саарал өнгийн яшма-кварцит, далайн ёроолын ягаан, хүрэн, улаан хүрэн, цайвар ногоон өнгийн яшмын тектоник шаантгуудыг агуулагч занаржсан цахиурлаг болон хар алевролитын үеүд, магмын нумын элэгдлээс үүссэн терриген хурдас бүхий аккрецын комплексыг илрүүлсэн байдаг (Оюунчимэг нар, 2022) (Зураг 35).



Зураг 35. Хясаатхүрэн-Уул орчмын геологийн бүдүүвч зураг (Зохиогч: Т.Оюунчимэг, Д.Шарав, Д.Эрдэнэчимэг)

- 1-2. Дөрөвдөгчийн хурдас, 3. Хар саарал, ногоон саарал өнгийн элсэн чулуу, алевролит,
4. Хар өнгийн алевролит, цахиурлаг алевролит, 5. Яшма, яшма-кварцит, 6. Базальт, андезибазальт, габброид, брекч, туф, 7. Амфиболит, хлоритот болон биотитот занар,
8. Байрлалын элемент, 9. Хагарал, 10. Дээжлэлтийн цэгүүд

Хясаатхүрэн ууланд бүрэн зүсэлт хийснээр далайн ёроолын хурдас чулуулаг хагарлаар хэсэгчлэгдэн таслагдаж, холилдсон хэдий ч стратиграфийн литологийн анхны дэс дараалал нь хадгалагдан үлдэж аккрецын комплексыг бүрдүүлсэн байгааг харагдах байдал, хэвтээ зүсэлт болон гаршийн зургуудаар баталгаажуулж харуулав (Зураг 36). Талбайн хэмжээн дэх базальтын блок нь яшмыг матриксаар агуулахаас гадна пиллоу лаав буюу далайн ёроолын базальтууд илэрдэг онцлогтой (Зураг 36д, ж).



Зураг 36. Хясаатхүрэн-Уулын а.Харагдах байдал, б.Хэвтээ зүсэлт, в-и.Гаршийн зураг
в.Хүрэн яшма, базальтын хил зааг, г.Базальт-яшмын меланж, д.Пиллоу лаавын тасархай,
е.Занаржсан базальт, ё.Базальтын силл, ж.Яшмын матрикс бүхий базальтын блок,
з.Цахиурлаг алевролит, и.Элсэн чулуу

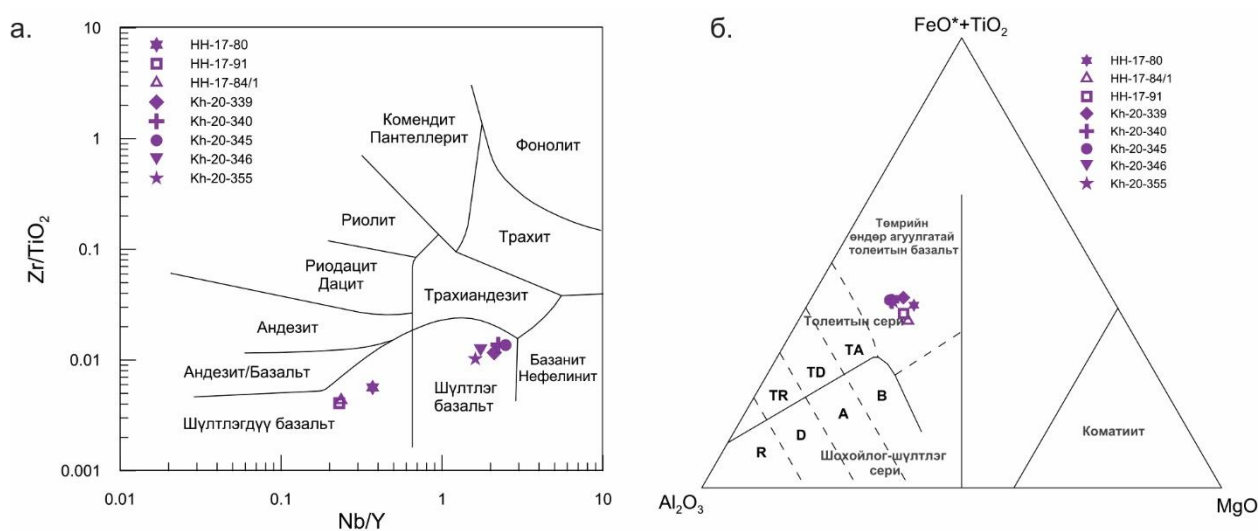
Энэхүү талбайд бид цогц судалгааг хийсэн тул аккрецын комплексыг бүрдүүлэгч базальт (1), яшма (2), терриген хурдсын (3) петрографи, геохими болон микропалеонтологийн үр дүнгүүдийг тус бүрд нь бичиглэн, ойлгомжтой болгох үүднээс багцлан оруулав.

1. Базальтын судалгаа.

Талбайн хэмжээнд бид аккрецын комплексыг шинээр илрүүлснийг дээр дурдсан бөгөөд олон тооны салбар хагарлуудын нөлөөгөөр маш их хувирсан, аккрецлагдсан симмаунтын базальтын томоохон силл хэлбэрийн биет, яшма-базальтын меланж, брекч, офиолит эвшлийн дэрэн лаавын тасархай нь хаотик холимог байдлаар илэрдэг. Харин далайн голч нурууны базальтууд нь Хясаатхүрэн уулнаас зүүн урд зүгт 4км зайд Мээрэнгийн овоот толгойн орчимд хар ногоон өнгийн занаржсан нарийн үе хэлбэрээр илрэх бөгөөд энэ хэсэгт улаан хүрэн өнгийн яшма, шохойн чулууны линз, габброид, андезитын дайк, хар болон цахиурлаг алевролитын зузаан үе тааралддаг.

Петрографийн хувьд далайн голч нурууны базальт (ДГНБ) нь вариолитот структуртай, плагиоклазын цацраг маягийн агрегатаас тогтох ба хоёрдогчоор эпидотын хялгасан судланцарууд ихээр хөгжсөн байдаг бол далайн арлын базальт (ДАБ) нь амфиболын агрегатууд агуулах боловч дийлэнхдээ хүчтэй хувиралд өртөж анхдагч идиоморфизмын төрхөө алдаж хлоритоор бүрэн түрэгдсэнээс гадна хүдрийн эрдэс нилээд тааралддаг онцлогтой.

Геохимийн хувьд вулканоген чулуулгийн петрохимийн онцлогийг тодорхойлоход нилээд хувирсан учир TAS ангиллын диаграммаас илүү тогтвортой элементүүдийн хамаарал бүхий диаграммуудыг ашиглав. Вулканоген чулуулаг нь хоёрдогч хувиралд тогтвортой элементүүд болох Nb/Y-Zr/TiO₂ харьцуулсан диаграмм дээр шүлтлэгдүү болон шүлтлэг 2 төрлийн базальтын талбайд ялгаран буух бөгөөд AFM диаграмм дээр толейтын серийн шинжийг харуулж байна (Зураг 37а, б).



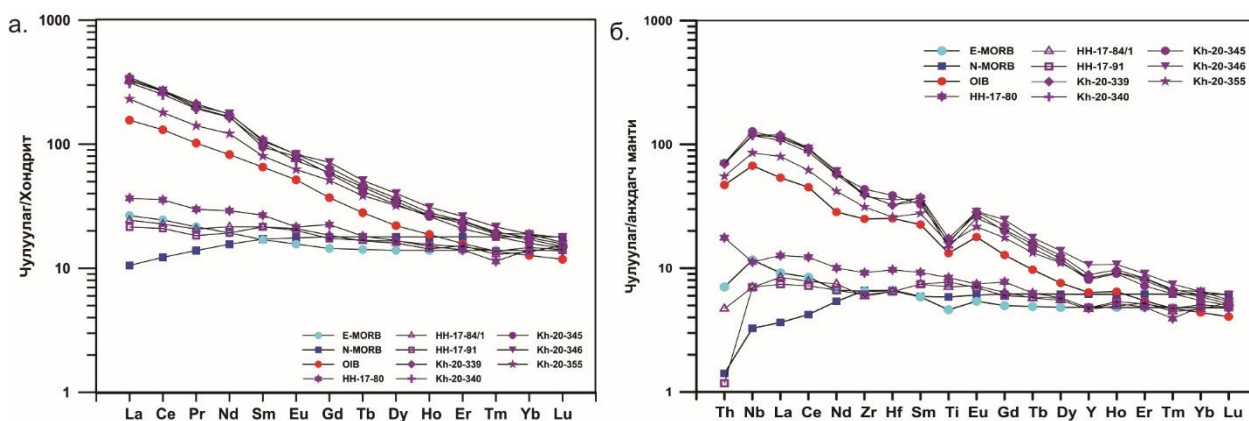
Зураг 37. а. Nb/Y- Zr/TiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977);

б. Al-(FeO^T + Ti)-Mg диаграмм (Jensen, 1976)

Судалгаанд хамрагдсан базальтуудын том ионтой литофиль элементүүд нь ДГНБ-уудад ($Sr=135-188$; $Rb=1.3-11$; $Ba=76-130$), ДАБ-уудад ($Sr=190-670$; $Rb=35-155$; $Ba=99-943$) маш өргөн хэлбэлзлийг үзүүлж байгаа учир олон элементийн спайдер диаграммыг байгуулахдаа хөдөлгөөнгүй, хувиралд бага автдаг нийцлэг бус элементүүдийг сонгож тайлалт хийсэн болно. Анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн диаграмм болон С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн (ГХЭ) диаграммуудаас харахад ердийн далайн голч нурууны базальт (Е-ДГНБ) болон далайн арлын базальтын (ДАБ) 2 төрөлд ялгагдах ба элементүүдийн зүй тогтол, онцлог шинж чанаруудыг харж болно.

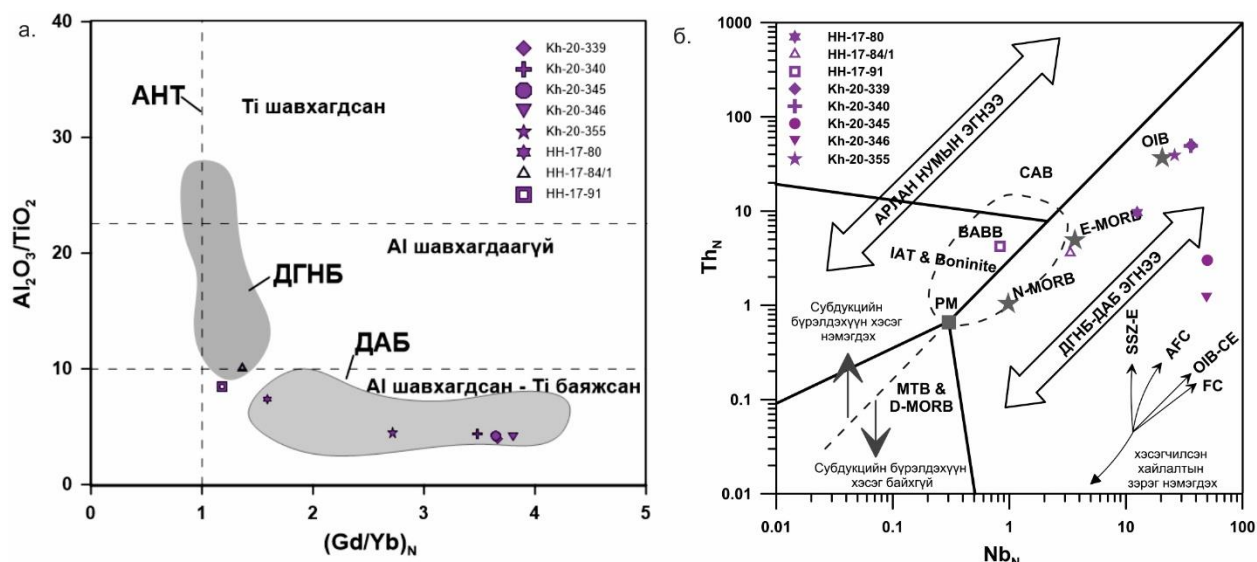
Далайн голч нурууны төрлийн базальт: ДГНБ нь $Fe_2O_3=11.5-12.2$ жин.%, $TiO_2=1.5-1.8$ жин.%, $P_2O_5=0.13-0.16$ жин.%, $Al_2O_3=13.5-15.4$ жин.% байхад SiO_2 агуулга $47.8-51.0$ жин.%. Энэ төрлийн базальтууд нь дундаж титаны ислийн агуулгатай (TiO_2 дундаж= 1.7 жин.%), харьцангуй хэвтээ чиглэлийн ГХЭ-ийн муруйг үүсгэдэг ($La/Sm_N=1.0-1.3$; $Gd/Yb_N=1.2-1.6$), $Nb/La_{PM}=0.8-0.9$; $Zr/Nb=13.0-14.0$, $Al_2O_3/TiO_2=7.4-10.0$ зэрэг шинж чанартай бөгөөд үл нийцлэг элементүүдээр харьцангуй шавхагдсан, найрлагын хувьд Е-ДГНБ-тай ойролцоо шинж чанарыг харуулдаг (Зураг 38а). Ер нь дундаж титаны исэл болон хөнгөн ГХЭ, бага Nb; $Al_2O_3/TiO_2=8-17$, $Nb/La_{PM}\leq 1$ байх зэрэг нь далайн голч нурууны базальтын геохимийн онцлог шинж чанар болдог (Safonova et al, 2015).

Далайн арлын төрлийн базальт: ДАБ нь $Fe_2O_3=10.4-12.1$ жин.%, $TiO_2=3.2-3.8$ жин.%, $P_2O_5=0.7-1.2$ жин.%, $Al_2O_3=14.0-15.2$ жин.% байхад SiO_2 агуулга $47.0-51.0$ жин.%. Энэ төрлийн базальтууд нь өндөр титаны ислийн агуулгатай (TiO_2 дундаж= 3.5 жин.%), ГХЭ-ийн хувьд хөнгөн ГХЭ-ээр баяжсан (Зураг 38а) шинж чанартай бөгөөд $La/Sm_N=2.8-3.4$, $Gd/Yb_N=2.7-3.8$ өндөр, Zr/Nb ($5.0-5.8$), $Al_2O_3/TiO_2=4.0-4.5$ бага агуулгатай. Базальтууд нь олон элементийн спайдер диаграмм дээр Nb-ын эерэг гажил үзүүлдэг ($Nb/La_{PM}=1.0-1.1$) бөгөөд энэ нь мантийн плюмийн эх үүсвэртэй болохыг харуулдаг (Safonova et al, 2011a) (Зураг 38б). ДАБ-ууд нь титаны исэл, ХөГХЭ, Nb, P зэрэг элементүүдээр өндөр, $Zr/Nb<10$; $Al_2O_3/TiO_2<8$; $Nb/La_{PM}>1$ байх зэрэг геохимийн онцлог шинж чанар (Safonova et al, 2015) нь бидний судалгааны дээрх вулканоген чулуулгийн утгуудтай нийцэж байна (Зураг 38б).



Зураг 38. а. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй, б. Анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Геодинамик орчныг тодорхойлох $Al_2O_3/TiO_2-(Gd/Yb)_N$ болон $Nb-Th_N$ харьцуулсан диаграммууд дээр вулканитууд нь далайн арлын, далайн голч нурууны базальтуудын талбайд бууж өөр хоорондоо маш сайн ялгагддаг (Зураг 39а, б).

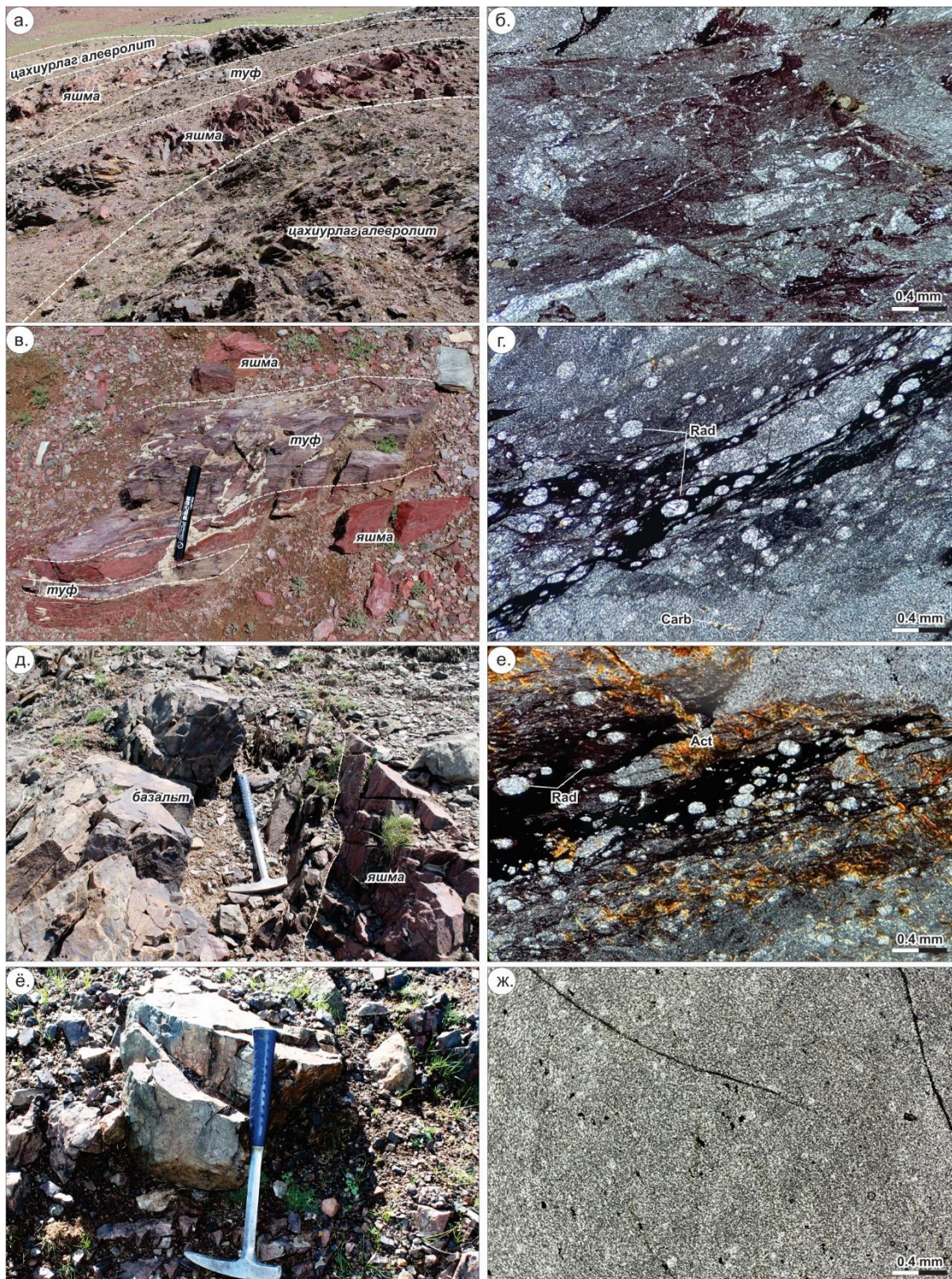


Зураг 39. а- Вулканоген чулуулгийн геодинамик орчин тодорхойлох $Al_2O_3/TiO_2-(Gd/Yb)_N$ хамаарлын диаграмм (Sproule et al, 2002) б- Nb болон Th N-MORB агуулгаар нормчилсон дискриминацийн диаграмм (Sassani, 2015)

2. Цахиурлаг чулуулаг буюу яшмын судалгаа.

Петрографийн судалгаагаар яшмоид нь гранобласт структуртай, цул нягт текстуртай, нэгэн жигд сулавтар талсжилт бүхий далд талстлаг цахиурын агрегатаас голлон тогтох ба хольц маягаар янз бүрийн зэргээр исэлдсэн, карбонатжих, хлоритжих, серицитжих хувиралд өртсөн тунгалаг биш, шаварлаг агрегатаас гадна чулуулгийн нарийн ан цавшлууд төмрийн усан ислээр хэсэгчлэн баяжигдаж, 0.12мм хүртэл хэмжээтэй актинолитын бичил зүүлэг талстууд ихээр үүссэний зэрэгцээ хлорит, серицитийн агрегатууд цөөнгүй тохиолддог нь цахиурлаг чулуулаг суурилаг вулканисттай орон зайн болон цаг хугацааны хувьд хамт үүссэн болохыг илтгэнэ (Зураг 40в). Чулуулагт далд талсжсан цахиурын агрегатаар

дүүргэгдсэн жижиг бөөрөнхий миндалин, бөмбөлөг хэлбэрээр илэрхийлэгдэх радиолярууд ихээр тааралдах бөгөөд хар бараан өнгийн марганцын ислийн агрегатаас ялгарч ажиглагдана (Зураг 40б).



Зураг 40. Яшмын макро болон микрофото зураг.

а-б. Бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-352), в-г. Радиоляр агуулсан улаан хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-336), д-е. Радиоляр агуулсан бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-342),
ё-ж. Ногоон саарал өнгийн яшма (дээж Kh-20-332)

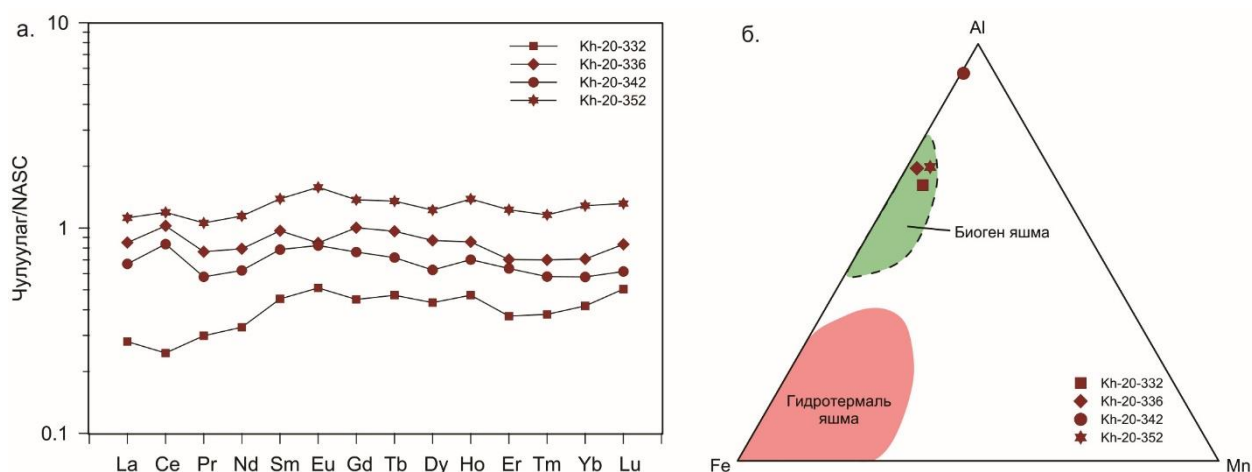
Яшмоид нь эрдэслэг бүрэлдэхүүн болоод радиоляр агуулах хэв шинжээрээ өөр хоорондоо ялгагдах бөгөөд сайн хадгалагдсан радиоляр агуулах (Kh-20-342)

дээжинд төмрийн усан исэлд автсан актинолит ихээр үүсч, хлорит цөөн тохиолдох бол (Kh-20-336) дээжийн ан цавын дагуу хлоритын агрегатууд түлхүү хөгжиж, карбонатын судланцарууд тааралдана (Зураг 40в-г). Дээрх дээж (Kh-20-342) нь (Kh-20-336) дугаартай дээжийг бодвол илүү деформацийн нөлөөнд автсаныг бөмбөлөг болон сунасан зууван хэлбэр бүхий радиолярын морфологууд илэрхийлдэг. Kh-20-352 нь дээрх хоёр дээжтэй төстэй хэдий ч радиолярууд хадгалагдаагүй, хавтаснууд ихээр олддог бол Kh-20-332 дээжийн бүхий л хэсэг криптокристалл мөхлөгт кварцын агрегат, хялгасан судлууд ихээр агуулна.

Гол ислүүд. Ногоон саарал өнгийн (Kh-20-332), улаан хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-336; Kh-20-342) SiO_2 (86.6-97.1)-ийн өндөр агуулга, Al_2O_3 0.98-4.31; Fe_2O_3 0.96-3.8; Na_2O 0.01-1.0; K_2O 0.25-0.9-ийн бага агуулгатай бол ягаавтар хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-352) нь SiO_2 -ийн бага агуулга, Al_2O_3 ; Fe_2O_3 ; Na_2O ; K_2O -ийн өндөр агуулгаар хоорондоо ялгагддаг. Харин бусад ислүүдийн агуулга ойролцоо байдаг. Бүх дээжүүдэд $\text{Al}/(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mn})$ утга 0.65-0.70 үзүүлнэ. (Kh-20-342) хөнгөнцагаанаар баяжсан нь терриген хурдсын материалын оролцоо их байсныг харуулж байна (Kemkin & Kemkina, 2015).

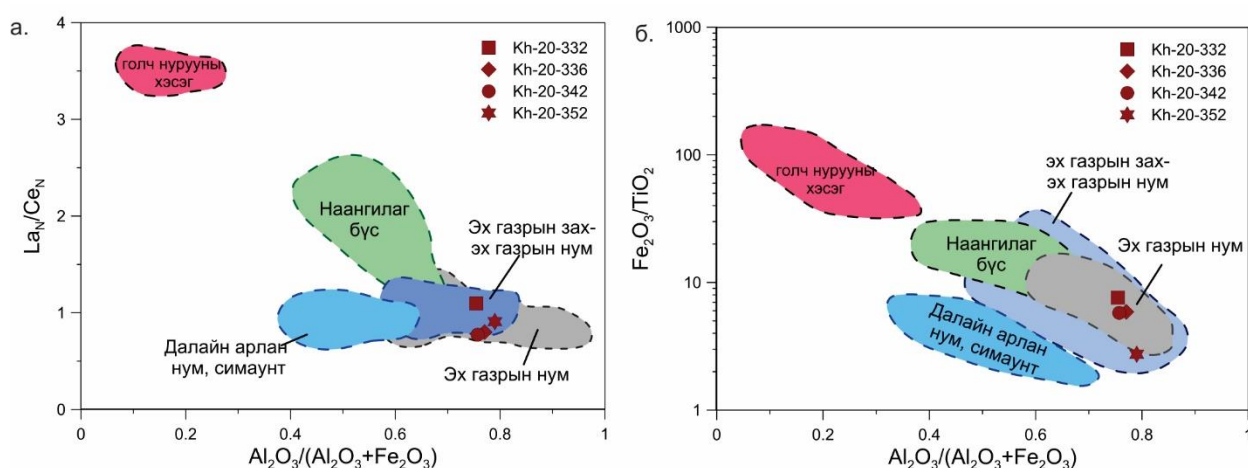
Ховор элементүүдийн хувьд иттрийн бага агуулга, ванадийн өндөр агуулгаар тодорхойлогдох ба V/Y утга 0.8-3.5, U/Th утга 1-ээс хэтэрдэггүй. ГХЭ-ийн хувьд хөнгөн ГХЭ болон хүнд ГХЭ-ийн хоорондын ялгаа бараг байхгүй хэдий ч ногоон саарал өнгийн яшма нь ГХЭ-ээр шавхагдсан буюу гүнд үүссэн шинжтэй бол радиоляр агуулагч яшмууд нь бага зэрэг Ce -ийн эерэг гажил үзүүлж байна. $(\text{La}/\text{Ce})_N$ утга 0.8-1.2; Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон Ce/Ce^* 0.9-1.2, $(\text{La}/\text{Yb})_N=0.85-1.16$ хэлбэлзэх ба Zr (ppm)=20-60 буюу пелагийн орчинд, харин Kh-20-352 нь Zr (ppm)=150 дээш буюу эх газрын захын орчинд үүссэн байх онцлогуудыг үзүүлдэг (Зураг 41а). Харин ногоон саарал яшма (Kh-20-332) Ce/Ce^* эерэг буюу 0.7, $(\text{La}/\text{Ce})_N$ утга 1.6, Zr (ppm)=18.2, $(\text{La}/\text{Yb})_N=0.65$ бага агуулгатай байгаа нь голч нуруу буюу гүнд үүссэн байх шинжийг илэрхийлдэг. Яшмуудын Ce гажил нь эртний далайн хурдас хуримтлал өөр өөр орчинд үүссэнийг тодорхойлдог гол элементээс гадна хүчилтөрөгчийн уусмалын концентрацаас дан хамаарахгүй хэмхдэс материал, органик бодис, $\text{Mn}-\text{Fe}$ -ийн оксид-гидроксид нь далайн уснаас церийг устгадаг учир церийн эерэг гажил үзүүлэхээс гадна (Murray et al, 1991; Murray 1994), бичил амьтныг агуулснаар эерэг гажил өгч байгааг харуулна (Зураг 41а). Kh-20-352 дээж нь ховор элементүүдээс Zr , Rb , Th , V зэрэг эх газрын гарал үүсэлтэй элементүүдээр баяжсан байгаа нь терриген зузаалагт ойрхон байсныг харуулж

байгаа бөгөөд энэ нь гаршийн зурагт цахиурлаг алевролиттой нийцлэг харьцаатай байгаагаар баталгааждаг (Зураг 41а).



Зураг 41. а. Хойд Америкийн занарын найрлагд нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм; б. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм (Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986)

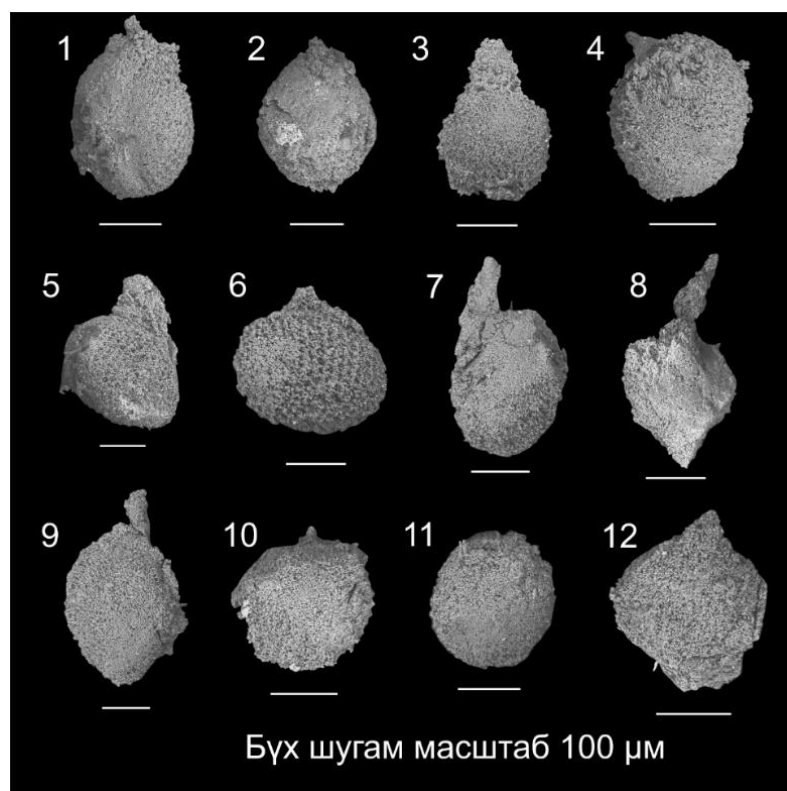
Тектоник орчин болон эх үүсвэр. Мюррей (1991; 1994) яшма чулуулагт TiO_2 , Fe_2O_3 болон ГХЭ-үүд региональ болон контактын метаморфизм, диагенезийн нөлөөлөлд автдаггүй, гарал үүсэл, тектоник орчныг тодруулахад ашиглаж болно гэж үзсэн байдаг. $Al/(Al+Fe+Mn)$ харьцаа нь гидротермаль нөлөөллийн чухал хэмжүүр бөгөөд Fe, Mn агуулга өндөр байх тусам гидротермаль агууламж нэмэгдэж, энэ харьцаа буурдаг онцлогтой (Adachi et al, 1986). Цахиурлаг чулуулагт гидротермаль гарал үүсэлтэй бол $Al/(Al+Fe+Mn)$ харьцаа 0.6 байх ба судалгаанд хамрагдсан чулуулаг нь 0.65-0.7 хооронд буюу бага зэргийн гидротермаль нөлөө бага, ердийн биоген тунадсын /хурдас/ гарал үүсэлтэйг харуулж байна (Зураг 41б). Гол ислүүд $Fe_2O_3/TiO_2-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ болон $Lan/Cen-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграммууд дээр яшмууд нь эх газрын захын хурдасны талбайд бууж байна (Зураг 42а,б). $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны утга өндөр (0.72–0.79) байх нь эх газрын захын орчинтой дүйцдэг (Chen et al, 2006; Yamamoto et al, 1997; Murray, 1994). ГХЭ, гол ислүүдийн харьцаа нь яшмаг вулканы нумын ойролцоо эх газрын захын орчинд хуримтлагдсан болохыг давхар илэрхийлж байна (Зураг 42а, б). Учир нь ДАБ-тай хамт илрэх яшмууд ихэнх тохиолдолд гүехэн орчинд хуримтлагддаг байна.



Зураг 42. а- $Fe_2O_3/TiO_2 - Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$, б- La_N/Ce_N болон $Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

Микропалеонтологийн судалгаагаар бидний дээжилсэн (Kh-20-336) болон (Kh-20-352) яшмуудаас зөвхөн радиолярын хавтас олдож, тодорхойлох боломжгүй байв. Харин (Kh-20-342) дугаартай улаан хүрэн яшмын дээжээс Sarcodina хүрээний, Actinopoda анги, Radiolaria дэд анги, Polycystina баг, Spumellaria Дэд баг, Entactiniidae Овогт хамаарах Pseudospongoprunum sp., Trilonche sp., төрлийн 12 дунд зэргийн хадгалалттай радиолярын үлдэгдлүүд илэрсэн (Координат: $46^{\circ}29'55.8''$, $103^{\circ}04'28.3''$) (Зураг 43).

- Trilonche sp., 100-150 μ m хэмжээтэй зууван дугуй, дугуй хэлбэртэй, их биеэс салаалсан үндсэн өргөсүүд, дотоод болон гадаад их биеүдийг холбогч өргөснүүдээс тогтдог. Уг төрлийн радиоляр нь дээд силур, девоны галавт тогтвортой тархсан гэж үздэг (Hinde, 1899; Foreman, 1963; Aitchison 1997).
- Trilonche parapalimbola, 120-150 μ m хэмжээтэй их бие, их биеэс салаалсан үндсэн өргөсүүдтэй, их биеийн гадаргууд нүх сүвтэй байдгаар онцлог. Үндсэн өргөсүүдийн суурийн диаметр 30 μ m хүртэлх хэмжээтэй илэрдэг. Уг зүйлийн радиоляр нь доод-дунд девонд өргөн тархсан байдаг (Wang et al, 2003).
- Trilonche euthlasta, Зууван дугуй хэлбэртэй. Их биеийн диаметр 140-150 μ m. 15-20 μ m, 25-30 μ m хэмжээтэй өргөсний суурьтай. Цахиуржиж хувирсаны улмаас биеийн гадна хэсгийн нүх сүв ажиглагдахгүй. Уг зүйлийн радиоляр нь дунд девонд тархалттай байдаг (Foremen, 1963).
- Pseudospongoprunum ? sp., Зууван дугуй хэлбэртэй, их биеэс салаалсан үндсэн өргөснүүдийн суурийн үлдэцүүд ажиглагддаг. Уг төрлийн радиолярыг дээд силурээс дээд девон хүртэл тархсан гэж үздэг (Wakamatsu et al, 1990).



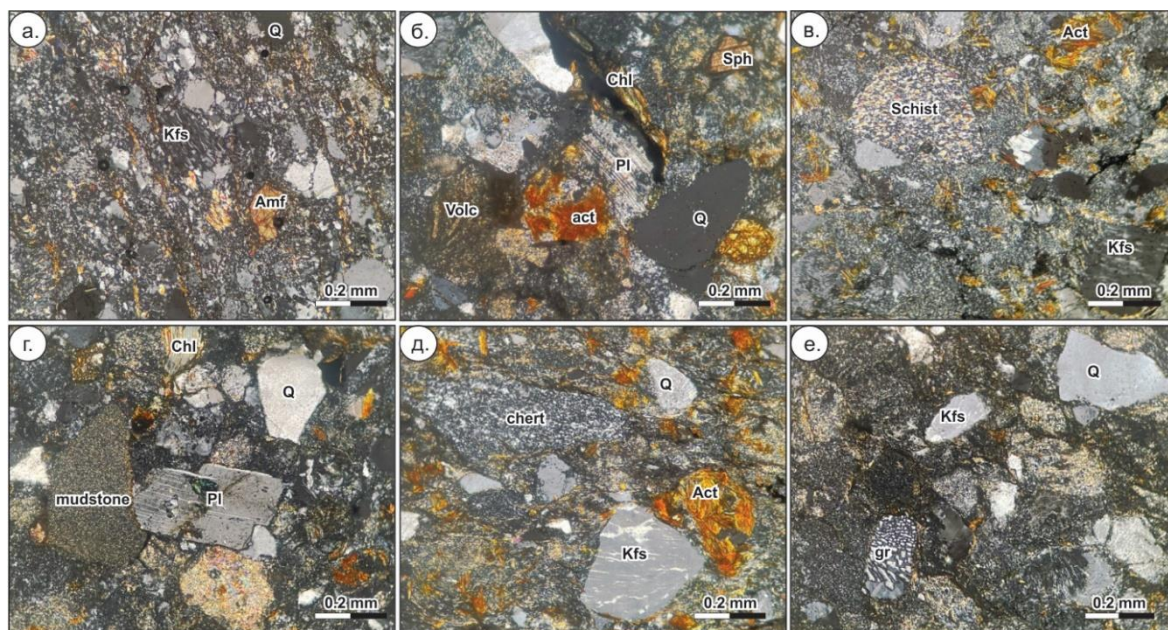
Зураг 43. Радиолярын SEM зураг.

- 1-4. *Pseudospongoprimum* ?
sp., Noble 1994,
5-6. *Trilonche parapalimbola*
Wang et al, 2003, 7-9.
Trilonche euthlasta, Hinde
1899,
10-12. *Trilonche* sp., Hinde
1899.

Эдгээр радиолярын үлдэгдлүүд нь өмнөд Хятад, Уралын нуруу, Япон, Австрали, Тайланд зэрэг дэлхийн хэмжээнд өргөн тархалттайгаас гадна Монголын хэмжээнд Курихара нар Улаанбаатарын бүсийн Горхи формацын улаан хүрэн яшмын үеэс илрүүлж байсан (Kurihara et al, 2009).

3. Терриген хурдсын судалгаа.

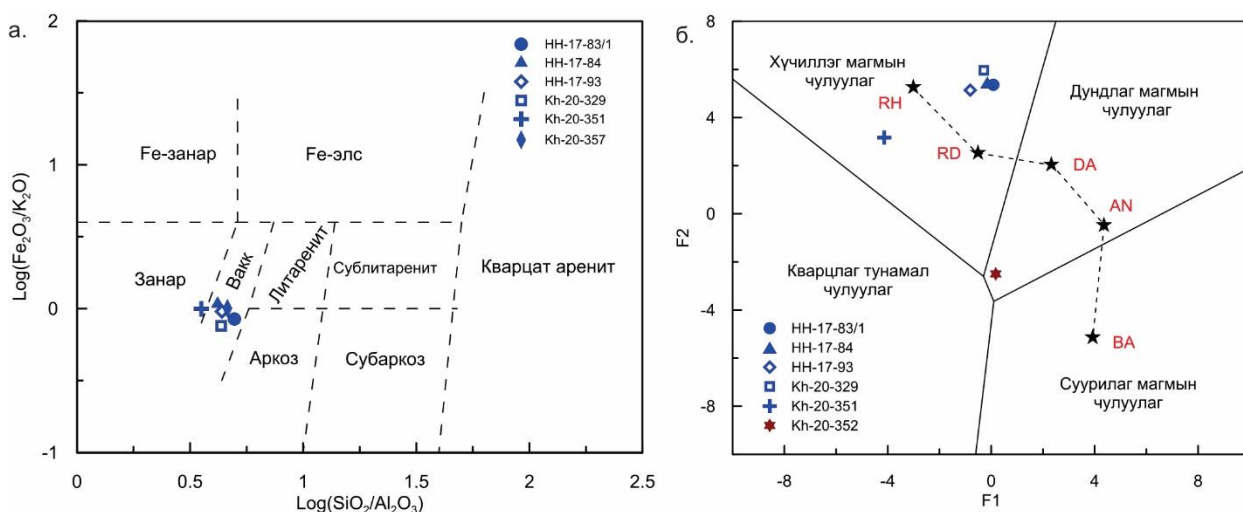
Петрографийн хувьд элсэн чулуу нь хэмхдэс (45-50%) ба цементлэгч хэсэг (50-55%)-ээс тогтоно. Хэмхдэсүүдийн хэмжээ 0.2-1.25мм-ийн хооронд хэлбэлзэх ба псаммит структуртай, цул нягт текстуртай. Чулуулагт эрдсийн хэмхдэсээс кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жонш, амфибол, төмрийн усан ислээр баяжсан актинолит, аксессуар эрдсээс рутил, апатит, циркон, хүдрийн эрдэс оролцох ба чулуулгийн хэмхдэсүүдээс занар, яшма, вулканит, гранит, шаварлаг алевролит тааралдана (Зураг 44 а-е). Калийн хээрийн жонш (микроклин+альбитийн пертит) нь хавтгай богино призмлэг хэлбэртэй, альбитын ихэрлэлт тод ажиглагдах ба плагиоклазын хэмхдэсүүд нь нарийн полисинтет ихэрлэлттэй, сулавтар серицитжсэн. Вулканитын хэмхдэсүүд нь микролитлог структур, гранит нь гранофирлог структуртай тааралдана. Хэмхдэсүүдийн завсар хооронд болон хил заагаараа жижиг ширхэгт кварц-серицит-эпидот-хлоритот, шаварлаг алевролитын найрлагатай цемент байрлаж хэмхдэсүүдийг холбожээ.



Зураг 44. Элсэн чулууны микрофото зураг.

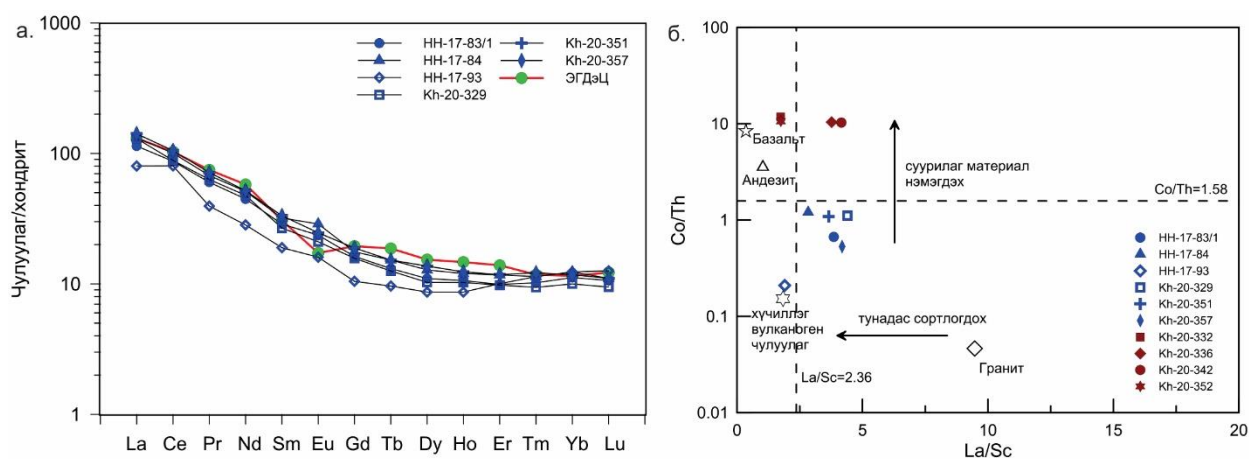
(Chert-яшма, schist-гялтгануурт занар, Volc-вулканит, gr-гранит, mudstone-алевролит, Amf-амфибол, act-актинолит, chl-хлорит, Q-кварц, Kfs-калийн хээрийн жонш, Pl-плагиоклаз, Sph-сфен)

Гол элементүүд нь гарал үүсэл болон өгөршлийн нөхцөлийг тодорхойлох, сав газрын тектоникийн нөхцөлийг хянахад гол түлхүүр болж өгдөг. Тунамал чулуулаг нь SiO_2 (61.0-72.1), Al_2O_3 14.5-17.2; Fe_2O_3 2.2-5.5; Na_2O 2.2-5.5; K_2O 2.6-5.5 агуулгатай бол цайвар ногоон өнгийн цахиурлаг алевролит нь MnO , MgO , K_2O бага зэргийн өндөр агуулгаар ялгагдах ба $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ утга 0.6, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ утга дунджаар 1.6 үзүүлдэг. $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ утга нь $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ утгаас өндөр байх нь петрографид элсэн чулуунд плагиоклазын агуулга калийн хээрийн жоншноос зонхилж байгааг илтгэхээс гадна $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1$ их байгаа нь элсэн чулууны эх үүсвэр хол биш зайнаас зөөгдөж ирснийг илэрхийлдэг (Herron, 1988). Тунамал хурдаст $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ харьцаа нь анхдагч чулуулгийн найрлагыг тодорхойлох чухал шинж тэмдэг болдог бөгөөд 0-0.3 бол шаварлаг эрдсүүд, 0.3-0.9 бол хээрийн жонш давамгайлдаг (Cox et al, 1995). Судалгааны талбайн элсэн чулууны $\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ харьцаа дунджаар 0.21 байгаа нь шаварлаг эрдсүүдээр цементлэгдсэнийг харуулж байна (Зураг 44). Элсэн чулуу нь химийн найрлагын хувьд граувакк найрлагатай (Зураг 45a), голчлон тэжээгдлийн муж нь хүчиллэг чулуулаг болох нь $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ харьцаа дунджаар 18.2-22.4 хооронд байгаа утгаар, тэрчлэн терриген хурдсын эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох дискриминацийн диаграммд ч харагдана (Roser & Korsch, 1988) (Зураг 45b).



Зураг 45. а. Элсэн чулууны ангиллын диаграмм (Pettijohn et al, 1972);
б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch, 1988)

Геохимийн хувьд ГХЭ-ийн С1 хондритод нормчилсон диаграммаас ажиглахад ихэнх элсэн чулуу нь эх газрын дээд царцдас (ЭГДэЦ)-ын хэмжээнд байхад, NN-17-93 алевроэлсэн чулуу нь бага зэрэг шавхагдсан гажилыг үүсгэнэ (Зураг 46а). Бүх элсэн чулуу нь $\text{LREE}/\text{HREE} > 12$, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ харьцаа 10.2-13.0 (дундаж=11.2), Eu сөрөг аномаль ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.7-1.2$, дундаж=1.0)-тай байгаа нь хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй, ЭГДэЦ-ын утгатай ойролцоо байна. Харин $\text{La}/\text{Sc}-\text{Co}/\text{Th}$ диаграмм дээр дундлаг эх үүсвэртэй чиглэлд бууж байгаа нь дундлагаас хүчиллэг найрлагатай чулуулгийн эх үүсвэрийг илэрхийлэх ба петрографийн судалгаанд амфиболын хэмхдэс, эпидот-хлоритын цементтэй холбоотой байж болох юм (Зураг 46б).

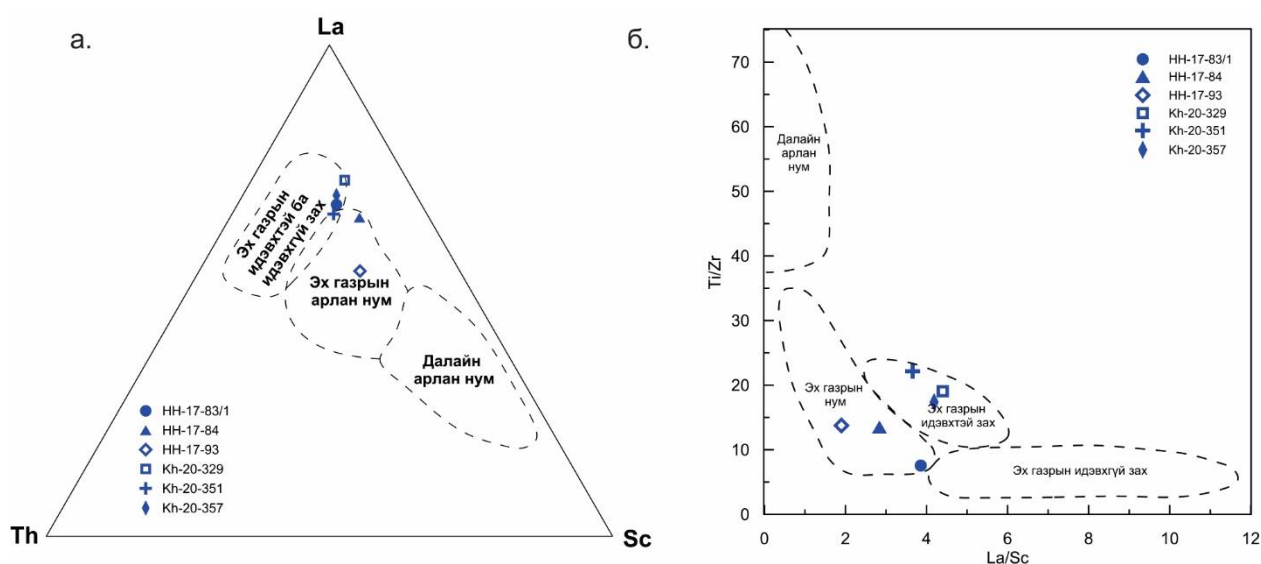


Зураг 46. а. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989),
б. La/Sc болон Co/Th диаграмм (Condie, 1992; McLennan et al, 1983; Gu et al, 2002)

Тунамал чулуулгийн CIA утга бага буюу 50-65.4 байгаа нь тэжээгдлийн муж хүйтэн, хуурай уур амьсгалын нөхцөлд байсныг заах (Fedo, 1995) ба тэжээгдлийн мужид эсвэл хуримтлалын дараах бага зэргийн өгөршилд автсаныг харуулдаг. Найрлагын өөрчлөлтийн индекс (ICV) 0.85-1 байгаа нь плагиоклаз, КХЖ, амфибол зэрэг

чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд болон чулуулгийн хэмхдэс, шаварлаг эрдсүүд аль аль нь байгааг илтгэж байна (Cox et al, 1995). Химийн хувирлын индекс (CIA)-ээс химийн өгөршлийн индекс (CIW)-ийг тусад нь авч үзэх нь зүйтэй. Химийн өгөршлийн индекс нь плагиоклазын өгөршлийг тодорхойлоход илүү тохиромжтой, кали нь маш тогтворгүй, хурдан шингэдэг, шүлтжих шинжтэй учир өгөршлийн тооцоололд авч үздэггүй бөгөөд химийн өгөршлийн эрчимжилтийг тодорхойлоход тохиромжгүй. Тунамал чулуулгийн CIW утга 57-65.5 хооронд хэлбэлзэх ба хамгийн их өгөршилд орсон занаржсан цахиурлаг алевролит (Kh-20-351) нь CIW утга 73.4 хүрдэг. Плагиоклазын хувирлын индекс (PIA) нь зөвхөн плагиоклазын өгөршлийг хянах ба CIA утгатай нийцдэг (Fedo et al, 1995). Дээрх бүх утгууд (CIA, CIW, ICV, PIA)-аар судалгаанд хамрагдсан тунамал чулуулаг нь сул өгөршсөн, хол биш зайд зөөгдөж хуримтлагдсан, магмын чулуулгийн хэмхдэсүүдийн оролцоотой, тектоникийн идэвхжилт ихтэй муж буюу эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн чулуулгийн хуримтлалаар тайлбарлагдаж байна (Cox et al, 1995).

Тектоник орчин: Тунамал чулуулгийн тогтвортой ховор элементүүдийн үр дүнгүүдийг ашиглан хурдас хуримтлал, эх үүсвэр, тектоник орчин тодорхойлох диаграммыг байгуулж үзэхэд судалгааны талбайн өмнө хэсэг Мээрэнгийн овоот толгой орчимд тархалттай элсэн чулуу нь эх газрын (энсиал) нумын талбайд, хойд хэсэг буюу Хясаатхүрэн орчимд илрэх элсэн чулуу нь эх газрын идэвхтэй захад ялгагдах бөгөөд өөр өөр эх үүсвэрээс үүссэн болох нь харагдана (Зураг 47).



Зураг 47. Геотектоник орчныг тодорхойлох тунамал чулуулгийн ховор элементүүдийн харьцуулсан диаграмм (Bhatia and Crook, 1986; Roser and Korsch., 1986)

Дүгнэлт

1. Хотонт формацаар зураглагдсан 3 талбай нь өөр хоорондоо ялгаатай бөгөөд Хотонт уул орчмын анх формацаар ялгагдсан талбай нь метаморф чулуулгаас тогтож байхад Ихэр-Уул болон Хясаатхүрэн-Уул орчмын талбай нь цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулгаас тогтож байна.
2. Хотонт формацын метаморф чулуулгийн анхдагч эх үүсвэр нь тунамал чулуулаг болохыг тодруулан, ижил формацаар зурагласан 2 талбайн тунамал чулуулгуудтай харьцуулахад ялгаатай болох нь тогтоогдов. Хотонт формацын тунамал чулуулаг нь эх газрын идэвхтэй захад үүссэн хүчиллэг найрлагатай чулуулгаас эх үүсвэртэй бол нөгөө 2 талбай нь эх газрын нумын нөхцлийн дундлаг найрлагатай магмын чулуулгаас эх үүсвэртэй байв. Хясаатхүрэн-Уулын тунамал чулуулаг 2 өөр эх үүсвэртэй байсан тул Цэцэрлэгийн бүсэд оруулж байсан ([Оюунчимэг нар, 2022](#)).
3. Базальтын хувьд Хотонт формацын вулканитууд нь субдукцтай холбоотой эх газрын нумын нөхцөлд үүссэн бол Ихэр-Уул, Хясаатхүрэн-Уулын базальтууд нь ДГНБ-ын шинжийг үзүүлдэг.
4. Иймээс Хотонт формацаар Хархорины баруун урд бүсэд 2 талбайг ялгаж зурагласан нь буруу гэдгийг судалгааны ажлын үр дүнгүүд харуулж байна.
5. Хотонт формацын насны асуудлыг шийлдвэрлэх зорилгоор тунамал чулуулгаас үүссэн занарын дээжинд зөөгдмөл цирконд U-Pb аргаар нас хийлгэн доод карбоны настай буюу 342.6 ± 1.6 сая.жил-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг тодруулсан. Энэхүү формацын хурдас хуримтлал ойрхон зайнаас зөөгдсөн геохимийн шинжтэй байсан бөгөөд Хархорины болон Тарвагатай өргөгдлийн хэмжээнд карбоны настай интрузив чулуулаг баттай илрээгүй тул хуучин ордовик, силурын насаар зураглаж байсан Зэгст бүрдлийн габбродиоритоос геохронологийн шинжилгээ хийлгэхэд 350 сая.жил буюу түүрүү карбоны нас тогтоогдсон нь Хотонт формацын хурдас хуримтлалын эх үүсвэр болохыг баталгаажууллаа.

2.2. МӨНГӨНЦЭЭЖ ФОРМАЦ

Төслийн даалгаварын дагуу Мөнгөнцээж формац нь анх 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлаар Хосбаяр нар ([Хосбаяр нар, 1987Ф](#)) Хархорины өргөгдлийн үндсэн структурын дагуу сунасан тектоник блокууд дахь гематит, магнетитын хүдэр болон шохойн чулууны мэшил агуулсан кварц-хлорит, серицит-мусковитот, кварц-эпидот-хлоритот занарын зузаалаг, кварцит, төмөрлөг кварцитыг Завхан-Орхоны террейны ногоон занарын зузаалагтай адилтган Хотонт серийн доод неопротерозойн Мөнгөнцээж формац /PR₁₋₂mn свит/-д ялгагдаж байсан.

Хожим 1:50000-ны зураглалын ажлын үр дүнд Чулуун нар региональ метморфизмын ногоон занарын фацид хувирсан терриген хурдсыг Хархорин группэд нэгтгэж дотор нь дунд кембри-түрүү ордовикийн Хотонт, доод-дунд ордовикийн Мөнгөнцээж формацуудад ангилсан байна. Мөнгөнцээж формацыг хурдас чулуулгийн дэс дараалал, литологийн онцлогоор нь доод-дунд ордовик (O₁₋₂mn)-ийн настайгаар 2 мэмбэр (Хашаат, Дэл)-т ялган, зурагласан. Хашаат мэмбэрт кварц-хлорит-серицитэт, гранат агуулсан кварц-эпидот-хлоритот, альбит-кварц-хлоритот, хлорит-эпидот-актинолитот занарын зузаалаг болон метавулканит, харин Дэл мэмбэрт ногоон занарын доод зузаалгийн дээрээс нийцлэгээр хэвтэх төмрийн мэшил бүхий төмөрлөг кварцит, гантигийн нарийн үе, мэшил бүхий цахиурлаг занарын зузаалгийг тус тус ялгасан ([Чулуун нар, 2004Ф](#)).

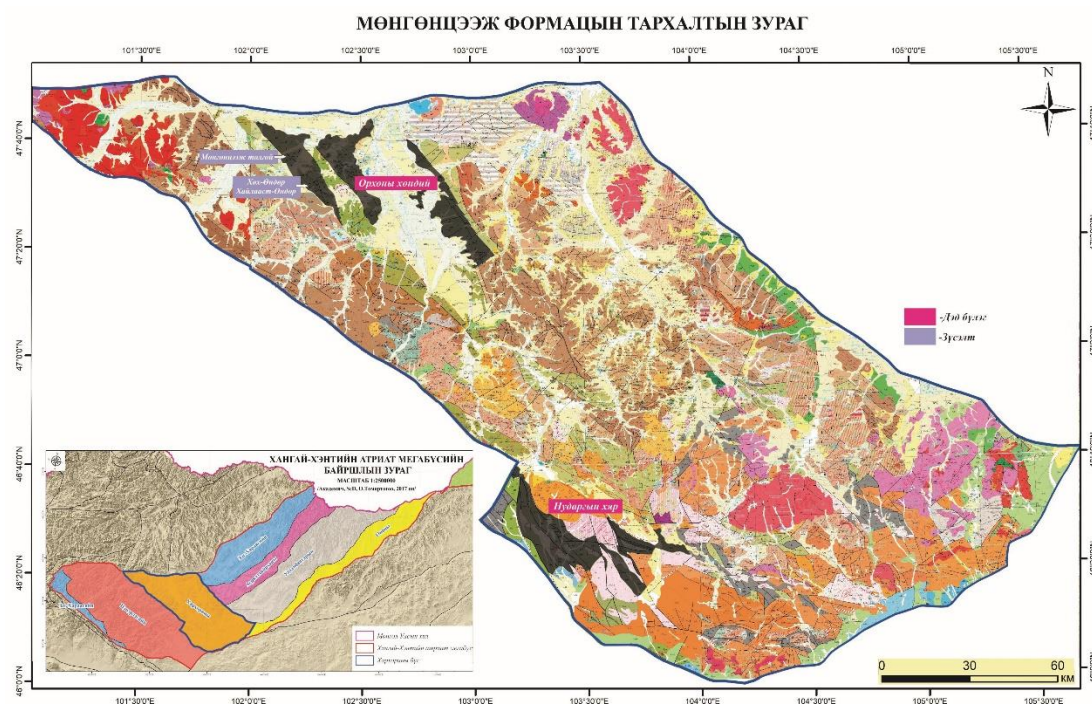
Харин Дэжидмаа нар Төв Монголын УГЗ-200 төслийн ажлаар насыг силурын венлок (S₂mn)-ын түвшинд зураглаж, Хашаат, Дэл мэмбэрүүдийг хэвээр үлдээсэн бөгөөд Хашаат мэмбэрт пирит, анар агуулсан хар ногоон өнгөтэй хлоритот, хлорит-эпидот, хлорит-серицит, кварц-серицитэт занар, метавулканит, метатуфын зузаалаг, харин Дэл мэмбэрт гематит, гематит-магнетит, магнетит, магнетит-сульфидэт кварцит болон цайвар кварцитын үе, мэшил бүхий ногоон занар, метаэлсэн чулуу, ховроор ганц нэг шохойжингийн үетэй гэж үзжээ ([Дэжидмаа нар, 2008Ф](#)).

2017 онд Монгол Улсын 1:500000-ны масштабын геологийн зураг зохиох төсөлт ажлын үр дүнгээр силурын пржидол (S₄mn)-ийн настай зурагласан байдаг бөгөөд литологи нь кварцит болон цагаан саарал өнгийн гантиг, гантигжсан шохойн чулуу, гранат агуулсан кварц-эпидот-хлоритот, альбит-кварц-хлоритот, кварц-хлорит-серицитэт занар байдаг ([Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф](#)).

УГЗ-200 геологийн зурагт Мөнгөнцээж формацыг L-48-I, L-48-XIV хавтгайд ялган зурагласныг 1:500000-ны геологийн зурагт L-48-I хавтгайн баруун хойд

хэсгийн Яшил формацыг Мөнгөнцээж формац болгон, Орхоны хөндийн зүүн хэсгийг хэвээр үлдээсэн хэдий ч L-48-XIV хавтгайд дээд ордовик-доод силурын настай Гуулин формацаар зурагласан тул бид УГЗ-200 геологийн зурагт зураглагдсан талбайнуудад хээрийн судалгааны ажлуудыг гүйцэтгэн, боломжит дээжлэлтүүдийг хийн, шинжилгээнд хамруулан энэхүү дэд бүлэгтээ оруулж байна.

Бидний судалгааны ажил УГЗ-200, 1:500000-ны геологийн зургуудад Яшил формацын Сэрвэн мэмбэрээр зураглагдсан хэдий ч анх Хосбаяр нарын (Хосбаяр нар, 1987Ф) Мөнгөнцээж формацаар зураглагдсан талбайнууд Хөх-Өндөр уул (1), Хайлааст өндөр уул (2), Мөнгөнцээж толгой (3)-д хийгдсэн бөгөөд талбай бүрийн хэмжээнд бүрэн зүсэлт, боломжит дээжүүдэд петрографи, петро-геохимийн шинжилгээ хийгдсэнийг дэс дарааллын дагуу тайланд тусгаж байна. Бичвэрийг ойлгомжтой болгох үүднээс анх ялгагдаж зураглагдсан талбайг L-48-I хавтгайд Орхоны хөндийн орчим (1), L-48-XIV хавтгайд Нударгын хяр (2) нэрээр ялган бичиглэлээ (Зураг 48).

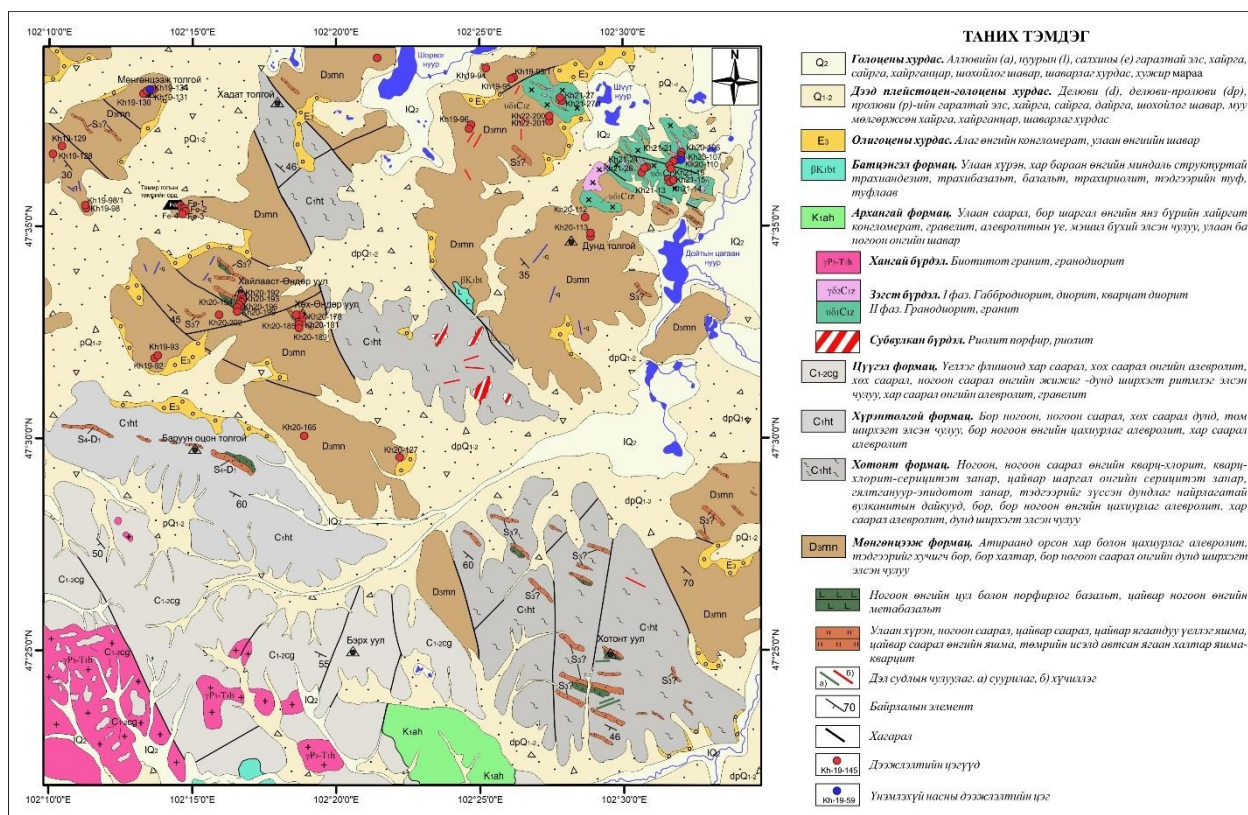


Зураг 48. Мөнгөнцээж формацын тархалтын бүдүүвч зураг

Бид Мөнгөнцээж формацын хурдас дунд илрэх гипербазитын меланж зурагласан (Төмөрчөдөр, 2006Ф)-ыг хээрийн судалгааны ажлын үед мөрдөж, дээжлэлтүүдийг хийн энэхүү бүлэгт нэмэлтээр оруулж байна. Энэ нь далайн плитийн стратиграфийн загвар босгоход чухал мэдээлэл болох тул Зүрх-Уулын гипербазитын меланж (3) нэрлэв.

2.2.1. Орхоны хөндийн орчим

Анх Хосбаяр нар уг формацыг Өндөр-Улаан уулын баруун тал, Ихтамирын голын зүүн эргийн дагууд Өвөргичгэнэ, Шовх, Будагт, Нүхт-Уулын орчимд ялгасан бөгөөд бид судалгааны ажлаа хэд хэдэн талбайд хэсэгчилсэн зүсэлтүүдийг хийн, аккрецын комплексг бүрдүүлсэн (Хосбаяр нар, 1987Ф) (Зураг 49). Уг аккрецын комплексийг бүрдүүлэгч хурдсын дэс дараалал нь хичнээн региональ метаморфизмд өртөж атираажин, маш олон салбар хагарлуудын нөлөөгөөр хэрчигдсэн хэдий ч зүсэлт бүрт дараалсан үеүд их бага хэмжээгээр хадгалагдаж үлдсэн байдгаараа онцлог бөгөөд формацыг төлөөлөх хурдсуудыг гаршийн зургуудаар баталгаажуулж харуулав.

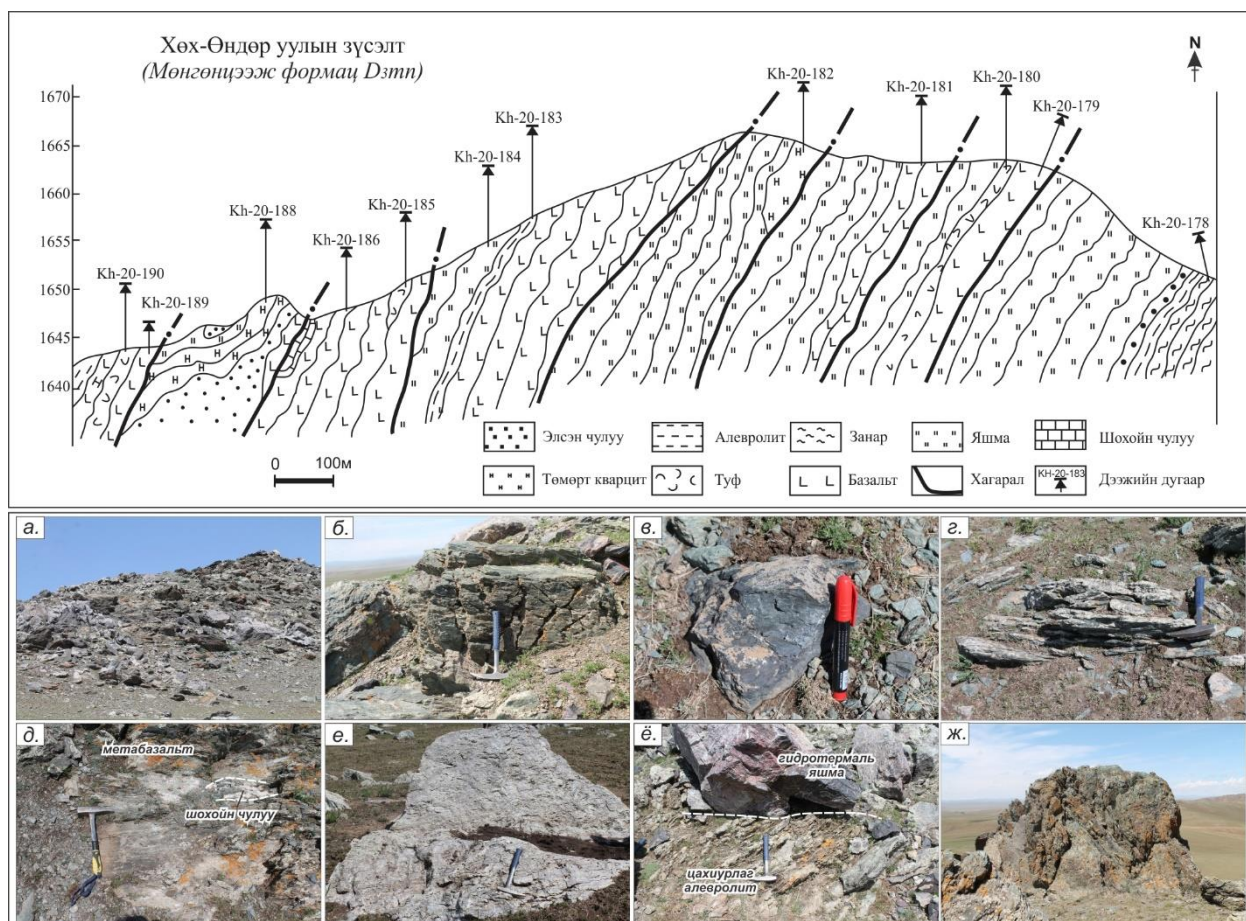


Зураг 49. Орхоны хөндийн орчмын геологийн зураг (Суурь зураг Чулуун нар, 2004 (5595Ф)-ыг ашиглав)

Литологийн хувьд Мөнгөнцээж формац нь шохойн чулууны мэшил бүхий базальтын силл, төмрийн хүдэр агуулсан базальт, түүний туф, атираанд орсон зузаан цайвар саарал өнгийн яшма, төмрийн исэлд автсан ягаан халтар яшма-кварцит, хүрэн өнгийн яшмаар хэлбэржсэн тектоник шаантгуудыг агуулагч атираанд орсон хар болон цахиурлаг алевролит, тэдгээрийг хучигч бор, бор халтар, бор ногоон саарал өнгийн дүнд ширхэгт элсэн чулууны зузаан үеүдээс тогтоно.

Өмнөх судлаачид Хөх-Өндөртөлгойг (1) Мөнгөнцээж формацын Хашаат мэмбэрийн тулгуур талбайгаар сонгон, зүсэлт хийсэн байдаг (Чулуун нар, 2004Ф).

Бидний эхний талбай болох Хөх-Өндөр уул нь региональ метаморфизмын улмаас маш их атираажиж, салбар хагарлуудаар блокчлогдон гадаргууд хувирсан, тохорч эргэсэн байхаар ажиглагдах хэдий ч литологийг бичиглэх зорилгоор 2 удаагийн маршрутын үр дүнд зүсэлтийг баруун хойноос зүүн урд зүгт хийсэн (Зураг 50).



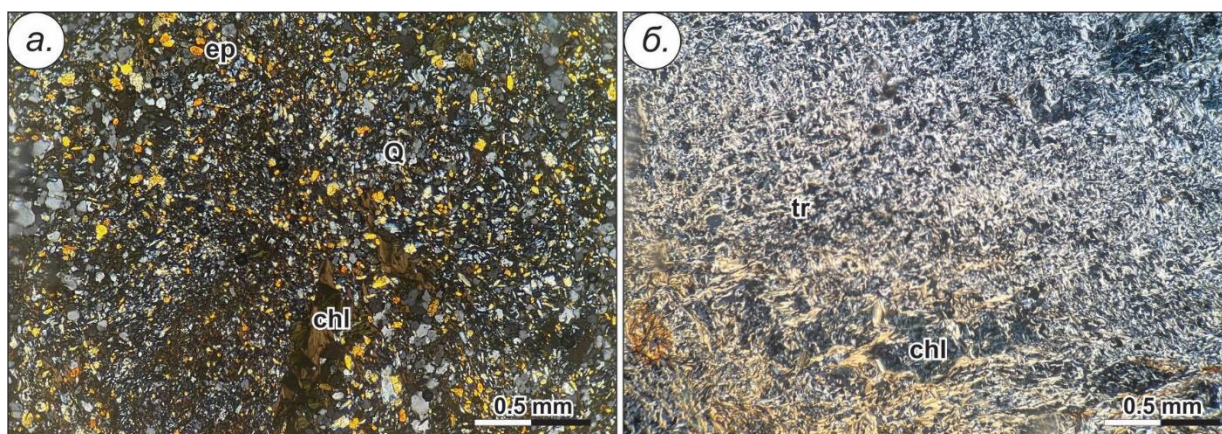
Зураг 50. Хөх-Өндөр уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

а.Хөх-Өндөр уулын харагдах байдал, б.Занаржиж, хувирсан базальтын силл, в.Төмрийн хүдэр агуулсан базальт, г.Хлоритот занар /занаржсан базальт/, д.Шохойн чулууны мэшил агуулж, карбонатаар нэвчигдсэн метабазальт, е.Цайвар саарал өнгийн кварцит, ё.Гидротермаль яшма-цахиурлаг алевролитын хил зааг, ж.Метабазальтын блок

Литологийн хувьд хамгийн доор нь метабазальт, базальтын туф, маш зузаантай цайвар саарал өнгийн яшма-кварцит, цайвар ягаан өнгийн яшма, төмөрт кварцит, шохойн чулууны линз болон төмрийн хүдэр, малахитын түрхэц ихээр агуулах хар ногоон өнгийн метабазальт, занаржсан базальтын силл хэлбэрийн биетээс тогтох тектоник шаантгуудыг агуулж байгаа занаржсан ногоон саарал өнгийн цахиурлаг болон хар алевролитын 2м-ээс хэтрэхгүй зузаантай үеүд, нам дор гаршаар элсэн чулуу бүхий гемипелаг хурдас илэрч байгааг фото зургаар баримтжуулсан бөгөөд байрлалын элемент $УА=140^\circ$, $\angle 30^\circ$ байдаг (Зураг 50).

Хөх-Өндөр уулын метабазальтууд нь петрографийн судалгаагаар маш их хувирч, занаржсан байсан тул нарийвчилсан шинжилгээнд хамруулах боломжгүй

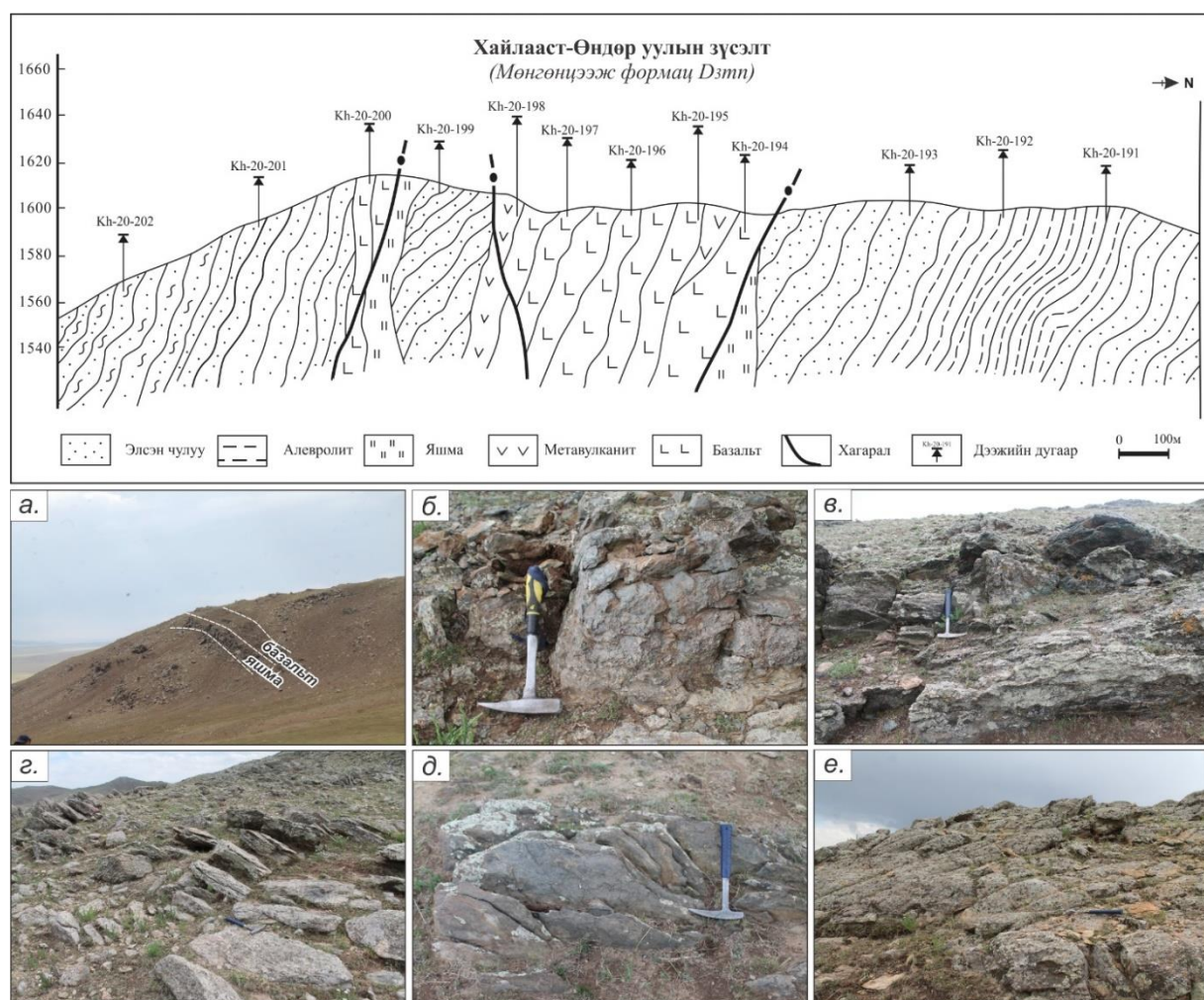
байсан. Шлифэнд анхдагч эрсдүүд хувирч хлорит-тремолит-эпидотот, тремолит-эпидот-кварц-хээрийн жоншт занар байхаас гадна деформацийн нөлөөгөөр хоёрдогч эрдсүүд ихээр хөгжсөн харагддаг (Зураг 51). Ерөнхийдөө микролепидонематобласт структуртай, занарлаг, үеллэг текстуртэй, эпидот, тремолит, хлорит (85-90%), кварц (10-15%), төмрийн усан исэл, хүдрийн эрдэс тааралдана. Занарлаг текстурыг хлоритын бичил ялтас, тремолитын зүүлэг, бичил призмүүд, эпидотын изометрлэг болон бичил призмлэг агрегатууд бий болгожээ. Дээрх эрдсүүд нь ерөнхийдөө холилдон жигд тархсан боловч хэсэгчлэн тус тусдаа нягтарч үеллэг байдалтай болсон байна.



Зураг 51. Шлифийн микрофото зураг.

а.Хлорит-тремолит-эпидотот занар (Kh-20-179), б.Хлорит-тремолит-эпидотот (Kh-20-183)

Литологи нь ялгаатай, харьцангуй алевролит, элсэн чулууны үеүд давамгайлж байсан тул зэргэлдээ Хайлааст өндөр ууланд нэмэлт зүсэлт хийгдэв. Энд төмөрт кварцит, бор халтар, ягаандуу өнгийн яшма, занаржсан хар ногоон өнгийн базальтын (хлоритот занар) зузаан үе, метабазальт, хар алевролит, ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, бор халтар алевроэлсэн чулуу, бор шаргал өнгийн элсэн чулууны зузаалаг илрэх ба байрлалын элемент $UA=230^\circ$, $\angle 50-70^\circ$ байдаг (Зураг 52). Өмнөх судлаачдын тэмдэглэсэн гранаттай занар олдоогүй, харин хлоритот занарт пиритын шигтгээнүүд ихээр тааралддаг болохыг энд цохон тэмдэглэх хэрэгтэй. Бид зүсэлтээс харьцангуй бага хувирсан базальтыг (Kh-20-194, Kh-20-196) шинжилгээнд хамруулсан.

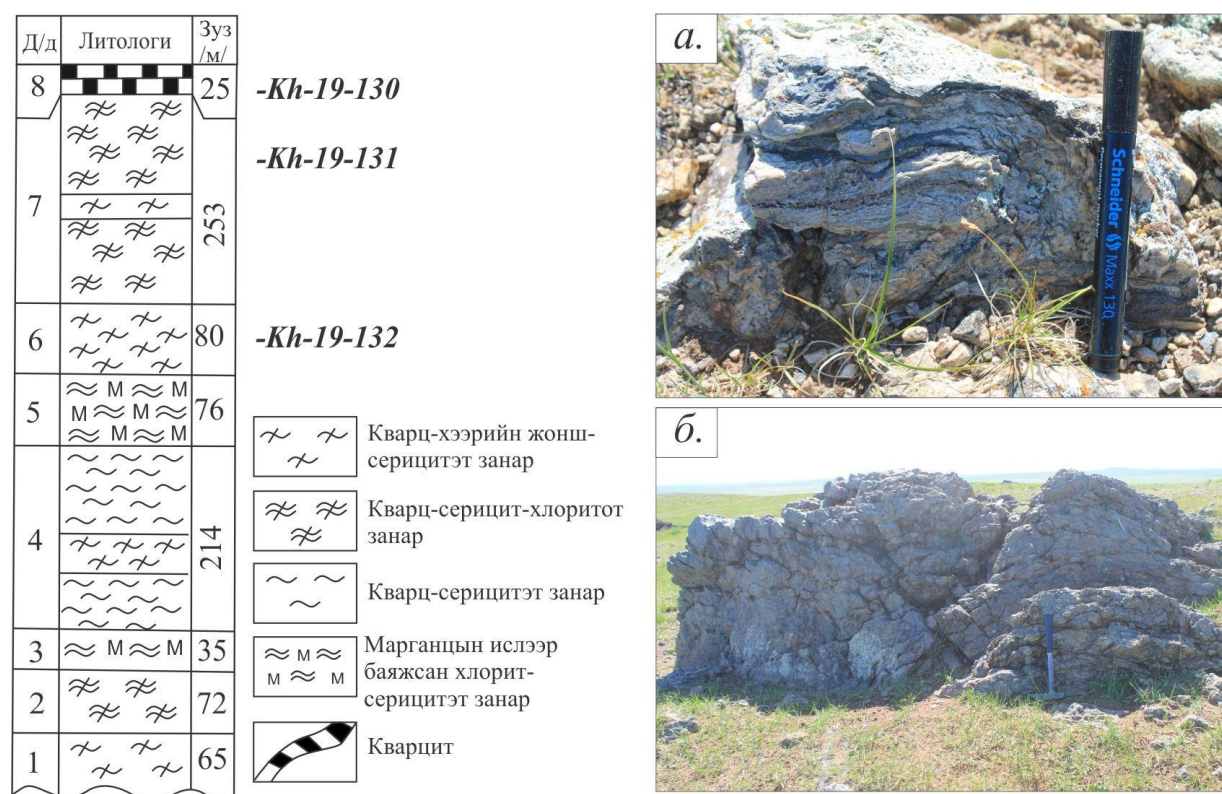


Зураг 52. Хайлааст-Өндөр уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

а. Яшмын харагдах байдал, б. Метабазальт, в. Занаржсан базальт, г. Хар алевролитын үе, д. Занаржсан алевроэлсэн чулуу, е. Бор шаргал өнгийн элсэн чулууны зузаан үе

Мөнгөнцээж толгой нь хагарлуудын нөлөөгөөр блоклогдсон, маш их атираажсан, голчлон цагаан саарал кварцит, кварц-серицитэт занар тааралдах бөгөөд серицит нь гадаргуудаа тослогтсон гялга үзүүлэх бөгөөд тунамал эх үүсвэртэй байхаар ажиглагддаг ба кварц-серицитэт занарын энэ үеэс насыг тодруулах зорилгоор дээжлэлт хийсэн.

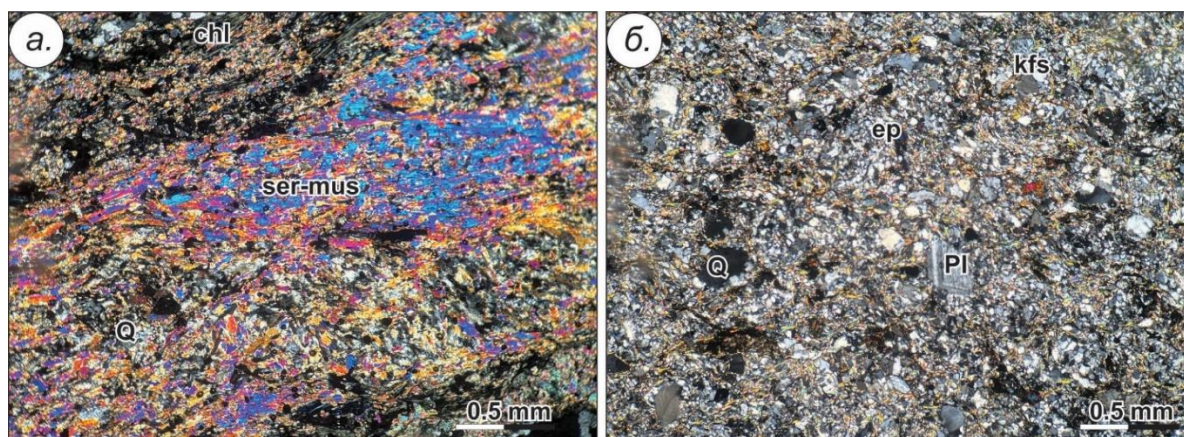
Уг формацыг зурагласан талбайд хагарлаар хэрчигдсэн блокууд байхаас гарш, илэрц муутай тул бид зөвхөн Хосбаяр нарын (1987Ф) тулгуур талбай гэж ялгаж байсан Мөнгөнцээж толгой орчимд багахан зүсэлт хийн, фото зургаар гаршийг харуулав (Зураг 53). Мөнгөнцээж формацын тулгуур талбайг бид Чулуун нарын (Чулуун нар, 2004Ф) Хөх-Өндөртолгой гэдэгтэй санал нийлж байгаа бөгөөд энэ толгой нь аккрецын шаантгийн детачмент хагарлын сонгодог жишээ болно гэж үзсэн.



Зураг 53. Мөнгөнцээж толгойн босоо зүсэлт, гаршийн зураг.
а.Цагаан саарал кварцит, б.Кварц-серицитэт занар

Петрографи: Дээрх хээрийн нөхцөлд авагдсан занаржсан вулканит, хар болон цахиурлаг алевролитууд нь петрографийн судалгааны үр дүнд кварц-гялтгануурт занар, хлорит-серицитэт занар, мусковит-серицит-хлоритот занар болон метабазальтаар тодорхойлогддог (Хүснэгт 1). Кварц-серицит-хлоритот занарууд нь занарлаг текстуртай, гранолепидобласт структуртай, кварц (40-45%), серицит (30-35%), хлорит (25-30%) болон бага хэмжээгээр хүдрийн эрдсээс (3%) тогтоно (Зураг 54а). Эпидот-хлоритот занарын нэгэн адилаар хлоритжсон хэсгүүдэд хүдрийн эрдсийн бөөгнөрөл ажиглагдана. Кварц-гялтгануурт занарууд нь гипидогранобластлаг структуртай, занарлаг текстуртай, 0.05-0.5мм мөхлөгийн хэмжээтэй, кварц (55-60%), гялтгануур (35-40%), аксессуар эрдсээс хүдрийн эрдэс тааралдана. Кварц нь изометрлэг, зөв бус хэлбэртэй, ерөнхийдөө жигд тархсан хэдий ч заримдаа 0.1-0.5мм өргөнтэй судланцрууд үүсгэн ажиглагдана. Чулуулаг занаржилтын дагуу нарийн атирааг үүсгэсэн ээлжлэн давтагдсан үеүдээс тогтжээ. Зарим чулуулаг нь нэгэн зүгт чиглэсэн эпидотын бичил призмлэг агрегатууд, түүний лейкоксенжсэн шороолог бор, барзгар агрегатууд, серицит-хлоритын хайрс, биотитын бичил ялтас, хайрсуудаас тогтож занарлаг текстур үүсгэжээ. Метаэлсэн чулууны хэмхдэсийн бүрэлдэхүүнд кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жонш зэрэг эрдсийн хэмхдэсүүд (25-35%), чулуулгийн барьцалдуулагч нь хлорит, серицит

болон кварц (65-75%). Чулуулгийн хэмхдэсийн хэмжээ 0.5мм хүртэл хэмжээтэй бөгөөд алевросаммитлаг структуртай, сулавтар занарлаг текстуртай (Зураг 54б).



Зураг 54. Шлифийн микрофото зураг.

а.Серицит-эпидот-хлоритот занар (Kh-19-131), б.Метаэлсэн чулуу (Kh-19-128)

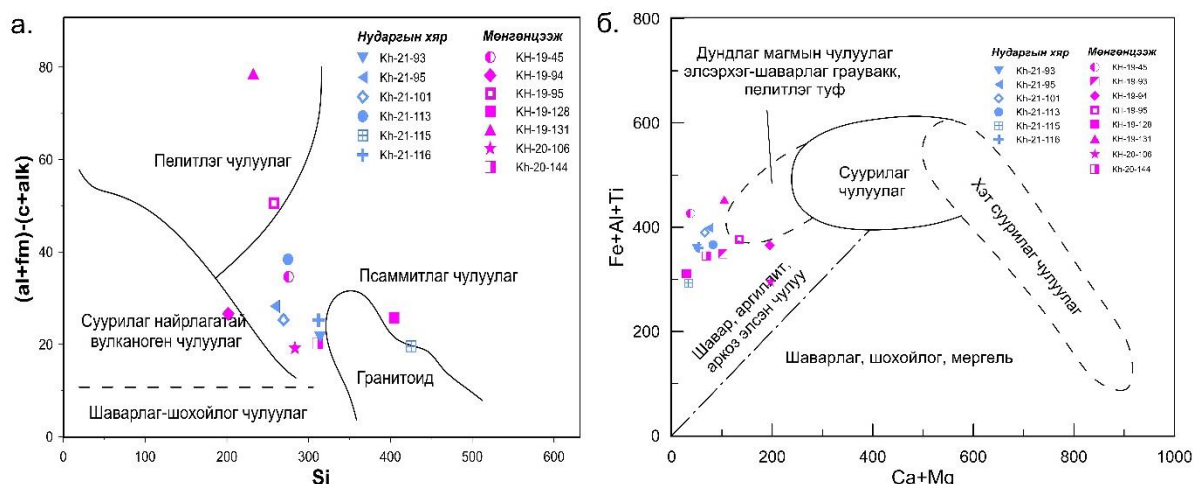
Хосбаяр нар (Хосбаяр нар, 1987Ф) болон Чулуун нар (Чулуун нар, 2004Ф)-ын тайлангуудын петрографийн бичиглэлд серицит-хлоритот занар нь дунд палеозойн филлит маягийн шаварлаг-серицитэт занарыг санагдуулахаар төрхтэй бөгөөд занаршилтан ихээр өртсөнөөр ялгаатай, тэрчлэн бластоалевролитын үлдэгдэл структур ажиглагддаг, кварц-серицит-хлоритот занар нь хүчтэй дахин талсжсан, псаммит структур тод ялгагддаг тухай тус тус дурджээ. Энэ нь бидний судалгаа метатунамал хурдас болохыг баталж байгаа юм.

Хүснэгт 5. Мөнгөнцээж формацын хувирмал чулуулгийн петрографийн бичиглэл

№	Чулуулгийн нэр	Дээжийн дугаар	Структур	Текстур	Чулуулгийн эрдэслэг бүрэлдэхүүн				
					Хэмхдэс			Барьцалдуулагч үндсэн хэсэг	Эзлэх хувь
					Эзлэх хувь	Хэмжээ /мм/	Найрлага		
1	Кварц-гялтгануурт занар	Kh-20-193	Лепидогранобласт	Цул занарлаг	70%	0.05-0.3	Кварц, серицит-мусковит, плагиоклаз, лейкоксен, төмрийн усан исэл	Серицит-мусковитын жижиг ялтаслаг агрегатууд	30%
2	Кварц-кальцитын метасоматит	Kh-20-229 Kh-19-94	Гетеробласт	Цул занарлаг	55-60%	0.1-0.5	Кварц, кальцит, мусковит, хлорит, хүдрийн эрдэс	Хлорит-серицит	40-45%
3	Кварц-мусковитот занар	Kh-19-128 Kh-19-93 Kh-19-95	Гранонематобласт	Сулавтар занарлаг	50-55%	0.01-0.47	Кварц, мусковит, эпидот, хүдрийн эрдэс, лейкоксен, төмрийн исэл, плагиоклаз	Гялтгануур	45-50%
4	Серицит-эпидот-хлоритот занар	Kh-20-196	Лепидобласт	Сулавтар занарлаг	20%	0.02-0.25	Кварц, эпидот, серицит, хлорит,	Хлорит-серицит	80%
5	Кварц-серицит биотитот занар	Kh-19-45	Гранолепидобласт	Сулавтар занарлаг	50-55%	0.01-0.3	Кварц, серицит, биотит	Бичил серицит	45-50%
6	Мусковит-серицит-хлоритот занар	Kh-20-194 Kh-20-99	Лепидобласт	Занарлаг	20%	0.01-0.05	Серицит, хлорит, хүдрийн эрдэс	Мусковит, серицит-хлорит	80%
7	Метабазальт	Kh-20-263 Kh-20-257 Kh-20-95/1	Гломеропорфир, Лепидобласт, Нематогранобласт	Сул занарлаг, толболог	60-65%	0.01-0.12	Хувирсан плагиоклаз, серицит-хлорит	Эпидот-хлоритын далд талстлаг агрегат, мусковит-хлорит	35-40%
8	Кварц-серицит-мусковитот занар	Kh-19-131	Гранолепидобласт	Сулавтар занарлаг	50-55%	0.03-0.25	Кварц, гялтгануур, төмрийн усан исэл	Серицит-мусковит	45-50%
9	Кварц-серицитэт занар	Kh-20-102	Гранобласт	Сулавтар занарлаг	70%	0.02-0.2	Кварц, серицит	Биотит-эпидот-серицит	30%

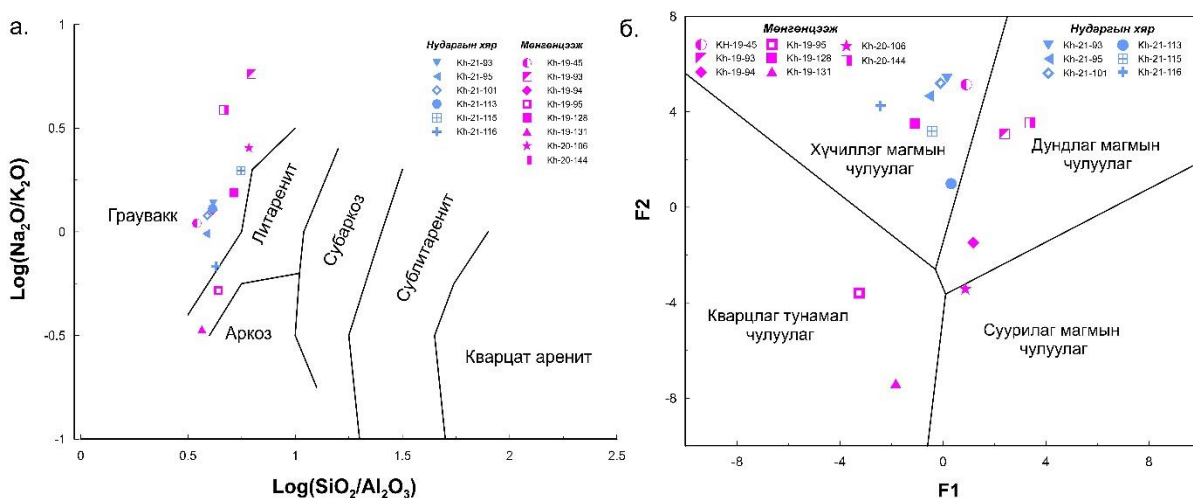
1. Метаморф комплексын протолит, тэдгээрийн эх үүсвэр, геодинамик орчин.

Мөнгөнцээж формацын метаморф чулуулгийн анхдагч эх үүсвэрийг тодруулахад пелитлэг болон псаммитлаг найрлагатай тунамал чулуулгаас үүссэн (Зураг 55а), тунамал чулуулгийн эх үүсвэртэй болох нь харагдана (Зураг 55б). 1 дээж (Kh-19-94) суурилаг найрлагатай чулуулгийн талбайд буусан дээж нь петрографийн судалгаагаар маш их карбонатжиж, хлоритжиж хувирсан базальт байв.



Зураг 55. Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграмм. А.А.Симонены диаграмм $Si = SiO_2$; $(al + fm) - (c + alk) = [Al_2O_3 + (FeO + MgO)] - [CaO + (Na_2O + K_2O)]$. Б.Б.Мауна и Х. де ля Рошагийн диаграмм (Ефремова, 1985)

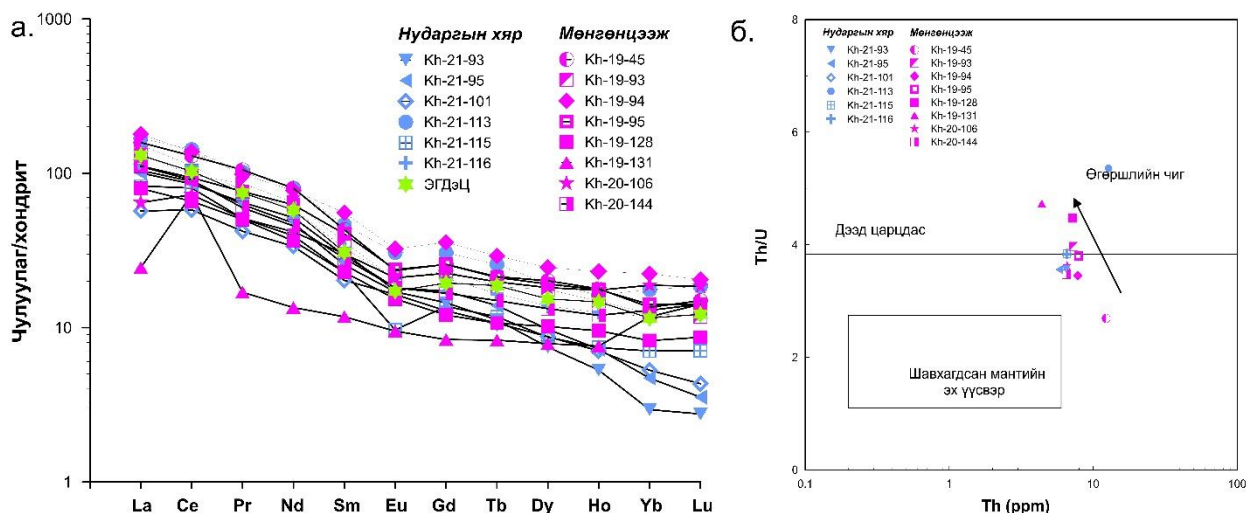
Тунамал гаралтай занарын протолит нь элсэн чулууны ангиллын Петтиджоны диаграмм дээр ерөнхийдөө граувакк найрлагатай (Зураг 56а), харин Roser ба Korsch (1988) нарын боловсруулсан тунамал чулуулгийн эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох дискриминацийн диаграммд дийлэнх нь хүчиллэг магмын эх үүсвэртэй бол литаренитын талбайд буусан Kh-19-95, Kh-19-131 дээж нь кварцлаг тунамал чулуулгийн талбайд ялгагдаж харагдана (Зураг 56б).



Зураг 56. а- Элсэн чулууны ангиллын диаграмм (Pettijohn et al, 1972); б- Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)

ГХЭ-ийн хувьд дээжүүд нь эх газрын царцдасын хэмжээнд байх ба ХӨГХЭ/ХүГХЭ харьцаа 11.6-14.2 (дундаж=12.7), Eu сөрөг аномаль ($Eu/Eu^* = 0.71-0.95$, дундаж=0.82)-тай байгаа нь хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй, ЭГДэЦ-тай ойролцоо агуулгатай (Зураг 57a).

Дээж кварц-серицитэт занар (Kh-19-131) нь ГХЭ-ийн хувьд Се-ийн эерэг гажил үзүүлж байгаа нь гидротермаль хувиралтай холбоотойг харуулахаас гадна Mn -2347 ppm, Cr ~400 ppm, Ni-147ppm агуулга өндөр агуулгатай бусад чулуулгаас ялгардаг.

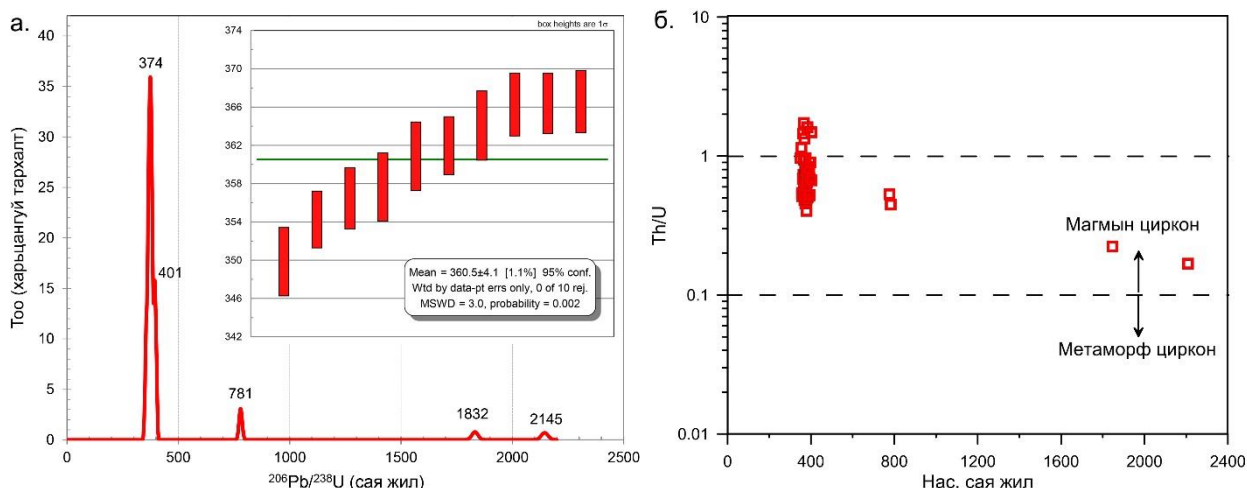


Зураг 57. а- С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989), б- Th болон Th/U харьцааны диаграмм (McLennan et al, 1993)

Энэ талбайн дийлэнх чулуулаг нь никель болон титаны ислийн маш бага агуулгатай, хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй бол зарим дээжүүд Kh-19-131, Kh-19-93, Kh-19-95 нь Ni (ppm)-ийн өндөр агуулга, TiO_2 -ийн бага агуулга нь тунамал чулуулаг субдукцын бүсэд дахин талсжилтанд орсныг илэрхийлнэ. Тунамал эх үүсвэртэй занаруудын дийлэнх нь Th/U харьцааны утга ЭГДэЦ-ын дундаж утгатай ижил буюу ойролцоо байгаа хэдий ч Мөнгөнцээж толгойн блоклогдсон гаршийн занарууд илүү их өгөршилд автсан талбай руу чиглэж ялгарч байна (Зураг 57б).

Геохронологи. Уг формацын хурдас нь хойд талаараа Хойд тамирын голын томоохон хагарлаар хиллэгдэн шахагдсанаас гадна зүүн талаараа Орхоны хөндийн томоохон хагарлын нөлөө, тэдгээрийн хэд хэдэн салбар хагарлуудаар гаршууд нь занаржиж, блокчлогдон тарамцаг байдлаар илэрч байгаа нь ажиглагдах бөгөөд өмнөх судлаачид метаморфизмын зэргээр нь эртний насанд хамааруулсан байдаг. Бидний судалгаанд хамруулсан занаруудын болон тунамал чулуулгийн геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд ижил байсан (Эрдэнэчимэг, 2019) учир геохронологийн шинжилгээ хийлгэж, улмаар тунамал хурдас хуримтлалын тэжээгдлийн эх үүсвэрийг тодруулах шаардлага бий болсон юм.

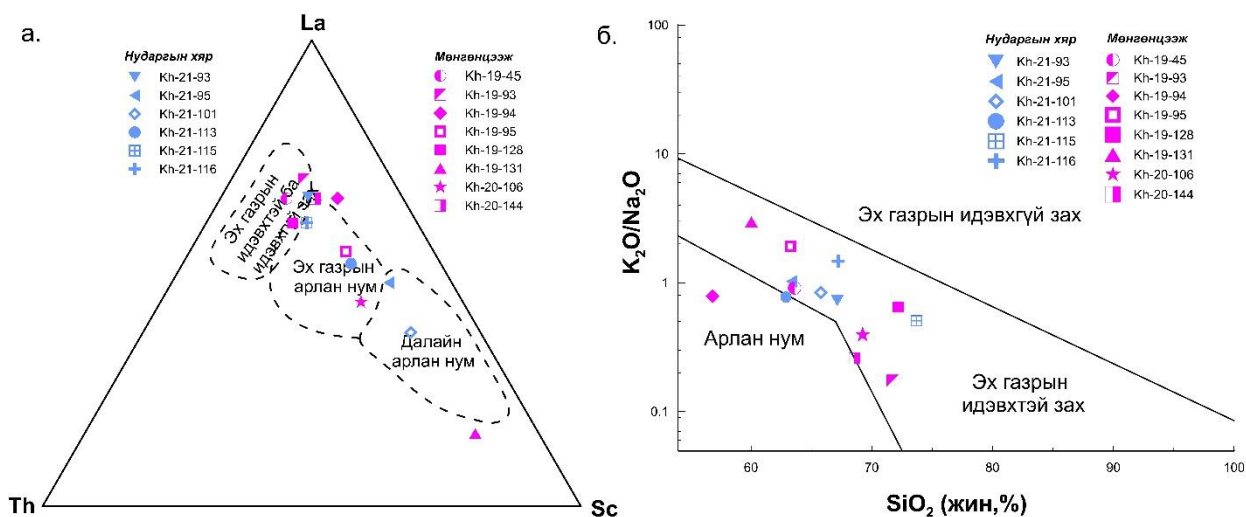
Кварц-серицитэт занарын дээж Kh-19-131 дээжээс ялгасан цирконуудын нийт 95 мөхлөгийг U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээнд хамруулснаас 44 мөхлөг нь 90%-аас дээш илтгэлцүүр бүхий өндөр нарийвчлалтай конкорд өгөгдлүүд байсан бөгөөд үлдсэн мөхлөгүүд нь конкорд бус уламжлагдсан цирконы мөхлөгүүд гэж үзлээ (Хавсралт 7).



Зураг 58. Kh-19-131 дээжийн зөөгдмөл цирконы U-Pb-ны гистограмм, залуу насны дундаж утга болон Th/U харьцааны диаграмм

Цирконуудын бүрэлдэхүүнд 350 ± 4 ба 2145 ± 16 с.ж-ийн хооронд $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ нас нь хэлбэлзэх бөгөөд доод карбоны циркон 9%, 395 ± 4 - 361 ± 4 с.ж-ийн хооронд $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ нас нь хэлбэлзэх дээд-дунд девоны циркон 73% буюу гол популяцийг, доод девоны циркон 9%, 783 ± 6 - 777 ± 6 с.ж ба 2145 ± 16 - 1832 ± 14 с.ж-ийн $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ настай палеопротерозойн цирконууд 9%-ийг тус тус эзлэнэ. Эдгээрээс тус дээжийн 351 - 336 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх хамгийн залуу 10 цирконы популяцийн дундаж $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ нас нь 360.5 ± 4.1 с.ж байгаа нь хурдас хуримтлал дээд девоны цаг үеэс хойш хуримтлагдсаныг илэрхийлнэ (Зураг 58a). Th/U харьцаа нь 0.2 ба 1.6 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь тэдгээрийг суурилагаас хүчиллэг найрлагатай магмын гаралтай болохыг харуулж байна. Нилээдгүй хэмжилт нь дисконкорд болсон хэдий ч дээрх насны өгөгдлүүдийг давхар үзүүлж байгаа бөгөөд магадгүй эвдрэлд орсон, ором дайран гарсантай холбоотой байж болох юм (Зураг 58б).

Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, өгөршлийн эрчим, тектоник орчин. Орхоны хөндийн хагарлаар блокчлогдсон Мөнгөнцээж толгойн тунамал чулуулгийн Th/U харьцаа 4 буюу түүнээс дээш утга үзүүлж байгаа нь өгөршлийн эрчим их байсныг, бусад талбайн тунамал чулуулаг нь ЭГДЭЦ-ын хэмжээнд ($\text{Th}/\text{U}=3.8$) буюу өгөршилд бараг ороогүй байгааг илтгэдэг. Торий болон ураны агуулга цахиуржилт нэмэгдэх тусам ихэсдэг, мөн тунамал чулуулаг дахь хээрийн жонш, шаварлаг эрдсүүдтэй холбоотой байдаг.



Зураг 59. Тектоник орчин тодорхойлох диаграммууд
 а. La-Sc-Th (Bhatia and Crook, 1986), б. SiO₂-K₂O/Na₂O (Roser and Korsch., 1986).

Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодруулахад гол ислүүдийн болон ховор элементүүдийн үр дүнгүүдийг боловсруулан баталгаажуулав. Гол ислүүдийн диаграммаас харахад дийлэнх дээжүүд нь эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд хуримтлагдсан, харин ховор элементүүдийн диаграмм дээр дээжүүд эх газрын нумаас эх газрын идэвхтэй захын заагийн нөхцөлд буусан байгаа хэдий ч Kh-19-95, Kh-19-106, Kh-19-131 дээжүүдийн эх газрын нумын талбайд буух (Зураг 59) бөгөөд петрографийн судалгаагаар актинолитын зүүлэг талстууд давамгайлжээ.

1. Аккрецын комплексыг бүрдүүлэгч базальтын судалгаа.

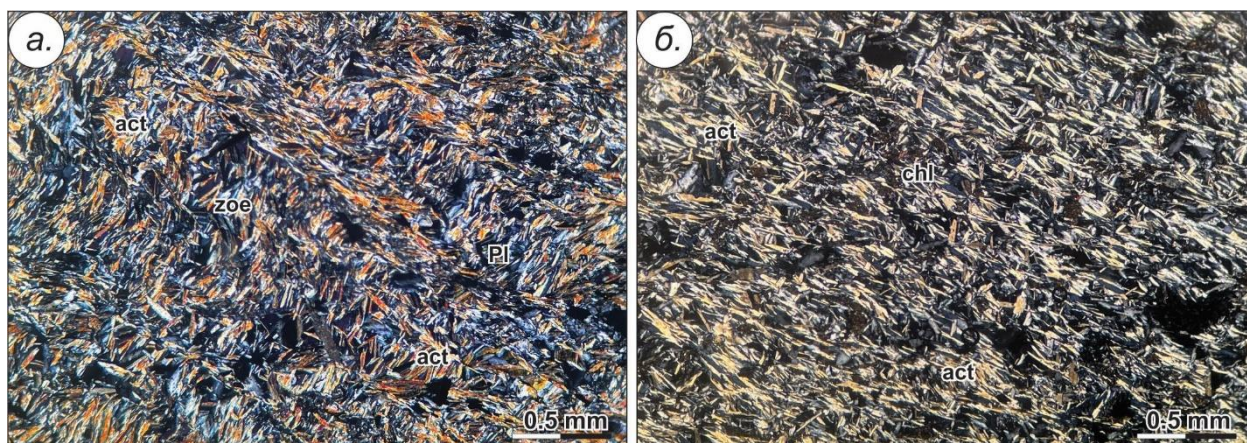
Мөнгөнцээж формацын хэмжээнд бид аккрецын комплексыг шинээр ялгаж байгааг дээр дурдсан бөгөөд энэхүү формац нь региональ метаморфизмд автан, томоохон болон салбар хагарлуудын нөлөөгөөр маш их хувирсан байдаг нь базальтын томоохон силл хэлбэрийн биетүүдэд харагдах бөгөөд баруунаас зүүн тийш метаморфизм нь багасч, босоо хэсэгшил бүхий гаршийн байдал алгуур нам рельеф үүсгэсэн зүй тогтол ажиглагддаг (Зураг 60).



Зураг 60. Базальтын гарш
 а.Метаморфизмд орж занаржсан базальт, б.Занаржсан базальт, в.Базальт

Петрографийн хувьд метавулканит нь порфирлог, үндсэн хэсэг нь пилотакситлаг структуртай, сулавтар занарлаг текстуртай, порфир шигтгээ нь (10-15%) эзлэх ба призмлэг хэлбэртэй плагиоклаз (35-40%), өнгөт эрдсийн псевдоморфоз (35-40%),

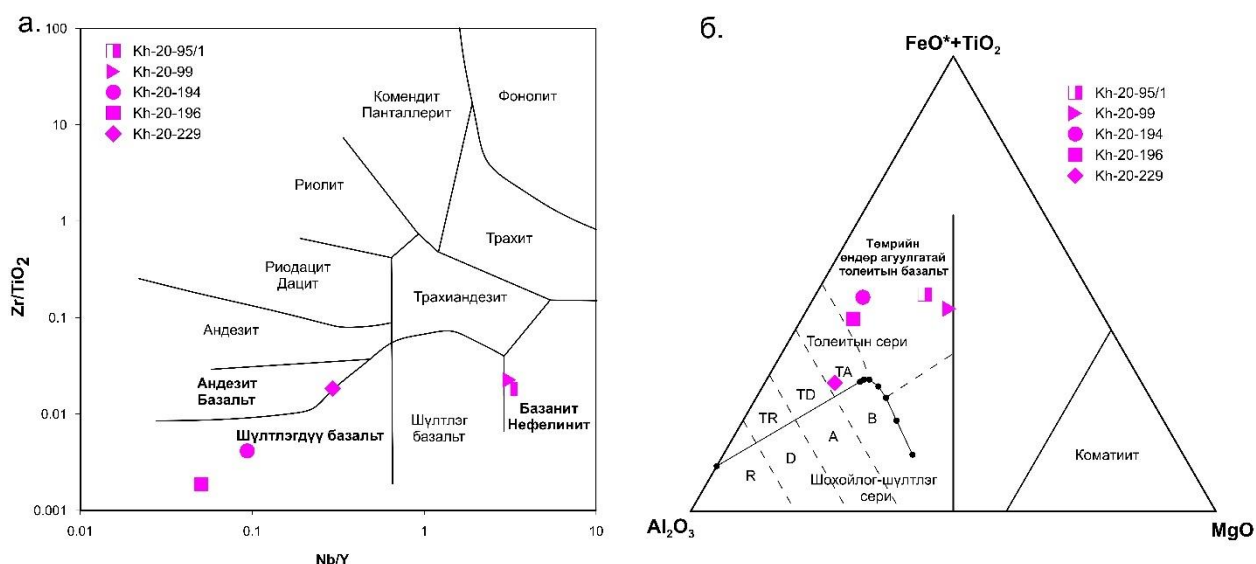
хувирсан галт уулын шилнээс (10-20%) бүрдэнэ. Плагиоклазын шигтгээ нь хүчтэй хувирсан чулуулагт серицитжсэн, карбонатжсан, лейкоксенжсэн эпидотын агрегатаар бүрэн түрэгдсэн байна. Өнгөт эрдэс амфибол нь хлорит, актинолит, эпидотоор хэсэгчлэн болон бүрэн түрэгджээ. Чулуулгийн үндсэн хэсэг нь занаршилд өртөж нэгэн зүг чиглэн байрласан, серицитжсэн, альбитжсан, эпидотжсон плагиоклазын микролитууд (0.04-0.1мм) хлорит, лейкоксены бичил агрегатуудаас тогтжээ (Зураг 61).



Зураг 61. Шлифийн микро фото зураг. Метабазальт (Kh-20-194; Kh-20-195)

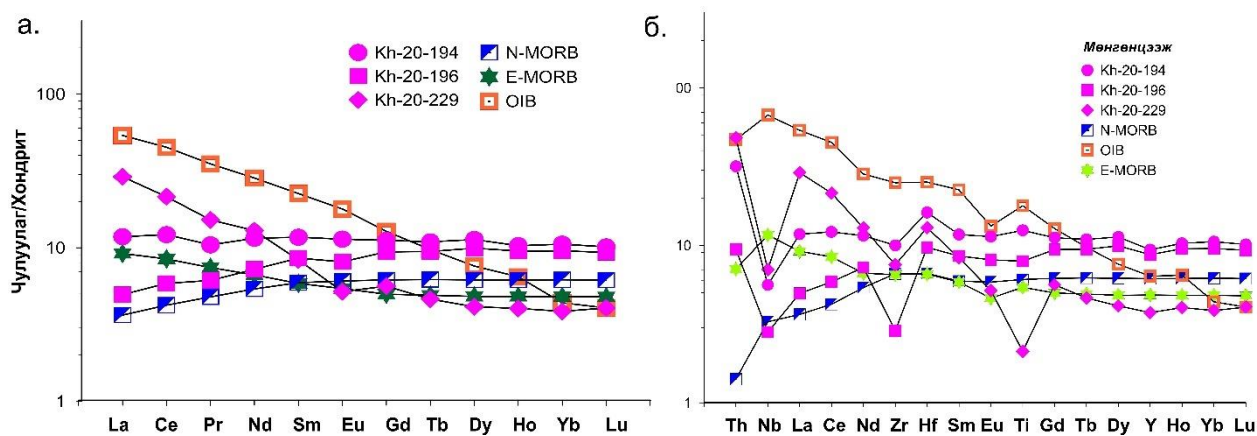
Петрохими. Метавулканитуудын хувьд шатаалтын алдагдал өндөр (LOI) байдгаас гадна голлох элементүүд болон том ионтой литофиль элементүүдийн агуулга нь хувирлын түвшинтэй холбоотойгоор нилээд ихсэх хандлага ажиглагддаг (Messo et al, 2012). Иймээс метавулканитуудын геохимийн судалгаанд ногоон занарын болон түүнээс илүү түвшний метаморфизмын явцад бараг өөрчлөгдөггүй ГХЭ болон өндөр цэнэгтэй элементүүдийн өгөгдлүүдийг голлон авч үздэг (Rollinson, 1993).

Вулканоген чулуулгийн петрохимийн онцлогийг тодорхойлоход нилээд хувирсан учир TAS ангиллын диаграммаас илүү тогтвортой элементүүдийн хамаарал бүхий диаграммуудыг ашиглав. Вулканоген чулуулаг нь хоёрдогч хувиралд тогтвортой элементүүд болох Nb/Y-SiO₂ харьцуулсан диаграмм дээр шүлтлэг болон шүлтлэгдүү базальтын талбайд (Зураг 62a) буух ба AFM гурвалжин диаграмм дээр метабазальтууд нь толеитын эгнээнд хамаарч байна (Зураг 62б).



Зураг 62. а- Nb/Y-Zr/TiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977);
б- AFM диаграмм (Irvine and Baragar, 1971)

Геохими. Суурилаг найрлагатай вулканоген чулуулгийн петрогенезис, үүссэн геодинамик нөхцөлийг тодорхойлоход хайлмагт үлддэг нийцлэг болон нийцлэг бус ховор элементүүдийн (Th, Nb, Zr, Rb, Ba болон LREE) тархалтыг ашиглагдаараа онцлогтой (Скляр *и др*, 2001). Геохимийн онцлогийг тодруулахаар 3 зүсэлтэнд илрэх 9 базальтын дээжинд нарийвчилсан шинжилгээ хийлгэсэн бөгөөд үр дүнг (Хавсралт 5) харуулав. Судалгаанд хамрагдсан базальтуудын том ионтой литофиль элементүүд нь Хөх-Өндөр уулын базальтуудад (бага агуулга Sr=261-757; өндөр агуулга Rb=101-140; Ba=693-867), Холбоотолгойн базальтуудад (Sr=214-1012; бага агуулга Rb=1-16; Ba=21-54) харилцан адилгүй маш өргөн хэлбэлзлийг үзүүлж байгаа учир олон элементийн спайдер диаграммыг байгуулахдаа хөдөлгөөнгүй, хувиралд бага автдаг нийцлэг бус элементүүдийг сонгож тайлалт хийсэн болно. Базальтууд нь далайн голч нурууны, далайн арлын толейтын болон дундлаг найрлагатай дайк нь шохойлог-шүлтлэг эгнээний 3 төрлийн шинжийг үзүүлж байна. Дундаж титаны ислийн агуулгатай (TiO_2 дундаж=2.9 жин.%), харьцангуй хэвтээ чиглэлийн ГХЭ-ийн муруйг (Зураг 63) үүсгэдэг ($La/Sm_{n}=0.6-2.8$; $Gd/Yb_{n}=1.0-1.3$), $Zr/Nb=16-28$, $Al_2O_3/TiO_2=6.94-11.8$ агуулгатай, шавхагдсан мантийн эх үүсвэртэй, өндөр зэргийн хайлалтанд үүссэн Е-Б-ДГНБ ($Ce/Yb_{PM}<1$)-ийн шинжийг үзүүлнэ.



Зураг 63. а- С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй. б –Анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Олон элементийн спайдер диаграмм дээр базальтууд нь Nb-ын сөрөг гажил үзүүлж байгаа ($(\text{Nb}/\text{La})_{\text{PM}}=0.2-0.7$) нь базальтуудын эх үүсвэрт эх газрын царцдасын материал оролцож бохирдол үүссэнийг илтгэдэг (Safonova, 2004) (Зураг 63б). Мөн өндөр цэнэгтэй элементүүд болон ХөГХЭ-үүдээр ядуурсан, Zr/Nb өндөр, Th зэрэг гажилтай байгаа зэрэг нь магмын дараах хувирлын үр дүн гэж үзсэн ч бий (Safonova et al, 2011). Магадгүй силикат эрдсийн фракцжилт Ti, Hf элементүүдийг хайлмагаас шилжүүлэх хандлагатай байдаг тул үлдэгдэл хайлмагт Th агуулга ихсэх шинжтэй болдог (Скляров и др., 2001). Цирконы сөрөг гажил нь эх үүсвэр нилээд хувирсан, мөн CaO өндөр агуулгатай буюу карбонатжсан эх үүсвэртэй холбоотой байдаг.

2.2.2. L-48-XIV хавтгай буюу Нударгын хяр орчим

L-48-XIV хавтгайн хэмжээнд зүүн урдаас баруун хойш сунасан зэрэгцээ хагарлуудаар хэрчигдсэн хагас нумарсан тогтоцыг анх Бөмбөрөө нар зурагласан байдаг (Өлзийбаяр нар, 2002Ф).

Анх Баадай нар дээрх талбайн хурдсын литологийг амфиболит, амфибол-хээрийн жонш- кварцат занар, микрогнейсээс тогтсон ангилагдаагүй протерозой-доод кембрийн насанд хамааруулж байсан (Баадай нар, 1974Ф).

Харин бүлэгчилсэн 1:200 000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлаар Тогтох нар L-48-XIV хавтгайн баруун урд буланд гарш маш муутай ч доод протерозойн графитлаг гантиг, зарим тохиолдолд саарал гнейс, хар ногоон саарал өнгийн амфиболит, биотит-силлиманитат занарын литологи бүхий метаморф блокуудыг ялган, зурагласан бөгөөд Хархорины өргөгдлийн өмнөд төгсгөл гэж үзсэн байдаг (Тогтох нар, 1986Ф).

1990 онд 1:500 000-ны масштабын геологийн зурагт дээд рифей-доод кембрийн Мандалын серийн дунд зузаалагт ($R_3-E_1mn_2$ одоогийн NP_3-E_1 түвшин) ялган, полимикт, хээрийн жоншт, шаварлаг гялтгануурт, цахиурлаг ба шохойлог

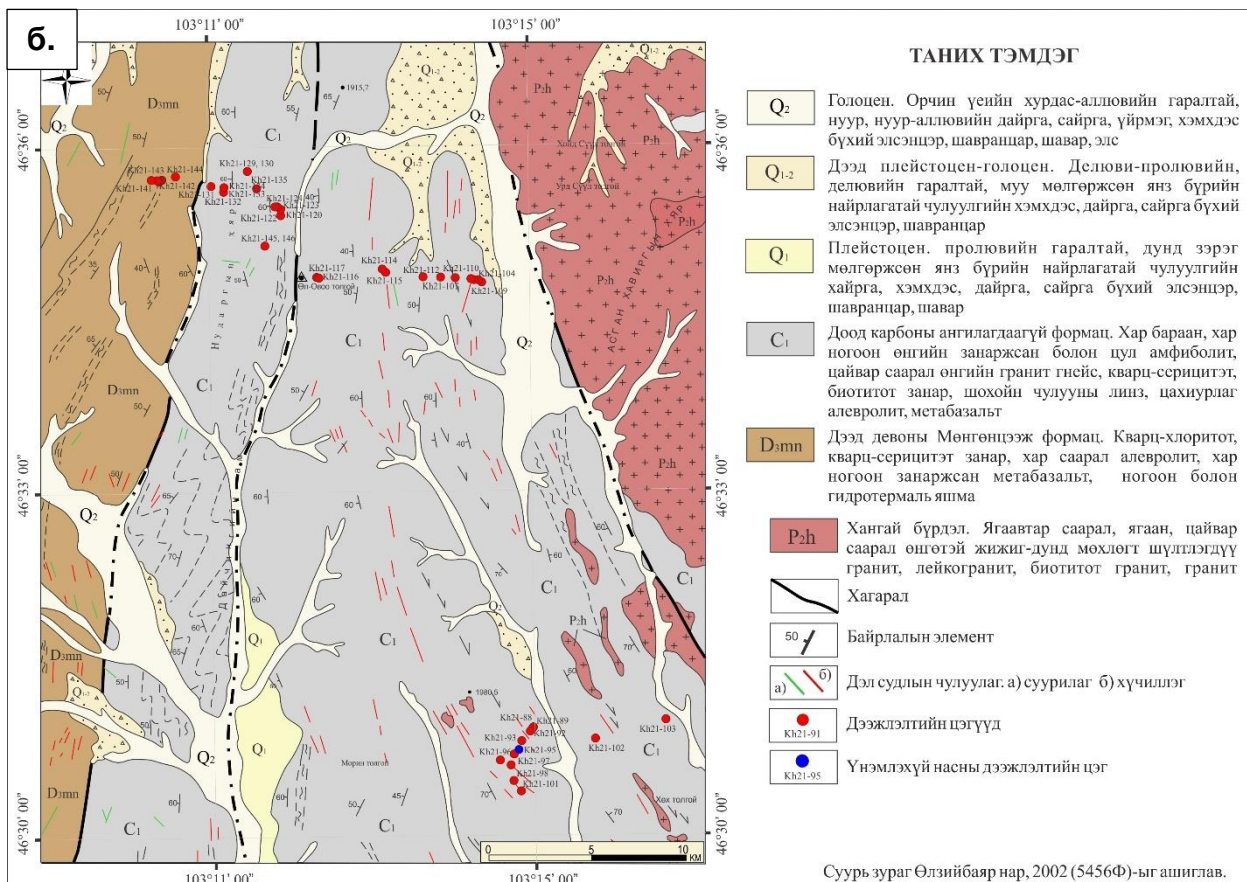
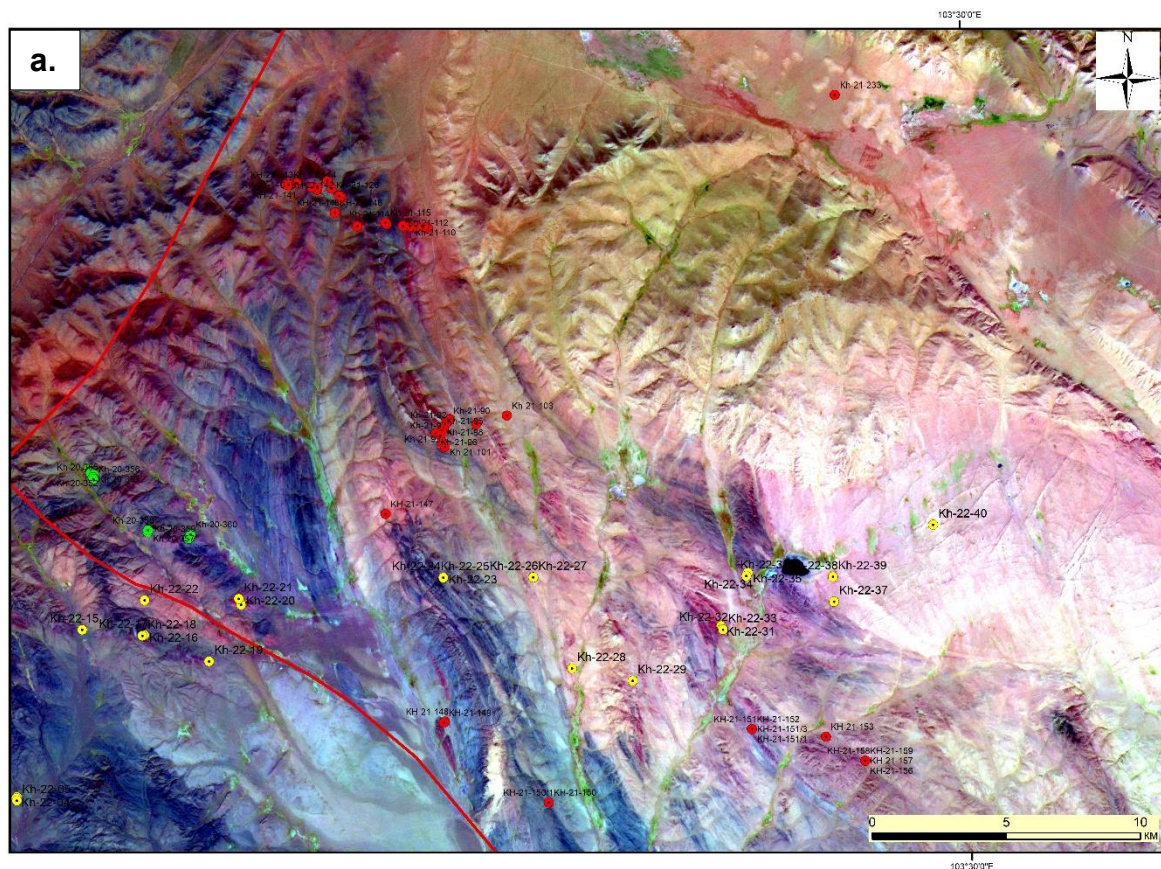
граувакк, хлоритот, серицит-хлоритот, эпидотот, биотит-актинолитот занар, элсэн чулуу, хас, бичил кварцит, метавулканитаас бүрддэг гэж үзсэн (Махбадар, Дэлгэрцогт, 1990).

Өмнө нь Бөмбөрөө нар доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацын ангилагдаагүй мэмбэрт оруулан, литологийг ногоовтор саарал, саарал, хар саарал өнгөтэй, янз бүрийн найрлагатай занар, ногоон занар, филлит, гнейс, кварцит метаэлсэн чулуу, метаандезит, метадацит, мигматитаас тогтох бөгөөд уг хурдсын структурыг судалж, блокуудад байгаа чулуулгийн түвшинг тогтоох зорилгоор 16 хэсэгчилсэн зүсэлт хийсэн хэдий ч чулуулгууд харилцан адилгүй жигд биш метаморфжсон учир харьцуулалт амжилттай болоогүй болохыг дурдсан байдаг (Өлзийбаяр нар, 2002Ф).

Дараа нь Дэжидмаа нар Төв Монголын УГЗ-200 төслийн ажлаар насыг силурын (Smn) түвшинд зураглаж, гранитоидын гадаад заагийн ойрхон бүсэд эпидот-амфиболит, амфиболитын фацийн хүчтэй хувиралд автсан амфиболит, эвэрхуурмагт болон биотитот гнейс, амфиболт гнейсийн салаавчлалаас, харин гранитоидоос хол заагийн хэсэгт ногоон занарын фацийн метаморфизмд автсан, голчлон кварцит, гантиг, кварц-альбит-серицит-хлоритын үе агуулсан, ерөнхийдөө ногоон, ногоон саарал өнгийн суурилаг, дундлаг вулканитаар үүссэн актинолитот, амфиболт, биотитот, биотит-амфиболт занарын үелэлээс тогтоно гэжээ (Дэжидмаа нар, 2008Ф).

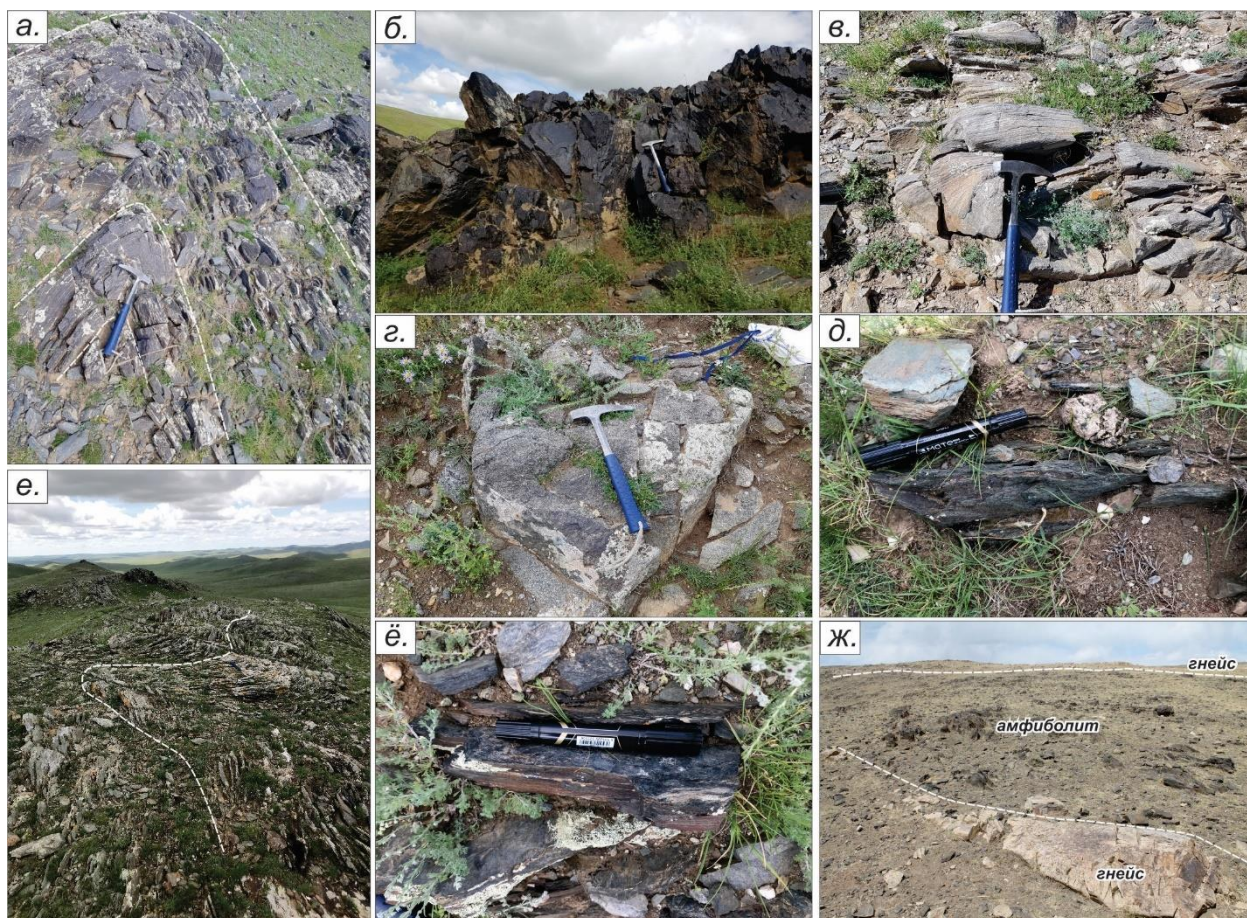
Харин 1:500 000-ны масштабын геологийн зурагт дээд ордовик-лландоверийн Гуулин формац (O₃-S₁gl)-аар зурагласан хэдий ч литологи нь бичигдээгүй байдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

Бид хээрийн судалгааны ажлыг энэхүү талбайд 2 жил гүйцэтгэснээр Мөнгөнцээж формацын литологитой харьцуулахад өөр болохыг тодруулж, ялгаатай асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор дээжлэлтүүдийг хийсэн бөгөөд Өлзийбаяр нарын суурь зургийг ашиглав (Зураг 64б). Энэхүү талбай нь агаар сансрын зурагт баруун хойш хошуурсан хар саарал, хөх саарал фон үзүүлдгээрээ өмнөх дэд бүлгийн Мөнгөнцээж формацыг зурагласан талбайгаас эрс ялгагддаг (Зураг 64а).



Зураг 64. а. Нударгын хяр орчмын сансрын зураг (ASTER– 7-3-1 суваг), б. Геологийн зураг.

Хээрийн судалгааны маршрутын явцад Моринтолгойн зүүн тал, Гүнзгийтолгой орчимд, зүүн тийш мөрдөх үед карбоны настай зураглагдсан интрузив бүрдэл хүртэл үргэлжлэх бөгөөд литологийн хувьд хар бараан, хар ногоон өнгийн занаржсан болон цул амфиболит, тэдгээрийг суналын дагуу зэрэгцээ цайвар саарал өнгийн гранит гнейс давтамжтай зүсэж маш их атираажилт үүсгэсэн байхаас гадна бага 2м зузаантай биотитот үеллэгдүү занарын үеүд салаавчлан байрлаж, зах хэсэгтээ байрлалын элемент ($УА-280^\circ$, 220° , $\angle 55^\circ$, хааяа 70°) баруун урагш унасан бол төв хэсэгтээ эрс босоо болж, хэсэгшилтэнд ихээр орсон ажиглагдав (Зураг 65).



Зураг 65. Гаршийн зураг а.Атираажилтанд автсан амфиболит, б.Цул амфиболит, в.Биотитот занар, г.Габброидын биет, д.Занаржсан базальт, е.Занаржиж атираажсан хар алевролит, ё.Хар алевролит, ж.Амфиболит-гнейсийн зузаалаг

Тарвагатай бүрдлийн хэмжээнд илрэх Идэр метакомплексын зузаалагтай ижил байдлаар илэрч байгааг дурдах хэрэгтэй (Зураг 65ж). Цул амфиболит нь олон тооны кварцын судлуудаар эмх замбараагүй хэрчигдэж, зарим метасоматит хэсэгт анарын шигтгээнүүд ажиглагддаг. Харин Өл-Овоотолгой орчимд цайвар, цайвар саарал өнгийн кварц-серицит, биотитот занар давамгайлж, хар ногоон өнгийн амфиболиттой салаавчлан тааралдахаас гадна занаржсан базальтын зузаан үе

дунд амфиболитын 3-5м зузаан үе, тэдгээрийг зүссэн суурилаг, дундлаг дайкууд, 3х5м габброидын биет тархах бөгөөд 0.5м зузаантай хөх саарал өнгийн шохойн чулууны линз, цахиурлаг алевролит, метабазальтын зузаалаг багахан талбайд илэрдэг (Зураг 65).

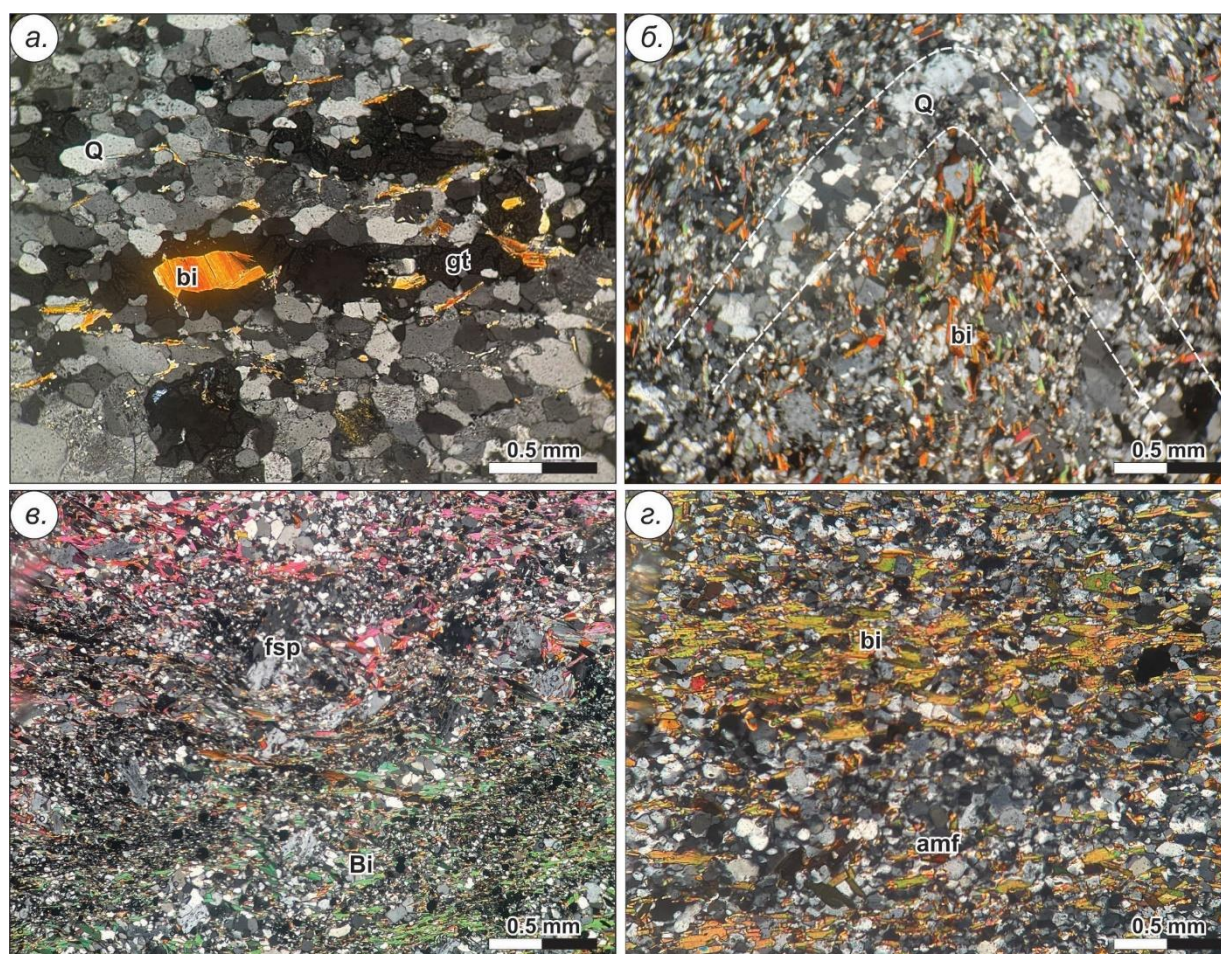
Бид насны асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор амфиболит болон биотитот занараас дээжлэлт хийсэн хэдий ч амфиболитоос циркон олдоогүй харин гялтгануурт занар (Kh-21-95/1) дээжийг насны шинжилгээнд илгээж, гарсан үр дүнгээр геологийн зургийн насыг, өөрсдийн хээрийн болон суурин боловсруулалтын шинжилгээний үр дүнгүүдээр талбайн геологийн зургийн литологи, насыг шинэчлэн зохиосон болно (Зураг 64). Өмнөх региональ судалгааны геологийн зургуудад урдаас хойш чиглэлтэй томоохон хагарлууд нь талбайн гаршийн хувьд амфиболитын синклиналь атирааны тэнхлэг, атираажсан базальтын гаршуудаар хагарлын чиг тодорхойлогдохоор харагддаг (Зураг 65а, е).

Тахилгатын хяр, Нударгын хяр орчимд атираажилтанд автсан хар алевролит, кварц-серицитэт занар, атираанд орсон ногоон яшма, базальтын зузаалаг илэрдэг бол Улаантолгой орчимд габброид, базальт, хар алевролит тархах ба тэдгээрийн зүссэн жижиг гранитын биетүүд нь гадаргууд гарш багатай (Зураг 64).

Петрографу: Кварц-биотит-гранатат (Kh-21-95/1), биотит-кварцат занар (Kh-21-101) нь лепидогранобластлаг структуртай, сулавтар занарлаг, бүдэг үеллэг текстуртай, чулуулаг нь нэг зүг чиглэн занарлаг текстурыг илэрхийлсэн, зонхилох хэмжээний кварц (45-70%)-ын гранобластлаг агрегат, ганц нэг тохиолдолд хлоритоор хэсэгчлэн түрэгдсэн биотитын хайрс, ялтсууд (20-50%), хээрийн жонш (10-15%), гранат (2-3%) тааралдах бөгөөд жигд бус тархсаны улмаас янз бүрийн өргөнтэй, кварц зонхилсон, биотит зонхилсон бүдэг үеүд ялгарч харагдана (Зураг 66а, б). Гранат нь изометрлэг хэлбэртэй, 0.5-1.0мм хэмжээтэй, изотроп шинжтэй. Шахалтын улмаас макро атираажилд орсон занараас шлифэнд харахад кварцын өргөн үе нь атирааны тэнхлэг үүсгэн нумарч харагдана (Зураг 66б).

Гялтгануур-кварц-хээрийн жоншт занар (Kh-21-113) нь лепидогранобластлаг структуртай, үеллэг текстуртай, биотит (55-60%), кварц (25-30%), хээрийн жонш (10-15%) тогтох бөгөөд чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсийн мөхлөгүүд нь урт тэнхлэгээрээ нэг зүг чиглэн байрласан нь маш их занаршилтанд автсан болох нь харагдана. Кварц нь жигд бус, изометрлэг хэлбэртэй ажиглагдана. Гялтгануурт агуулгаараа биотит нь эрс давамгайлах бөгөөд ялтсууд нь хлорит, мусковитоор хэсэгчлэн түрэгдсэн харагдана. Мусковит нь биотитыг түрсэн байхаас гадна жижиг ялтсууд байдлаар

ажиглагдах ба гялтгануурын массын 5% орчим хувийг эзэлнэ. Хээрийн жонш нь жижиг хавтгай, изометрлэг хэлбэртэй, аксессуар эрдсээс төмрийн ислээр сулхан нэвчсэн хүдрийн эрдсийн мөхлөгүүд тааралдана (Зураг 66в). Биотит-кварц-амфиболт занар (Kh-21-116) нь лепидогранобластлаг нематогранобластлаг структуртай, занарлаг текстуртай. Чулуулаг нь нэг зүг чиглэн занарлаг текстуртай бий болгосон байх ба хүрэн бор өнгөтэй биотитын хайрс, хуудаслаг ялтсууд (50-55%), изометрлэг хэлбэртэй кварц (30-35%), хлоритоор бага зэрэг хувирсан амфибол (15-20%) ногоон өнгөтэй, сунасан призмлэг, зүүлэг агрегатуудаас гадна хүдрийн эрдэс бөөгнөрөл үүсгэн, хааяа хүдрийн эрдсүүд занаршилтын дагуу биотитын агрегатын завсар хооронд тоосонцор байдалтай харагдана (Зураг 66г).



Зураг 66. Шлифийн микрофото зураг.

а. Кварц-биотит-гранатат занар (Kh-21-95/1), б. Биотит-кварцат занар (Kh-21-101), в. Гялтгануур-кварц-хээрийн жоншт занар (Kh-21-113), г. Биотит-кварц-амфиболт занар (Kh-21-116). (Bi-биотит, Q-кварц, fsp-хээрийн жонш, amf-амфибол, grt-гранат)

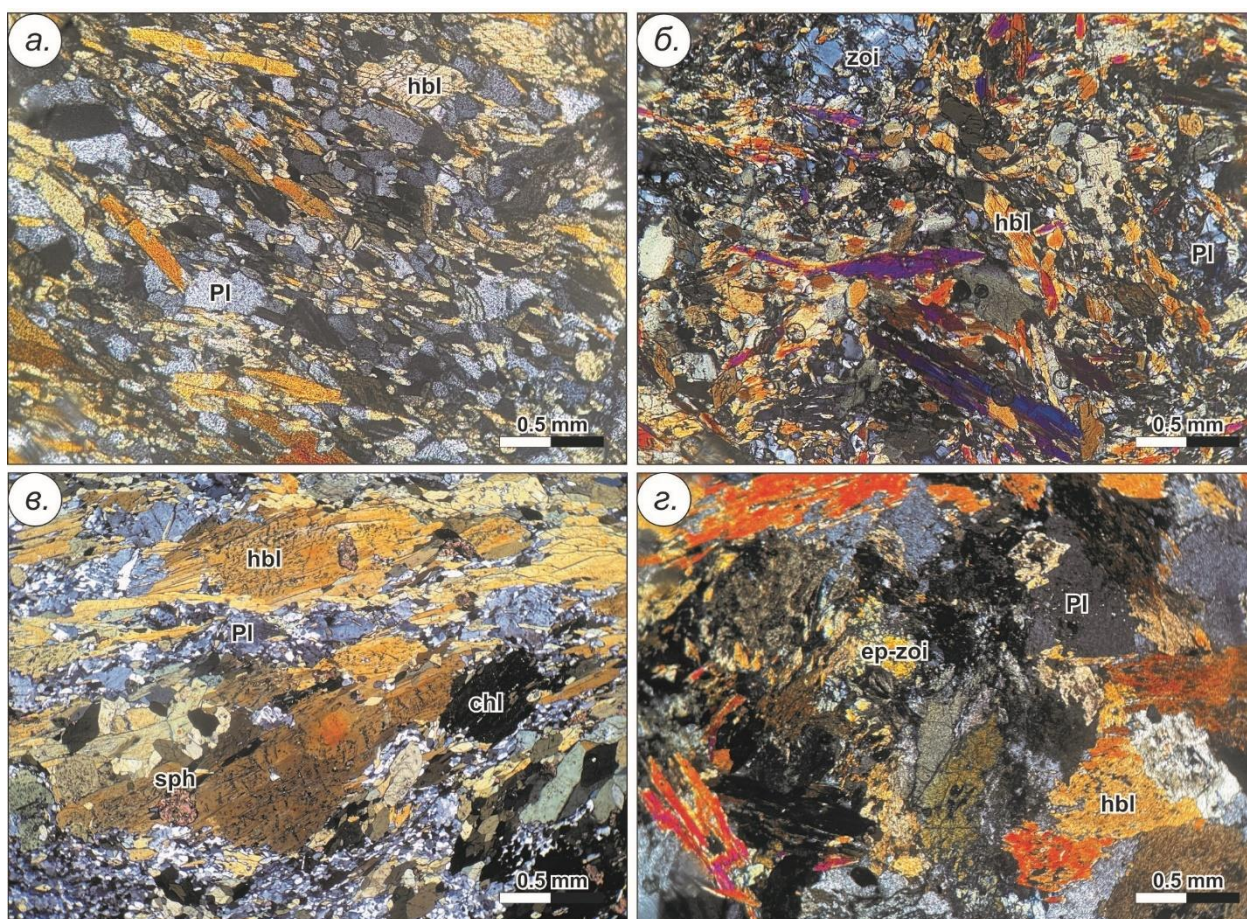
Энэ талбайн занаруудын петрохими, геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүдийг Орхоны хөндийн орчим, Нударгын хяр талбайгаар нь ялган 2.2.1. дэд бүлэгтэй хамтатган оруулсан. Биотитот занаруудын протолитыг тодруулахад тунамал чулуулгаас эх үүсвэртэй байх (Зураг 67а, б) ба бол гялтгануурт занар (Kh-21-115)

нь гранитоидын талбайд буусан нь уг дээжийг гранитоид биетээс холгүй дээжилсэнтэй холбоотой байж болох юм гэж үзлээ (Зураг 67а).

Тунамал гаралтай занарын протолит нь элсэн чулууны ангиллын Петтиджоны диаграмм дээр ерөнхийдөө граувакк найрлагатай (Зураг 56а), харин Roser ба Korsch (1988) нарын боловсруулсан тунамал чулуулгийн эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох дискриминацийн диаграммд хүчиллэг магмын чулуулгийн эх үүсвэр бүхий талбайд ялгагдаж харагдана (Зураг 56б). Тунамал чулуулгаас үүссэн занарууд нь $SiO_2=63.4-73.7$, $Al_2O_3=13.2-16.5$, $Fe_2O_3=2.3-7.6$, $MgO=0.6-2.4$, $CaO=1.2-2.1$, $Na_2O=3.1-4.6$, $K_2O=2.2-4.1$ жигд агуулгатай байх хэдий ч биотит-кварцат занар (Kh-21-95/1) нь Al_2O_3 өндөр агуулга, Kh-21-115 буюу габброгийн биетийг агуулагч амфибол-биотитот занар нь SiO_2 өндөр, Al_2O_3 Fe_2O_3 болон K_2O бага агуулгаар ялгагдаж байна.

ГХЭ-ийн муруйгаас тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийг тодорхойлох боломжтой бөгөөд тунамал чулуулаг нь ЭГДэЦ-ын түвшинд хэдий ч хүнд ГХЭ-ээр шавхагдаж байгаа нь гранат агуулсантай холбоотой (Зураг 57а). ГХЭ агуулга занаруудад 120.0-203.7 ppm, харин Kh-21-101 биотитот занар нь маш их атираажиж, амфиболын агрегатуудыг агуулсан тул 81 ppm бага байгаа нь ажиглагдана. Харин Th/U харьцааны утга ЭГДэЦ-ын дундаж утгатай ижил буюу ойролцоо байгаа боловч атираажилтанд их автсан занар (Kh-21-116) нилээд өгөршилд автсан талбайд бууж байгаа нь петрографийн судалгаатай тохирч байна (Зураг 57б).

Петрографийн хувьд амфиболит нь бластопорфирлог, гранонематобластлаг структуртай, нэг зүг чиглэж параллель ба сул занарлаг текстуртай, 0.04-0.6мм мөхлөгийн хэмжээтэй. Чулуулаг бүрдүүлэгч гол эрдсээр эвэрхуурмаг (35-40%, 45-50%, 55-65%), хувирсан плагиоклаз (40-45%, 35-40%, 30-35%), клинопироксен 10%, хоёрдогч эрдсээр эпидот-цоизит, серицит, актинолит, хлорит, акцессор эрдсээр сфен, хүдрийн эрдэс тааралдана. Эвэрхуурмаг бластопорфирт 0.2-0.6мм хэмжээтэй, агуулгаар давамгайлах ба ногоон өнгийн призмлэг, урт сунасан, ромбо хэлбэртэй, актинолит, эпидот, хлоритоор хэсэгчлэн түрэгджээ. Плагиоклазын бластопорфирууд нь сунасан призмлэг, хавтгай хэлбэртэй, жигд бус тархалттай, эпидот-цоизит, серицитээр хэсэгчлэн түрэгдсэн ажиглагдана. Пироксен нь зөв бус, примзлэг хэлбэртэй, 0.7мм хүртэл хэмжээтэй, эвэрхуурмагаар хэсэгчлэн түрэгдсэн хэдий ч анхдагч төрхөө хадгалан үлдсэн харагдана (Зураг 67).

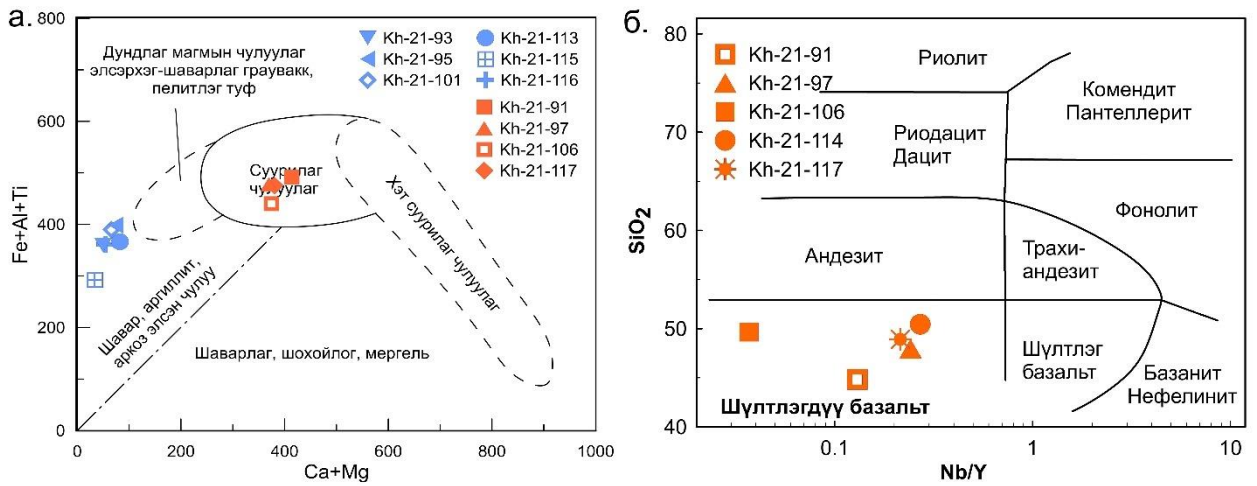


Зураг 67. Шлифийн микрофото зураг.

а.Занаржсан амфиболит (Kh-21-106) б-в.Цул амфиболит (Kh-21-97; Kh-21-104),
г.Габбро (Kh-21-114). (Pl-плагиоклаз, hbl-эвэрхуурмаг, sph-сфен, ep-zoi-эпидот-цоизит,
срх-клинопироксен, chl-хлорит)

Габбро нь габболог структуртай, цул текстуртай, эвэрхуурмаг (40-45%), плагиоклаз (35-40%), клинопироксен (20%)-оос тогтох ба 1.5-2.5 мм хэмжээтэй харагдана. Плагиоклаз нь урт сунасан, богино призмлэг хэлбэртэй, эпидот-цоизитоор хэсэгчлэн түрэгджээ. Амфибол нь ногоон өнгөтэй, урт сунасан, хавтгай хэлбэртэй, хлоритоор хэсэгчлэн түрэгдсэн ажиглагдана. Клинопироксен нь субпризм хэлбэртэй, амфиболоор түрэгджээ. Өнгөт эрдсүүдтэй хамт хүдрийн эрдэс, сфен, аптитын мөхлөгүүд 0.04-0.1мм хэмжээтэйгээр эвшил үүсгэн цуг тааралдана (Зураг 67г).

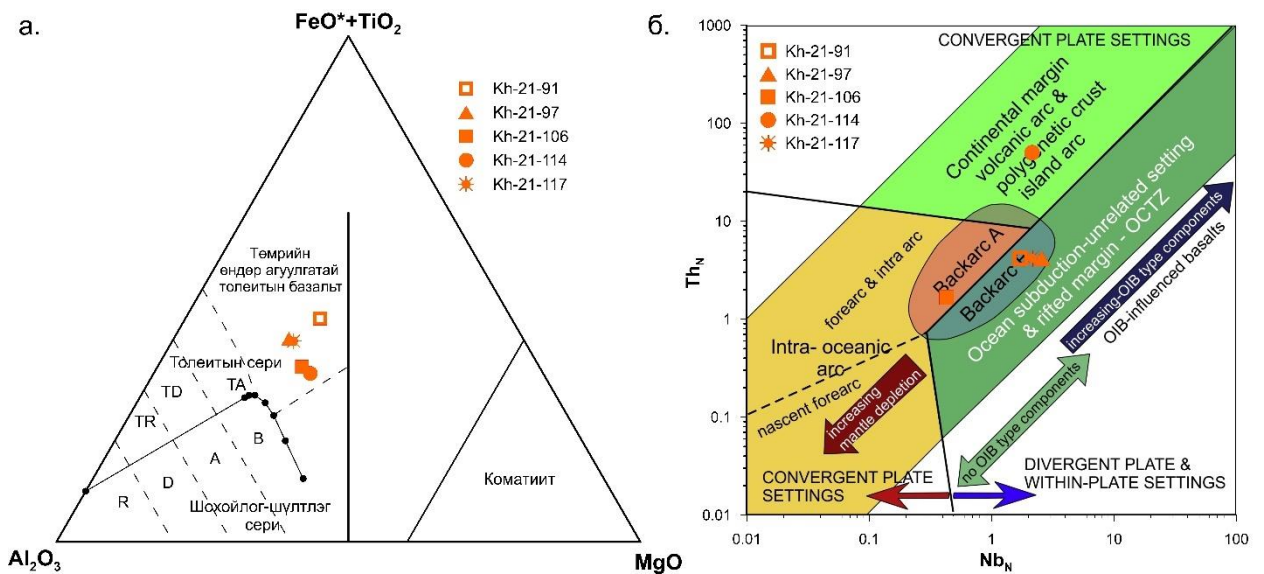
Амфиболитын магмын анхдагч гарал үүслийг батлах, ямар найрлагатай чулуулгаас үүссэн болохыг тодруулах зорилгоор метаморф чулуулгийн анхдагч эх үүсвэрийг тогтоох милликатионик диаграмм (Moine & La Roche., 1968) дээр буулгаж үзэхэд суурилаг найрлагатай чулуулаг болох нь тодорхой харагдаж байна (Зураг 68).



Зураг 68. Метаморф комплексын занаруудын анхдагч эх үүсвэрийг тодорхойлох диаграмм.

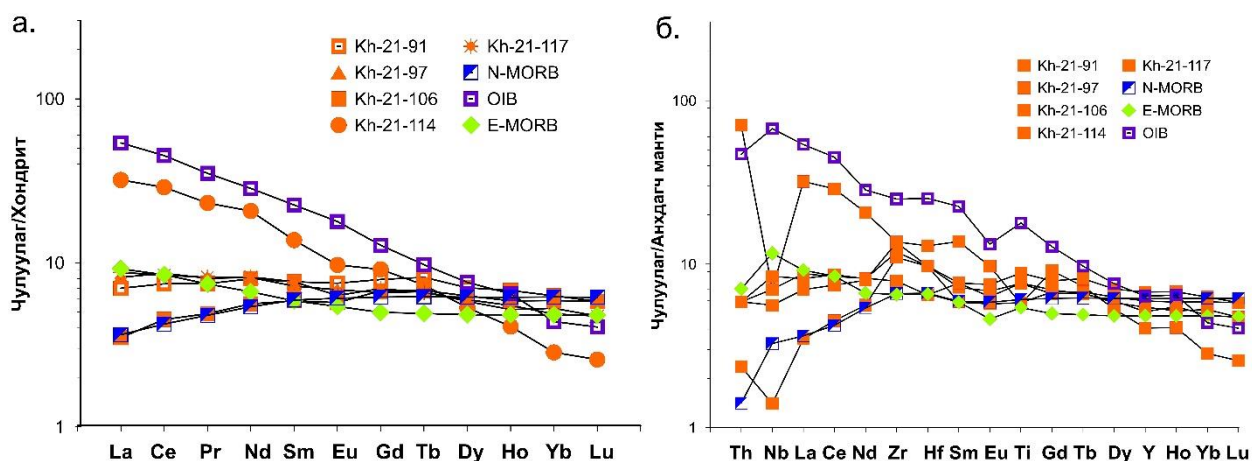
а- б. Мауна и Х. де ля Рошагийн диаграмм (Ефремова, 1985);
 б. Nb/Y-SiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977)

Орто болон пара эх үүсвэрийг тодруулахад орто буюу толейтын базальтаас үүссэн байсан тул вулканоген чулуулаг нь хоёрдогч хувиралд тогтвортой элементүүд болох Nb/Y-SiO₂ харьцуулсан диаграмм дээр буулгахад шүлтлэгдүү базальтын талбайд, харин AFM гурвалжин диаграмм дээр базальтууд нь толейтын эгнээнд хамаарна (Зураг 68б).



Зураг 69. а- Nb/Y-SiO₂ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977);
 б- AFM диаграмм (Irvine and Baragar, 1971)

Амфиболит нь SiO₂=50.44-44.8 жин.%, Fe₂O₃=15.57-9.63 жин.%, Al₂O₃=14.36-13.0 жин.%, CaO=10.97-9.12 жин.%, MgO=9.12-7.08 жин.%, маш бага хэмжээгээр TiO₂, P₂O₅, MnO байх ба SiO₂ нэмэгдэхэд K₂O, Na₂O агуулга ихсэж, MgO, Fe₂O₃ агуулга буурах зүй тогтол ажиглагдав.

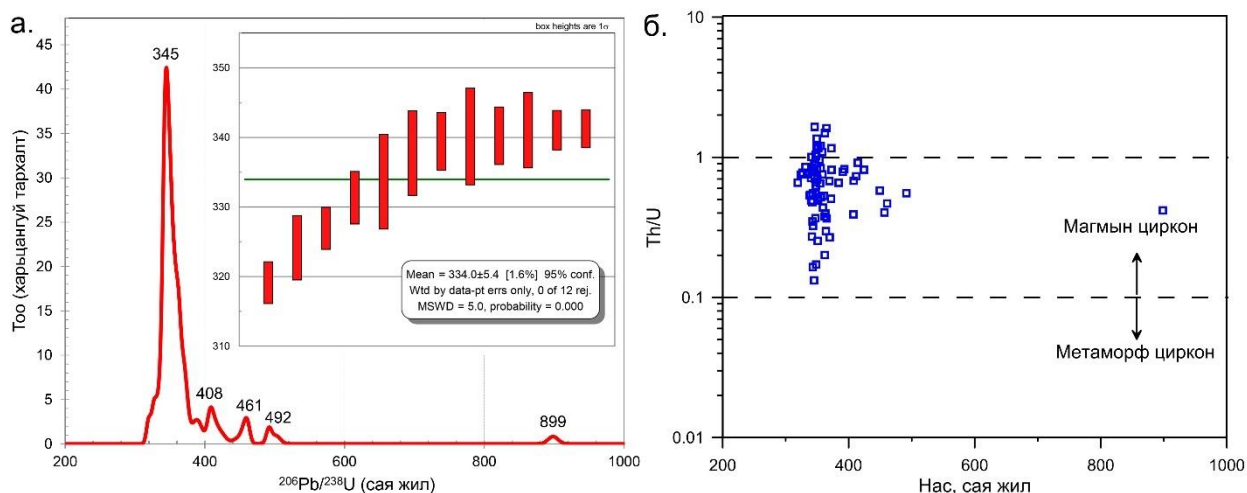


Зураг 70. а- С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй.

б. Анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Амфиболитын 4, габброгийн 1 дээжийг геохимийн шинжилгээнд хамруулахад нь анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн диаграмм болон С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн диаграммуудаас харахад Е-ДГНБ болон Б-ДГНБ-ын 2 төрөлд ялгагдах ба элементүүдийн зүй тогтол, онцлог шинжүүдийг харж болно (Зураг 70а). Е-ДГНБ-ын шинжийг үзүүлэх 1 дээж нь хээрийн нөхцөлд занаршилтанд автаагүй цул амфиболит (Зураг 67б) байсан ба Б-ДГНБ шинжийг үзүүлэх амфиболитууд нь босоо хэсэгшилд орсон, атираажсан (Зураг 67а), харин габбро агуулагч чулуулгийг зүссэн жижиг биетээр илэрч (Зураг 67г) арланнумын хэв шинжийг харуулж байна. 1-р төрлийн базальтуудын хувьд дундаж титаны агуулгатай (TiO_2 дундаж=1.74 жин.%), өндөр цэнэгтэй элементүүд (Nb, Th, Ti, Zr, Hf) болон ХөгХЭ-ээр бага зэрэг баяжсан ($La/Smn=1.1-1.8$, $Gd/Ybn=1.25-1.4$), Nb-ын эерэг гажил ($Nb/Lapm=0.8-1.03$, $Nb/Thpm=0.95-1.4$), $Al_2O_3/TiO_2=6.8-8.7$, $Zr/Nb=20$ зэрэг шинж чанарыг харуулдаг бөгөөд баяжсан далайн голч нурууны базальтын шинж чанарыг харуулдаг (Зураг 70б). 2-р төрлийн базальтуудын хувьд бага титаны агуулгатай (TiO_2 дундаж=1.2 жин.%), харьцангуй хэвтээ маягийн ГХЭ-ийн муруй ($La/Smn=0.6$, $Gd/Ybn=1.15$), $Nb/Lapm=0.4$, $Al_2O_3/TiO_2=11.2$, $Zr/Nb=123$ ба найрлагын хувьд ердийн далайн голч нурууны базальттай (Е-ДГНБ) ойролцоо шинж чанарыг харуулдаг хэдий ч олон элементийн спайдер диаграмм дээр Nb-ын хэт сөрөг гажил үзүүлж байгаа нь эх үүсвэрт эх газрын царцдасын материал оролцож бохирдол үүссэнийг илтгэдэг (Safonova, 2004) (Зураг 70). Тектоник орчныг тодруулах тогтвортой элементүүдийн диаграмм дээр базальтаас үүссэн цул амфиболит нь анхдагч мантийн эх үүсвэртэй, харин занаржсан, биотитот занартай хамт үүссэн амфиболитууд нь ДГНБ, габбро нь эх газрын нумын талбайд ялгарч харагдана (Зураг 69б).

Геохронологи. Кварц -биотитот занарын (Kh-21-95) дээжээс ялгасан цирконуудын нийт 90 мөхлөгийг U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээнд хамруулснаас 80 мөхлөг нь 95%-аас дээш илтгэлцүүр бүхий өндөр нарийвчлалтай конкорд өгөгдлүүд байсан бөгөөд үлдсэн мөхлөгүүд нь конкорд бус уламжлагдсан цирконы мөхлөгүүд гэж үзлээ (Зураг 71а) (Хавсралт 8).



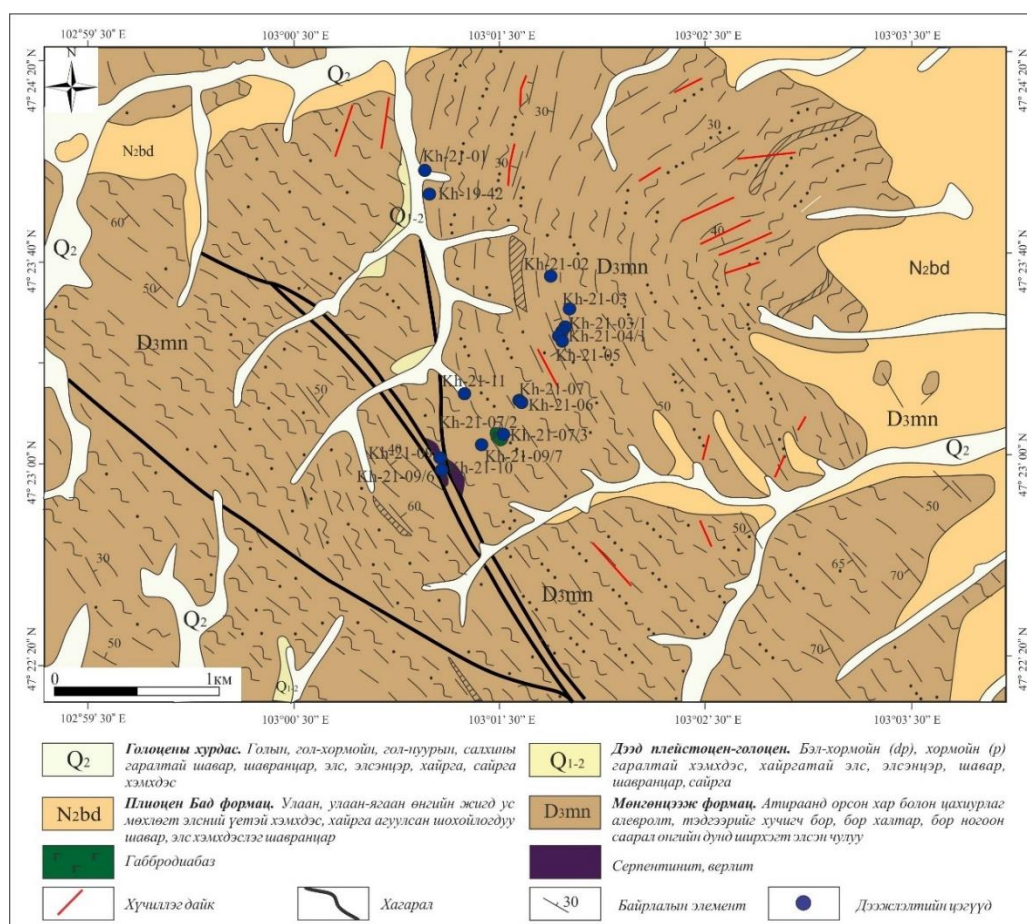
Зураг 71. Кварц-биотитот занар Kh-21-95 дээжийн зөөгдмөл цирконы U-Pb-ны гистограмм, залуу насны дундаж утга болон Th/U харьцааны диаграмм

Цирконуудын бүрэлдэхүүнд 319 ± 3 ба 899 ± 7 с.ж-ийн хооронд $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ нас нь хэлбэлзэх бөгөөд 358 ± 8 - 319 ± 3 с.ж-ийн хооронд $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ нас нь хэлбэлзэх доод карбоны циркон 64% буюу гол популяцийг, девоны циркон 21 буюу 26%, 461 ± 4 - 424 ± 7 с.ж-ийн хооронд нас нь хэлбэлзэх ордовик-силурын болон 899 ± 7 - 492 ± 4 с.ж-ийн $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ настай эдиакар-доод кембрийн цирконууд 10%-ийг тус тус эзлэнэ. Эдгээрээс хамгийн залуу 12 цирконы популяцийн дундаж нас 334.0 ± 5.4 с.ж байгаа нь хурдас хуримтлал доод карбоны цаг үеэс эхлэн хуримтлагдсаныг илэрхийлнэ (Зураг 71а). Th/U харьцаа нь 0.2 ба 1.6 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь тэдгээрийг суурилагаас хүчиллэг найрлагатай магмын гаралтай болохыг харуулж байна (Зураг 71б).

2.2.3. Зүрх-Уулын гипербазитын меланж

Геологийн тогтоц.

Хархорины бүсийн төв хэсэгт хожуу девоны настай Мөнгөнцээж формац нь литологийн хувьд бор шаргал өнгийн яшмоид, ногоон занарын фацын метаморфизмд автсан хар ногоон өнгийн занаржсан метабазальт, хлорит-серицитэт занар, хар саарал өнгийн алевролит тархах бөгөөд энэхүү формацын занаржсан метабазальт, хлорит-серицитэт занарын хурдас дунд серпентинит,

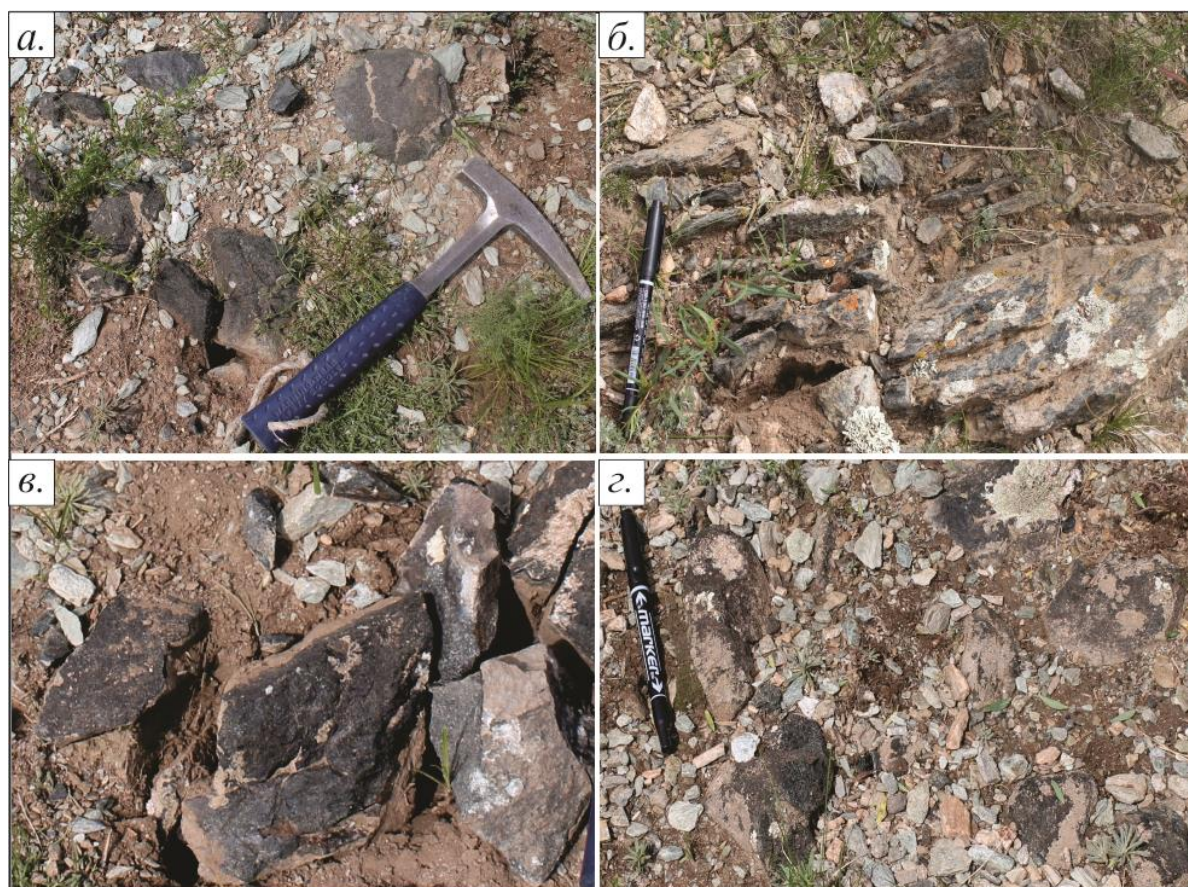


Суурь зураг Төмөрчөдөр нар, 2009 (6165Ф)-ыг ашиглав.

Зураг 72. Зүрхтолгой орчмын геологийн зураг

офиолитын үеллэг серийн бүрэлдэхүүн болох верлит тааралдах ба габбро-диабазын жижиг биет нь үеллэг, хөх саарал өнгийн элсэн чулуу, хар саарал өнгийн занаржсан алевролиттой нийцлэг байрлалтай илэрдэг (Зураг 72).

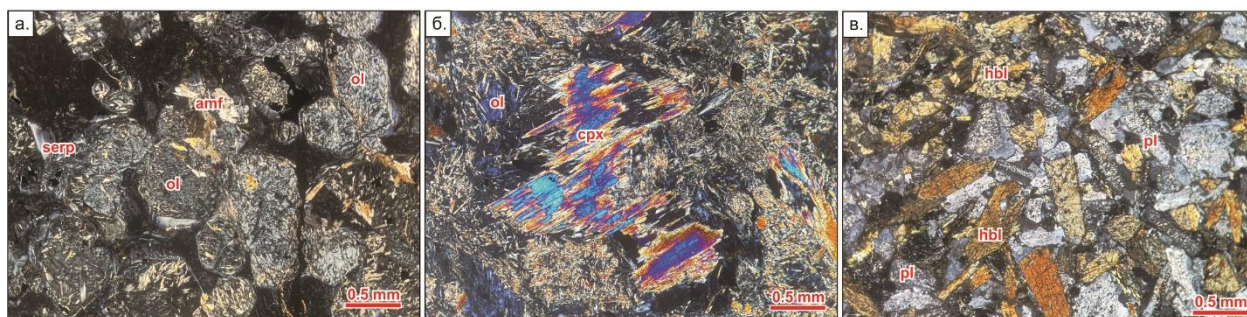
Төмөрчөдөр нар (2009Ф) гипербазитын бөөрөнхий хэсэгшилтэй пластик (протруз) зөөгдөн баруун хойш сунасан хагарлын зурваст шахалт-деформацийн нөлөөгөөр гарч ирсэн гэж үзсэн байдаг. Хээрийн нөхцөлд хагарлын дагуу занарын гаршийн байрлалын элементээр синклиналь маягийн тогтоц үүсгэсэн нь ажиглагддаг (Зураг 73).



Зураг 73. Серпентинит, верлитийн гарш

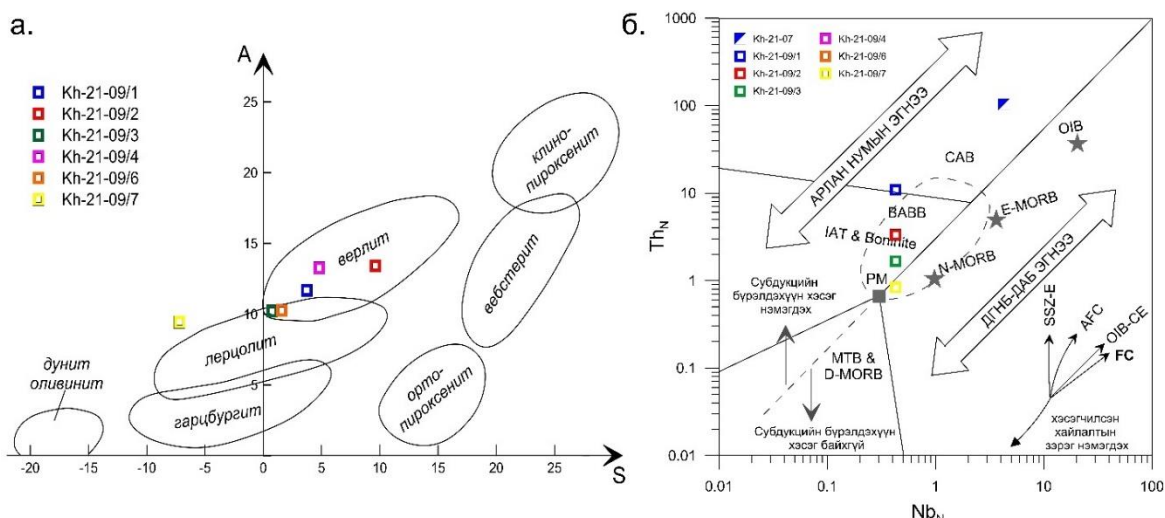
Петрографи: Верлит нь кумулят структуртай, цул текстуртай мөхлөгийн хэмжээ 0.25-3мм хүрнэ. Эрдэслэг бүрэлдэхүүний хувьд хувирсан оливин 60-62%, моноклин пироксен 35-40%-оос голлон тогтох ба хүдрийн эрдэс 3% хүрнэ (Зураг 74а, б). Чулуулаг бүрдүүлэгч гол эрдэс оливины анхдагч зөв гексогональ хэлбэр бүхий морфологийг хадгалж буй мөхлөгүүд нь талькийн шөрмөслөг агрегат болон серпентинээр бүрэн псевдоморфчлогдон хувирчээ. Оливины мөхлөгүүд хоорондын орон зайд антигоритын шөрмөслөг агрегатууд, нилээд хожуу үүссэн пироксен, амфиболын ксеноморф агрегатууд, хлоритын цацраг бүтэцтэй хайрсуудаар цементлэгдсэн ажиглагдана. Серпентинит нь гетеробласт структуртай, хувирсан оливин 95-97%, гистороген магнетит 3-5% зэргээс тогтдог. Габбродиабаз нь гипидиоморф, диабаз структуртай, цул нягт текстуртай, мөхлөгийн хэмжээ 0.15-1.8мм хүрнэ. Эрдэслэг бүрэлдэхүүнд плагиоклаз 55% эвэрхуурмаг 45% болон хоёрдогч хувирлын эрдсүүд эпидот, серицит, хлорит, аксессуар эрдсээс хүдрийн эрдэс тааралдана (Зураг 74в). Плагиоклаз нь урт богино призмлэг болон зөв бус хэлбэртэй 0.15-1.6мм хүртэл хэмжээтэйгээр тааралдах ба ихэнх мөхлөгүүд нь гадаргуу хэсгээрээ серицитээр эрчимтэй түрэгдэж хувирчээ. Эвэрхуурмаг нь урт сунасан баганалаг болон зөв гексагональ хэлбэртэй, 0.2-1.8мм хүртэл

хэмжээтэйгээр чулуулагт жигд тархах ба хоёрдогч эрдсээр эпидот, хлорит үүсчээ. Акцессор эрдсээс зөв бус хэлбэртэй хүдрийн эрдсийн мөхлөгүүд ажиглагдана.



Зураг 74. Шлифийн микрофото зураг. а-б.Верлит (Kh-21-09), в. Габбродиабаз (Kh-21-07).
(Ol-оливин, serp-серпентин, cpx-клинопироксен, hbl-эвэрхуурмаг, pl-плагиоклаз)

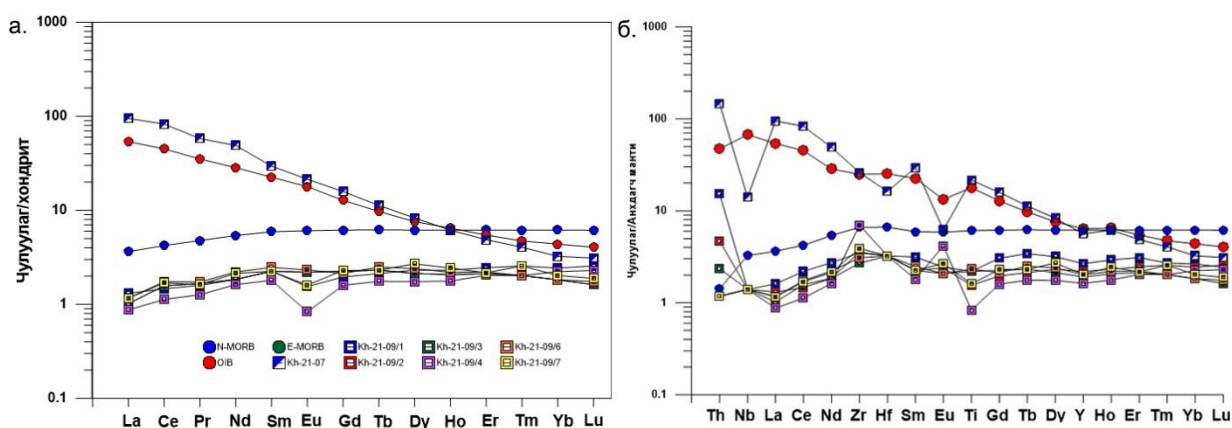
Геохимийн шинж. Петрохимийн хувьд хэт суурилаг чулуулаг нь MgO (23.2-28.0 жин.%), Cr₂O₃ (0.3-0.6 жин.%), Fe₂O₃^t (11.0-15.2 жин.%) -ийн өндөр агуулга, SiO₂ (36.4-44.5 жин.%), Al₂O₃ (6.5-7.8 жин.%), CaO (1.5-6.6 жин.%), TiO₂ (0.45-0.9 жин.%) болон нийлбэр шүлтийн (K₂O+Na₂O=0.02-0.08 жин.%) маш бага агуулгаар тодорхойлогдох ба магнилаг шинж Mg# (100*MgO/(MgO+FeO)) нь 66.9-70.4 хооронд хэлбэлздэг. Габбродиабаз нь хэт суурилаг найрлагатай чулуулагтай харьцуулбал MgO (7.55 жин.%) бага, SiO₂ (51.07 жин.%), Al₂O₃ (15.8 жин.%), CaO (6.2 жин.%), (K₂O+Na₂O=6.45 жин.%) өндөр агуулгатай байдаг онцлогтой. Хэт суурилаг чулуулгийн ангиллын A-S диаграммыг байгуулахад чулуулаг нь дийлэнх нь верлитийн найрлагатай байх (Зураг 75а) ба TiO₂, шүлтийн маш бага агуулгатай байгаа нь далайн нөхцөлд үүссэн чулуулагтай дүйж байгааг харуулдаг. Харин магнийн ислийн агуулга ихсэх тусам SiO₂, Fe₂O₃^t, Al₂O₃, CaO ислүүдийн агуулга буурч байгаа зүй тогтол нь царцдасын материалын оролцоо байсныг харуулж байна.



Зураг 75. а.Хэт суурилаг найрлагатай чулуулгийн ангиллын диаграмм (Богатиков и др., 1981).
A=Al₂O₃+CaO+Na₂O+K₂O; S=SiO₂-(Fe₂O₃+FeO+MgO+MnO+TiO₂),
б. Nb болон Ti-ийн дискриминацийн диаграмм (Saccani, 2015)

Хэт суурилаг чулуулаг нь C1 хондритоор нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруйд ХөгХЭ-ээр ядуурч, ХүГХЭ-ээр баяжсан, $(La/Yb)_N=0.39-0.64$ буюу муруйн ерөнхий төрх нь арланнумын толеитын шинжийг харуулах (Зураг 76а) хэдий ч Ni 1300-1600 ppm, Co 100-140ppm болон Cr агуулга 1700-3300ppm өндөр, бусад ховор элементүүдийн маш бага буюу анхдагч мантийн түвшиний агуулгатай байгаа нь шавхагдсан мантийн эх үүсвэртэй олон үе шатны өндөр зэргийн хэсэгчилсэн хайлалтанд орсон шинжийг харуулж байна (Saccani, 2015). Арланнумын толеитын ГХЭ-ийн муруй нилээд доогуур байдаг онцлогтой ба энэ нь далайн голч нурууны базальттай харьцуулахад хайлалтын зэрэг өндөр, магадгүй ДГНБ-ын эх үүсвэрийг бодвол мантийн перидотитын шаантаг нийцлэг бус элементээр ядуурсан байж болох тал байдаг (Туркина, 2014). Габбродиабаз (Kh-21-07) нь ГХЭ-ээр баяжсан, $(La/Yb)_N=40.8$ буюу мантийн маш бага хайлалтаас үүссэн далайн арлын шүлтлэг базальтын шинжтэй байх ба олон элементийн диаграмм дээр торигоор баяжиж, ниобигоор шавхагдсан гажил үзүүлж байгаа нь субдукцын бүстэй холбоотой үүссэн (Зураг 76б), $Nb/La_{pm}=0.15$ бага утга нь эх үүсвэрт эх газрын царцдасын материал оролцсоныг илтгэдэг.

Анхдагч мантид нормчилсон спайдер диаграммаас харахад хэт суурилаг чулуулаг нь том ионтой литофиль элемент Th-оор баяжсан, өндөр цэнэгтэй элементүүд (Nb, Ti)-ээр ядуурсан байгаа геохимийн онцлог нь субдукцын бүсийн дээр мантийн метасоматоз буюу мантийн шаантагийн дахин хайлалтаас үүссэнтэй холбоотой (Saccani, 2015). Торий нь хөдөлгөөнгүй, тогтвортой элементэд тооцогддог бөгөөд түүний агуулга субдукцын бүсэд баяжиж, метаморфизм болон хувирлын явцад өөрчлөгддөггүй онцлогтой (Wood, 1979).



Зураг 76. а. C1 хондритоор нормчилсон ГХЭ-ийн тархалтын муруй, б. Анхдагч мантийн найрлагаар нормчилсон ховор элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Иймээс Сассана (Saccani, 2015)-ийн зохиосон Nb_N-Th_N харьцуулсан диаграммыг ашиглан тайлалт хийхэд хэт суурилаг чулуулаг нь далайн голч нурууны

шавхагдсан мантиас эх үүсвэртэй бөгөөд аккрецын процессоор субдукцын бүсэд дахин хайлалтаар үүссэн нь харагдаж байна (Зураг 756).

Төмөрчөдөр нар (2009Ф) үзэхдээ ультрабазитын хавчуурга биет нь ордовикоос силурын цаг үед вулканоген-цахиурлаг-терриген найрлагатай чулуулагтай гүн усны ховилд үүссэн. Харин Махбадар (2001) Монгол-Агнуурын далай силурын эхэнд нээгдэж, силур-девоны болон доод карбоны цаг үед далайн горим ноёрхож, суурилаг эффузив, гүн усны конодонт, радиоляр агуулсан хасын үеүд агуулсан ихээхэн зузаантай занар-элсэн чулууны формац хуримтлагдсан гэж үзсэн байдаг. Хархорины бүсийн аккрецын комплексыг хэлбэржүүлсэн Монгол-Агнуурын далай нь дунд девоны цаг хугацаанд тогтвортой хөгжиж байсныг судалгааны талбайн зүүн хойд талд тархалттай Дэл-Уулын яшмад агуулагдах радиолярын судалгааны үр дүн харуулсан (Шарав нар, 2021). Мөн судалгааны талбайн зүүн талд тогтоогдсон аккрецын комплекс нь далайн плитийн хурдас болох пиллоу лав, вариолитот базальт, базальт, андезибазальт, тэдгээрийн туф, суурилаг болон дундлаг найрлагатай дэлүүд, гемипелаг-улаан хүрэн, бор хүрэн, цайвар саарал, ногоон саарал, бор халтар өнгийн үеллэг яшмын үеүд, пелаг (наангилаг) - цахиурлаг, хар алевролитын үеүд, элсэн чулуу, гравелит бүхий турбидит хурдсуудаар илэрдэг (Оюунчимэг нар, 2020). Хэт суурилаг найрлагатай хавчуурга биет нь Мөнгөнцээж формацын хэмжээнд тархалттай гүн усны цахиурлаг хурдастай эвшил үүсгэн хагарлын дагуу тектоникийн блок байдлаар илэрсэн субдукцын меланж буюу субдукцын бүсийн дээр явагдсан тасралын явцад үүссэн далайн царцдасын үлдэц гэж үзлээ. Хархорины бүсэд зурагласан дээрх хавчуурга биет нь хэдий жижиг гаршаар илэрсэн хэдий ч геохимийн онцлог шинжүүдээр Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны Ононы аккрецын шаантагийн террейнд илрэх Адаацаг, Хартолгойн офиолит эвшлүүд (Төмөртоогоо нар, 2017; Оюунчимэг нар, 2016; 2018)-ийн гарал үүсэл, геодинамик орчинтой дүйж байгааг тодруулав.

Товч дүгнэлт

1. Геологийн зурагт Мөнгөнцээж формацаар зураглагдсан 2 талбайн хувьд Хархорины бүсийн хойд хэсэгт зураглагдах, анх Мөнгөнцээж формац ялгагдсан талбайд кварц-серицитэт, кварц-биотитот занар тархалттай бөгөөд анхдагч эх үүсвэр нь тунамал чулуулаг болсон.
2. Харин бүсийн өмнөд хэсэгт Нударгын хяр нэртэй талбайд амфиболит, кварц-биотит-анартай занар тархах бөгөөд геохимийн хувьд гарал үүсэл ялгаатай анхдагч мантийн эх үүсвэртэй ДГНБ-аас үүссэн болохыг тодруулсан.

3. Геохронологийн хувьд занарын эх үүсвэрүүд ялгаатай байгаа тул ижил формац, насаар зураглах боломжгүй болж байна.
4. Мөнгөнцээж формацын насны асуудлыг шийлдвэрлэх зорилгоор тунамал чулуулгаас үүссэн занарын дээжинд зөөгдмөл цирконы нас хийлгэн дээд девоны настай буюу 360.5 ± 4.1 с.ж-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг тодруулсан. Иймээс тунамал хурдсын тэжээгдлийн эх үүсвэр нь Тарвагатайн өргөгдлөөс эх үүсвэртэй бөгөөд тус хурдас хуримтлалд палеопротерозойн талсжилтын настай Идэр метакомплекс (Kroner et al, 2015), неопротерозойн настай Жаргалант метакомплексын гранитоид (Козаков и др, 2011), силур-девоны гранитоид (Ярмолук и др, 2018; Ling et al, 2021)-ын эх үүсвэрүүдийн оролцоотойгоор дээд девоны цаг үед хуримтлагдсан болохыг тодруулав.
5. Нударгын хярын талбайн биотитот занарын зөөгдмөл цирконы насыг доод карбоны настай буюу 334.0 ± 3.5 с.ж-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг тодруулснаар нэг формацад хамаарахгүй, эх үүсвэр, литологийн найрлага өөр болохыг тодорхойлож, шинэчлэв.
6. Мөнгөнцээж формацын хэмжээнд тархалттай гүн усны цахиурлаг хурдастай эвшил үүсгэн хагарлын дагуу тектоникийн блок байдлаар илэрсэн Зүрх-Уулын гипербазитын меланж нь далайн плитийн стратиграфийг сэргээн босгоход маш чухал мэдээлэл бөгөөд хэт суурилаг найрлагатай хавчуурга биет нь субдукцын меланж буюу субдукцын бүсийн дээр явагдсан тасралын явцад үүссэн далайн царцдасын үлдэц гэж үзлээ.

2.3. ЯШИЛ ФОРМАЦ

Төслийн даалгаврын хүрээнд шийдвэрлэгдэх Яшил формацыг 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлаар Хосбаяр нар (1987) Хархорины өргөгдлийн үндсэн структурын дагуу зүүн хойш сунасан зурвас хэсэгт болон Их Тамир голын хойд талд багахан хэсэгт тархалттай ногоон, ногоон саарал өнгийн гялтгануурт занар, серицит-хлоритот занар, занаржсан алевролит, бага зузаантай кварцит, шохойн чулуу, филлит маягийн аргиллитын линз, үелэл бүхий элсэн чулуунаас тогтох хурдсыг Завхан-Орхоны террейны ногоон занарын зузаалагтай адилтган дунд рифейн Яшил свит (R_{2jl}) буюу одоогийн палеопротерозойн формацад анх ялгажээ (Хосбаяр нар, 1987Ф).

Махбадар нар Төв болон Дорнод Монголын 1:500000-ны масштабын геологийн зурагт Хархорины бүсийн баруун хойд хэсэгт зураглаж буй Яшил формацыг дунд-дээд кембрийн Хараагийн сери (E_{2-3hr})-ийн ангилаагүй хурдсаар зураглан Мандалын серийн хурдастай хамт ялган, хээрийн жоншт, цахиурлаг, полимикт-шохойлог элсэн чулуу, алевролит, гялтгануурт-биотитот ба серицит-хлоритот занар, гравелитаас тогтдог гэжээ (Махбадар нар, 1999). Хотонт орчим хийгдсэн 1:50000-ны масштабын ГЗЕЭА-ын үр дүнд Чулуун нар (2004) дунд палеозойн терриген хурдсуудыг Хангай группэд нэгтгэж дотор нь венлок-лудловын Яшил, доод-дунд девоны Эрдэнэцогт, дунд-дээд девоны Цэцэрлэг, доод карбоны Жаргалант формацуудад ангилсан байна. Яшил формацыг хурдас чулуулгийн дэс дараалал, литологийн онцлогоор нь дунд-дээд силур (S_{2-3js})-ийн настай кварцит-элсэн чулуу-занарын Хангай, хас-элсэн чулуу-алевролитын Сэрвэн мэмбэрт ялган, зураглажээ (Чулуун нар, 2004Ф).

Тэрчлэн Орхоны хөндийн зүүн хэсэгт хуучин 1:200000-ны масштабын геологийн зурагт Баадай нар (1975Ф)-ын метавулканит, микрокварцит, занар, метаэлсэн чулуугаар зураглагдсан эдиакари-доод кембрийн настай хурдсыг Төмөрчөдөр нар дунд-ордовик-силурын настай хас болон вулканит агуулсан занарын зузаалаг бүхий Мөнгөнцээж, элсэн чулуу-алевролитын зузаалаг бүхий Яшил формацаар тус тус зураглан, ялгажээ (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф). Махбадар нар энэ хэсгийг дээд рифей-доод кембрийн Мандалын серийн дунд зузаалаг ($R_3-E_1m_2$ одоогийн NP_3-E_1 түвшин)-т ялган, полимикт, хээрийн жоншт, шаварлаг гялтгануурт, цахиурлаг ба шохойлог граувакк, хлоритот, серицит-хлоритот, эпидотот, биотит-актинолитот занар, элсэн чулуу, хас, бичил кварцит, метавулканитаас бүрддэг гэж үзсэн байдаг (Махбадар нар, 1999).

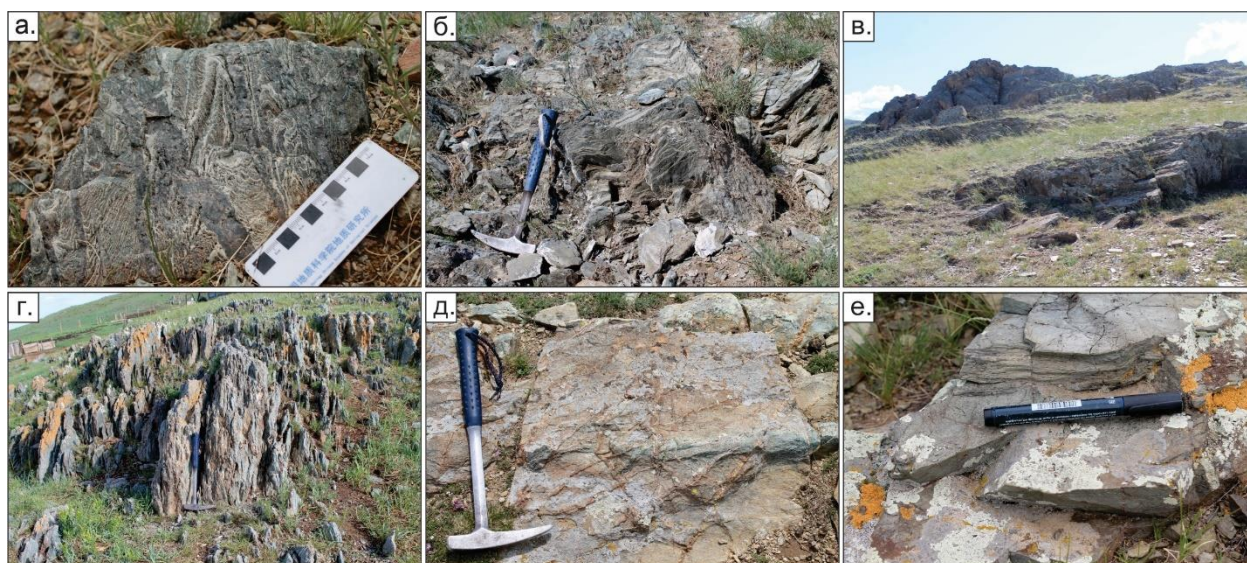
Харин Дэжидмаа нар Төв Монголын УГЗ-200 төслийн ажлаар Яшил формацын насыг силурын лудлов (S_{3js})-ын түвшинд зураглаж, Хангай, Сэрвэн мэмбэрүүдийг хэвээр үлдээсэн бөгөөд Хангай мэмбэрт цайвар ногоон, ногоон өнгөтэй кварц-серицитэт, серицит-хлоритот занар, занаржсан метаалевролит, метатүф, метаэлсэн чулууны зузаалаг, харин Сэрвэн мэмбэрийг шохойжингийн үетэй ногоовтор шаргал, ногоон өнгийн элсэн чулуу, метаэлсэн чулуу, алевролит, конгломератын зузаалаг гэж үзжээ. Тэрээр Хархорины бүсийн хэмжээнд L-48-I, L-48-VIII, L-48-IX баруун урд хэсэг, L-48-XIV хавтгайн зүүн дээд булан бүхий нилээд том талбайд ялгаж, зурагласан байдаг ([Дэжидмаа нар, 2008](#)).

Хамгийн сүүлд Монгол Улсын 1:500000-ны масштабын геологийн зураг зохиох төслийн үр дүнгээр силурын пржидол (S_{4js})-ийн настай зурагласан байдаг бөгөөд литологи нь гялтгануурт занар, серицит-хлоритот занар, биотит-серицит-кварцат занар, занаржсан алевролит, филлит, торгомсог маягийн аргиллитын мэшил үе, бага зузаантай кварцит, шохойн чулуу, элсэн чулуунаас тогтох ба УГЗ-200 төслөөр ялгасаныг хэвээр үлдээсэн байдаг ([Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф](#)).

Яшил формацын хурдас нь анх Хосбаяр нар ([1987Ф](#)) 1:200000-ны зураглалын ажлаар зураглалын талбайн баруун урд хэсэг (Яшилтолгой, Их Хангай уул, Холбоотолгой)-т болон Ихтамир голын хойд хэсэгт буюу Архангай аймгийн Батцэнгэл сумын зүүн хойд талд зураглагдсан бөгөөд бид бүх талбайн хэмжээнд хээрийн болон суурин судалгааны ажлыг хийснээс гадна Төмөрчөдөр нар ([2009Ф](#))-ын Орхоны хөндийн зүүн тал (Адармагийн хөтөл, Гүнгийн хөтөл)-д зурагласан талбайд ажиллан дээрх хурдсуудыг харьцуулах, хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодруулах зорилгоор нэмэлт дээжлэлтүүдийг хийсэн ([Зураг 77](#)).

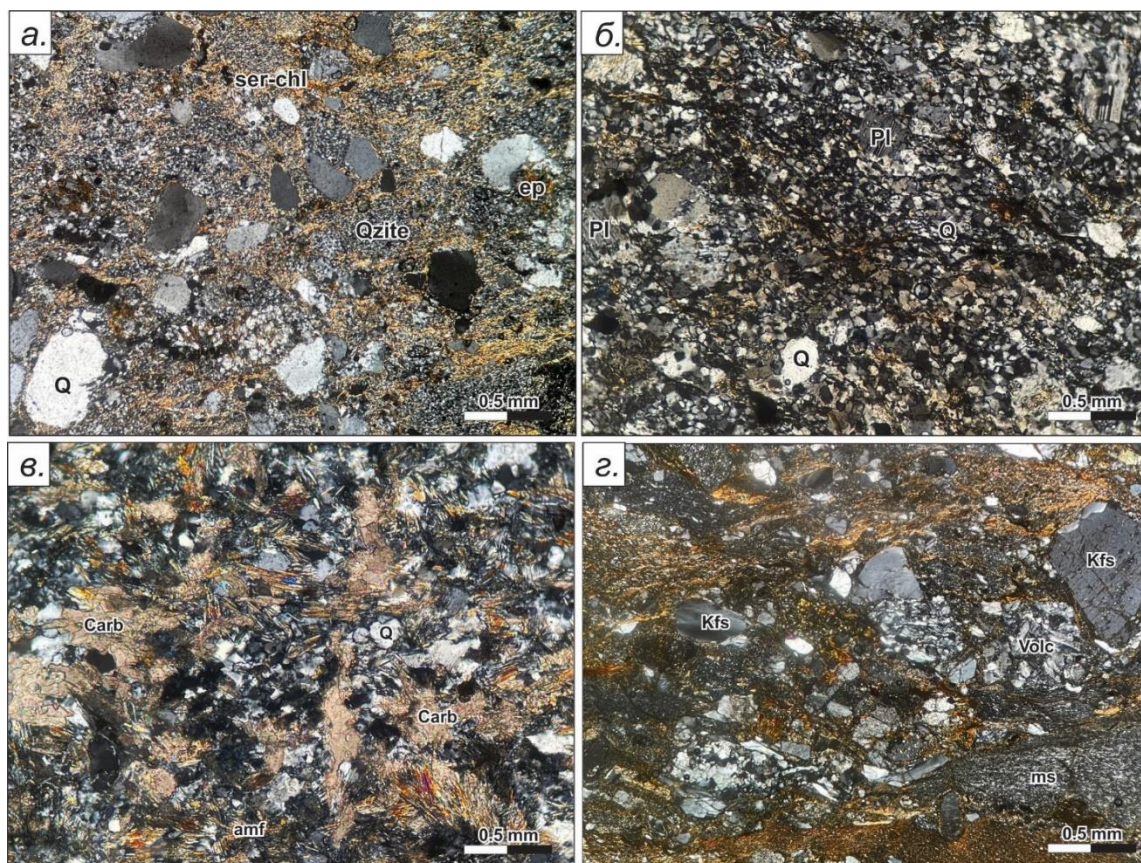
Геологийн тогтоц.

Судалгааны талбайд тархалттай тунамал чулуулаг нь региональ метаморфизмд өртөж атираажин, маш олон салбар хагарлуудын нөлөөгөөр хэрчигдэж, шилжсэн хэдий ч анхдагч тунамал чулуулгийн литологи хадгалагдаж үлдсэн байдгаараа онцлог бөгөөд Яшил формац нь цайвар саарал, хөх саарал өнгийн карбонатаар нэвчсэн занаржсан элсэн чулуу, дунд-том ширхэгт, бор саарал, ногоон саарал өнгийн элсэн чулуу, цахиурлаг алевролитын үеүдээс тогтох бөгөөд Холбоотолгойн баруун урд хэсэгт дээрх хурдастай нийцлэг байрлалтай саарал, цайвар хүрэн, ягаан саарал, цайвар ногоондуу кварцитын үе тааралддаг (Зураг 78). Яшил толгой, Их хангай уул болон Гүнгийнхөтөл орчим литологийн хувьд карбонатжиж занаржсан элсэн чулуу, кварцитын үе агуулсан дунд-том ширхэгт элсэн чулуу бүхий терриген хурдсаас тогтох бөгөөд Мөнгөнцээж формацаар зураглагдах цахиурлаг-вулканоген-терриген зузаалагтай эвшилдэж тааралддаг онцлогтой. Тэрчлэн Ханхарынхөтөл-Уулын хойд хэсэг Холбоотолгойн өмнөд хэсгийн метабазальт, андезитын туф, яшма, цахиурлаг алевролитын зузаалгийг салган Мөнгөнцээж формацаар зурагласан болно.



Зураг 78. Яшил формацын хурдсын гаршийн зураг а-в. Их тамир голын хойно зурагласан кварцит, серицит- хлоритот занар, элсэн чулуу б-е. Яшил толгой болон Хангай уул орчмын карбонатжсан элсэн чулуу, том -дунд ширхэгт элсэн чулуу

Петрографи: Петрографийн онцлог нь псаммит структуртай, эрдсийн хэмхдэс давамгайлсан, кварц, кварцит, плагиоклазын хэмхдэс давамгайлж, калийн хээрийн жонш маш бага агуулсан, цементлэгч нь филлит, төмрийн усан исэл, хлорит болон серицитийн бичил ялтаслаг агрегатаас зонхилон бүрдэж, эпидот-цоизитоор заримдаа баяжсан, эдгээр эрдсүүдтэй дахин талсжсан кварц, хээрийн жоншны материалууд нэгдэж, туузан ба дүүргэгч төрлийн цементийг үүсгэнэ (Зураг 79а).



Зураг 79. а-в. Яшил формацын элсэн чулууны шлифийн фото зураг.

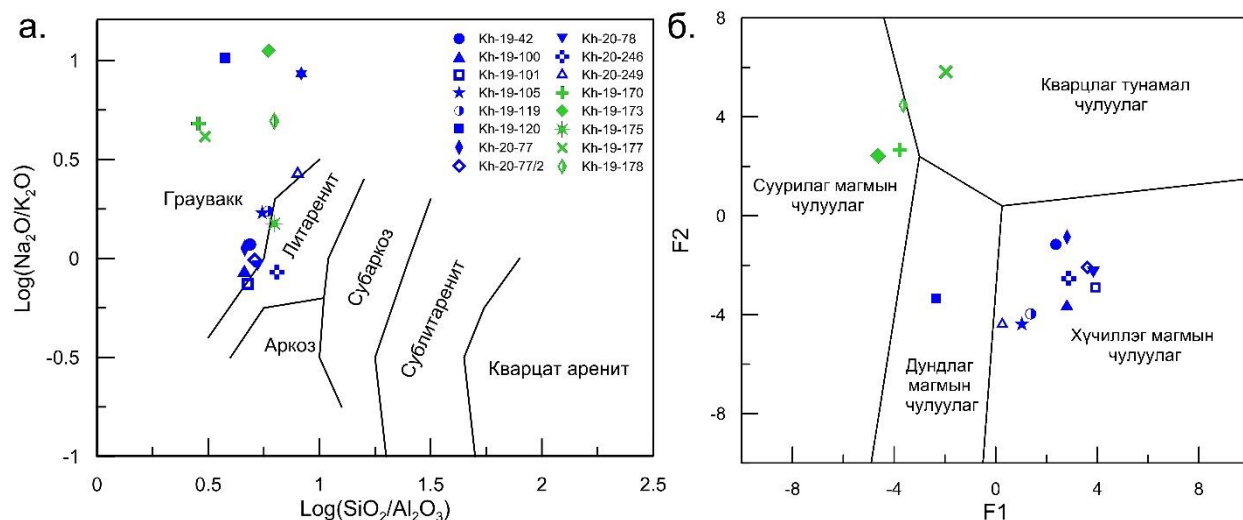
а-б. Яшил толгой (Kh-19-119, Kh-20-249), в. Ихтамир голын хойд хэсэг (Kh-19-175),

г. Адармагийн хөтөл (Kh-20-78) өсгөлт 4х. Q- кварц, pl- плагиоклаз, ser-chl- серицит-хлорит, carb- карбонат, amf-амфибол, ep-эпидот

Кварцын хэмхдэсүүд нь дахин талсжсан, метаморфизмд их өртсөнийг илэрхийлэхээр маш жижиг, бутармал агрегатаар тааралдана (Зураг 79б). Хэмхдэсүүдийн мөлгөржилт дунд, ялгарал дунд зэрэг, хэмхдэсүүд нь нэг зүгт чиглэн байршиж занарлаг текстурыг бий болгожээ. Тэрчлэн нилээд хүчтэй цахиуржсан ба кварц, карбонатын судланцар, түүний эмх цэгцгүй бөөгнөрлүүд элбэг харагдана. Харин Ихтамир голын хойд хэсэгт тархалттай элсэн чулуу нь карбонат-амфиболоор цементлэгдсэнээр ялгагддаг (Зураг 79в).

Геохими: Яшил формацын тунамал чулуулаг нь элсэн чулууны ангиллын Петтиджоны диаграмм дээр ерөнхийдөө граувакк болон литаренитын найрлагатай (Зураг 80а). Чулуулгийн тэжээгдлийн мужийг Al_2O_3/TiO_2 харьцаагаар тодорхойлдог бөгөөд Ихтамир голын хойд хэсгийн дээжүүдийн Al_2O_3/TiO_2 харьцаа 13-19 буюу суурилаг, дундлаг чулуулаг, харин Яшил толгой болон Адармагийн хөтөл орчимд тархалттай хурдас, чулуулгийн Al_2O_3/TiO_2 харьцаа дунджаар 24.0-54.0 хооронд буюу эх газрын эх үүсвэртэй хэмхдэс материалын үүсвэртэйгээр ялгагдаж байна. Roser ба Korsch (1988) нарын боловсруулсан тунамал чулуулгийн эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох дискриминацийн диаграммд хүчиллэг магмын эх

үүсвэрүүдийг харуулж байхад Ихтамир голын хойд хэсгийн дээжүүд нь суурилаг, дундлаг, кварцлаг чулуулгийн талбайд бууж эрс ялгагдана (Зураг 80б).

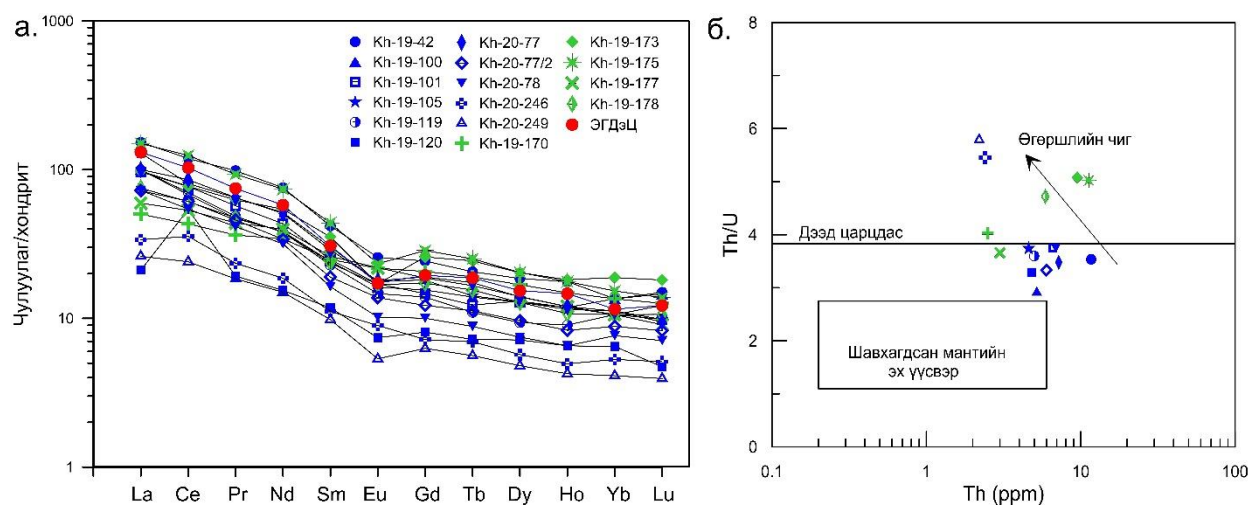


Зураг 80. а.Элсэн чулууны ангиллын диаграмм (Pettijohn et al, 1972);

б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)

(ногоон өнгө-Ихтамир голын хойд хэсэг, цэнхэр өнгө-Яшил толгой, Адармагийн хөтөл)

ГХЭ-ийг C1 хондритоор нормчилсон диаграммаас харахад дээрх диаграммуудад ялгарсан дундлаг, суурилаг эх үүсвэр бүхий тунамал чулуулгийн муруй шавхагдсан шинжтэй байхад хүчиллэг чулуулгийн эх үүсвэртэй чулуулаг нь ЭГДэЦ-ын хэмжээнд бага зэргийн европын гажилыг үүсгэжээ (Зураг 81а). Яшил формацын элсэн чулуу нь ХөгХЭ/ХүГХЭ харьцаа 5.83-16.0 (дундаж=11.15), Eu сөрөг аномаль (Eu/Eu*=0.6-1.0, дундаж=0.8)-тай байгаа нь хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй ЭГДэЦ-тай ойролцоо агуулгатай, харин (La/Yb)_N харьцаа 6.35-11.5 (дундаж утга 8.9) байгаа нь хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн бүтээгдэхүүн болохыг тус тус харуулна (Зураг 81а).

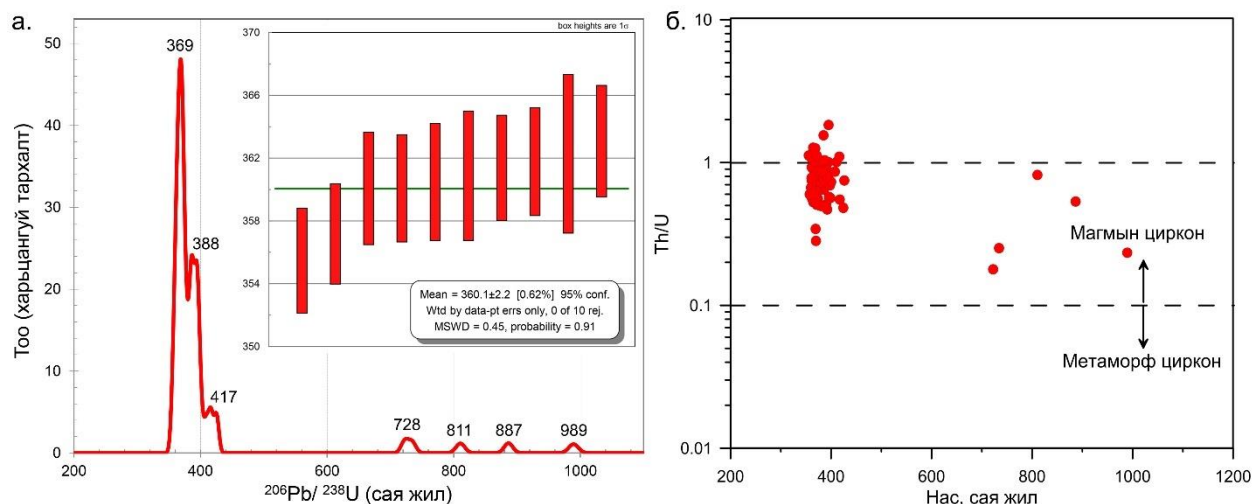


Зураг 81. а.Тунамал чулуулгийг C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм

(Sun and McDonough, 1989); б. Th-Th/U харьцааны диаграмм (McLennan, 1993)

Геохронологи. Уг формацын хурдас нь хойд талаараа Хойд тамирын голын томоохон хагарлаар хиллэгдэн шахагдсанаас гадна зүүн талаараа Орхоны хөндийн томоохон хагарлын нөлөө, тэдгээрийн хэд хэдэн салбар хагарлуудаар гаршууд нь занаржсан байх ба өмнөх судлаачид метаморфизмийн зэргээр нь эртний насанд хамааруулсан байдаг. Бидний судалгаа хийж буй Яшил формацын болон доод девоны настай Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд ижил байсан (Эрдэнэчимэг, 2019) учир геохронологийн шинжилгээ хийлгэж, улмаар тунамал хурдас хуримтлалын тэжээгдлийн эх үүсвэрийг тодруулах шаардлага бий болсон юм.

Элсэн чулууны Kh-19-119 дээжээс ялгасан цирконуудын нийт 110 мөхлөгийг U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээнд хамруулснаас 74 мөхлөг нь 90%-иас дээш илтгэлцүүр бүхий өндөр нарийвчлалтай конкорд өгөгдлүүд байсан бөгөөд үлдсэн мөхлөгүүд нь конкорд бус уламжлагдсан цирконы мөхлөгүүд гэж үзлээ.



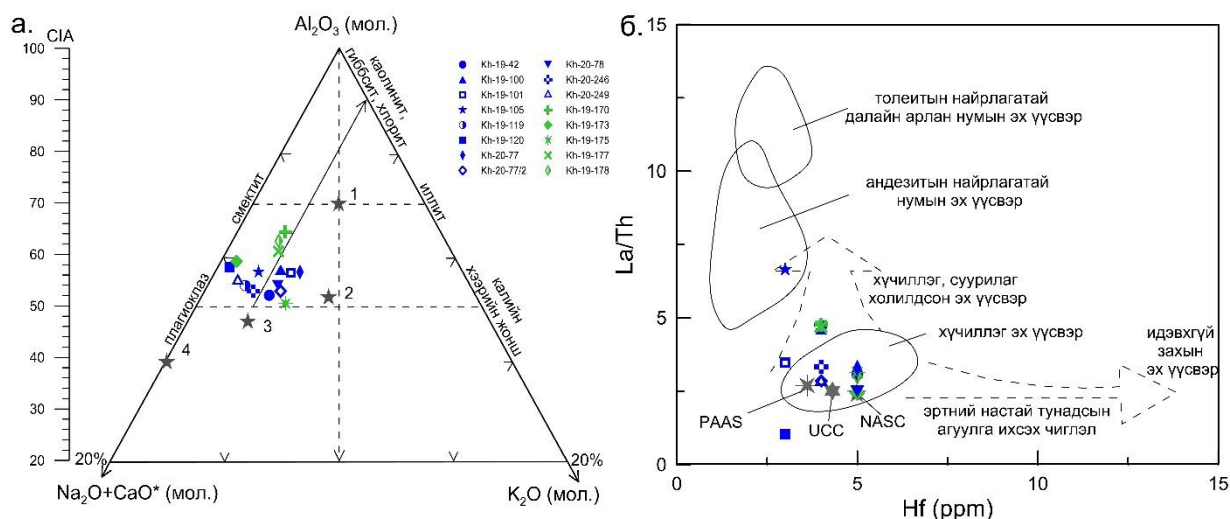
Зураг 82. а. Kh-19-119 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм

Цирконуудын бүрэлдэхүүнд 356 ± 3 ба 989 ± 8 с.ж-ийн хооронд $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ нас нь хэлбэлзэх бөгөөд 381 ± 3 - 356 ± 3 с.ж-ийн хооронд $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ нас нь хэлбэлзэх дээд девоны циркон 57% буюу гол популяцийг, 417 ± 4 - 383 ± 3 буюу дунд-доод девоны циркон 34%-ийг, 426-424 с.ж-ийн циркон болон неопротерозойн 989 ± 8 - 723 ± 6 с.ж-ийн циркон 9%-ийг тус тус эзэлдэг (Зураг 82а). Уг зөөгдмөл цирконууд дахь хамгийн залуу 10 цирконы талсжилтын насны конкорд өгөгдлүүдийг дундаж утгаар тооцоход тус дээжийн хамгийн залуу цирконуудын популяцийн дундаж нас нь дээд девоны буюу 360.1 ± 2.2 с.ж-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан гэж үзэж болно (Зураг 82а). Th/U харьцаа нь 0.2 ба 1.8 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь тэдгээрийг суурилагаас хүчиллэг найрлагатай магмын гаралтай чулуулгаас эх үүсвэртэй болохыг харуулж байна (Зураг 82б).

Хурдас хуримтлалын нас: Бидний судалгааны талбайн тунамал хурдсын тэжээгдлийн эх үүсвэр нь Тарвагатайн өргөгдлөөс эх үүсвэртэй бөгөөд тус хурдас хуримтлалд палеопротерозойн талсжилтын настай Идэр метакомплекс (Kroner et al, 2015; Ярмолук и др, 2018), неопротерозойн настай Жаргалант метакомплексын гранитоид (Козаков и др., 2011), силур-девоны гранитоид (Ярмолук и др., 2018; Ling et al, 2021)-ын эх үүсвэрүүдийн оролцоотойгоор дээд девоны цаг үед хуримтлагдсан болохыг тодруулжээ (Оюунчимэг нар, 2022).

Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, өгөршлийн эрчим, тектоник орчин. Th/U харьцаа нь өгөршлийн эрчмийг тодорхойлохоос гадна тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийг илэрхийлэх чухал үзүүлэлт болдог (McLennan et al, 1990; 1991; 1993; 1995). Их тамир голын хойд хэсэгт Th/U харьцаа 4 буюу түүнээс дээш утга үзүүлж байгаа нь өгөршлийн эрчим их байсныг, харин Яшил толгой болон Адармагийнхөтөл орчмын тунамал чулуулаг нь ЭГДэЦ-ын хэмжээнд (Th/U=3.8) буюу өгөршилд бараг ороогүй байгаа нь харагдаж байна (Зураг 816). Торий болон ураны агуулга цахиуржилт нэмэгдэх тусам ихэсдэг, мөн тунамал чулуулаг дахь хээрийн жонш, шаварлаг эрдсүүдтэй холбоотой байдаг. Энэ нь диаграмм дээрх Kh-20-246, Kh-20-249 дээжүүд нь цахиурлаг алевролит байгаагаар ялгарч байна.

Яшил формацын тунамал чулуулгийн химийн хувирлын индекс CIA утга 52-58, найрлагын өөрчлөлтийн индекс I_{CV} утга 0.7-1.0, химийн өгөршлийн индекс CI_W утга 56-66 байгаа нь өгөршилд бага орсон, хувиралд автаагүй, өргөгдлийн үед эх үүсвэрээс хол биш зайд хуримтлагдсан, харин хээрийн жонш багатай, кварц нь жижгэрч, бутарснаас ажиглавал хагарал, бутралын улмаас дахин хуримтлалаар үүссэн болох нь тогтвортой элементүүдийн зүй тогтол, эрдсүүдийн бүтцээс ажиглагдаж байна. Хээрийн жонш, гялтгануурын бүлгийн эрдэс бага байгааг K₂O/Na₂O харьцааны утга 1-ээс бага байгаа нь илтгэхээс гадна калий нь маш тогтворгүй, хурдан шингэж, шүлтших шинж өндөр байдагтай холбоотой (Оюунчимэг нар, 2018).

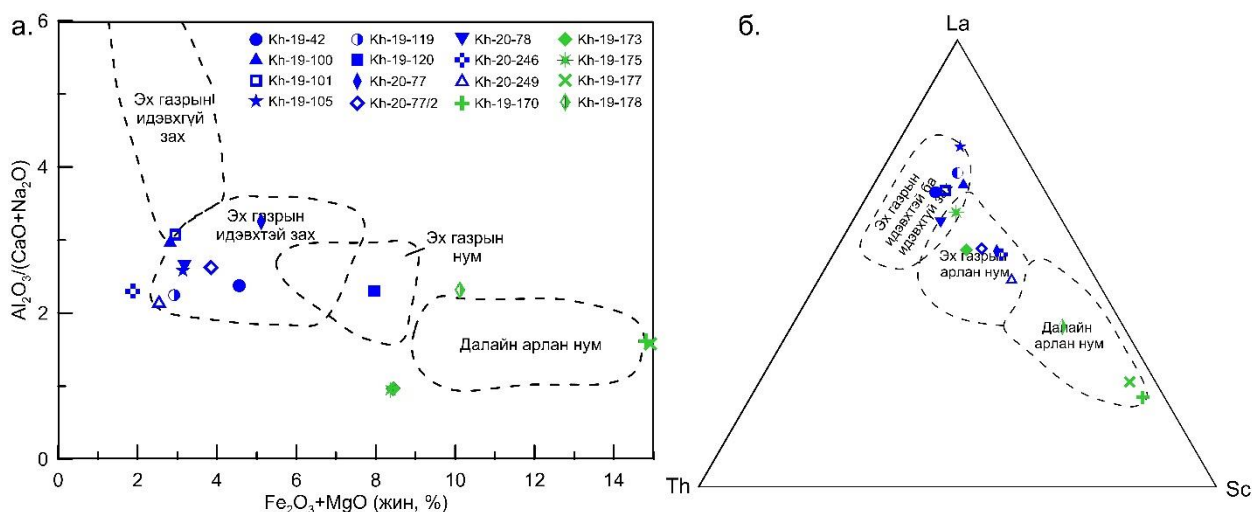


Зураг 83. а- Өгөршлийн чиглэлийн диаграмм (Nesbitt and Young, 1984);
б- Hf-La/Th харьцааны диаграмм (Floyd and Leveridge, 1987)

A-CN-K диаграммаас ажиглахад өгөршилд өртөөгүй, хүчиллэг найрлагатай чулуулгийн эх үүсвэртэй, холбогч эрдсээр хлорит агуулсан чулуулаг нь ялгарч байна (Зураг 74а). Ихтамир голын хойд хэсгийн тунамал чулуулаг нь CIA утга 50-65, ICV утга 1.6-2.3, CIW утга 60-71 байгаа нь өгөршилд дунд зэрэг орсон, плагиоклаз, амфибол, пироксен зэрэг чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд, чулуулгийн хэмхдэс агуулж байгаагаар ялгаатай. Энд ялгагдсан тунамал чулуулгийн барьцалдуулагч нь карбонат, хлорит зонхилох бөгөөд ICV утга 1-ээс их буюу ойролцоо байх нь дахин хуримтлалд бага орсоньг харуулж байна.

Hf болон La/Th харьцуулсан диаграмм нь хурдас хуримтлал нумын болон эх газрын идэвхтэй захаас үүссэнийг тодорхойлж өгдөг бөгөөд диаграммаас харахад судалгааны талбайн элсэн чулуу La/Th харьцаа 5-аас доош буюу хүчиллэг чулуулгийн эх үүсвэртэй байхад Ихтамир голын хойд хэсгийн чулуулаг холимог найрлагатай, нумын эх үүсвэртэй байна (Зураг 83б).

Судалгааны талбайн тунамал чулуулгуудын голлох болон ховор элементүүдийн үр дүнгүүдийг ашиглан олон төрлийн диаграммуудыг боловсруулсан хэдий ч давхцалтай байсан тул Т.Р.Бхатийн диаграммыг оруулав. Уг диаграмм дээр судалгааны талбайн хурдас чулуулаг эх газрын идэвхтэй зах, харин Ихтамир голын хойд хэсэг нумын орчинд хуримтлагдсан ялгаатай талбайд бууж байгаа нь эх үүсвэр өөр байгааг дахин илэрхийлж байна (Зураг 84).



Зураг 84. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Bhatia, 1983; Bhatia & Crook, 1986)

Анх Хосбаяр нар (1987)-ын Яшил формацад ялгасан талбайн хэмжээнд хээрийн судалгаа хийхэд литологийн хувьд эрс ялгаатай байсан тул бид уг формацаар зураглагдсан талбай бүрээс төлөөлөх дээжүүдийг нарийвчилсан шинжилгээнд хамруулан, хурдас чулуулгийн эх үүсвэр, тектоник орчныг тодруулсан юм. Литологийн хувьд Ихтамир голын хойд хэсэгт тархалттай хурдас нь ногоон, ногоон саарал өнгийн серицит-хлоритот занар, занаржсан алевролит, хөх саарал өнгийн атираажсан кварцит, метавулканит, хөх саарал өнгийн элсэн чулуунаас тогтож байхад Хархорины бүсийн баруун хойд зурвас хэсэг нь хөх саарал өнгийн карбонатаар нэвчсэн занаржсан элсэн чулуу, дунд-том ширхэгт, бор саарал, ногоон саарал өнгийн элсэн чулуу, цахиурлаг алевролитын үе бүхий зузаалгаас тогтдог.

Ихтамир голын хойд хэсэгт зураглагдсан Яшил формацын зүсэлтээс бид 5 дээжийг сонгон, петрографи, геохимийн шинжилгээнд хамруулсан. Петрографийн хувьд уг талбайн тунамал-метаморф зузаалаг нь тони-криогены Дархан группын шохойн чулуу, хлоритот занараар цементлэгдсэн байх бөгөөд геохимийн онцлогоор нилээд ялгагдаж байгаа нь үр дүнгийн хэсгээс харагддаг. УГЗ-200 болон 1:500000-ны масштабын геологийн зурагт Хархорины бүсийн хил заагийг өөрчилж зурсан байдаг бөгөөд уг формац нь мезопротерозойн настай Дунд-Оорцог формацаар зураглагдсан нь бидний ажлыг улам баталгаажуулсан юм. Иймээс бид Яшил формацын хурдас Орхоны атираат мегабүсийн Оорцог-Хөвсгөл нурууны бүсэд зураглагдахгүй болохоос гадна мезопротерозойн настай Дунд-Оорцог формацын тунамал чулуулгийн цементлэгч нь карбонат хурдас, төдийгүй литологи нь өөр тул цаашид тодруулах шаардлагатай гэж үзлээ.

Чулуун нар (2004Ф) уг формацыг бүхэлд нь идэвхгүй захын нөхцлөөс гүн усны нөхцөлд шилжих явцад хуримтлагдсан, өргөгдөл, суулт их байсан гэж дүгнэсэн

байдаг. Энэхүү дүгнэлт нь бидний судалгааны үр дүнтэй тохирч байгаа. Учир нь тунамал хурдас, метаморф чулуулаг нь нас, тэжээгдлийн эх үүсвэрийн хувьд ижил, маш их хувирсан хэдий ч өгөршилд маш бага автсан, зөвхөн цахиурлаг шинжээр өгөршлийн чигийг харуулдаг. Чулуун нар (2004Ф)-ын Яшил формацын кварцит-элсэн чулуу-занарын Хангай мэмбэр, хас-элсэн чулуу-алевролитын Сэрвэн мэмбэрийн хурдсуудад хээрийн ажиглалт болон гарсан шинжилгээний үр дүнгүүдийг харьцуулалт хийснээр Сэрвэн мэмбэрийн хас-метабазальт-алевролитын зузаалгийг аккрецын комплексийн нэгж болгон шинээр ялган зураглав.

2.4. ХАРААТ ФОРМАЦ

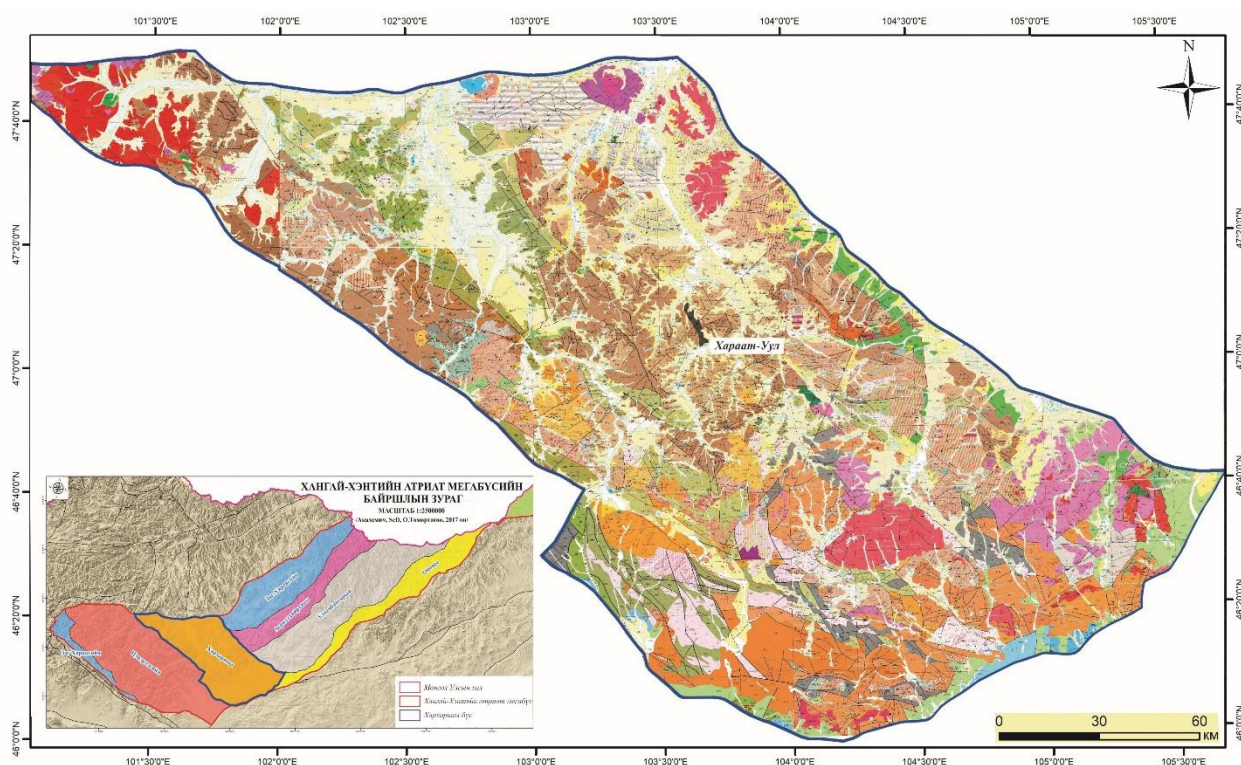
Хархорины бүсийн хэмжээнд маш бага, хязгаарлагдмал талбайд зурагласан доод девоны настай Хараат формацын хурдсыг Алтанзул нар литологийн найрлага, метаморфизмын зэрэг, хил заагийн харьцаа болон урьд хийгдсэн судалгааны ажлууд, ижил насны хурдсуудтай харьцуулан шинээр ялгасан байдаг (Алтанзул нар, 2005Ф). Тэрээр Бүрд группэд доод девоны настай Хараат, доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой, дунд-дээд девоны настай Шарт формацуудыг хамруулсан байдаг.

Өмнөх судлаачид уг формацын хурдсыг судалгааны талбайн хэмжээнд Бямбаа нар доод палеозойн настай занар-элсэн чулууны зузаалагт (1973Ф), Баадай нар дээд протерозой-доод кембрийн настай хувирмал хурдаст (1974Ф) хамруулж үзсэн байдаг. Харин Баатархуяг нар судалгааны талбайн баруун талд хил залгаа нутагт хийсэн 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлаар нарийвчлан судалж, уг хурдсыг региональ болон заагийн хувиралд автсан доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацын доод хэсэг болох Ноёхон мэmbэрт хамааруулсан (Баатархуяг нар, 2004Ф).

УГЗ-200 төслийн ажлаар Дэжидмаа нар Хараат формацаар ялгасан хэсгийн баруун талыг доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацаар зураглан, литологийг цайвар ногоон, бор саарал өнгийн жижиг, дунд ширхэгт элсэн чулуу, цайвар шаргал өнгийн яшма, алевролит, конгломерат, базальт, кварцит, шохойн чулууны нарийн үеэс тогтоно гэжээ. Харин Их болон Бага Хараат орчмыг силурын настай Яшил формацаар зурагласан байдаг (Дэжидмаа нар, 2008Ф).

Харин 2017 онд зохиогдсон 1:500000-ны масштабын геологийн зурагт дунд-дээд девоны настай Цүүгэл формацаар зураглан, туф элсэн чулуу, алевролитын нарийн үелэл, туф алевролит, конгломерат, ховроор дундлаг найрлагатай вулканитын литологиор бичиглэсэн байдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

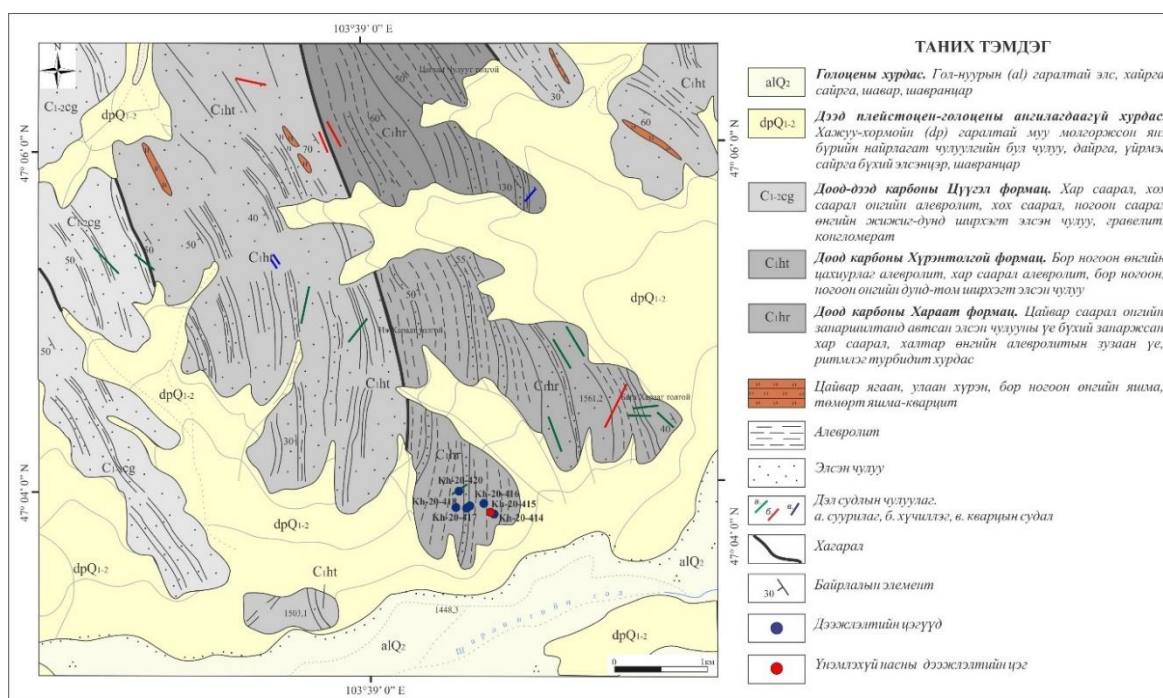
Алтанзул нар Хараат формацын хурдсыг L-48-VIII хавтгайн төв хэсэгт Шартын давааг дамнуулан баруун хойноос зүүн урагш Бага Харааттолгой, Цагаан чулууттолгой, Өлзийтхудаг, Хартолгой, Их-Эрдэнэ овоотолгой, Ухаа-Овооттолгой, Хар-Овоот толгой, Сүмийнхудаг, Даруушийн-Ухаа овооттолгой зэрэг газруудад 51 орчим кв.км талбайд ялган, зурагласан байдаг (Алтанзул нар, 2005Ф) (Зураг 85). Уг формацын хурдас нь хар-саарал өнгийн алевролитээр үүссэн филлит, ногоовтор-саарал өнгийн метаморфжсон жижиг, дунд, том ширхэгт аркоз элсэн чулуу, хар өнгийн алевролит, хар-ногоовтор өнгийн биотит-кварцат, кварц-серицитэт, эпидот-хлорит-актинолитот, амфибол-кварцат занараас голлон тогтох ба ховроор улаан-хүрэн өнгийн кварцитын мэшил агуулдаг.



Зураг 85. Хараат формацын тархалтын бүдүүвч зураг (Дэжидмаа нар, 2008Ф),
Хархорины бүсийн байршлын схем зураг (О.Төмөртоого, 2017)

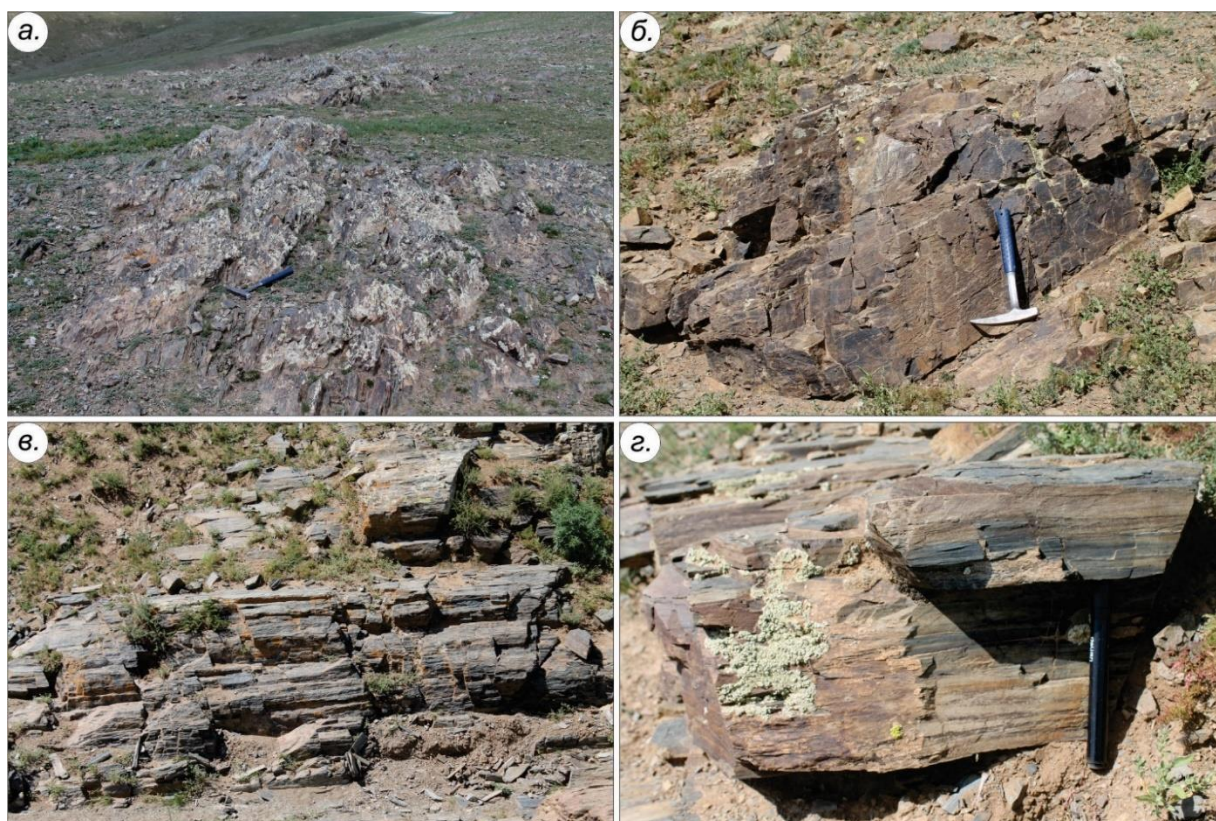
Төслийн даалгаварын хүрээнд Хараат метаморф бүрдлийн хээрийн судалгааг 2020 онд хийснээр, төслийн төсвөөс хамааран 4 дээжийг петрографи, петрохими, геохими, 1 дээжийг геохронологийн шинжилгээнд хамруулсан болно.

Хээрийн судалгааг Их болон Багахараат толгой орчимд хийн, шинэ насны үр дүнгээр талбайн геологийн бүдүүвч зургийг шинэчилсэн (Зураг 86) бөгөөд уг талбайд 1.5-2м зузаан цайвар саарал өнгийн занаршилтанд автсан элсэн чулууны үе бүхий занаржсан хар саарал, халтар өнгийн алевролитын зузаан үе, ритмлэг турбидит зузаалгаас тогтох бөгөөд байрлалын элемент $УА-210^{\circ}$, $\angle 40-50^{\circ}$, баруун хойш сунасан хүчиллэг дайкар зүсэгдсэн байдаг (Зураг 87).



Суурь зураг Алтанзул нар, 2005 (5602Ф)-ыг ашиглав.

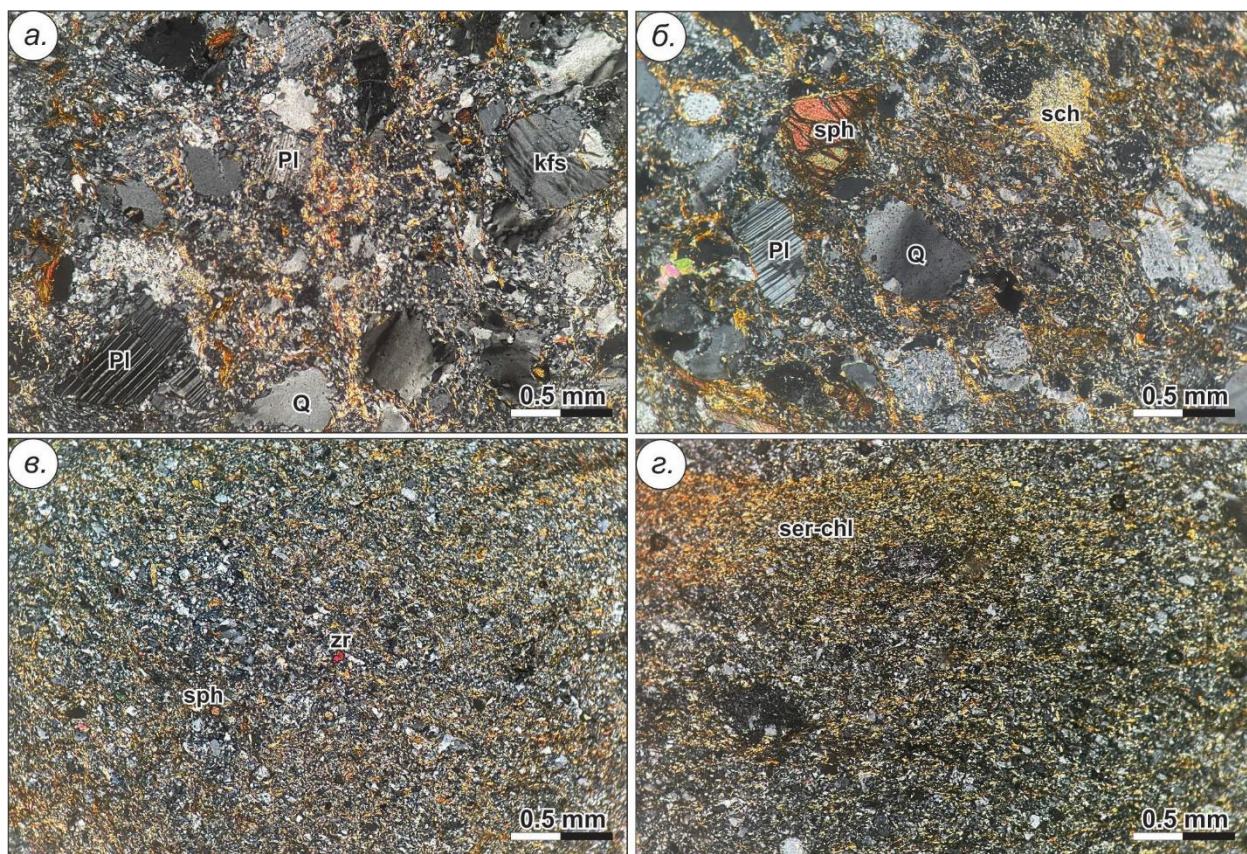
Зураг 86. Хараат уулын геологийн зураг



Зураг 87. Хараат формацын гаршийн зураг. а.Занаржсан алевролит, б.Бор ногоон өнгийн элсэн чулуу, в. Ритмлэг элсэн чулуу, г. Ритмлэг хар саарал өнгийн алевролит (Kh-21-415)

Петрографи: Элсэн чулуу нь жижиг-дунд ширхэгтэй (0.1-0.5мм), псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай, хэмхдэс (45-50%), цементлэгч материал (50-55%) аас тогтоно. Хэмхдэсүүдээс кварц (20-25%), калийн хээрийн жонш (10-15%), плагиоклаз (10-15%) зэрэг эрдсийн хэмхдэсүүд зонхилон, гранит, кварцит, занар

зэрэг чулуулгийн хэмхдэсүүд багаар тохиолдоно. Хэмхдэсүүд нь мөлгөржилт муутай, өнцөглөсөн хэлбэртэй, ялгарал муутай байх ба тэдгээр нь серицит-хлоритын жижиг хайрсаар холбогдож цахиурлаг-шаварлаг агрегатаар цементлэгдэнэ. Серицитийн хайрсууд нь төмрийн усан ислээр нэвчигдэж улаан хүрэн өнгөтэй болсон байна. Акцессор эрдсээс циркон, сфен, хүдрийн эрдэс тааралдах ба хүдрийн эрдэс тааралдаж, чулуулаг 0.1-0.3мм өргөн карбонатын судлуудаар хэрчигджээ (Зураг 88а,б).

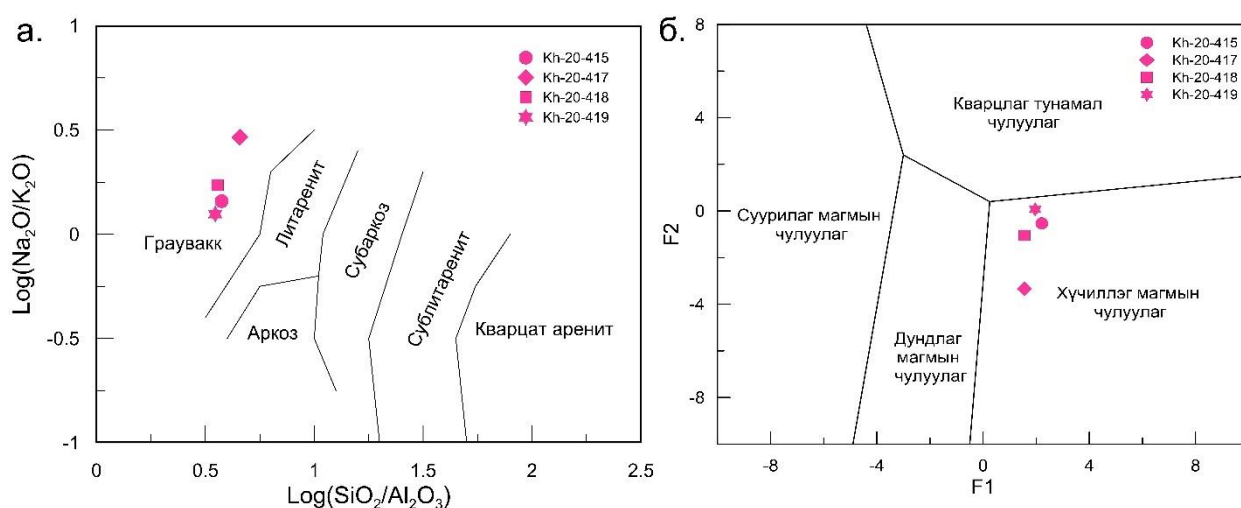


Зураг 88. Хараат формацын элсэн чулуу, алевролитын дээжийн шлифийн фото зураг

а. Kh-20-417, б. Kh-20-414, в. Kh-20-415, г. Kh-20-418 (Q-кварц, Pl-плагиоклаз, kfs- калийн хээрийн жонш, sch-занар, ser- серицит, chl-хлорит, zr-циркон, sph-сфен)

Алевролитууд нь 0.01-0.05мм хэмжээтэй, алевролит структуртай, цул нягт болон сул занарлаг текстуртай, кварц, хээрийн жонш, серицит-хлоритын агрегатууд, акцессор эрдсүүдээс тогтоно. Кварцын хэмхдэсүүд чулуулгийг голлон бүрдүүлэх бөгөөд багаар пертит ургалттай калийн хээрийн жонш, полисентитик ихэрлэлттэй плагиоклаз тааралдана. Хэмхдэсүүдийн завсар хоорондын зайг серицит-хлоритын бичил хайрсууд болон шаварлаг эрдсийн агрегатууд дүүргэсэн байна. Акцессор эрдсээс циркон, сфен, хүдрийн эрдэс тэмдэглэгдэнэ. Чулуулаг 0.1мм өргөн кварц-карбонатын судлаар хэрчигдэнэ (Зураг 88в,г).

Геохими: Уг формацын тунамал чулуулгуудад SiO_2 61.19-67.74%, Al_2O_3 14.87-17.63%, Fe_2O_3 2.95-5.44%, CaO 1.31-2.32%, Na_2O 4.31-5.61, K_2O 1.92-3.45% агуулгатай байна. Петтиджоны ангиллын химийн найрлагын хувьд уг формацын тунамал чулуулгууд граувакк найрлагатай (Зураг 89а). Roser ба Korsch (1988) нарын боловсруулсан тунамал чулуулгийн эх үүсвэр, чулуулгийн төрлийг тодорхойлох дискриминацийн диаграммд хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн эх үүсвэртэй болох нь харагдана (Зураг 89б). Чулуулагт агуулагдах TiO_2/Zr агуулга 200-аас дээш байвал суурилаг, 195-55 байвал дундлаг, 55-аас бага байвал хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй байна (Hayashi et al, 1997). Хараат формацын тунамал чулуулагт $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ харьцаа 21.2-32.3, TiO_2/Zr харьцаа 12.10-36.32, Co/Th агуулга бага 0.48-1.26, La/Sc агуулга 4.98-10.76 байгаа нь чулуулгийг хүчиллэг магмын чулуулгаас эх үүсвэртэйг илэрхийлж байна.



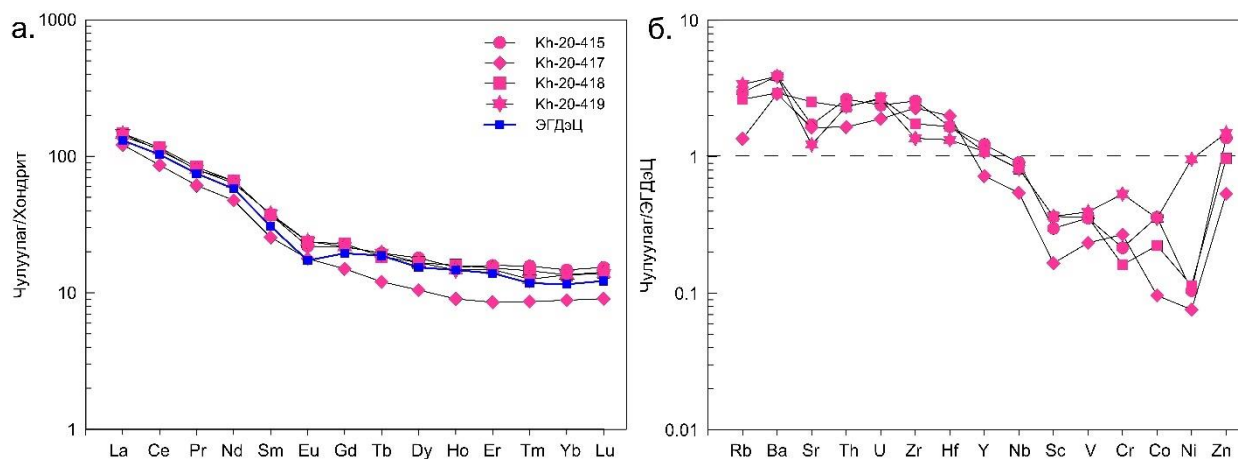
Зураг 89. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al, 1972),

б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)

ГХЭ-ийн муруйгаас тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийг тодорхойлох боломжтой бөгөөд тунамал чулуулаг нь ЭГДэЦ-ын түвшинд хэдий ч европын гажил бага зэрэг эерэг байгаа нь плагиоклаз давамгайлсантай холбоотой. Тунамал чулуулаг нь ХөгХЭ (117.52-156.06 г/тн)-ээр баяжиж, ХүГХЭ (6.98-12.09 г/тн)-ийн жигд агуулгатай, Eu/Eu^* -ийн (0.77-0.91) сул сөрөг гажил ажиглагдаж байгаа нь чулуулаг эх газрын царцдасын чулуулаг болохыг илтгэнэ (Зураг 90а). ЭГДэЦ-тай ойролцоо агуулгатай. Kh-21-417 дээж нь хүнд ГХЭ-ээр сулавтар ядуурсан шинжийг үзүүлж байна.

Олон элементийг ЭГДэЦ (эх газрын дээд царцдас)-ын дундаж утгад нормчлон байгуулсан диаграммаас харахад тунамал чулуулаг нь ховор элементийн агуулгыг эх газрын дээд царцдасын агуулгатай харьцуулахад 3 дээж нь Ba, Rb зэрэг элементүүд өндөр байх ба чулуулаг нь шаварлаг болон гялтгануурын төрлийн

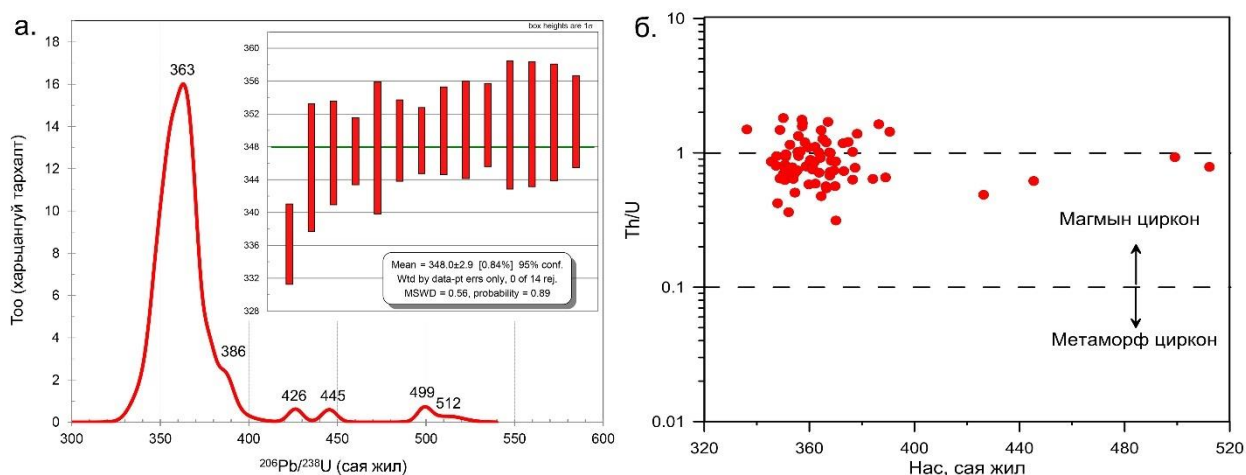
эрдсүүдийг агуулсан, хээрийн жонш нь серицитэд хувирсантай холбоотой байж болох юм. ЭГДэЦ-ын дундаж утгаас ионы радиус өндөртэй элементүүдээр баяжсан байгаа нь хээрийн жонштой холбоотой, шилжилтийн элементүүдээр ядуурсан байгаа нь мантийн чулуулгийн оролцоо бага байгаатай холбоотой байна (Зураг 90б).



Зураг 90. а. Тунамал чулуулгийг C1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989), б. ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Taylor and McLennan, 1985)

Геохронологи. Хараат формацын тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын насыг тодруулахаар бид Иххараат уулын урд хэсэгт зураглагдах турбидит зузаалгаас Kh-20-415 (N47°03'50.0"; E103°40'04.5") дээжийг сонгон авч U-Pb аргаар геохронологийн шинжилгээнд хамруулсан.

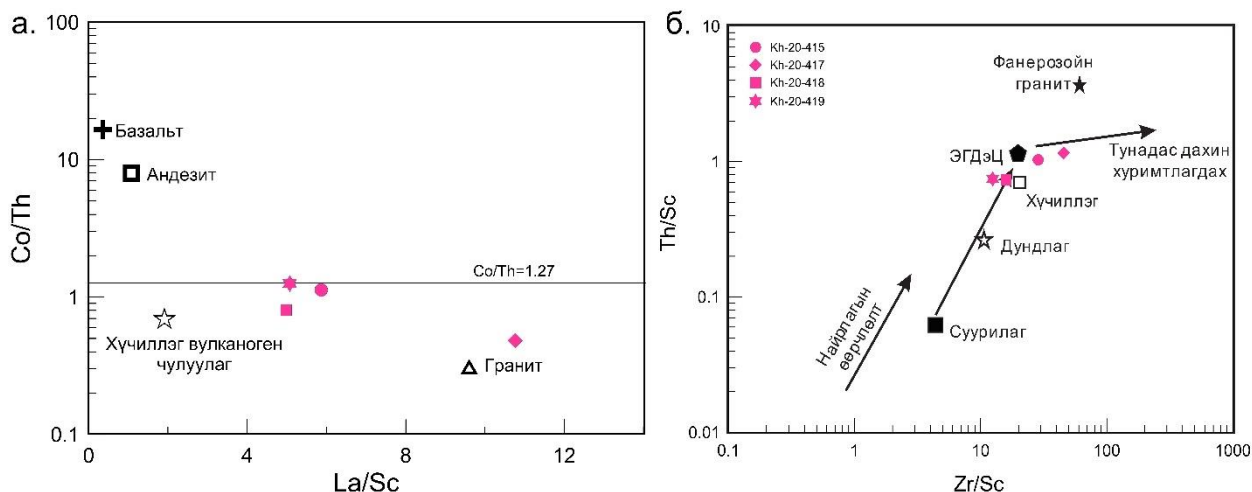
Уг дээжээс ялгасан 84 зөөгдмөл цирконы мөхлөгт хэмжилт хийснээс 76 мөхлөгт 95%-аас дээш нарийвчлалтай итгэлцүүр бүхий $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ насны конкорд өгөгдлүүд байв. Хараат формацын ритмлэг хар саарал өнгийн алевролитын Kh-20-415 дээжээс ялгасан цирконуудын нас 336 с.ж-ээс 512 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэж, 358-336 с.ж-ийн хооронд буюу доод карбоны настай циркон 40.8%, 426 -359 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх силур-девоны настай циркон 55.3%, 512-445 с.ж-ийн буюу кембри-ордовикийн настай циркон 3.9% эзлэн ялгагдана (Зураг 91а) (Хавсралт 9). Эдгээрээс тус дээжийн 351-336 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх хамгийн залуу 14 цирконы популяцийн дундаж $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ нас нь 348.0 ± 2.9 с.ж байгаа нь хурдас хуримтлал доод карбоны цаг үеэс хойш хуримтлагдсаныг илэрхийлнэ.



Зураг 91. а. Kh-20-415 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм

Зөөгдмөл цирконы мөхлөгүүдэд агуулагдах Th/U-ны харьцаагаар цирконы гарал үүслийг тодорхойлдог ба Th/U харьцаа 0.1-ээс бага бол метаморф, 0.1-ээс их бол магмын гаралтай болохыг илтгэдэг (Hoskin & Schaltegger, 2003). Хэмжилт хийгдсэн цирконы мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 47-3410ppm, U-ы агуулга 56-2260 ppm, Th/U харьцаа 0.31-1.81 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь цирконууд нь магмын чулуулгаас эх үүсвэртэйг илэрхийлнэ (Зураг 91б).

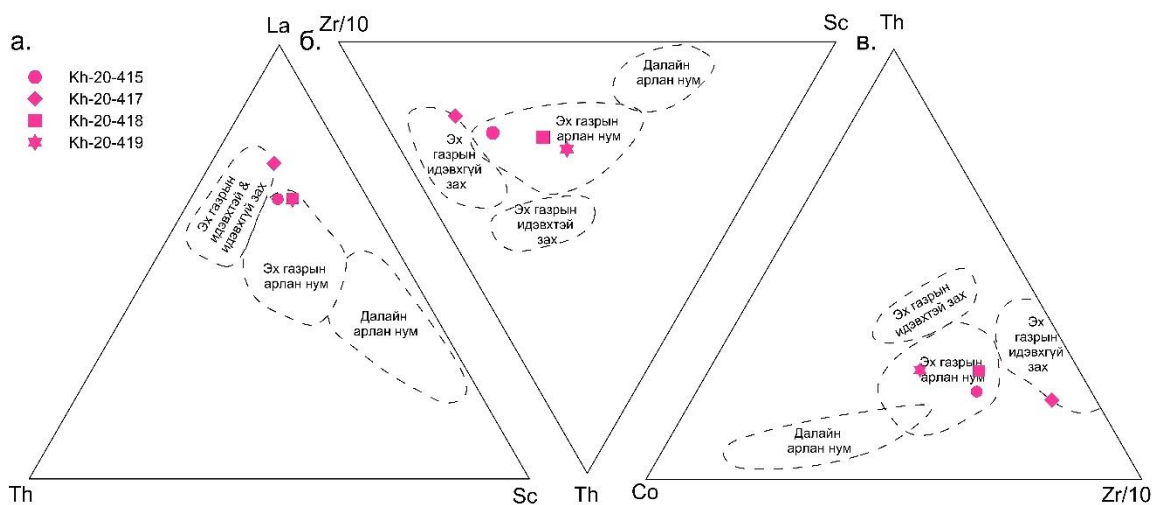
Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, тектоник орчин. Нийцлэг бус элемент буюу Th, нийцлэг элемент болох Sc нь терриген хурдсын эх үүсвэрээс тунаж хуримтлагдах болон дахин хуримтлагдахад ч тогтвортой бөгөөд эх үүсвэрийг найдвартай үзүүлдэгт тооцогддог. Co, Sc-ийг тоналит болон бусад хүчиллэг чулуулгаас үүссэн хурдас хуримтлалд, харин Ba хүчиллэг болон суурилаг эх үүсвэртэй элсэн чулууг ялгахад ашигладаг байна (Taylor and McLennan, 1985). Хүчиллэг чулуулгийн эх үүсвэртэй тул энэ нь тунамал чулуулгийн эх үүсвэр тодорхойлох La/Sc болон Co/Th харьцааны диаграммыг ашиглаж үзэхэд бусад диаграммууд дээр бага зэргийн ялгарч байгаа (Kh-21-417) дээж нь гранитаас, бусад нь хүчиллэг найрлагатай вулканоген чулуулгаас үүссэн нь харагдана (Зураг 92а).



Зураг 92. а. La/Sc болон Co/Th харьцааны диаграмм (Gu et al, 2003),
 б. Zr/Sc болон Th/Sc харьцааны диаграмм (McLennan et al, 1993)

Химийн хувирлын индекс (CIA) нь 54.4 хооронд буюу бага, PIA буюу плагиоклазын өгөршлийн индексийн утга нь 55.8 байгаа нь маш тогтвортой, тэжээгдлийн мужаас хол зөөгдөөгүй, тэжээгч эх үүсвэр нь өгөршилд бага орсныг илтгэнэ. Химийн өгөршлийн индекс (CIW)-ийн утга 60.7, буюу химийн хувирлын индекс (CIA)-ийн утгаас арай өндөр байхад ICV утга 1.0 бага байгаа нь дахин хуримтлалд ороогүй шинжийг илэрхийлдэг. Ерөнхийдөө энэ формацын CIA, PIA, CIW утгууд бага байгаа нь тэжээгдлийн мужаас хол зайд зөөгдөөгүй, өгөршилд бага орсныг харуулж байна.

Тунамал чулуулаг нь грауваккад хамаарах ба SiO₂=62-68 жин.%, K₂O/Na₂O=0.3-0.8 байгаа буюу 1-ээс бага утга нь эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн чулуулгийн угаagdлаар хуримтлагдсан болохыг заадаг. Тэрчлэн петрографийн судалгаагаар плагиоклазаас калийн хээрийн жонш бага агуулгатай байгаагаар илэрхийлэгдэж байна.



Зураг 93. Тектоник орчныг тодорхойлох Sc-La-Th
 (a), Th-Sc-Zr/10 (б), Zr/10-Th-Co (в) диаграмм (Bhatia & Crook, 1986)

Тектоник орчныг тодруулах зорилгоор ховор элементүүдээр диаграмм байгуулахад 3 дээж нь Kh-21-417 дээж нь эх газрын идэвхгүй захыг зааж, өөр эх үүсвэртэй болох нь батлагдаж байна (Зураг 93).

Ерөнхийдөө тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодруулахад La, Ce, Nd, Th, Zr, Nb, Y, Sc, Co зэрэг тогтвортой элементүүдийг өргөн хэрэглэдэг. Далайн арлан нумын орчинд үүссэн тунамал чулуулгууд нь La, Th, U, Zr, Nb, Th/U маш бага агуулгатай, өндөр La/Sc, La/Th, Ti/Zr, Zr/Th агуулгатай байдаг бол эх газрын арлан нумд үүссэн чулуулгууд La, Th, U, Zr, Nb элементүүдээр баяжсан байдаг. Харин эх газрын идэвхгүй захын нөхцөлд үүссэн чулуулгууд нь эх газрын идэвхтэй захад үүссэн чулуулгуудаас Zr, Zr/Th агуулгаар баяжиж, Ba, Rb, Sr, Ti/Zr агуулгаар ядуурсан байдгаараа ялгагддаг (Bhatia & Crook, 1986). Хараат формацын тунамал чулуулгийн үүссэн тектоник орчныг тодруулахаар La-Sc-Th, Zr/10-Th-Sc болон Zr/10-Th-Co харьцааны гурвалжин диаграммуудыг байгуулахад уг формацын чулуулгууд эх газрын арлан нумаас эх газрын идэвхгүй захын нөхцөлд үүссэн нь харагдана.

БҮЛЭГ 3. ДУНД-ХОЖУУ ПАЛЕОЗОЙН ЦАХИУРЛАГ- ВУЛКАНОГЕН-ТУНАМАЛ ХУРДАС

3.1. ХҮРЭНТОЛГОЙ ФОРМАЦ

Хархорины бүсэд харьцангуй өргөн тархалттай доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацыг Бүрдийн талбайн хэмжээнд Алтанзул нар цахиурлаг-вулканоген-тунамал зузаалгийг Бүрд группэд хамааруулан анх зурагласан (Алтанзул нар, 2004Ф). Дараа нь Төмөрчөдөр нар Тарнын талбайд литологи нь ижил байгаад үндэслэн уг нэрээр үргэлжлүүлэн ялгасан байдаг (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф). Харин Хархорины бүсийн баруун хэсэгт Чулуун нар литологи нь ижил хэдий ч Эрдэнэцогт формац (Баян-Өндөр D₁₋₂bu; Ханхар D₁₋₂hn; Бэрх-Уул D₁₋₂br мэмбэрүүд)-аар ялган зурагласан (Чулуун нар, 2004Ф).

Алтанзул нар Хүрэнтолгой формацын литологийг ногоон, ногоовтор-саарал, хөхөвтөр ногоон-саарал янз бүрийн ширхэгт олон хольцот элсэн чулуу, аркозын элсэн чулуу зонхилон, алевролит, алевроэлсэн чулуу, цэхэр-саарал, бараан-саарал, хүрэн, хүрэвтэр-улаан өнгийн хас маягийн кварцитын үе мэшил, заримдаа гантигжсан шохойн чулуу, дундлаг, суурилаг найрлагатай бялхмал чулуулаг болон филлитийн нарийн үе мэшлүүдээс бүрдэнэ гэжээ (Алтанзул нар, 2004Ф).

Баатархуяг нар Бүрдийн талбайн баруун талд хил залгаа нутагт хийсэн 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлаар региональ болон заагийн хувиралд автсан доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацыг 3 мэмбэр (доод мэмбэр-Ноёхон, дунд мэмбэр-Өлзийт-Овоо, дээд мэмбэр-Улаанхад)-т ялган, Ноёхон мэмбэрт метаэлсэн чулуу, метаалевролит, хлоритот занар; Өлзийт-Овоо мэмбэрт цайвар ногоон, ногоон өнгийн жижиг ширхэгт элсэн чулуу, цайвар шаргал өнгийн кварцит, улаан өнгийн яшма, алевролитын нарийн үе; Улаанхад мэмбэрт ногоон өнгийн жижиг ширхэгт элсэн чулуу, алевролитын нарийн үелэл, элсэн чулуу, конгломератын литологитойгоор зурагласан (Баатархуяг нар, 2004Ф).

Төмөрчөдөр нар 1:50000-ны ГЗЕЭА-аар дунд девоны Хүрэнтолгой формацын хурдсыг гравелит, конгломератын үетэй элсэн чулуу, алевролит бүхий тунамал доод, яшма, яшма-кварцит, метабазальт, филлит маягийн занарын мэшилтэй элсэн чулуу, алевролит бүхий цахиурлаг-вулканоген-тунамал дээд мэмбэрүүдэд тус тус ялгасан (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф).

Хархорины бүсийн зүүн хойд хэсэг, Хашаат сумын орчимд байрлах бөгөөд талбайн хэмжээнд тархалттай Хүрэнтолгой формацын хурдсыг Баадай нарын 1:200000-ны масштабтай геологийн зураглалын ажлаараа доод карбоны Өрмөгтэй, доод-дээд карбоны Артээл формацуудад ангилсан. Өрмөгтэй формац нь

харьцангуй өргөн тархалттай бөгөөд полимикт элсэн чулуу, конгломерат, гравелит, алевролит бүхий доод, алевролит, алевро-элсэн чулуу, полимикт элсэн чулуу, туф-элсэн чулуу болон яшмоид бүхий дээд мэмбэрүүдэд хуваагдана. Харин Артээл формац нь конгломерат, гравелит, элсэн чулуу, алевролитаос тогтох ба талбайн зүүн хойд хэсэгт багахан хэмжээтэй илэрнэ хэмээн үзжээ ([Баадай нар, 1974Ф](#)).

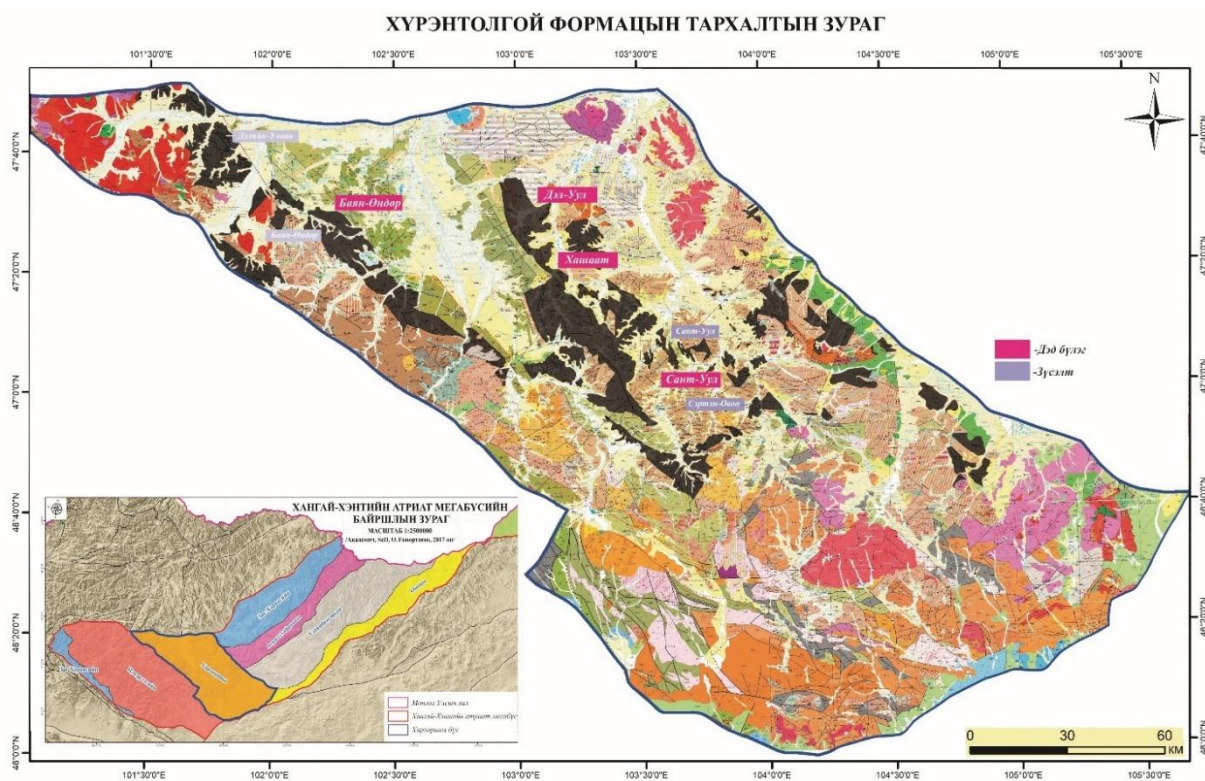
Дэжидмаа нар УГЗ-200 төслийн ажлаар дээрх зураглалын ажлуудын доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацыг бүсийн зүүн хэсэгт хэвээр зураглан, литологийг цайвар ногоон, бор саарал өнгийн жижиг, дунд ширхэгт элсэн чулуу, цайвар шаргал өнгийн яшма, алевролит, конгломерат, базальт, кварцит, шохойн чулууны нарийн үеэс тогтоно гэжээ ([Дэжидмаа нар, 2008Ф](#)). Бүсийн баруун хэсэгт Хүрэнтолгой формацын аналогийг Баян-Өндөр формац нэртэйгээр доод мэмбэрт ялган, литологийг улаан хүрэн өнгийн яшма, цайвар өнгийн кварцит, төмөрт кварцитын жижиг үе, мэшил бүхий цахиурлаг элсэн чулуу, занар алевролит, конгломератаас; дунд мэмбэр нь цайвар ногоон өнгийн элсэн чулуу, цахиурлаг алевролит, аргиллитаас тогтох Ханхар, дээд мэмбэр нь вулканитын үе агуулсан хар, хар саарал өнгийн аргиллит, алевролитын үе бүхий ногоон, бор ногоон өнгийн элсэн чулуунаас бүрдэх Бэрх-Уул формацуудыг тус тус ялган зураглажээ ([Дэжидмаа нар, 2008Ф](#)).

Харин 1:500000-ны геологийн зурагт литологийг элсэн чулуу, аркозын элсэн чулуу зонхилсон алевролит, элевроэлсэн чулуу, хас маягийн кварцитын үе, мэшил, заримдаа гантигжсан шохойн чулуу, дундлаг, суурилаг найрлагатай бялхмал чулуулаг болон филлитийн нарийн үеэс тогтоно гэж Алтанзул нарын ялгасан литологийг хэвээр үлдээн, Хархорины бүсийн хэмжээнд өмнө зураглагдсан Эрдэнэцогт, Хүрэнтолгой формацуудыг доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацад нэгтгэсэн байдаг ([Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф](#)).

Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас нь Хархорины бүсийн төв хэсэгт Хүрэнтолгой район, Иххараат толгой, Сэртэнтолгой, Сант-Уул, Харуулттолгой, Бага Монгол уулт Өндөртолгой, зүүн хойд хэсэгт Хашаат сумын орчим, Их Бага Дэл-Уул, Салхит-Уул, Тарвагатайтолгой зэрэг газруудад баруун хойш чиглэлтэй томоохон хагарал болон хойш, зүүн хойш чиглэлтэй жижиг хагарлуудаар тусгаарлагдан, блоклог хэлбэртэй синклиналь, моноклиналь атираа үүсгэн илэрдэг ([Алтанзул нар., 2004](#); [Төмөрчөдөр нар., 2009](#)). Хүрэнтолгой формацын насыг дунд-дээд девоны Шарт формац, ургамал, амьтны үлдэгдэл бүхий дээд девоны Цүүгэл формацын флишоид тунамал хурдсаар нийцлэг хучигдсанд

үндэслэн доод-дунд девон, дунд девоны түвшинд хамааруулсан байдаг (Алтанзул нар, 2004Ф; Төмөрчөдөр нар, 2005Ф; Төмөрчөдөр нар, 2009Ф).

Энэхүү формацын хурдас Хархорины бүсийн хэмжээнд харьцангуй том талбайд зураглагдсан тул судалгааны ажлыг бүсийн хэмжээнд зүүн хэсэгт анх ялгасан Хүрэнтолгой формац, баруун хэсэгт Дэжидмаа нарын (2008Ф) ялгасан Баян-Өндөр формац болон Гүрцоо нарын (1990Ф) зурагласан уламжлалт Эрдэнэцогт формацуудын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдсыг хамруулан петрографи, петрохими, геохими, геохронологи, микропалеонтологийн шинжилгээнд хамруулан, гарсан үр дүнг энэхүү бүлэгт бичлээ. Ингээд бүсийн өмнөд хэсгээс Сант-Уул болон Сэртэн-Овоо (1), хойд болон төв хэсгээс Хашаат (2), Дэл-Уул (3), баруун хэсгээс Баян-Өндөр уул орчмыг (4) сонгон, хээрийн болон суурин судалгааны үр дүнгүүдийг оруулж байна (Зураг 94).



Зураг 94. Хүрэнтолгой формацын тархалтын бүдүүвч зураг (Дэжидмаа нар, 2008Ф), Хархорины бүсийн байршлын схем зураг (О.Төмөртоогоо, 2017)

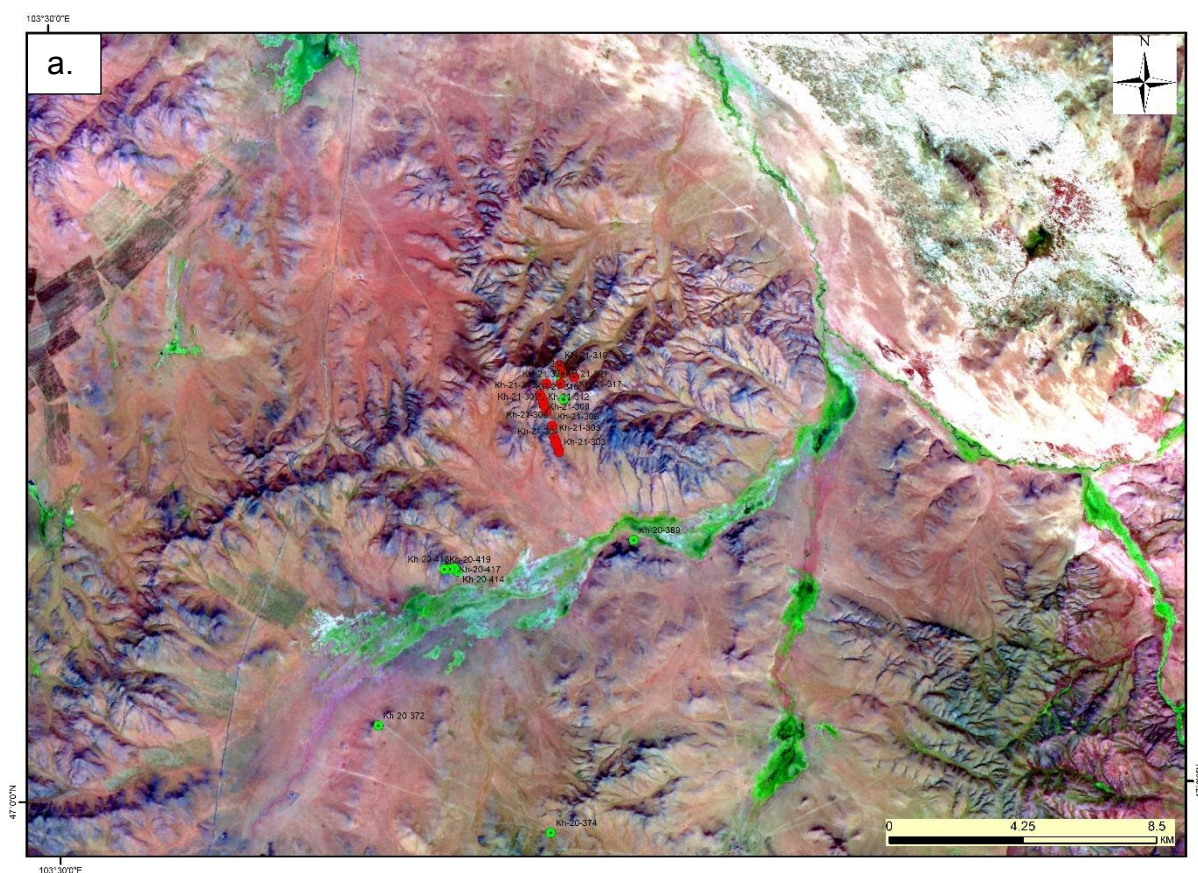
3.1.1. Сант-Уулын талбай

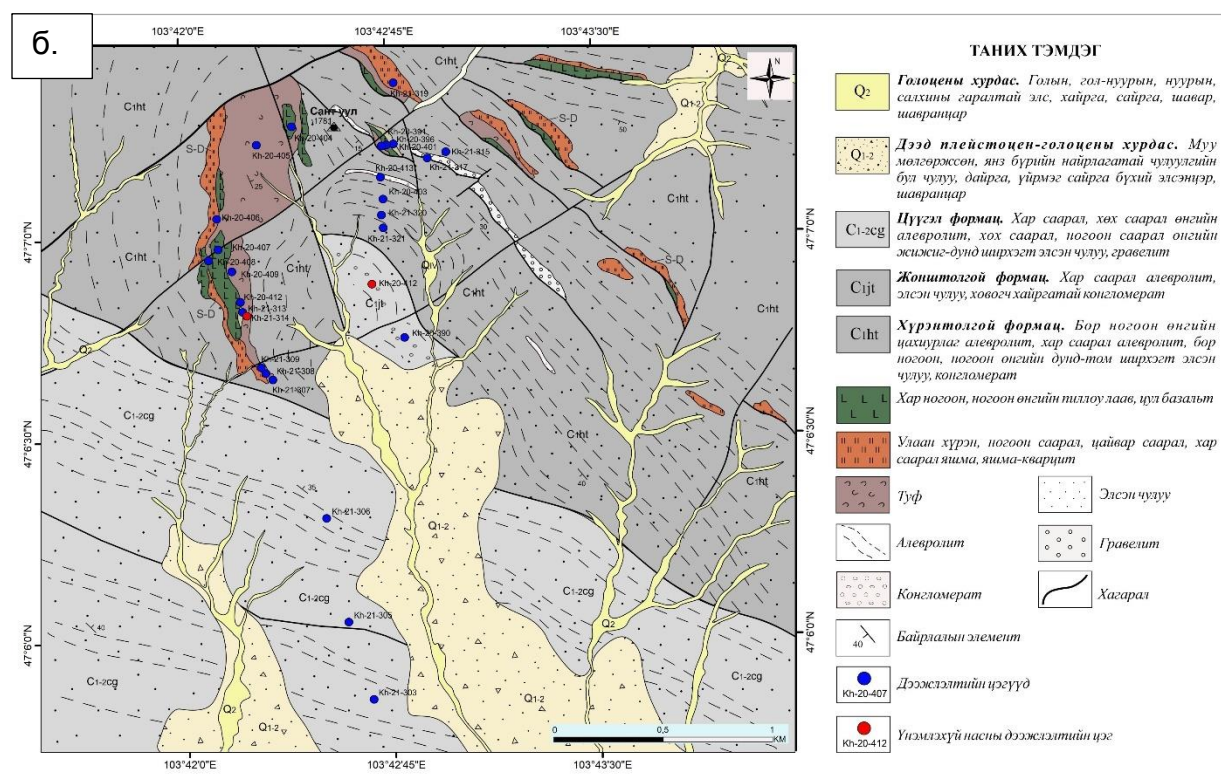
Геологийн тогтоц.

Өвөрхангай аймгийн Бүрд сумаас баруун хойш Сант-Уулын талбайд хээрийн судалгааг 2 жил дараалан төвлөрч хийсэн бөгөөд энэхүү талбайг Хүрэнтолгой формацын тулгуур талбайн нэг болгон сонгож авсан. Учир нь Алтанзул нар анх Хүрэнтолгой формацыг энэхүү талбайн орчимд ялган зураглаж, литологийг ногоон,

ногоовтор-саарал, хөхөвтөр ногоон-саарал янз бүрийн ширхэгт олон хольцот элсэн чулуу, аркозын найрлагатай элсэн чулуу зонхилон алевролит, алевроэлсэн чулуу, цэхэр-саарал, бараан-саарал, хүрэн, хүрэвтэр-улаан өнгийн яшма-кварцитын үе мэшил, заримдаа гантигжсан шохойн чулуу, дундлаг, суурилаг найрлагатай вулканит болон филлитийн нарийн үе мэшлүүдээс бүрдэнэ гэж үзсэн байдаг (Алтанзул нар, 2004Ф).

Агаар, сансрын зурагт тунамал хурдас нь бараавтар, бараавтар-саарал, харин уулсыг оройлон илрэх базальт, яшма-кварцитын гарш нь хар бараан, цайвар-саарал өнгөөр ялгагддаг (Зураг 95а). Бид уг талбайн литологийг өөрчлөн, геологийн зургийг шинэчлэн зохиож, бүрэн зүсэлтийг хийн, улаан хүрэн, ногоон саарал, цайвар саарал, хар саарал яшма, яшма-кварцит, хар ногоон, ногоон өнгийн пиллоу лаав, цул базальт, миндалинлаг базальт, туф, нүх сүвэрхэг андезит, шохойн чулуу зэргээр хэлбэржсэн олон тооны тектоник шаантгийг агуулагч бор ногоон өнгийн цахиурлаг алевролит, хар саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, бор ногоон, ногоон саарал өнгийн дунд, том ширхэгт элсэн чулуу, конгломератаас тогтож байгаа болохыг тогтоосон (Зураг 96).



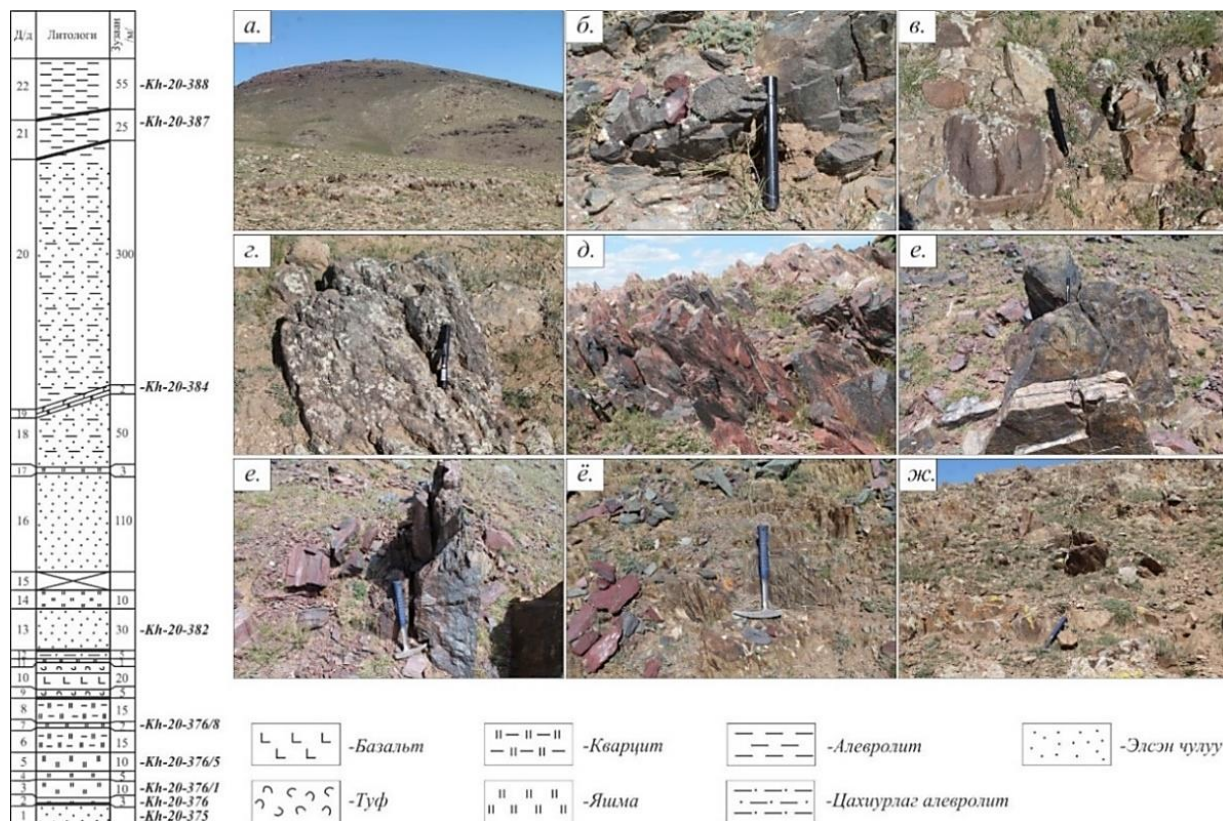


Зураг 95. а. Сант-Уул орчмын талбайн сансрын зураг (ASTER – 7-3-1 суваг) б. Геологийн зураг

Судалгааны талбай нь пиллоу лаав, маш зузаан лаавын туф, конгломератын зузаалаг бүхий нилээд онцлогтой төдийгүй баруун хойш тэнхлэгтэй синклиналь атираат тогтоц бүхий кохерент төрлийн аккрецын комплексыг үүсгэдэг (Зураг 95б). Талбайд хоёр янзын конгломератын үе тааралдах бөгөөд хөвөгч хайргатай, хар саарал өнгийн конгломерат нь литологийн хувьд Хашаат орчмын дээд карбоны настай Жонштолгой формацын хурдастай ижил байдаг онцлогтой. Тэрчлэн дан гранитын найрлагатай 40см хайрганы валун бүхий үе дундын конгломерат нь Хархорины бүсийн хэмжээнд ганцхан энэ талбайд тааралддаг бөгөөд Алтанзул нар каналын фацийн конгломерат гэж үзсэн байдаг (Алтанзул нар, 2004Ф). Энэ талбайд нүх сүвэрхэг туфийн петрографийн судалгаагаар карбонатаар дүүргэгдсэн миндалиин харагдаж байсан тул бид конодонт байх магадлалтай гэж үзсэн. Үр дүнг микропалеонтологийн хэсэгт оруулсан.

Бүрд сумын зүүн урд талд Сэртэн-Овоо уулын орчимд бид шинээр аккрецын комплексыг зураглаж, төсвөөс хамааран тодорхой цөөн тооны дээжийг шинжилгээнд хамруулсан бөгөөд Сант-Уултай нэгтгэн Сант-Уулын талбай нэртэйгээр дэд бүлэг болгон бичиглэж байна (Зураг 97).

Сэртэн-Овоо орчим нь сансрын зурагт яшмын үеүд улаан хүрэн, базальтууд нь ногоондуу, ногоон саарал өнгийн фон үзүүлэх бөгөөд хээрийн нөхцөлд цайвар саарал өнгийн яшма, цайвар ягаан өнгийн яшма, улаан хүрэн өнгийн яшмын нарийн үе, төмөрт яшма-кварцит, ногоон өнгийн яшмаар хэлбэржсэн тектоник шаантгийг агуулагч цайвар саарал өнгийн жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулуу болон цахиурлаг алевролит салаавчилсан үеүд нилээн зузаантай тархалттай байхаас гадна хувирсан миндалинлаг лаавын багахан гарш, карбонатаар нэвчигдсэн дундлаг вулканит, габбродиоритын дайкууд илэрнэ (Зураг 98).



Зураг 98. Сэртэн-Овоо уулын зүсэлт болон гаршийн зураг.

а.Ерөнхий харагдах байдал, б.Миндалинлаг метабазальт, в.Цахиурлаг алевролит-дайкын хил зааг, г.Габбродиабаз, д.Цайвар ягаан, улаан хүрэн өнгийн яшма, е.Бор ногоон яшма, ё.Төмөрт яшма-кварцит, ж.Ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, з.Элсэн чулуу

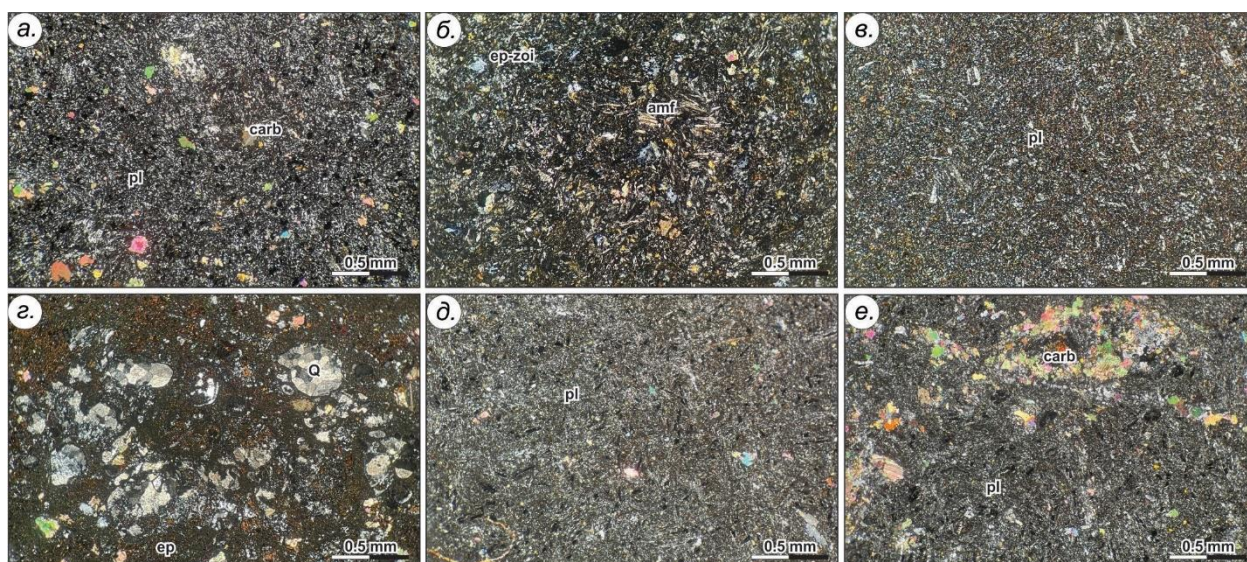
Ийнхүү бид Сант-Уулын талбайд шинээр аккрецын комплексыг ялгаж байгаа юм. Өмнөх бүлгүүдийн нэгэн адил базальт (1), яшма (2), тунамал чулуулаг (3) дарааллын дагуу бичигдэх болно.

1. Базальтын судалгаа

Базальтын 20 орчим дээжийг петрографи, 8 дээжийг петрохими, геохимийн шинжилгээнд хамруулсан бөгөөд гарсан үр дүнгүүдийг бичиглэв.

Петрографийн хувьд пиллоу базальт нь вариолитлог, афирлаг структуртай, миндалекаменлаг текстуртай. Вариолитлог структурыг нарийн зүүлэг, саваалаг, өд маягийн плагиоклазын агрегатуудын завсар хооронд жижиг мөхлөгт пироксен,

амфибол, галт уулын шил дүүргэн үүсгэжээ. Хоёрдогч эрдсүүдээс хлорит тааралдах ба эпидотын судланцаруудаар зүсэгдэнэ. Тэрчлэн цеолитоор дүүргэгдсэн миндалинууд тааралдана (Зураг 99д). Миндалинлаг базальт нь шигтгээлэг, үндсэн хэсэг-гиалинлаг структуртай, миндалинлаг текстуртэй, галт уулын шил (45-50%), плагиоклаз (25-30%), амфибол (20-25%), хоёрдогчоор серицит, хлорит, лейкоксен, карбонат тааралдана. Үндсэн хэсэг гиалинлаг структуртай, 0.05-0.2 мм хэмжээтэй, плагиоклазын микролитууд, пироксен, хувирсан амфиболын призмүүд, хлорит болон төмрийн усан ислээр хүчтэй нэвчигдсэн изотроп шинжтэй галт уулын шил зэргээс тогтжээ. Халцедон, карбонатаар дүүргэгдсэн янз бүрийн хэлбэртэй миндалинууд тааралдах ба плагиоклазын шигтгээ нь серицит, карбонатаар эрчимтэй түрэгджээ. Хувирсан өнгөт эрдэс шигтгээнд карбонат, хлорит, цахиурлаг агрегатаар бүрэн түрэгдэж псевдоморфозод орсон ажиглагдана (Зураг 99а, е). Андезитын туф нь литокристаллокластлаг структур, цул текстуртэй, холбогч хэсэг-гиалопилитлэг, мөлгөржсөн, хагас өнцөглөсөн хэлбэрийн хэмхдэсүүд кварцит, дацит, актинолитын зүүлэг агрегатуудаас тогтсон дундлаг вулканит, карбонат, плагиоклаз, өнгөт эрдсийн псевдоморфоз, калийн хээрийн жонш болон тэдгээрийг холбосон хлорит, төмрийн усан исэлд автсан галт уулын шил, карбонатаас бүрдэнэ. Чулуулаг нь плагиоклаз, андезитын 0.2-11.5 мм хэмжээтэй хэмхдэсүүд (35-40%) болон холбогч хэсгээс (60-65%) тогтох бөгөөд холбогч хэсэг нь нэг зүг чиглэн байрлаж сул урсгал текстурыг илэрхийлжээ (Зураг 99г).

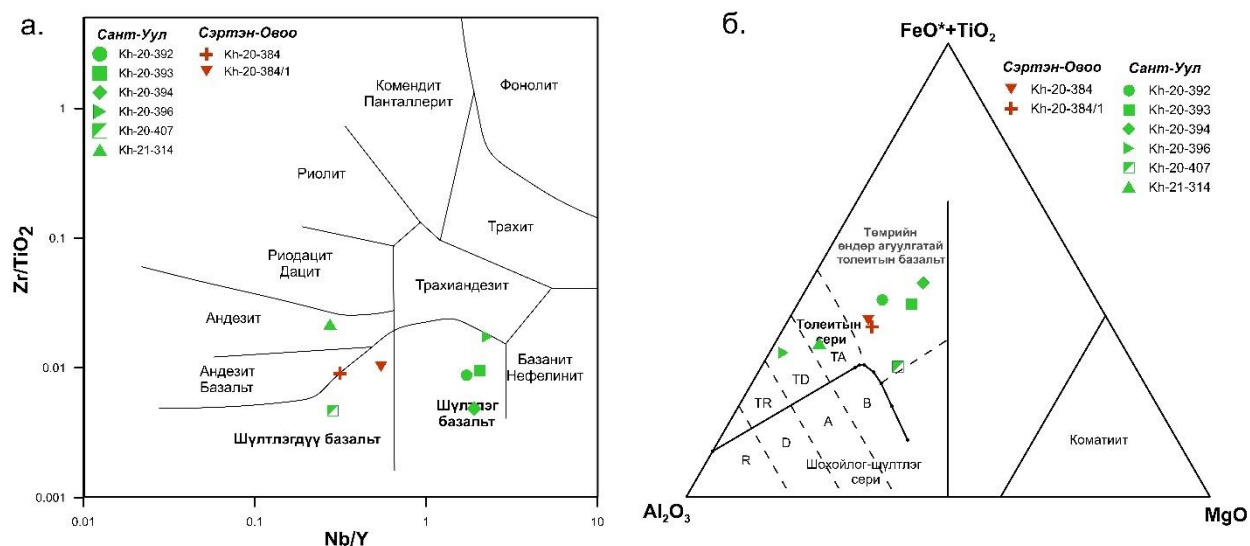


Зураг 99. Вулканоген чулуулгийн микрофото зураг.

а, е. Миндалинт базальт (Kh-21-392), б. Андезибазальт (Kh-21-393), в. Базальт (Kh-21-394), г. Андезитын туф (Kh-21-395), д. Пиллоу лав (Kh-20-407)

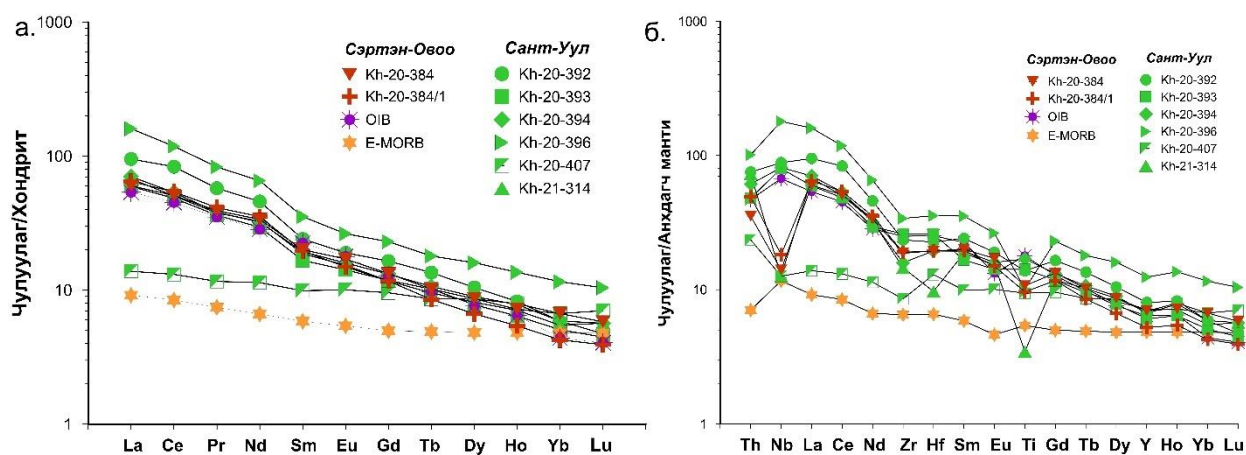
Андезибазальт нь шигтгээлэгдүү структуртай, үндсэн хэсэг гиалопилитлэг, пилотакситлаг, цул текстуртэй, амфибол болон плагиоклазын шигтгээнүүд (20-25%)

болон гиалопилитлэг структуртай үндсэн хэсгээс (75-80%) тогтоно. Шигтгээнд актинолитын зүүлэг мөхлөг давамгайлах бөгөөд хлоритоор түрэгдсэн бол плагиоклазын призмлэг хэлбэртэй агрегатууд эпидот-цоизит түрэгдсэн ажиглагдана. Үндсэн хэсэг нь плагиоклазын микролитууд болон пироксены болон актинолитын бичил призмүүд, хлорит, эпидот, лейкококсен, карбонатад хэсэгчлэн хувирсан, хагас изотроп шинжтэй хувирсан галт уулын шилнээс тогтоно (Зураг 99). Петрохимийн хувьд ангиллын диаграмм дээр дийлэнх дээжүүд шүлтлэг базальтын талбайд, харин пиллоу лаав (Kh-20-407), Сэртэн-Овоо уулын 2 дээж нь шүлтлэгдүү базальтын талбайд, андезитын туф (Kh-21-314) нь андезитын талбайд ялгаран бууж байна (Зураг 100a). AFM буюу Al_2O_3 -(TiO_2+FeO)- MgO гурвалжин диаграмм дээр базальтууд нь андезитаас толеитийн талбайд бууж байна (Зураг 100б). Эдгээр базальтуудын маагнилаг шинж ($Mg\# = 100Mg/(Mg+Fe^{2+})$) нь хамгийн ихдээ 55.7, багадаа 23.6 хүрдэг.



Зураг 100. а.Вулканоген чулуулгийн ангиллын диаграмм (Winchester and Floyd, 1977), б. AFM диаграмм (Jensen, 1976)

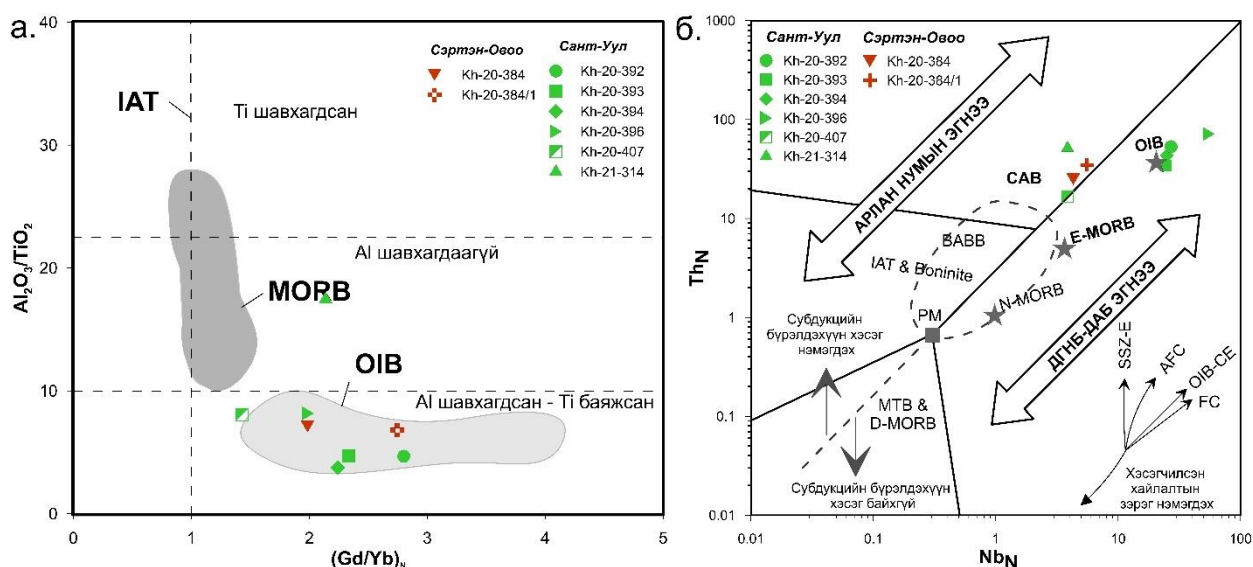
Геохимийн өгөгдлийн үр дүнд арлан нумын өндөр титаны агуулга ($TiO_{2\text{дундаж}}=3.3$ жин.%) бүхий базальт, дунд зэргийн титаны агуулга ($TiO_{2\text{дундаж}}=2.1$ жин.%) -тай далайн ёроолын базальтуудыг ялгаж үзэж болох юм.



Зураг 101. Базальтуудын C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн (а) ба анхдагч мантид нормчилсон ховор элементийн (б) тархалтын муруй (Sun & McDonough, 1989)

ГХЭ-ийн хувьд дийлэнх вулканоген чулуулаг нь далайн арлын базальттай (ДАБ) ойролцоо шинж чанарыг харуулдаг хэдий ч Сэртэн-Овоо талбайн вулканитууд олон элементийн спайдер диаграмм дээр Ti, Nb-ийн хэт сөрөг гажил үзүүлж байгаа нь эх үүсвэрт эх газрын царцдасын материал оролцож бохирдол үүссэнийг илтгэдэг (Safonova, 2004) (Зураг 101а, б). Харин пиллоу лаав (Kh-20-407) нь ГХЭ-ийн диаграмм дээр баяжсан ДГНБ-ын шинжийг үзүүлж, олон элементийн диаграмм дээр Th агуулгаар баяжсан байгаа нь субдукцтай холбоотой үүссэнийг харуулж байна (Зураг 101)

Геодинамик орчныг тодорхойлох $Al_2O_3/TiO_2-(Gd/Yb)_n$ харьцуулсан бинарны диаграмм дээр вулканитууд нь Al_2O_3 -ийн бага, TiO_2 өндөр агуулга бүхий далайн арлын, хөнгөнцагааны ислээр шавхагдаагүй далайн голч нурууны эгнээний базальтуудын талбайд бууж байгаа нь ГХЭ-ийн диаграммтай тохирч, өөр хоорондоо маш сайн ялгагддаг (Зураг 102а). Зөвхөн ГХЭ, олон элементийн спайдер диаграммаас гадна Th_N-Nb_N болон $Nb/Yb-Nb$ харьцуулсан эх үүсвэр тодорхойлох диаграммууд дээр субдукцитай холбоотой үүссэн нумын болон OIB төрлийн базальтуудыг тодорхой ялгагдаж өгдөг (Зураг 102б). Тори нь 600°C хүртэлх температурт хөдөлгөөнгүй байдагт тооцогддог бөгөөд түүний агуулга субдукцын бүсэд баяждаг, метаморфизм болон хувирлын явцад өөрчлөгддөггүй онцлогтой (Wood, 1979). Иймээс сүүлийн үед Сассанигийн зохиосон Nb_N-Th_N харьцуулсан диаграммыг ашиглахад оновчтой болсон (Saccani 2015; 2017).



Зураг 102. а. Al_2O_3/TiO_2 - $(Gd/Yb)_n$ хамаарлын диаграмм (Sproule et al., 2002),

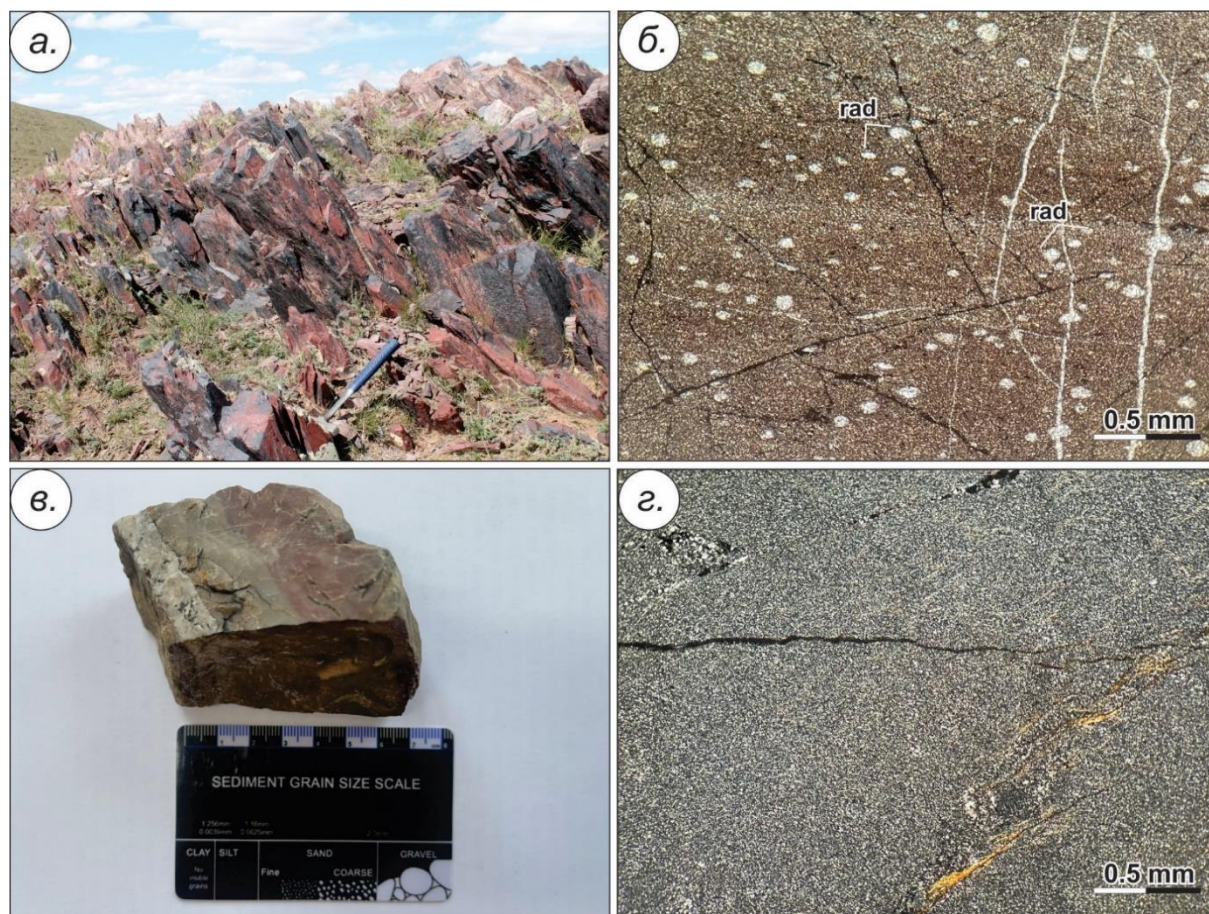
б. Nb болон Th-ийн дискриминацийн диаграмм (Saccani, 2015)

N-MORB агуулгаар нормчилсон (Sun and McDonough, 1989)

Дээрх диаграммд шүлтлэг найрлагатай базальтууд нь субдукцтай холбоогүй, мантийн хайлалтын зэрэгтэй шууд холбоотой байгаа нь ажиглагдаж байхад шүлтлэгдүү базальт болон дайк нь субдукцтай холбоотой үүссэнийг харуулна (Saccani et al., 2017).

2. Цахиурлаг чулуулаг буюу яшмын судалгаа.

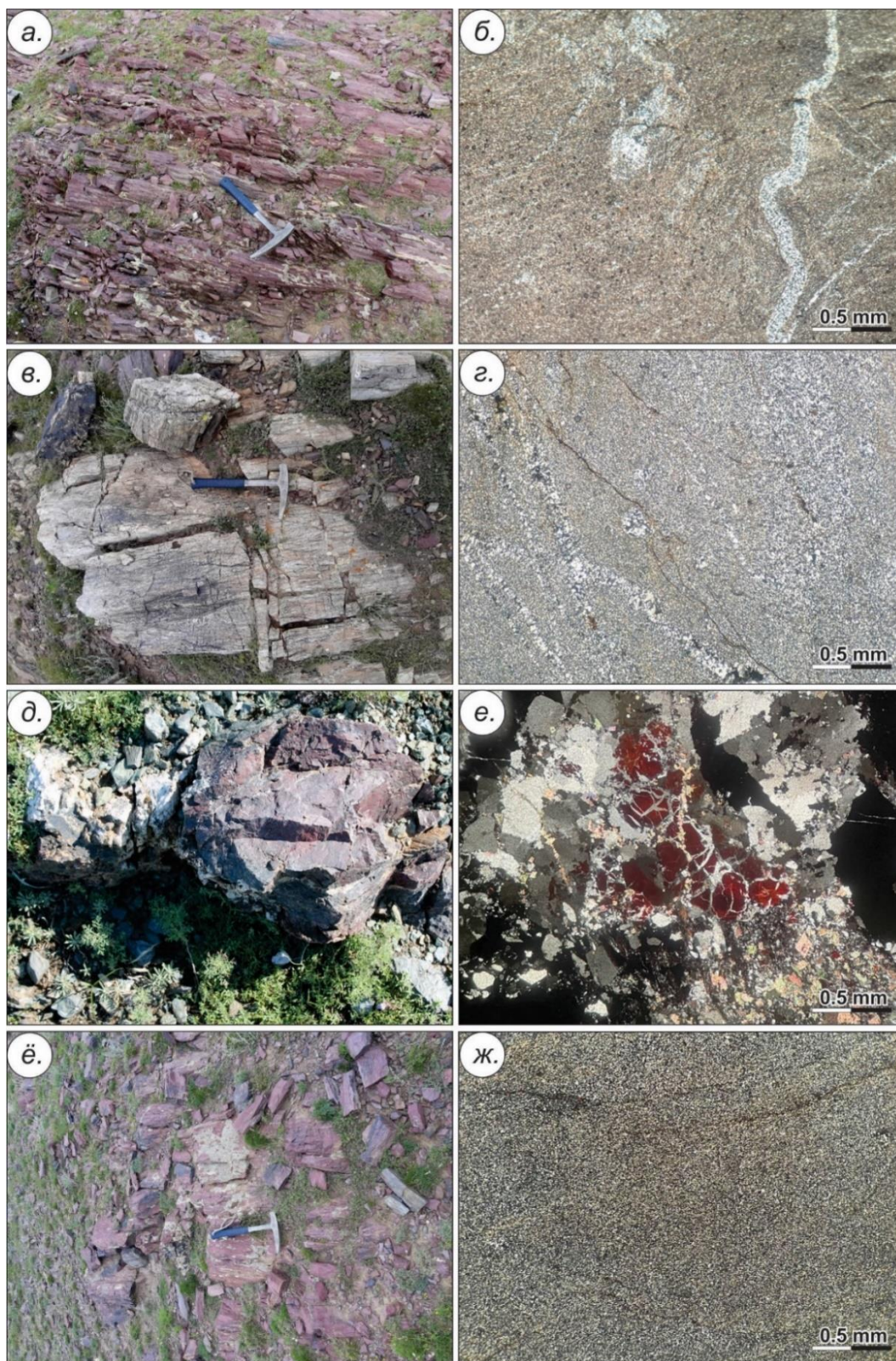
Петрографийн судалгаагаар яшмоид нь гранобласт структуртай, цул нягт текстуртай, нэгэн жигд сулавтар талсжилт бүхий далд талстлаг цахиурын агрегатаас голлон тогтох ба криптокристалл мөхлөгт кварцын агрегат, хялгасан судлууд ихээр агуулахаас гадна нарийн ан цавшлууд төмрийн усан ислээр хэсэгчлэн баяжигдаж, кварцын эмх замбараагүй судланцарууд, кварцын агрегатуудаар брекчлэг текстуртай болсон ажиглагдана (Зураг 104б, г, е). Чулуулагт далд талсжсан цахиурын агрегатаар дүүргэгдсэн жижиг бөөрөнхий миндалин, бөмбөлөг хэлбэрээр илэрхийлэгдэх радиолярууд ихээр тааралдах хэдий ч радиолярууд хадгалагдаагүй, хавтаснууд ихээр олддог онцлогтой (Зураг 104б).



Зураг 103. Яшмын макро болон микрофото зураг.

а-б. Бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-310), в-г. Цайвар саарал өнгийн яшма (дээж Kh-21-311)

Алевролит (Kh-21-310) нь алевропсаммитлаг структур үүсгэсэн, хэмхдэсийн 5%-ийг (0.005-0.075мм) алевролитлэг, 95%-ийг (0.1-0.87мм) псаммитлаг хэмхдэс эзлэх бөгөөд кварцын хэмхдэсүүд нь байрандаа задарч гранобласт мөхлөгийн бөөгнөрөлд хувирсан ба плагиоклазын хэмхдэсүүд серицитийн бичил мөхлөгт хувирчээ. Холбогч хэсэг нь нэгэн зүгт шахагдсан талсжилтын зэрэг муу, далд ширхэгт структур үүсгэсэн 0.02-0.18 мм-ийн халцедон маягийн цахиурын мөхлөгийн хэмхдэсээс бүрдсэн болно. Энэхүү холбогч хэсэг дотор серицитын тоосонцорууд янз бүрийн хэлбэр хэмжээтэйгээр бөөгнөрөл үүсгэн агуулагдах бөгөөд эдгээр бөөгнөрлүүд нь хоорондоо тууз маягийн холбоосыг үүсгэхээс гадна заримдаа эпидотын нарийн тоосонцор мөхлөгүүд хоорондоо параллель, тасарсан бичил үеүдийг үүсгэх нь ажиглагдана (Зураг 103г). Цайвар саарал өнгийн яшма нь лепидогранобластлаг дотоод бүтэцтэй, занарлаг текстуртай, найрлаганд нь кварц 85-95%, үлдсэн хувийг серицит, төмрийн исэл эзлэх бөгөөд чулуулаг бүрдүүлэгч гол эрдэс кварц нь изометрлэг зөв бус, урт зуувандуу хэлбэртэй, 0.01-0.25 мм хэмжээтэй мөхлөг, серицит нь өнгөгүй, урт хайрслал, зүүлэг хэлбэртэй бичил мөхлөгүүд үүсгэнэ (Зураг 104ж).



Зураг 104. Яшмын макро болон микрофото зураг.

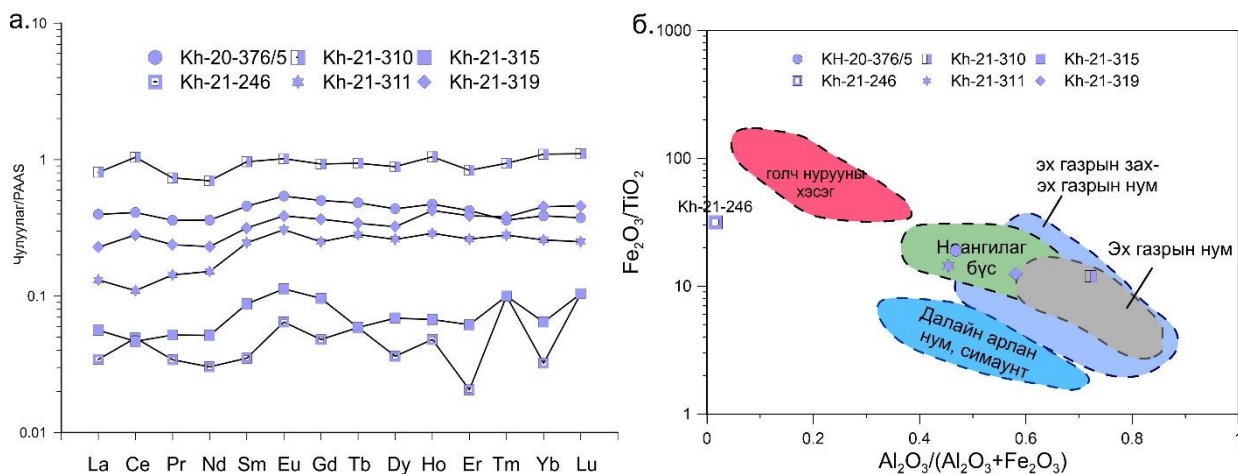
а-б.Улаан хүрэн өнгийн гидротермаль яшма (дээж Kh-21-315), в-г.Хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-319), д-е.Улаан хүрэн өнгийн радиоляр агуулсан яшма (дээж Kh-20-376/5)

Гол услууд. Цайвар саарал өнгийн яшма (Kh-21-311; Kh-21-246), ягаавтар хүрэн өнгийн яшма (Kh-21-319) SiO_2 (92.3-97.7)-ийн өндөр агуулга, Al_2O_3 0.01-2.0; Fe_2O_3 0.63-2.3; Na_2O 0.01-0.1; K_2O 0.2-0.8-ийн бага агуулгатай бол ягаавтар өнгийн

алевролит (Kh-21-310) нь SiO_2 -ийн бага агуулга, Al_2O_3 11.4; Fe_2O_3 4.4; Na_2O 1.3; K_2O 3.3 өндөр агуулгаар хоорондоо ялгагддаг. Харин бусад ислүүдийн агуулга ойролцоо байх ба гидротермаль яшма нь (Kh-21-315) SiO_2 -ийн бага агуулга, Fe_2O_3 -ийн өндөр 23.0 жин.% хүрдэг онцлогтой. Дээжүүдэд $\text{Al}/(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mn})$ утга харилцан адилгүй байх ба хамгийн өндөр утга алевритод 0.63, цайвар саарал яшма болон гидротермаль яшмад 0.01, улаан хүрэн яшмуудад 0.34-0.43 үзүүлнэ.

Геохими: ГХЭ-ийн хувьд хөнгөн ГХЭ болон хүнд ГХЭ-ийн хоорондын ялгаа бараг байхгүй хэдий ч цайвар саарал өнгийн болон гидротермаль яшма нь ГХЭ-ээр шавхагдсан буюу гүнд үүссэн шинжтэй бол бусад яшмууд нь бага зэрэг Се-ийн эерэг гажил үзүүлж байна. $(\text{La}/\text{Ce})_N$ утга 0.7-1.2; Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон Ce/Ce^* 0.8-1.4, $(\text{La}/\text{Yb})_N=0.5-1.1$ хэлбэлзэх ба Zr (ppm)=14-69 буюу пелагийн орчинд, харин Kh-21-310 нь Zr (ppm)=150 буюу эх газрын захын орчинд үүссэн байх онцлогуудыг үзүүлдэг (Зураг 105а).

Kh-21-310 дээж нь ховор элементүүдээс Zr , Rb , Th , V зэрэг эх газрын гарал үүсэлтэй элементүүдээр баяжсан байгаа нь терриген зузаалагт ойрхон байсныг харуулж байгаа бөгөөд энэ нь гаршийн зурагт цахиурлаг алевролиттой нийцлэг харьцаатай байгаагаар баталгааждаг (Зураг 105а).

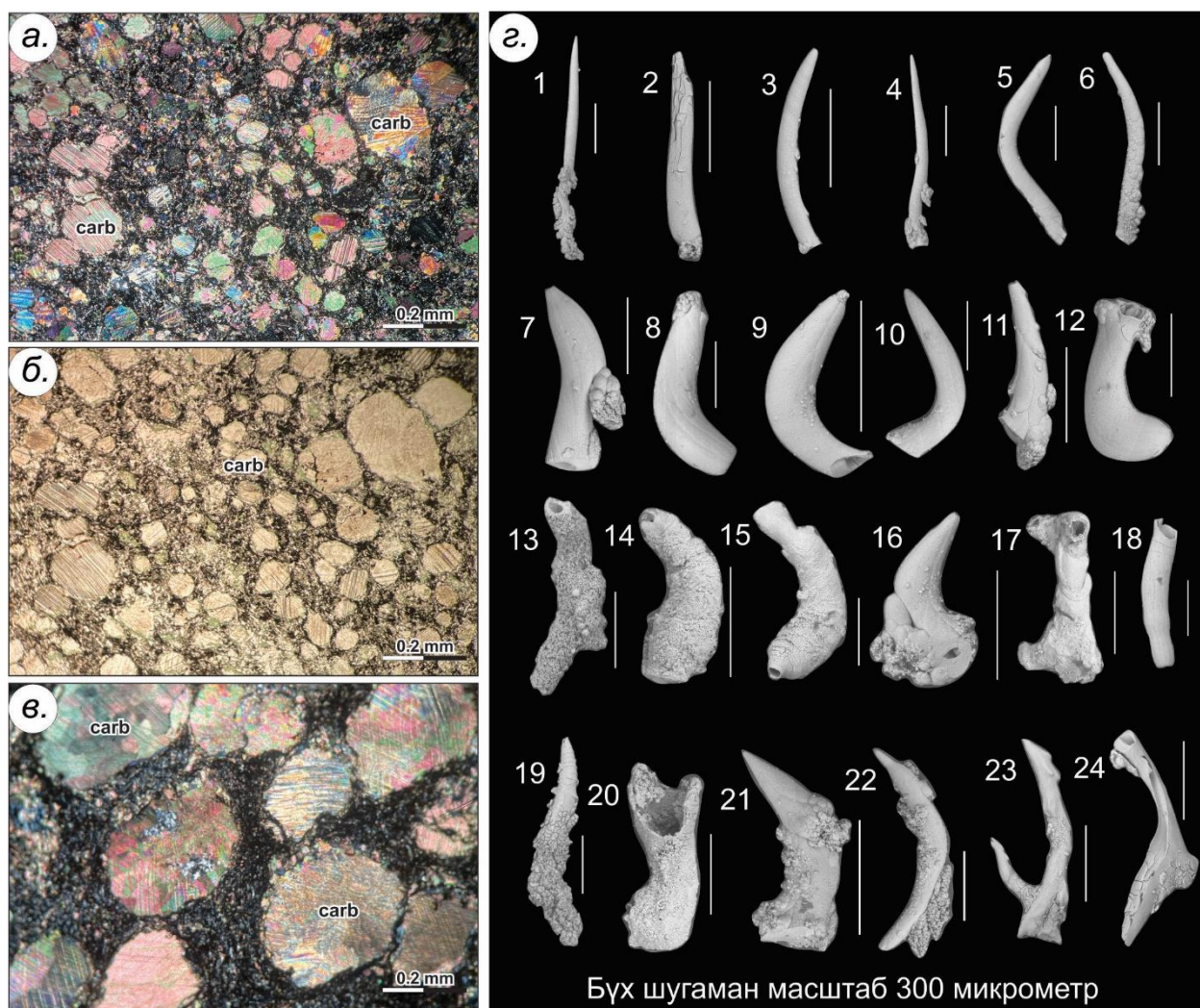


Зураг 105. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм, б. $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

Тектоник орчин болон эх үүсвэр. Гол ислүүд $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ дискриминацийн диаграмм дээр яшмууд нь харилцан адилгүй буух ба цайвар саарал өнгийн болон гидротермаль яшмаас бусад нь наангилаг бүсийн болон вулканы нумын ойролцоо эх газрын захын орчинд хуримтлагдсан болох нь харагдаж байна (Зураг 105б).

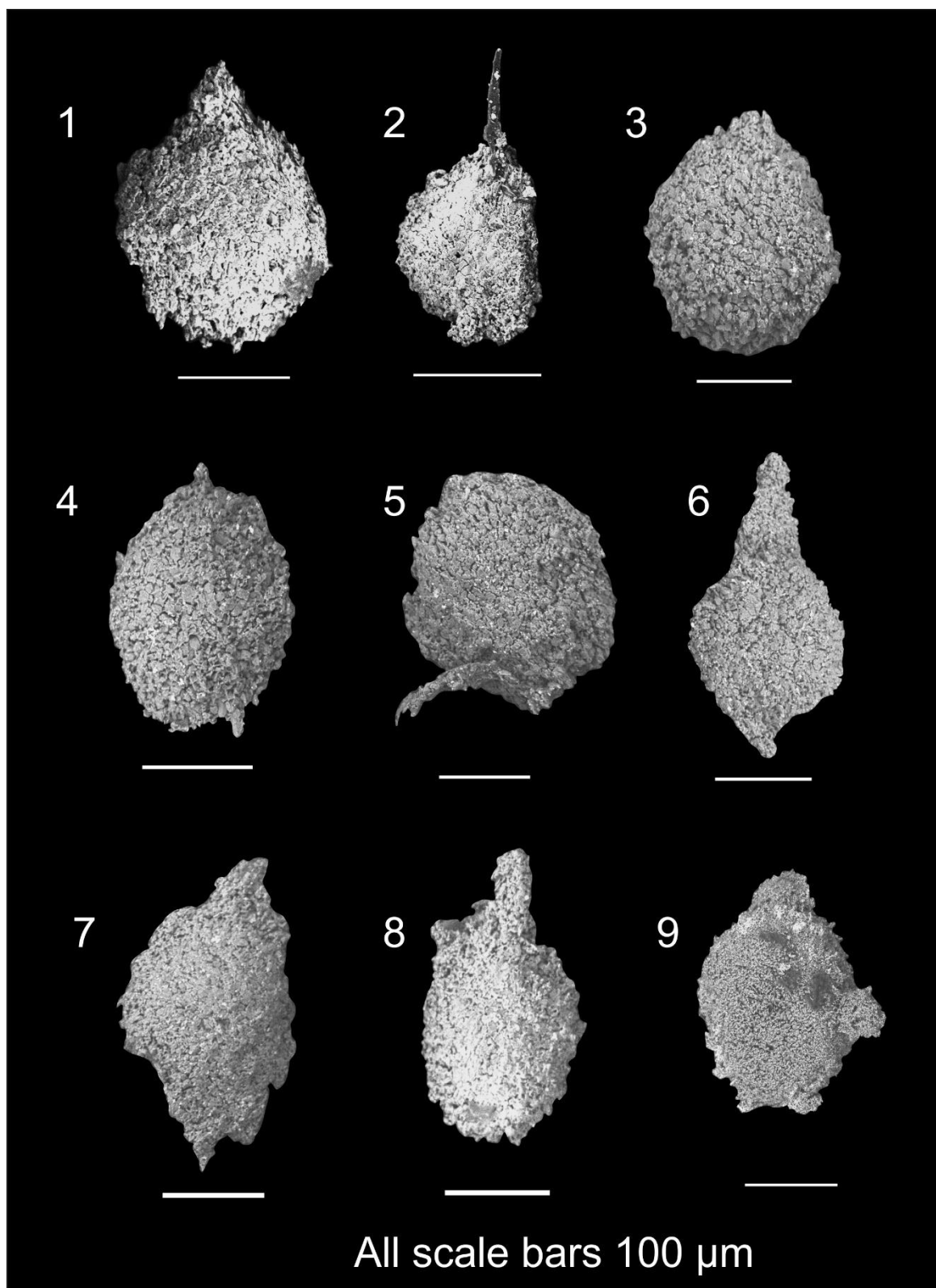
Микропалеонтологийн судалгаа: Сант-Уулын талбайн зүсэлтэнд илрэх нүх сүвэрхэг туфийн петрографийн судалгаагаар хлорит, эпидот, лейкококсен,

карбонатад хэсэгчлэн хувирсан, хагас изотроп шинжтэй хувирсан галт уулын шилний холбогчтой, янз бүрийн хэмжээтэй карбонатаар дүүргэгдсэн миндалин харагдаж байсан (Зураг 106а, б, в) тул бид конодонт байх магадлалтай гэж үзэн угаасан. Илэрсэн микро амьтны үлдэгдлүүдийг Япон улсын Нагояа их сургуулийн профессор Казухиро Цукада конодонтын үлдэгдэл байх боломжтой хэмээн тодорхойлсон бөгөөд эдгээр микро амьтаны үлдэгдлүүд нь девоны цаг үеэс өмнө амьдарч байсан конодонтын үлдэгдлүүдтэй ихээхэн төсөөтэй байна гэж үзсэн (Зураг 106г) бөгөөд эцсийн байдлаар тодорхойлолт гараагүй. Цаашид судлах боломжтой юм.



Сэртэн-Овоо уулнаас бидний дээжилсэн (Kh-20-376/1), (Kh-20-376/4), (Kh-20-376/5) яшмын үеүдээс муу хадгалалттай радиолярын үлдэгдлүүд олдож байгаа хэдий ч тодорхойлолтыг ерөнхий овгийн хэмжээнд хийсэн болно. Уг дээжнээс Sarcodina хүрээний, Actinopoda анги, Radiolaria дэд анги, Polycystina баг, Spumellaria Дэд баг,

Entactiniidae Овогт хамаарах *Pseudospongoprunum* sp., *Trilonche* sp., төрлийн дунд зэргийн хадгалалттай радиолярын үлдэгдлүүд илэрсэн (Зураг 107).



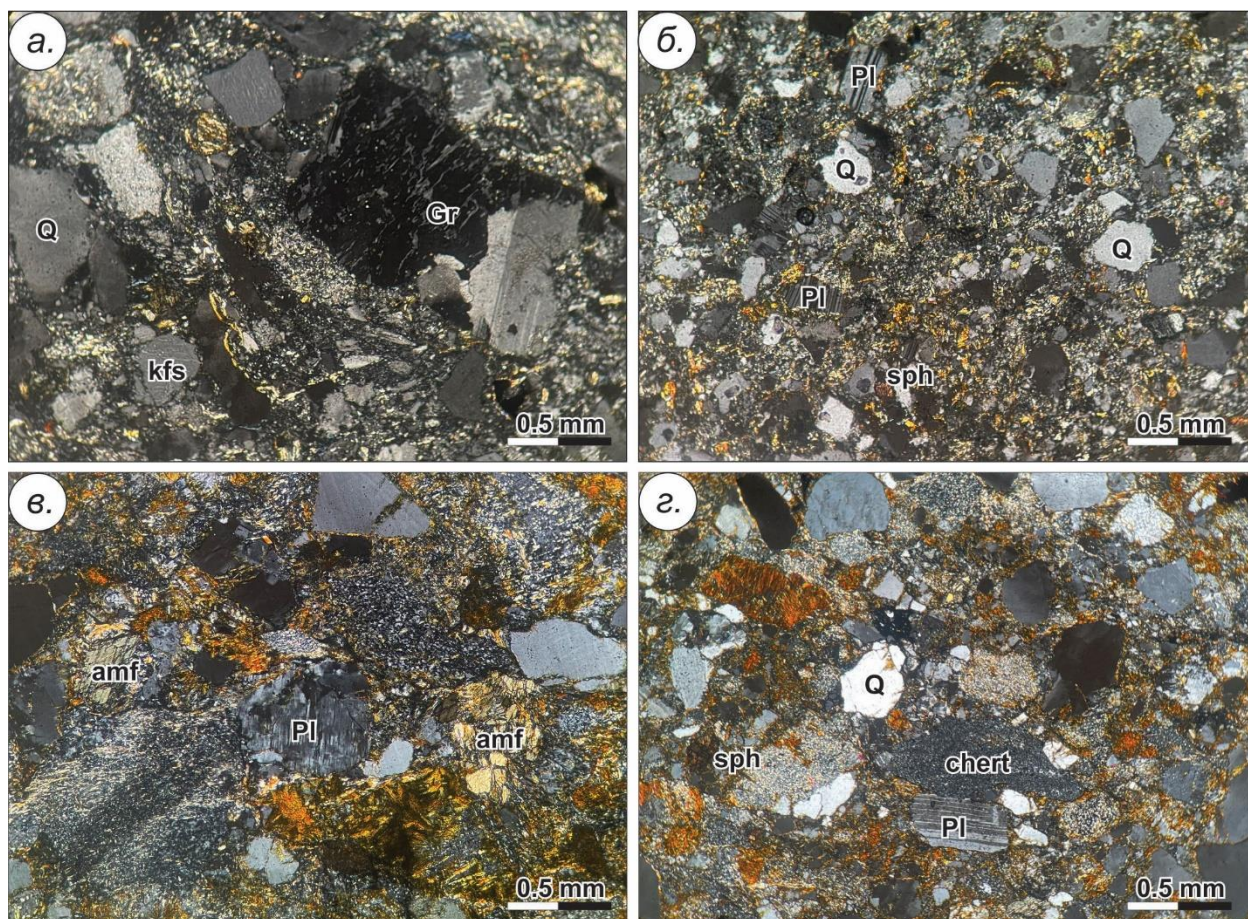
Зураг 107. Радиолярын SEM зураг. 1-9. *Pseudospongoprunum* ? sp., Noble, 1994, *Trilonche* sp., Hinde, 1899

3. Терриген хурдасны судалгаа

Сант-Уулын болон түүний зүүн урд хэсэгт зураглагдах Сэртэн-Овоо уул орчмын талбайгаас Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн нийт 20 орчим дээжийг петрографи, 3 дээжийг петрохими, геохимийн шинжилгээнд хамруулсан.

Петрографи: Сант-Уул орчмын жижиг ширхэгт элсэн чулуу (Kh-20-402) нь псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай 0.1-0.3 мм хэмжээтэй хэмхдэсүүд (50-55%), цахиурлаг-шаварлаг-гялтгануурын бичил агрегат бүхий цементлэгч материал (45-50%)-аас тогтоно. Хэмхдэсүүд нь дунд зэрэг мөлгөржсөн, ялгарал муутай байх бөгөөд кварц, плагиоклазын хэмхдэсүүд голлон бүрдүүлж, кварцит, гранитын ганц нэг хэмхдэсүүд тэмдэглэгдэнэ. Хэмхдэсүүдийг серицит-хлоритын бичил агрегатууд хүрээлж тогтсон байхаас гадна чулуулгийн зарим хэсэгт серицитийн хайрсууд төмрийн усан ислийн нөлөөгөөр улбар шар өнгөтэй болжээ. Акцессор эрдсээс циркон, сфен нилээдгүй тааралдана (Зураг 108б). Жижиг-дунд ширхэгт граувакк элсэн чулуу (Kh-21-304) нь 0.25-1.5мм хэмжээтэй, псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай байна. Чулуулаг кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жонш, амфибол, эпидот, занар, яшма, алевролит, гранит зэрэг хэмхдэст материал (70-75%) болон цементлэгч (25-30%)-ээс тогтоно. Хэмхдэсүүд нь муу мөлгөржилттэй плагиоклазын хэмхдэсүүд полисентитик ихэрлэлттэй, серицитээр хэсэгчлэн түрэгдсэн, шар болон ногоовтор өнгийн амфиболын хэмхдэсүүд багагүй тааралдана. Чулуулгийн хэмхдэсээс гранобласт структуртай гранит, занар, алевролит структуртай алевролитоос гадны яшмын хэмхдэс тохиолдоно. Дээрх хэмхдэсүүд нь төмрийн усан исэлд нэвчигдсэн серицитийн бичил хайрслал аггрегатууд болон шаварлаг эрдсийн агрегатаар дүүргэгдэж, акцессор эрдсээс циркон, сфен, хүдрийн эрдэс тэмдэглэгдэнэ (Зураг 108в-г).

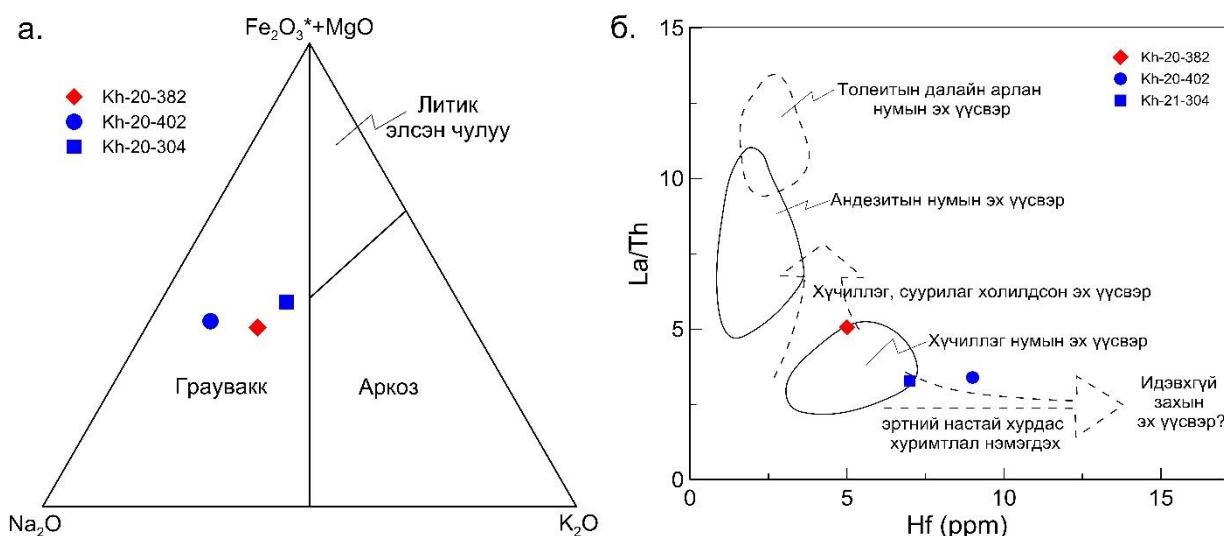
Сэртэн-Овоо уулын жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулуу (Kh-20-382) нь псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай, 0.1-1.0мм хэмжээтэй хэмхдэсүүд (60-65%) болон цементлэгч материал (35-40%)-аас тогтоно. Хэмхдэсүүдэд кварц, калийн хээрийн жонш, плагиоклаз, амфибол, хлорит, занар, гранит, кварцит тохиолдох бөгөөд плагиоклаз нь полисинтет ихэрлэлттэй, серицитээр түрэгдсэн, калийн хээрийн жонш нь пертит ургалттай байхаас гадна ганц нэг микроклин тааралдана. Хэмхдэсүүд нь цахиурлаг-шаварлаг эрдсээр дүүргэгдэж, холбогч хэсэг нь серицит-хлоритын бичил хайрсууд байна. Акцессор эрдэст сфен, циркон тохиолдоно (Зураг 108а).



Зураг 108. Хүрэнтолгой формацын элсэн чулууны шлифийн фотозураг
а. Kh-20-382, б. Kh-20-402, в-г. Kh-21-304 (Q-кварц, Pl-плагиоклаз,
kfs- калийн хээрийн жонш, amf-амфибол, gr-гранит, chert-яшма, sph-сфен)

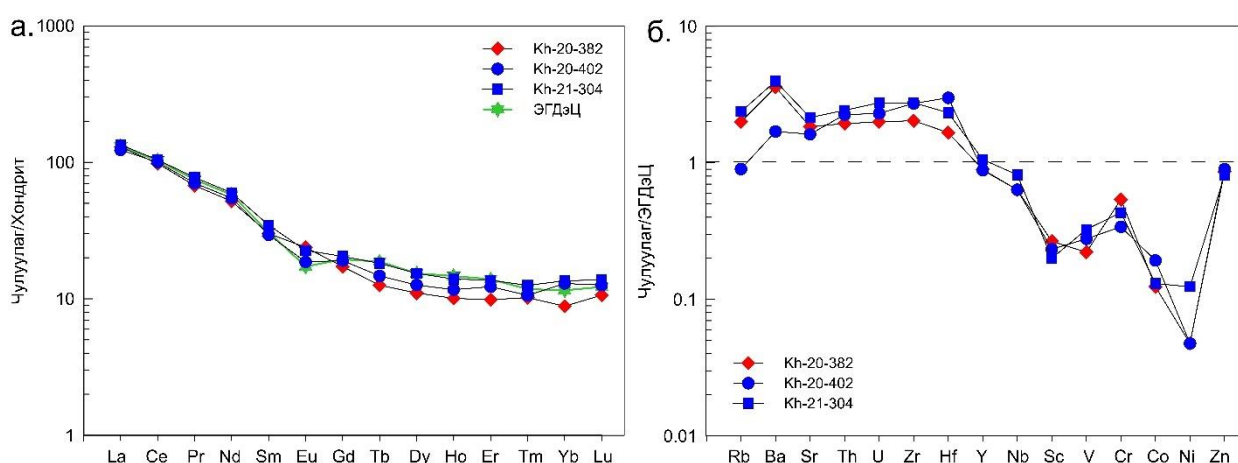
Геохими: Сант-Уул орчмын тунамал чулуулаг нь SiO_2 65.4-68.5%, Al_2O_3 14.8-16.1%, Na_2O 4.2-5.8%, K_2O 1.3-3.1% агуулгатай байгаа нь эх газрын дээд царцдас (SiO_2 -66.60%, Al_2O_3 15.40%, Na_2O 3.27%, K_2O 2.80%) -ын дундаж утгатай ойролцоо байдаг (Rudnick & Gao, 2003). Гол ислүүдийн агуулгаар тунамал чулуулгийн ангиллыг тодруулах $\text{K}_2\text{O} - (\text{Fe}_2\text{O}_3^* + \text{MgO}) - \text{Na}_2\text{O}$ диаграммд граувакк найрлагатай (Зураг 109), харин эх үүсвэр тодорхойлох Hf болон La/Th харьцааны диаграмм дээр хойд хэсгийн тунамал хурдас хүчиллэг, урд Сант-Уул орчмынх хүчиллэг-суурилаг эх үүсвэрт тэмүүлэлтэй бууж байна. Ер нь олон харьцуулалтаар тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийг тодорхойлдог. Тунамал чулуулаг дахь $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -ийн агуулга гранит, риолит зэрэг хүчиллэг чулуулагт ойролцоогоор 5 (Le Maitre, 1976), La/Th харьцаа 4.5 орчим байвал хүчиллэг вулканоген чулуулгийн хэмхдэсүүд зонхилж байгааг илэрхийлдэг бол дацитаас эх үүсвэртэй тунамал чулуулагт 4-5 г/тн, цахиурлаг чулуулагт 5 г/тн-оос дээш байдаг (Bhatia & Taylor, 1981) зэрэг үзүүлэлттэй харьцуулахад судалгааны талбайн тунамал чулуулаг $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ харьцаа 4.1-4.5, Hf агуулга 5-9, La/Th харьцаа 3.3-5.1, хүчиллэг нумын эх үүсвэртэйг илэрхийлж байна

(Зураг 109б). Шинжилгээнд хамруулсан дээжийн тоо хязгаарлагдмал учир нарийн дүгнэлт өгөх боломжгүй хэдий ч эх үүсвэрийг тодорхой хэмжээнд тодруулав.



Зураг 109. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын $K_2O-(Fe_2O_3+MgO)-Na_2O$ диаграмм (Floyd & Leveridge, 1987), б: Эх үүсвэр тодорхойлох Hf болон La/Th харьцааны диаграмм (Bhatia & Taylor, 1981; Floyd & Leveridge, 1987)

Эх газрын дээд царцдасын дундаж утгад нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграммд тунамал чулуулгууд нь том ионтой литофиль элемент болох Rb, Ba, Sr, өндөр цэнэгтэй элемент Zr, Th, Hf зэрэг элементүүдээр баяжиж шилжилтийн элементүүдээр ядуурсан байгаа нь эх газрын царцдасын чулуулаг болохыг илтгэнэ. Харин Kh-20-402 дээжийн хувьд Rb, Sr агуулга бага байгаа нь калийн хээрийн жоншны оролцоо бага байгааг илэрхийлнэ (Зураг 110а).

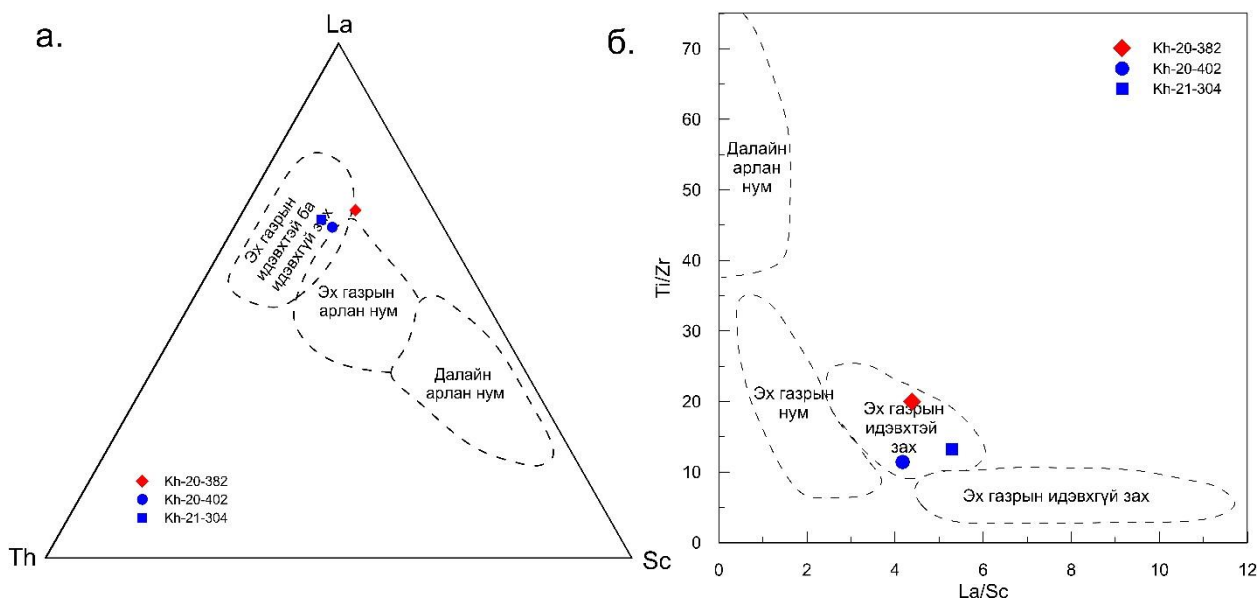


Зураг 110. а.Эх газрын дээд царцдаст нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграмм (Taylor & McLennan, 1985), б.С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруй (Sun & McDonough, 1989)

Сант-Уул орчмын элсэн чулуу нь ХөгХЭ-ийн агуулга 130.7-141.6, ХүГХЭ-ийн агуулга 7.5-10.6, ХөгХЭ/ХүГХЭ харьцаа 13.4-17.4, Eu/Eu^* 0.79-1.05, $(La/Sm)_N$ 3.87-4.31, $(La/Yb)_N$ 9.52-14.68, $(Gd/Yb)_N$ 1.47-1.95 байна. С1 хондритод нормчилсон газрын

ховор элементийн диаграммд элсэн чулуу нь ЭГДэЦ-ын дундаж утгатай ойролцоо байна (Зураг 110б).

Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, тектоник орчин. Тунамал чулуулагт химийн хувирлын индекс (CIA), найрлагын өөрчлөлтийн индекс (ICV), плагиоклазын хувирлын индекс (PIA)-ийн утгыг тооцоолсноор тунамал чулуулгийн эх үүсвэр болон өгөршлийн нөхцөлийг тодруулах боломжтой байдаг (Fedo et al, 1995, Nesbitt & Young, 1984). Судалгаанд хамрагдсан тунамал чулуулагт CIA (50.9-53.1, дундаж 52.0), PIA (51.2-53.5, дундаж 52.4), ICV (0.93-1.06, дундаж 1.00) агуулга бага байгаа нь чулуулаг өгөршилд ороогүй, хурдас хуримтлалын эхний үе шатанд тектоникийн идэвхжилт ихтэй мужид үүссэнийг илтгэнэ. Мөн тунамал чулуулгийн Th/U-ны харьцаагаар өгөршлийн зэргийг тодруулахад Сант-Уул орчмын элсэн чулууны Th/U-ны харьцаа 3.31-3.76 буюу өгөршилд ороогүй болохыг харуулж байна. Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлохын тулд Ti/Zr-La/Sc, La-Sc-Th-ийн харьцааны диаграммуудыг ашиглав. Далайн арлын нумд үүссэн чулуулгуудад Ti/Zr харьцаа 40-ээс дээш, La/Sc харьцаа 1-ээс бага, эх газрын арлан нумд үүссэн чулуулгууд Ti/Zr харьцаа 10-35, La/Sc харьцаа 1-3 байдаг. Харин эх газрын идэвхтэй захын чулуулгууд эх газрын арлан нумын чулуулгаас La/Sc харьцаа 3-6 байдгаараа ялгагдах бөгөөд идэвхгүй захын чулуулагт Ti/Zr харьцаа 10-аас бага, La/Sc харьцаа 3-9 байна (Bhatia & Crook, 1986).



Зураг 111. Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлох диаграммууд (Bhatia & Crook, 1986), а. Th-La-Sc, б. Ti/Zr-La/Sc харьцуулсан диаграмм

Судалгаанд хамрагдсан элсэн чулууд Ti/Zr 11.4-20.0, La/Sc 3.54-4.63 байгаа нь чулуулгийг эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд хуримтлагдсаныг илэрхийлэх ба La-Sc-Th диаграммд давхар батлагддаг (Зураг 111).

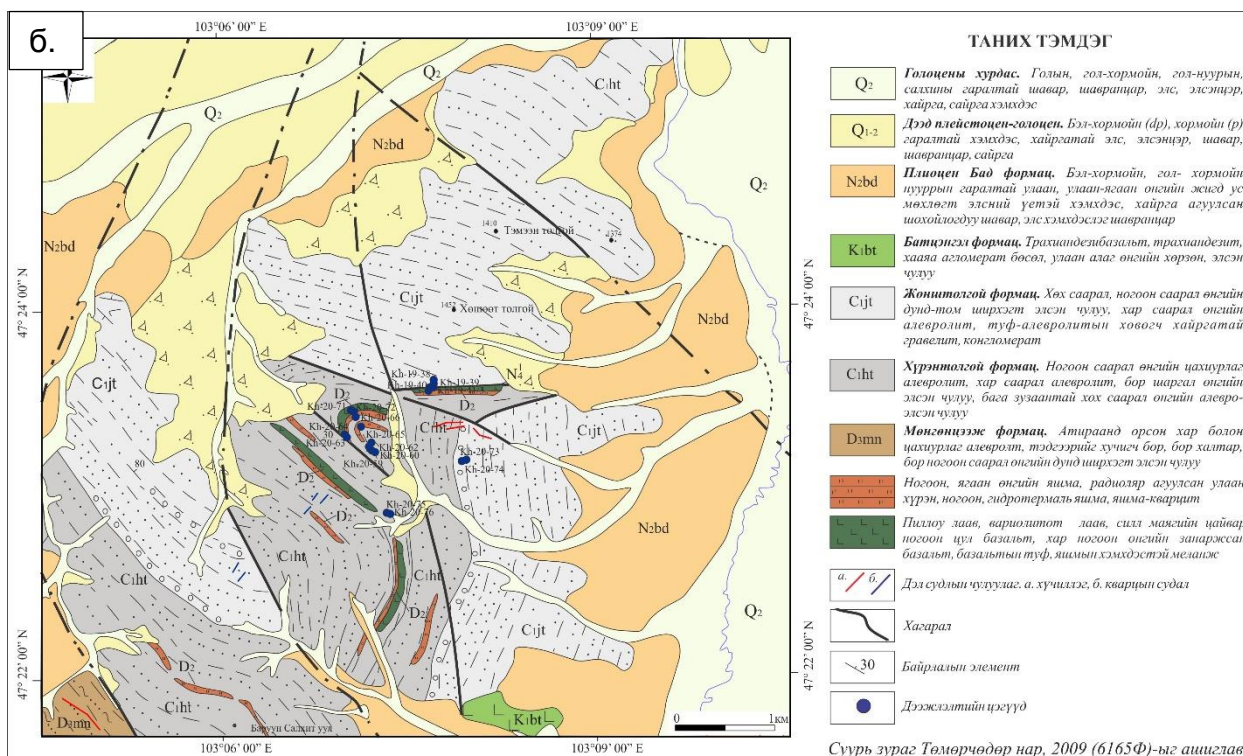
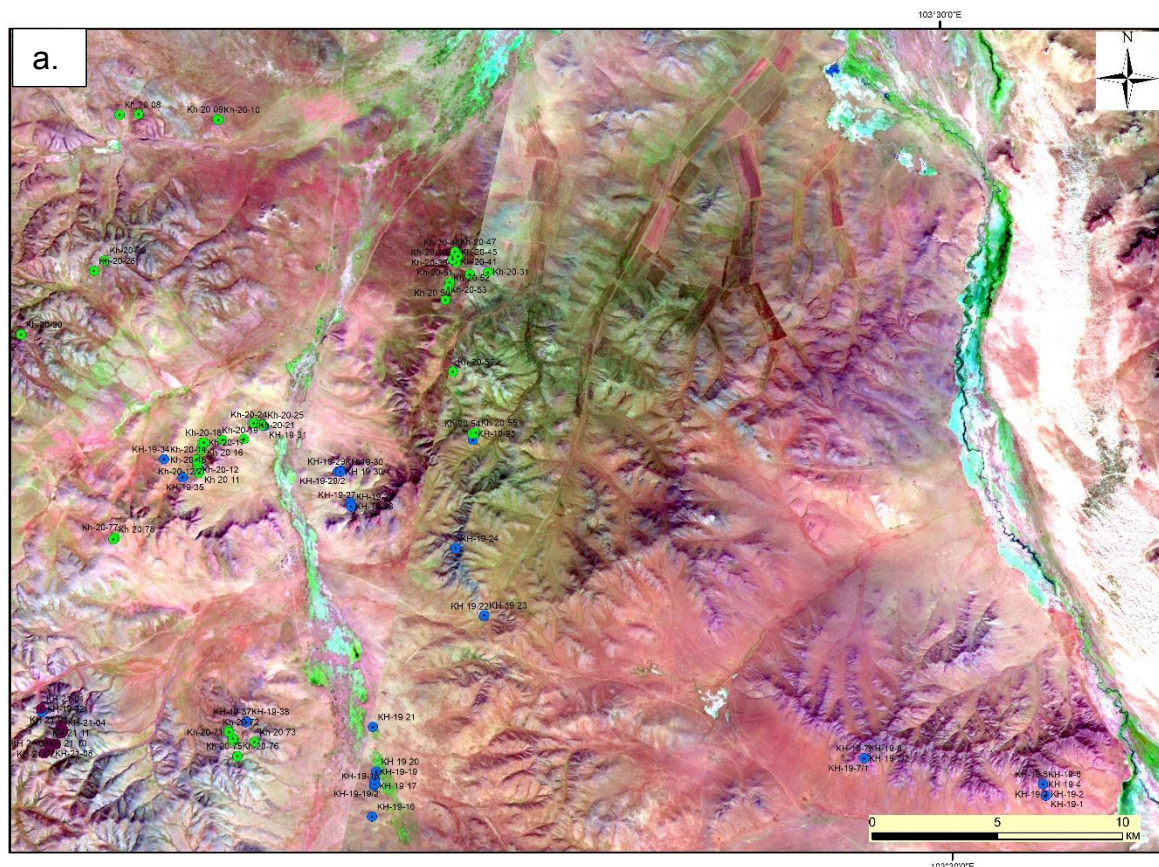
3.1.2. Хашаатын талбай

Геологийн тогтоц.

Хархорины бүсийн зүүн хойд, Орхоны хөндийн зүүн хэсгийн Тарна группээр зураглагдсан Хашаат орчим, Их болон Бага Дэл-Уулын талбайд аккрецын комплекс анх удаа ялган, тайлангийн дэд бүлгүүдэд тус тусад нь оруулж байна. Учир нь хэдий геологийн зурагт 1 формацаар зураглагдсан хэдий ч литологийн хувьд Хашаатын талбайд базальтууд, янз бүрийн өнгө бүхий яшмаар хэлбэржсэн аккрецын шаантгууд илэрдэг бол Дэл-Уул орчимд радиолярт яшмын тектоник шаантаг тархаж, базальтууд илэрдэггүй тул тусад нь салган оруулж бичиглэлээ.

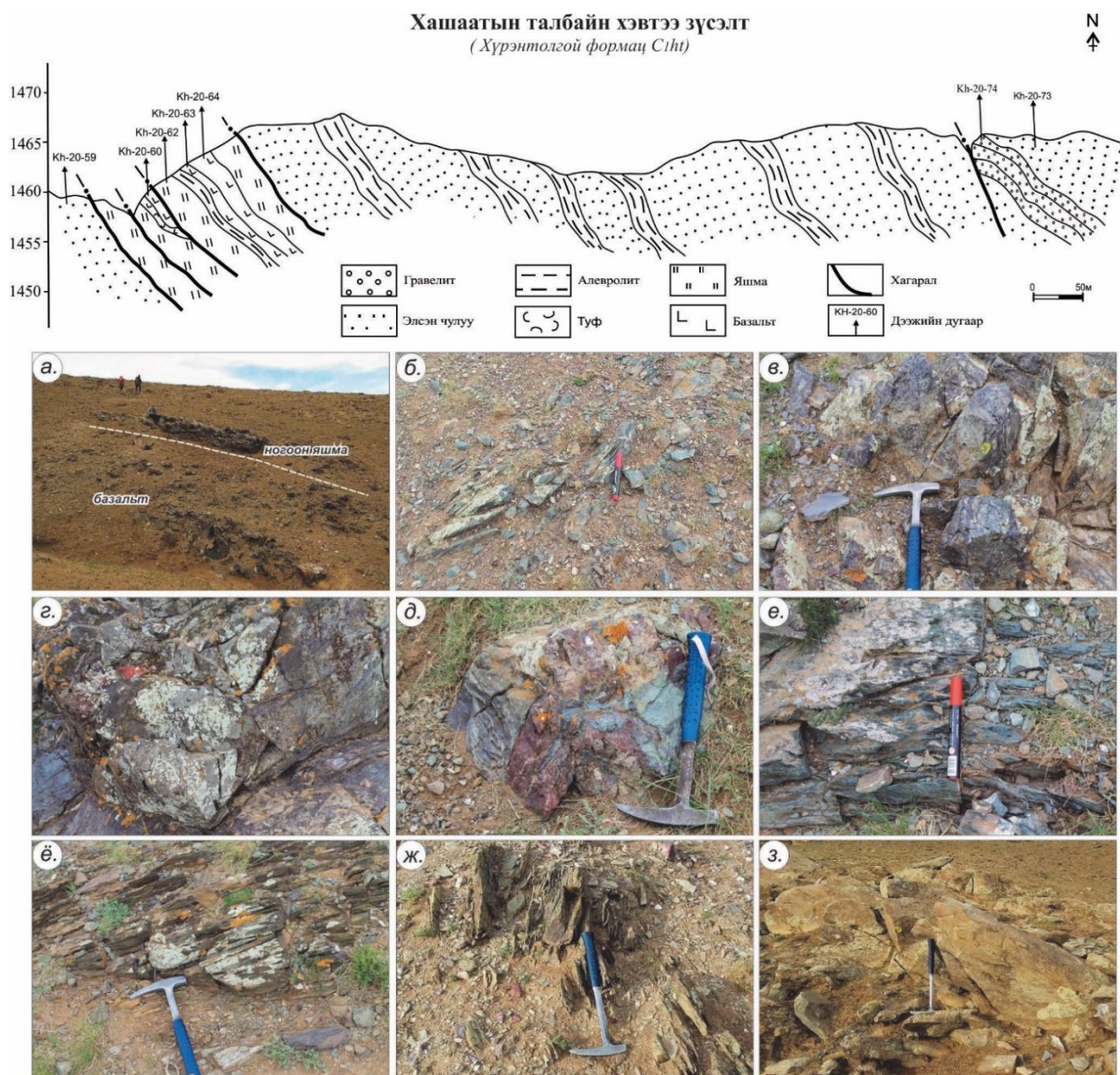
Хашаатын талбай нь Архангай аймгийн Хашаат сумын баруун хэсэгт бид шинээр аккрецын комплексыг ялган, зураглаж Хашаатын талбай гэж нэрлэсэн юм. Уг талбайг анх Баадай нар (1974Ф) 1:200000-ны масштабтай зураглалын ажил гүйцэтгэж доод карбоны Өрмөгтэй (C₁ug) формацаар зураглаж, хожим Төмөрчөдөр нар (2009Ф) 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил гүйцэтгэж дунд девон-доод карбоны Тагна группийн дунд девоны настай Хүрэнтолгой (D₂ht) формацад ангилж, ялгасан байдаг. Уг формацыг литологийн найрлагаар нь яшма, яшма-кварцит, метабазальт, филлит маягийн занарын үе мэшилтэй элсэн чулуу, алевролиитоос тогтох цахиурлаг-вулканоген-тунамал дээд мэмбэр, гравелит, хайргархаг конгломератын үетэй элсэн чулуу, алевролиитоос тогтох элсэн чулууны доод мэмбэрт хуваажээ (Зураг 112б).

Агаар сансрын зурагт тунамал хурдас нь бараан, бараан саарал өнгө, уулыг оройлон илрэх вулканит, яшмын зузаалаг нь хүрэн, ногоон өнгөөр эрс ялгардаг (Зураг 112а).



Зураг 112. а. Хашаатын талбайн сансрын зураг (ASTER– 7-3-1 суваг), б. Геологийн зураг
 Хашаатын талбайд 2 удаа хээрийн судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн бөгөөд
 литологийн хувьд пиллоу лаав, вариолитот лаав, силл маягийн цайвар ногоон
 өнгийн цул базальт, хар ногоон өнгийн, занаржсан базальт, базальтын туф,
 гидротермаль яшмын хэмхдэстэй меланж, ногоон өнгийн яшма, яшма-кварцит,

улаан хүрэн өнгийн радиоляр агуулсан яшма, чернилэн өнгийн яшмаар хэлбэржсэн олон тооны тектоник шаантгуудыг агуулсан ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хар өнгийн цахиурлаг алевролит, бор шаргал өнгийн элсэн чулуу, багахан зузаантай хөх саарал өнгийн алевроэлсэн чулуунаас бүрддэг (Зураг 113). Занаржсан базальт нь их биш зузаантай, улаан хүрэн яшматай эвшилдэн тархдаг.

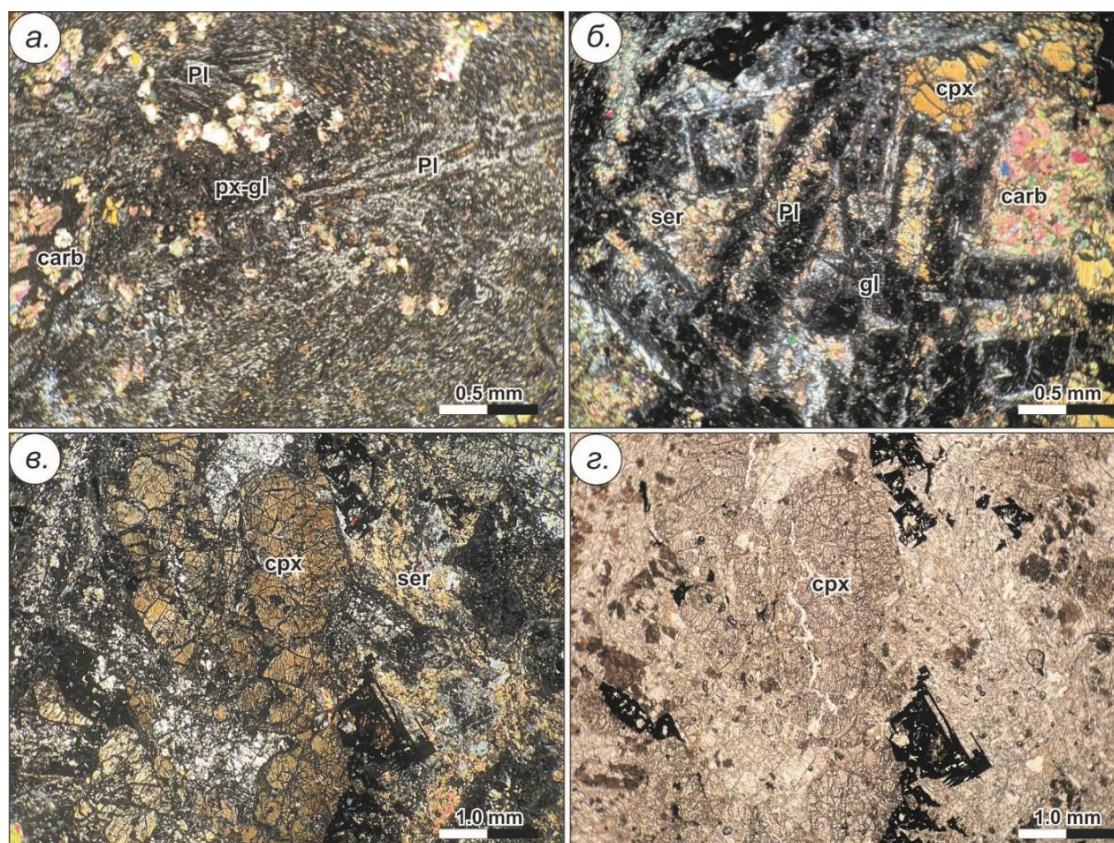


Зураг 113. Хашаатын талбайн гаршийн зураг. а.Базальтын силл, ногоон саарал яшмын хил зааг, б.Занаржсан базальт, в.Вариолитот пиллоу лаав, г.Пиллоу лаав, яшмын меланж, д.Гидротермаль яшмын хэмхдэс бүхий базальтын брекч, е.Занаржсан ногоон өнгийн базальт ё.Ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, ж.Хар алевролит, з.Бор ногоон өнгийн элсэн чулуу

Хархорины бүсийн хамгийн сонирхолтой талбайн нэг нь энэхүү талбай бөгөөд энэхүү аккрецын комплексыг базальт (1), яшма (2), терриген хурдас (3) дарааллын дагуу шинжилгээний үр дүнгүүдийг боловсруулан, тайлалт хийн бичиглэсэн болно.

1. Базальтын судалгаа

Петрографийн хувьд базальт, базальтын брекч, туфууд тааралддаг. Пиллоу буюу дэрэн базальт (Kh-19-40): Чулуулаг нь вариолитлог, афирлаг структуртай, миндалекаменлаг текстуртай. Вариолит структурыг нарийн зүүлэг, саваалаг, өд маягийн плагиоклазын агрегатуудын завсар хооронд жижиг мөхлөгт пироксен, галт уулын шил дүүргэн үүсгэжээ. Клинопироксеныг хлорит нь хоёрдогчоор бүрэн болон хэсэгчлэн түрсэн байх ба карбонатын судланцруудаар хэрчигдсэн ажиглагдана. Тэрчлэн карбонатаар дүүргэгдсэн миндалинууд тааралдана (Зураг 114а).



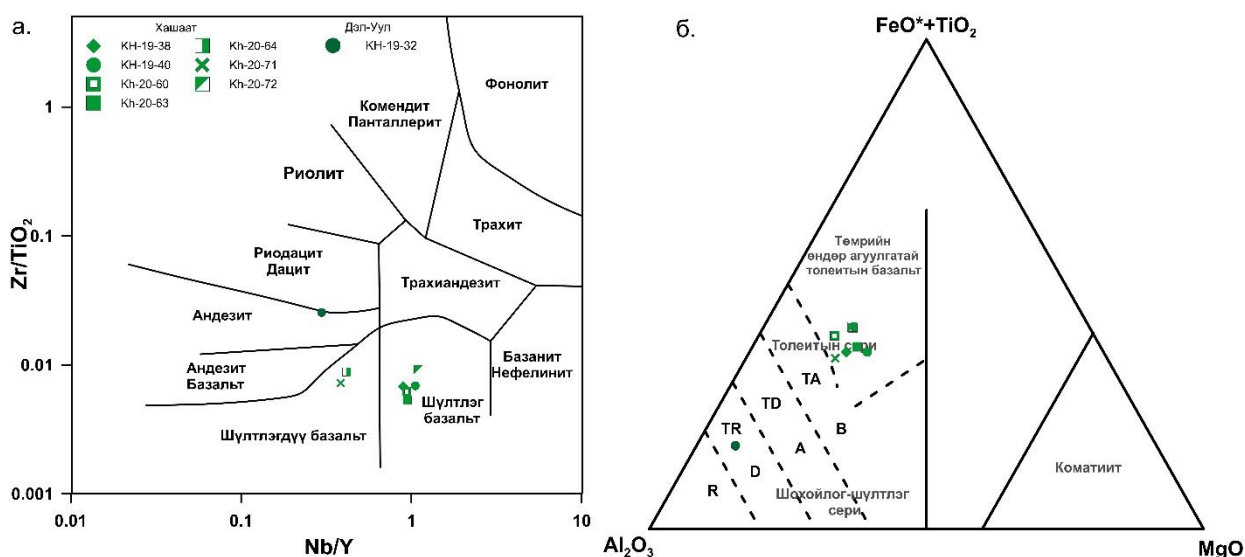
Зураг 114. а.Пиллоу лаав (Kh-19-40), б.брекчлэгдсэн базальт (Kh-20-64), в.Базальт (Kh-20-72). (Pl-плагиоклаз, cpx-клинопироксен, carb-карбонатын миндалин, gl-галт уулын шил, ser-серицит)

Базальт (Kh-20-72): Чулуулаг нь субофит структуртай, үндсэн хэсэг нь интерсерталь структуртай, брекчлэг текстуртэй, моноклин пироксен (45-50%), плагиоклаз (50-55%), хоёрдогчоор серицит, хлорит, карбонат агуулна. Үндсэн хэсэг нь далд талстлаг текстуртай, хувирсан өнгөт эрдэс, галт уулын шил болон хувирсан плагиоклазаас тогтжээ. Клинопироксен нь 0.7-1.2 мм хэмжээтэй, порфирлог, богино өргөн хавтгай, зөв бус сунасан призмлэг хэлбэртэй, унтралын өнцөг $C:Ng=40-44^\circ$. Плагиоклаз нь богино болон сунасан призмлэг хэлбэртэй, серицитэд бүрэн хувирсан. Тэрчлэн карбонатаар дүүргэгдсэн миндалинууд тааралдана. Зүй

тогтолгүй плагиоклазын миндалинууд нь брекчлэг текстурьг бий болгожээ (Зураг 114б).

Брекчлэгдсэн базальт (Kh-20-64, Kh-20-60) нь Чулуулаг нь порфирлог, үндсэн хэсэг нь интерсерталь структуртай, брекчлэг текстуртай, моноклин пироксен (60%), плагиоклаз (40%), хоёрдогчоор серицит, хлорит, карбонат агуулна. Үндсэн хэсэг нь далд талстлаг текстуртай, хувирсан өнгөт эрдэс, галт уулын шилнээс тогтжээ. Клинопироксен нь 0.8-4.5 мм хэмжээтэй, порфирлог, ромбо хэлбэрийн, урт сунасан призмлэг хэлбэртэй, унтралын өнцөг $C:Ng=42-44^\circ$. Плагиоклаз нь богино болон сунасан призмлэг хэлбэртэй, серицитэд бүрэн хувирсан. Тэрчлэн карбонатаар дүүргэгдсэн миндалинууд тааралдана. Хлорит, карбонатын судланцрууд нь брекчлэг текстурьг бий болгожээ (Зураг 114в). Петрографийн хувьд туфууд нь витрокаст, литокласт структуртай, брекчлэг текстуртай, плагиоклаз, пироксен, галт уулын шилээс тогтох ба серицитжиж, хлоритжиж, карбонатжсан байдаг.

Петрохимийн найрлагын хувьд базальтууд нь SiO_2 (46.1-52.0 жин.%), CaO (3.7-11.2 жин.%), K_2O (0.3-0.5 жин.%), (P_2O_5 0.25 жин.%) -ийн бага, Al_2O_3 (13.0-16.8 жин.%), Na_2O (4.35-6.2 жин.%), TiO_2 (1.4-1.9 жин.%), Fe_2O_3 (9.7-11.2 жин.%), MgO (4.5-6.5 жин.%) ислүүдийн харьцангуй өндөр агуулгатай нь харагдана. CaO (10.3-11.2 жин.%) өндөр агуулга тогтоогдсон нь тэдгээрийн эрдсийн бүрэлдэхүүнд карбонат эрдсүүд давамгайлж байгааг гэрчилж байна. Пиллоу лаав буюу (Kh-19-40)-д Cr-ийн 422 г/т, Ni-ийн 296 г/т хүртэлх агуулга өндөр байгаа нь бусад базальтуудаас ялгагддаг.

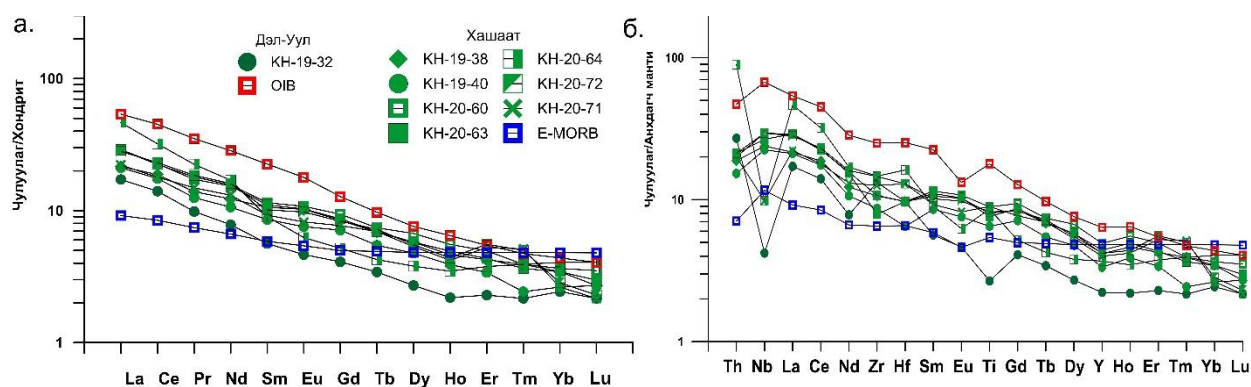


Зураг 115. а- $Nb/Y-Zr/TiO_2$ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977); б- AFM диаграмм (Irvine and Baragar, 1971)

Тэрчлэн чулуулгийн шатаалтын үеийн хорогдол нь 3.6-7.2 %-ийн хооронд хэлбэлзэж байгаа нь тэдгээрийг нэлээд хүчтэй хувиралд орсоныг илтгэж байгаа тул

хөдөлгөөнд бага өртдөг ховор элементүүдээр вулканоген чулуулгийн ангиллын диаграммыг байгуулсан. Диаграмм дээр базальтууд нь шүлтлэг болон шүлтлэгдүү найрлагатай базальтын талбайд, харин AFM гурвалжин диаграмм дээр бүгд толейтийн серид хамаарч байгаа ба толейтын базальтууд нь калийн ислийн бага агуулгатай байдгаар онцлогтой (Зураг 115а, б).

Геохимийн хувьд ГХЭ-ийн диаграммаас харахад базальтууд нь ДАБ болон Б-ДГНБ-ийн завсрын буюу шилжилтийн Т-MORB шинжийг үзүүлэх ба ($La/Sm_n=2.0-5.2$; $Gd/Yb_n=1.3-2.9$) өндөр, харин $Zr/Nb=10.7$, $Al_2O_3/TiO_2=8.0$, SiO_2 бага агуулгатай байдаг онцлогтой (Зураг 116а). Шүлтлэг найрлагатай базальтууд нь олон элементийн спайдер диаграмм дээр Nb-ын эерэг гажил үзүүлдэг ($Nb/La_{pm}=1.0-1.11$) бөгөөд энэ нь мантийн плюмийн эх үүсвэртэй болохыг харуулдаг (Safonova et al., 2011).

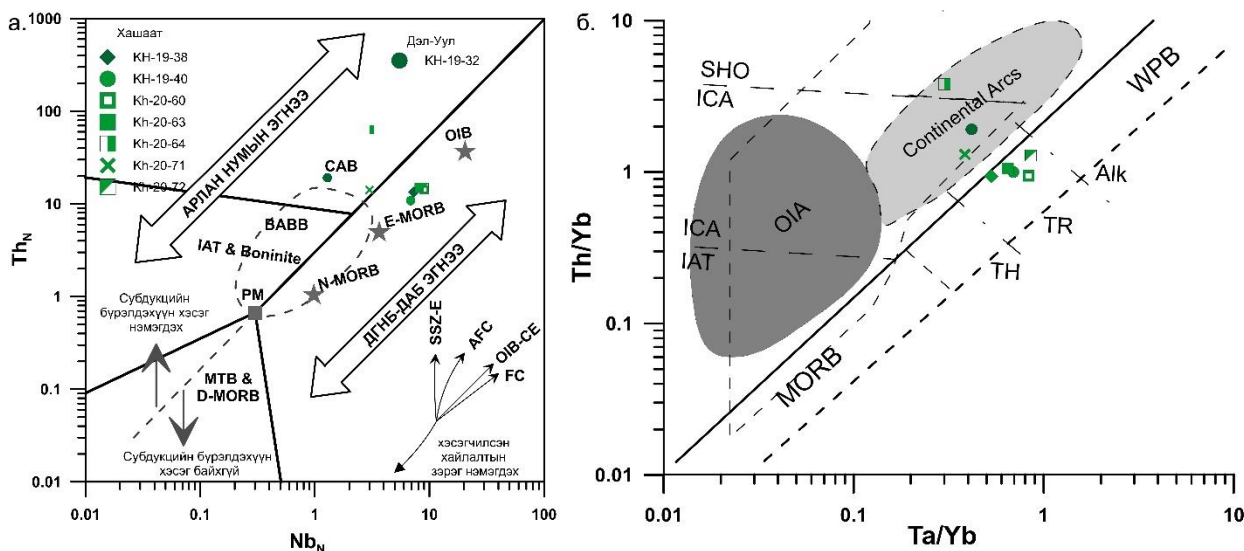


Зураг 116. Базальтуудын С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн (а) ба анхдагч мантид нормчилсон ховор элементийн (б) тархалтын муруй (Sun & McDonough, 1989)

Б-ДГНБ -ийн базальт нь баяжсан мантиас гадна далайн арлын базальтын магм байж болдог байна (Ариунбилэг, 2022). Нөгөө талаар ХөгХЭ-ээр баяжсан далайн голч нурууны базальтаас бага зэрэг баяжсан байгаа нь мантийн плюмаас хол биш байрлаж байгаа эсвэл мантийн шаантгийн нөлөөлөлтэй ч холбоотой байж болох юм. Тэрчлэн ДАБ-ууд нь титаны исэл, ХөгХЭ, Nb зэрэг элементүүдээр өндөр, $Zr/Nb < 10$, $Al_2O_3/TiO_2 < 8$, $Nb/La_{pm} > 1$ байх зэрэг геохимийн онцлог шинж чанар (Safonova et al., 2015) нь бидний судалгааны дээрх базальтуудын утгуудтай нийцэж байна. Шүлтлэгдүү найрлагатай базальтууд (Kh-20-64, Kh-20-71) нь олон элементийн спайдер диаграмм дээр Nb-ын хэт сөрөг гажил үзүүлдэг ($Nb/La_{pm}=0.2-0.44$) бөгөөд энэ нь базальтуудын эх үүсвэрт эх газрын царцдасын материал оролцож бохирдол үүссэнийг илтгэдэг (Safonova, 2004) (Зураг 116б). Мөн Zr/Nb өндөр (20-23), Th эерэг гажилтай байгаа зэрэг нь магмын дараах хувирлын үр дүн гэж үзсэн ч бий (Safonova et al., 2011). Нөгөө талаас Th агуулга өндөр байгаа нь эх

газрын царцдас болон субдукцын нэгдлүүдийн оролцооноос хамааралтай байдаг (Pearce and Peate, 1995).

Зөвхөн ГХЭ, олон элементийн спайдер диаграммаас гадна Th_N-Nb_N болон $Ta/Yb-Th/Yb$ харьцуулсан эх үүсвэр тодорхойлох диаграммууд дээр MORB, OIB төрлийн базальтууд тодорхой ялгагдаж өгдөг (Зураг 117).



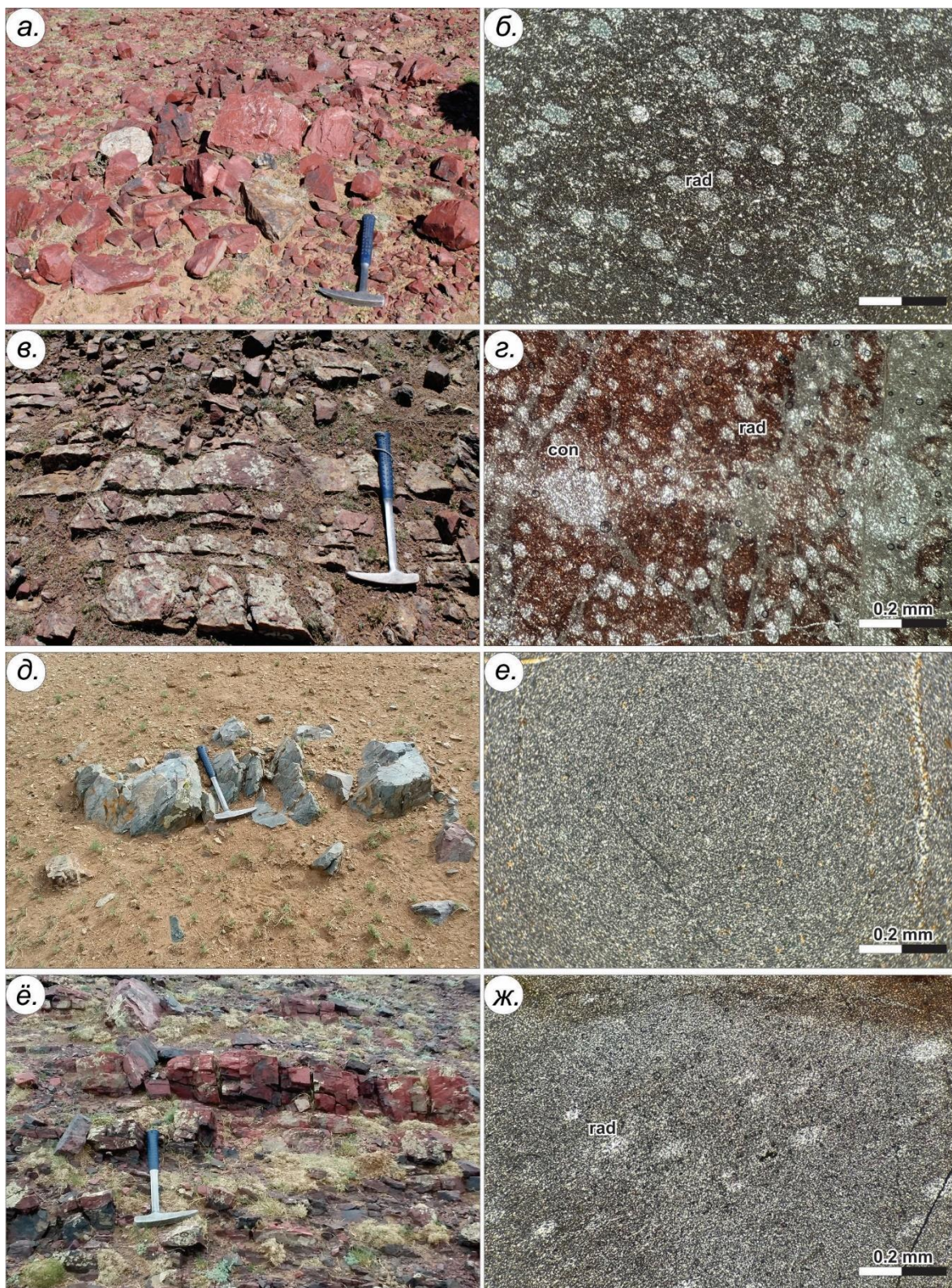
Зураг 117. а- Nb болон Th -ийн дискриминацийн диаграмм (Saccani, 2015) N-MORB агуулгаар нормчилсон (Sun and McDonough, 1989), б- $Ta/Yb-Th/Yb$ дискриминацийн диаграмм (Pearce, 1982)

Th_N-Nb_N диаграммаас харахад шүлтлэг найрлагатай базальтууд нь субдукцитай холбоогүй, мантийн хайлалтын зэрэгтэй шууд холбоотой (Saccani et al., 2017), шилжилтийн нөхцөлд үүссэн болох нь харагдаж байна (Зураг 117a). Харин шүлтлэгдүү найрлагатай базальтууд (Kh-20-64, Kh-20-71) нь субдукцитай холбоотой эх газрын нумын нөхцөлд үүссэн нь 2 диаграмм дээр давхцаж харагдана (Зураг 117).

2. Яшмын судалгаа

Петрографи: Яшмоид нь ерөнхийдөө гранобласт, далд талстлаг структуртай, цул нягт текстуртай, нэгэн жигд сулавтар талсжилт бүхий далд талстлаг цахиурын агрегатаас голлон тогтох ба чулуулагт далд талсжсан цахиурын агрегатаар дүүргэгдсэн халцедоны жижиг бөөрөнхий миндалиин, тэрчлэн бөмбөлөг, зууван хэлбэрийн радиолярууд ихээр тааралдана. Дээж (Kh-20-14/3) радиоляр агуулсан дээжүүдэд бөмбөлөг болон сунасан зууван хэлбэр бүхий радиолярын морфологууд сайн ажиглагдах бол (Kh-20-54) дугаартай яшма нь радиоляраас гадна өргөстэй, цацраг маягийн хэлбэртэй конодонт агуулдаг онцлогтой. (Kh-20-70) яшмын дээжинд сунасан зууван хэлбэр бүхий радиолярын морфологууд сийрэг тархалттай харагдах хэдий ч радиолярууд хадгалагдаагүй, хавтаснууд ихээр олддог бол (Kh-20-61/1) дээж нь далд талстлаг кварцын агрегатууд болон кварцын хялгасан судлууд

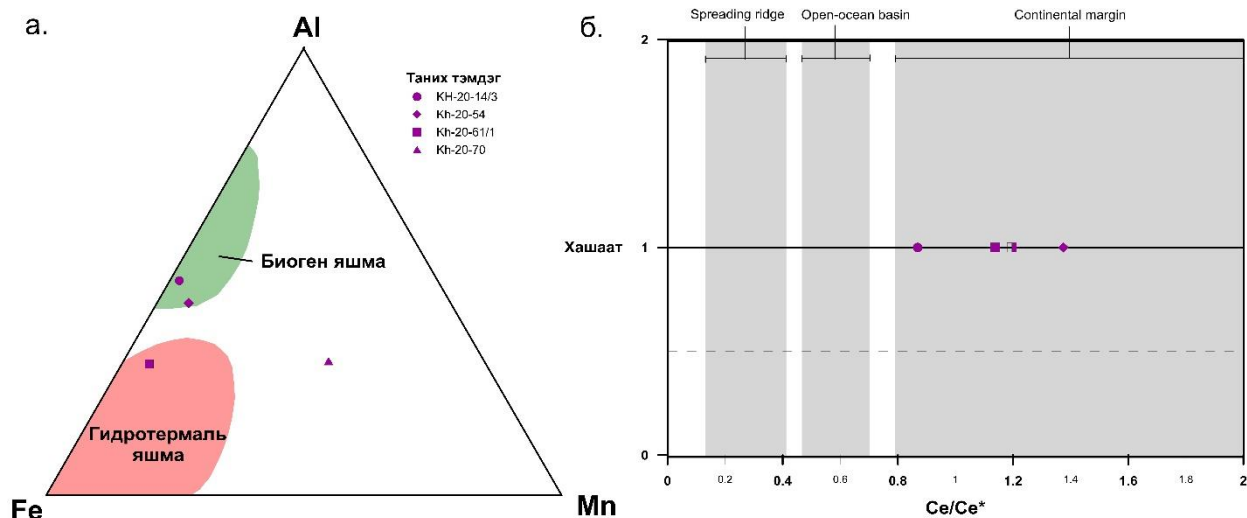
хөгжсөн харагдана (Зураг 118 б, г, е, ж). Дээж (Kh-20-14/3) буюу улаан хүрэн яшма нь 2019 онд дээжлэлт хийгдэж радиоляр тодорхойлогдсон Их Дэл-Уулын улаан хүрэн яшмын (Ss-19-01) дээжтэй ижил бөгөөд 2020 онд дахин дээжлэлт хийн, петрографи, геохимийн шинжилгээнд хамруулсан болохыг тэмдэглэж байна.



Зураг 118. Яшмын макро болон микрофото зураг. а-б.Радиоляртай улаан хүрэн өнгийн (Kh-20-14/3), в-г. Муу хадгалалттай конодонт агуулсан хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-54),

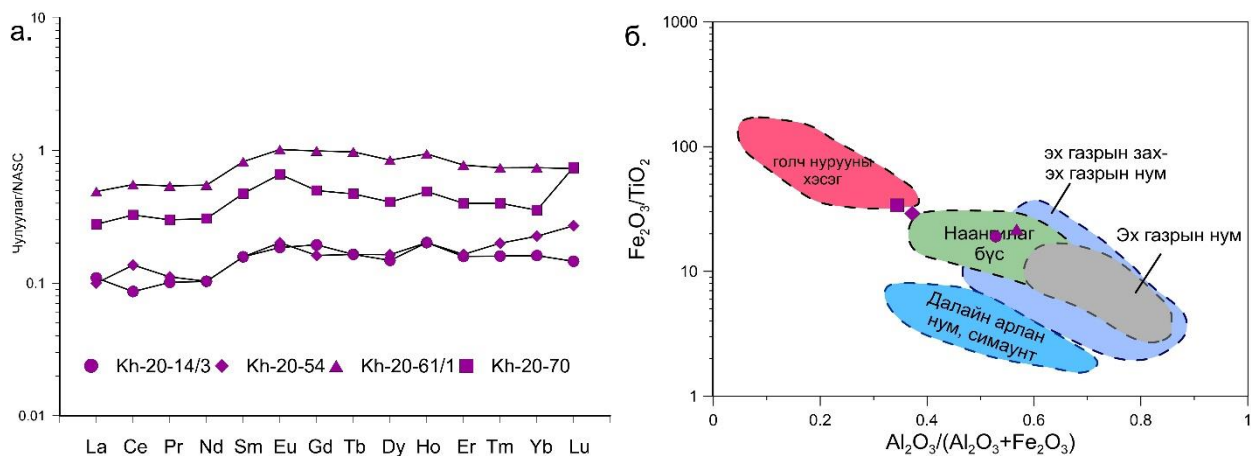
д-е.Уеллэг ногоон өнгийн яшма (Kh-20-61/1), ё-ж.Улаан халтар өнгийн (Kh-20-70)

Петрохими: Улаан хүрэн өнгийн (Kh-20-14/3), хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-54), улаан халтар өнгийн (Kh-20-70) нь SiO_2 (94.1-97.2)-ийн өндөр агуулга, Al_2O_3 1.1-1.6; Fe_2O_3 1.0-1.3; CaO 0.03-0.14 маш бага агуулгатай байхад, үеллэг ногоон өнгийн яшма (Kh-20-61/1) нь SiO_2 бага, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO болон K_2O өндөр агуулгаар ялгагддаг. Kh-20-14/3, Kh-20-54 яшмын дээжүүд $\text{Al}/(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mn})$ утга 0.43-0.45 үзүүлэх бөгөөд биоген гарал үүсэлтэй болох нь харагдана (Зураг 119а). Харин улаан халтар өнгийн яшма нь (Kh-20-70) гидротермаль яшмын талбайд буусан бол ногоон өнгийн яшма нь голд талбай хамрахгүй буусан байх бөгөөд бусад яшмын ислүүдээс ялгаатай, Mn агуулга маш өндөр 11260 ppm байна.



Зураг 119. а. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм (Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986), б. яшмын Ce/Ce^* харьцааны диаграмм (Murray et al., 1991)

Ховор элементүүд. ГХЭ-ийн хувьд яшмоид нь бага зэргийн ялгаатай байх бөгөөд улаан хүрэн өнгийн радиоляр агуулсан яшма (Kh-20-14/3) нь бага зэрэг Се-ийн эерэг гажил, хүрэн өнгийн конодонт илэрсэн яшма (Kh-20-54) нь Се-ийн сөрөг болон хүнд ГХЭ-ийн эерэг гажил үүсгэж Ихэр-Уулын яшматай ижил шинжийг үзүүлж байхад микро амьтан агуулаагүй яшмууд нь Хойд Америкийн занарын найрлагатай ижил утгатай байгаа нь харагдана (Зураг 120а). Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон Ce/Ce^* утга дийлэнх яшма 1.2-1.4 буюу эх газрын захын орчин, харин радиоляр агуулагч улаан хүрэн яшмад $\text{Ce}/\text{Ce}^*=0.8$ буюу пелагийн орчинд үүссэн байх орчинг үзүүлдэг (Зураг 119б).



Зураг 120. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм, б. $Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

Тектоник орчин болон эх үүсвэр. Гол ислүүд $Fe_2O_3/TiO_2-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм дээр яшмууд нь наангилаг бүс, конодонт агуулсан яшма нь завсрын орчин, харин ногоон үеллэг яшма нь далайн голч нуруу орчмын талбайд бууж байгаа нь илүү гүн усны орчинд үүссэн болохыг илэрхийлнэ (Зураг 120б). Учир нь ДГНБ-ын дээр илрэх яшма нь гүн усны орчинд тунаж хуримтлагдаж байгаатай холбоотой.

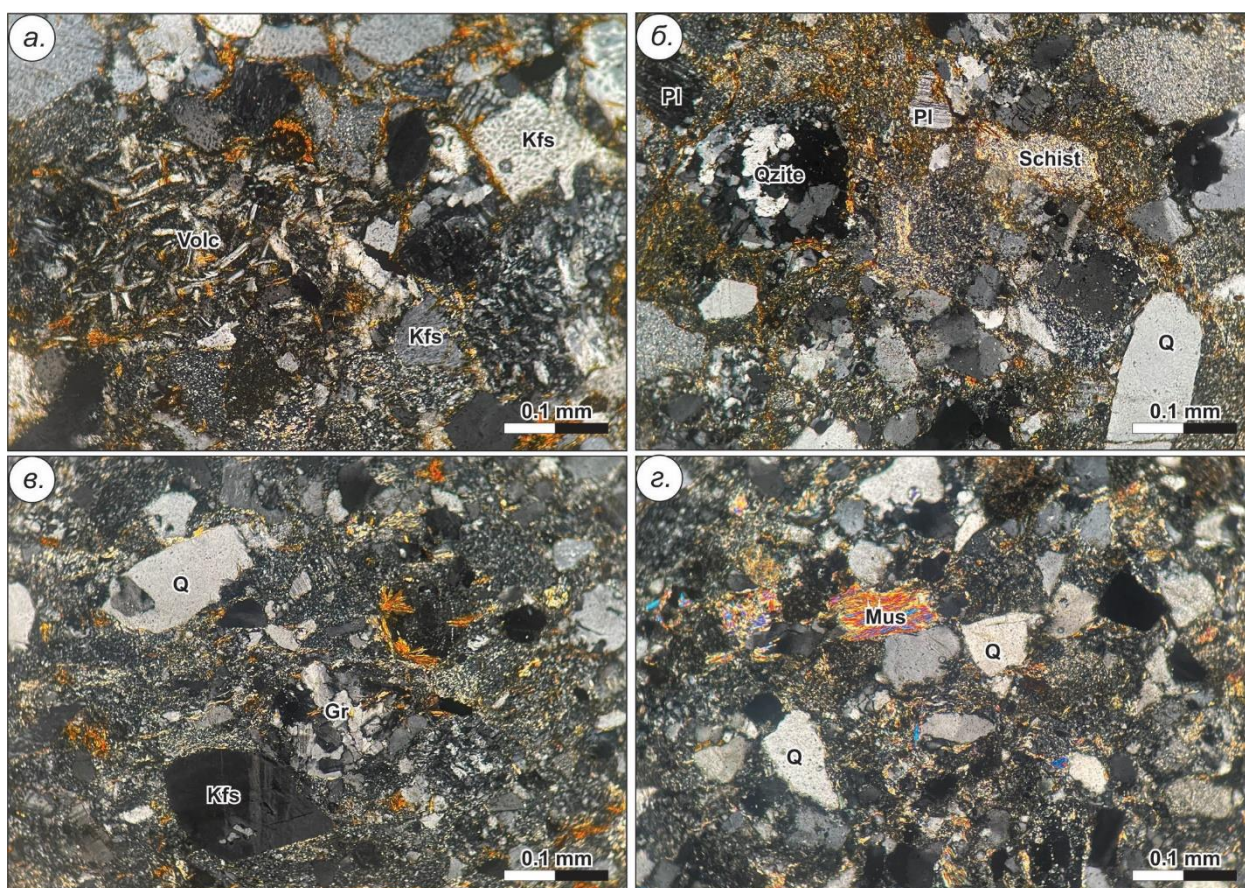
Микропалеонтологи: Хүрэн өнгийн яшма нь петрографийн судалгаагаар конодонт агуулж байсан тул угааж үзэхэд тодорхойлох боломжгүй байсан хэдий ч муу хадгалалттай конодонт болох *Ozarkodina* sp., Branson and Mehl (1933) төрөл тодорхойлогдсон бөгөөд уг төрлийн конодонт нь Ра элемент сайн хөгжсөн силур девоны цаг үед цэцэглэн хөгжиж байгаад девоны галавын төгсгөлд устаж үгүй болсон байдаг. Иймээс бид яшмын үеийг дээд силурээс дунд девонд тархалттай конодонтын үлдэгдлүүд агуулж байжээ гэж үзлээ (Зураг 121).



Зураг 121. Конодонтын микрофото зураг. *Ozarkodina* sp., Branson and Mehl (1933).

3. Тунамал чулуулгийн судалгаа

Петрографи: Хашаатын талбайн Хүрэнтолгой формацын граувакк элсэн чулуу нь псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай, 0.1-2.0мм хэмжээтэй хэмхдэс (65-70%), цементлэгч хэсэг (30-35%) тогтоно. Чулуулагт кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жонш, мусковит, амфибол зэрэг эрдсийн хэмхдэсүүд, гранит, андезит, риолит, занар, кварцит зэрэг чулуулгийн хэмхдэсүүд тааралдана. Кварц нь изометрлэг хэлбэртэй, долгиолог унтралтай, калийн хээрийн жоншны ихэнх хэмхдэсүүд пертит ургалт ажиглагдах бол цөөн тооны микроклин тааралддаг. Плагиоклазын хэмхдэсүүд нь серицитэд хэсэгчлэн хувирч полисинтетик ихэрлэлтийн зураас бүдэг харагдана. Занарын хэмхдэсүүд нь лепидобласт структуртай, гранит, кварцитын хэмхдэсүүд гранобласт, вулканит нь микролит структуртайгаар тааралдана. Дээрх хэмхдэсүүд нь цахиурлаг-шаварлаг, серицит-хлорит, төмрийн усан ислийн найрлагатай цементээр холбогдоно. Акцессор эрдсээс сфен, циркон, рутил, хүдрийн эрдэс тааралдана ([Зураг 122](#)).

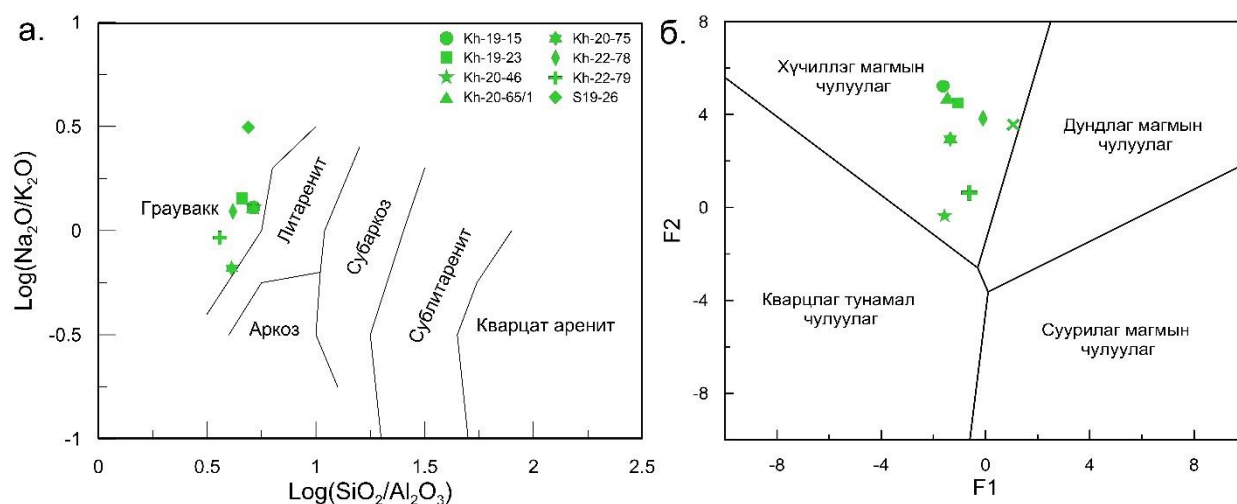


Зураг 122. Хашаатын талбайн Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг а. Kh-19-15, б. S19-26, в. Kh-20-65/1, г. Kh-20-46 (Q- кварц, Kfs- калийн хээрийн жонш, Pl- плагиоклаз, mus-мусковит, volc- вулканит, schist- занар, gr- гранит, qzite- кварцит)

Геохими: Тунамал чулуулгийн геохимийн судалгааг хийснээр тухайн чулуулгийн ангилал, тэжээгдлийн эх үүсвэр, хурдас хуримтлалын физик-химийн болон

геотектоник орчин нөхцөлийг сэргээн тогтоох боломжийг бий болгодог (Скляр, 2001). Судалгааны талбайд тархалттай Хүрэнтолгой формацын элсэн чулууны SiO₂ агуулга 59.72- 72.35 жин.%, дундаж агуулга 67.9 жин.%, Al₂O₃ агуулга 13.65-16.5 жин.%, K₂O/Na₂O харьцаа 0.32-1.52 байна. Турбидит хурдас бүхий элсэн чулуу, алевролит нь граувакк найрлагатай, хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн эх үүсвэрээс зөөгдөж эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд хуримтлагдсан нь геохимийн шинжээр тогтоогддог (Эрдэнэчимэг нар., 2020) (Зураг 123а).

Тунамал чулуулагт Al₂O₃/TiO₂ харьцаа чулуулгийн эх үүсвэрийг тодорхойлох чухал хүчин зүйл болдог. Энэ харьцаа 3-8 байвал суурилаг, 8-21 байвал дундлаг, 21-70 байвал хүчиллэг магмын чулуулгаас эх үүсвэртэйг илэрхийлнэ (Hayashi et al., 1997). Roser ба Korsch (1988) нарын боловсруулсан тунамал чулуулгийн эх үүсвэр тодорхойлох болон тунамал чулуулгийн Al₂O₃/TiO₂ харьцаа (17.4-35.0)-аар чулуулаг хүчиллэг магмын чулуулгаас эх үүсвэртэй нь тогтоогдоно (Зураг 123б).

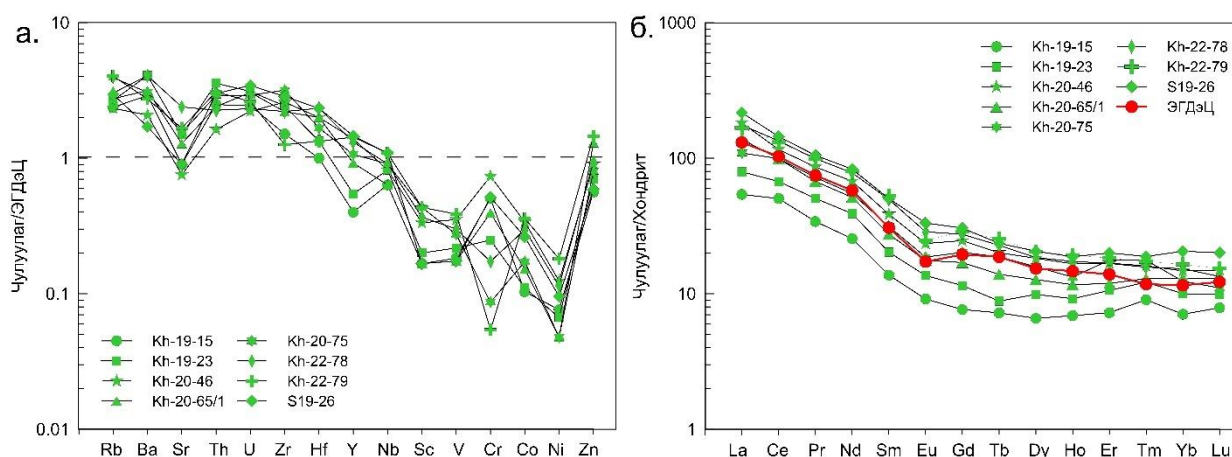


Зураг 123. а.Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al., 1972);
 б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)

Олон элементийг ЭГДэЦ (эх газрын дээд царцдас)-ын дундаж утгад нормчлон байгуулсан диаграммд том ионтой литофиль элементүүд буюу Rb, Ba, Sr, Th зэрэг элементээр баяжиж, шилжилтийн элементүүд буюу Sc, V, Cr, Co зэрэг элементүүдээр ядуурсан байгаа нь эх газрын царцдасын чулуулаг болохыг илэрхийлнэ (Зураг 124а).

ГХЭ-ийн хувьд ХөгХЭ/ХүГХЭ харьцаа 11.5-14.6 (дундаж=13.1), Eu сөрөг аномаль 0.64-0.89 ($\text{Eu}/\text{Eu}^*_{\text{дундаж}}=0.80$) болон С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруйгаас ихэнх элсэн чулуу нь хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй, ЭГДэЦ-тай ойролцоо агуулгатай байгаа нь харагдана (Зураг 124б). Зарим элсэн чулуу (Kh-19-15, Kh-19-23) нь ЭГДэЦ-ын агуулгаас бага байгаа нь

петрографийн судалгаагаар шлифт дундлаг вулканитын хэмхдэс нэлээдгүй тааралддагтай холбоотой байж болох юм.



Зураг 124. а- Тунамал чулуулагийг ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Taylor and McLennan, 1985), б- С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989).

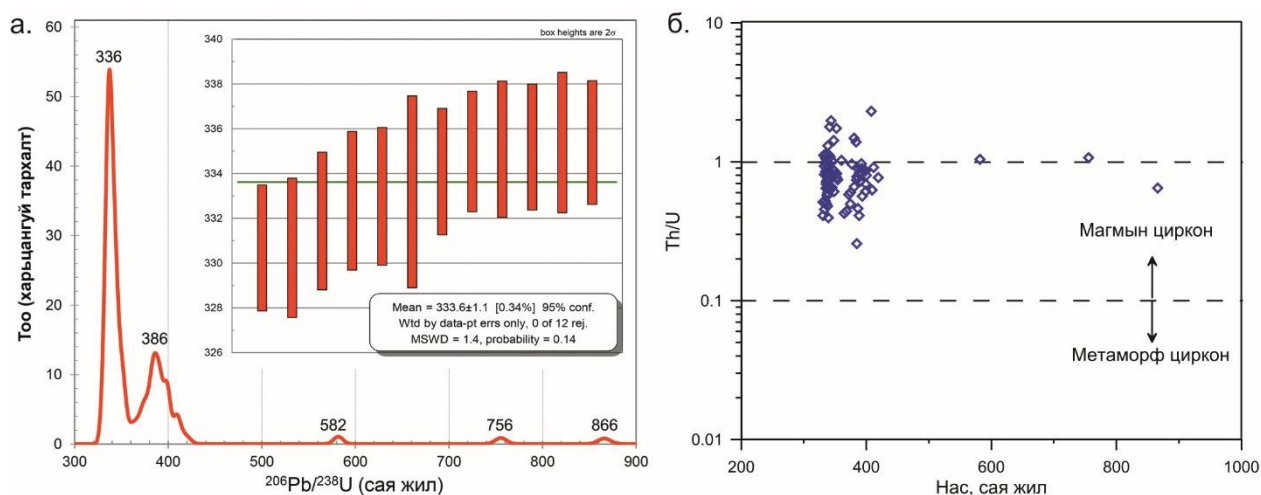
Тунамал чулуулаг дахь Th, U агуулга нь шаварлаг эрдсүүд, хээрийн жонш, хүнд эрдсүүд, фосфат болон органик бодисуудтай холбоотой (Ruffell and Worden, 2000). Тэрчлэн Th/U харьцаа өгөршлийн нөхцөлийг тодруулахад чухал (McLennan et al, 1993) бөгөөд өгөршил нэмэгдэхэд энэ харьцаа тунамал чулуулагт нэмэгддэг (McLennan et al, 1995). Дээрх элсэн чулууны Th/U харьцаа 3.4-4.4 (дундаж=3.84) өндөр буюу өгөршилд илүү орсон байгаа нь петрографийн судалгаагаар тунамал чулуулгууд шаварлаг эрдсээр цементлэгдэж, хүнд эрдсүүд болох сфен нэлээд байсантай холбоотой.

Терриген хурдсын хэмхдэс материалын эх үүсвэрийн өгөршлийн чиглэлийг тодорхойлоход химийн хувирлын индекс ($CIA = Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O + K_2O)$) болон химийн өгөршлийн индекс ($CIW = Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O) \times 100$)-ийн утга чухал байдаг (Nesbitt and Young, 1982; Harnois, 1988; Скляров, 2001). Химийн хувирлын индекс (CIA)-ийн утга 50-60 хооронд байвал бага, 60-80 байвал дунд, 80-аас дээш байвал хүчтэй хувиралд орсныг илтгэнэ (Nesbitt and Young, 1982). Тунамал чулуулгуудын хувьд CIA утга 50.7-60.1 байгаа утгаар чулуулгийн эх үүсвэр хувиралд бараг ороогүй, үндсэн чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүдээс тогтож байгааг харуулдаг. Харин химийн өгөршлийн индекс (CIW)-ийн утга 57.4-67.4 байгаа нь химийн өгөршилд ороогүй, хуурайдуу уур амьсгалтай нөхцөлд хурдас хуримтлагдаж байсныг үзүүлнэ (Suttner & Dutta, 1986). Найрлагын өөрчлөлтийн индекс ICV утга нь 1-ээс бага буюу сул өгөршсөн, магмын чулуулгийн хэмхдэсүүдийн оролцоотой, тектоникийн идэвхжилт ихтэй муж болох эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн чулуулгийн хуримтлалаар тайлбарлагдана (Cox et al., 1995).

Геохронологи. Бид судалгааны талбайн зүүн урд Нохойтолгой орчим тархалттай ногоон саарал өнгийн дунд-том ширхэгт элсэн чулуу (Kh-19-23)-ны зөөгдмөл цирконд U-Pb-ны геохронологийн шинжилгээг хийж гүйцэтгэсэн. Тус дээжээс ялгасан 110 зөөгдмөл цирконы мөхлөгт хэмжилт хийснээс 90 мөхлөгт 90%-аас дээш өндөр нарийвчлалтай итгэлцүүр бүхий $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ насны конкорд өгөгдлүүд байв. Хүрэнтолгой формацын хурдас хуримтлалын нас 866 ± 7 с.ж-ээс 331 ± 1 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэж, 354-331 с.ж-ийн хооронд буюу доод карбоны настай циркон 63.4%, 419-360 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх девоны настай циркон 33.3%, 866-582 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх неопротерозойн циркон 3.3%-ийг эзлэн ялгагдах 3 гол популяцийг үүсгэнэ (Зураг 125а). Эдгээрээс тус дээжийн хамгийн залуу 12 цирконуудын популяцийн дундаж $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ нас нь 333.6 ± 1.1 с.ж буюу доод карбоны насыг заана.

Хэмжилт хийгдсэн цирконы мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 27-982 ppm, U-ы агуулга 39-1284 ppm, Th/U харьцаа 0.28-2.54 хооронд хэлбэлзэнэ (Зураг 125б). Энэ нь хурдас хуримтлал явагдахад магмын чулуулаг тэжээгдлийн эх үүсвэр болж байгааг илэрхийлдэг. Хотонт сумаас урагш 20 км орчимд Баян-Өндөр формацаар зурагласан метаэлсэн чулууны дээжийг геохронологийн шинжилгээнд хамруулан, нийт 93 цирконд хэмжилтийн үр дүнд 2.6 тб.жил-325 с.ж-ийн настай цирконууд тогтоогдож, гол пик нь 354 сая.жил-ийг заасан байдаг (Kelty et al., 2008).

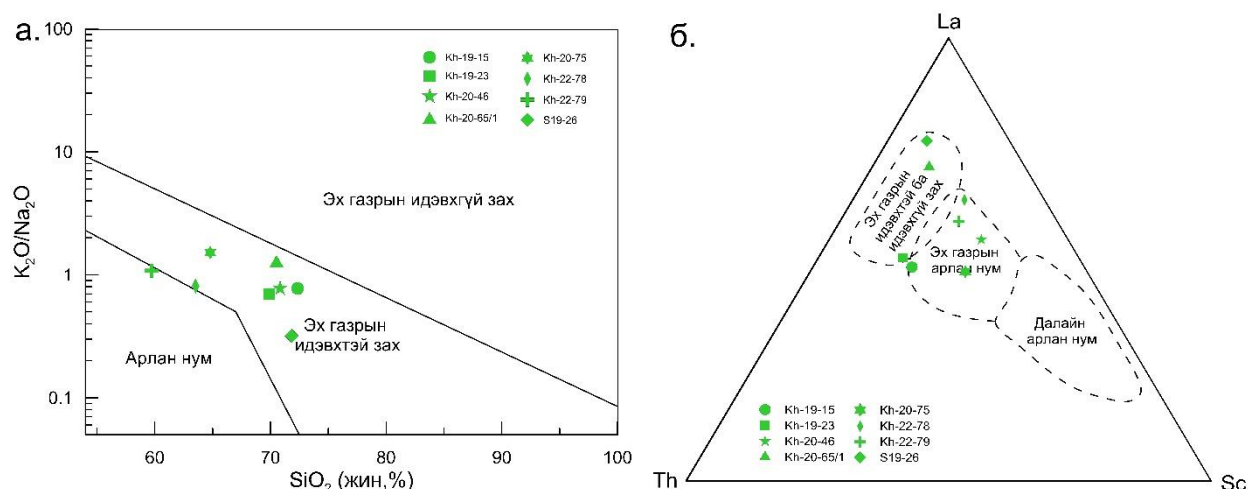
Иймээс энэ талбайн хэмжээнд доод-дунд девоны настай зураглагддаг тунамал чулуулгийн насны дээрх үр дүнгээс харахад доод карбоны цаг үеэс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг баталж байна.



Зураг 125. а. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм

Хашаатын талбайд тархалттай Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгууд нь SiO_2 – $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ харьцааны диаграммд эх газрын идэвхтэй зах (Зураг 126а), Бхатын

диаграммд эх газрын нум- эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлийг заана (Зураг 126б). Эх газрын нумын нөхцөлийг зааж буй дээжүүд нь петрографийн судалгаагаар амфибол, вулканитын хэмхдэсүүд агуулна.

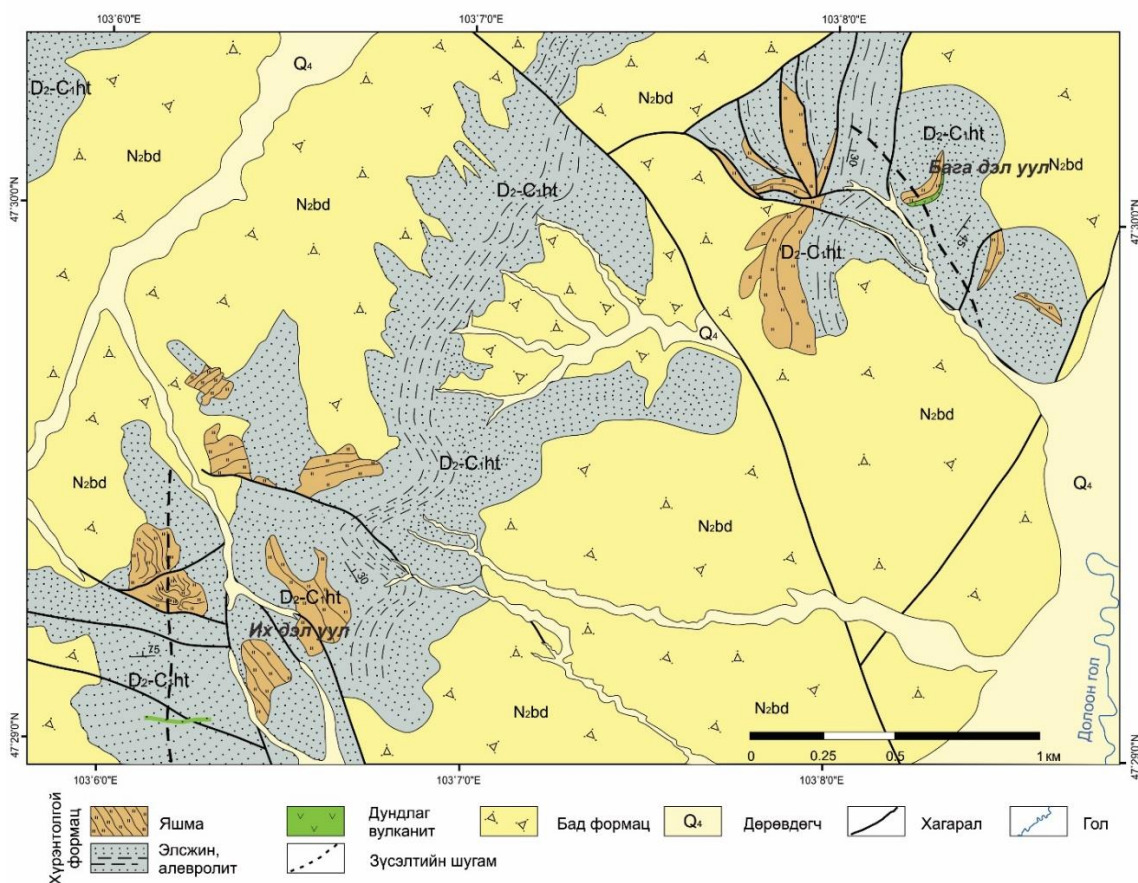


Зураг 126. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser & Korsch, 1986); б. Тектоник орчныг тодорхойлох La-Sc-Th диаграмм (Bhatia and Crook, 1986).

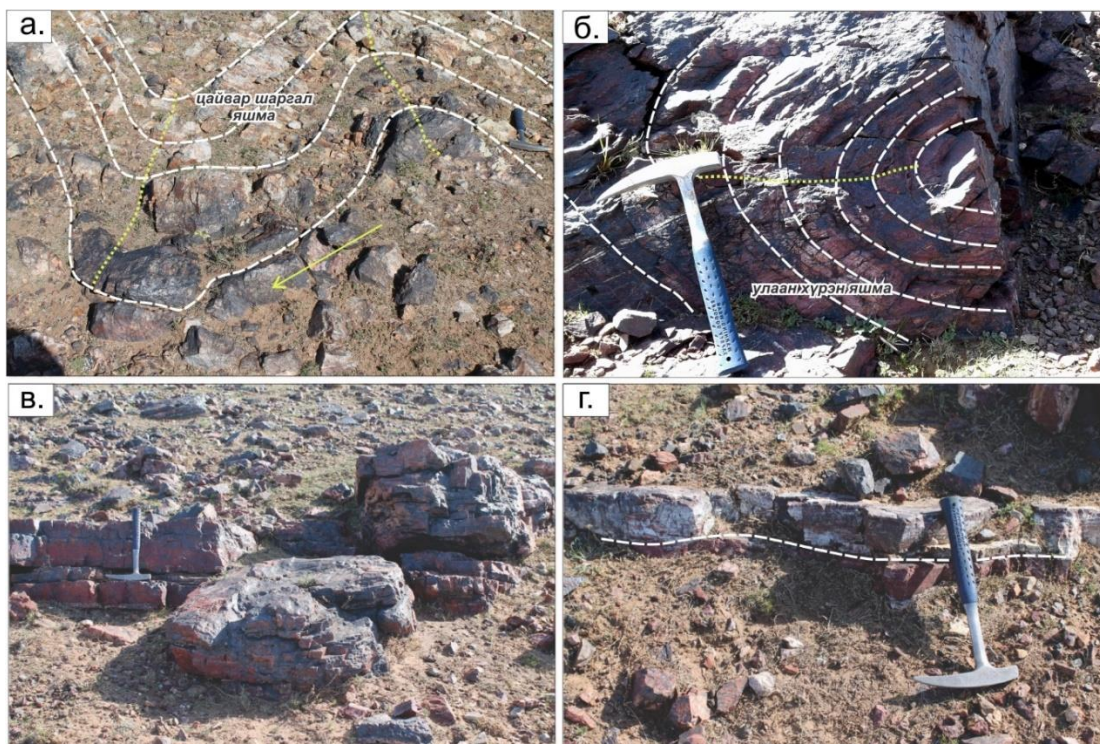
3.1.3. Дэл-Уулын талбай

Геологийн тогтоц.

Хархорины бүсийн зүүн хойд, Орхоны хөндийн зүүн хэсгийн Тарна группээр зураглагдсан талбайд аккрецын комплекс анх удаа ялган, насны доод хязгаарыг тогтоох зорилгоор Их болон Бага Дэл уулын орчимд зүсэлтүүд хийн, яшмын үеэс радиоляр илрүүлэн тодорхойлов. Уг талбайг анх Баадай нар (1974Ф) 1:200000-ны масштабтай зураглалын ажил гүйцэтгэж доод карбоны Өрмөгтэй (C_{1ur}) формацаар зураглаж, хожим Төмөрчөдөр нар (2009Ф) 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил гүйцэтгэж дунд девон-доод карбоны Тагна группийн дунд девоны настай Хүрэнтолгой (D_{2ht}) формацад ангилж дотор нь цахиурлаг-вулканоген-тунамал дээд мэмбэр, элсэн чулууны доод мэмбэрүүдэд ялгасан байдаг. Хүрэнтолгой формацыг Цэцэрлэгийн бүсийн доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт, Улаанбаатарын бүсийн доод-дунд девоны настай Горхи формацуудын хурдастай литологийн найрлага болон структур, давхаргазүйн байрлалаар дүйж байгааг үндэслэн ялгажээ (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф). Их, Бага Дэл уул орчимд аккрецын комплексыг шинээр ялгасан бөгөөд тектоник шаантгууд нь ихэнхдээ нумарч, атираажсан биетээр хэлбэржсэн улаан хүрэн, бор хүрэн, саарал зэрэг олон өнгийн яшмын үеүд, тэдгээрийг агуулагч цахиурлаг алевролит, элсэн чулуунаас гадна дундлаг найрлагатай силл, дайкууд илэрч байгаа тул геологийн зургийг шинэчлэв (Зураг 127).



Зураг 127. Их болон Бага Дэл уул орчмын геологийн зураг (Зохиогч: Д.Шарав)



Зураг 128. Дэл уулын гаршийн зураг.

а.Атираажилтанд автсан цайвар саарал болон төмөр марганцийн исэлд нэвчигдсэн хар өнгийн цул яшма, б.Улаан хүрэн яшмын атирааны тэнхлэг, в.Төмөр марганцийн исэлд нэвчигдсэн хар хүрэн өнгийн үеллэг яшма, г.Радиоляр агуулагч хүрэн улаан өнгийн үеллэг яшма

Хээрийн судалгааны ажлаар өмнө нь Хүрэнтолгой формацаар зураглагдсан Их болон Бага Дэл уулын литологийн найрлага, дотоод бүтцийг тодруулах зорилгоор хэсэгчилсэн зүсэлтүүд хийсэн (Зураг 119а).

Их Дэл уулын зүсэлт (Координат: 47°29'01.0", 103°06'13.5"):

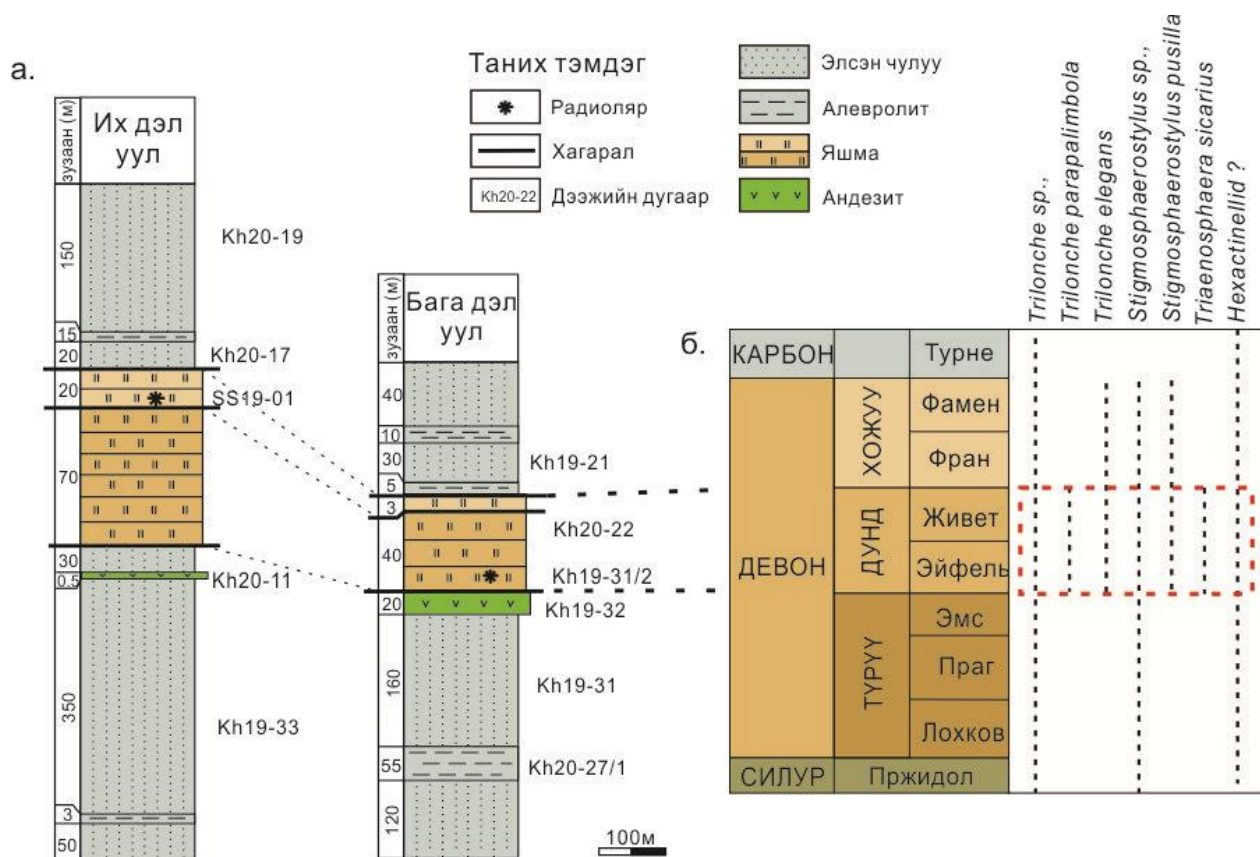
1. Бор ногоон өнгийн дунд ширхэгт элсэн чулуу..... 50 м
2. Бор ногоон саарал өнгийн нарийн хуудсархаг алевролит.....
3м
3. Бор шаргал өнгийн граувакк элсэн чулуу..... 350м
4. Хөх саарал өнгийн порфирлог андезит..... 0.5м
5. Хэсэгшилд орсон цул текстуртай бор хүрэн өнгийн элсэн чулуу..... 30м
6. Төмөр, марганцийн ислээр нэвчигдсэн хар, хар саарал өнгийн хүчтэй атираажсан яшма..... 70м
7. Улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшма..... 20м
8. Бор ногоон өнгийн дунд ширхэгт элсэн чулуу..... 20м
9. Хар саарал алевролитийн нарийн үе агуулсан элсэн чулуу..... 15м
10. Бор шаргал өнгийн элсэн чулуу..... 150м

Нийт зузаан 709 м

Бага Дэл уулын зүсэлт (Координат: 47°30'03.8", 103°07'58.6"):

1. Бор ногоон өнгийн дунд ширхэгт элсэн чулуу..... 120м
2. Хар саарал өнгийн нарийн хуудсархаг алевролит..... 55м
3. Бор шаргал өнгийн элсэн чулуу..... 160м
4. Порфирлог андезит..... 20м
5. Цайвар саарал, бор хүрэн, төмөр марганцийн исэлд нэвчигдсэн хар өнгийн цул яшма..... 40м
6. Улаан хүрэн өнгийн яшма..... 3м
7. Хар саарал өнгийн алевролит..... 5м
8. Цахиурлаг хөх саарал өнгийн элсэн чулуу..... 30м
9. Хар алевролит..... 10м
10. Хөх саарал өнгийн цахиурлаг метаэлсэн чулуу..... 40м

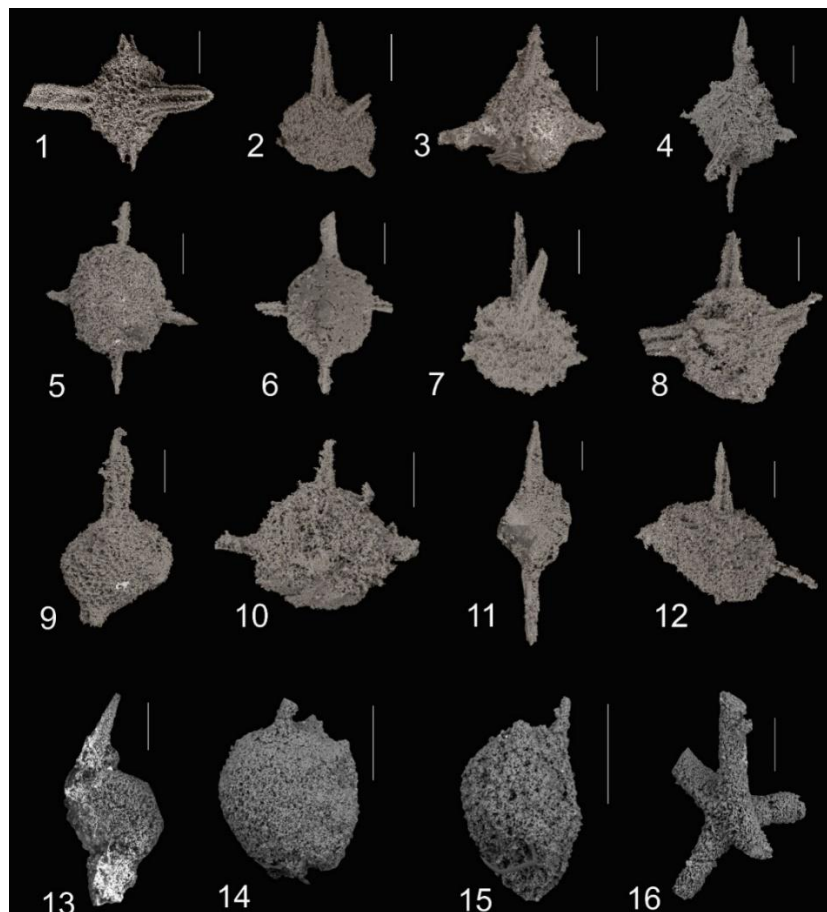
Нийт зузаан 483 м



Зураг 129. а.Их болон Бага Дэл уулын хэсэгчилсэн зүсэлт, б. Радиолярын босоо тархалт.

1. Яшмын судалгаа

Их Дэл уулын зүсэлтийн Kh-19-31/2 дээжээс *Trilonche parapalimbola*, *Trienosphaera sicarius*, *Stigmosphaerostylus pusilla*, *Stigmosphaerostylus sp.*, *Trilonche sp.*, *Trilonche elegans* радиолярууд илэрсэн бол Бага Дэл уулын зүсэлтийн (Ss-19-01) дээжээс *Trilonche sp.*, төрлийн гурван радиоляр болон *Hexactinellid.*, (?) төрлийн цахиурлаг өргөс илэрсэн. Эдгээр радиолярууд нь нэг эстний аймаг, радиолярын дэд анги, *Spumellaria* дэд баг, *Entactiniidae* болон *Inaniguttidae* овогт хамаардаг (Зураг 130).



Зураг 130. Дэл уулын зүсэлтээс илэрсэн радиоляруудын SEM зураг. Бүх шугаман масштаб 100 мт. 1-12 Бага Дэл уул Kh-19-31/2 дээжээс, 13-16 Их Дэл уулын зүсэлт дэхь Ss-19-01 дээжээс илэрсэн радиоляр. 1-2 *Trilonche parapalimbola* n. sp. Wang D2, 3-*Triaenosphaera sicarius* Deflandre, 4-10 - *stigmatosphaerostylus pusilla* D2 11-*Stigmatosphaerostylus* sp 12-*Trilonche* sp. aff *Trilonche elegans* (Hinde) 13-15 *Trilonche* spp 16-*Hexactinellid* ?

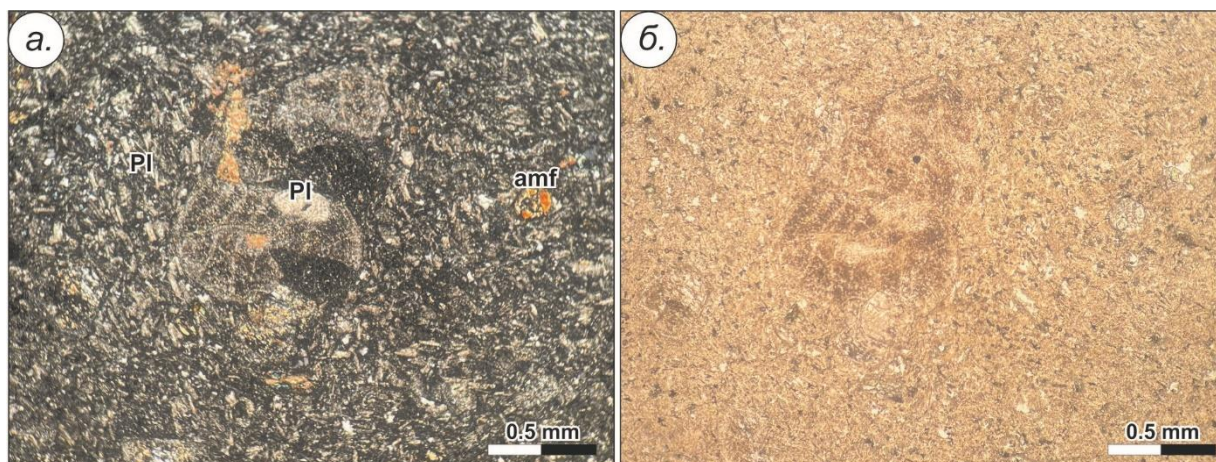
Хархорины бүсийн багахан хэсэг болох Их, Бага Дэл уулын зүсэлтүүдээс илэрсэн радиолярын үлдэгдлүүд дунд девоны насыг зааж байгаа нь тухайн далайн суурийн нэг хэсгийг илэрхийлж байгаа юм.

3. Дундлаг вулканитын судалгаа.

Бид дундлаг найрлагатай вулканитыг геохимийн болон геохронологийн шинжилгээнд хамруулан, уг формацын насны дээд хязгаарыг тодруулахыг зорьсон юм. Нэг дээжийн геохимийн үр дүнг Хашаатын талбайн базальтын судалгааны үр дүнгүүдтэй харьцуулан диаграммд оруулсан болно.

Петрографийн хувьд андезит нь интерсерталь структуртай, 75-80%-ийн үндсэн хэсгээс тогтох бөгөөд порфиороор богино болон сунасан призмлэг хэлбэр бүхий плагиоклаз, амфиболууд тохиолддог. Чулуулагт плагиоклазын порфирууд нь 3мм хүртэл хэмжээтэй, богино призмлэг болон урт сунасан призмлэг хэлбэртэй, зарим талст нь серицитэд хэсэгчлэн болон бүрэн түрэгджээ. Амфибол нь хлоритоор бүрэн

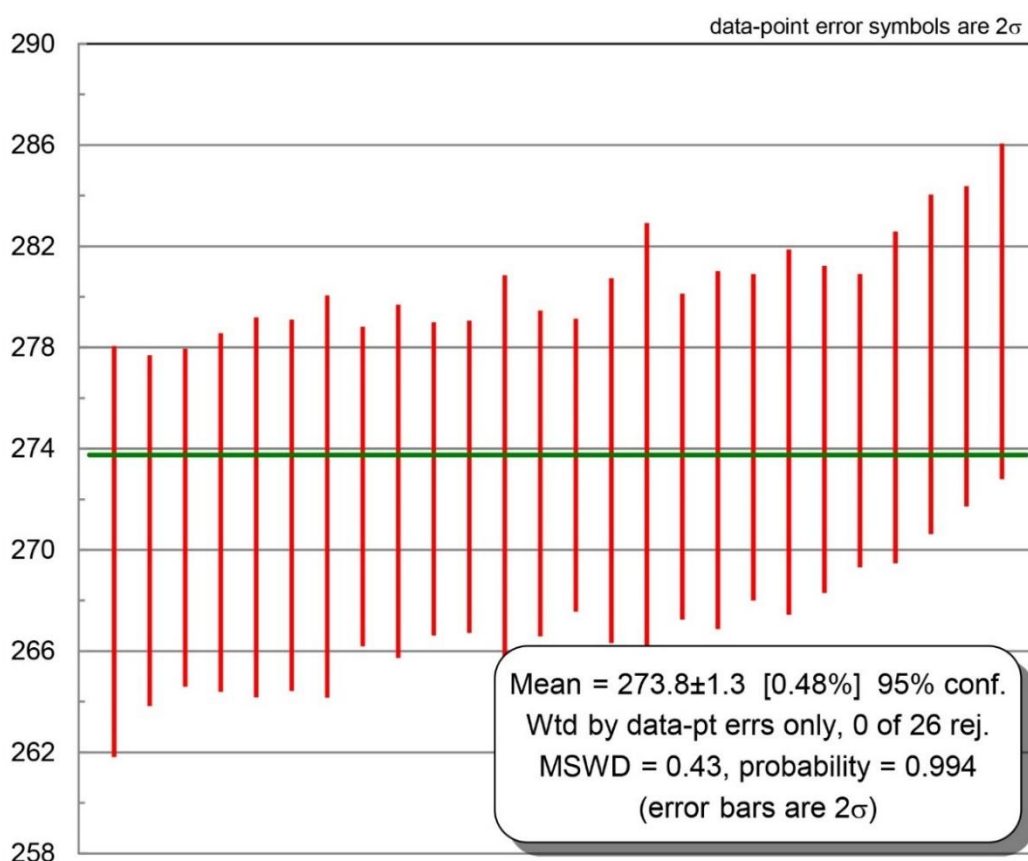
түрэгдсэн, карбонатаар дүүргэгдсэн миндалинууд ажиглагдана. Үндсэн хэсэг нь 0.5 мм хүртэл хэмжээтэй, микролитлог структуртай, эмх замбараагүй байрласан плагиоклаз, амфиболын агрегатуудаас тогтоно (Зураг 131).



Зураг 131. Шлифийн фото зураг. Андезит порфир (Kh-19-32)

Геохими. ХөгХЭ-ээр баяжсан, ХүГХЭ-ээр ядуурсан $(La/Yb)_N=7$ байх ба баяжсан мантийн эх үүсвэртэй далайн арлын базальтын ГХЭ-ийн агуулгаар бага байх ба ниоби болон титаны агуулгаар сулхан шавхагддаг нь субдукцын бүсийн дээр хэсэгчлэн талсжих процессоор үүссэнийг харуулдаг (Зураг 116а,б). Бид уг вулканитаас формацын насны дээд хязгаарыг тодруулах зорилгоор геохронологийн шинжилгээнд хамруулсан.

Геохронологи: Тус формацын насны дээд хязгаарыг тогтоох зорилгоор элсэн чулууны үеийн дээд байрлах хөх саарал өнгийн порфирлог андезитийн биетээс (47°33'15.3"; 103°15'29.6") дээж Kh-19-32-ийг авч геохронологийн шинжилгээнд хамруулсан. Тус дээжнээс ялгасан цирконуудын геохронологийн шинжилгээний дүнгээр андезитийн талсжилтийн насыг 273.8 ± 1.3 сая.жил болохыг тогтоов (Зураг 132).



Зураг 132. Андезит (Kh-19-32)-ийн үнэмлэхүй насны дундаж утгын диаграмм

3.1.4. Баян-Өндөр уул орчмын талбай

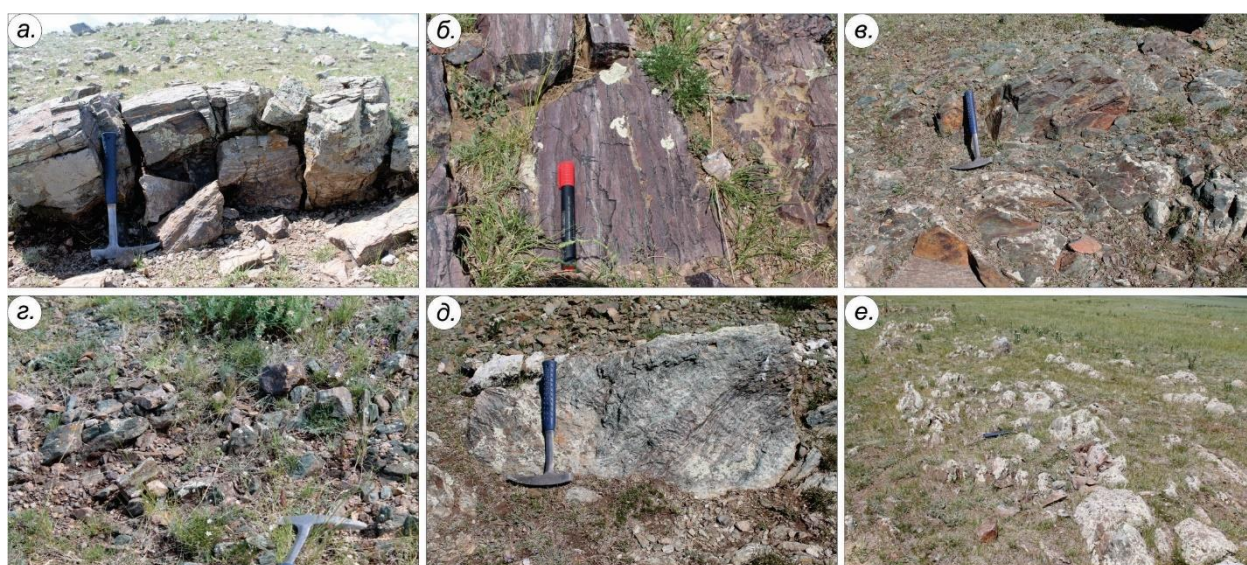
Геологийн тогтоц.

Судалгааны талбай нь Архангай аймгийн Хотонт сумаас баруун хойшоо сунаж зурвас байдлаар Цогт-Уул, Бэрх-Уул, Баруун болон Зүүн Бөмбөгөр-Уул, Ханхар-Ам орчим, Баян-Өндөр, Хүрэнцохио, Өндөрцохиот уулыг хамран илэрдэг (Чулуун нар, 2004Ф). Тус талбайд Чулуун нар 1:50000-ны ГЗЕЭА-ыг хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацыг ялган, 3 мэмбэрээр (Баян-Өндөр, Ханхар, Бэрх-Уул) зурагласан байдаг. Доод буюу Баян-Өндөр мэмбэрт улаан хүрэн өнгийн яшма, цайвар саарал, бараан саарал яшма-кварцит, төмрийн жижиг мэшил, үе бүхий цахиурлаг элсэн чулуу, занар, алевролит, конгломерат; дунд буюу Ханхар мэмбэр нь цайвар ногоон өнгийн элсэн чулуу, цахиурлаг алевролит, алевролит-элсэн чулууны үелэл; дээд буюу Бэрх-Уул мэмбэр нь вулканитын үе агуулсан хар, хар саарал өнгийн аргиллит, алевролитын үе, үелэл бүхий цайвар ногоон, бор ногоон өнгийн элсэн чулуунаас тус тус тогтоно гэжээ (Чулуун, 2004Ф).

Бид сансрын зургийн тайлалтаар энэ формацаар зураглагдсан талбайд базальт, яшмын үеүд бүхий аккрецын комплекс байгаа болохыг тодруулснаар 2 жил хээрийн судалгааны ажлыг хийсний үр дүнд 2 талбайг сонгон, тодорхой дээжүүдийг

нарийвчилсан шинжилгээнд хамруулан, гарсан үр дүнг дэд бүлэг болгон оруулж байна.

Эхний талбай нь Баян-Өндөр уул орчим бөгөөд энд яшма-кварцитын зузаан үе, үеллэг хүрэн өнгийн яшма, хар ногоон өнгийн базальт, занаржсан метабазальтаар хэлбэржсэн тектоник шаантгуудыг агуулагч хар саарал өнгийн занаржсан алевролит, ногоон саарал өнгийн элсэн чулууны үеүд тааралддаг. Талбайн хэмжээнд цахиурлаг хурдас нь уулыг бүхэлд оройлон илрэх ба нам дор гаршийн байдал дунд зэрэг, занарын хэмхдэсүүд тааралдах хэдий ч гарш байхгүй байхаас гадна метабазальт нь кварцын судлуудаар маш их хэрчигдэж, занаржсан гаршийн цухуйц байдлаар ажиглагддаг (Зураг 133).



Зураг 133. Баян-Өндөр уул орчмын гаршийн зураг.

а. Яшма-кварцит (Kh-20-171/1), б. Үеллэг хүрэн өнгийн яшма, в. Базальт (Kh-20-172), г. Метабазальт (Kh-19-90), д. Хар саарал өнгийн цахиурлаг алевролит (Kh-20-173), е. Элсэн чулуу

Дараагийн талбай нь L-47-VI хавтгайн хэмжээнд Гүрцоо нарын (1990Ф) S₂-D₁ ангилагдаагүй хурдас болон D₁₋₂ Эрдэнэцогт формацаар зураглагдсан талбайд ажилласан. Тэрээр S₂-D₁ ангилагдаагүй хурдсыг ялгахдаа Хангайн серийн хурдас Заг формацын хурдас дээр өнцгийн үл нийцлэгээр ул суурийн конгломератын үетэйгээр байрладаг (Төмөрчөдөр нар, 1990Ф), Хангайн нурууны зүүн тал Орхон-Тамирын сав газарт мөн ийм харьцаа байдаг (Хосбаяр нар, 1987Ф) гэдэг үндэслэлүүд дээр Хангайн серийн ул нь жинхэнэ терриген хурдас бөгөөд том ширхэгт элсэн чулуу, конгломерат-гравелитаас зонхилон тогтоно гэж үзсэн байна. Тэрээр энэ зузаалаг дээшээ цахиурлаг алевролит-элсэн чулуу, яшма, ногоон чулууны хувирлын суурилаг вулканит, шохойн чулуу бүхий цахиурлаг-вулканоген зузаалагт шилждэг бөгөөд хурдас хуримтлалын тасалдал байхгүй хэдий ч геологийн нөхцөл өөрчлөгдөж байсныг гэрчилж байгаа гэж үзэн Эрдэнэцогт формацаас тусад

нь ялгасан байдаг (Гүрцоо нар, 1990Ф). Тулгуур талбайг Баянхонгор аймгийн Баян-Овоо сумын Дуурсахын хөндийг сонгосон байдаг. Иймээс бид энэ талбайг сонгон ажилласан. Учир нь бид өмнөх төслийн хүрээнд энэхүү Хангайн ул суурь бүхий Дуурсахын хөндийн тунамал чулуулгийн тэжээгдлийн эх үүсвэр, хурдас хуримтлалын насыг тодруулах судалгаа хийснээр хромын агуулга өндөртэй, суурилаг чулуулгийн эх үүсвэртэй, тэжээгдлийн мужаас хол зайд зөөгдөөгүй, өгөршилд бага орсон шинжүүдийг үзүүлдэг бөгөөд элсэн чулууны (НН-17-17) зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас нь 420.9 ± 2.3 сая.жил буюу лудловын цаг үеэс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг тогтоосон (Оюунчимэг нар, 2018). Энэ талбайн Эрдэнэтолгойн баруун урд хэсэгт S₂-D₁ ангилагдаагүй хурдас болон D₁₋₂ Эрдэнэцогт формацаар зураглагдсан талбайд хөндлөн зүсэлт хийсэн бөгөөд улаан хүрэн өнгийн яшма, бор хүрэн өнгийн яшмын тектоник шаантаг агуулсан цайвар саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хар саарал өнгийн алевролит, ногоон саарал, бор саарал өнгийн элсэн чулуу, гравелитийн нарийн үетэй бор ногоон өнгийн том ширхэгт элсэн чулууны зузаан үеүд тааралддаг тул силурын ялгаатай хурдас ажиглагдаагүй тул Эрдэнэцогт формацын (Хархорины бүсийн Хүрэнтолгой формац) тунамал чулуулагт хамаарна гэж үзлээ (Зураг 134). Тэрчлэн бид Хойд Тамирын голын баруун болон зүүн талд Гүрцоо нарын (1990Ф) дунд кембри-доод ордовикийн настай зурагласан Загийн серийн хурдас дээр ажилласан бөгөөд Тагийн нуурын баруун талд занаржсан базальт, цул базальт, базальтын туф, төмөрт кварцит, яшма-кварцит, хүрэн өнгийн яшмаар хэлбэржсэн тектоник шаантгийг агуулагч хар цахиурлаг алевролит /бумажны сланец/, ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, 0.3м зузаан гравелит, элсэн чулууны үеүд илэрдэг. Зүүн хэсэгт Дашлүнгийн овоо орчимд занаржиж, карбонатжсан метабазальтын блокуудаас дээжлэлт хийж, метабазальт (Kh-20-299) нь ГХЭ-ийн хувьд далайн арлын базальт, Nb, Ti элементүүдээр шавхагдаж субдукцтай холбоотой эх газрын нумын нөхцөлд үүссэн болохыг тодруулсан (Оюунчимэг нар, 2020). Ийнхүү аккрецын комплексуудыг илрүүлсэнээр цааш бид Гүрцоо нарын Эрдэнэцогт формацаар зурагласан Дэлийн-Улаан уулын орчимд ажиллан, радиоляритын тектоник шаантгийг илрүүлсэн.



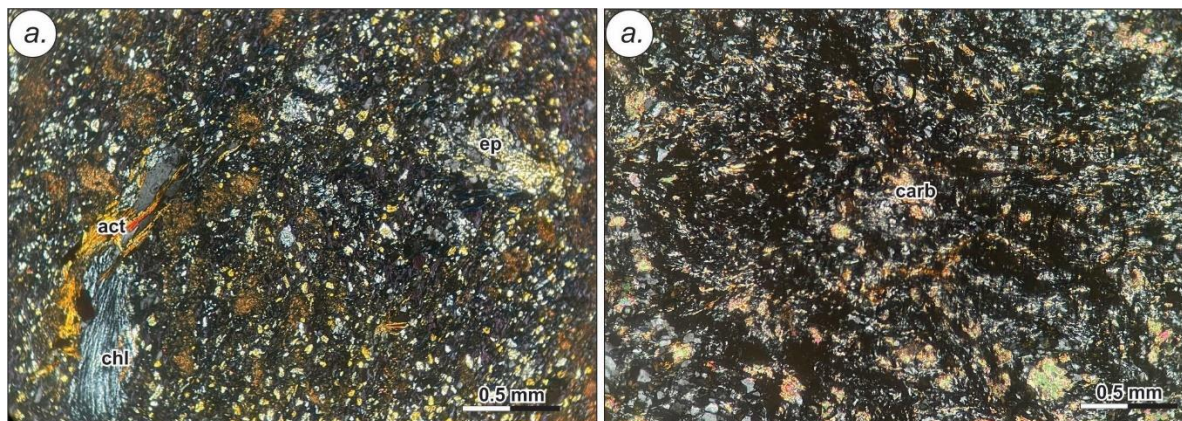
Зураг 134. Гүрцоо нарын (1990Ф) ангилагдаагүй хурдасны гаршийн зураг
а.Цахиурлаг алевролит (Kh-20-293), б.Хар алевролит (Kh-20-295),
в.Бор саарал өнгийн элсэн чулуу (Kh-20-296), г.Гравелитын үе (Kh-20-298)

Ийнхүү бид Баян-Өндөр уулын талбайд аккрецын комплексыг шинээр ялгаж, өмнөх бүлгүүдийн нэгэн адил базальт (1), яшма (2), тунамал чулуулаг (3) дарааллын дагуу бичиглэлээ.

1. Базальтын судалгаа

Базальтууд нь занаржиж, маш их хувирсан байдаг тул бид 2 дээжийг шинжилгээнд хамруулав. Петрографийн хувьд хувирсан пиллоу базальт (Kh-19-90) нь вариолитлог структуртай, цул заримдаа сул брекчлэг текстуртай, плагиоклаз 55-60%, хувирсан өнгөт эрдэс 20-25%, хувирсан галт уулын шил 20-25%, хоёрдогчоор эпидот-цоизит, хлорит, серицит, карбонат, лейкоксен, төмрийн усан исэл, кварц тохиолдохоос гадна акцессор байдлаар хүдрийн эрдэс агуулжээ. Чулуулаг плагиоклаз, өд маягийн саваалаг хувирсан өнгөт эрдсийн порфирууд нь вариолитлог структурыг бий болгожээ. Өнгөт эрдсүүд нь актинолит, тремолитын хуудаслаг хэлбэртэй агрегатууд бор өнгийн хлоритод, призмлэг плагиоклаз нь эпидот-цоизит болон серицит- карбонатад хэсэгчлэн, бүрэн хувирчээ. Үндсэн хэсэг 0.05-0.09мм хэмжээтэй эмх цэгцгүй байрласан серицитжиж, карбонатжсан плагиоклазын микролитуудаас зонхилон тогтох ба тэдгээрийн хоорондох

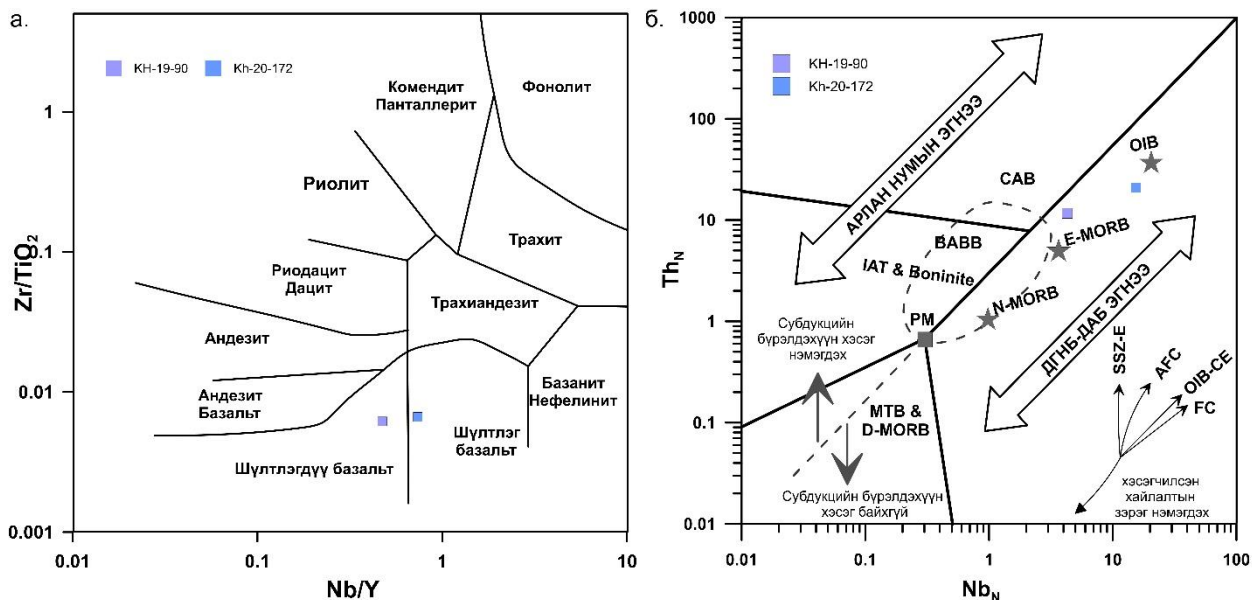
ксеноморф зайд эпидот-хлорит-лейкоксен-гистероген магнетитад бүрэн хувирсан галт уулын шил байрлажээ. Чулуулаг карбонат, кварц, төмрийн усан ислийн богино тасархай, тахир судлуудаар зүсэгдэж зарим хэсэгтээ сул брекчлэг текстуртай болжээ (Зураг 135а). Харин метабазальт (Kh-20-172) нь афирлаг, үндсэн хэсэг-микролитлог структуртай, цул заримдаа сул брекчлэг текстуртай, плагиоклаз 75-80%, хувирсан галт уулын шил 20-25%, хоёрдогчоор эпидот, хлорит, серицит, карбонат, лейкоксен, төмрийн усан исэл, кварц тохиолдохоос гадна акцессор байдлаар хүдрийн эрдэс агуулжээ.



Зураг 135. Вулканидын шлифийн фото зураг.
а.Хувирсан пиллоу базальт (Kh-19-90), б.Метабазальт (Kh-20-172)

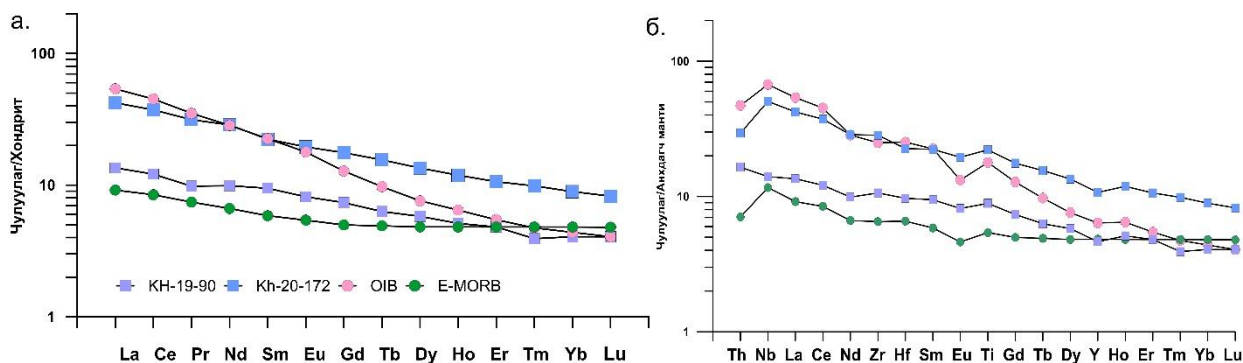
Үндсэн хэсэг 0.04-0.08мм хэмжээтэй, эмх цэгцгүй байрласан плагиоклазын микролитуудаас зонхилон тогтсон байх ба тэдгээрийн хоорондох зай завсраар эпидот-хлорит-лейкоксены агрегатад бүрэн хувирсан галт уулын шил байрлажээ. Тэрчлэн далд талстлаг кварцын болон карбонатын судланцруудаар зүсэгдэж, эвдэрч бутран сул брекчлэг текстуртай болсон ажиглагдана (Зураг 135б).

Петрохимийн хувьд 2 базальт нь эрс ялгарч өгөх бөгөөд маш их хувирсан учир тогтвортой элементүүдийг ашиглан Nb/Y-Zr/Ti ангиллын диаграмм дээр буулгахад шүлтлэг болон шүлтлэгдүү базальтын талбайд бууж байна (Зураг 136). Тэрчлэн силикатын найрлагаас харахад шүлтлэг базальт (Kh-20-172) нь TiO_2 4.8, Fe_2O_3 17.4 агуулга өндөр бол, шүлтлэгдүү базальт (Kh-19-90) TiO_2 1.9, Fe_2O_3 11.5 бага агуулгаар эрс ялгарахаас гадна шатаалтын алдагдал 4.4-9.9 байгаа нь маш их хувиралд автсаныг харуулж байна. Титаны ислийн агуулга өндөр бол далайн арлын, бага бол далайн ёроолын базальт болохыг ялгах боломжтой байдаг байна (Оюунчимэг нар, 2018).



Зураг 136. а-Вулканоген чулуулгийн ангиллын диаграмм (Winchester and Floyd, 1977), б-Nb болон Th N-MORB агуулагчаар нормчилсон дискриминацийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989)

Геохимийн хувьд тархалтын муруйг ажиглавал 2 төрөлд (OIB, E-MORB) ялгаж болохоор харагдах бөгөөд шүлтлэг базальт нь ДАБ, шүлтлэгдүү базальт нь Б-ДГНБ-ийн шинжийг харуулж байна (Зураг 137а). Б-ДГНБ нь $(La/Yb)_N=3.3$; $(La/Sm)_N=1.4$; $(Gd/Yb)_N=1.8$; $(Sm/Yb)_N=2.3$ хэлбэлзэх ба олон элементийн спайдер диаграммд $(Nb/La)_{PM}=1.0$; $(Nb/Th)_{PM}=0.8$ ба Th агуулгаар баяжсан харагдана (Зураг 137б). $(Nb/La)_{PM}$ утга нэгээс бага байгаа нь далайн голч нурууны базальтыг зааж байна (Haase, 2002). Харин шүлтлэг базальт нь ГХЭ-ийн хувьд базальтууд нь ХөгХЭ-ээр баяжсан, $(La/Yb)_N=4.7$, $(La/Sm)_N=1.9$, $(Gd/Yb)_N=2.0$, ДАБ-аас ГХүЭ-ээр сулавтар баяжсан зүй тогтол ажиглагдана (Зураг 137б).



Зураг 137. Базальтуудын С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн (а) ба анхдагч мантид нормчилсон ховор элементийн (б) тархалтын муруй (Sun & McDonough, 1989)

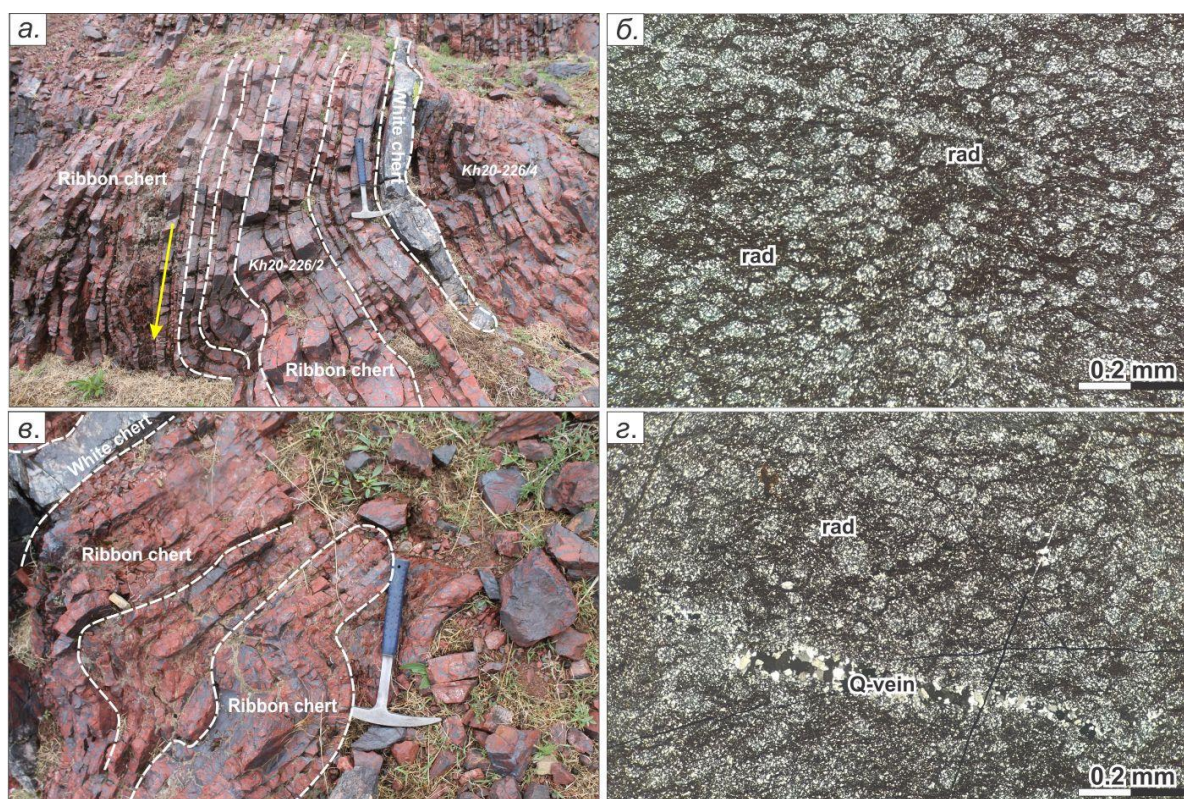
Дээжийн тоо хязгаарлагдмал тул олон диаграмм байгуулах шаардлага бага хэдий ч тектоник орчныг тодорхой хэмжээнд тодруулахаар тогтвортой элементийн харьцаагаар Th_N-Nb_N эх үүсвэр тодорхойлох диаграммыг байгуулахад мөн л ДАБ

болон Б-ДГНБ-ийн талбайд буюу субдукцтай холбоогүй, мантийн хайлалтын зэрэгтэй шууд холбоотой болох нь харагдана ([Saccani et al., 2017](#)) ([Зураг 136б](#)).

2. Яшмын судалгаа

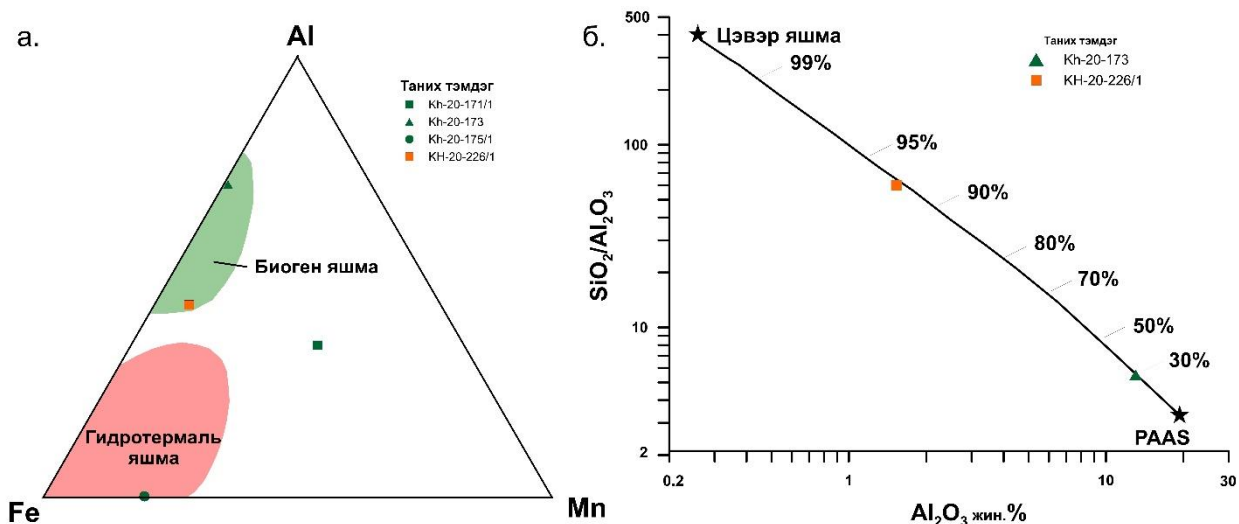
Дэлийн-Улаан уулын орчимд радиолярит илэрдэг бөгөөд энэ чулуулгийг далай, тэнгисийн гүн усны орчинд мөхсөн радиолярын цахиурлаг биеийн бөөгнөрөл ихээр хуримтлагдан цахиурлаг цементээр барьцалдаж үүсгэдэг ([Шарав нар, 2022](#)). Уг чулуулаг нь далд талстлаг буюу маш нарийн ширхэгт цахиур болон олон тооны радиолярын үлдэгдлүүдээс тогтдог. Радиолярит нь ихэвчлэн нарийн үеллэг байдлаар илрэх ба тэдгээр нарийн үеүдийн зузаан нь тунадасны тунах хурд болон усны урсгалаар хянагддаг байна. Үүний тод жишээ нь Дэлийн-Улаан уулын төв хэсэгт тархалттай хүрэн улаан өнгийн яшмын үелэлүүд юм ([Зураг 138а, в](#)).

Петрографи: Радиолярит (Kh-21-226/2, 4) нь далд талстлаг структуртай, цул нягт текстуртай, бөөрөнхий миндалиин, бөмбөлөг хэлбэрээр илэрхийлэгдэх радиолярууд ихээр агуулах бөгөөд үндсэн хэсэг нь далд талсжсан жижиг ширхэгт цахиурын агрегатаар дүүргэгдсэн хэдий ч хар бараан өнгийн марганцын ислийн агрегатаас ялгарч харагдана ([Зураг 138б](#)). Улаан хүрэн өнгийн яшма нь гранобласт, далд талстлаг структуртай, цул нягт текстуртай, нэгэн жигд сулавтар талсжилт бүхий далд талстлаг цахиурын агрегатаас голлон тогтох ба чулуулагт далд талсжсан цахиурын агрегатаар дүүргэгдсэн халцедоны жижиг бөөрөнхий миндалиин, тэрчлэн бөмбөлөг, зууван хэлбэрийн радиолярууд харагдах хэдий ч хавтас ихээр тааралдахаас гадна криптокристалл мөхлөгт кварцын агрегат, хялгасан судлууд ихээр агуулна ([Зураг 138г](#)).



Зураг 138. Яшмын макро болон микрофото зураг. а-б.Үеллэг улаан хүрэн өнгийн радиолярит (дээж Kh-20-226/2, 226/4), в-г.Улаан хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-226/1)

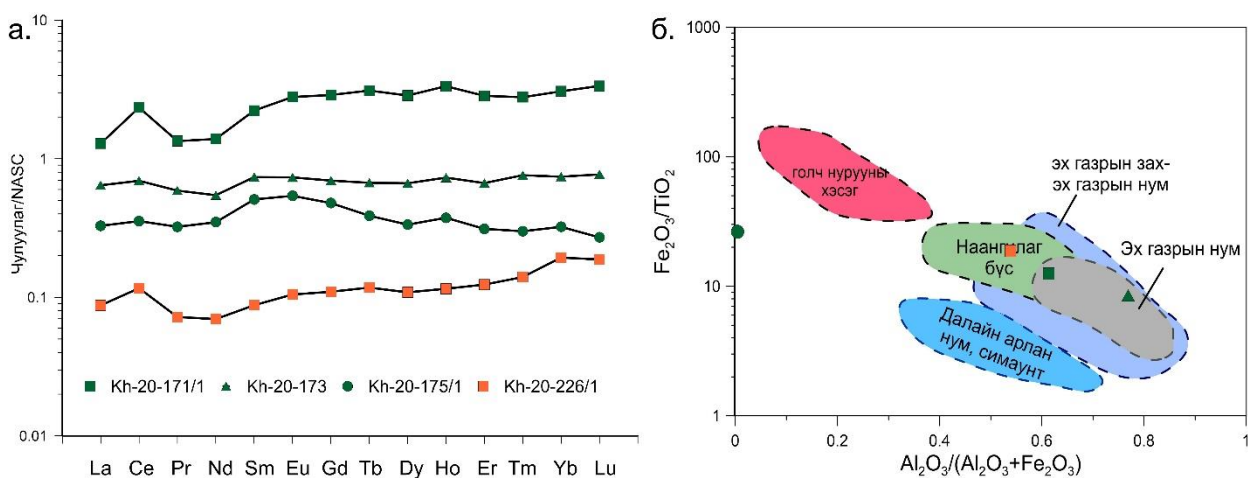
Петрохими: Үеллэг улаан хүрэн өнгийн (Kh-20-226/1), ногоон өнгийн яшма (Kh-20-175/1) нь SiO_2 (92.0-95.5)-ийн өндөр агуулга, Al_2O_3 0.01-1.5; Fe_2O_3 1.3-2.1; CaO 0.06-0.25 маш бага агуулгатай байхад, халтар өнгийн яшма (Kh-20-171/1) нь SiO_2 53.2 бага, Al_2O_3 15.1, Fe_2O_3 9.5, MnO 11.0, MgO 2.7, CaO 2.7-ийн өндөр агуулгаар эрс ялгагдаж байна. Харин цэхэр саарал өнгийн цахиурлаг алевролит (Kh-20-173) нь SiO_2 71.5 бага, Al_2O_3 13.0, Fe_2O_3 3.9, Na_2O 3.0 болон K_2O 2.5 өндөр агуулгатай байна. Kh-20-226/1, Kh-20-173 яшмын дээжүүд $\text{Al}/(\text{Al}+\text{Fe}+\text{Mn})$ утга 0.35-0.44 үзүүлэх бөгөөд биоген гарал үүсэлтэй болох нь харагдана (Зураг 139а). Харин ногоон өнгийн яшма (Kh-20-175/1) нь гидротермаль яшмын талбайд буусан нь хөнгөнцагааны ислийн агуулга маш бага, төмрийн ислийн агуулга MnO , Al_2O_3 -аас өндөр учир энэ диаграммд тохиромжгүй байсныг харуулж байна. Халтар өнгийн яшма (Kh-20-171/1) нь голд талбай хамрахгүй буусан нь бусад яшмын ислүүдээс ялгаатай төдийгүй Mn -92980ppm, Ni -223ppm маш өндөр агуулгатай байна. Хэрэв цахиурын болон хөнгөнцагааны ислээр ялгагдаж байвал яшма, занар /цахиурлаг алевролит/-ыг ялгаж болдог бөгөөд радиолярит нь 94%-ийн цэвэр яшма руу, харин цахиурлаг алевролит нь PAAS (Австралийн архейн дараах занар) руу чиглэж байна (Зураг 139б).



Зураг 139. а. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм (Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986), б. $Al_2O_3-SiO_2/Al_2O_3$ харьцааны диаграмм (Huang et al, 2013)

Геохими: ГХЭ-ийн хувьд яшмоид нь бага зэргийн ялгаатай байх бөгөөд улаан хүрэн өнгийн радиоляр агуулсан яшма (Kh-20-226/1) нь бага зэрэг Се-ийн эерэг гажил, хүнд ГХЭ-ийн эерэг гажил үүсгэж, микро амьтан агуулаагүй яшмууд нь Хойд Америкийн занарын найрлагатай ижил утгатай байгаа нь харагдана (Зураг 140а). Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон Se/Se^* утга дийлэнх яшма 1.1-1.5 буюу эх газрын нумын, харин халтар өнгийн яшма $Se/Se^* = 1.8$ буюу эх газрын захад үүссэн байх орчинг үзүүлж байна.

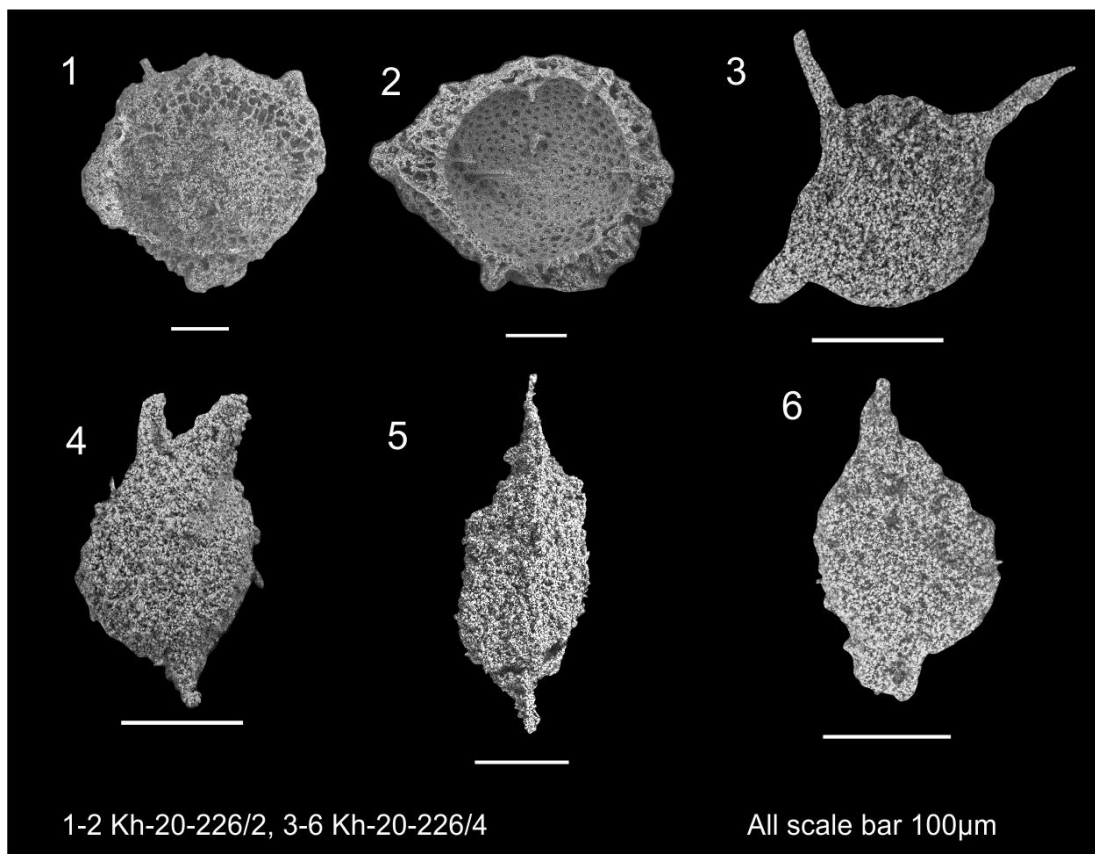
Тектоник орчин болон эх үүсвэр. Гол ислүүд $Fe_2O_3/TiO_2-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм дээр яшмууд нь эх газрын нумын, радиоляр агуулсан яшма нь наангилаг бүсийн орчинд үүссэн болохыг илэрхийлнэ (Зураг 140б).



Зураг 140. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм; б. $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$ харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

Харин ногоон өнгийн яшма (Kh-20-175/1) нь өмнөх диаграммын адил Al_2O_3 маш бага агуулгатай тул уг диаграммд тохирохгүй байна.

Микропалеонтологийн хувьд радиолярит бүхий үеллэг яшмын үеэс дээд силур-доод девоны настай радиолярууд тодорхойлогдов (Sharav et al, 2022)(Зураг 141).



Зураг 141. Радиолярын SEM фото зураг. 1-2 Oriundogutta (?) varispina 3-6 Futobari solidus

Oriundogutta (?) varispina Noble, 1994. Зураг 1-2 (дээд силур).

1994 Oriundogutta(?) varispina Noble, p. 31, pl. 6, figs 2,3, pl. 9, fig. 4.

2007 Oriundogutta(?) varispina Kurihara, p. 229, pl. 1, figs 19, 20.

2013 Oriundogutta(?) varispina Manchuk, p. 233, pl. 1, figs B-F.

Futobari solidus Furutani, 1990. Зураг 3-6 (дээд силур-доод девон)

1990 Futobari solidus Furutani, p. 34, pl. 1, figs 1-4.

1996 Futobari solidus Aitchinson, p. 65, pl. 6, figs 3, 8.

1997 Futobari solidus Umeda, p. 422, pl. 4, figs 14-17.

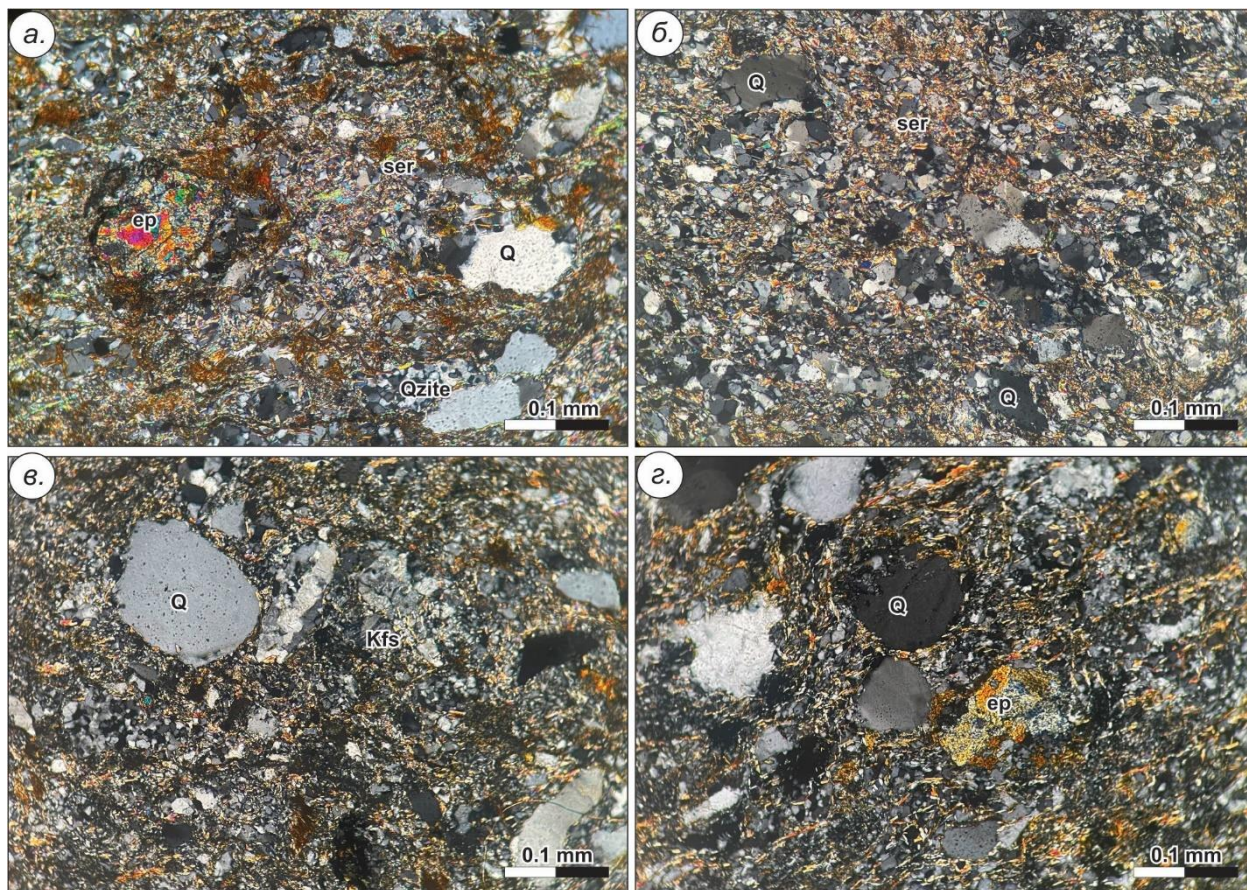
2007 Futobari solidus Kurihara, p. 231, pl. 2, figs 17-21.

2013 Futobari solidus Manchuk, p. 233, pl. 1, figs G-K.

3. Тунамал чулуулгийн судалгаа

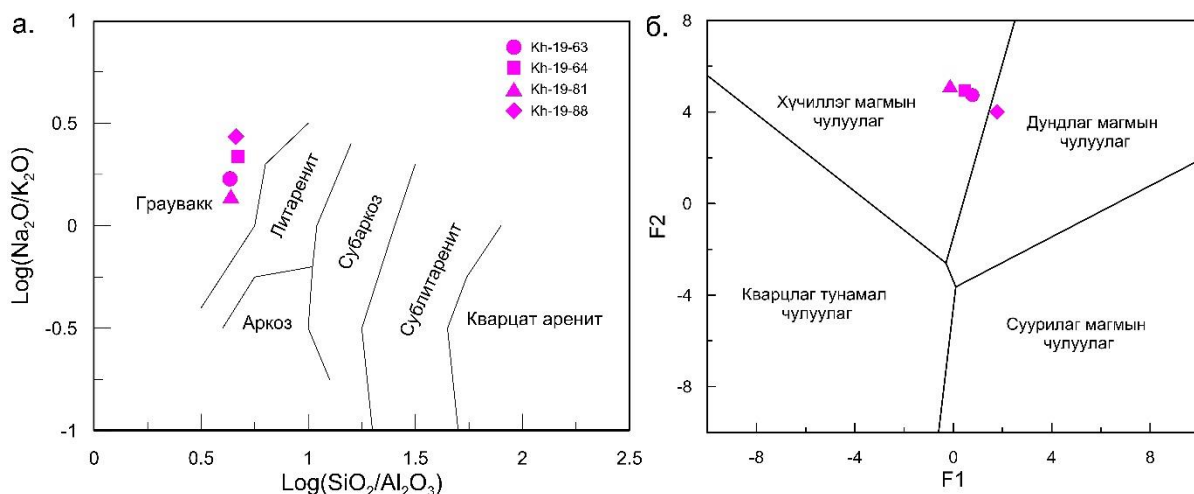
Петрографи: Баян-Өндөр орчимд тархалттай Хүрэнтолгой формацын элсэн чулуу нь хэмхдэс (50-55%), цементлэгч хэсэг (45-50%) тогтоно. Хэмхдэсүүд нь 0.1-2.0мм хэмжээтэй, псаммитлаг структуртай, цул нягт заримдаа занарлаг текстурыг үүсгэнэ. Чулуулгийг голлон кварц, багаар калийн хээрийн жонш, плагиоклаз, эпидот зэрэг эрдсийн хэмхдэсүүд бүрдүүлэх бөгөөд хэмхдэсүүд ялгарал муутай, өнцгөрхөг

хэлбэртэйгээр тааралдана. Хэмхдэсүүдийн завсар хоорондын зайг серицит-хлорит, цахиурлаг-шаварлаг агрегатууд дүүргэнэ. Чулуулгийн зарим хэсэгт серицит-хлоритын хайрсууд нь төмрийн усан ислээр идэгдэж улаан хүрэн өнгийн интерференц үзүүлнэ. Акцессор эрдэст циркон, сфен хүдрийн эрдэс тэмдэглэгдэнэ (Зураг 142).



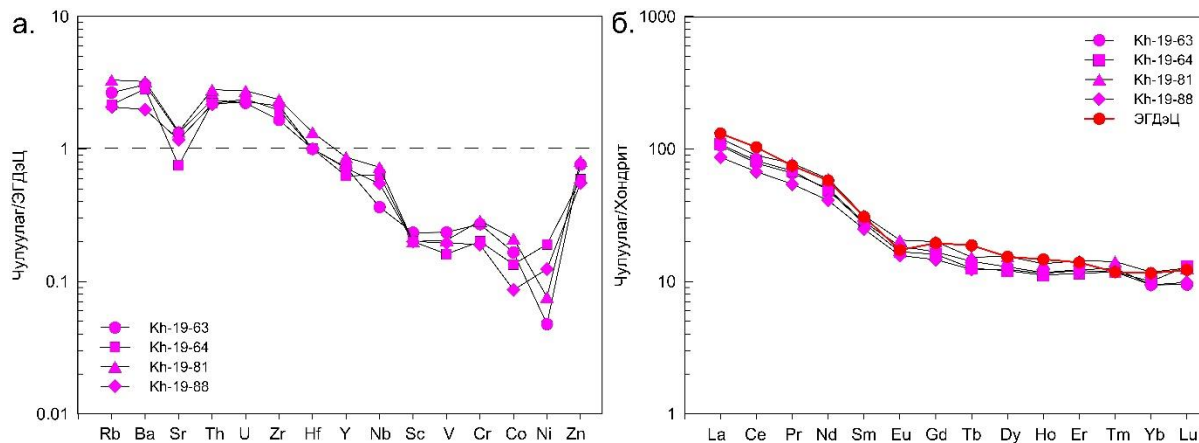
Зураг 142. Баян-Өндөрийн талбайн Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг а. Kh-19-63, б. Kh-19-64, в. Kh-19-81, г. Kh-19-88

Геохими: Баян-Өндөр уулын талбайд тархалттай элсэн чулууны SiO_2 агуулга 67.4-69.7 жин.%, Al_2O_3 агуулга 14.8-15.7 жин.%, Na_2O 4.75-5.47 жин.%, K_2O 1.94-2.4 жин.% байна. Петтиджон (1972)-ны боловсруулсан тунамал чулуулгийн ангиллын диаграммаас харахад чулуулгууд нь граувакк найрлагатай байна (Зураг 143а). Roser ба Korsch (1988) нарын боловсруулсан тунамал чулуулгийн эх үүсвэр тодорхойлох болон тунамал чулуулгийн $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ харьцаа (19.47-35.21)-аар чулуулаг хүчиллэг магмын чулуулгаас эх үүсвэртэй нь тогтоогдоно (Зураг 143б).



Зураг 143. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al., 1972); б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)

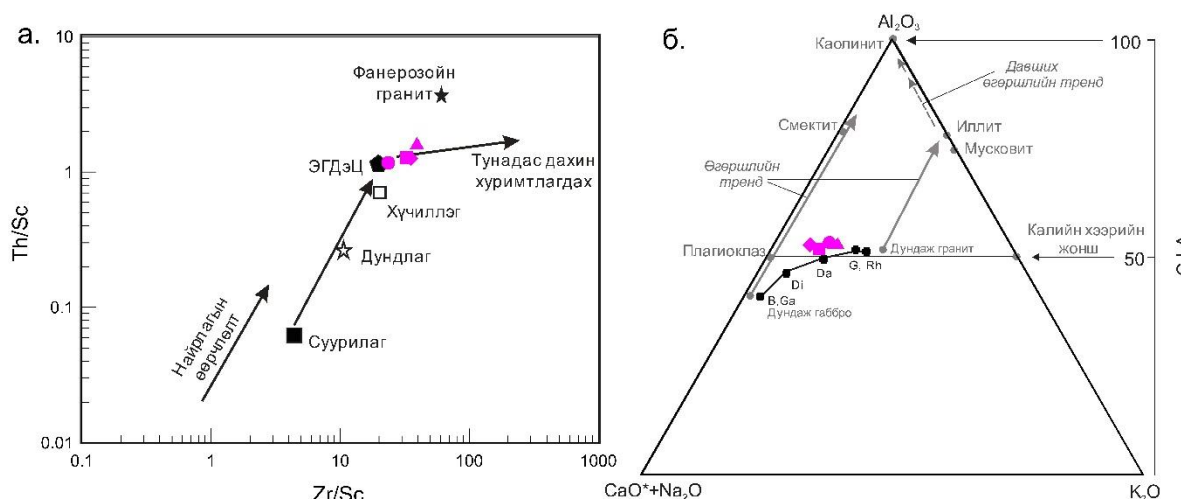
ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийг спайдер диаграммд Rb, Ba, Th зэрэг том ионтой литофиль элементүүдээр баяжиж, шилжилтийн элементүүдээр ядуурсан байна (Зураг 144а). ГХЭ-ийн хувьд ХөгХЭ/ХүГХЭ харьцаа 11.2-13.5 (дундаж=12.5), Eu сөрөг аномаль 0.80-0.85 ($Eu/Eu^*_{\text{дундаж}}=0.82$) болон C1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруйгаас ихэнх элсэн чулуу нь хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй, ЭГДэЦ-тай ойролцоо агуулгатай байгаа нь харагддаг (Зураг 144б).



Зураг 144. а. Тунамал чулуулгийг ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Taylor and McLennan, 1985), б. C1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989).

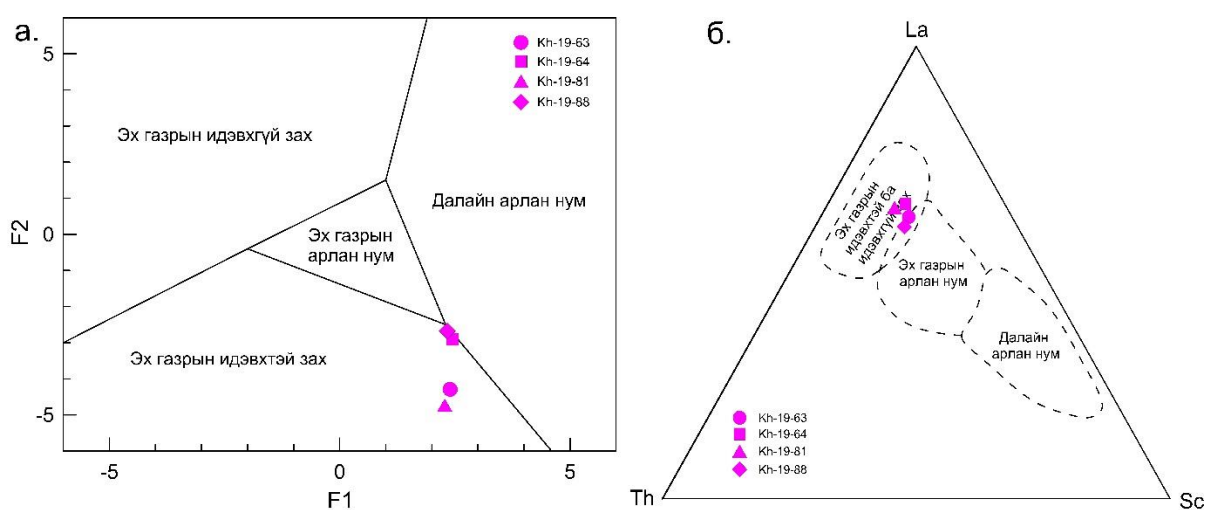
Тунамал чулуулаг дахь Th/U харьцаа өгөршлийн нөхцөлийг тодруулахад чухал (McLennan et al, 1993) бөгөөд өгөршил нэмэгдэхэд энэ харьцаа тунамал чулуулагт нэмэгддэг (McLennan et al, 1995). ЭГДэЦ-ын Th/U-ны харьцаа 3.8 байдаг бол Баян-Өндөрийн талбайд тархсан Хүрэнтолгой формацын элсэн чулууны Th/U харьцаа 3.6-4.1 (дундаж=3.8) байна. Мөн өгөршлийн индексүүдийг тооцоолон үзэхэд CIA утга 51.9-53.3, CIW утга 57.0-60.9, ICV утга 0.88-0.94 хооронд байгаа нь чулуулаг өгөршилд ороогүйг илэрхийлнэ.

Хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, тектоник орчин. Th/Sc болон Zr/Sc харьцаагаар илэрхийлэгдэх диаграммд эхний чиглэл нь хурдас хуримтлалын анхдагч буюу магмын эх үүсвэрийг, хоёр дахь чиглэл нь хурдас хуримтлалын дараах процесс, зөөгдлийн үеийн эрдсүүдийн ялгарал болон хүнд эрдсүүдээр баяжсан нөхцөлийг харуулдаг (McLennan et al., 1993). ЭГДэЦ-ын Th/Sc харьцаа дундажаар 0.8 байдаг бол Хүрэнтолгой формацын хурдас 1.2-1.6, царцдасын түвшинөөс илүү дахин хуримтлагдсан шинжийг үзүүлж байна (Зураг 145a).



Зураг 145. а. Th/Sc болон Zr/Sc харьцааны диаграмм (McLennan et al., 1993);
б. Өгөршлийн чиглэлийн диаграмм (Nesbitt and Young., 1984)

Химийн хувирлын индекс (CIA) болон A-CN-K диаграммд Баян-Өндөр орчмын тунамал чулуулгууд хүчиллэг эх үүсвэртэй байгааг харуулна (Зураг 145б). Бхатын боловсруулсан гол ислийн болон ховор элементээр байгуулдаг тектоник орчин тодорхойлох диаграммд элсэн чулуу нь эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд хуримтлагдсан байна (Зураг 146).



Зураг 146. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Bhatia, 1983);
б. Тектоник орчныг тодорхойлох La-Sc-Th диаграмм (Bhatia and Crook, 1986).

3.2. ЦҮҮГЭЛ ФОРМАЦ

Хархорины бүсийн хэмжээнд дунд-дээд девоны настай Цүүгэл формац нилээд талбайг эзлэн тархана. Уг формацыг Хангайн хотгорын хэмжээнд анх И.Б.Филиппова, В.И.Гольденберг, А.К.Уфлянд нар Цэцэрлэгийн свит гэсэн нэртэйгээр ялгаснаас хойш энэхүү ангилалыг Хангайн бүлэгчилсэн 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлуудаар Цэцэрлэг террейны хэмжээнд дунд-дээд девоны настай Цэцэрлэг формацаар ялган, зураглаж ирсэн байдаг (Филиппова 1969,1971; Баярсайхан нар, 1987Ф; Гүрцоо нар, 1990Ф; Төмөрчөдөр нар, 1990Ф). Харин Хархорины бүсэд энэхүү формацын хурдсыг талбайн зүүн хэсэгт дээд девоны настай Цүүгэл (Төмөрчөдөр нар, 2004Ф; 2009Ф; Наранцэцэг нар, 2008Ф), баруун болон өмнөд хэсэгт дунд-дээд девоны настай Цэцэрлэг (Өлзийбаяр нар, 2002Ф; Баатархуяг нар, 2003Ф; Чулуун нар, 2004Ф), төв хэсэгт дунд-дээд девоны настай Шарт (Алтанзул нар, 2004Ф) зэрэг өөр өөр нэршил бүхий формацуудад ялгаж, зурагласан байдаг бөгөөд О.Төмөртоогоо 1:500000-ны геологийн зургийн тайлбар бичигт дунд-дээд девоны настай Цүүгэл формацад дээд девоны настай Цүүгэл, дунд-дээд девоны настай Шарт, Цэцэрлэг формацуудыг нэгтгэсэн байдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

Цүүгэл формацыг анх Төмөрчөдөр нар Хархорины бүсийн зүүн хойд хэсэгт Их хоргын талбайд 1:50000-ны масштабтай ГЗЕЭА хийж гүйцэтгэхдээ Цүүгэлийн ам орчимд тархсан ритмлэг үеллэг флишоид тунамал хурдсыг тус формацад шинээр ялган, насыг муухан хадгалалттай *Taeniocradia* sp., *Protobarinophyton* sp., төрлийн эртний ургамлын ишний хэв дардас, *Palonolite* sp., төрлийн хорхойн үлдэгдлээр баталгаажуулан дээд девонд хамааруулсан байдаг. Уг формацыг 2 мэмбэрт ялган, литологийг доод мэмбэр нь нарийн үеллэг алевролит зонхилсон элсэн чулуу, алевроэлсэн чулуу, алевролит, дээд мэмбэр нь элсэн чулуу зонхилсон элсэн чулуу-алевролитаас тогтоно гэжээ (Төмөрчөдөр нар, 2005Ф).

Хархорины бүсийн зүүн хэсэгт Наранцэцэг нар дээрх Төмөрчөдөр нарын ялгасан Цүүгэл формацыг үргэлжлүүлэн ялган, зурагласан хэдий ч литологийг өөрчлөн доод буюу элсэн чулууны мэмбэрт хөх саарал өнгийн гравелит, хар, хар саарал өнгийн үеллэг алевролитын үе агуулсан цайвар саарал, ногоон саарал, шаргалдуу өнгийн жижиг, жижиг-дунд, дунд-том ширхэгт элсэн чулуу, дээд буюу алевролитын мэмбэрт ногоон саарал өнгийн элсэн чулууны мэшил бүхий хар саарал, хөх саарал өнгийн үеллэг алевролитыг ялгажээ (Наранцэцэг нар, 2008Ф).

Дээрх 2 талбайд ялгасан хурдсыг урд талын талбайд үргэлжлүүлсэн хэдий ч Алтанзул нар дунд-дээд девоны настай Шарт формацыг шинээр 2 мэмбэртэйгээр ялгасан бөгөөд доод буюу элсэн чулууны мэмбэрт ногоовтор-саарал өнгийн конгломерат, гравелит, гравелитлаг элсэн чулуу, алевролитын үетэй жижиг, дунд ширхэгт элсэн чулуунаас, дээд буюу алевролитын мэмбэрт ногоовтор-саарал өнгийн дунд ширхэгт элсэн чулуу, алевролитын нимгэн үе бүхий хөх саарал өнгийн шохойлогдуу алевролитоос бүрдэнэ гэжээ (Алтанзул нар, 2004Ф).

Харин баруун талд Чулуун нар уламжлалт дунд-дээд девоны настай Цэцэрлэг формацаар зурагласан бөгөөд доод буюу Ухаа-Овоо мэмбэрт хар саарал, бараандуу өнгийн алевроэлсэн чулуу, хөх саарал өнгийн элсэн чулуу, конгломерат, ховроор гравелит, дээд буюу Халтарынгозгор мэмбэрт хар саарал өнгийн элсэн чулуу, конгломерат, алевролитыг ялгадаг (Чулуун нар, 2004Ф). Өлзийбаяр нар ижил настай формацаар зурагласан ч мөн доод буюу алевролит-элсэн чулууны Зархич-Уул, дээд буюу элсэн чулуу-алевролитын Бурхант-Уул 2 мэмбэрт ангилсан байдаг (Өлзийбаяр нар, 2002Ф).

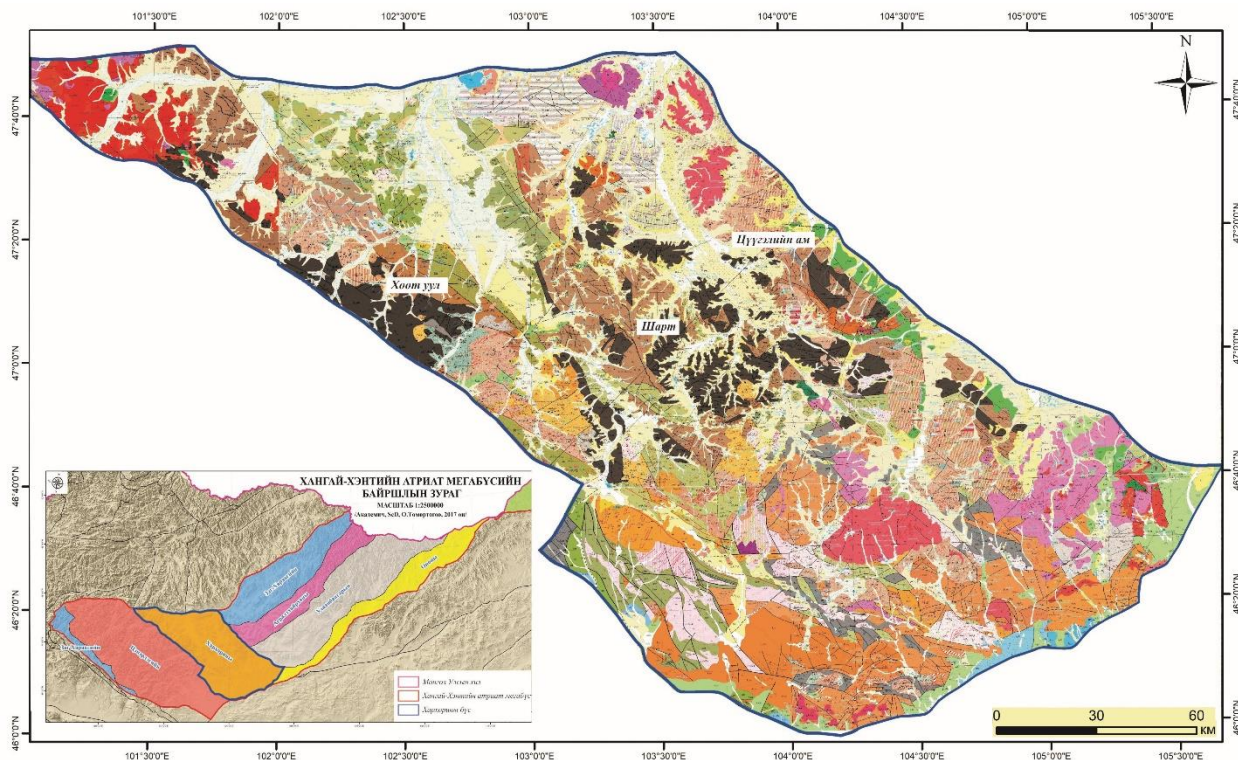
УГЗ-200 төслийн ажлаар Хархорины бүсийн зүүн, өмнөд хэсгийг дээд девоны Цүүгэл, баруун хэсгийг Чулуун нарын (2004Ф) ялгасан Ухаа-Овоо формацаар зураглаж, литологи нь хар саарлаас цайвар ногоон өнгөтэй, турбидит: тунаш хуримтлалын структур, жишүү үелэл бүхий элсэн чулуу, алевролит, аргиллит, ховроор конгломерат, гравелитаас бүрддэг (Дэжидмаа нар, 2008Ф).

1:500000-ны геологийн зурагт Цүүгэл формацын литологийг туф элсэн чулуу, алевролитын нарийн үелэл, туф алевролит, конгломерат, ховроор дундлаг найрлагатай эффузивээс тогтоно гэжээ (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф).

Цүүгэл формацаар ялгагдаж байгаа хурдас нь агаар сансрын зурагт бүдэг саарал өнгийн, гуу жалга, бэл хормойгоор хадан гарш үүсгэн илэрдэг.

Ийнхүү бүсийн талбайн зүүн хэсэгт ургамлын үлдвэрээр нас баталгаажсан, баруун хэсэгт ямар нэгэн амьтан, ургамлын үлдвэр олдоогүй уламжлалт ангилалыг баримталсан байсан тул хурдас хуримтлалын насыг тодруулах зорилгоор Төвшрүүлэх сумын баруун урд талд тархалттай Ухаа-Овоо мэмбэрийн хөх саарал өнгийн тунамал хурдаснаас дээжлэлт хийв. Хархорины бүсийн хэмжээнд Цүүгэл формацаар зураглагдсан талбайдаас петрографи, геохимийн шинжилгээнд дээжлэлтүүдийг хийн, харьцуулан үр дүнгүүдийг энэхүү бүлэгт орууллаа. Бидний судалгаа хийсэн Цүүгэл формацын хурдас нь Хархорины бүсийн баруун хэсэгт Хөөт уул, Хэцүү уул, Бөмбөгөр уул, зүүн хойд хэсэг Өндөртолгой, Цагаантолгой, Арцаттолгой, Хулстайн бортолгой, Үүцийн ухаа, Нурамт уул, Талын ухаа, төвийн

хэсэгт Цүүгэлийн ам, Цооногтын ам, Цагаанчулуут уул, Баянгийнзүрх уул, Гичгэнийгол, Цац уул, Шандын Овоо уул, Өндөр Улаан уул, Шарт уул, Хадат уул, Рашаант уул орчим хамаарна (Зураг 147).



Зураг 147. Цүүгэл формацын тархалтын бүдүүвч зураг (Дэжидмаа нар, 2008Ф), Хархорины бүсийн байршлын схем зураг (О.Төмөртоого, 2017)

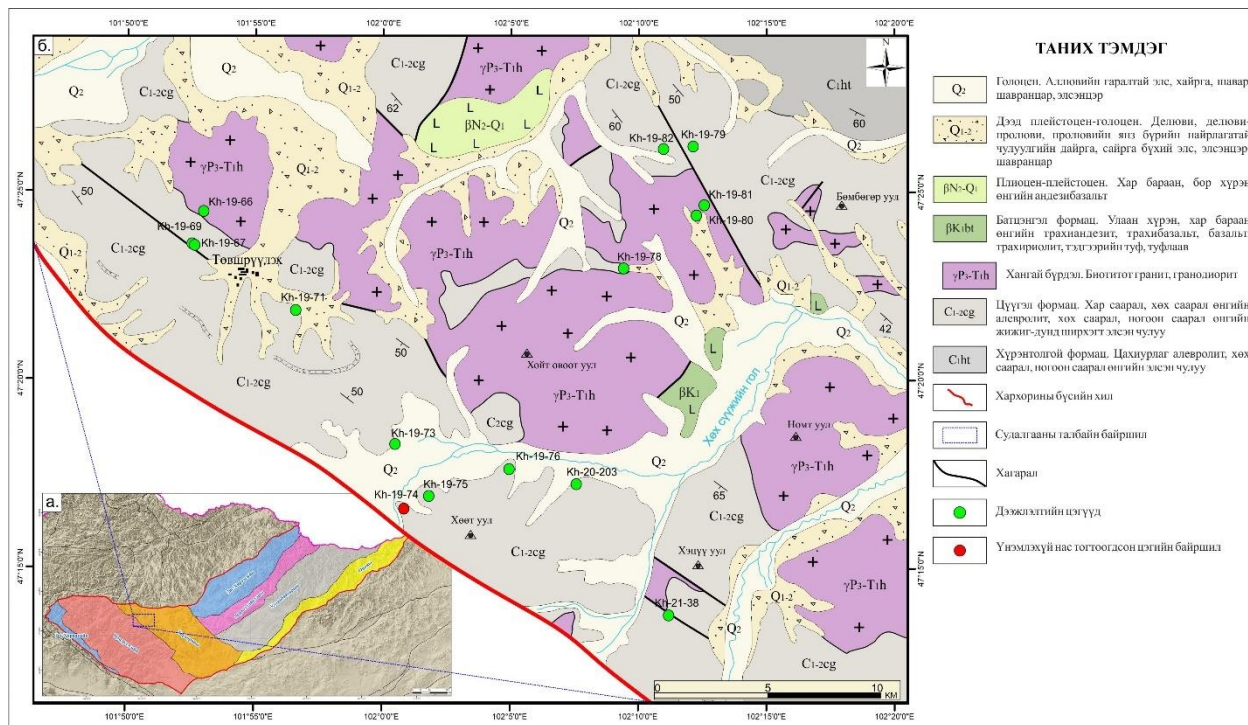
3.2.1. Хөөт уулын талбай

Геологийн тогтоц.

Судалгааны талбай нь доод карбоны настай Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал зузаалаг, дээд карбоны настай Цүүгэл формацын терриген хурдас, тэдгээрийг зүссэн хожуу пермь-түрүү триасын Хангай бүрдлийн гранитоид, цэрд, неоген-дөрөвдөгчийн болон делюви-пролюви, алювийн гаралтай сэвсгэр хурдсаар хучигдана (Зураг 148). Өмнөх зураглалын ажлуудаар ялгагдсан доод-дунд девоны настай Ухаа-Овоо формац нь үнэмлэхүй насны шинэ үр дүнгээр доод карбоны настай болох нь тогтоогдсон (Эрдэнэчимэг нар, 2022) тул геологийн зураг шинэчлэгдэн зурагдсан болно.

Талбайн тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын насны дээжийг сонгохдоо Цэцэрлэг террейны доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацын хөх саарал элсэн чулууны аналог болох Хархорины бүсэд дунд-дээд девоны настай Цэцэрлэг формац (Чулуун нар, 2004Ф), Ухаа-Овоо формацаар (Дэжидмаа нар, 2008Ф) зураглагдсан талбайгаас сонгож авсан юм (Зураг 148). Учир нь доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт формацын хөх саарал элсэн чулууны хурдас хуримтлалын эх

үүсвэрийг дээд девон-доод карбоны түвшинд шинэчлэн Цэцэрлэг формацаар геологийн зурагт өөрчлөлт хийсэн байдаг (Оюунчимэг нар, 2018). Бидний төслийн хүрээнд бий болох чухал асуудлын нэг нь Хангайн давхрагазүйн асуудлыг шинэчлэх, тодруулах явдал учир насны дээжийг зүй тогтолтойгоор сонгон авч байгаа билээ.



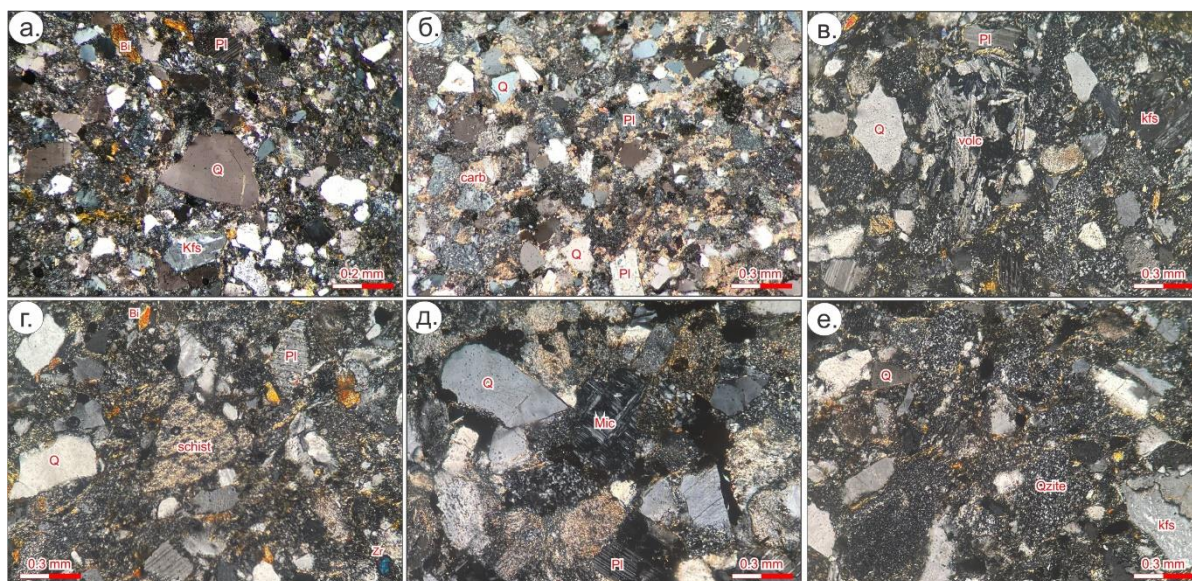
Зураг 148. а. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэл, Хангай-Хэнтийн Атираат мегабүсийн байршлын схем (Төмөртогоо, 2017), б.Геологийн зураг

Талбайн хэмжээнд уг формацын литологи нь үеллэг флишоид хар саарал, хөх саарал өнгийн алевролит, хөх саарал, ногоон саарал өнгийн жижиг-дунд ширхэгт ритмлэг элсэн чулуу зонхилж, хар саарал өнгийн алевролит, гравелитын үеүдээс бүрдэх бөгөөд зүүн урдаас баруун хойш чиглэлтэй сунаж тогтсон байдаг (Зураг 149). Ерөнхийдөө гадаргууд илрэх гарш сайн, байрлалын элемент баруун урагш уналтай ажиглагддаг.



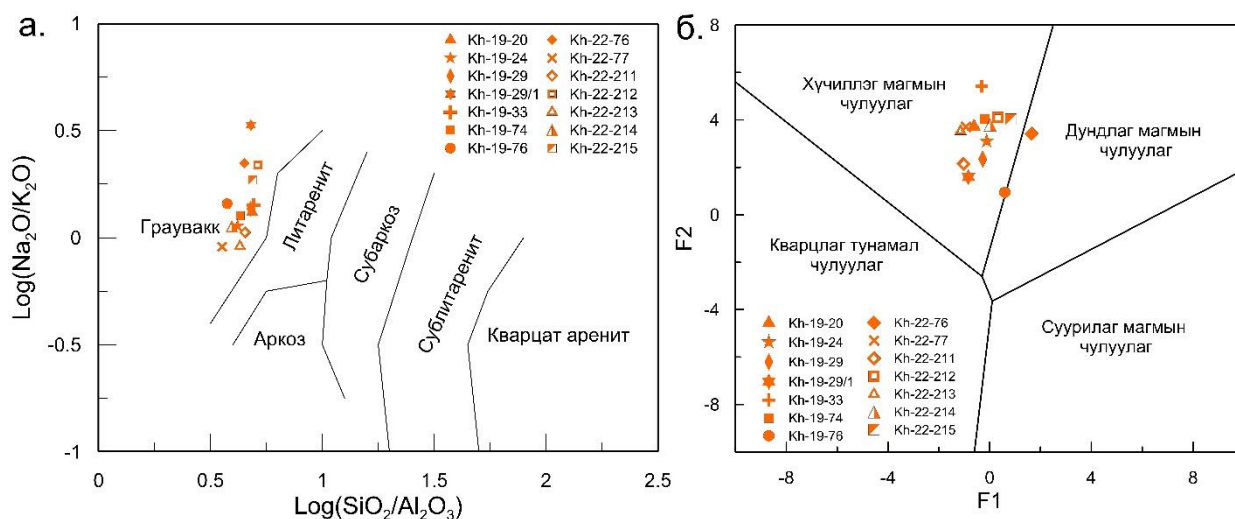
Зураг 149. Цүүгэл формацын гаршийн зураг.
а.Хөх саарал өнгийн алевроэлсэн чулуу, б.Хар саарал алевролит, в.Римтлэг элсэн чулуу

Петрографи: Жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулуу нь псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай. Хэмхдэсээс кварц, калийн хээрийн жонш, плагиоклаз, биотит, эпидот зэрэг эрдсийн хэмхдэсүүд, занар, кварцит, туф, вулканит, элсэн чулуу зэрэг чулуулгийн хэмхдэсүүд (60-65%) тааралдах бөгөөд серицит-карбонат-туф-алевролит (35-40%) бүхий цементээр холбогдоно. Хэмхдэсүүд нь хагас мөлгөржсөн, кварц, калийн хээрийн жоншны хэмхдэсүүд изометрлэг, зөв бус хэлбэртэй тааралдана. Калийн хээрийн жоншны зарим хэмхдэсүүд пелитэд, плагиоклазын хэмхдэсүүд нь бага зэрэг серицитэд хувирсан байна. Акцессор эрдсээс сфен, циркон, хүдрийн эрдэс тааралддаг. Зарим чулуулаг карбонатын судлуудаар хэрчигдэнэ (Эрдэнэчимэг нар., 2020) (Зураг 150).



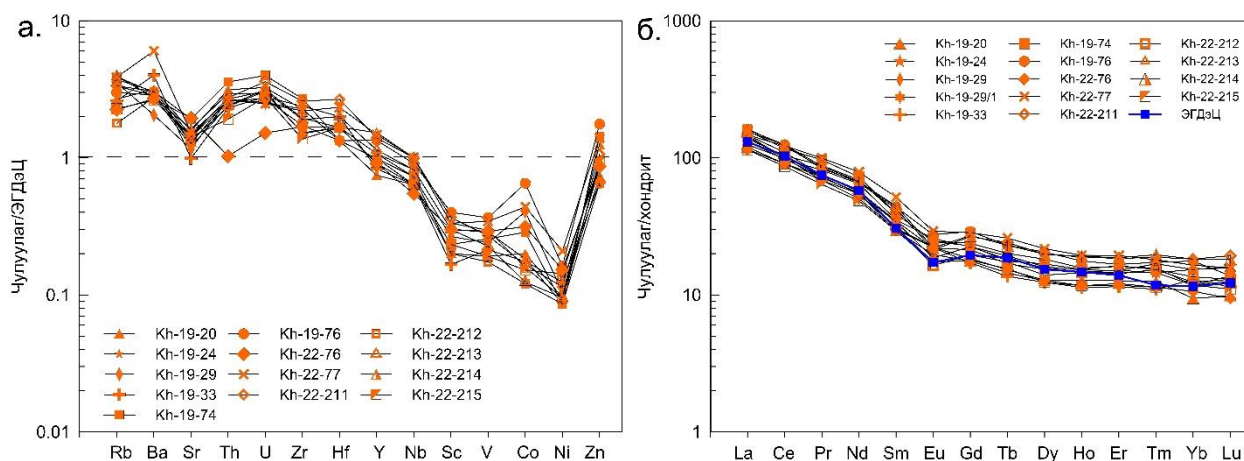
Зураг 150. Цүүгэл формацын элсэн чулуу. а-Kh-19-20; б-Kh-19-29/1, в- Kh-19-74 (Q-кварц, Pl-плагиоклаз, Kfs-калийн хээрийн жонш, Bi-биотит, Ep-эпидот, Carb-карбонат)

Геохимийн хувьд элсэн чулуу, алевролитын SiO_2 агуулга 60.6- 71.4 жин.%, дундаж агуулга 66.9 жин.%, Al_2O_3 агуулга 12.79-16.97 жин.%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ харьцаа 0.30-1.10 байна. Цүүгэл формацын тунамал чулуулгууд нь ангиллын диаграммаас харахад граувакк найрлагатай байна (Зураг 151а). Тунамал чулуулагт агуулагдах гол ислийн болон ховор элементүүдийн харьцаагаар тэжээгдлийн эх үүсвэрийг тодруулах боломжтой байдаг. Тунамал чулуулгийн $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ харьцаа 8-21 байвал дундлаг, 21-70 байвал хүчиллэг (Hayashi et al, 1997), $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ойролцоогоор 5 байвал хүчиллэг эх үүсвэртэйг илэрхийлдэг (Le Maitre, 1976). Судалгааныд хамрагдсан тунамал чулуулгууд нь эх үүсвэр тодорхойлох диаграммд ихэвчлэн хүчиллэг эх үүсвэртэй нь харагдах бөгөөд эдгээр чулуугуудад агуулагдах $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 19.47-33.07, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 3.57-5.14 зэрэг гол ислүүдийн харьцаа үүнийг баталдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2020, Зураг 151б).



Зураг 151. а-Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Pettijohn et al., 1972);
б- Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988)

Цүүгэл формацын тунамал чулуулгуудын ховор элементийн агуулгыг эх газрын дээд царцдасын дундаж утгад нормчилон спайдер диаграмм байгуулахад чулуулгууд нь Rb, Ba, Sr, Th, Zr зэрэг элементүүдээр баяжиж, Sc, V, Co, Ni зэрэг элементүүдээр ядуурсан байна (Зураг 152а). Цүүгэл формацын элсэн чулууын Σ ГХЭ 127.0-175.0, ХөгХЭ/ХүГХЭ 11.4-15.1, Eu/Eu* 0.64-0.97, (La/Sm)_N 3.15-4.81, (La/Yb)_N 8.05-12.77, (Gd/Yb)_N 1.33-2.02 байна. С1 хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн муруйд ЭГДэЦ-ын утгатай ижил тренд үзүүлнэ (Зураг 152б).



Зураг 152. а.Эх газрын дээд царцдаст нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграмм (Taylor & McLennan, 1985), б.С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруй (Sun & McDonough, 1989)

Тэрчлэн CIA=53.2-60.0, CIW=57.9-69.1, Th/U харьцаа 2.9-3.7 (дундаж =3.6), найрлагын өөрчлөлтийн индекс ICV утга нь 1-ээс бага байгаа зэрэг нь сул өгөршсөн, шаварлаг эрдсүүдийн оролцоо бага, магмын чулуулгийн хэмхдэсүүдийн оролцоотой, эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн нөхцөлд хуримтлагдсан болохыг харуулдаг (Эрдэнэчимэг нар., 2020).

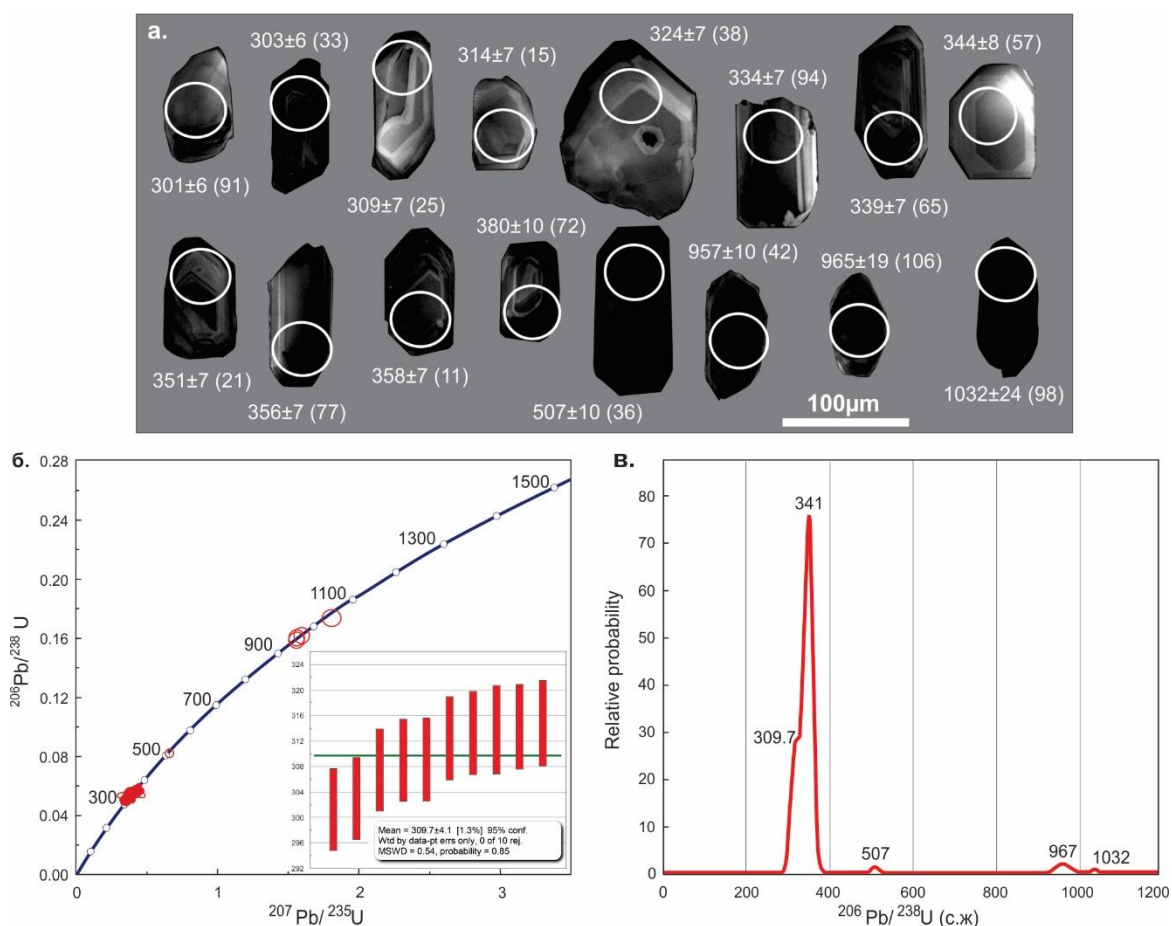
Бид тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлохын тулд төрөл бүрийн диаграммуудыг ашиглахаас гадна ховор элементүүдийн агуулга, тэдгээрийн харьцаагаар хуримтлагдсан тектоник орчныг тодруулав (Хүснэгт 2). Далайн арлан нум, эх газрын нум, эх газрын идэвхтэй болон идэвхгүй захад үүссэн чулуулаг (Bhatia, 1985) болон Цүүгэл формацын тунамал чулуулгийн ховор элементүүдийн агуулгыг хүснэгтэд харуулав. Судалгаанд хамрагдсан тунамал чулуулгууд нь эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд хуримтлагдсан байна.

Хүснэгт 2. Цүүгэл формацын тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлох ховор элементүүдийн агуулга, тэдгээрийн харьцаа

	Далайн арлан нум	Эх газрын арлан нум	Эх газрын идэвхтэй зах	Эх газрын идэвхгүй зах	Цүүгэл формац (n=14)
La	8±1.7	27±4.5	37	39	27.1-38.1
Ce	19±3.7	59±8.2	78	85	53.0-76.2
ГХЭ	58±10	146±20	186	210	134.2-189.4
La _N /Yb _N	2.8±0.9	7.5±2.5	8.5	10.8	8.05-12.8
ХөгХЭ//ХүГХЭ	3.8±0.9	7.7±1.7	9.1	8.5	11.4-15.1
Eu/Eu*	1.04±0.11	0.79±0.13	0.6	0.56	0.64-0.97

Геохронологи: Бид Хархорины бүсийн баруун хэсэгт Хөхсүүжийн голын урд эрэг, Хөөт уулын баруун хойд хэсэгт Цүүгэл формацын хөх саарал өнгийн элсэн чулуу (дээж Kh-19-74- N47°16'50.1"; E102°00'38.9")-ны дээжийг U-Pb-ны аргаар геохронологийн шинжилгээнд хамруулан хурдас хуримталын насыг тодорхойлов.

Цүүгэл формацын элсэн чулууны зөөгдмөл цирконуудын CL зургаас харахад харьцангуй мөлгөржилт багатай, 60-150µm хэмжээтэй, богино болон сунасан призмлэг, зарим нь мөлгөржсөн хэлбэртэй, гүн хараас цайвар саарал өнгийн сулаас тод бүслүүрлэг бүтэц ажиглагдана (Зураг 153а).



Зураг 153. а. Kh-19-74 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын катод-люминесценцийн зураг, б. U-Pb-ны насны конкордын диаграмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, в. тархалтын гистограмм

Уг дээжээс ялгасан 110 зөөгдмөл цирконы мөхлөгт хэмжилт хийснээс 97 мөхлөгт 90%-аас дээш нарийвчлал бүхий $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ насны конкорд өгөгдлүүд байв. Элсэн чулуунаас ялгасан цирконуудын нас 1032±24 с.ж-ээс 301±6 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэж, 323-301 с.ж-ийн хооронд буюу дээд карбоны настай циркон 20.6%, 358-323 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх доод карбоны настай циркон 72.2%, 371-361 сая.жил буюу дээд девоны настай циркон 2.1%, 507 с.ж буюу кембрийн настай циркон 1.0%, 965-948 сая.жил-ийн настай неопротерозойн настай циркон 3.1%, 1032 с.ж буюу мезопротерозойн настай циркон 1.0%-ийг эзлэнэ (Зураг 153в). Иймээс тус дээжийн 314-301 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх хамгийн залуу 10 цирконы популяцийн дундаж $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ нас нь 309.7±4.1 с.ж байгаа нь хурдас хуримтлал дээд карбоны цаг үеэс эхлэн хуримтлагдсаныг илэрхийлж байна (Эрдэнэчимэг нар, 2022) (Зураг 153б).

Цирконы геохими, гарал үүсэл: Цүүгэл формацын элсэн чулуунаас ялгасан нийтдээ 110 цирконы мөхлөгт Si, P, Ti, Y, Nb, Hf, Ta, Pb, U, Th, газрын ховор элемент (ГХЭ) зэрэг элементүүдийн агуулгыг тооцоолсон бөгөөд хэмжилт хийгдсэн цирконы

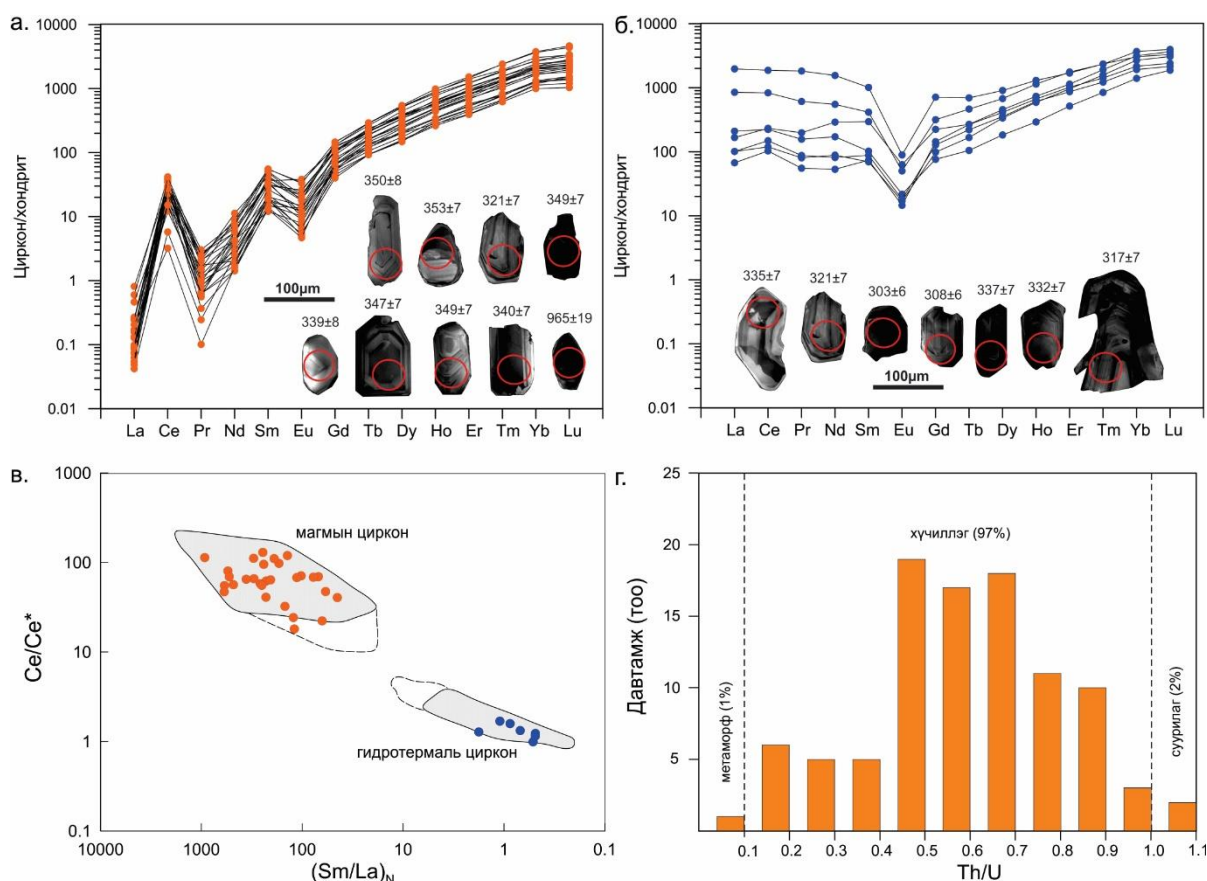
мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 19-825 ppm, U- 62-1022 ppm, Hf- 5214-11958 ppm, Y-79-2393 ppm, Yb-51-963 ppm, Σ ГХЭ 84-4082 ppm байна.

Цирконы мөхлөгт агуулагдах ховор элементийн агуулгаар магмын болон гидротермаль гарал үүслийг тодруулах боломжтой. Гидротермаль циркон нь магмын цирконтой харьцуулахад V, Ti, Nb, Hf, Sc, Mn, U, Y, Th болон ГХЭ-ийн агуулгаар харьцангуй өндөр байдаг бөгөөд хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн муруйд 2 ялгаатай шинжийг үзүүлдэг. Энэ нь La-аас Lu хүртэлх элементийн агуулга огцом нэмэгдэж, Ce, Eu-ийн гажил тод ажиглагдан $(\text{Sm}/\text{La})_N=22-110$, $\text{Ce}/\text{Ce}^*=32-49$ агуулгатай байвал ямар нэгэн хувиралд автаагүй эх газрын царцдасын эх үүсвэртэй магмын циркон болохыг харуулна. Харин гидротермаль циркон нь ГХЭ-ийн агуулга өндөр, хөнгөн газрын ховор элемент (ХөГХЭ)-ийн жигд гажил, $(\text{Sm}/\text{La})_N=1.5-4.4$, сул Ce-ийн эерэг гажил ($\text{Ce}/\text{Ce}^*=1.8-3.5$)-ийг харуулдаг (Hoskin, 2005)

Мөн ГХЭ-ийн агуулга, тэр дундаа хүнд газрын ховор элемент (ХүГХЭ)-ийн агуулгаар шавхагдсан байвал метаморф (Rubatto, 2002), харин эсрэгээрээ ГХЭ-ийн өндөр агуулгатай байвал суурилаг чулуулгаас эх үүсвэртэйг илэрхийлнэ (Heaman et al, 1990).

Хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграммд цирконууд нь магмын болон гидротермаль гарал үүсэлтэй болохыг харж болно. Магмын цирконууд нь катодлюминесценцийн зурагт морфологийн хувьд 80-120 μm хэмжээтэй, урт сунасан призмлэг болон богино мөлгөржсөн хэлбэртэй, эвдрэлд харьцангуй бага өртсөн, зарим мөхлөгүүдэд тод бүслүүрлэг бүтэц ажиглагдах ба $(\text{Sm}/\text{La})_N$ харьцаа 44.9-925.8 (дундаж 265.7), $\text{Ce}/\text{Ce}^*=18.1-129.6$ (дундаж 67.5), ХөГХЭ-ээр ядуурч, ХүГХЭ-ээр баяжсан шинжтэй (Зураг 154а). Харин гидротермаль цирконууд нь 60-150 μm хэмжээтэй, цайвар саарал, гүн хар өнгөтэй, магмын цирконыг бодвол эвдрэлд нилээдгүй өргөж хэлбэр дүрсээ алдсан, толборхог, сулхан бүслүүрлэг тогтоцтой, $(\text{Sm}/\text{La})_N$ харьцаа 0.49-1.77 (дундаж 0.85), $\text{Ce}/\text{Ce}^* 0.99-1.69$ (дундаж 1.32) агуулгатай байна (Зураг 154б).

Дээрх үр дүн магмын болон гидротермаль цирконыг ялгах $(\text{Sm}/\text{La})_N$ болон Ce/Ce^* -ын дискриминацийн диаграммд давхар батлагддаг (Зураг 154в).



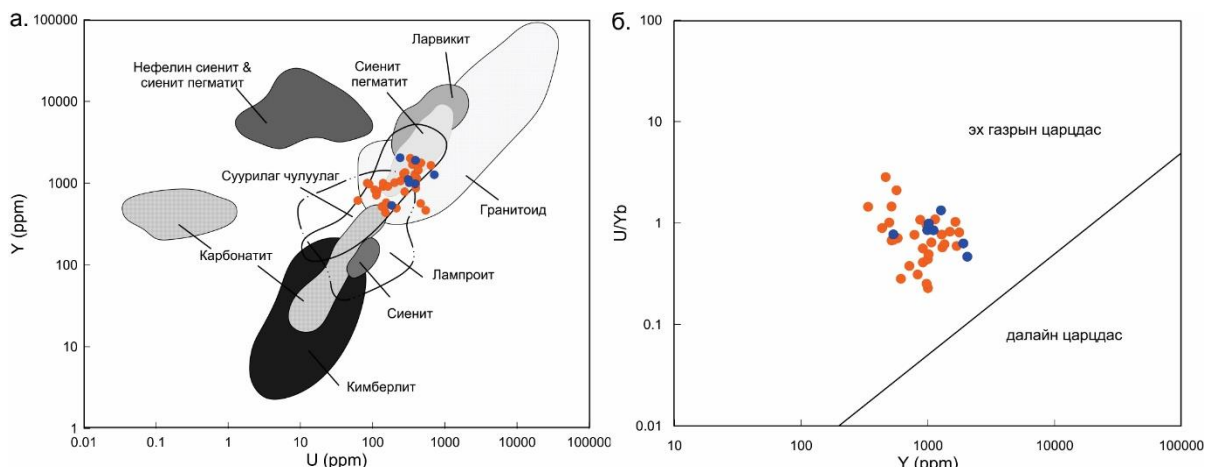
Зураг 154. а-б. Цүүгэл формацын элсэн чулууны Kh-19-74 дээжийн цирконы катодлюминесценцийн зураг, хондритод нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмм (Sun & McDonough, 1989); в. Магмын болон гидротермаль цирконуудыг ялгах $(Sm/La)_N$ болон Ce/Ce^* харьцааны диаграмм (Hoskin, 2005); г. Циркон гарал үүслийг тодорхойлох Th/U гистограмм

Th/U-ны харьцаагаар цирконы гарал үүсэл тодорхойлогдох ба Th/U харьцаа 0.1-ээс бага бол метаморф, 1.0-ээс их бол магмын гаралтай болохыг илтгэдэг (Hoskin & Schaltegger, 2003). Зарим судлаачид Th/U харьцаа >1 байвал суурилаг чулуулгийн эх үүсвэртэй, 0.07 нь магмын болон метаморф гарал үүсэлтэй цирконы зааг ч гэж үздэг (Rubatto, 2002; Heaman et al., 1990, 2003). Хэмжилт хийгдсэн цирконы мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 19-825ppm, U-ы агуулга 62-1022ppm, Th/U харьцаа 0.07-1.05 хооронд хэлбэлзэж байгаагаас ажиглахад энд метаморф (1%) болон магмын (хүчиллэг- 97%, суурилаг-2%) гарал үүсэлтэй цирконууд тогтоогдож байна (Зураг 154г). Дээрх гарал үүсэл бүхий цирконууд нь Th, U-ны агуулгаараа ялгагдах ба хүчиллэг гарал үүсэлтэй цирконуудад Th-ийг U-тай харьцуулахад U-ны агуулга их, суурилаг гарал үүсэлтэйд бага, харин метаморф чулуулгт U нь харьцангуй өндөр агуулгатай байна.

Суурилаг гарал үүсэлтэй циркон нь катодлюминесценц (CL)-ийн зурагт тод бүслүүрлэг бүтэцтэй, метаморф гарал үүсэлтэй циркон нь гүн хар өнгөтэй байна.

U, Th-ийн агуулгыг бусад ховор элементүүдтэй харьцуулан эх газрын болон далайн царцдасын эх үүсвэртэй циркон болохыг тодорхойлох боломжтой (Grimes et

al., 2007; 2009). Бид ураны агуулгыг иттрийн агуулгатай харьцуулан цирконы гарал үүслийг тодруулахад ихэвчлэн гранитоид чулуулгаас эх үүсвэртэй, ганц нэг циркон суурилаг найрлагатай чулуулгаас эх үүсвэртэй байхаар бууж байна (Зураг 155а).



Зураг 155. Цирконы гарал үүслийн тодорхойлох U-Y харьцааны диаграмм (Belousova et al., 2002); б. Y-U/Yb дискриминацийн диаграмм (Grimes et al., 2007)

Мөн цирконы мөхлөг дэх U/Yb харьцаагаар гарал үүслийн нөхцөлийг торуулах боломжтой бөгөөд энэ харьцаа далайн царцдасын чулуулагт 0.18, эх газрын царцдасын чулуулагт 1.07 байдаг (Grimes et al., 2007). Судалгаанд хамрагдсан цирконууд Y-U/Yb харьцааны диаграмм болон U/Yb харьцаа (0.2-2.1)-аараа эх газрын царцдасын чулуулгаас эх үүсвэртэйг харуулна (Зураг 155б).

3.3. ЖОНШТОЛГОЙ ФОРМАЦ

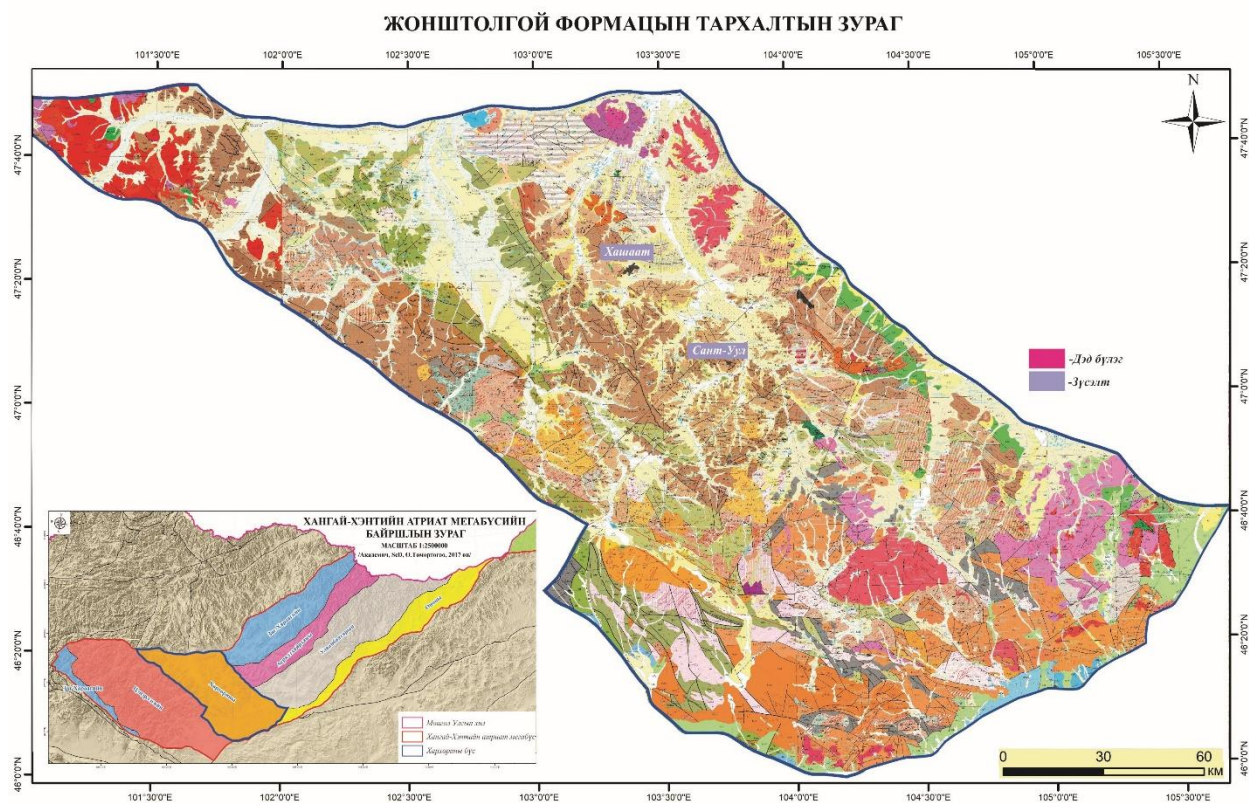
Хархорины бүсийн хэмжээнд карбоны настай хурдас нь харьцангуй бага тархалттай бөгөөд бүсийн зүүн хойд болон өмнөд хэсэгт илрэх доод карбоны настай тунамал хурдас нь Жонштолгой (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф; Наранцэцэг нар, 2008Ф), Холбоотолгой (Наранцэцэг нар, 2008Ф), дээд карбоны настай Билүүт (Төмөрчөдөр нар, 2004Ф), Сэрвэн формац (Наранцэцэг нар, 2008Ф) нэртэйгээр тус тус ялгагдах бөгөөд Хангайн цуврал хурдасны доод карбоны Жаргалант формацтай дүйдэг.

Анх Баадай нар (2215Ф) 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлаар бүсийн зүүн хойд хэсэгт тархалттай девон, карбоны тунамал хурдсыг доод карбоны Өрмөгтэй, доод-дээд карбоны Артээл формацуудад тус тус ялгасан байдаг. Артээл формацаар ангилсан конгломерат, гравелит, элсэн чулуу, алевролит бүхий тунамал хурдсыг 1:50000-ны масштабтай ГЗЕЭА-аар Төмөр нар (5030Ф) доод-дээд карбоны Алтан-Овоо формац, Г.Наранцэцэг нар (5790Ф) доод карбоны Холбоотолгой формацаар тус тус зураглажээ.

Жонштолгой формацын хурдсыг анх Цагаанчулуутын бага аманд Жонштолгойгоос Цагаантолгой хүртэл баруун урдаас зүүн хойш сунасан, баруун хойш унасан шугаман структур бүхий элсэн чулуу, алевролит зонхилсон жижиг-дунд ширхэгт тунамал хурдсаар илэрхийлж, тулгуур зүсэлтээс *Monankovia* aff. *Complexocostata* (A-U), *Caliendrum* sp., амьтны үлдэгдэл тогтоогдож, доод карбоны визейн цаг үед хамааруулан формацын түвшинд шинээр ялгасан байдаг (Наранцэцэг нар, 2008Ф). Үүнтэй литологийн хувьд ойролцоо хурдсыг Төмөрчөдөр нар Хөшөөттолгой, Тэмээтолгой, Хар-Овоот уул, Хайрханыхөтөл, Улаантолгой орчимд тархалттай элсэн чулуу, алевролит зонхилсон багаар гравелит, конгломератаас тогтох хурдсыг Жонштолгой формацаар үргэлжлүүлэн авч ялгасан байдаг (Төмөрчөдөр нар, 2009Ф).

УГЗ-200 төслийн ажлаар Дэжидмаа нар Жонштолгой формацыг амьтны үлдвэр тодорхойлогдсон хэсэгт зураглан (Наранцэцэг нар, 2008Ф), Төмөрчөдөр нарын (2009Ф) ялгасан Жонштолгой формацыг дээд девоны настай Цүүгэл формацаар, дээд карбоны настай Сэрвэн формацыг хэвээр зурагласан байдаг.

Харин сүүлд 1:500000-ны геологийн зурагт доод карбоны настай Жонштолгой, Холбоотолгой формацуудыг нэгтгэн Жонштолгой формац, дээд карбоны настай Сэрвэн формацыг Бугат-Уул формацаар тус тус зурагласан байдаг (Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф) (Зураг 156).



Зураг 156. Жонштолгой формацын тархалтын бүдүүвч зураг (Дэжидмаа нар, 2008Ф), Хархорины бүсийн байршлын схем зураг (О.Төмөртоого, 2017)

Бид төслийн хүрээнд Архангай аймгийн Хашаат сумын баруун талд зураглагдсан доод карбоны настай Жонштолгой формацыг хамруулсан бөгөөд Өвөрхангай аймгийн Бүрд сумын баруун хойт хэсэгт Сант-Уул орчимд шинээр Жонштолгой формацыг ялган, хурдас хуримтлалын эх үүсвэрийг тодруулан, бий болсон үр дүнгүүдээр энэхүү бүлгийг бичиж байна. Бүсийн зүүн хойд хэсэгт зураглагдаж буй дээд карбоны настай тунамал хурдсыг бид хээрийн ажиглалтаар Хархорины бүсэд хамаарахгүй гэж үзэн, бүсийн зургийг шинэчлэхдээ доод карбоны настай Холбоотолгой, дээд карбоны настай Сэрвэн формацуудыг Асралтхайрхан, харин бүсийн зүүн урд хэсэгт зураглагдсан ангилагдаагүй хурдас (Дэжидмаа нар, 2008Ф; Эрдэнэчимэг нар, 2017Ф), доод карбоны настай Их-Алаг формацыг Улаанбаатарын бүсүүдэд ялгасан болохыг тодотгож байна. Бидний хээрийн ажиглалтаар Их-Алаг формацын хурдас нь маш зузаан конгломератын үе болон хар саарал өнгийн алевролит зонхилсон байх бөгөөд Улаанбаатар террейны доод карбоны хурдастай дүйхээр ажиглагддаг. Учир нь конгломерат нь элсэн чулуугаар барьцалдуулсан 20см хүртэлх гранитын хайрга бүхий хайрга ихтэй, мөлгөржилт болон ялгарал тааруу (Зураг 157е), Хархорины бүсийн хэмжээнд огт тааралддагүй болохыг онцолж байна. Энэ бүх хээрийн ажиглалтаар бид бүсийн хилийг шинэчлэх үндэслэл болсон.

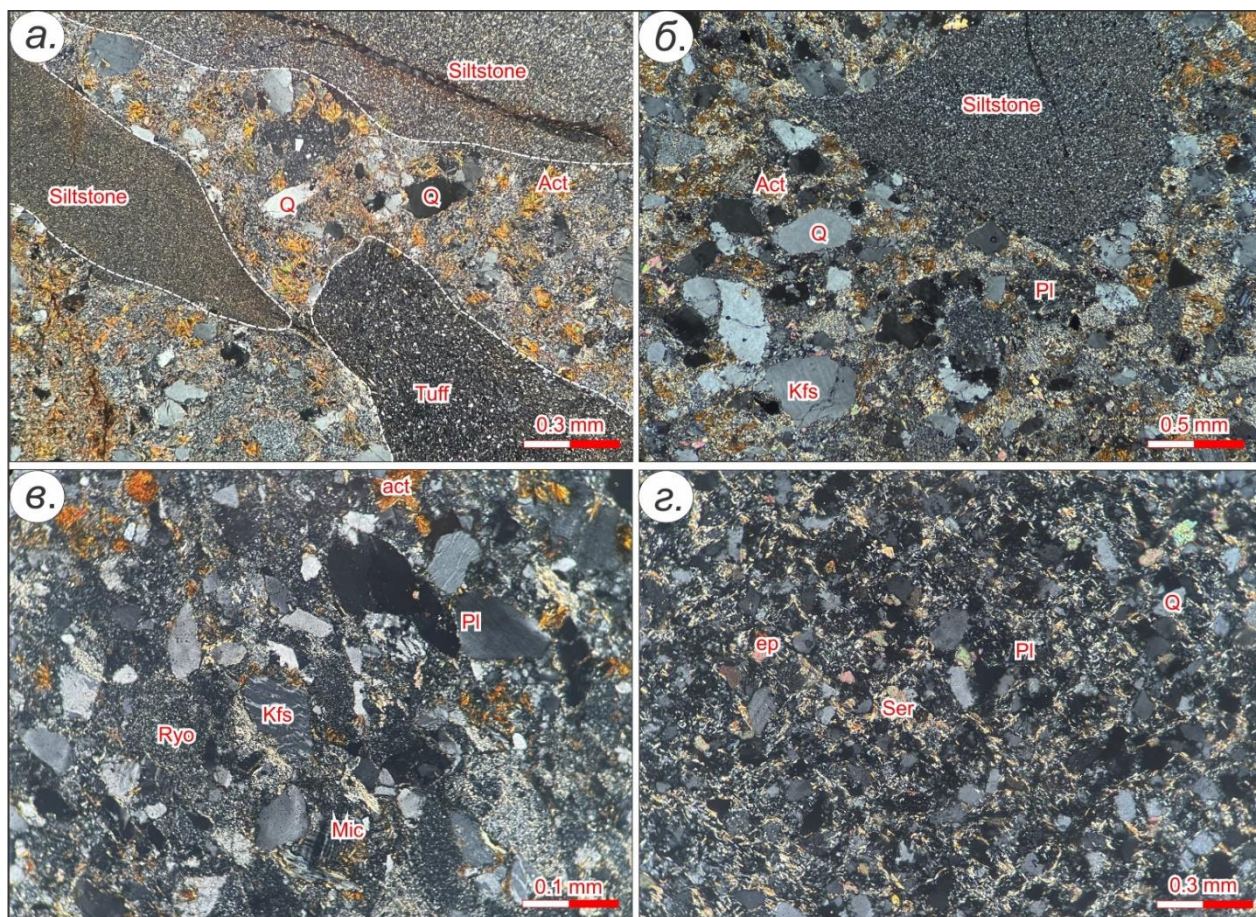
Геологийн тогтоц.

Судалгааны талбайд илрэх доод карбоны настай Жонштолгой формацын литологи нь хөх саарал, ногоон саарал өнгийн дунд-том ширхэгт, бүдүүн хэмхдэст элсэн чулуу, хар саарал өнгийн алевролит, хар саарал алевролит, туф алевролитын хөвөгч хайргатай гравелит, конгломератын үеэс бүрддэг (Зураг 157).



Зураг 157. Жонштолгой формацын гаршийн зураг.
а-б. Элсэнчулуу, в. Алевролит, г. Гравелит, д-е. Конгломерат

Петрографи: Жонштолгой формацын конгломерат нь (Kh-20-412) нь псефит структуртай, цул нягт текстуртай, 2.0-6.0мм хэмжээтэй хайргархаг хэмхдэсүүдээс тогтоно. Чулуулгийн ихэнх хэсгийг туф, алевролит, элсэн чулууны хайргархаг хэмхдэсүүд (50-55%) бүрүүлэх бөгөөд цементлэгч нь кварц, калийн хээрийн жонш, плагиоклаз, амфибол, актинолит зэрэг эрдсүүдээс тогтох жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулуу (45-50%) байх ба 0.2 мм хэмжээтэй кварцын судлаар хэрчигдэнэ (Зураг 158а). Гравелит (Kh-20-390) нь 1.0-4.0мм хэмжээтэй, псефит структуртай, цул нягт текстуртай байна. Чулуулагт алевролитын 1.0-4.0мм хэмжээтэй алевролитын хэмхдэсүүд (30-35%), кварц, калийн хээрийн жонш, плагиоклаз, актинолит, серицит, хлорит, карбонатын найрлагатай элсэн чулуугаар цементлэгдэнэ. Чулуулгийн зарим хэсэгт эрдсүүдийн засвар хоорондын зайг серицитын жижиг хайрсууд эмх замбараагүй байрлана. Карбонатууд нь чулуулагт нилээдгүй тааралдах бөгөөд чулуулаг кварцын микросудлуудаар хэрчигдэж тэдгээр нь зах хэсэгтээ төмрийн усан ислээр нэвчигджээ. Акцессор эрдсээс сфен, циркон, хүдрийн эрдэс тэмдэглэгдэнэ (Зураг 158б).

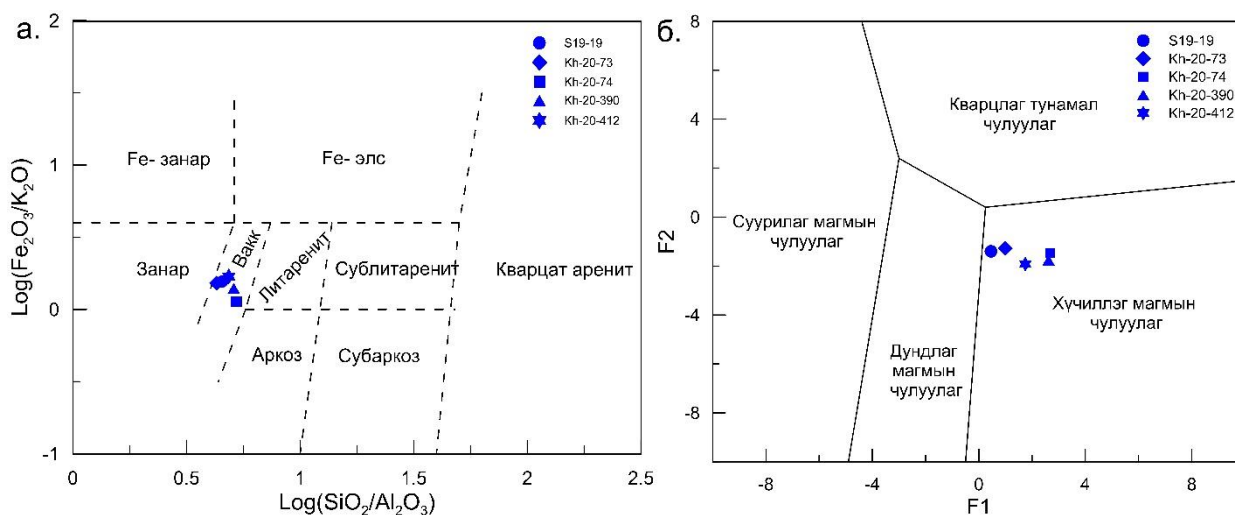


Зураг 158. Жонштолгой формацын тунамал чулуулгийн шлифийн зураг.

а. Конгломерат (Kh-20-412), б. Гравелит (Kh-20-390),
в. Элсэн чулуу (Kh-20-73), г. Элсэн чулуу (S19-19)

Элсэн чулуу нь псаммитлаг структуртай, цул нягт текстуртай, жижиг ширхэгт (0.10-0.20мм), хэмхдэс байдлаар кварц (25-30%), плагиоклаз (10-15%), калийн хээрийн жонш (5%), эпидот, микрокварцит, риолит, занарын хэмхдэс цөөн тоогоор тааралдах бөгөөд серицит-хлорит-карбонат-шаварлаг эрдсээр (50-55%) цементлэгдсэн байна. Эрдсийн хэмхдэсүүд нь дунд зэргийн мөлгөржилттэй, кварц нь изометрлэг хэлбэртэй, калийн хээрийн жоншны хэмхдэсүүдэд микроклины торлог, пертит ургалтууд ажиглагдана (Зураг 158в). Аксессуар эрдсээс циркон, сфен, циркон тааралдана (Зураг 158 в-г).

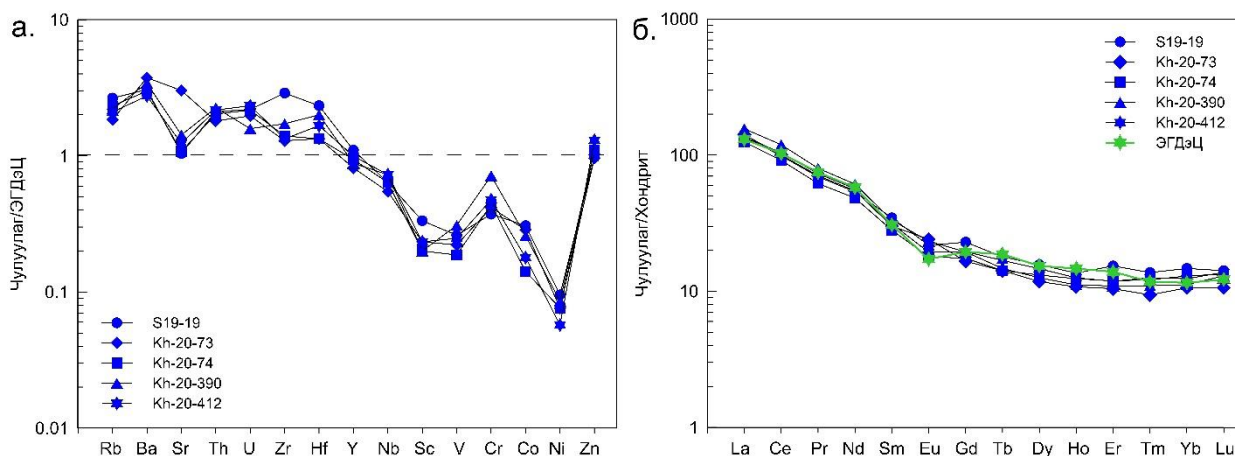
Геохими: Жонштолгой формацын тунамал чулуулгийн SiO_2 агуулга 66.4-78.1% (дундаж 70.6%), Al_2O_3 13.61-15.48%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ харьцаа 0.61-0.91 байна. Херрон (1988)-ны ангиллын диаграммд уг формацын чулуулгууд граувакк найрлагатай байна (Зураг 159а). Уг чулуулгийн тэжээгдлийн эх үүсвэрийг хүчиллэг магмын чулуулаг болохыг $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (24.3-29.8), $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (4.29-5.24) харьцаа болон гол ислүүдийн агуулгаар тооцоолон байгуулдаг дискриминацийн диаграмм харуулна (Зураг 159б).



Зураг 159. а. Тунамал чулуулгийн ангиллын диаграмм (Herron, 1988)

б. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэр тодорхойлох дискриминацийн диаграмм (Roser & Korsch, 1988)
 $F1 = 30.638 \cdot TiO_2/Al_2O_3 - 12.541 \cdot Fe_2O_{3(total)}/Al_2O_3 + 7.329 \cdot MgO/Al_2O_3 + 12.031 \cdot Na_2O/Al_2O_3 + 35.402 \cdot K_2O/Al_2O_3 - 6.382$;
 $F2 = 56.5 \cdot TiO_2/Al_2O_3 - 10.879 \cdot Fe_2O_{3(total)}/Al_2O_3 + 30.875 \cdot MgO/Al_2O_3 - 5.404 \cdot Na_2O/Al_2O_3 + 11.112 \cdot K_2O/Al_2O_3 - 3.89$

Жонштолгой формацын тунамал чулуулгууд нь ЭГДэЦ-ын дундаж утгад нормчилсон олон элементийн спайдер диаграммд ерөнхийдөө ижил трендийг үзүүлдэг (Зураг 160а) хэдий ч Kh-20-73 дээж Sr агуулга (785 г/тн)-аар бага зэрэг баяжсан нь чулуулагт агуулагдах калийн хээрийн жоншны агуулгатай холбоотой. Харин S19-19 дээжинд Zr агуулга их (289 г/тн) байгаа нь чулуулагт кварцын агуулга зонхилдог болохыг илтгэнэ. ГХЭ-ийн муруйд уг формацын тунамал чулуулгууд нь ЭГДэЦ-ын чулуулагтай ижил ХөгХЭ-ээр баяжиж, ХүГХЭ-ийн жигд агуулгатай, Eu-ийн сул сөрөг аномаль үзүүлнэ (Зураг 160б).

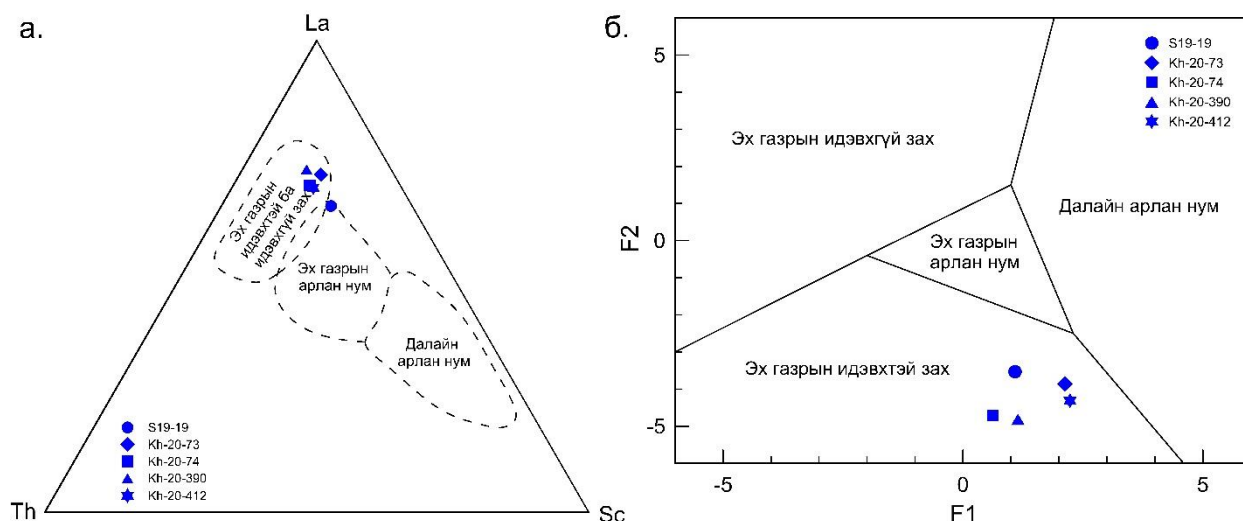


Зураг 160. а.Эх газрын дээд царцдаст нормчилсон сарнимал элементийн спайдер диаграмм (Taylor & McLennan, 1985), б.С1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн муруй (Sun & McDonough, 1989)

Тунамал чулуулгийн SiO_2/Al_2O_3 -ийн харьцаагаар тухайн чулуулгийн найрлага, өгөршил, зөөгдөл, дахин хуримтлалын процессыг тайлбарлах

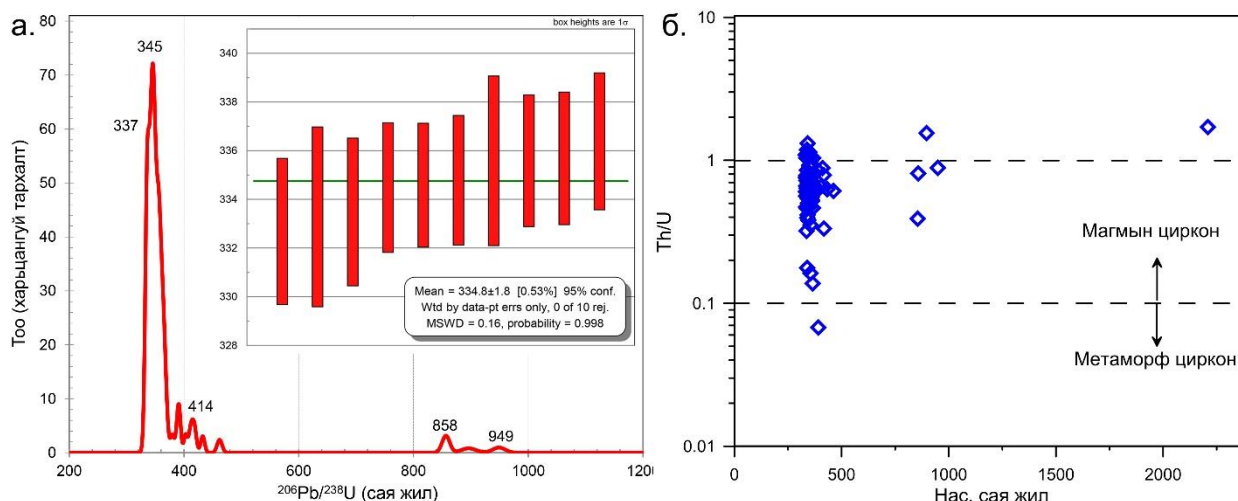
боломжтой. Энэ харьцаа ихсэхэд чулуулагт хээрийн жонш, пироксен, амфибол, чулуулгийн хэмхдэсийн агуулга багасч, кварцын агуулга нэмэгддэг (Roser et al., 1996). Уг харьцаа 5-аас бага байвал дахин хуримтлалд ороогүй, эх үүсвэр ойр байгааг илэрхийлдэг. Судалгаанд хамрагдсан тунамал чулуулгийн $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ харьцаа 4.29-5.24 хооронд хэлбэлзэх ба энэ нь хүчиллэг чулуулгаас эх үүсвэртэй, өгөршилд бага орсон, хол биш зайд зөөгдөж хуримтлагдсныг илэрхийлнэ. Энэ нь Жонштолгой формацын тунамал чулуулгийн CIA (50.8-61.2), PIA (51.0-64.3), CIW (55.5-68.7), ICV (0.83-1.07) зэрэг химийн өгөршлийн индексүүдийн утгаар давхар батлагддаг.

Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлохоор чулуулгийн гол ислийн болон ховор элементийн агуулгыг ашиглан диаграмм байгуулан үзэхэд судалгаанд хамрагдсан чулуулгууд эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн чулуулгаас хуримтлагдсан болохыг тодрууллаа (Зураг 161).



Зураг 161. Тунамал чулуулгийн тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Bhatia & Crook, 1986, Bhatia, 1983)

Геохронологи: Бид Сант-Уулын доод хэсэгт илрэх Жонштолгой формацын хар алевролитын хөвөгч хайрга агуулсан конгломератын зузаалгаас Kh-20-412 (N47°07'05.5"; E103°42'44.3") дээжийг U-Pb-ны аргаар геохронологийн шинжилгээнд хамруулсан. Уг дээжээс ялгасан 105 зөөгдмөл цирконы мөхлөгт хэмжилт хийснээс 87 мөхлөгт 90%-аас дээш өндөр нарийвчлалтай итгэлцүүр бүхий $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ насны конкорд өгөгдлүүд байв. Зөөгдмөл цирконы мөхлөгүүдэд агуулагдах Th/U-ны харьцаагаар цирконы гарал үүслийг тодорхойлдог ба Th/U харьцаа 0.1-ээс бага бол метаморф, 0.1-ээс их бол магмын гаралтай болохыг илтгэдэг (Hoskin & Schaltegger, 2003). Хэмжилт хийгдсэн цирконы мөхлөгүүдэд Th-ийн агуулга 27-982ppm, U-ы агуулга 39-1284 ppm, Th/U харьцаа 0.28-2.54 хооронд хэлбэлзэнэ (Зураг 162б).



Зураг 162. а. Kh-20-412 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны насны тархалтын гистограмм болон хамгийн залуу популяцийн үнэмлэхүй насны дундаж утга, б. Зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны нас болон Th/U-ны харьцааны диаграмм

Жонштолгой формацын хөвөгч хайргатай конгломератын Kh-20-412 дээжээс ялгасан цирконуудын нас 949 ± 11 с.ж-ээс 333 ± 3 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэж, 357–333 с.ж-ийн хооронд буюу доод карбоны настай циркон 66.7%, 433-358 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх силур-девоны настай циркон 27.6%, 462 с.ж буюу ордовикийн настай циркон 1.1%, 949-855 с.ж-ийн неопротерозойн настай циркон 4.6% эзлэн ялгагдана (Зураг 162a). Эдгээрээс тус дээжийн 333-344 с.ж-ийн хооронд хэлбэлзэх хамгийн залуу 30 цирконы популяцийн дундаж $^{206}\text{U}/^{238}\text{Pb}$ нас нь 334.5 ± 1.8 с.ж байгаа нь хурдас хуримтлал доод карбоны цаг үеэс эхлэн хуримтлагдсныг илэрхийлнэ.

БҮЛЭГ 4. ХАНГАЙН ДҮҮРГИЙН ДАВХАРГАЗҮЙН ХАРЬЦУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА

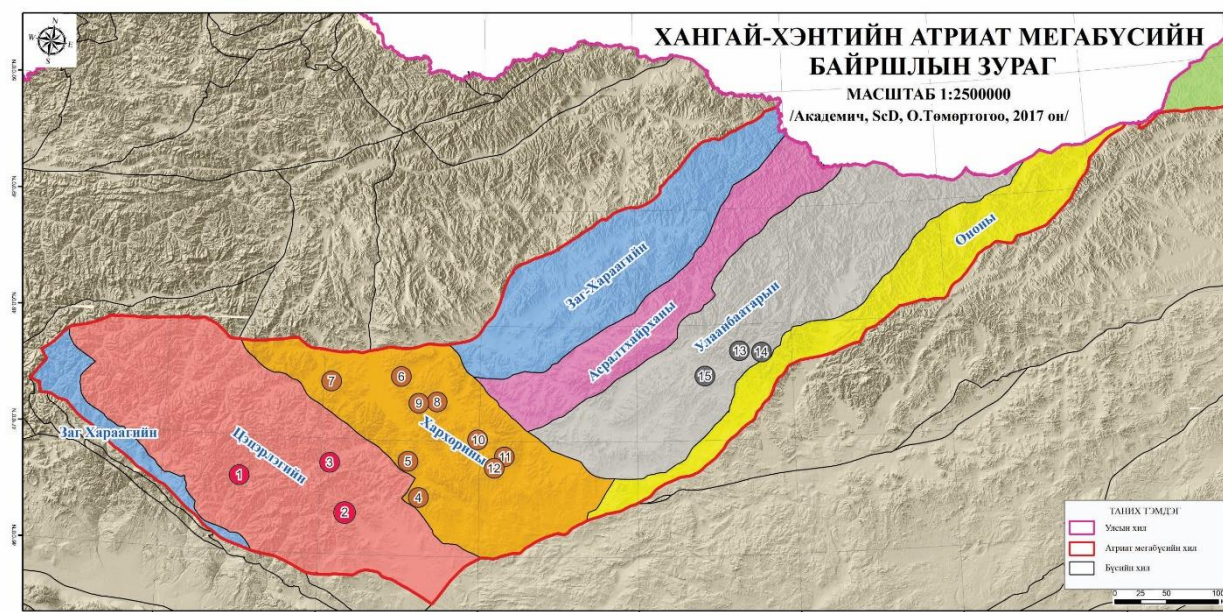
Төслийн даалгавар 2. Хархорины бүсийн стратиграфийн нэгжүүдийг литологийн, палеонтологийн, зөөгдмөл цирконы геохронологи, терриген зузаалгийн тэжээгдлийн эх үүсвэрүүдийг палеозойн цахиурлаг-вулканоген-тунамал бүрдэл нь сайн судлагдсан Цэцэрлэг террейний болон Улаанбаатар террейний формацуудтай харьцуулан судлах юм.

Төслийн даалгаврын дагуу Хархорины бүсийн хэмжээнд дунд-хожуу палеозойн цахиурлаг-вулканоген-тунамал бүрдэлд Хүрэнтолгой формац хамаарагдаж байгаа бөгөөд дээрх харьцуулах судалгааг радиоляр агуулсан яшма (1), базальтын геохими, геодинамик орчин (2), тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэр, геохронологийн (3) дарааллаар хийн, нэгдсэн нэг системээр тайлбарлагдана.

1. Цахиурлаг чулуулаг буюу яшмын судалгаа

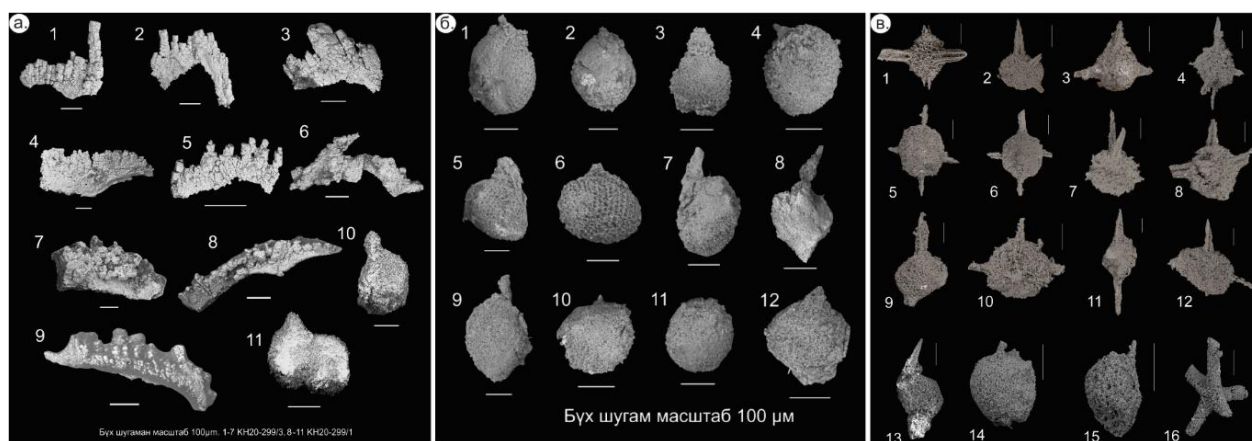
Монгол оронд Хангай-Хэнтийн бүсийн цахиурлаг хурдаснаас анх радиоляр олдсон байдаг. Төрөл бүрийн масштабын геологийн зураглалын ажлуудаар 1976 онд Д.Чулууны девоны хурдаснаас илрүүлсэн радиоляр, 1986 онд С.Гүрцоо нар бүлэгчилсэн 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлаар Хангайн нуруунд тархалттай Эрдэнэцогт формацын яшмын үеэс олдсон девоны настай радиоляр, 1988 онд Д.Баадай, 2004 онд Б.Доржсүрэн нарын Мандалын серийн хурдсын яшма-кварцитын үенд агуулагдаж буй радиолярын судалгааны ажлууд хийгдсэн байдаг. 1997 онд Н.Ичинноров Японы судлаачидтай хамтран Эрдэнэцогт формацын яшмын үенд илэрсэн девоны настай конодонтын судалгааг хийн, анх удаа өөрсдөө судлах боломжийг нээснээс хойш 2009 онд Курихара нар ШУТИС-ийн багш нарын хамт Сэргэлэн, Горхи формацуудын хэмжээнд силур, девоны настай радиоляр, 2017 оноос ШУА-ийн Палеонтологи, геологийн хүрээлэнгийн судлаачид далайн плитийн стратиграфийн судалгаа хийж эхлүүлсэнтэй холбоотой Цэцэрлэг, Улаанбаатар террейнүүдийн яшма, цахиурлаг алевролитоос микропалеонтологийн судалгаа хийгдсэнээр Хангай-Хэнтийн девон-карбоны настай хурдас, чулуулагт радиоляр, конодонт агуулсан цахиурлаг чулуулаг өргөн тархалттай болох нь тогтоогдсон юм. 2019 оноос Хархорины бүсийн хэмжээнд судалгааг өргөжүүлэн, хээрийн болон суурин судалгааны ажлын туршилт, туршлагын үндсэн дээр радиолярын гарын авлагыг бий болгосон. Ийнхүү бид төслийн талбайгаас цахиурлаг чулуулаг буюу яшмын харьцуулах судалгаанд Дэл-Уул, Хашаат, Дэлийн-Улаан, Хясаатхүрэн, Ихэртолгой, Сант-Уулын 5 талбайг сонгон авч, Цэцэрлэгийн бүсийн Эрдэнэцогт формацын Цоройдог-Уул, Шархөтөл, Уянга; Улаанбаатарын бүсийн Хоолт, Уубулангийн талбайн судалгааны үр дүнгүүдийг харьцуулж байна.

Хангайн дүүрэг нь тектоникийн мужлалын дагуу Цэцэрлэг, Хархорины бүсийг, Хэнтийн дүүрэг Улаанбаатарын бүсийг тус тус хамарна (Зураг 163).



Зураг 163. Судалгааны талбайн байршил (Талбайн дугаарыг Зураг 173 үзнэ үү)

Микропалеонтологийн судалгааны ажлаар Хархорины бүсийн хэмжээнд Ихэр-Уул, Дэл-Уул, Дэлийн-Улаан, Сант-Уул, Хясаатхүрэн-Уулын 5 талбайн 10 гаруй дээжээс 6 төрөл, 9 зүйлийн конодонт, радиолярууд илрүүлэн тодорхойллоо (Хүснэгт 3, Зураг 164).



Зураг 164. Хархорины бүсээс илэрсэн конодонт, радиолярууд.

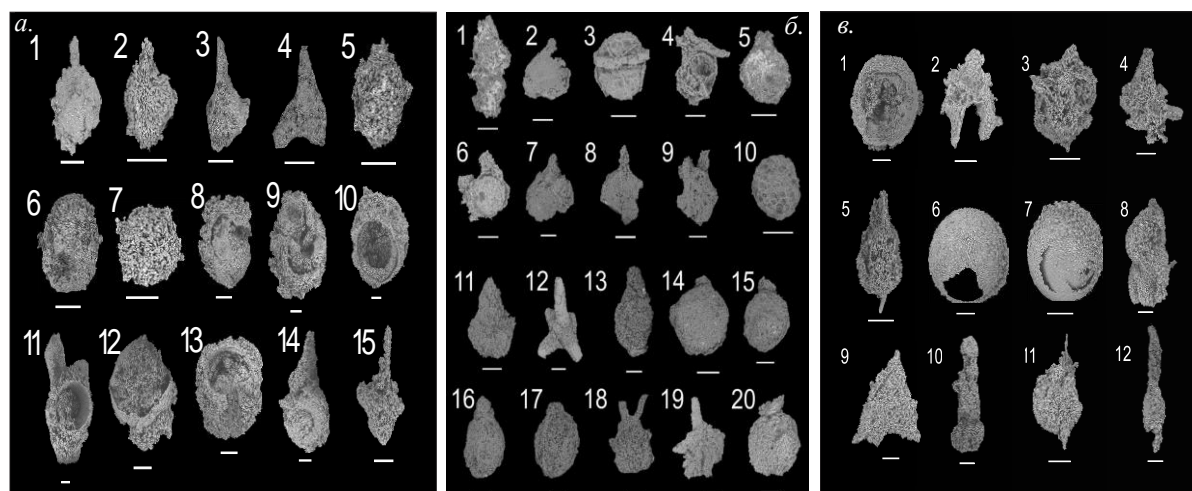
а. **Ихэр-Уул талбай** (1-Ozarkodina roopaensis, Viira 1994; 2-Ozarkodina polinclinata polinclinata, Nicoll and Rexroad 1968; 3-Ozarkodina anika, Viira and Einasto 2003; 4-7-Ozarkodina sp., Branson and Mehl 1933; 8, 9-Palmatolepis sp., Müller 1956; 10, 11-Trilonche sp., Hinde 1899); б. **Хясаатхүрэн-Уул орчим** (1-4-Pseudospongoprunum ? sp., Noble 1994; 5-6-Trilonche parapalimbola Wang et al., 2003; 7-9-Trilonche euthlasta, Hinde 1899; 10-12-Trilonche sp., Hinde 1899); в. **Их болон Бага Дэл-Уулын талбай** (1-2-Trilonche parapalimbola n. sp. Wang D2; 3-Triaenosphaera sicarius Deflandre; 4-10-stigmosphaerostylus pusilla D2; 11-Stigmosphaerostylus sp; 12-Trilonche sp. aff Trilonche elegans (Hinde); 13-15-Trilonche sp; 16-Hexactinellid ?). Бүх шугаман масштаб 100 µм.

Хүснэгт 3. Хархорины бүсийн палеозойн яшмын радиолярын стратиграфийн тархалт

Систем	Судалгааны талбай	Дээжийн дугаар	Силур		Девон		
			S ₃	S ₄	D ₁	D ₂	D ₃
<i>Ozarkodina roopaensis</i> , Viira, 1994 <i>Ozarkodina polinclinata polinclinata</i> , Nicoll & Rexroad, 1968 <i>Ozarkodina anika</i> , Viira & Einasto, 2003 <i>Ozarkodina</i> sp., Branson & Mehl, 1933 <i>Palmatolepis</i> sp., Muller, 1956 <i>Trilonche</i> sp., Hinde, 1899	Ихэр уул	КН-20-299/3	■				
КН-20-299/1					■	■	
<i>Pseudospongoprimum</i> ? sp., Noble 1994 <i>Trilonche parapalimbola</i> , Wang, 2003 <i>Trilonche euthlasta</i> , Hinde, 1899 <i>Trilonche</i> sp., Hinde, 1899	Хясаатхүрэн уул	КН-20-342	■				
						■	■
<i>Trilonche parapalimbola</i> Wang, 2003 <i>Trienosphaera sicarius</i> Deflandre, 1973 <i>Stigmosphaerostylus pusilla</i> Hinde, 1899 <i>Stigmosphaerostylus</i> sp., Rust, 1892 <i>Trilonche elegans</i> Hinde, 1899 <i>Trilonche</i> sp., Hinde, 1899 <i>Hexactinellid</i> ? Muller, 1998	Дэл-Уул	КН-19-31/2					
		SS-19-01				■	■
<i>Ozarkodina</i> sp., Branson & Mehl, 1933	Хашаат	Kh-20-54	■	■			
<i>Oriundogutta</i> (?) <i>varispina</i> <i>Futobari solidus</i>	Дэлийн Улаан	Kh-20-226/2	■	■			
		Kh-20-226/4	■	■			
<i>Entactiniidae</i> (Riedel, 1967)	Сэргэн-Овоо	Kh-20-376/5	■	■			

Тайлбар: Ногоон өнгөөр силур, силур-девоны цаг хугацааны тархалт, бор шаргал өнгөөр девоны цаг хугацааны тархалтыг харуулав.

Хархорины бүсийн баруун хэсэгт Ихэр-Уулын талбайн улаан хүрэн яшмаас дээд девоны настай радиоляр болон дээд силурын настай конодонтын үлдвэрүүд, зүүн урагш Хясаатхүрэн-Уулын улаан хүрэн яшмын радиолярын үлдэгдлүүд дээд силур, девоны галавыг тодорхойлж байгаа бол бүсийн хойд хэсэгт Дэл-Уулын зүсэлтүүдээс илэрсэн радиолярын үлдэгдлүүд дунд девоны насыг зааж байгаа нь радиолярын насны өргөн интервал илрэх боломжтой болохыг харуулж байна.



Зураг 165. Цэцэрлэгийн бүсээс илэрсэн радиолярууд.

а. Цоройдог уул талбай (1,2-*Trilonche* sp., Hinde, 1899; 3,4-*Belowea* sp., (?) Won, 1983; 5,6,7-*Astroentactinia* sp., Nazarov, 1975; 8,9,10,12,13- *Inanihella* sp., Nazarov, 1988; 11,14,15- *Inaniguttidae*

sp., [Nazarov and Ormiston, 1984](#)); б. **Уянга талбай** (1-Popofskyellum sp., [Cheng, 1986](#); 2 5 7 8 11 13-17, 20-Trilonche sp., [Hinde \(D₂₋₃\) 1899](#), 3-Polyentactinia sp., [Foreman, 1963](#); 4-Entactinosphaera sp., [Hinde 1899](#), 6-Trilonche elegans, [Hinde, 1899](#); 9-Triaenosphaera sp., [Deflandre 1973](#); 10-Poleyntactinia sp., [Foreman \(D₂₋₃\), 1963](#); 12-Hexactine sp., [Muller, 1998](#); 18-Spheriodal radiolarian? (S₃-D); 19-Stigmosphaerostylus sp., [Rust, 1892](#)); в. **Шар хөтөл** (1,6,7-Spongentactinia sp., [Nazarov, 1975](#); 2-Palaeoscenidium sp., [Deflandre, 1953](#), 3 4-Polyentactinia sp., [Foreman, 1963](#), 5- Pseudospongoprimum sp., [Furutani, 1990](#); 8-Pseudoalbaillella sp., [Jones, 1980](#); 9-Tetratormentum sp., [Nazarov and Ormiston, 1985](#); 10,12-Albaillella sp., [Deflandre, 1952](#); 11-Astroentactinia sp., [Nazarov, 1975](#)). Бүх шугаман масштаб 100 μm.

Цэцэрлэгийн бүсийн хэмжээнд Шархөтөл, Уянга, Цоройдог-Уул талбайнуудад тархалттай яшма, цахиурлаг алевролитуудаас дээжилсэн 50 гаруй дээжээс 8 төрөл, 10 зүйлийн радиоляруудыг илрүүлэн, тодорхойлолт хийснийг нэгтгэлээ ([Хүснэгт 4, Зураг 165](#)).

Цэцэрлэгийн бүсийн хэмжээнд Цоройдог дүүргийн радиолярын судалгааны үр дүнгээс харахад цайвар саарал яшма, базальт, кварцитын үе нь дунд силурээс доод девоны настай илэрч байгаа нь насны доод хязгаарыг, улаан хүрэн өнгийн яшма, цахиурлаг алевролитоос илэрсэн радиолярууд харьцангуй залуу насыг тус тус зааж байна. Иймээс насыг базальт яшмын үе агуулсан дунд силурээс дунд девоны настай далайн плитийн литостратиграфийн нэгж болох нь тогтоогдоно ([Зураг 165а, Хүснэгт 4](#)).

Хүснэгт 4. Цэцэрлэгийн бүсийн палеозойн яшмын радиолярын стратиграфийн тархалт

Систем	Судалгааны талбай	Дээжийн дугаар	Силур			Девон			Карбон
			S ₂	S ₃	S ₄	D ₁	D ₂	D ₃	
<i>Inanihella</i> sp., Nazarov, 1988 <i>Inaniguttidae</i> sp., Nazarov & Ormiston, 1984 <i>Trilonche</i> sp., Hinde, 1899 <i>Belowea</i> sp., (?) Won, 1983 <i>Astroentactinia</i> sp., Nazarov, 1975	Цоройдог уул	HH17-98/1	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-96, HH17-98/2	●—————●			●—————●			●—————●
		HH16-160	●—————●			●—————●			●—————●
		HH16-172	●—————●			●—————●			●—————●
<i>Hexactine</i> sp., Muller, 1998 <i>Spheriodal radiolarian?</i> (S ₃ -D) <i>Trilonche elegans</i> , Hinde, 1899 <i>Stigmosphaerostylus</i> sp., Rust, 1892 <i>Trilonche</i> sp., Hinde (D₂₋₃), 1899 <i>Popofskyellum</i> sp., Cheng, 1986 <i>Polyentactinia</i> sp., Foreman, 1963 <i>Entactinosphaera</i> sp., Hinde, 1899 <i>Triaenosphaera</i> sp., Deflanfre, 1973	Уянга	HH17-41	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-42	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-44	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-46	●—————●			●—————●			●—————●
<i>Spongentactinia</i> sp., Nazarov, 1975 <i>Palaeoscenidium</i> sp., Deflandre, 1953 <i>Polyentactinia</i> sp., Foreman, 1963 <i>Pseudospongoprimum</i> sp., Furutani, 1990 <i>Pseudoalbaillella</i> sp., Jones, 1980 <i>Tetratormentum</i> sp., Nazarov & Ormiston, 1985 <i>Astroentactinia</i> sp., Nazarov, 1975 <i>Albaillella</i> sp., Deflande, 1952	Шар хөтөл	HH17-41	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-42	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-44	●—————●			●—————●			●—————●
		HH17-46	●—————●			●—————●			●—————●

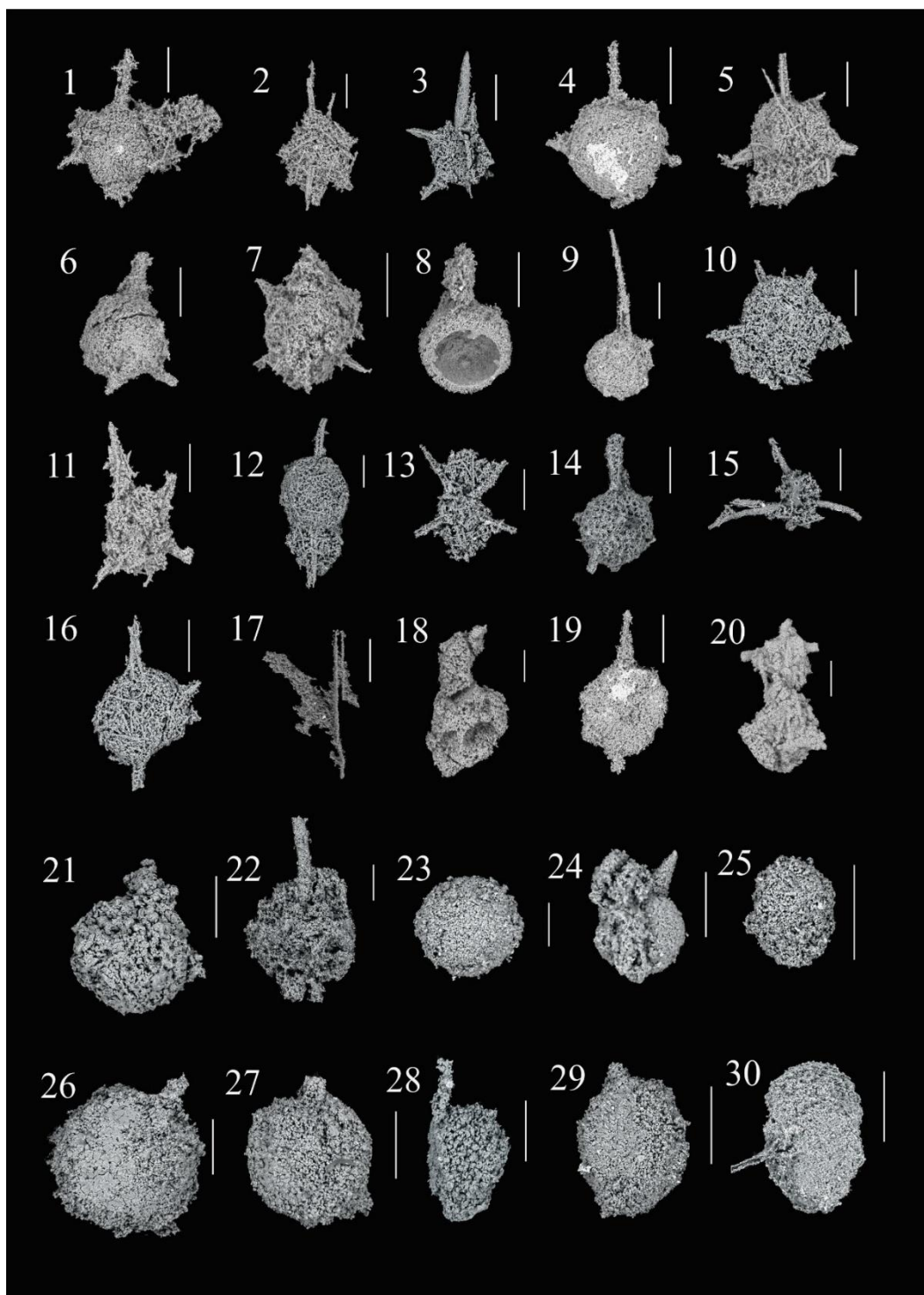
Харин Уянга дүүргийн яшмын дээжүүдэд девоноос карбоны цаг хугацаанд тархалттай радиолярууд илэрч байгаа боловч радиолярын босоо тархалт дунд-дээд девонд бүгд давхцаж (Зураг 165б, Хүснэгт 4) байгаа учир радиоляр бүхий яшмын үеүдийг дунд-дээд девонд хамаарууллаа. Шархөтөл талбайн хөх саарал өнгийн болон бор саарал өнгийн цахиурлаг алевролитын радиоляруудын насны давхцлаас хамаарч насыг дээд девон-доод карбон гэж үзжээ (Оюунчимэг нар, 2018) (Зураг 165в, Хүснэгт 4).

Улаанбаатарын бүсийн хэмжээнд Хоолт, Уубулангийн талбайнуудад тархалттай улаан хүрэн, бор хүрэн яшмаас 8 дээжлэлт хийн 7 төрөл 5 зүйлийн нийт 30 радиоляр илрүүлэн, тодорхойлолт хийснийг нэгтгэлээ (Хүснэгт 5, Зураг 166)

Бид Хоолтындаваа, Уубулан дүүргийн хэмжээнд судалгаа хийн Уубулан дүүргийн ВВ16-193, ВВ16-192а дээжүүд нь дунд девоны настай, харин ВВ16-192b дээж доод силурын настай радиолярын багц үетэй дүйж байгаа юм. Үүнээс гадна Хоолтын даваа дүүргээс дээд силур-доод девоны тархалттай төрлийн хэмжээнд тодорхойлогдсон *Holoeciscus sp.*, (?) *Forman*, *Tlecerina sp.*, *Furutani*, *Zadrapolus sp.*, (?) *Furutani* радиоляруудыг шинээр тодорхойллоо (дээж ВВ16-325, ВВ15-01-04, ВВ15-08).

Хүснэгт 5. Улаанбаатарын бүсийн палеозойн яшмын радиолярын стратиграфийн тархалт

Систем	Судалгааны талбай	Дээжийн дугаар	Силур		Девон		
			S ₃	S ₄	D ₁	D ₂	D ₃
Сери							
<i>Trilonche parapalimbola</i> Wang & Aitchison <i>Trilonche sp.</i> , Foreman <i>Stigmospaerostylus sp.</i> , Aitchison <i>Trilonche elegans</i> Hinde <i>Haplentactinia sp.</i> , (?) Foreman	Уубулан	ВВ-16-193				●	●
<i>Trilonche sp.</i> , Foreman <i>Entactinosphaera palimbola</i> Foreman <i>Trilonche minax</i> Hinde		ВВ-16-192а				●	●
<i>Zadrapolus yoshikeiensis</i> Furutani		ВВ-16-192b		●	●		
<i>Tlecerina sp.</i> , Furutani <i>Zadrapolus sp.</i> , (?) Furutani	Хоолтын даваа	ВВ-15-04	●	●			
<i>Tlecerina sp.</i> , Furutani		ВВ-15-01	●	●			
<i>Zadrapolus sp.</i> , (?) Furutani		ВВ-15-08		●	●		
<i>Holoeciscus sp.</i> , (?) Foreman <i>Trilonche sp.</i> , Foreman		ВВ-16-325			●	●	●



Зураг 166. Хоолтындаваа ба Уубулангийн дүүргээс илрүүлсэн радиоляриудын SEM зураг.
1,2,7,10-Trilonche parapalimbola Wang and Aitchison, 3,11,17,18, 21 22-Trilonche sp., Forman.,
4,5,6,14,16-Stigmospaerostylus sp., Aitchison., 8-Trilonche elegance Hinde., 9-Entactinosphaera
palimbola(?) Forman., 12-Trilonche minax Hinde., 13,15-Haplentactinia sp.,(?) Forman.,
19-Zadrapolus yoshikeiensis Furutani., 20-Holoeciscus sp.,(?) Forman., 23-27-Zadrapolus sp., (?)
Furutani., 28-30- Tlecerina sp., Fututani. Масштаб 100 μ m.

Судалгааны үр дүнгээс харахад Улаанбаатар террейнд тархсан улаан хүрэн, бор хүрэн өнгийн яшмын үеүд нь дээд силур-дээд девонд тархалттай радиолярын үлдэгдэлүүдийг агуулж байна (Зураг 166, Хүснэгт 5). Эндээс дунд-дээд девоны настай радиоляр илэрдэг улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшмыг Горхи (D_{2-3gr}) формацад, харин дээд силур-доод девоны радиолярын үлдэгдэл агуулдаг бор хүрэн, цайвар саарал өнгийн яшма, яшма-кварцитыг ногоон өнгийн базальтын үетэй хамт Сэргэлэн (S₄-D_{1sr}) формацад тус тус хамааруулсан (Оюунчимэг нар, 2018).

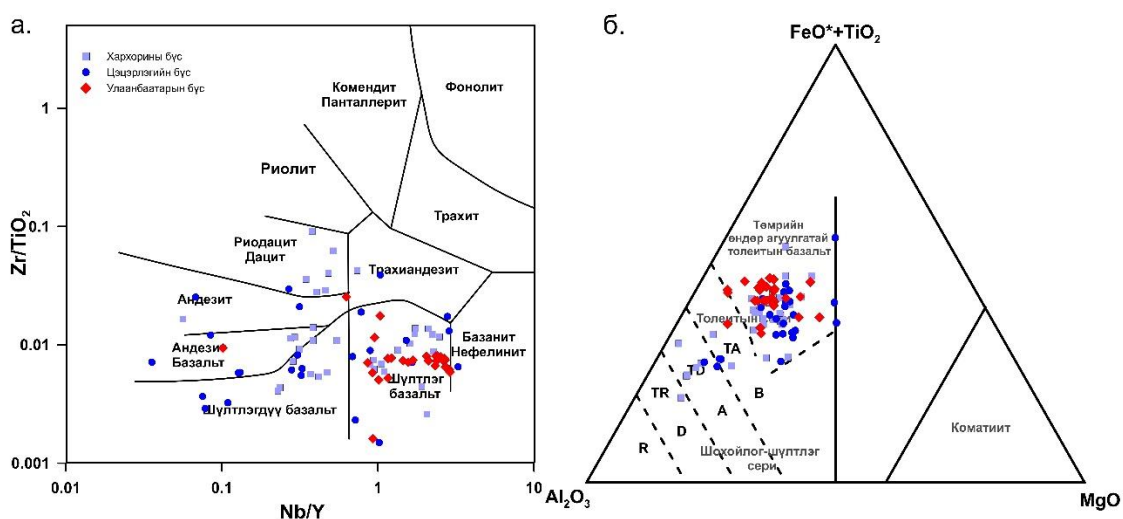
Эдгээр девоны радиолярын үлдэгдлүүд нь өмнөд Хятад, Уралын нуруу, Япон, Авсрали, Тайланд зэрэг дэлхийн хэмжээнд өргөн тархалттайгаас гадна Монголын хэмжээнд 3 бүсийн хэмжээнд улаан хүрэн яшмын үеүдээс илрүүлэв.

Энэхүү бүсүүдийн яшмын судалгаа нь ШУА-ийн грант төслийн хүрээнд тайлан болон гарын авлагад тусгалаа олсон байдаг (Оюунчимэг нар, 2022; Шарав нар, 2022).

2. Базальтын судалгаа

Энэ бүлэгт Цэцэрлэгийн бүсийн Цоройдог-Уул, Шархөтөл дүүргийн вулканитууд (Оюунчимэг нар, 2018; Dagva-Ochir et al, 2020), Улаанбаатарын бүсийн Их-Оорцог (Оюунчимэг нар, 2019), Уубулангийн (Bayart et al, 2022) вулканитуудын үр дүнг Хархорины бүсийн Хүрэнтолгой формацын вулканоген чулуулгуудтай харьцуулсан судалгааг оруулж байна.

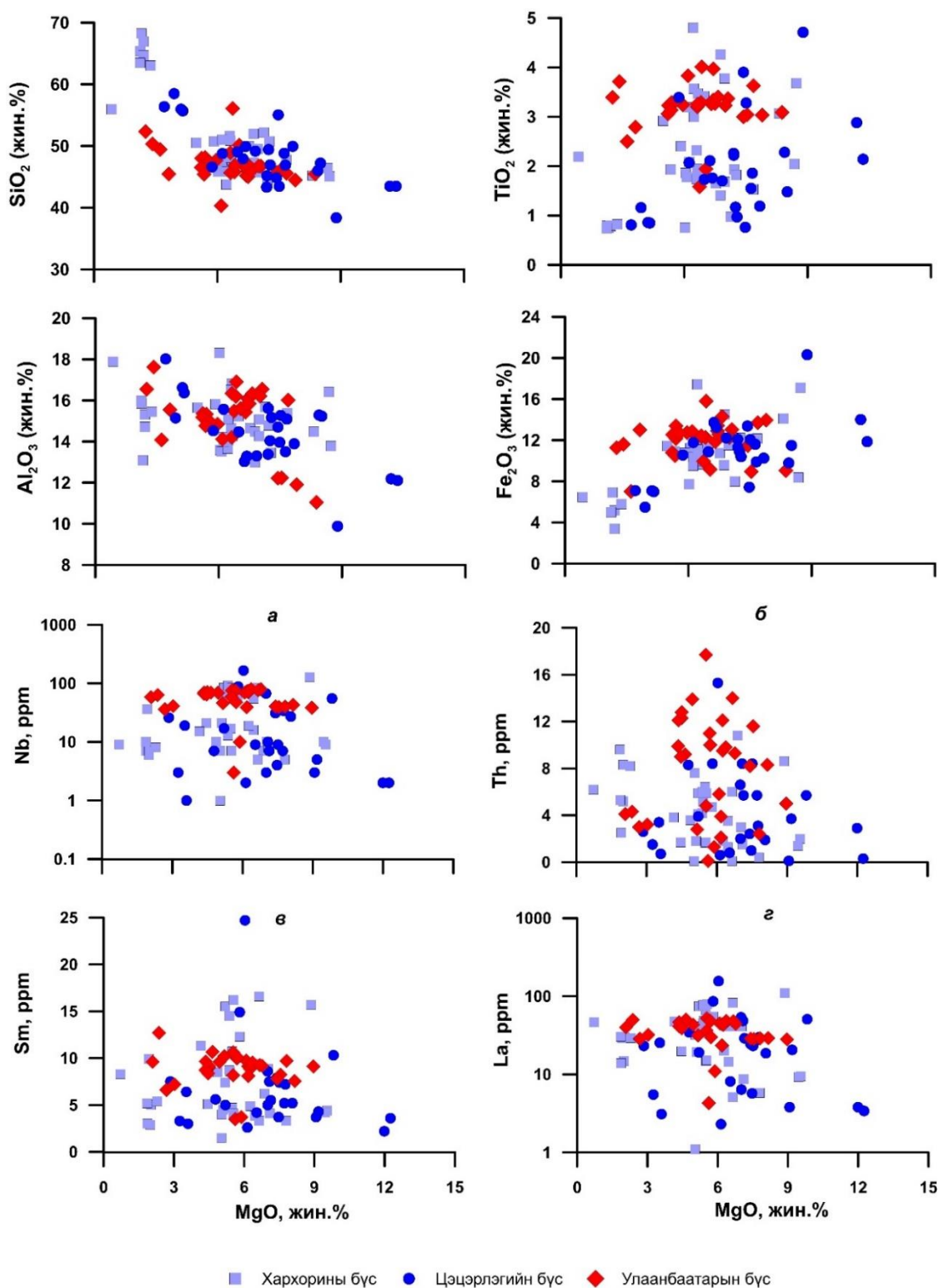
Петрохимийн онцлогууд: Палеозойн аккрецын комплексыг бүрдүүлэгч вулканитууд нь маш их хувирсан байдаг тул вулканоген чулуулаг нь хоёрдогч хувиралд тогтвортой элементүүд болох Nb/Y-SiO₂ харьцуулсан диаграмм дээр Улаанбаатарын дээжүүд шүлтлэг базальт, Цэцэрлэгийн бүсийн вулканитууд нь шүлтлэг, шүлтлэгдүү найрлагатай байхад Хархорины бүсийн вулканитууд нь харьцангуй өргөн талбайд шүлтлэгээс шүлдэгдүү базальтын талбайд, дайкууд нь дундлаг вулканитын талбайг эзлэн ялгарч байна (Зураг 167a).



Зураг 167. а- $Nb/Y-Zr/TiO_2$ диаграмм (Winchester and Floyd, 1977);
 б- $Al_2O_3-FeO^*+TiO_2-MgO$ диаграмм (Jensen, 1976)

Харин $Al_2O_3-FeO^*+TiO_2-MgO$ бүхий гурвалжин диаграмм дээр ерөнхийдөө 3 бүсийн вулканитууд толейтын базальт болох нь харагдаж байна (Зураг 167б).

Чулуулаг бүрдүүлэгч гол элементүүдийг магнийн исэлтэй харьцуулсан Харкерын диаграмм дээр MgO -ын агуулга өсөхөд TiO_2 , Fe_2O_3 , CaO -ын агуулга өсдөг бол SiO_2 болон Al_2O_3 агуулга буурдаг урвуу хамааралтай болох нь харагдаж байна (Зураг 168).



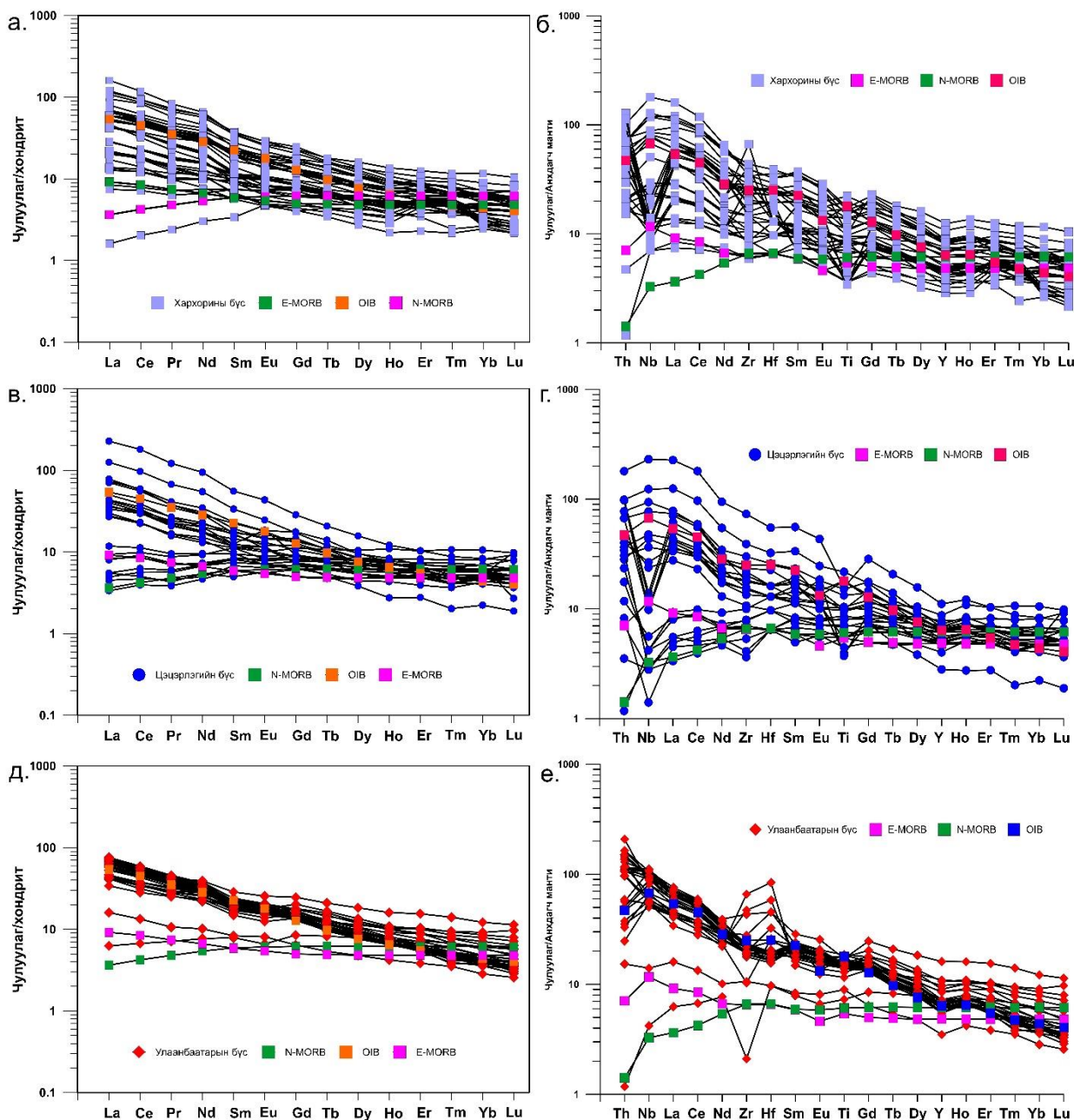
Зураг 168. MgO-гол ислүүд болон ховор элементүүдийн харьцааны Харкерын диаграмм

Диаграммаас харахад Улаанбаатарын бүсийн базальтууд нь шүлтлэг найрлагатай TiO₂-ын агуулгаар харьцангуй өндөр байхад Хархорины бүсийн базальтууд дундаж, Цэцэрлэгийн бүсийн базальтууд бага агуулгатай шүлтлэгдүү найрлагатайгаар ялгагдан харагдаж байна. Мөн магнийн ислийг ховор элементүүдтэй харьцуулсан Харкерын диаграмм дээр Улаанбаатарын бүсийн

суурилаг вулканоген чулуулгууд нь Nb, La, Sm, Th элементүүдийн өндөр агуулгаар, Цэцэрлэгийн бүсийн вулканитууд бага агуулгаар өөр хоорондоо маш сайн ялгарч өгдөг.

Базальтуудын ГХЭ-ийн диаграммаас харахад бүсүүдийн хоорондын ялгаа ажиглагдах ба Улаанбаатарын бүс нь ДАБ-аас тогтох бол Цэцэрлэгийн бүсийн базальтууд нь ДГНБ, ДАБ, шохойлог-шүлтлэг эгнээний суурилаг-дундлаг дайкууд гэсэн 3 төрөлд ялгагдаж болохоор байна. Харин Хархорины бүсийн хэмжээнд ДГНБ-ийн төрхийг өгч байгаа дээжүүд нь бид нарын төслийн хүрээнд Хархорины бүсийн геологийн хил заагийг өөрчилж буй хамгийн баруун талын Ихэр-Уул, Хясаатхүрэн-Уул орчмын базальтууд байгаа нь бидний ялгаж байгаа бүсийн хилийг илүү тодотгож өгч байна. Хархорин болон Цэцэрлэгийн бүс нь илүү Nb, Th сөрөг гажил үзүүлж байгаа субдукцын процесстэй холбоотой, эх газрын царцдасын материалын оролцоо нэмэгдэж, бохирдол үүссэнийг илтгэдэг (Safonova, 2004) (Зурар 169). Зарим ДГНБ-ын төрхийг үзүүлж байгаа ч өндөр цэнэгтэй элементүүд болон ХөгХЭ-үүдээр ядуурсан, мөн Zr/Nb өндөр, Th эерэг гажилтай байгаа зэрэг нь магмын дараах хувиралтай холбоотой (Safonova et al., 2011). Магадгүй силикат эрдсийн фракцжилт Ti, Hf элементүүдийг хайлмагаас шилжүүлэх хандлагатай байдаг тул үлдэгдэл хайлмагт Th агуулга ихсэх шинжтэй болдог (Скляров и др., 2001). Нөгөө талаас Улаанбаатарын бүсийн базальтуудын Th агуулга өндөр байгаа нь эх газрын царцдас болон субдукцын нэгдлүүдийн оролцооноос хамааралтай (Pearce and Peate, 1995). Хархорины бүсийн Хашаат орчмын базальтуудын La, Ce гажил энгийн далайн голч нурууны базальтаас бага зэрэг баяжсан байгаа нь мантийн плюмаас хол биш байрлаж байгаа эсвэл мантийн шаантгийн нөлөөлөлтэй ч холбоотой байж болох юм.

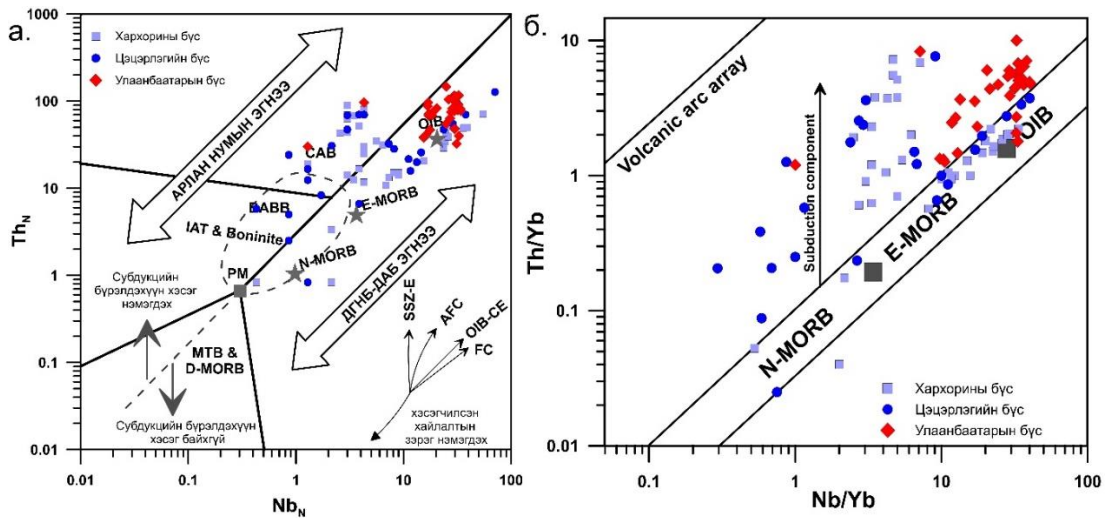
Торий нь 600°C хүртэлх температурт хөдөлгөөнгүй байдагт тооцогддог бөгөөд түүний агуулга субдукцын бүсэд баяждаг, метаморфизм болон хувирлын явцад өөрчлөгддөггүй онцлогтой (Wood, 1979). Иймээс сүүлийн үед Сассана (Saccani 2015; 2017)-ийн зохиосон Nb_N-Th_N харьцуулсан диаграммыг ашиглахад оновчтой болсон. Nb_N-Th_N болон Nb/Yb-Th/Yb дискриминацийн диаграммуудыг тайлахад Цэцэрлэгийн бүсийн вулканоген чулуулаг нь шавхагдсан мантийн эх үүсвэртэй далайн голч нурууны базальтын шинжийг үзүүлэх бөгөөд торийн агуулга ихтэй, танталийн агуулга бага байгаа нь субдукцтай холбоотой, шавхагдсан мантийн эх үүсвэртэй болохыг илэрхийлдэг (Zachariadis P., 2007; Зурар 170).



Зураг 169. Суурилаг найрлагатай вулканоген чулуулгийн C1 хондритод нормчилсон газрын ховор элементийн ба анхдагч мантид нормчилсон олон элементийн спайдер диаграмм (Sun and McDonough, 1989); а-б. Хархорины бүс, в-г. Цэцэрлэгийн бүс, д-е. Улаанбаатарын бүс

Хархорины бүсийн вулканоген чулуулаг нь баяжсан далайн голч нурууны базальт мантийн шаантагийн нөлөөгөөр хэсэгчилсэн болон дахин хайлалтанд орсон байхаар харагдана. Харин Улаанбаатарын бүсийн вулканитууд Th агуулга 0.1 буюу маш бага байгаа нь субдукцтай холбоотой бус далайн царцдасын хэмжээнд үүссэнээр тайлбарлагдаж байна. Тэрчлэн бүх базальтуудын LOI буюу шатаалтын алдагдал өндөр байгаа нь хоёрдогч хувиралд нилээд орсонг харуулахаас гадна базальтуудын анхдагч найрлага нь мантийн эх үүсвэрийн гүн болоод төрөл,

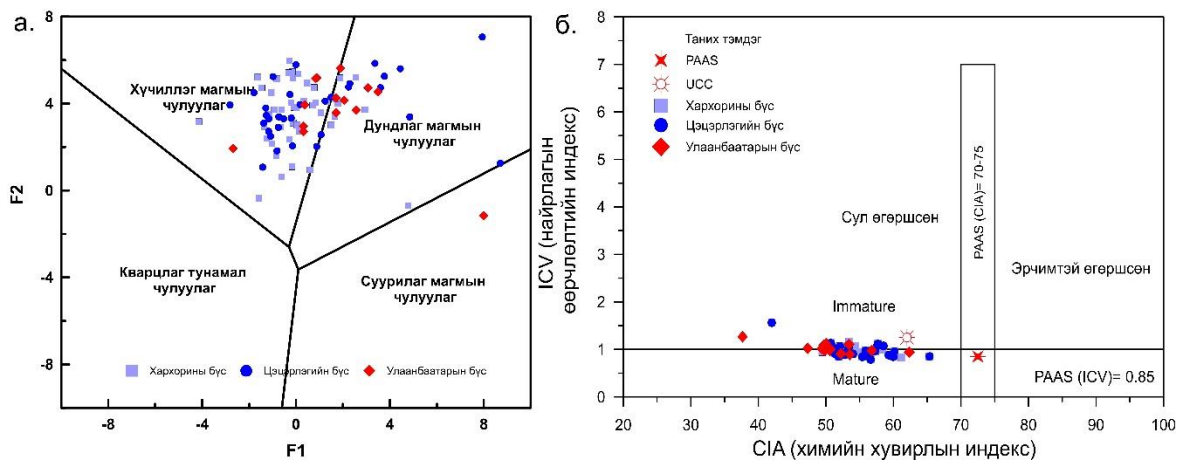
хэсэгчилсэн хайлалтын зэрэг, фракцлалтын талжилт, эх газрын болон далайн царцдасын бохирдолтоос хамаардаг.



Зураг 170. а.Nb болон Th N-MORB агуулгаар нормчилсон дискриминацийн диаграмм (Sun and McDonough, 1989), б.Nb/Yb-Th/Yb дискриминацийн диаграмм (Pearce, 2008)

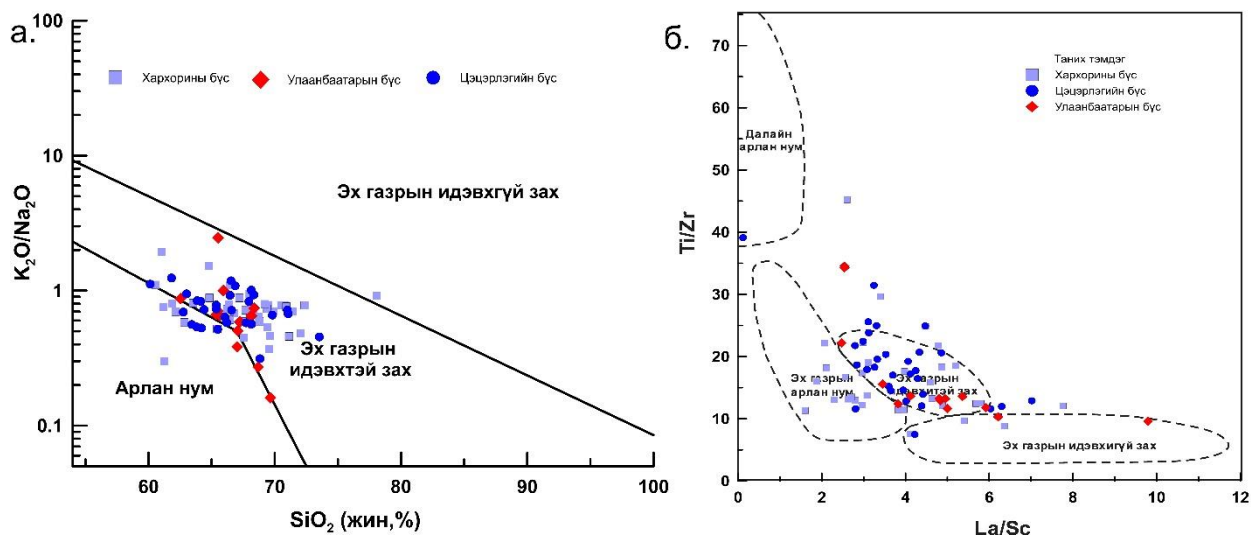
3. Тунамал чулуулгийн судалгаа

Хангай-Хэнтийн дүүргийн тунамал чулуулгууд нь ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хар саарал өнгийн алевролит, бор ногоон, хөх саарал, ногоон саарал өнгийн элсэн чулуу, конгломератын зузаалгаас тогтох бөгөөд ерөнхийдөө граувакк найрлагатай, хурдас хуримтлалын эх үүсвэр нь эх газрын нум-эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн дундлагаас-хүчиллэг найрлагатай чулуулаг болох нь тогтоогдож байна (Purevjav et al, 2011; 2012; 2013; Оюунчимэг нар, 2018; Erdenechimeg et al, 2019; Эрдэнэчимэг нар, 2020) (Зураг 171а). Тэрчлэн өгөршилд харьцангуй бага орсон, эх үүсвэр хол биш зайнаас зөөгдөж хуримтлагдсан онцлогтой (Зураг 171б).



Зураг 171. а. Тунамал чулуулгийн эх үүсвэрийн диаграмм (Roser & Korsch., 1988), б.Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser and Korsch, 1986)

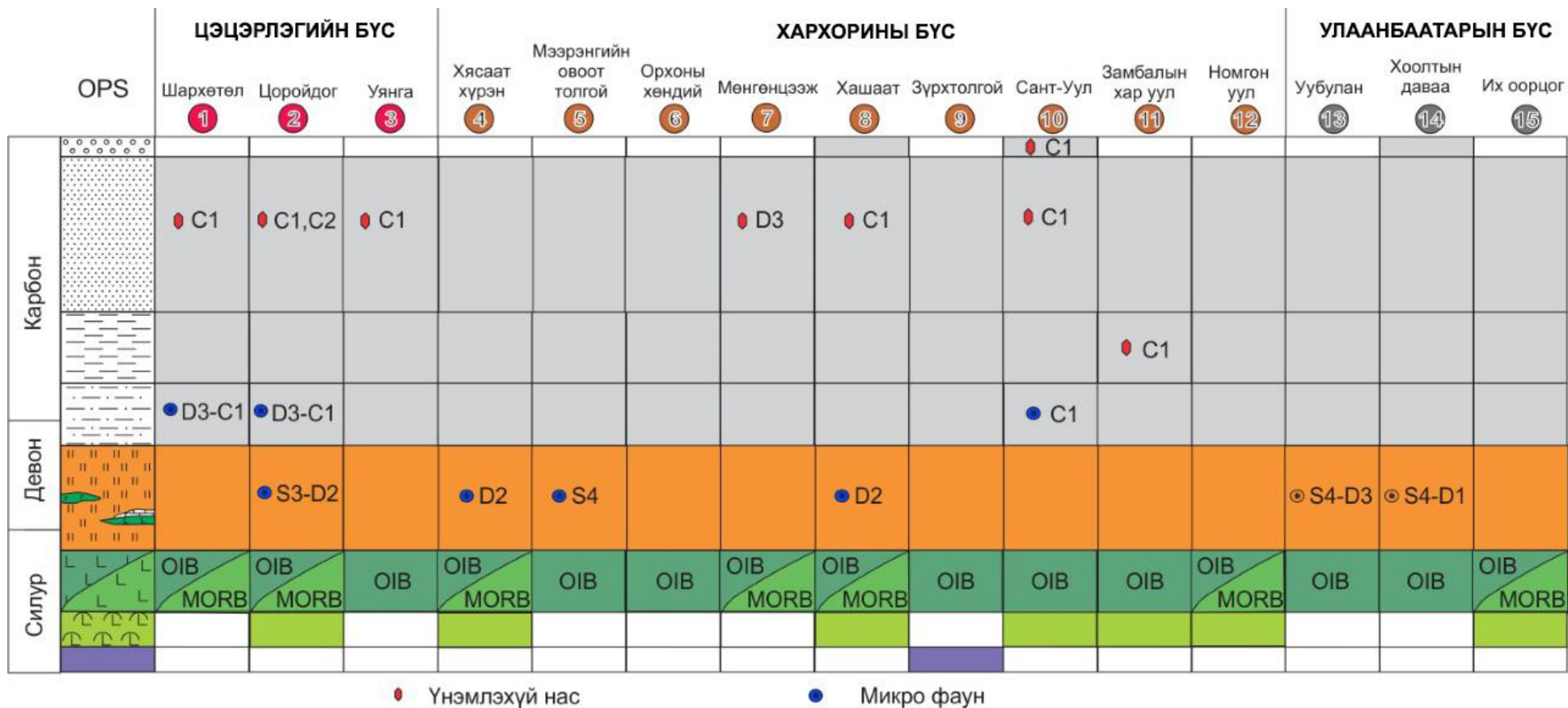
Судалгааны олон ажлууд хэвлэгдсэн байдаг бөгөөд судлаачдын үр дүнг харьцуулж харахад эх газрын нумаас идэвхтэй захын нөхцөлд хурдас хуримтлал явагдсан нь тунамал чулуулгийн гол ислүүдээс гадна ховор элементүүдийн үр дүнгүүдээр батлагдаж байна (Зураг 172).



Зураг 172. а. Тектоник орчныг тодорхойлох диаграмм (Roser and Korsch, 1986),
 б. Геотектоник орчныг тодорхойлох тунамал чулуулгийн ховор элементүүдийн харьцуулсан диаграмм (Roser and Korsch, 1986)

Дүгнэлт

1. Яшмын судалгааны үр дүнд дээд силур-дунд девоны радиолярын үр дүнгүүдээр энэ цаг үед Монгол-Агнуурын далай тогтвортой хөгжиж байсныг баталж өгөв (Зураг 173).
2. Базальтын геохимийн судалгааны үр дүнд Цэцэрлэгийн бүсийн базальтууд нь субдукцтай холбоотой шавхагдсан мантийн эх үүсвэр бүхий энгийн далайн голч нурууны, Хархорины бүсийн базальтууд нь баяжсан далайн голч нуруу болон далайн арлын базальт, Улаанбаатарын бүсийн базальтууд нь субдукцтай холбоогүй далайн арлын базальтын шинжтэйгээр өөр хоорондоо ялгагдаж байна (Зураг 173).
3. Тунамал чулуулаг нь бүгд граувакк найрлагатай, эх газрын нум-эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүссэн дундлагаас хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгаас карбоны цаг үеийн турш хуримтлагдсан болохыг тодрууллаа (Зураг 173).



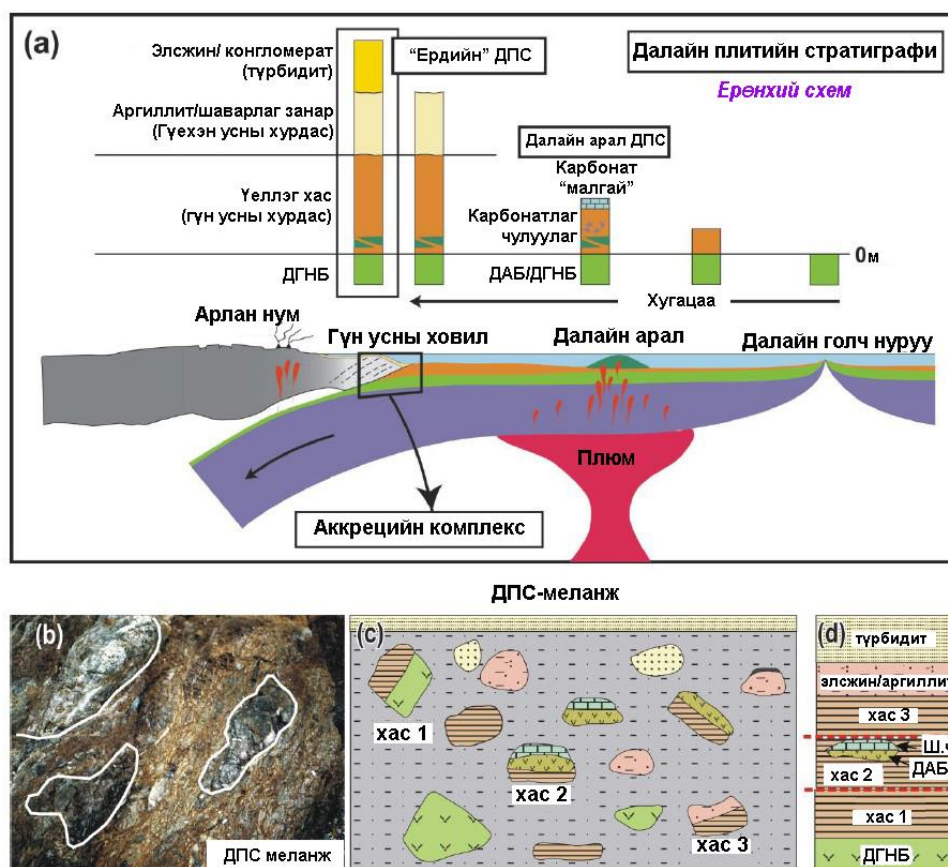
Зураг 173. Хангай-Хэнтийн дүүргийн бүсүүдийн далайн плитийн стратиграфийн харьцуулалт

БҮЛЭГ 5. ГЕОДИНАМИК ЗАГВАР

Төслийн даалгаврын хүрээнд далайн плитийн стратиграфийн загвар бий болж, Хангайн дүүргийн давхаргазүйн асуудал шинэчлэгдэнэ.

Суурь судалгааны ажлын үр дүнд Хархорины бүс нь аккрецын террейнд хамаарахыг баталгаажуулсан төдийгүй Далайн плитийн стратиграфийн судалгаа эрчимтэй хөгжиж буй орчин үед эртний далайн стратиграфийг судлах гол арга болох радиолярын судалгааны арга аргачлалыг нутагшуулах боломж бүрдсэн юм.

Японы судлаачид аккрецын комплексуудыг биостратиграфийн микропалеонтологийн аргаар маш сайн судалж “далайн плитийн стратиграфи” гэдэг онол боловсруулан дэлхий нийтэд түгээн дэлгэрүүлсэн байдаг (Izosaki et al., 1990; Matsuda & Izosaki, 1991; Izosaki, 1996).



Зураг 174. Далайн плитийн стратиграфи болон аккрецын комплекс хэлбэржих ерөнхий загвар (Safonova et al., 2015).

Микропалеонтологийн тодорхойлолтоор (конодонт, радиоляр) литологийн найрлагыг нарийвчлан тогтоох замаар анхдагч стратиграфийг сэргээн босгож цаг хугацаа, орон зайн болон литологийн өөрчлөлтийн уялдааг нарийвчлан судалдаг микропалеонтологи-формацын анализыг “далайн плитийн стратиграфи” гэж нэрлэсэн байдаг (Izosaki et al., 1990; Izosaki, 1996; Safonova et al., 2015), (Зураг 174).

Далайн плитийн стратиграфийн бүрэлдэхүүн доороос дээш базальт, шохойн чулуу, яшма, цахиурлаг алевролит болон турбидит хурдас (алевролит, элсэн чулуу, конгломерат), чулуулгуудаар илэрдэг. Аккрецын комплексын меланжийг бүрдүүлж буй үндсэн нэгжүүдэд үндэслэн далайн плитийн стратиграфи нь турбидит, элсэн чулуу-яшма, базальт-шохойн чулууны гэсэн гурван меланжийн төрөлд хуваагддаг байна (Wakita and Metcalfe 2005; Wakita 2015). Эдгээр төрлүүд нь ижил төстэй меланж үүсгэх боломжтой боловч тэдгээр нь газрын гадаргууд илрэх байдлаараа далайн плитийн стратиграфийн өөр өөр төвшинг илэрхийлдэг.

Далайн хавтан эх газрын хавтан доогуур шургах (субдукцлэгдэх) явцад үүссэн гүн усны ховил (trench)-д турбидит хурдас тунаж хуримтлагдсанаар далайн ёроолын хурдас болон турбидит хурдаснуудын хооронд эрс хил зааг үүсэх ба энэ нь деколlement (decollement) хагарлаар илэрдэг бөгөөд аккрецын комплексын ялгаатай меланжуудын хил зааг болдог байна. Гүн усны ховил (trench)-д турбидит хурдас хуримтлагдаж эхэлсэнээр деколlement үүсдэг (Moore et al. 1988; 1995). Ийм тохиолдолд хуримтлагдсан материал нь голчлон турбидит хурдсаас тогтдог байна. Жишээ нь: Японы Шиманто бүс болон Кодиак арлуудыг далайн плитийн стратиграфийн дээд хэсэг буюу турбидит хурдас давамгайлсан аккрецын комплекс гэж үздэг.

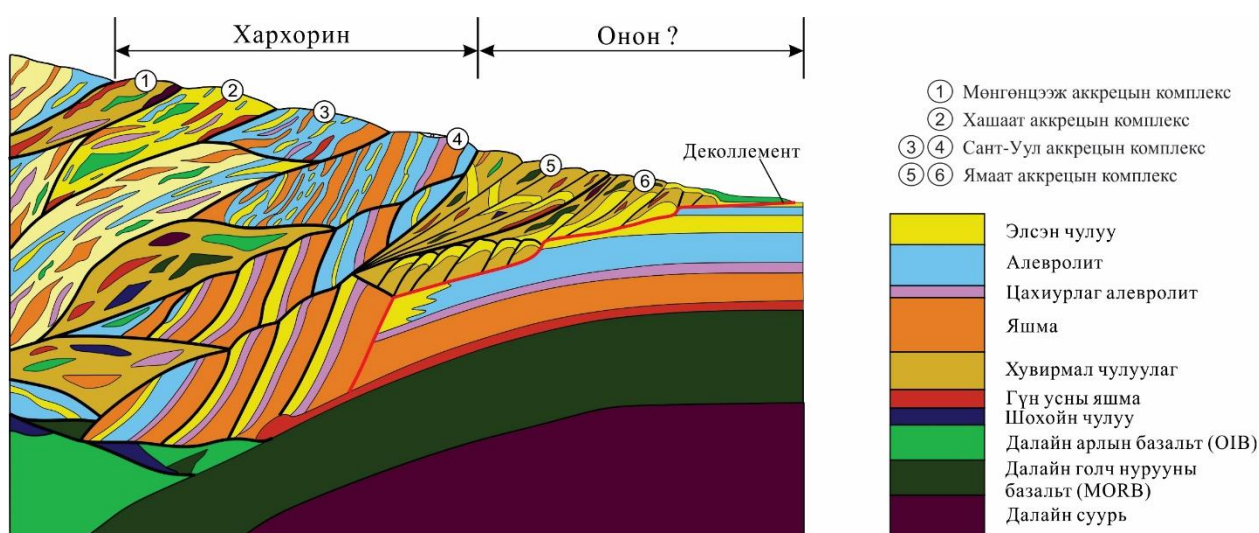
Харин элсэн чулуу- яшмын төрлийн меланжид радиоляр агуулсан яшма, цахиурлаг алевролит, турбидит хурдасны матрикс агуулсан алевролитаас тогтох бол илүү гүний орчинд үүссэн аккрецын шаантагт ДГНБ болон ДАБ нь шохойн чулуутай хамт хуримтлагдаж шаварлаг болон карбонатлаг матрикс дахь янз бүрийн хэмжээтэй (голчлон базальт, шохойн чулуу, яшма) чулуулгууд агуулсан базальт-шохойн чулууны төрлийн меланжийг үүсгэдэг (Matsuda and Isozaki 1991; Wakita 2012; 2015).

Энэ загварын дагуу бид Хархорины бүсэд геодинамик орчны хувьд өөр хоорондоо ялгаатай 4 аккрецын бүрдэл илэрдэг гэж үзлээ.

1. Хархорины бүсийн хойд хэсэгт региональ хувиралд автсан хэт суурилаг чулуулгуудын меланж, далайн арлын базальт, яшма, цахиурлаг алевролит бүхий Мөнгөнцээж аккрецын бүрдэл ялгасан (Зураг 175, (1)). Энэхүү аккрецын бүрдэлд Мөнгөнцээж, Яшил, Хотонт формацуудыг нэгтгэн оруулав.
2. Мөнгөнцээж аккрецын бүрдлийн меланжтай хагарлаар хиллэж далайн арлын базальт, яшма, цахиурлаг алевролит бүхий Хашаат аккрецын бүрдэл (Зураг 175, (2)) илэрнэ. Уг аккрецын бүрдэлд Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-

вулканоген-тунамал чулуулаг болон Цүүгэл формацын цахиурлаг болон хар алевролитын зузаалгуудыг хамруулав.

3. Радиоляр агуулсан яшма, цахиурлаг алевролит, турбидит хурдас бүхий Сант уулын болон Сэрвэн уулын аккрецын бүрдлүүд илэрнэ (Зураг 175, (3, 4)). Эдгээр аккрецын бүрдэлд Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулаг болон Шарт формацын цахиурлаг болон хар алевролитын зузаалгуудыг багтаав.
4. Харин Хархорины бүсийн өмнөд хэсгээр хүчтэй хувиралд автсан ДГНБ, яшма, цахиурлаг алевролит, багаар шохойн чулуу, ДАБ агуулсан Ямаат аккрецын комплексууд (Зураг 175, (5, 6)) хэлбэржсэн байна. Үүнд дунд-дээд ордовикийн настай Ямаат формацын амфиболит, гнейсийн зузаалгыг Ононы бүсийн үргэлжлэл гэж үзэв.



Зураг 175. Хархорины бүсийн геодинамик загвар

Цаашлаад бид Ононы бүсийг оруулж загвар бий болгосон нь дунд-дээд ордовикийн настай Ямаат формацаар зураглагдаж ирсэн амфиболитын маш зузаан метаморф чулуулгийн бүс үргэлжилдэг бөгөөд энэхүү бүс нь субдукцын үед аккрецын шаантгийн далайн царцдасын бүтээгдэхүүн буюу субдукцын бүс дэх гүнээс тохорч байршсан габбро, базальтаар хувирсан амфиболит гэж үзсэн. Энэхүү метаморф бүс нь Ононы бүсийн Адаацаг офиолит эвшил, Их цахирын бүс хүртэл үргэлжилдэг. Ер нь субдукц явагдах тэр үед арлан нумын аккрецын бүрдэл /аллохтон байршилтай/ хувиралд өртөгдсөн байдаг бөгөөд субдукцлэгдэх эхний үе шатанд богино хугацаанд далайн царцдасын бүтээгдэхүүн буюу субдукцын бүс дэх гүнээс тохорч байршсан маантийн гаралтай UHP-HP метаморф чулуулаг үүсдэг байна.

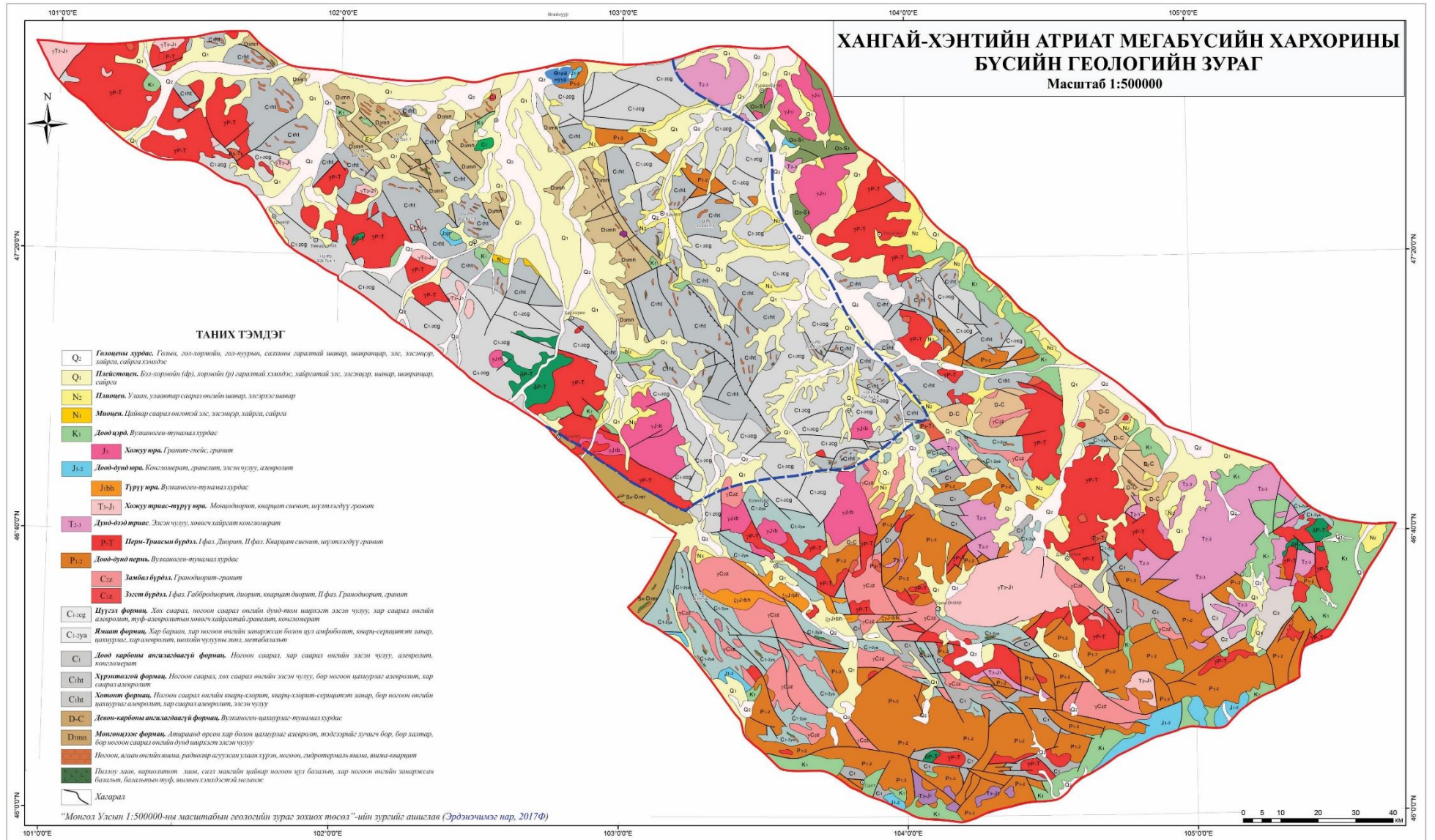
Амфиболитын геохимийн судалгаагаар анхдагч маантийн эх үүсвэртэй, энгийн далайн голч нурууны базальтуудаас үүссэн байхаар голчлон тодорхойлогддог бөгөөд занарын зөөгдмөл цирконы насны эх үүсвэр Хархорины бүсийн зөөгдөж хуримтлагдсан эх үүсвэрээс эрс ялгаатай байдаг. Иймээс бид Хархорины бүсийг шинэчилж, геологийн зургийг сэргээн зохиосон. Бид бүсийн хилийг анх Төмөртогоо (2002) ялгаж байсан хилийн дагуу авсан бөгөөд тухайн үед Хархорины турбидит терреинд хамааруулж байсныг энэхүү төслийн үр дүнгүүдээр аккрецын комплексуудыг баталгаажуулан, хронобиостратиграфийн хувьд шинэчлэсэн тул аккрецын бүсэд ялган, хуучин хил заагаар геологийн зургийг шинэчлэх асуудлыг санал болгон дэвшүүллээ (Зураг 176).

Бүсийн хилийг шинэчлэх үндэслэл:

1. Бүсийн өмнөд хилийг шинэчлэхдээ эхний үндэслэл нь бүсийн зүүн урд хэсэгт дунд-дээд ордовикийн настай Ямаат формацаар зураглагдсан талбайд амфиболжсон габбро, амфиболитын зузаалаг, базальт, яшмаар хэлбэржсэн тектоник шаантгуудыг агуулагч хар болон цахиурлаг алевролитын үеүд тааралдах бөгөөд цахиурлаг алевролитын зөөгдмөл цирконы хурдас хуримтлалын насжилт залуужиж дээд карбоны цаг хугацааг (308.8 ± 4.2 с.ж) зааж байгаа төдийгүй эх үүсвэр эрс ялгаатай байгааг бидний судалгааны ажлын үр дүнгээр бий болсон юм.
2. Дараагийн үндэслэл нь БҮЛЭГ-2-д Мөнгөнцээж формацаар зураглагдсан Нудрагын хярын талбай нь литологийн хувьд амфиболит, биотитот занар, гнейсээс тогтох бөгөөд биотитот занарын зөөгдмөл цирконы үр дүн нь доод карбоны настай (334.0 ± 5.4 с.ж) болох нь тогтоогдсон. Иймээс бид Ямаат формацыг доод-дээд карбоноор насжуулан, тусад нь ялгалаа. Бидний дэвшүүлж буй санаа бол дунд-дээд ордовикийн настай Ямаат формацаар зураглагдаж ирсэн амфиболитын маш зузаан метаморф чулуулгийн бүс нь субдукцын үед аккрецын шаантгийн далайн царцдасын бүтээгдэхүүн буюу субдукцын бүс дэх гүнээс тохорч байршсан габбро, базальтаар хувирсан амфиболит гэж үзэж байгаа юм. Энэхүү метаморф бүс нь 1:500000-ны БНМАУ-ын тектоникийн зурагт Баянхонгорын бүсийн үргэлжлэлээр судалгааны талбайг дамжин, тасалдалтайгаар Бүрэн сумын зүүн хэсэг, цаашлаад Ононы бүсийн Адаацаг офиолит эвшил, Их цахирын бүс хүртэл үргэлжилдэг (Яншин, 1978). Тэрчлэн Баянхонгорын өмнөд меланжийн бүсэд амфиболжсон габбро, амфиболит бүхий амфиболитын фацийн метаморфизмд орсон болохыг тэмдэглэсэн ч бий (Томуртогоо, 1989). Харин Хархорины бүсийн өмнөд хэсгээр зүүн тийш Төв

аймгийн Дэлгэрхаан сумын баруун хойд хэсэгт БНМАУ-ын геологийн формацын зурагт далайн царцдасын суурийн хурдсаар (Яншин, 1989), хожим Алтанзул нарын (2004Ф) дунд-дээд ордовикийн настай Ямаат формац зураглагддаг.

3. Бүсийн баруун хилийг шинэчилж байгаа нь бидний БҮЛЭГ-2-т Хотонт формацад зурагласан Ихэр-Уул, Хясаатхүрэн-Уулын талбайн базальтын геохими, радиоляр агуулсан яшмын харьцангуй насны үндэслэл болон тунамал чулуулгийн эх үүсвэр Хархорины бүсийн эх үүсвэр, насны үр дүнгүүдээр ялгаатай байсан тул Цэцэрлэгийн бүсийн Эрдэнэцогт формацын төвшинд ялгасан болно (Зураг 176).
4. Зүүн хойд хэсэгт ялгагдах дээд ордовик-доод силурын настай Номгон-Уул формац нь литологийн хувьд Хархорины бүсийн хурдас, чулуулгаас эрс ялгаатай бөгөөд ногоон-саарал, хөх-саарал өнгийн, дунд ширхэгт элсэн чулуу илэрдэг тул Асралтхайрханы бүсэд хамааруулах саналтай байгаа. Бадамцэцэг (2013)-ийн судалгааны ажилд Номгон-Уул формацын элсэн чулууны 12 зөөгдмөл цирконы нас 474 ± 5 с.ж. буюу доод ордовикийн цаг үеэс хойш хурдас хуримтлал явагдсан гэж үзэн насжуулсан байдаг. Гэвч энэхүү нас хийгдсэн талбай нь Тарнайн голын томоохон хөндий буюу Хархорины бүсийн зүүн хойд хил зааг орчим бөгөөд энд кварц-биотит-анартай занар, кварц-силлиманитат занар, кварц-амфиболт занарууд, багаар элсэн чулууны зузаалаг тархдаг (Бадамцэцэг, 2013). Тэрчлэн Асралтхайрханы бүсийн баруун урд хэсэгт дээд ордовик-доод силурын Мөөрс (O_3-S_1mr), Сөгнөгөр (O_3-S_1sg), Цагаанчулуут (O_3-S_1cc) бүхий уг формацтай ижил насны формацууд ялгагддаг. Цагаанчулуут формацын үндсэн нэгж болох хөх саарал өнгийн метаэлсэн чулууны зөөгдмөл цирконуудын хамгийн залуу насны популяцийн дундаж утга нь 508.2 ± 9 с.ж-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг тодорхойлсон байдаг (Шарав нар, 2022). Иймээс цаашид Номгон-Уул формацын нас, тэжээгдлийн эх үүсвэрийг тодруулах шаардлагатай төдийгүй Хархорины бүсийн хэмжээнд литологийн хувьд ялгаатай, зураглагдах боломжгүй гэж үзсэн.



Зураг 176. Хархорины бүсийн геологийн шинэчилсэн зураг

Хангайн дүүргийн давхаргазүйг шинэчлэхдээ зэргэлдээх Хэнтийн бүсийг оролцуулан бүсүүдийн судалгааны шинэлэг үр дүнгүүдтэй харьцуулсан судлахад биостратиграфийн хувьд Цэцэрлэг (Оюунчимэг нар, 2018) болон Улаанбаатарын бүсийн (Kurihara et al., 2009) давхаргазүйн ангилалтай дүйж байв.

Хархорины бүсийн хэмжээнд мөрдөгдөж байсан литостратиграфийн нэгжүүдэд ихээхэн өөрчлөлтүүд бий болсоноор зэргэлдээх 2 бүсийн хамт Хангай-Хэнтийн дүүргийн хурдас хуримтлалын гурван том циклийн төвшинд дараах байдлаар ялгав (Зураг 177).

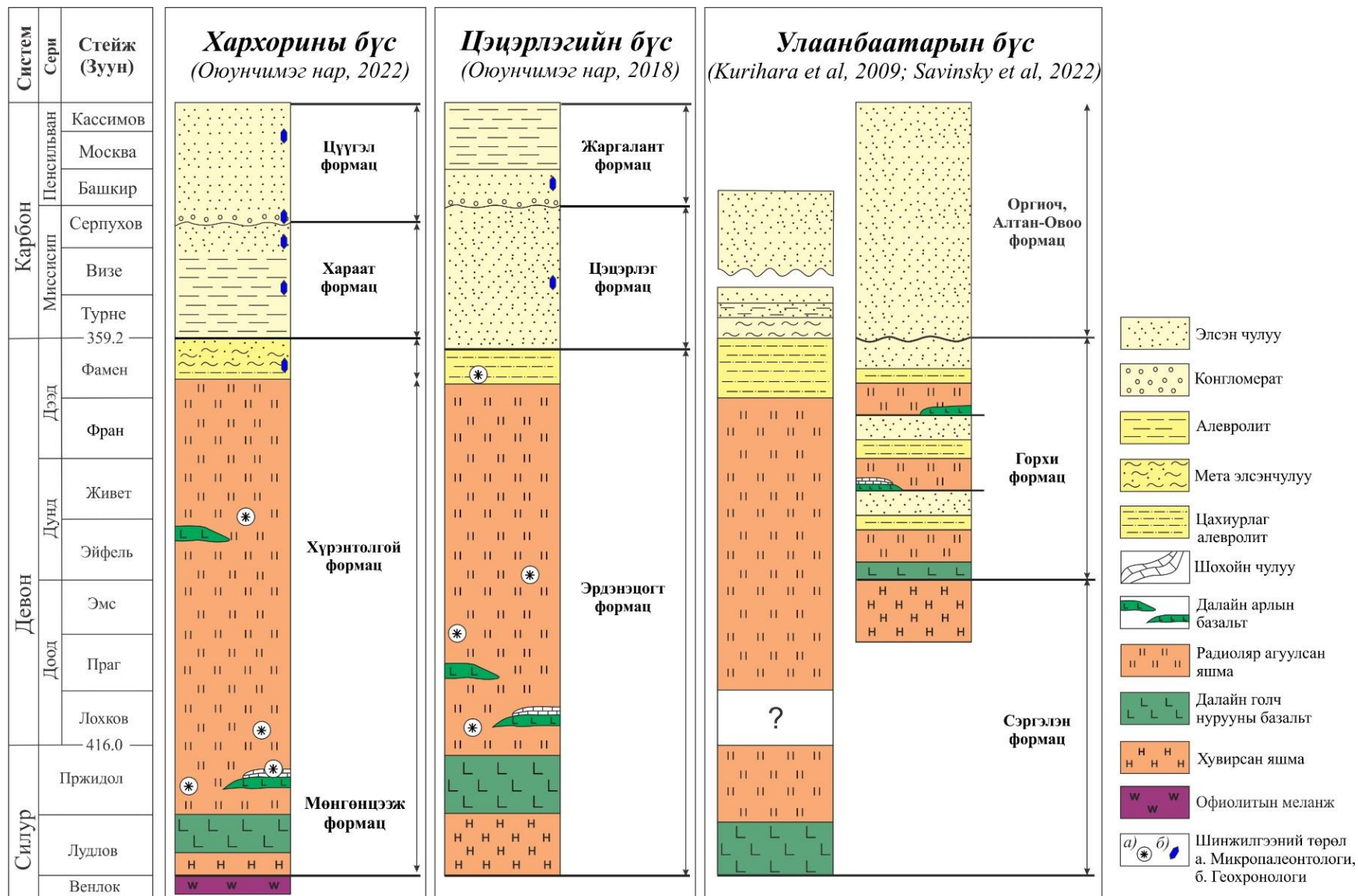
Хурдас хуримтлалын эхний циклд суурилаг вулканитууд, тэдгээрийн туф, яшма, яшма-кварцит болон кварцит үүсчээ. Хархорины бүсийн хэмжээнд дунд палеозойн настай зураглагдаж байсан Мөнгөнцээж формац нь гипербазитын меланж болон базальт, яшмын тектоник шаантгуудыг агуулагч тунамал чулуулгаас үүсэлтэй занарын хурдас хуримтлалын нас дээд девон буюу 360 сая.жил тул метаморфизмд автсан метакварцитын зузаалаг ихтэй тул лудловын төвшинд ялгав (Savinsky et al, 2022; Зураг 177). Харин Хүрэнтолгой формацын микропалеонтологийн судалгаа болон литологи-стратиграфийн харьцуулалтаар энэ циклийн насыг дунд силурээс дунд девоны өргөн интервалд авч үзлээ. Энэ циклийн хурдас хуримтлалын цахиурлаг-вулканоген зузаалаг нь Цэцэрлэг бүсийн Эрдэнэцогт формац, Улаанбаатарын бүсийн Горхи формац, Хархорины бүсийн Хүрэнтолгой формацуудаар илрэх бөгөөд “далайн плитийн стратиграфи”-тай бүрэн дүйцэж байгаа юм.

Хурдас хуримтлалын хоёрдугаар циклд занар, цахиурлаг болон хар өнгийн алевролит, элсэн чулуу, конгломератын салаавчлал бүхий турбидит зузаалгуудыг хамааруулсан. Энэ циклийн хурдас нь Цэцэрлэгийн бүсэд Цэцэрлэг формац, Улаанбаатарын бүсэд Алтан-Овоо формац, Хархорины бүсийн хэмжээнд Хараат нэрийн дор нэгтгэгдэж байна. Энэ формацын насыг микропалеонтологийн болон геохронологийн шинэ үр дүнд тулгуурлаж дээд девон-доод карбон, доод карбоны төвшинд ангиллаа. Девон, карбоны настай зураглагдаж байсан формацууд болон амьтан, ургамлын үлдвэрүүдээр нас нь баталгаажсан доод карбоны Жонштолгой формацад насны нарийвчилсан судалгаа хийгдсэнээр доод карбоны төвшинд тус тус ялгагдлаа.

Хуримтлалын төгсгөлийн циклд терриген-флишоид зузаалгийг доод-дээд карбоны төвшинд ангилж байна. Энэхүү циклд Цэцэрлэгийн бүсийн Цоройдог формац, Улаанбаатарын бүсийн Оргиоч формац, Хархорины бүсийн Цүүгэл

формацуудад ангилсан элсэн чулуу, цахиурлаг алевролитоос бүрдэх бөгөөд геохронологийн үр дүнд үндэслэн ялгалаа.

Ийнхүү Хангай (Цэцэрлэг, Хархорины бүсүүд) төдийгүй маш сайн судлагдсан харьцуулалт хийх боломжтой Хэнтийн (Улаанбаатарын бүс) дүүргийн давхаргазүйн асуудлыг сүүлийн үеийн судалгааны ажлуудын үр дүнгүүдийг ашиглан, өөрсдийн бий болсон шинэлэг үр дүнгүүдээр баяжуулан, нэгтгэн дүгнэснээр хронологийн болон биостратиграфийн төвшинд шинэчлэв ([Зураг 177](#)).



Зураг 177. Хангай-Хэнтийн дүүргийн палеозойн хронобиостратиграфийн бүдүүвч

БҮЛЭГ 6. АЛТНЫ ХҮДЭРЖИЛТИЙН ТАРХАЛТЫН ЗҮЙ ТОГТОЛ

Төслийн үр дүнгийн даалгавар. Хархорины бүсийн хэмжээнд тогтоогдсон алтны хүдэржилтийг нарийвчлан судалж гарал үүсэл, структурын онцлог болон хүдрийн формацын төрлийг тодруулан загвар бий болгоно.

Алтны ордууд нь харьцангуй өргөн тархсан бөгөөд эндоген гарал үүсэлтэй алтны ордоос алт олборлох үндсэн эх үүсвэр болдог. Алтны үндсэн ордууд нь янз бүрийн геодинамик орчинд төрөл бүрийн хурдас чулуулагт агуулагддаг. Дэлхийн хэмжээнд тогтоогдоод байгаа алтны ордуудыг гарал үүслийн хувьд дараах үндсэн төрлүүдэд ангилан хуваадаг (Groves et al., 1998; Goldfarb & Groves, 2015) (Зураг 178).



Зураг 178. Алтны ордуудын үүсч байрших тектоник орчин (Groves et al., 1998)

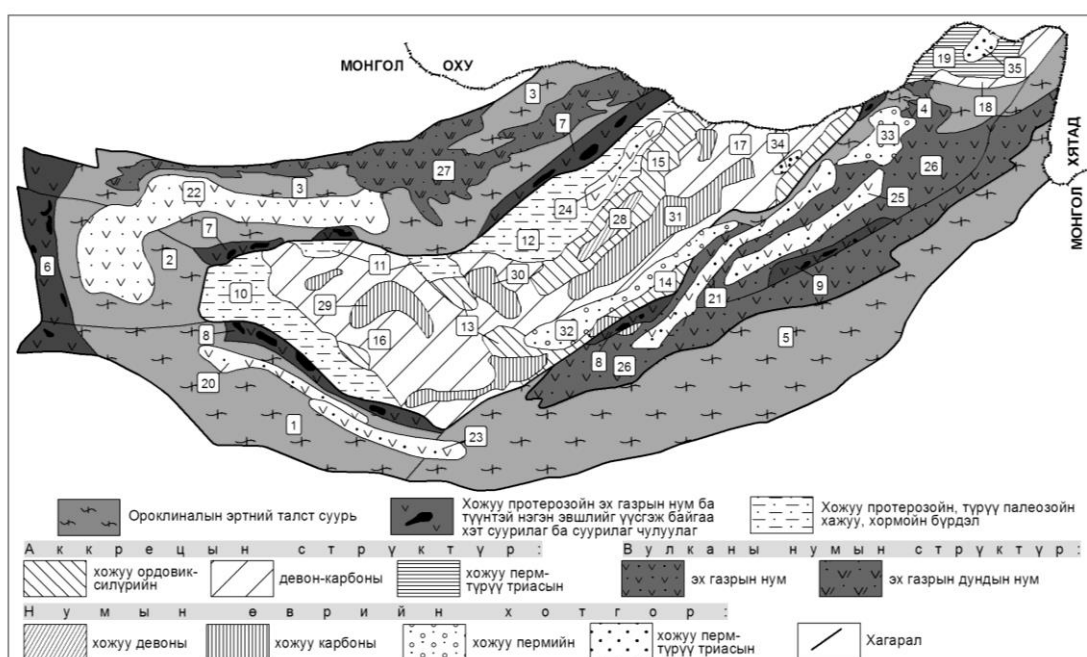
Монгол орны хэмжээнд алтны томоохон бүсүүдийг ялгадаг (Dejidmaa and Badarch, 1999) бөгөөд үүнээс аккрецийн шаантагт (Badarch et al., 2002, Төмөртогоо, 2012) үүсэх алтны металлогений бүсүүд нь эдийн засгийн чухал ач холбогдолтой гэж үздэг. Аккрецийн террейнд үүсдэг ороген үйл ажиллагаатай салшгүй холбоотой хагарлын структураар хянагддаг ороген алтны систем гэж үздэг (Groves et al., 1998). Дэлхийн нийт алтны хүдэржилтийн 41% нь ороген гарал үүслийн төрөлд тогтоогдож, олборлолт явуулсаар байна (Lipson, 2014).

Геотектоник ба металлогени

Төв Монголын массивын (арлан нумын) хөгжлийн явцад түүний төв хэсгийн мухар төгсгөлд үүссэн Хангай-Хэнтийн далай хаагдах явц хоёр үе шаттай явагдсан гэж үзэж болно. Хангай-Хэнтийн далайд явагдсан анхны аккрецын хөгжлийн эхний

үе шат ойролцоогоор ордовикийн эцсээс силурыг дуустал дараачийн аккрецын үе шат түрүү девоноос эхлэн түрүү карбон хүртэл явагдаж өнгөрсөн байдаг. Хөгжлийн энэ үе шатанд Хангайн хотгор, Хэнтийн хотгороос, Хархорины өргөгдөлөөр тусгаарлагдаж байсан (Бямба ба Алтаншагай, 2016).

Хархорины өргөгдөлөөс зүүн-хойд талд мөн л силурээс эхэлсэн аккрецын явц карбон-пермийн дунд үе хүртэл үргэлжлэн хөгжиж байсан Хэнтийн тэнгист аккрецын явц түрүү триаст дуусаж энэхүү түрүү киммерийн атираажилттай бага Хэнтийн плюмын явц (Ярмолук, 2002) давхацсан гэж үзэж болно. Хангай, Хэнтийн хотгоруудад атираат тогтолцоо үүсч эх газрын царцдас хэлбэржих явц триасын эцэс-түрүү юрад нэгэн зэрэг явагдсан байдаг (Зураг 179).

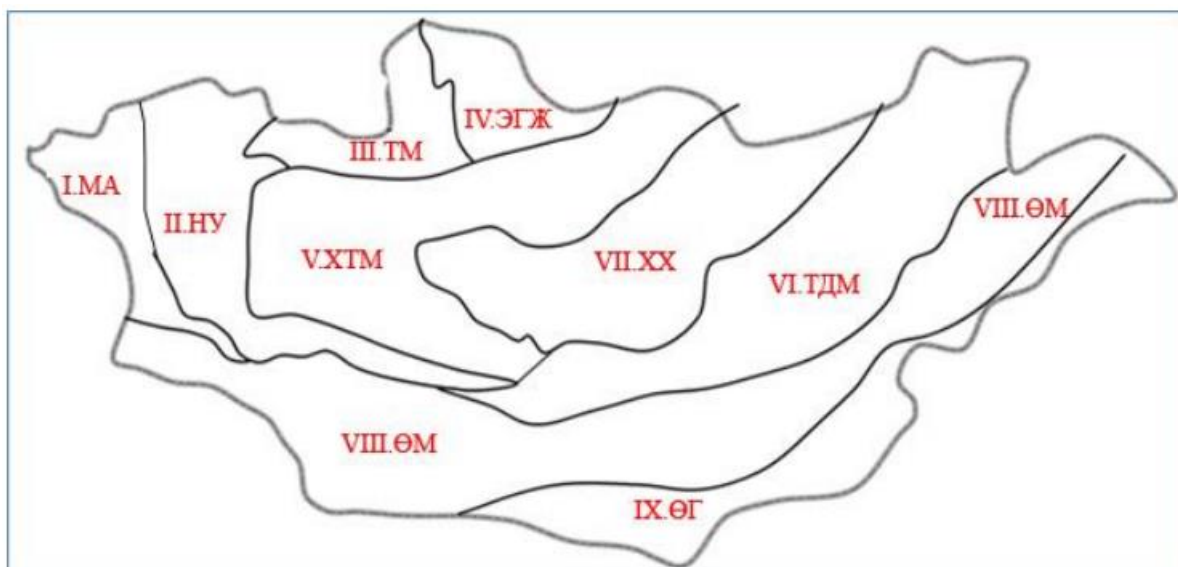


Зураг 179. Төв Монголын ороклиналын голлох структурын бүдүүвч

Тоогоор структурыг тэмдэглэв: 1-5: Эртний өргөгдөл: 1-Байдрагийн, 2-Завханы, 3-Тарвагатай-Бүтээлийн, 4-Хойд Хэрлэнгийн, 5-Өмнөд Хэрлэнгийн. 6-9 Хожуу протерозойн эх газрын нум: 6-Ургамлын, 7-Архангай-Баянголын, 8-Баянхонгор-Адаацагийн, 9-Хэрлэнгийн. 10-12-Хожуу протерозой-түрүү палеозойн эх газрын хажуу-хормойн стрүктүр: 10-Загийн, 11-Өндөрүлааны, 12-Хойд Хэнтийн. 13-19 Фанерозойн аккрецын стрүктүр: 13-Хархорины, 14-Өмнөд Хэнтийн, 15-Мандалын, 16-Хангай, Хэнтийн, 18-Ангиртын, 19-Дөчийн голын. 20-25-Доод-дунд палеозойн эх газрын нум: 20-Мэнхэнтээгийн, 21-Хойдговь-Хэрлэнгийн, 22-Хойд Хангайн, 23-Өмнөд Хангайн, 24-Зуунмодны, 25-Царгийнгол-Баяндунгийн. 26-27-Хожуу палеозойн вулканы нум: 26-Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын, 27-Орхон Сэлэнгийн эх газар дундын нум. 28-35-Хожуу палеозой-түрүү мезозойн нумын өврийн хотгор: 28-Аргалантын, 29-Урдтамирын, 30-Тарнайн, 31-Хэнтийн, 32-Өвөр Хэнтийн, 33-Улзын, 34-Жаргалантын, 34-Ямлахын

Монгол Алтайн, Нуурын, Тува-Монголын, Эгийн гол-Жидийн /Сэлэнгэ-Олдой гэж нэрлэсэн тал бий/, хожуу палеозой-түрүү мезозойн давхцмал бүрдлүүдээр хучигдсан ба архей-доод протерозойн бичил тив болох Тарвагатай, Сонгино, Байдрагийн блокууд, энэ төрлийн талст суурьтай байх магадлалтай Бүтээлийн

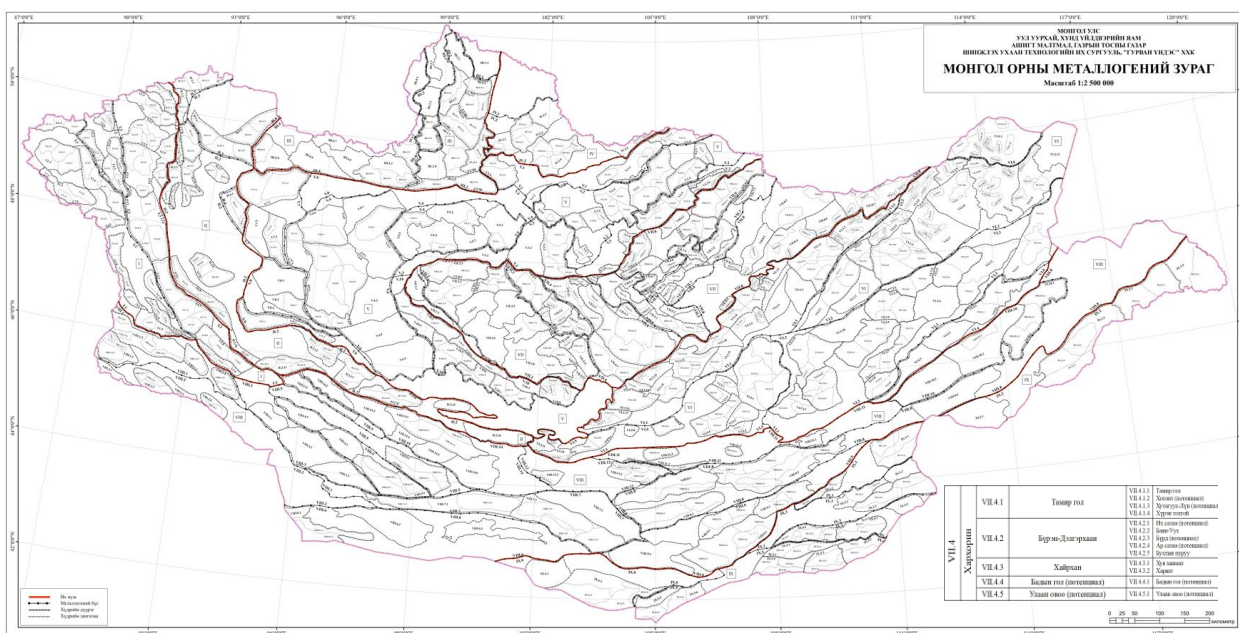
нуруу, Баянгол, Завхан, Ургамал террейнүүдийг хамарсан Хойт-Төв Монголын, хожуу палеозойгоос доод цэрдийн баррем хүртэлх хугацаанд хөгжсөн давхцмал эвшлүүдээр хучигдсан Төв-Дорнод Монголын, Хангай-Хэнтийн, Өмнөд Монголын, Баруун цохиот-Улаан уул-Хутаг уул-Дуулгант мэтийн протерозойн суурь бүхий террейнүүдийг нэгтгэсэн Өмнөд Говийн гэсэн нийт 8 их мужууд хамаарах бөгөөд эдгээр нь хойт тал руу ОХУ, өмнөд тал руу БНХАУ-н, баруун тийш БНХАУ-г дамжин Казахстаны нутаг руу ижил төрлийн хөгжил бүхий металлогений муж, их мужуудтай нэгдэн металлогений супер их мужуудыг бүрэлдүүлдэг (Зураг 180).



Зураг 180. Монгол орны алтны металлогений их мужууд (Дэжидмаа нар, 2019)

Металлогений их мужууд: I.MA-Монгол Алтайн, II.HY-Нуурын, III.TM-Тува-Монголын, IV.ЭГЖ – Эгийн гол-Жидийн, V.XTM – Хойд-Төв Монголын, “МОНГОЛ ОРНЫ БҮС НУТГИЙН МЕТАЛЛОГЕНИ” ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН 130 VI.TDM-Төв-Дорнод Монголын, VII.XX-Хангай-Хэнтийн, VIII.ӨМ-Өмнөд Монголын, IX.ӨГ – Өмнөд Говийн

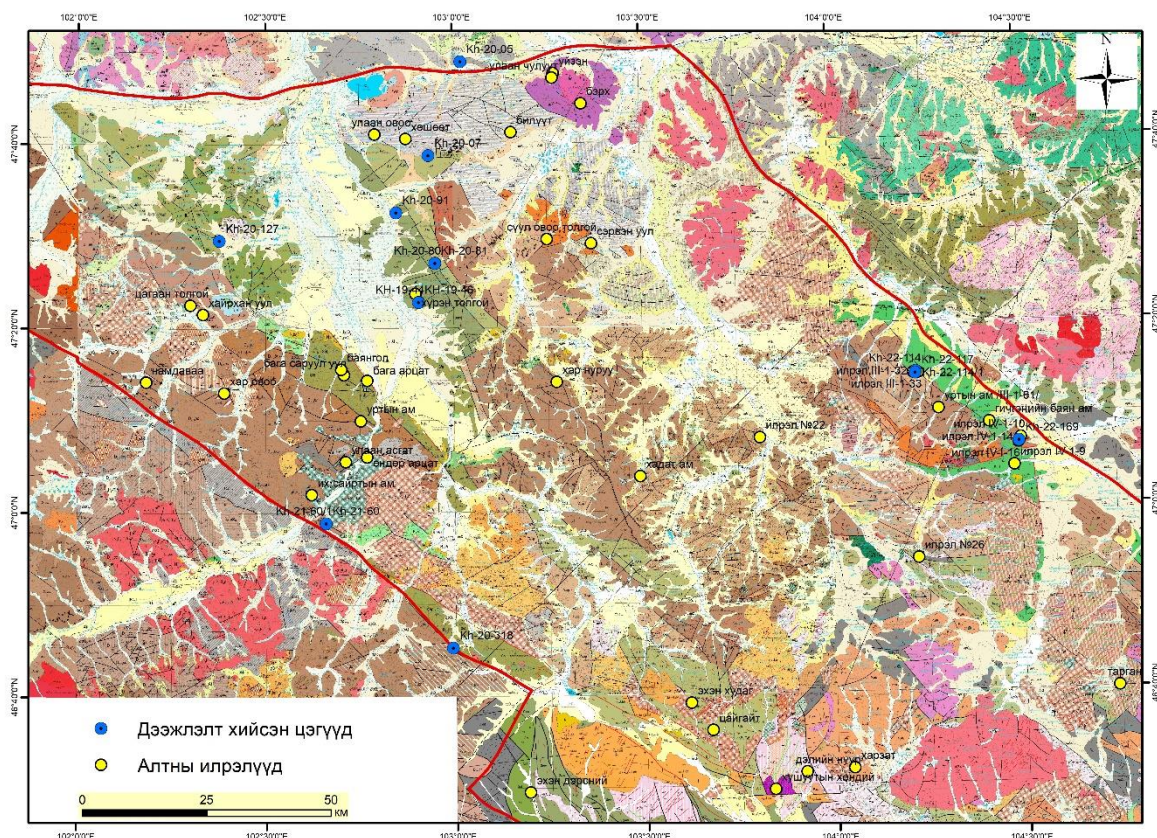
Хангай-Хэнтийн металлогений их муж нь Монгол-Агнуурын металлогений супер их мужийн Монголын нутаг дэхь хэсэг бөгөөд доод палеозойгоос дунд палеозойн үед үүсч бүрэлдсэн эх газрын хажуу хормой (Заг, Хараа террейнүүд) болон аккрецийн шаантаг террейнүүд (Цэцэрлэг, Хархорин, Асралт хайрхан зэрэг)-ээс тогтсон. Хангай-Хэнтийн металлогений их муж нь Хэнтийн ба Хангайн мужуудад хуваагддаг бөгөөд Хангайн муж нь Хангайн уулархаг мужийг, Хэнтийн муж нь Хэнтийн уулархаг мужийг хамаардаг. Энэхүү 2 мужийн геологи-тетоникийн бүтэц тогтоц, бүрэлдэн бий болсон геодинамикийн нөхцөл байдал нь ижил ч структурын чиглэлүүд нь өөр өөр, тухайлбал Хангайн мужийн структурууд нь БХ сунасан байхад, Хэнтийн мужийнх ЗХ сунасан бөгөөд хоорондоо Орхоны гэж нэрлэгддэг БХ суналтай хагарлаар хиллэдэг. Структуруудын чиглэл нь өөр өөр байгааг нэг структур 2 болж салах буюу “дуплекс” хэмээх процесст автасны үр дүн гэж үздэг (Зураг 181).



Зураг 181. Монгол орны алтны металлогений бүсүүд ба хүдрийн дүүргүүдийн байршил (Дэжидмаа нар, 2019)

Хархорины металлогений бүс нь Хангай, Хэнтийн нуруудын завсар Орхон, Тамир голуудын уулзвараас урагш орших, өмнө нь Хархорины өргөдлөөр ялгаж байсан структурын хойд хагасыг хамрах ногоон-занарын фацын метаморфизмд нэрвэгдсэн хурдас чулуулгийг О.Төмөртогоо Хархорины турбидит террейнтэй дүйдэг онцлогтой (Төмөртогоо, 2012).

Өмнөх судалгааны тайлангуудын мэдээллийн санд дүн шинжилгээ хийж, алтны хүдэржилт бүхий хэтийн төлөвтэй талбайн мэдээллүүдийг нарийвчлан судалж, нэгтгэн дүгнэснээр тус судалгааны ажлын хээрийн судалгаа хийх үндэслэлээ гаргасан болно. Хархорины бүсийн онцлог нь 1:50000-ны ГЗЕА-ын тайлангаар бүрхэгдсэн байдаг бөгөөд бид цахим мэдээллийн сан хөгжиж буй өнөө үед бүх тайлантай танилцан, бүрдүүлэлт хийснээр **164** алтны орд, илрэл, эрдэсжсэн цэгүүдийн мэдээллийн санг орчин үеийн алтны хүдэржилтийн шалгуурын дагуу **15** асуулгатайгаар үүсгэж, нарийвчилсан мэдээллийг нэгтгэсэн (Хавсралт 12). Мэдээллийн санд хамрагдсан алтны хүдэржилт бүхий илрэл, эрдэсжсэн цэгүүдийн тархалтаас төслийн сэдвийн хүрээнд бүх формацуудын хэмжээнд хүдэржилтийн дээжлэлтийг хийсэн хэдий ч аккрецийн бүрдлийг тодруулсантай холбогдуулан Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулагтай холбоотой хүдэржилтийг Жаргалантын нуруу болон Нэргүй эрдэсжсэн цэгүүдийг сонгон хээрийн судалгаа явуулж, дээжлэлт хийн, үр дүнгүүдийг оруулж байна (Зураг 182).



Зураг 182. Мэдээллийн санд хамрагдсан алтны илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд болон хээрийн ажлаар дээжлэлт хийсэн цэгийн байршил

Судалгааны үр дүн

Жаргалантын бүлэг илрэл

Илрэл III-1-32: Жаргалантын бүлэг илрэлийн хэмжээнд баруун хойш чиглэлийн хагарлуудаар хянагдах гидротермаль-метасоматоз үйлчлэлд хүчтэй автаж, доод карбоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас болох наангилаг, цахиурлаг элсэн чулуу, занар тархдаг.

Бадын голын региональ хагарал, түүний салбар хагарал болох Жаргалантын хагаралд хянагдсан доод цэрдийн тунамал хурдсаар дүүргэгдсэн хотгорын захад байрладгаараа онцлогтой.

Бага Жаргалант-Уулын орой хэсэгт 10м гаруй үзэгдэх зузаантай, харьцангуй налуу байрлалтай, төмөр-манганы ислээр бүрхэгдсэн, ялангуяа хойд, зүүн хойд зах хэсгээрээ нилээд эрчимтэй хувирсан хөх саарал өнгийн цахиурлаг чулуулаг 200м орчим өргөн талбайд тархах бөгөөд уг цахиурлаг хэсэг кварц, кварц-гематитын нарийн судланцраар хэрчигдсэн байдаг. Зүүн урд хэсэгт нь жижиг-дунд мөхлөгт габбро, габбродиоритын жижиг биет илрэх ба төмрийн усан ислүүдэд нэвчсэн байдаг онцлогтой. Бага Жаргалант-Уулын оройн хэсгийн цахиурлаг хэсгээс баруун урд хэсэгт баруун хойш сунаж тогтсон 2-4м зузаан, 20-60м урттай, кварцитын 3 мэшил хэлбэрийн биет үүссэн байдаг ([Төмөрчөдөр нар, 2005](#)).

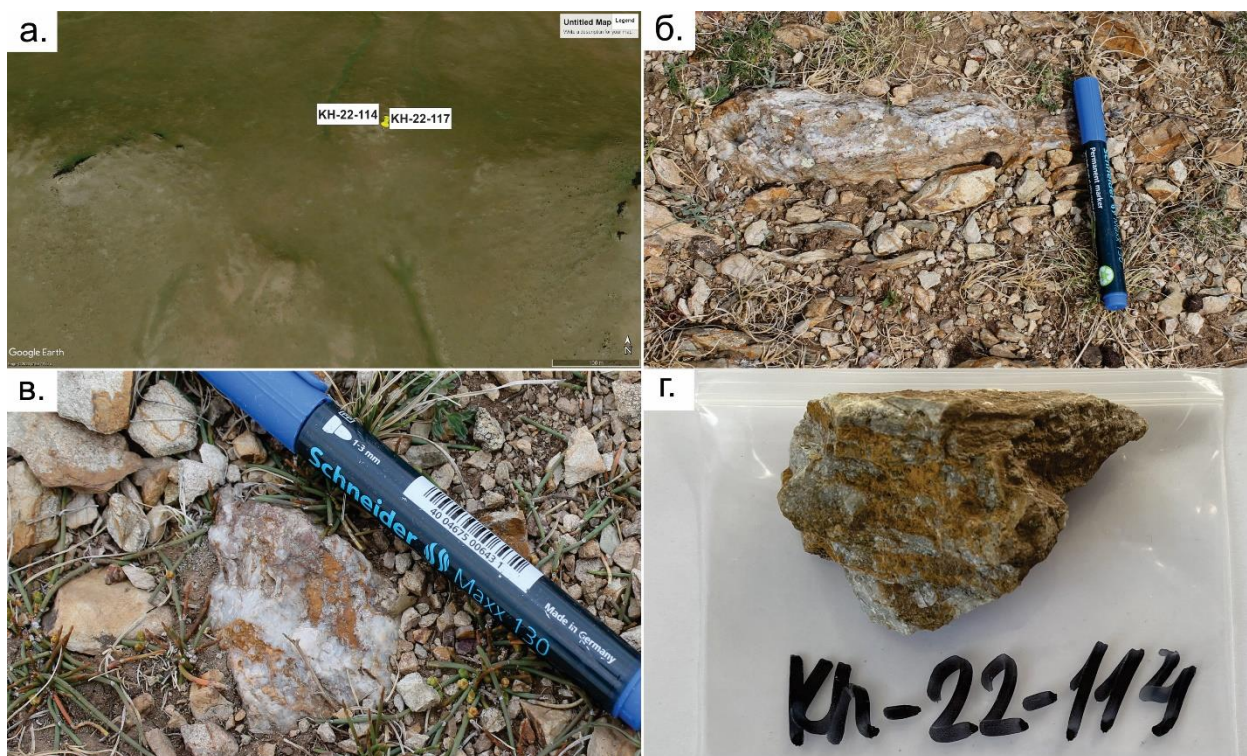
Илрэл III-1-33: Уг илрэл нь доод карбоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас тархалттай Их Жаргалант-Уулын оройн хэсгийг дамнан байрлана. Баруун талаараа зүүн-хойш чиглэлийн тектоник хагаралаар хэрчигдсэн, төмөр-манганы усан ислээр бүрхэгдсэн кварцитын 3 мэшил хэлбэрийн биет үүссэн байдаг. Үүний агуулагч чулуулаг нь бараан-саарал өнгийн цахиурлаг биетийн доороос нилээд хүчтэй шаваржиж, цахиржиж хувирсан мета-элсэн чулуу, занарууд илэрнэ ([Төмөрчөдөр нар, 2005](#)).

Дээрх *Илрэл III-1-32* болон *Илрэл III-1-33* талбайнуудад өргөн тархалттай хүчтэй шаваржиж, кварцын судланцруудаар хэрчигдсэн мета-элсэн чулуу, занар бүхий нийт талбайг 115.0 мян.м², дундаж агуулгыг 0.07г/т гэж тооцон, хэтийн төлвийн үнэлгээ өгөх гүнийг 50м гэвэл: P_2 зэрэглэлээр $Au=5750.0\text{м}^3 \times 0.07 \text{ г/т} \times d$ (2.85кг/см^3) \times ($k=0.5$) = 575.6кг таамаг баялаг тооцсон байдаг.

Хээрийн судалгааны ажлаар тус талбайгаас төлөөлөх дээжүүд авч, алтны шинжилгээ, петрографи, минераграфи, Сканинг электрон микроскопийн буюу SEM-EDX шинжилгээ хийж үр дүнг доор сийрүүлэв.

Хүрэнтолгой формацын элсэн чулууны (Kh-22-114) исэлдсэн хэсгээс дээжлэлтийг хийсэн (Координат: 47°14'32.0", 104°13'31.0") ([Зураг 183](#)) бөгөөд петрографийн судалгаагаар серицитээр цементлэгдсэн, кварц, плагиоклаз, калийн хээрийн жонш зэрэг эрдсийн хэмхдэс давамгайлсан, чулуулгийн хэмхдэс багатай, мөлгөржилт дунд зэрэг байхад метаэлсэн чулуу (Kh-22-114/1) нь маш их шахагдаж, атираажилтанд автан, хоёрдогч кварцын болон төмрийн усан исэлд автсан серицитийн агрегатуудаар цементлэгдсэн, кварцлаг аркоз найрлагатай байхаар ажиглагдлаа ([Зураг 184](#)). Макро метаэлсэн чулууны дээжинд төмрийн усан исэлд автсан кварцын судлууд агуулагддаг тул бид алтны хүдэржилтийн эвшил, зүй тогтлыг тодруулах зорилгоор ААС болон 33 элементийн хүдрийн эрдсүүдийн шинжилгээнд хамруулсан ([Зураг 183г](#)). Үр дүнгээс харахад Kh-22-114/1 дээжинд алтны агуулга 0.11г/т байх бөгөөд As агуулга бага зэрэг өссөн, 54ppm байхаас гадна Mn 536ppm, Ba 531ppm хүрч байгаа нь гидротермаль усан уусмалтай холбоотой байх боломжтой юм. Тэрчлэн минераграфийн шинжилгээгээр алт нь бараан хүрээтэй алтан шар өнгөтэй, изотроп шинжтэй, маш хурц гэрэлтэлттэй, изометрлэг хэлбэртэй, бичил ан цавшил, нүх сүвэнд шигдсэн тоосонцор байдалтай байх бөгөөд мөхлөгийн хэмжээ нь 0.001x0.002 мм хүрдэг ([Зураг 184в, г](#)). Харин Kh-22-114 дээжийн шинжилгээний үр дүнд алтны агуулга 0.01г/т байх ба бага зэрэг өндөр 28ppm бүхий Sb агуулга ажиглагддаг. Kh-22-114/1 дээжинд SEM-EDX шинжилгээ хийлгэхэд хүссэн үр дүн өгөөгүй хэдий ч титан, хромын өндөр агуулгатай байгаа нь

дээрх манганы агуулгатай гарал үүслийн хувьд эвшилдэж болохоор байна (Зураг 185).

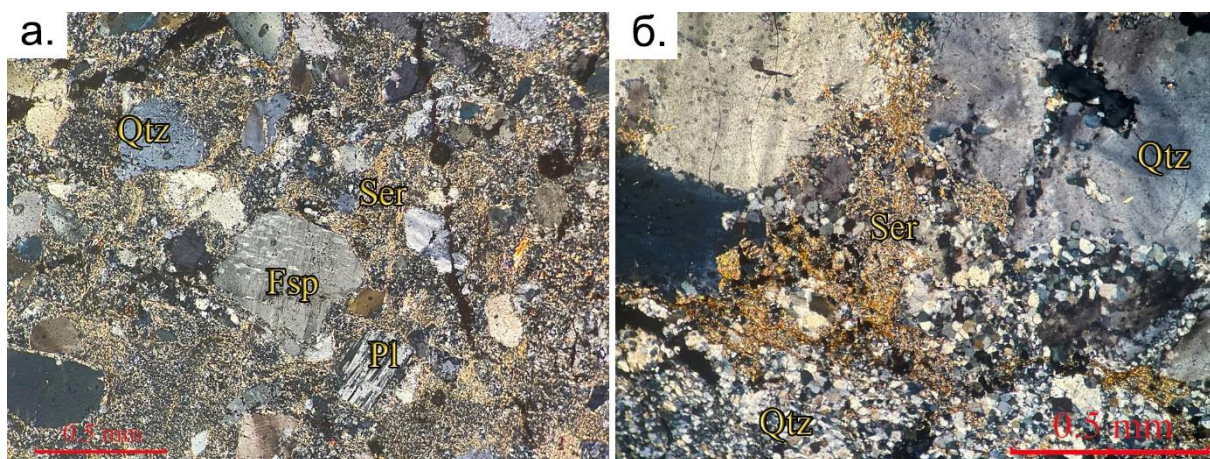


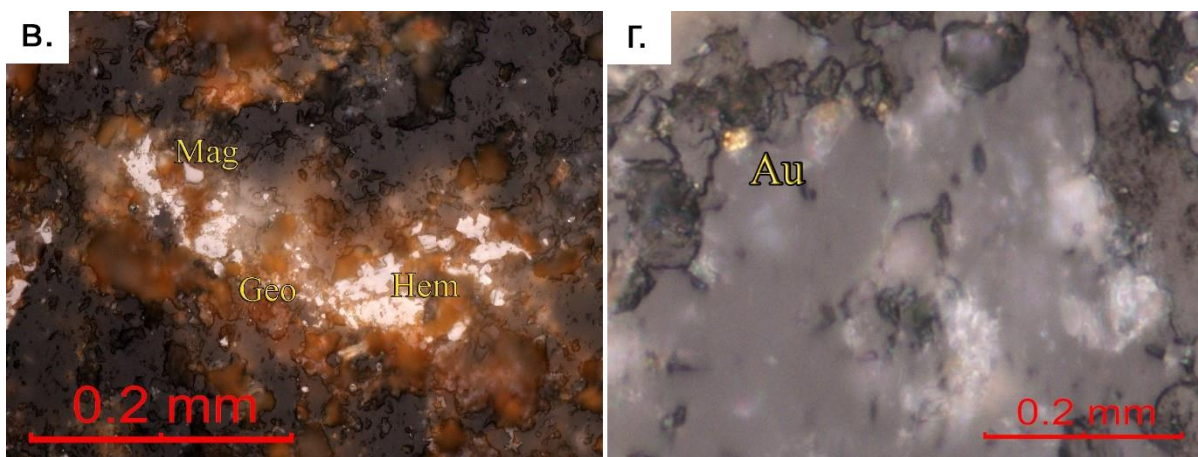
Зураг 183. Жаргалантын бүлэг илрэлийн Илрэл III-1-32 болон Илрэл III-1-33 хэсэг.

а.Жаргалантын илрэлийн сансрын зурагт үзэгдэх төрх ба дээжлэлт хийсэн цэг,

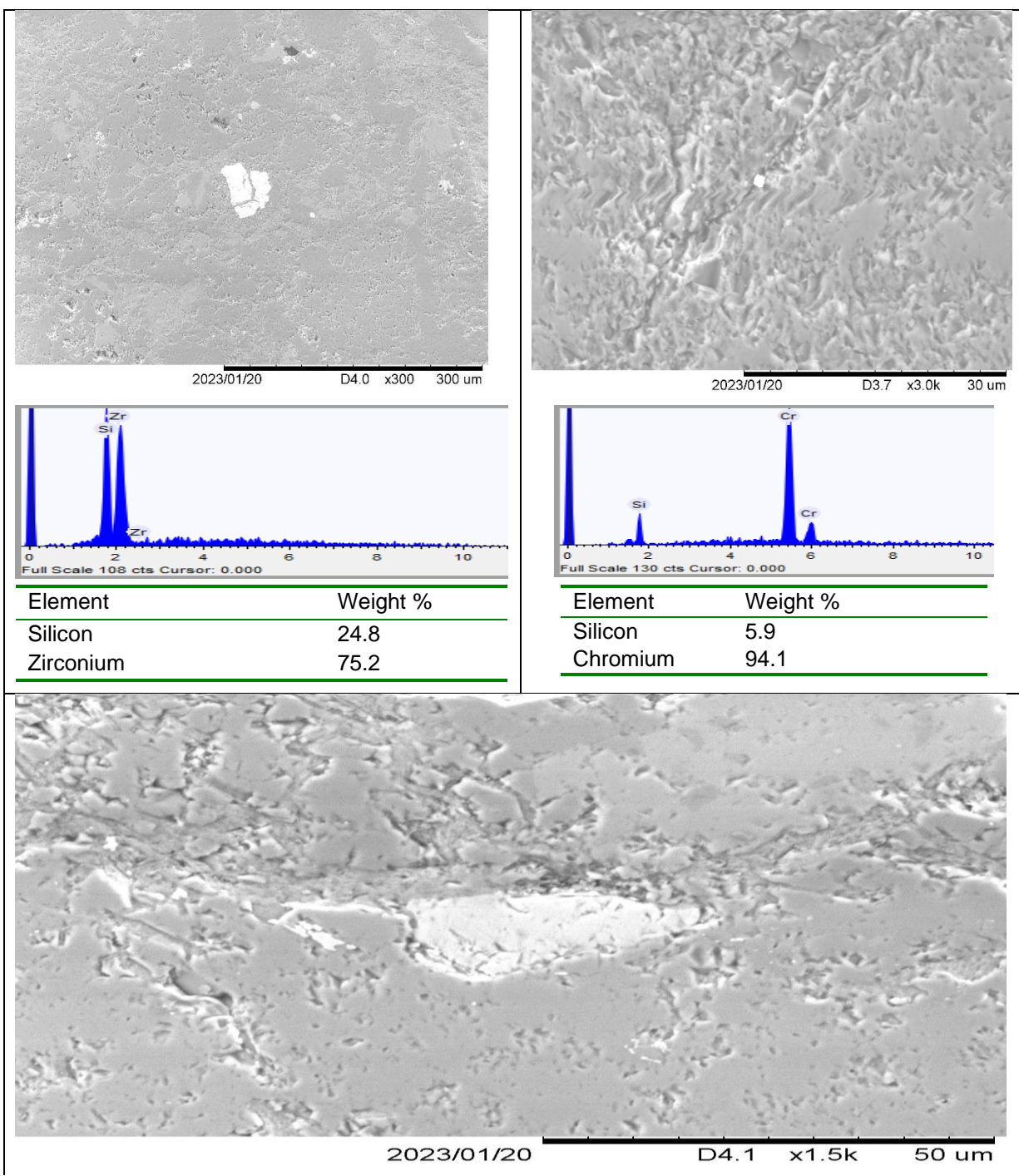
б.Алтны хүдэржилт бүхий кварцын судал, в.Төмрийн исэлд автсан кварц,

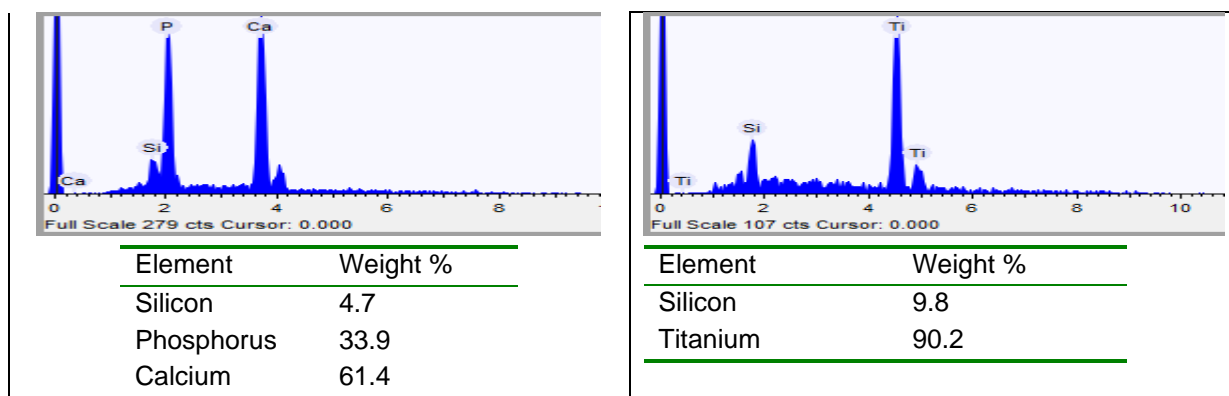
г.Судалгаанд хамрагдсан дээжийн төлөөлөх зураг.





Зураг 184. Агуулагч метатунамал чулуулгийн микрофото зураг, алтны харагдах байдал

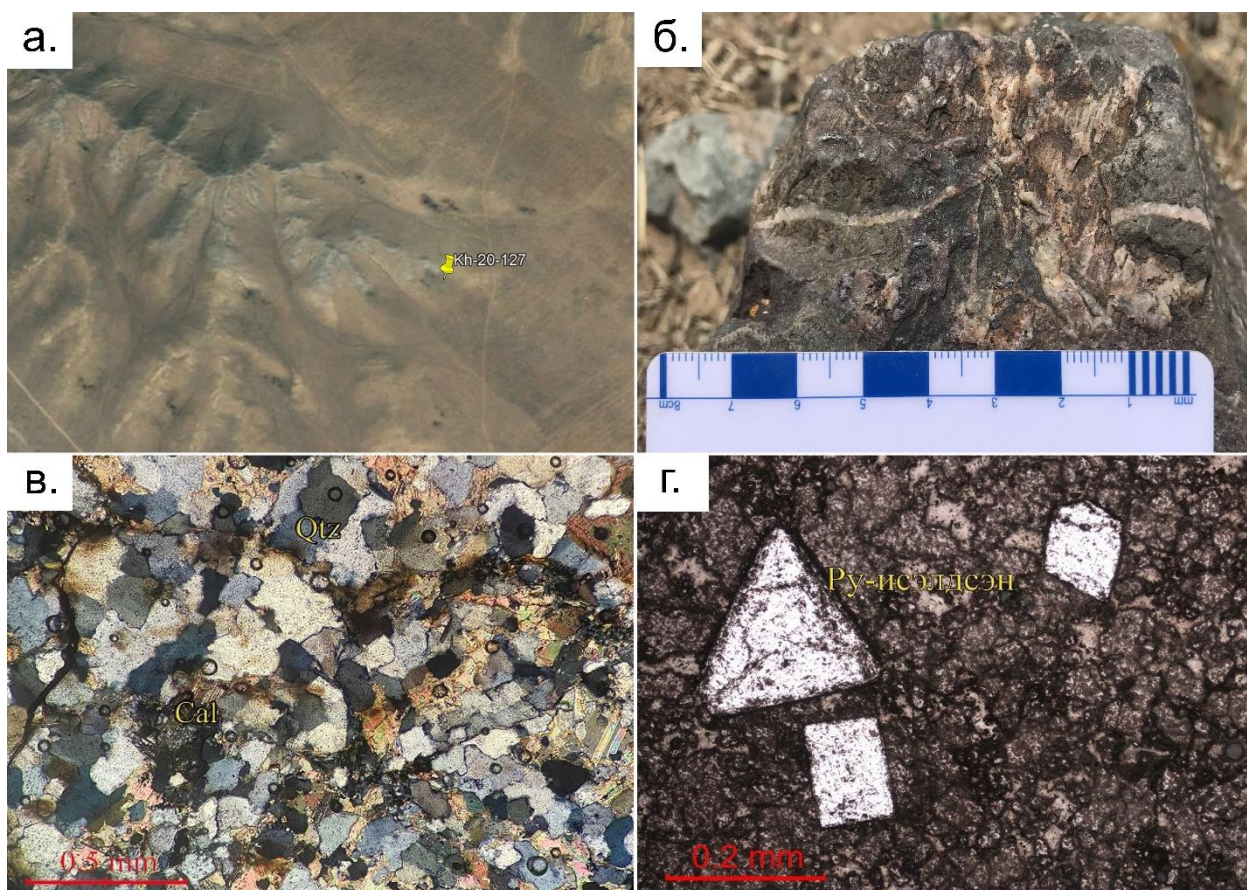




Зураг 185. SEM-EDX шинжилгээ (Kh-22-114/1)

Нэргүй эрдэсжсэн цэг (Kh-20-127, 127/1) (Координат: 47°29'29.0", 102°22'36.0")

Тус талбайд Мөнгөнцээж формацын маш олон тооны кварцын судлуудаар зүсэгдсэн хөх саарал, ногоон саарал өнгийн хлорит-серицитэт, хлоритот занараас дээжлэлт хийгдэв (Зураг 186а). Хээрийн судалгааны ажлаар тус цэгт гадаргуудаа исэлдсэн хар хүрэн өнгийн пиритийн том шигтгээлэг мөхлөг агуулах ба пиритийн үлдэгдэл нь төмрийн исэлд автаж хүчтэй исэлдсэн байна (Зураг 186б).

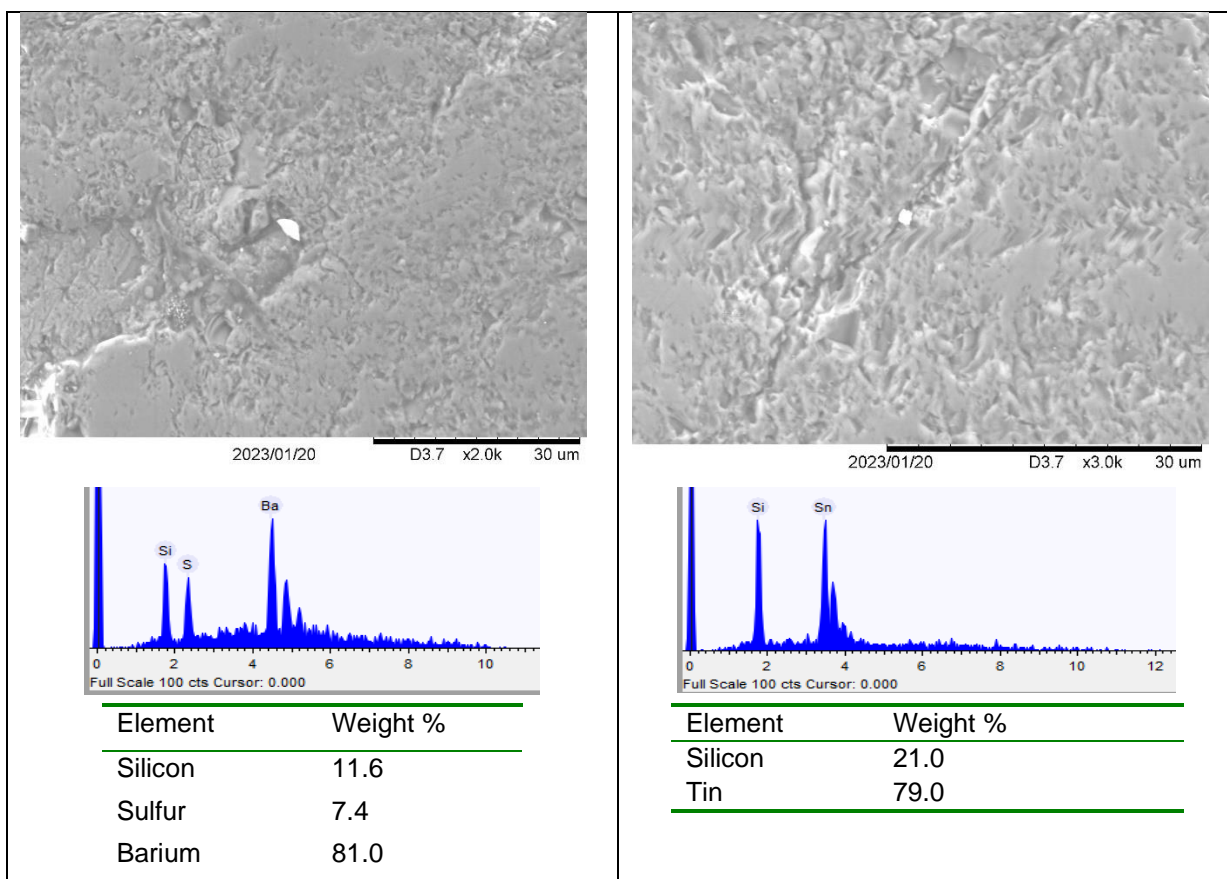


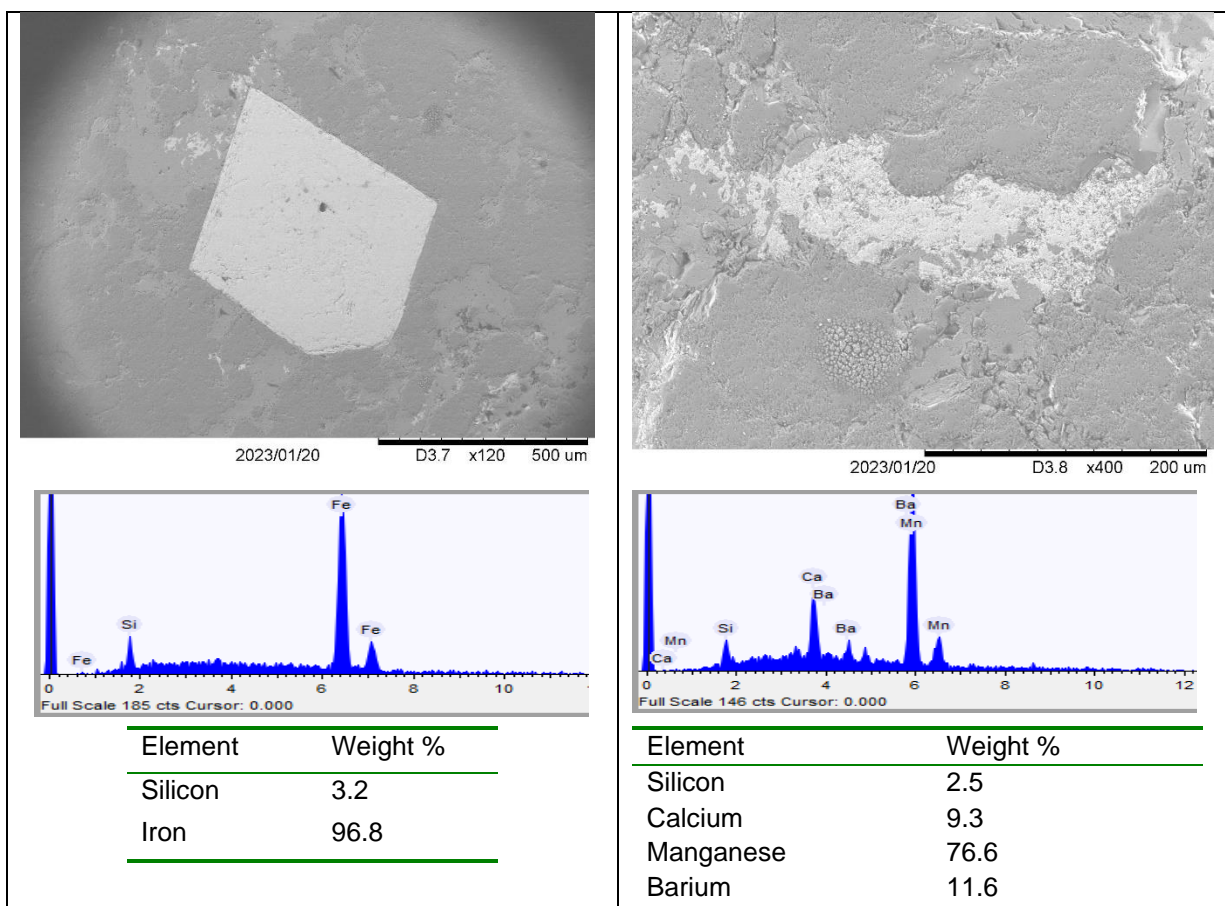
Зураг 186. а. Kh-20-127, 127/1 эрдэсжсэн цэгийн сансрын зурагт үзэгдэх төрх, б.Пиритийн шигтгээ бүхий занар, в-г.Шлифийн зураг

Кварц-кальцитын судалд агуулагдах исэлдсэн пирит: Чулуулаг нь кварц, кальцитаас голлон тогтох ба хүдрийн эрдсүүдээс пирит агуулна. Кварц нь хүчтэй деформацид автаж, брекчилэгдэх процесст өртсөнөөс кварцын мөхлөгүүд нарийн

судаллаг байдлаар эвдэрсэн. Кварцын эвдэвч суларсан хэсгүүд нь кальцитаар дүүргэгдсэн бичил ан цавуудтай болсноос гадна кальциттай орон зайн холбоотой пирит тогтоогдож байна. Энэ онцлогоос харахад пирит нь кальциттай орон хувьд хамт хөгжсөн гэж үзнэ. Жижиг хайрслалт серицитийн агрегатууд таарах ба түүний дотор төмрийн ислийн бөөгнөрөл болон бүрэн исэлдсэн пиритийн реликтүүд ихээр ажиглагдана. Пиритэд алтны эрдсүүд тааралдсангүй (Зураг 186в, г).

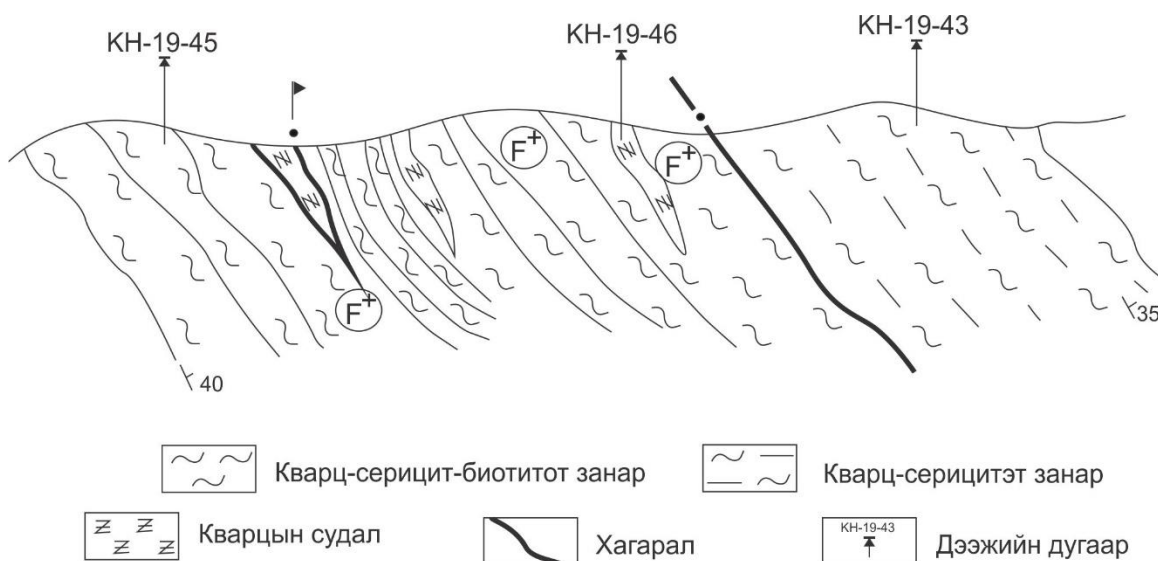
Дээжүүдэд (Kh-20-127, Kh-20-127/1) ААС болон 33 элементийн шинжилгээгээр алтны агуулга 0.01г/т байх бөгөөд Си агуулга бага зэрэг өндөр буюу 63.2-67.1ppm байхаас гадна Mn 1000-7030ppm, Ni 10-13ppm бусад дээжүүдээс ялгагдаж байгаа нь суурилаг найрлагатай чулуулгийн хувирал, мөн марганц агуулсан яшма ойролцоо тархалттай байгаатай холбоотой байж болох юм. Иймээс (SEM-EDX) судалгаа хийхэд Fe-Mn агуулгатай байв (Зураг 187).



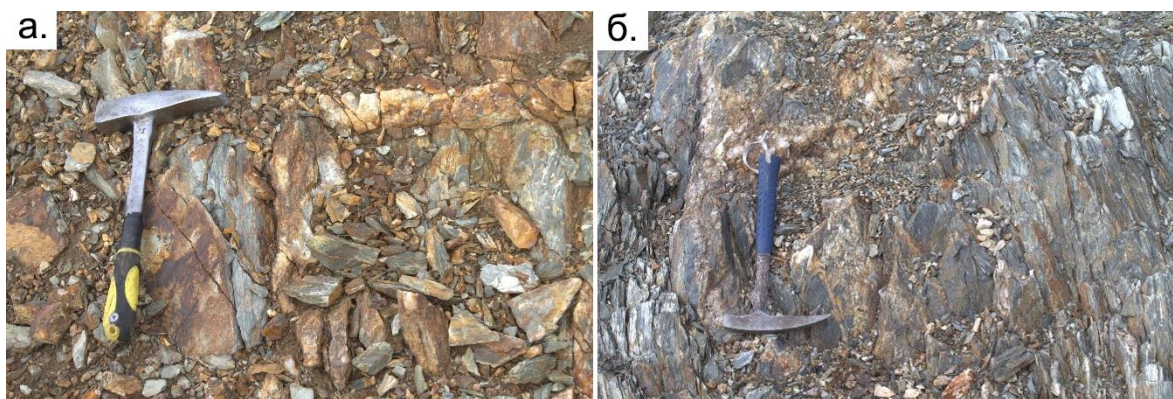


Зураг 187. SEM-EDX шинжилгээ (Kh-20-127)

Дараагийн дээжлэлтийг Мөнгөнцээж формацаар зураглагдсан кварцын судлуудаар хэрчигдсэн кварц-серицитэт, кварц-хлоритот занарын дээжлэлт (Kh-19-44; Kh-19-46) хийсэн бөгөөд ашиглаж байсан уурхайн ухсан гаршаас дээжилсэн тул зүсэлт хийн баталгаажуулсан (Зураг 188).



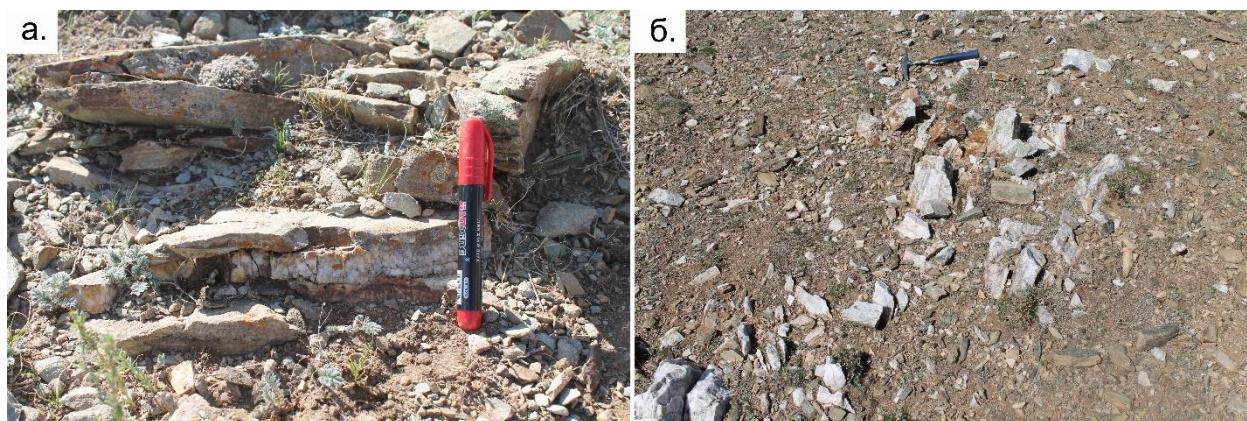
Зураг 188. Дээжлэлт хийсэн гаршийн зүсэлт



Зураг 189. Дээжлэлт хийсэн гаршийн зураг. Кварцын судал– а. Kh-19-44; б. Kh-19-46

Дээжүүдийн шинжилгээний үр дүнгээс ажиглахад Kh-19-44 дээжинд алтны агуулга 0.01г/т, As 82ppm, Sb 24ppm, Cr 73ppm байгаа бол Kh-19-46 дээжинд алтны агуулга 0.03г/т, As 237ppm, Sb 75ppm, Cr 88ppm болж алтны агуулгыг даган бага зэрэг өсч буй зүй тогтол ажиглагдлаа.

Яшил формацын метатунамал чулуулгийн алтны илрэл тэмдэглэгдсэн кварцын судлаас (Kh-20-07; Kh-20-80) дээжлэлт хийн, шинжилгээнд хамруулсан бөгөөд алтны агуулга 0.02 г/т, As 199 ppm алтны агуулгыг даган бага зэргийн агуулга нэмэгдэж байна.



Зураг 190. Дээжлэлт хийсэн гаршийн зураг. Кварцын судлууд– а. Kh-20-07; б. Kh-20-80

Бусад шинжилгээнд хамруулсан алт агуулсан кварцын судал, судланцар бүхий метатунамал чулуулгуудад алтны агуулга 0.01г/т, бусад элементүүдийн ямар нэгэн зүй тогтол ажиглагдсангүй. Дээрх шинжилгээний үр дүнгүүдээс харахад доод карбоны настай Хүрэнтолгой формацын метабазальт ба түүнтэй нягт эвшилдэж буй кварцит, яшмын үе мэшилүүдтэй гарал үүслийн холбоотой манган, зэс, гидротермаль-метасоматоз гаралтай алт, хүнцэл, сурьмагийн эрдэсжилт бүхий эрдэсжсэн цэг, цэгэн гажгууд тогтоогдсон байж болохоор харагдаж байна ([Хүснэгт 6](#)).

Хүснэгт 6. Алтны илрэл, эрдэсжсэн цэгүүдийн хүдрийн элементүүдийн агуулга

Формац	Чулуулгийн нэр	Дээжийн дугаар	Co	Ni	Cu	Sc	Sb	As	Au	Mn	Cr	Fe	Ba
Мөнгөнцээж	Кварцын судлуудаар хэрчигдсэн кварц-серицитэт занар	КН-19-44	1	3	2.3	0.5	24	82	0.01	67	73	0.6	65
Мөнгөнцээж	Кварцын судлуудаар хэрчигдсэн кварц-серицитэт занар	КН-19-46	6	5	14.3	2.6	75	237	0.03	223	88	2.2	252
Яшил	Метатунамал	КН-20-07	3	6	2.2	2.7	5	199	0.02	467	5	1.76	49
Яшил	Метатунамал	КН-20-80	1	2	1.6	1.1	5	3	0.01	443	5	1	769
Мөнгөнцээж	Хлорит-серицитэт занар	КН-20-127	8	10	67.1	2.2	5	20	0.01	7027	5	3.44	115
Мөнгөнцээж	Хлорит-серицитэт занар	КН-20-127/1	7	13	63.2	1	5	24	0.01	1003	7	1.85	19
Ухаа-Овоо	Хар халтар кварцит	КН-21-60	5	9	20	1.2	5	45	0.01	10000	7	1.46	100
Жаргалантын нуруу	Хүрэнтолгой	Метатунамал	Kh-22-114	2	5	3.6	2.5	28	0.01	236	12	2.43	492
	Хүрэнтолгой	Метатунамал	Kh-22-114/1	6	8	8.7	4	7	0.11	536	13	3.11	531
	Хүрэнтолгой	Метатунамал	Kh-22-117	6	9	19.9	5.7	5	0.03	182	14	2.74	668
	Хүрэнтолгой	Исэлдсэн бүс	Kh-22-169	7	7	5.7	5.4	8	0.01	774	11	4.55	636

Ерөнхийдөө Хархорины бүсийн хэмжээнд хэтийн төлөв бүхий алтны хүдэржилт нь мезозойн эхэн үеэс идэвхжсэн тектоник-магмын үйл ажиллагаа болох эх газрын рифтийн процессын үйлчлэлээр томоохон баруун хойш сунасан шугаман хагарлуудад хянагдсан саарал, улаан өнгийн молассын хурдас, ан цавын төрлийн бялхалтаар үүссэн дундлаг-суурилаг найрлагатай вулканоген чулуулгийн гадаргуу дээрх бялхалттай комагмын холбоотой интрузив болон субвулкан биетүүд үүссэн байдаг байна ([Төмөрчөдөр нар, 2005Ф](#)). Эдгээр процессын үлдэгдэл флюид уусмал нь алтны хүдэржилтийн гол агуулагч болон хүдэр зөөвөрлөгч нь болдог тул палеозойн насны цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулагт алтны хүдэржилтийн шинж тэмдэг бага илэрдэг зүй тогтол ажиглагдлаа.

ДҮГНЭЛТ

1. Төслийн даалгаврын хүрээнд Хархорины бүсийн өргөгдөлд эртний настай уламжлагдан зураглагдаж ирсэн дунд кембри-түрүү ордовикийн настай Хотонт формацын болон Ордовикийн настай Мөнгөнцээж формацын метаморф чулуулгийн анхдагч гарал үүсэл нь тунамал гаралтай, хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн эх үүсвэртэй эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд үүсч хуримтлагдсан болохыг тогтоов. Уг тунамал чулуулгаас үүссэн занарын дээжинд зөөгдмөл цирконы нас хийлгэн Хотонт формацын нас **доод карбоны настай буюу 342.6 ± 1.6** с.ж-ээс хойш, харин Мөнгөнцээж формацын нас нь **дээд девон буюу 360.5 ± 4.1** с.ж-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан болохыг тус тус тогтоосноор насны асуудал шинэчлэгдэж, уг формацын хурдасны тархалтын талбай, литологийн найрлага өөрчлөгдөн, эртний аккрецын комплекс (S?) болохыг тодруулснаар турбидит террейн биш аккрецийн террейн нь батлагдаж байгаа юм.
2. Силурын настай Яшил формац нь литологийн хувьд элсэн чулуу-алевролитын зузаалгаас бүрдсэн, граувакк найрлагатай, хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн эх үүсвэрээс эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд **дээд девоны буюу 360.1 ± 2.2** с.ж-ээс хойшхи цаг үед хурдас хуримтлагдсан болохыг шинээр тогтоон, тархалтын талбай шинэчлэгдэв.
3. Доод девоны настай Хараат формацын турбидит хурдас нь граувакк найрлагатай, хүчиллэг найрлагатай магмын чулуулгийн эх үүсвэрээс эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд **доод карбоны буюу 348.0 ± 2.9** с.ж-ээс хойшхи цаг үед хурдас хуримтлагдсан болохыг шинээр тогтоосон.
4. Доод-дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн насыг **доод карбоны буюу 333.0 ± 1.1** с.ж-ээс хойш цаг үед хурдас хуримтлагдсан болохыг, мөн терриген хурдас нь базальт, яшма, яшма-кварцитын олон тооны тектоник шаантгуудыг агуулан, харьцангуй насыг яшма дахь радиоляр, конодонтын үлдвэрээр дээд силур-дунд девоны настай болохыг тогтоосон төдийгүй базальтын геохимийн судалгааны үр дүнд далайн царцдасын дээд хэсэг болох пиллоу лаавыг илрүүлж, шавхагдсан мантийн эх үүсвэртэй далайн голч нурууны базальт болохыг тодруулав.
5. Дунд-дээд девоны настай уламжлалт Цэцэрлэг формацын аналог болох Цүүгэл формацын тунамал хурдасны насыг **доод-дээд карбоны буюу 309.7 ± 4.1** с.ж-ээс хойш хурдас хуримтлал явагдсан бөгөөд хурдас хуримтлалд

- эх газрын царцдасын чулуулаг болох гранитоид чулуулаг эх үүсвэр болж байгааг цирконы мөхлөгүүд дэх ховор элементийн агуулгаар тодруулсан.
6. Жонштолгой формацын тархалтыг Сант-Уулын талбайд шинээр ялган, зураглаж хурдас хуримтлалын насыг **334.5±1.8 с.ж буюу доод карбоны** настай болохыг тогтоож, амьтны үлдэгдлээр тогтоогдсон насыг дахин баталгаажууллаа.
 7. Хархорины бүсийн геодинамик орчны хувьд цахиурлаг-вулканоген-тунамал чулуулгийн петрографи, геохими, геохронологи, микропалеонтологийн цогц судалгааны үр дүнд тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлал нь эх газрын нум болон эх газрын идэвхтэй захын нөхцөлд доод-дээд карбоны туршид хуримтлагдсан, дунд-девоноос дунд силурын настай радиоляр, конодонт агуулсан цахиурлаг хурдас бүхий силурын цаг үед байсан эртний далайн хурдасны судалгааг бий болгосноор далайн плитийн стратиграфийг босгохдоо өөр хоорондоо ялгаатай 4 аккрецын комплекс илэрч буй геодинамикийн загварыг бий болгож, бүсийн геологийн зургийг шинэчлэв.
 8. Хангайн дүүргийн хэмжээнд яшма буюу цахиурлаг чулуулгийн петрохими, геохими, микропалеонтологийн цогц судалгааны үр дүнд дунд силур (420 с.ж)-ын цаг үеэс доод карбон (350 с.ж)-ы цаг үеийн хооронд буюу 70 с.ж-ийн хугацаанд Монгол-Агнуурын далай тогтвортой хөгжиж байсан бөгөөд уг далайн хавтан Сибирийн кратон доогуур шурган аккрецид орох явцад далайн гүн усны хурдас чулуулгууд эх газрын захын болон наангилаг орчинд хуримтлагдаж орон зай, цаг хугацааны хувьд харилцан адилгүй, дуплекс, тохрол байдлаар илэрсэн болохыг харууллаа.
 9. Бүсийн хэмжээний алтны хүдэржилтийн мэдээллийн санг орчин үеийн төвшинд хийж, алтны хүдэржилтийн зүй тогтол бага байсан хэдий ч өмнөх судлаачдын алтны хүдэржилтийн талбайн дээжүүдэд алтны шинжилгээ, петрографи, минераграфи, SEM-EDX шинжилгээ хийж үр дүнг тайланд тусгав.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- Ариунбилэг С, 2022. Элементийн геохими: Геохимийн үндсэн зарчим ба хэрэглээ. УБ хот, Соёмбо принтинг, 145х
- Бат-Өлзий Д, Золзаяа Г, Баатархуяг А, Алтанцэцэг Д, 2003. Особенности состава девонских отложений района Хархорин. Геологи, №9, х.139-146
- Богатиков О.А, Гоньшакова В.И, Михайлов Н.П, 1981. Классификация и номенклатура магматических горных пород, Москва: Недра, 160с
- Бямба Ж, Доржнамжаа Д, 2009. Төв Монголын ороклиналын архей-палеопротерозойн структурууд. ШУА-ийн ГЭБХ-ийн ЭШБ, Геологи судлал, №19, х.63-75
- Бямба Ж, Алтаншагай Ш, 2016. Монголын нутаг дэвсгэрт аккрец-коллиз явагдсан үе шатууд. Хайгуулчин, №55, х.64-74
- Геология Монгольской Народной Республики, 1973. Москва: Недра, Том.1, 580с
- Доржсүрэн Б, 2012. “Хангай- Хэнтийн бүс дэхь карбон пермийн аккрецийн бүрдэл”. Геологийн ухааны докторын нэг сэдэвт бүтээл. УБ хот, 118х
- Ефремова С.В, Стафеев К.Г, 1985. Петрохимические методы исследования горных пород. Справочные пособие, М: Недра, 261с
- Жавхланболд Д, Чулуун Д, 2003. Мөнгөнцээж формац (R₁₋₂mc)-ийн структурын зарим онцлогоос (Зүүн хойт Хангай). Геологи, №9, х.123-130
- Зоненшайн Л.П, Кузьмин М.И, Натапов Л.М, 1990. Тектоника литосферных плит территории СССР. М:Недра, Кн.1, т.1, 326с
- Махбадар Ц, Дэлгэрцогт М. 1990. Төв болон Дорнод Монголын геологийн 1:500000-ны масштабын зураг.
- Махбадар Ц, 2001. Монгол-Агнуурын атираат тогтолцооны фанерозойн литостратиграфи ба палеогеодинамик, ШУТИС-ийн ЭШБ, Геологи, №2,3, х.55-62
- Минжин Ч, Манчук Н, 2006. Аккрецийн комплексийн тухай. УБ хот, ШУТИС-ийн ЭШБ, Геологи, №14, х.73-77
- Оролмаа Д, Долзодмаа Б, 2019. Хангайн гранитоидын ангилалын асуудалд: Үнэмлэхүй геохронологи ба магмын эх үүсвэр, Хайгуулчин, №61, х.119-131.
- Оюунгэрэл С, Нямсүрэн Х, 2003. Хотонт дүүргийн гранитоид чулуулгийн петрографийн онцлог. Геологи, №9, х.115-122
- Оюунчимэг Т, Отгонбаатар Д, Баттүшиг А, Төмөрхүү Ю, 2016. Хартолгойн офиолит эвшлийн геологи, геохимийн шинэлэг үр дүнгээс, ШУА-ийн ПГХ-ийн, ЭШБ, Монголын Палеонтологи, №2, х.99-108
- Оюунчимэг Т, Отгонбаатар Д, Төмөртоогоо О, Эрдэнэчимэг Д, Дагва-Очир Л, Төмөрчөдөр Ч, Шарав Д, Энхдалай Б нар, 2018. “Монгол-Агнуурын атриат бүслүүрийн Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны геодинамик ба алтны хүдэржилтийн структурын шалгуур” суурь судалгааны төслийн тайлан, 262х.
- Оюунчимэг Т, Энхдалай Б, Отгонбаатар Д, Mikava J, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Дагва-Очир Л, Баттүшиг А, 2018б. Цэцэрлэгийн террейний Цоройдог уул дүүргийн палеозойн тунамал хурдсын геохими: эх үүсвэр, тектоник орчин. ШУА-ийн ПГХ-ийн ЭШБ, Геологи судлал, №24, х.6-30

- Оюунчимэг Т, Отгонбаатар Д, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Дагва-Очир Л, 2019. “Их-Оорцог уул орчмын геологи, геохими”. Хайгуулчин, №61, х.139-148.
- Оюунчимэг Т, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Дагва-Очир Л, Булганзаяа Л, Энхдалай Б, 2020. Хархорины бүсийн геологийн асуудалд, “Монголын бүс нутгийн геологийн асуудлууд-GIMAR 2020” ЭШ-ний хурлын илтгэл
- Оюунчимэг Т, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Заяатүшиг Ү, Ариунаа Н, 2022. Хархорины бүсийн Хясаатхүрэн орчмын аккрецийн комплекс.Геологи судлал, №26, х.6-28
- Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Шелепаев Р.А, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү, 2022. Хархорины бүсийн Яшил формацын хурдас хуримтлалын нас, эх үүсвэр. “Монголын геологи, хайгуул 2022”, XII чуулга уулзалт, /Аман илтгэл/
- Склярёв Е.В, 2001. Интерпретация геохимических данных. Под.ред. Интернет Инжиниринг, 288с
- Тектоника Монгольской Народной Республики, 1974. (Гл. Ред. А.Л.Яншин). Москва: Наука, 284с
- Төмөртоогоо О, 1999. Монгол Улсын Геологийн 1:1000000-ны масштабын зураг, тайлбар бичгийн хамт. ШУА-ийн Геологи, эрдэс баялгийн хүрээлэн
- Төмөртоогоо О, 2002. Монгол Улсын тектоникийн 1:1000 000-ын масштабын зургийн товч тайлбар бичиг. АМХЭГ-ын Геологийн мэдээллийн төв, 32х
- Төмөртоогоо О, 2008. Монгол Алтай, Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцоонууд ба Монгол-Агнуурын палеодалайн тухай асуудал. ШУА-ийн ГЭБХ-ийн ЭШБ, Геологи судлал, №18, х.9-28
- Төмөртоогоо О, 2012. Монгол орны ороген мужуудын тектоник мужлалт, ГЭБХ-ийн ЭШБ, Геологи судлал, №21, х.5-25
- Төмөртоогоо О, 2017. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэл, Масштаб 1:3000000
- Төмөртоогоо нар, 2017. “Монгол орны офиолит болон Li-F бүхий цогцолборуудын изотоп геохимийн шинж чанарууд”. ШУА-ийн грант төслийн тайлан
- Туркина О.М, 2014. Лекции по геохимии магматического и метаморфического процессов. Новосибирск: НГУ, 118с
- Шарав Д, Булганзаяа Л, Оюунчимэг Т, Отгонбаатар Д, 2020. Цэцэрлэг террейний Эрдэнэцогт, Цэцэрлэг формацуудын радиолярын судалгааны үр дүн, Хайгуулчин, №62, х.130-135
- Шарав Д, Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Булганзаяа Л, Дагва-Очир Л, Заяатүшиг Ү, 2021. Дэл уулын геологийн тогтоц, радиолярын судалгаа, ШУА-ийн ГХ-ийн ЭШБ, Геологи судлал, №25, х.110-119
- Шарав Д, Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, 2022. “Радиолярын судалгааны арга аргачлал”. Гарын авлага, УБ хот, 32х
- Филиппова И.Б, 1969. Хангайский синклинорий, основные черты строения и развития. Геотектоника, №5, с.76- 78
- Филлипова И.Б, 1970. Строение и тектоническое развитие варисцид Центральной Монголии. Автореферат диссертации кандидата. Москва, МГУ, 23с.
- Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, Дагва-Очир Л, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү, 2020. Хархорины бүсийн Хашаат-Хотонт дүүргийн дунд-дээд палеозойн тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэр. Хайгуулчин, №62, х.64-74

- Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, 2022. “Хархорины бүсийн Цүүгэл формацын хурдас хуримтлалын насны асуудалд”, МУИС, Геологийн асуудлууд, №21 (01), х. 24-31.
- Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, Шелепаев Р.А, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү, 2022. “Хархорины бүсийн Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн геохронологийн шинэлэг үр дүн”, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн “Геологи судлал” ЭШБ, №26, х. 54-63.
- Яншин А.Л, 1978. Тектоническая карта Монгольской Народной Республики, Масштаб 1:500 000
- Ярмолюк В.В, Коваленко В.И, Ковач В.П, 2002. Изотопные провинции коры Центрально-Азиатского складчатого пояса: эпохи, масштабы и механизмы формирования (по результатам геохронологических и изотопно-геохимических исследований) // Т. 2. с. 205-207.
- Ярмолюк В.В, Козаков И.К, Козловский А.М, Кудряшова Е.А, Травин А.В, Кирнозова Т.И, Фугзан М.М, Плоткина Ю.В, 2018. Раннепалеозойская активная окраина Хангайского сегмента Монголо-Охотского океана. Доклады АН, 480:73-79
- Adachi M, Yamamoto K, Sugisaki R, 1986. Hydrothermal chert and associated siliceous rocks from the northern Pacific their geological significance as indication of ocean ridge activity. *Sedimentary geology*, v.47, Issue 1-2, p.125-148
- Aitchison, J.C, Stratford, J.M.C, 1997. Middle Devonian (Givetian) Radiolaria from Eastern New South Wales, Australia: a reassessment of the Hinde (1899) fauna. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 203, p.369-390.
- Badarch G, Dickson C.W, Windley B.F, 2002. A new subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia. *Journal of Asian Earth Sciences* 21:88-110
- Bayart Nadmid, Kazuhiro Tsukada, Munkhtsetseg Oidov, Sharav Davaanyam, Manchuk Nuramkhaan, Lodoidanzan Altansukh, Khishigbadam Davgadorj, and Kanta Umeda, 2022. “Geochemistry and K-Ar age of the mafic rocks at the Uubulan area, Khangai-Daur belt, Central Asian Orogenic belt, central Mongolia”. *Bull.Nagoya Univ.Musiem*. DOI:10. 18999/ bulnum.038.01
- Bedard, J.H, 1994. A procedure for calculating the equilibrium distribution of trace elements among the minerals of cumulate rocks, and the concentration of trace elements in the coexisting liquids. *Chemical Geology* 118, p.143-153.
- Belousova, E.A, Griffin, W.L, O'Reilly, S.Y, Fisher, N.J, 2002. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 143, 602-622.
- Bhatia M.R, Crook K.A.W, 1986. Trace element characteristics of greywacke and tectonic setting discrimination of sedimentary basins. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92, p.181-193
- Chakrabarti G, Shome D, Blanca B and Sinha S, 2009. Provenance and weathering history of mesoproterozoic clastic sedimentary rocks from the basal Gulcheru Formation, Cuddapah Basin; *J. Geol. Soc. India* 74, p.119-130
- Chen D, Qing H, Yan X, Li H, 2006. Hydrothermal venting and basin evolution (Devonian, South China): Constraints from rare earth element geochemistry of chert. *Sedimentary Geology*, v.183, p.203-216

- Condie K.C, 1993. Chemical Composition and Evolution of the Upper Continental Crust; Contrasting Results from Surface Samples and Shales. *Chemical Geology*, v.104, p.1-37.
- Cox, R, Lowe, D.R. and Cullers, R.L, 1995. The influence of sediment recycling and basement composition of evolution of mudrock chemistry in the southwestern United States, *Geochim Cosmochim Acta*, v.59, p.2919-2940
- Cullers, R.L, 2000. The geochemistry of shales, siltstones and sandstones of Pennsylvanian- Permian age, Colorado, USA: implications for provenance and metamorphic studies. *Lithos* 53 (3), p.181-203
- Dagva-Ochir L, Oyunchimeg T, Enkhdalai B, Inna Safonova, Huan Li, Otgonbaatar D, Landry S.T, Sharav D, 2020. "Middle Paleozoic intermediate- mafic rocks of the Tsoroidog Uul' accretionary complex, Central Mongolia: Petrogenesis and tectonic implications". *Journal of Lithos*, 376-387 doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105795 /IF 4.27/
- Dejidmaa, G. and Badarch, G, 1999. Summary of pre- accretionary and accretionary metallogenic belts of Mongolia. In Nokleberg, W. J, Naumova, V. V, Kuzmin, M. I. and Bounaeva, T. V. (eds.) Preliminary publications book 1 from project on mineral resources, metallogenesis, and tectonics of Northeast Asia: U.S. geological survey open-file report. U.S. Department of the Interior, U.S.Geological Survey, 99-165.
- Erdenechimeg D, Oyunchimeg T, Otgonbaatar D, Jitka Míková, Tomurchudur Ch, Dagva-Ochir L, Enkhdalai B, Delgerzaya P, Sharav D, Zavřelová A, 2019. Geochemistry and geochronology of the paleozoic sedimentary rocks in the shar khutul area, Central Mongolia. *Proceeding of the Mongolian Academy of Sciences*. Vol.58(4), p.4-21, /online <https://www.mongoliajol.info/index.php/PMAS/article/view/1045/>
- Fedo, C.M, Nesbitt, H.M, Young, G.M, 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. *Geology*, v.23, p.921-924
- Floyd, P.A, Leveridge, B.E, 1987. Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: framework mode and geochemical evidence from turbidite sandstone. *Journal of the Geological Society of London*, v.144, p.531-542
- Foreman, H.P, 1963. Upper Devonian Radiolaria from the Huron member of the Ohio shale. *Micropaleontology*, v.9, p.267-304
- Goldfarb, R.J, and Groves, D.I, 2015. Orogenic gold: Common or evolving fluid and metal sources through time. *Lithos*, 233, 2-26
- Griffin, W.L, Powell, W.J, Pearson, N.J, O'Reilly, S.Y, 2008. GLITTER: Data reduction software for laser ablation ICP–MS. In: Sylvester, P.J. (Ed.), *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences*. MAC Short-Course series Association, 40, 307-311.
- Grimes, C.B, John, B.E, Kelemen, P.B, Mazdab, F.K, Wooden, J.L, Cheadle, M.J, Hanghøj, K, Schwartz, J.J, 2007. Trace element chemistry of zircons from oceanic crust: a method for distinguishing detrital zircon provenance. *Geology* 35, 643-646.
- Grimes, C.B, John, B.E, Cheadle, M.J, Mazdab, F.K, Wooden, J.L, Swapp, S, Schwartz, J.J, 2009. On the occurrence, trace element geochemistry and crystallization history of zircon from in situ ocean lithosphere. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 158, 757-783.

- Groves, D. I, Goldfarb, R. J, Gebre-Mariam, M, Hagemann, S. G. and Robert, F, 1998. Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types: *Ore Geology Reviews*, v.13, p.7-27.
- Gu, X.X, Liu, J.M, Zheng, M.H, Tang, J.X, and Qi, L, 2003. Provenance and tectonic setting of the Proterozoic turbidites in Hunan, South China: *Geochemical Evidence: Journal of Sedimentary Research*, v.72, p.393–407.
- Harnois, L, 1988. The CIW, Index: A New Chemical Index of Weathering. *Sedimentary Geology*, 55, 319-322
- Hayashi KI, Fujisawa H, Holland HD, Ohmoto H, 1997. Geochemistry of ~1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada. *Geochim Cosmochim Acta*, Vol.61, p.4115-4137.
- Heaman, L.M, Browns, R, Crocket, J, 1990. The chemical composition of igneous zircon suites: implications for geochemical tracer studies. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 54, 1597-1607.
- Heaman, L.M, Kjarsgaard, B.A, Creaser, R.A, 2003. The timing of kimberlite magmatism in North America: implications for global kimberlite genesis and diamond exploration. *Lithos* 71, 153-184.
- Hoskin, P.W.O, Schaltegger, U, 2003. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis. In: Hanchar, J.M, Hoskin, P.W.O. (Eds.), *Zircon. Rev. Miner. Geochem*, 53, 27-62
- Hoskin P.W.O, 2005. Trace element composition of the hydrothermal zircon and the alteration of Hadean zircon from the Jack Hills, Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol.69, No.3, 637-648.
- Herron, M.M, 1988. Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data. *Journal of Sedimentary Petrology*, v.58, p.820-829.
- Kelty T. K, Yin A, Dash B, Gehrels G, E, Ribeiro Angela E, 2008. Detrital- zircon geochronology of Paleozoic sedimentary rocks in the Hangay- Hentey basin, north-central Mongolia: Implications for the tectonic evolution of the Mongol-Okhotsk Ocean in central Asian, *Tectonophysics* 451, p.290-311.
- Kemkin I.V, Kemkina R.A, 2015. Depositional environment of cherts of the Sikhote-Alin region (Russia Far East): Evidence from major, trace and Rare Earth Elements geochemistry. *Journal of Earth Science*, v.26, p.259-272
- Kroner A, Windley B. F, Badarch G, Tomurtogoo O, Hegner E, Jahn B. M, Gruschka S, Khain E. V, Demoux A, Wingate M. T. D, 2002. Accretionary growth and crust formation in the Central Asian Orogenic Belt and comparison with the Arabian-Nubian shield. *The Geological society of America* 200, p.181-209
- Kroner A, Kovach V.P, Kozakov I.K, Kirnozova T, Azimov P, Wong J, Geng H.Y, 2015. Zircon ages and Nd-Hf isotopes in UHT granulites of the Ider Complex: A cratonic terrane within the Central Asian Orogenic Belt in NW Mongolia. *Gondwana Research* 27:1392-1406
- Kozakov, I.K, Kozlovsky, A.M, Yarmolyuk, V.V, et al, 2011. Crystalline complexes of the Tarbagatai block of the Early Caledonian Superterrane of Central Asia, *Petrology*, vol.19, no.4, pp. 426-443

- Kurihara T, Tsukada K, Otoh Sh, Kashiwagi K, Minjin Ch, Dorjsuren B, Bujinlkham B, Sersmaa G, Manchuk N, Niwa M, Tokiwa T, Hikichi G, Kozuka T, et al, 2009. Upper Silurian and Devonian pelagic deep-water radiolarian chert from the Khangai-Khentei belt of Central Mongolia: Evidence for Middle Paleozoic subduction-accretion activity in the Central Asian Orogenic Belt. *Journal of Asian Earth Sciences*, vol, 34, p.209-225
- Le Maitre R.W, 1976. The Chemical Variability of some Common Igneous Rocks. *Journal of Petrology*, Volume 17, Issue (4), p.589-598, doi:10.1093/petrology/17.4.589
- Ludwig K.R, 2003. "User's manual for Isoplot/Ex version 3.00, a geochronological toolkit for Microsoft Excel". Berkeley Geochronology Center Special Publications, 4, p.72.
- Ling J, Li P, Yuan C, Sun M, Zhang Y, Narantsetseg Ts, Wang X, Jiang X, Hu W, 2021. Ordovician to Devonian granitic plutons in the Hangay Range, Central Mongolia: Petrogenesis and insights into the Paleozoic tectonic evolution of the westernmost Mongol-Okhotsk Orogen. *Lithos* 404-405:1-16
- McLennan, S.M., Taylor, S.R., McCulloch, M.T., Maynard, J.B, 1990. Geochemical and Nb-Sr isotopic composition of deep- sea turbidites: crustal evolution and plate tectonic associations. *Geochem. Cosmochim. Acta*, 54, p.2015-2050
- McLennan, S.M. and Taylor, S.R, 1991. Sedimentary rocks and crustal evolution: Tectonic setting and secular trends. *J. Geol.*, 99, p.1-21
- McLennan S.M, Hemming S, McDaniel D.K, Hanson G.N, 1993. Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics. In: Johnsson, M.J, Basu, A. (Eds.), *Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments*. Geological Society of America Special Paper, 284, p.2-40
- McLennan, S.M, Hemming, S.R, Taylor, S.R. and Eriksson, K.A, 1995. Early Proterozoic crustal evolution: Geochemical and Nd- Pb isotopic evidence from metasedimentary rocks, southern North America. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 59, p.1153-1177
- Middle Devonian (Givetian) Radiolaria from eastern New South Wales, Australia: A reassessment of the HINDE (1899) fauna *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen* 203(3):369-39
- Moine B, De La Roche, 1968. Nouvelle approche du problem de l'origine des amphibolites a partir de leur composition chimique. *Cr Acad. Sci. Paris D* 267, 2084-2087
- Murray R.M., Buchholtz Ten Brink M.R., Jones D.L., Gerlach D.C., Russ G.P., 1990. Rare earth elements as indicators of different marine depositional environments in chert and shale. *Geology*, v.18, p.268-271.
- Murray, R. W., 1994. Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: General principles and applications. *Sedimentary Geology*, v.90, p.213-232.
- Nesbitt H.W & Young G.M., 1984. Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.48, p.1523-1534.
- Jensen L.S, 1976. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rock- Ontario Divition Mines Misc, p.66
- Johnson, K.T.M, 1998. Experimental determination of partition coefficients for rare earth and high-field-strength elements between clinopyroxene, garnet, and basaltic melt at high pressure. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 133, 60-68.

- Pearce J.A and Peate D.W, 1995 Tectonic Implications of the Composition of Volcanic Arc Magmas. *Geology, Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, Vol.23, pp.251-285
- Pearce, N. J.G, Perkins, W.T, Westgate, J.A, Gorton, M. P, Jackson, S.E, Neal, C.R, Chenery, S.P, 1997. A Compilation of new and published major and trace element data for NIST SRM 610 and NIST SRM 612 glass reference materials. *Geostandards and geoanalytical research*, vol. 21, 115-144.
- Pearce, J.A, 2008. Geochemical Fingerprinting of Oceanic Basalts with Applications to Ophiolite Classification and the Search for Archean Oceanic Crust. *Lithos*, 100, 14-48.
- Pettijohn, F.J, Potter, P.E, Siever, R, 1972. *Sand and Sandstone*: New York, Springer-Verlag. New York. Xvi, 618p
- Powerman, V.I, Buyantuev, M.D, Ivanov, A.V, 2021. A review of detrital zircon data treatment, and launch of a new tool 'Dezirteer' along with the suggested universal workflow. *Chemical Geology* 583, 1-17.
- Purevjav, N and Roser, B.P, 2011. Major and trace element compositions of Devonian and Carboniferous sedimentary rocks from the Tsetserleg terrane, Hangay-Hentey basin, central Mongolia. *Geoscience Rept. Shimane Univ*, 30, p.17-24
- Purevjav, N and Roser B.P, 2012. Geochemistry of Devonian- Carboniferous clastic sediments of the Tsetserleg terrane, Hangai Basin, Central Mongolia: Provenance, source weathering, and tectonic setting. *Island Arc* 21(4):270-287
- Purevjav, N and Roser B.P, 2013. Geochemistry of Silurian-Carboniferous sedimentary rocks of the Ulaanbaatar terrane, Hangay-Hentey belt, central Mongolia: Provenance, paleoweathering, tectonic setting, and relationship with the neighbouring Tsetserleg terrane. *Geochemistry*, 73(4):481-493,
- H.R, 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman, United Kingdom, p.352
- Roser, B.P, Kosch, R.J, 1986. Determination of tectonic setting of sandstone and mudstone suites using SiO₂ and K₂O/Na₂O ratio. *Journal of Geology*, 94, p.635- 650
- Roser, B.P, Kosch, R.J, 1988. Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major element data. *Chemical Geology*, 67, p.119-139
- Ruffell, A, & Worden, R. (2000). Palaeoclimate analysis using spectral gamma-ray data from the Aptian (Cretaceous) of southern England and southern France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155 (3-4), p.265-283
- Rubatto, D, 2002. Zircon trace elements geochemistry: partitioning with garnet and link between U-Pb ages and metamorphism. *Chemical Geology* 184, 123-138.
- Rudnick, R.L. and Gao, S, 2003. Composition of the Continental Crust. In: Rudnick, R.L, Ed, *The Crust*, Elsevier-Pergamon, Oxford, p.1-64
- Saccani, E, Dilek, Y, Marroni, M, Pandolfi, L, 2015. Continental margin ophiolites of Neotethys: Remnants of Ancient Ocean-Continent Transition Zone (OCTZ) Lithosphere and Their Geochemistry, Mantle Sources and Melt Evolution Patterns. *Episodes* 38(4):230-249
- Saccani E, Delavari M, Dolati A, Marroni M, Pandolfi L, Chiari M, Barbero E, 2017. New insights into the geodynamics of Neo-Tethys in the Makran area: Evidence from age

- and petrology of ophiolites from the Coloured Melange Complex (SE Iran). *Gondwana Research*, Vol. 62, p.306- 327
- Safonova I.Y, Buslov M.M, Iwata K, Kokh D.A, 2004. Fragments of Vendian-Early Carboniferous oceanic crust of the Paleo-Asian Ocean in Foldbelts of the Altai-Sayan Region of Central Asia: Geochemistry, Biostratigraphy and Structural setting. *Gondwana Research*, 7 (3), p.771-790
- Safonova, I, Seltmann, R, Kröner, A, Gladkochub, D, Schulmann, K, Xiao, W, Komiya, T, Sun, M, 2011a. A new concept of continental construction in the Central Asian Orogenic Belt (compared to actualistic examples from the Western Pacific). *Episodes* 34, p.186-194.
- Safonova I, Maruyama S, Kojima S, Komiya T, Krivonogov S. Koshida K, 2015. Recognizing OIB and MORB in accretionary complexes: A new approach based on ocean plate stratigraphy, petrology and geochemistry. *Gondwana Research*, vol.33, p.92-114
- Sengor, A.M.C, Natali'n, B.A, Burtman, V.S, 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Euroasia. *Nature*, 364, p.299-307
- Sharav D, Oyunchimeg T, Erdenechimeg D, 2022. "Radiolarian age and geochemistry of cherts from the Deliin-Ulaan area, the northeastern part of the Kharhorin terrane (Central Mongolia)", XX Юбилейное научное совещание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту» материалы научной конференции выпуск 20, абстракт (16), p.166-168
- Sproule R.A, Leshner C.M, Ayer J.A, Thurston P.C, Herzberg C.T, 2002. Spatial and temporal variations in the geochemistry of komatiites and komatiitic basalts in the Abitibi greenstone belt. *Precambrian Research*, volume 115, issues 1-4, p.153-186
- Sun M, S. and McDonough W.F, 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (eds) *Magmatism in ocean basins*. Geol. Soc. London, Spec. Pub.42, p.313- 345
- Suttner, L.J and Dutta, P.K, 1986. "Alluvial sandstone composition and paleoclimate. Framework mineralogy," *J Sed Petrol* 56 (3), 326-345, 1986
- Taylor, S.R, McLennan, S.M, 1985. *The Continental Crust: its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, 312p
- Tomurtogoo O, 1997. A New Tectonic Scheme of the Paleozooids in Mongolia. *Proceeding of the 30th Int. Geol. Congr*, 7, p.75-82
- Wakamatsu H, Sugiyama K, Furutani H, 1990. Silurian and Devonian radiolarians from the Kurosegawa Tectonic Zone, Southwest Japan. *Journal of Earth Sciences, Nagoya University*, v.37, p.157-192
- Wang, Y, Aitchison, J.C, Luo, H, 2003a. Devonian radiolarian faunas from South China. *Micropaleontology*, v.49, p.127-145
- Winchester J.A. and Floyd P.A, 1977. Geochemical discrimination of different magma series their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, 20, p.325-343
- Wood D.A, 1979. A variably veined suboceanic upper mantle genetic significance for mid-ocean ridge basalts from geochemical evidence. *Geology*, 78 pp.499-503

- Wronkiewicz, D.J. and Condie, K.C, 1989. Geochemistry and Provenance of Sediments from the Pongola Supergroup, South Africa: Evidence for 3.0 Ga Old Continental Craton. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 1537-1549
- Yamamoto K, 1987. Geochemical characteristics and depositional environments of cherts and associated rocks in the Franciscan and Shimanto Terranes. *Sedimentary Geology*, v.52, p.65-108.
- Zachariadis T, 2007. Ophiolites of the eastern Vardar Zone N.Greece. Dissertation, Mainz, Johannes Gutenberg- Universität, 221p
- Zorin.Yu.A, 1999. Geodynamics of the western part of the Mongolia- Okhotsk collisional belt. *Trans Baikal region (Russia) and Mongolia. //Tectonophysics*, 306, p.33-56

ГЕОЛОГИЙН ЗУРАГЛАЛ, ЕРӨНХИЙ ЭРЛИЙН ТАЙЛАН

- Алтанзул Ч, Байгалмаа Л, Даваасүрэн Ж, Энхсайхан Ц, 2004. Өвөрхангай аймгийн Бүрд, Зүйл, Баян-Өндөр сумдын нутагт 2002-2004 онуудад хийгдсэн 1:50000-ны масштабтай зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан. Байршил: L-48-XXIX-B,Г; XXIX-B, 40-A,Б,41-A, №5602Ф.
- Баадай Д, Терехенина В.А, Агваансамбуу Д, 1974. Хангайн нурууны баруун өмнөт хэсэгт хийсэн 1:200000-ын масштабын геологийн зураглалын ажлын тайлан, №2034Ф
- Баадай Д, Даш Ү, Дашцэрэн Д, 1975. Орхон ба Тарнайн голын сав газарт хийсэн 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын тайлан, №2215Ф
- Баатархуяг А, Алтанцэцэг Д нар, 2004. Өвөрхангай аймгийн Хархорин, Архангай аймгийн Хашаат, Хотонт сумдын нутагт хийсэн 1:50000-ны масштабтай зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан. Байршил: L-48-XXVI-A,Б,В,Г; XXVII-A,Б,В,Г. 5545Ф.
- Баярсайхан Ц, Хэнзий С, 1986-1988 Баянхонгор аймгийн Заг, Жаргалант сум, Архангай аймгийн Хангай сумын нутагт хийсэн 1:200000-ны масштабтай геологийн зураглалын тайлан. 4421Ф
- Бөмбөрөө Г, Д.Баатар, А.Амаржаргал нар, 2002. Монгол Улсын 1:200000-ны масштабын геологийн зураг. Байршил: M-48-XVII, XXII, 5563Ф.
- Бямбаа Д, Баатар Р, Батсүрэн Б нар, 1973. Хараа голын сав газрын дунд хэсэгт хийсэн 1:50000-ны масштабын геологийн эрэл, зураглалын ажлын тайлан, №2003Ф
- Гансүх Д, Чулуун Б нар, 1992-1994 онуудад L-48-126,127 хавтгайд явуулсан 1:50000-ны геологийн бүлэгчилсэн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын тайлан, №4889Ф.
- Гүрцоо С, Тилеу Д, Ренчиндорж Ш, Балжинням Д, Нарангэрэл С, Батжаргал М, 1990. Баянхонгор, Өвөрхангай аймгуудын нутагт Ихтамирын ангийн 1986-1990 онд хийсэн 1:200000-ны масштабтай геологийн зураглалын ажлын тайлан, №4417Ф.
- Дэжидмаа Г, Гантөмөр Б, Гүндсамбуу Ц, Доржготов Д, Оюунтуяа Н, Чимид Н, 1996. Монгол Улсын цогцолбор металлогений 1:1000000-ын масштабын зураг.
- Дэжидмаа Г, Оюунтуяа Н, 2008. “УГЗ-200 Төв Монгол III” төслөөр 2007-2009 онуудад гүйцэтгэсэн 1:200000-ны иж бүрдэл зураглалын ажил, №6320Ф
- Дэжидмаа Г, Оюунтуяа Н, Энхжаргал В, Отгонбаатар Б, Энхжаргал М, 2008. Булган, Төв аймгийн нутаг дэвсгэр Төв Монголын M-48-XXXI, XXXII, L-48-I, II, III, IX, X, XI” хавтгайн хэмжээнд 2005-2007 онуудад зохиосон 1:200000-ны масштабын

- геологи, ашигт малтмал, дөрөвдөгчийн геологи, экологийн зураг зохиох ажлын үр дүнгийн тайлан, №5862Ф
- Наранцэцэг Г, Даваасүрэн Ж, Нарангэрэл Ц нар, 2008. Булган аймгийн Рашаант, Гурванбулаг, Архангай аймгийн Хашаат, Өвөрхангай аймгийн Бүрд сумдын нутагт 2005-2007 онуудад хийгдсэн 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн тайлан, №5790Ф
- Өлзийбаяр Ж, Гүндсамбуу Ц, 2002. Өвөрхангай аймгийн Зүүнбаянулаан, Өлзийт, Зүйл сумдын нутагт хийсэн 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан. Байршил:L-48-51-А,Б,В,Г; 52-А,Б, №5456Ф
- Тогтох Д, Гүрцоо С, Лхүндэв Ш и др, 1986. Отчет о результатах групповой геологической съемки масштаба 1:200 000 проведенной Гурвансайханской партией №.II в 1982-1984 гг. №3912Ф
- Төмөрчөдөр Ч, Ганбат Л, Ноосой З, Энхсайхан Ц, 1990. Галуутын II ангийн 1986-1990 онд Баянхонгор, Өвөрхангай, Архангай аймгийн нутагт явуулсан 1:200000 масштабын эрэл-зураглалын ажлын үр дүнгийн тайлан, №4415Ф
- Төмөрчөдөр Ч, Адъяасүрэн Л, Болдоо, Ц, Батзаяа Ц, 2005. Их хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал. (Төв аймгийн Эрдэнэсант, Өвөрхангай аймгийн Бүрд, Булган аймгийн Рашаант, Дашинчилэн сумдын нутагт 2003-2005 онд хийсэн 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн), №5650Ф
- Төмөрчөдөр Ч, Лхүндэв Ш, Ганбаяр Г, 2009. Өгийнуур талбайн талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал. (Гурванталст компанийн 2006-2009 онд байрзүйн зургийн хэмжээнд хийсэн 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан), №6165Ф
- Хосбаяр П, Бямбаа Б, Биндэръяа Т, Гансүх З и др, 1987. Геологическое строение и полезные ископаемые Угийнууркого района (Отчёт о результатах геологосъёмочных работ масштаба 1:200000), №4135Ф
- Чулуун Д, Жавхланболд Д, Дандар С, Жанчив Б, Дугараа П, Цэцэг Р, 2004. Архангай аймгийн Хотонт, Төвшрүүлэх, Өгийнуур сумдын нутагт 2002-2004 онуудад хийсэн Хотонт 1:50000-ны масштабтай ерөнхий эрэл, геологийн зураглалын тайлан, №5595Ф
- Эрдэнэчимэг Д, Энхбаяр Б, Болдбаатар Г, Дамдинжав Б, Тайванбаатар Ц, 2017. “Геомэдээллийн сан-2013” төслийн хүрээнд 2014-2017 онуудад гүйцэтгэсэн Монгол Улсын 1:500000-ны масштабын геологийн зураг зохиох төслийн ажлын үр дүнгийн тайлан, №8480Ф

ХЭВЛҮҮЛСЭН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

Нэг сэдэвт бүтээл

1. **Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д**, 2023. “Хархорины бүсийн цахиурлаг чулуулгийн судалгаа”, УБ хот, 75х.

Олон улсын сэтгүүлд хэвлүүлсэн эрдэм шинжилгээний өгүүлэл

1. Dagva-Ochir L, **Oyunchimeg T**, Enkhdalai B, Inna Safonova, Huan Li, Otgonbaatar D, Landry S.T, **Sharav D**, 2020. “Middle Paleozoic intermediate- mafic rocks of the Tsoroidog Uul’ accretionary complex, Central Mongolia: Petrogenesis and tectonic implications”. Journal of Lithos, 376-387 doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105795
2. Bayart Nadmid, Kazuhiro Tsukada, Munkhtsetseg Oidov, **Sharav Davaanyam**, Manchuk Nuramkhaan, Lodoidanzan Altansukh, Khishigbadam Davgadorj, and Kanta Umeda, 2022. “Geochemistry and K-Ar age of the mafic rocks at the Uubulan area, Khangai-Daur belt, Central Asian Orogenic belt, central Mongolia”. Bull.Nagoya Univ.Musiem. DOI:10. 18999/ bulnum.038.01

Үндэсний сэтгүүлд хэвлүүлсэн эрдэм шинжилгээний өгүүлэл

1. **Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, Дагва-Очир Л, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү**, 2020. “Хархорины бүсийн Хашаат-Хотонт дүүргийн дунд-дээд палеозойн тунамал чулуулгийн хурдас хуримтлалын эх үүсвэр”. Хайгуулчин, №.62, х.64-74
2. **Оюунчимэг Т., Эрдэнэчимэг Д., Шарав Д., Дагва-Очир Л., Баттүшиг А., Булганзаяа Л.**, 2021. “Уянгын дүүргийн геологийн асуудалд”, Геологи судлал, №.25, х.8-29
3. **Шарав Д, Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Булганзаяа Л, Дагва-Очир Л, Заяатүшиг Ү**, 2021. “Дэл уулын геологийн тогтоц, радиолярын судалгаа”. Геологи судлал, №.25, х.110-119
4. **Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Шелепаев Р.А, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү**, 2022. “Хархорины бүсийн Яшил формацын хурдас хуримтлалын нас, эх үүсвэр”. Хайгуулчин, №.64, х.23-34
5. **Оюунчимэг Т, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Заяатүшиг Ү, Ариунаа Н**, 2022. “Хархорины бүсийн Зүрхтолгойн субдукцын меланжийн геохими”. Хайгуулчин, №.64, х.61-64
6. **Оюунчимэг Т, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү, Ариунаа Н**, 2022. “Хархорины бүсийн Хясаатхүрэн орчмын аккрецийн комплекс”. Геологи судлал, №.26, х.6-28
7. **Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, Шелепаев Р.А, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү**, 2022. “Хархорины бүсийн Хүрэнтолгой формацын тунамал чулуулгийн геохронологийн шинэлэг үр дүн”. Геологи судлал, №.26, х.54-63
8. **Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д**, 2022. Хархорины бүсийн Цүүгэл формацын хурдас хуримтлалын насны асуудалд. Геологийн асуудлууд, №.21 (574), х.24-32
9. **Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Ариунаа Н, Булганзаяа Л**, 2023. “Мөнгөнцээж формацын геологи, геохронологи, геохими”. Хайгуулчин №65, х.20-33

10. **Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Ариунаа Н, Булганзаяа Л**, 2023. "Нударгын хяр орчмын геологи, геохими, геохронологи". Хайгуулчин №65, х.54-67

ОУ-ын эрдэм шинжилгээний хуралд хэвлүүлсэн илтгэлийн хураангуй

1. **Erdenechimeg D, Oyunchimeg T, Shelepaev R.A, Sharav D**, 2022. "Geochemistry and geochronology of the Paleozoic sedimentary rocks from the Kharkhorin terrane, Central Mongolia: Implications for provenance, weathering, and tectonic settings". Россия и Монголия: Результаты и перспективы научного сотрудничества"конференции абстракт, p.95-97
2. **Sharav D, Oyunchimeg T, Erdenechimeg D**, 2022. "Radiolarian age and geochemistry of cherts from the Deliin-Ulaan area, the northeastern part of the Kharhorin terrane (Central Mongolia)", XX Юбилейное научное совещание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту». материалы научной конференции выпуск 20, абстракт (16), p.166-168
3. Dorjsuren Otgonbaatar, **Tumen-Ulzii Oyunchimeg**, Lkhagvasuren Dagva-Ochir, **Davaajav Erdenechimeg, Davaanyam Sharav, Lkhagvasuren Bulganzaya**, Batkhuyag Enkhdalai, 2019. "Lithostratigraphic units of the Tsetserleg accretionary terrane: New geochemical and geochronological evidences (Central Mongolia)". 17th Meeting of the European Tectonic Groups, CETEG 2019, Abstract volume, p.60.
4. Otgonbaatar Dorjsuren, Buslov M.M, Kulikova A.V, **Oyunchimeg T, Dagva-Ochir L, Sharav D, Erdenechimeg D, Bulganzaya L**, 2019. "Comparison of architectures of the Meso-Cenozoic (Western Pacific) and later Neoproterozoic-Paleozoic (COAB) accretionary orogenics". Second workshop of "Project IGCP-662". Abstract volume, p.84-87.

Эрдэм шинжилгээний бага хуралд хэлэлцүүлсэн илтгэлүүд

1. **Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Ариунаа Н, Булганзаяа Л**, 2023. "Мөнгөнцээж формацын геологи, геохронологи, геохими". "Монголын геологи, хайгуул 2023" ЭШБХ
2. **Sharav D, Oyunchimeg T, Erdenechimeg D**. 2022. "Radiolarian age and geochemistry of cherts from the Deliin-Ulaan area, the northeastern part of the Kharhorin terrane (Central Mongolia)", XX Юбилейное научное совещание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту».
3. **Erdenechimeg D, Oyunchimeg T, Shelepaev R.A, Sharav D**, 2022. "Geochemistry and geochronology of the Paleozoic sedimentary rocks from the Kharkhorin terrane, Central Mongolia: Implications for provenance, weathering, and tectonic settings". Международной научной конференции "Россия и Монголия: Результаты и перспективы научного сотрудничества", посвященной 100 летию установления дипломатических связей и 50 летию открытия Генерального консульства Монголии и Иркутске.
4. **Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, Шарав Д, Шелепаев Р.А, Булганзаяа Л, Заяатүшиг Ү**, 2022. "Хархорины бүсийн Яшил формацын хурдас хуримтлалын нас, эх үүсвэр". "Монголын геологи, хайгуул 2022", ЭШБХ

5. **Оюунчимэг Т, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Заяатүшиг Ү, Булганзаяа Л, 2022.** “Хясаатхүрэн орчмын аккрецийн комплекс”. “Монголын геологи, хайгуул 2022” ЭШБХ
6. **Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, 2022.** “Хархорины бүсийн дээд палеозойн тунамал чулуулгийн геохими, геохронологийн шинэлэг үр дүнгээс”. “Монголын геологи, хайгуул 2022”, ЭШБХ
7. **Шарав Д, Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, 2022.** “Хархорины бүсийн дунд палеозойн цахиурлаг чулуулгийн судалгаа”. Монголын ба бүс нутгийн геологийн асуудлууд, “GIMAR-2022”, ОУ-ын ЭШБХ
8. **Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, 2022.** “Хархорины бүсийн Цүүгэл формацын хурдас хуримтлалын насны асуудалд”, “Монголын ба бүс нутгийн геологийн асуудлууд, GIMAR-2022”, ОУ-ын ЭШБХ
9. **Шарав Д, Оюунчимэг Т, Эрдэнэчимэг Д, 2022.** “Хархорины бүсийн дунд палеозойн цахиурлаг чулуулгийн судалгаа”. Монголын ба бүс нутгийн геологийн асуудлууд, “GIMAR-2022”, ОУ-ын ЭШБХ
10. **Эрдэнэчимэг Д, Оюунчимэг Т, Шарав Д, 2022.** “Хархорины бүсийн Цүүгэл формацын хурдас хуримтлалын насны асуудалд”, “Монголын ба бүс нутгийн геологийн асуудлууд, GIMAR-2022”, ОУ-ын ЭШБХ
11. **Булганзаяа Л, 2021.** “Дэл уул орчмын Хүрэнтолгой формафын радиолярын судалгааны шинэ үр дүнгээс”, Залуу судлаач, ЭШБХ
12. **Заяатүшиг Ү, 2021.** “Хархорины бүсийн баруун өмнөд хэсгийн Хясаатхүрэн-Уул орчмын геологи”. Залуу судлаач, ЭШБХ
13. **Оюунчимэг Т, Шарав Д, Эрдэнэчимэг Д, Дагва-Очир Л, Булганзаяа Л, Энхдалай Б, 2020.** “Хархорины бүсийн геологийн асуудалд”. “Монголын ба бүс нутгийн геологийн асуудлууд-GIMAR 2020”, ОУ-ын ЭШБХ
14. Otgonbaatar Dorjsuren, Buslov M.M, Kulikova A.V, **Oyunchimeg T, Dagva-Ochir L, Sharav D, Erdenechimeg D, Bulganzaya L, 2019.** “Comparison of architectures of the Meso-Cenozoic (Western Pacific) and later Neoproterozoic-Paleozoic (COAB) accretionary orogenics”. Second workshop of “Project IGCP-662”. Ulaanbaatar, Mongolia
15. Dagva-Ochir L, **Oyunchimeg T, Otgonbaatar D, Enkhdalai B, Battushig A, 2019.** “Middle Paleozoic basalts from the Tsoroidog Uul area hosted by the Tsetserleg accretionary terrane, Central Mongolia”. IGCP -662 Project Orogenic architecture and crustal growth from accretion to collision, Ulaanbaatar, Mongolia
16. **Эрдэнэчимэг Д, 2019.** “Хархорины бүсийн палеозойн хувирмал болон тунамал чулуулгийн геохими, хурдас хуримтлалын эх үүсвэр”. Залуу судлаач-2019, ЭШБХ

Хотонт формацийн базальтын гол ислийн болон ховор элементийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	Kh-19-61	Kh-20-146	Kh-20-150	Kh-20-155	Kh-20-160	Kh-21-66	Kh-21-73	Kh-21-74	Kh-21-75	Kh-21-82	Kh-21-83	Kh-21-85	Kh-21-314	Kh-20-321	Kh-20-322
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SiO ₂	55.02	41.42	45.02	53.46	53.91	66.93	65.41	64.7	63.01	52.2	50.73	63.46	68.23	50.53	47.31
TiO ₂	0.81	1.82	1.87	0.72	0.79	0.78	0.79	0.8	0.82	0.97	2.4	0.74	0.75	2.92	4.26
Al ₂ O ₃	14.15	20.91	19.78	13.27	13.62	15.3	15.86	14.71	15.44	15.67	15.82	15.98	13.08	15.65	14.47
Fe ₂ O ₃	7.13	17.46	15.18	7	7.59	3.38	4.98	5.17	5.8	8	10.75	5.01	6.92	11.45	14.47
MnO	0.13	0.21	0.17	0.12	0.13	0.29	0.19	0.21	0.18	0.15	0.17	0.09	0.09	0.17	0.15
MgO	7.16	2.08	2.2	7.28	8.72	2	1.87	2.01	2.29	6.88	4.87	1.86	1.92	4.15	6.47
CaO	5.69	2.18	1.99	5.67	6.02	0.97	1.55	2.95	2.67	6.25	7.26	3.14	0.7	7.16	3.74
Na ₂ O	3.33	0.01	0.01	2.66	3.07	5.63	5.46	5.18	4.28	3.23	3.34	4.22	2.92	3.88	1.4
K ₂ O	3.57	8.53	8.26	4.72	3.27	1.55	1.5	1.32	2.3	2.71	1.49	3.41	1.92	1.64	2.12
P ₂ O ₅	0.36	0.38	0.25	0.35	0.33	0.14	0.16	0.17	0.18	0.33	0.7	0.23	0.21	0.83	0.57
L.O.I.	2.17	3.57	3.71	2.18	2.28	1.83	1.81	2.16	1.82	2.2	1.94	1.59	1.99	1.82	4.59
Total	99.52	98.57	98.44	97.43	99.73	98.8	99.58	99.38	98.79	98.59	99.47	99.73	98.73	100.2	99.55
La	35.4	50.3	8.7	39.4	33.4	14.9	13.8	29.6	29.3	41	34.9	30.4	1.1	69.29	40.8
Ce	70.9	47.4	18.5	69	66.8	30.7	31.8	63.4	62.9	84.1	79.9	64.1	3.6	56.90	95.8
Pr	7.9	9.59	2.63	8.82	7.61	3.81	3.7	7.11	7.3	9.56	9.96	7.53	0.66	44.93	10.8
Nd	31.6	45.5	13.9	36.1	31.3	15	14.7	27.3	28.1	37.2	42.1	29.1	4.1	38.63	46
Sm	6.7	10.5	4.3	6.7	6.1	2.9	3	5	5.4	6.2	8.5	5.2	1.5	25.45	9.4
Eu	2.03	3.33	1.97	1.85	1.83	0.8	0.82	1.21	1.38	1.72	2.22	1.4	0.81	15.89	2.97
Gd	5.64	11	5.85	5.53	5.19	2.62	2.8	4.47	4.65	4.93	7.9	4.63	2.38	15.62	9.53
Tb	0.7	1.42	0.96	0.69	0.65	0.42	0.48	0.7	0.72	0.69	1.22	0.71	0.48	12.31	1.53
Dy	3.49	7.4	6.73	3.74	3.52	2.37	2.74	3.79	3.98	3.33	6.52	3.82	3.09	10.62	7.94
Ho	0.63	1.29	1.44	0.64	0.62	0.47	0.54	0.72	0.74	0.61	1.21	0.7	0.67	9.39	1.42
Er	1.74	3.36	3.98	1.82	1.59	2.17	2.36	2.76	2.77	2.43	4.05	2.69	2.82	8.60	4.6
Tm	0.23	0.43	0.58	0.24	0.23	0.35	0.37	0.4	0.42	0.37	0.59	0.39	0.42	7.84	0.67
Yb	1.5	2.9	3.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6	1.5	3	1.4	1.9	7.30	3.5
Lu	0.25	0.39	0.52	0.24	0.2	0.19	0.17	0.19	0.18	0.21	0.43	0.17	0.25	7.03	0.42
Sc	18	50	49	19	20	13	19	16	22	22	27	14	62	24	33
Co	31.7	56.9	61.5	24.7	37.7	22.6	10.6	10.7	11.9	31.4	34	7.1	46.5	30.6	41.8
Cs	0.3	5.5	9.7	0.5	0.3	1.4	0.7	0.6	1.2	0.5	1.4	2.5	3.7	1.5	1.8
Hf	4	3	3	3	4	6	5	4	4	7	8	4	3	7	9
Ta	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	0.8	3.2
Th	5.6	3.6	1.6	5.1	6.4	5.2	5.3	8.3	8.2	10.8	3.6	9.6	0.1	3.8	3.5
U	1.53	1.3	0.41	1.18	1.25	1.16	0.95	1.67	1.69	2.11	0.77	2.01	0.06	0.96	1.01

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ba	983	2364	1890	1061	832	603	616	446	814	717	382	873	1043	495	200
Rb	59.9	218	224	90.4	51.8	23.5	13	28.4	54.8	57.4	33.3	91.3	105	35.5	42.8
Sr	753	158	136	769	730	136	331	357	484	840	607	628	185	667	94
Y	17.1	28.6	35.5	17.5	16.3	13	14.5	20.2	21.1	17.3	34.1	19.3	17.8	39	40.9
Zr	160	64.9	71.8	88.2	199	226	319	286	745	270	278	460	124	317	385
Nb	6	6	7	4	5	6	7	7	8	7	10	10	1	15	55
Nb/Y	0.35	0.21	0.20	0.23	0.31	0.38	0.46	0.54	0.62	0.70	0.78	0.85	0.93	1.01	1.09
Ba/Rb	16.41	10.84	8.44	11.74	16.06	20.39	24.71	29.04	33.36	37.69	42.01	46.34	50.66	54.99	59.31
Zr/Nb	26.67	10.82	10.26	22.05	39.80	37.67	45.57	40.86	93.13	38.57	27.80	46.00	124.00	21.13	7.00
Zr/Hf	40.00	21.63	23.93	29.40	49.75	70.10	63.80	71.50	186.25	38.57	34.75	115.00	41.33	45.29	42.78
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	17.47	11.49	10.58	18.43	17.24	19.62	20.08	18.39	18.83	16.15	6.59	21.59	17.44	5.36	3.40
Sr/Y	44.04	5.52	3.83	43.94	44.79	10.46	22.83	17.67	22.94	48.55	17.80	32.54	10.39	17.10	2.30
(La/Sm)n	3.41	3.10	1.31	3.80	3.54	3.32	2.97	3.83	3.51	4.27	2.65	3.78	0.47	2.72	2.81
(Gd/Yb)n	3.11	3.14	1.318	2.86	2.86	1.55	1.65	2.47	2.40	2.72	2.18	2.74	1.04	2.14	2.25
(La/Yb)n	16.94	12.45	1.69	17.67	15.98	7.64	7.07	14.16	13.14	19.61	8.35	15.58	0.42	9.49	8.37
(Ce/Yb)pm	13.13	4.54	1.39	11.98	12.37	6.09	6.31	11.74	10.92	15.57	7.40	12.72	0.53	7.79	7.60
(Nb/La)pm	0.16	0.11	0.78	0.10	0.14	0.39	0.49	0.23	0.26	0.16	0.28	0.32	0.88	0.30	1.30
(Th/La)pm	1.28	0.58	1.49	1.05	1.55	2.82	3.10	2.27	2.26	2.13	0.83	2.55	0.73	0.65	0.69
(Nb/Th)pm	0.13	0.20	0.52	0.09	0.09	0.14	0.16	0.10	0.12	0.08	0.33	0.12	1.19	0.47	1.87

Хотонт формацын цахиурлаг чулуулгийн геохимийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	Ихэр-Уулын талбай							Хясаатхүрэн-Уулын талбай			
	Kh-20-299	Kh-20-299/1	Kh-20-299/3	Kh-20-299/4	Kh-21-67	Kh-21-70	Kh-21-78	Kh-20-332	Kh-20-336	Kh-20-342	Kh-20-352
Литологи	Ногоон саарал яшма	Улаан хүрэн яшма	Улаан хүрэн яшма	Цахиурлаг алевролит	Улаан хүрэн яшма	Ногоон яшма	Цайвар саарал яшма	Улаан хүрэн яшма	Улаан хүрэн яшма	Улаан хүрэн яшма	Бор хүрэн яшма
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V/Y	8.41	1.63	0.47	2.11	0.99	0.73	2.28	1.83	0.82	0.77	2.68
Ti/V	15.35	59.63	34.61	56.65	49.83	56.65	15.36	11.42	65.47	59.55	63.90
SiO ₂	93.30	92.78	93.17	67.51	94.89	94.93	97.76	97.05	86.64	91.72	70.06
TiO ₂	0.15	0.13	0.06	0.54	0.07	0.08	0.03	0.04	0.22	0.15	0.97
Al ₂ O ₃	2.65	2.79	1.89	14.68	1.77	1.59	0.91	0.98	4.31	2.69	10.01
ΣFe ₂ O ₃	1.71	1.43	2.25	5.53	1.26	2.04	0.61	0.96	3.85	2.58	7.98
MnO	0.07	0.39	0.48	0.14	0.24	0.05	0.02	0.06	0.09	0.22	0.47
MgO	0.40	0.50	0.08	1.53	0.50	0.40	0.01	0.11	1.06	0.65	2.05
CaO	0.22	0.29	1.07	2.60	0.28	0.31	0.04	0.13	1.18	0.30	1.63
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.00	0.01	3.69
K ₂ O	0.70	1.13	0.48	4.84	0.48	0.13	0.35	0.25	0.36	0.87	0.93
P ₂ O ₅	0.05	0.01	0.22	0.09	0.06	0.07	0.02	0.09	0.20	0.08	0.30
LOI	0.79	0.66	0.35	2.64	0.48	0.54	0.26	0.31	1.27	0.84	1.79
SUM	100.04	100.09	100.04	100.09	100.01	100.13	99.99	99.97	100.18	100.10	99.88
Na+K	0.12	0.40	0.70	0.22	0.30	0.11	0.04	0.15	0.29	0.30	0.77
K	450.77	78.03	1794.78	728.04	478.17	548.73	156.90	772.04	1627.09	682.38	2490.45
Ti	890.27	775.17	380.69	3228.96	398.67	453.23	199.64	251.19	1309.33	893.27	5815.25
P	3446.22	2879.12	1526.81	11516.47	2093.90	2355.64	1134.20	1352.31	5540.12	3664.33	7808.52
FeO	1.54	1.28	2.03	4.97	1.13	1.83	0.55	0.86	3.47	2.33	7.18
Fe ₂ O ₃	0.17	0.14	0.23	0.55	0.13	0.20	0.06	0.10	0.39	0.26	0.80
Al ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)	0.61	0.66	0.46	0.73	0.58	0.44	0.60	0.51	0.53	0.51	0.56
Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	11.52	11.04	35.48	10.27	18.96	26.93	18.21	22.80	17.64	17.34	8.23
100Fe ₂ O ₃ /SiO ₂	1.83	1.54	2.42	8.19	1.33	2.14	0.62	0.98	4.45	2.82	11.39
100Al ₂ O ₃ /SiO ₂	2.84	3.01	2.03	21.75	1.86	1.67	0.93	1.01	4.97	2.93	14.29
Fe ₂ O ₃ /(100-SiO ₂)	0.26	0.20	0.33	0.17	0.25	0.40	0.27	0.32	0.29	0.31	0.27
Al ₂ O ₃ /(100-SiO ₂)	0.40	0.39	0.28	0.45	0.35	0.31	0.40	0.33	0.32	0.32	0.33
MnO/TiO ₂	0.46	3.00	7.60	0.25	3.63	0.61	0.49	1.32	0.42	1.48	0.48
V	58.00	13.00	11.00	57.00	8.00	8.00	13.00	22.00	20.00	15.00	91.00
La	6.8	11.6	15.4	33.4	6.6	7.6	3.5	8.7	26.4	20.8	34.9
Ce	14.5	30.8	23.4	67.7	19.9	21.2	8.7	16.5	68.7	56	80
Pr	1.6	2.46	3.79	7.48	1.52	1.73	0.8	2.36	6.06	4.57	8.37
Nd	6.5	9.8	16.2	28.6	6.4	7.4	3.3	10	24.1	18.9	34.8

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sm	1.5	2.2	4.4	6.3	1.4	1.8	0.8	2.7	5.8	4.7	8.3
Eu	0.4	0.49	1.01	1.5	0.42	0.54	0.19	0.64	1.06	1.03	1.98
Gd	1.33	1.64	4.02	5.31	1.58	1.89	0.92	2.47	5.52	4.2	7.55
Tb	0.19	0.24	0.63	0.87	0.21	0.31	0.13	0.4	0.82	0.61	1.15
Dy	1.28	1.72	3.42	5.29	1.34	1.86	0.91	2.4	4.82	3.46	6.78
Ho	0.27	0.36	0.69	1.03	0.32	0.4	0.19	0.49	0.89	0.73	1.44
Er	0.77	1.16	1.73	3.24	0.81	1.11	0.52	1.22	2.3	2.08	4.02
Tm	0.1	0.16	0.25	0.5	0.11	0.14	0.08	0.19	0.35	0.29	0.58
Yb	0.7	1.2	1.5	3.5	0.8	0.9	0.5	1.3	2.2	1.8	4
Lu	0.1	0.24	0.21	0.58	0.12	0.14	0.08	0.23	0.38	0.28	0.6
Eu/Eu*	1.00	0.99	0.86	0.93	1.13	1.14	1.16	0.99	0.82	0.86	0.95
Ce/Ce*	0.20	0.42	0.32	0.93	0.27	0.29	0.12	0.23	0.94	0.77	1.10
Ti/V	15.35	59.63	34.61	56.65	49.83	56.65	15.36	11.42	65.47	59.55	63.90
La/Ce	Далайн арлан нум	Эх газрын зах-нум	Завсрын /наангилаг/	Эх газрын зах-нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум
Silicate	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах-нум
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах
V/Y	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг

Хотонт формацын тунамал чулуулгийн гол ислийн болон ховор элементийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	Хотонт-Уул						Ихэр-Уул				
	КН-19-49	КН-19-53	КН-19-54/3	КН-19-58	КН-19-97	КН-20-153	КН-20-154	КН-21-64	КН-21-72	КН-21-84	КН-19-45
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	68.5	68.68	67.64	66.78	69.52	62.55	39.91	63.15	67.18	64.71	63.61
TiO ₂	0.52	0.51	0.57	0.59	0.42	0.7	2.29	1.01	0.74	0.76	0.64
Al ₂ O ₃	15.16	15.71	16.07	15.75	15.83	16.76	23.63	14.81	15.54	15.94	18.29
Fe ₂ O ₃	3.79	2.96	3.69	3.89	2.84	5.42	18.48	7.05	4.57	4.96	4.34
MnO	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05	0.08	0.18	0.18	0.13	0.09	0.05
MgO	1.13	0.93	0.96	1.23	1.28	1.43	1.24	2.72	1.65	1.58	1.01
CaO	1.81	1.12	0.84	2.05	1.43	2.17	1.06	2.12	1.16	2.13	0.83
Na ₂ O	2.76	5.24	5.42	4.5	3.12	3.99	0.07	4.65	6.13	5.41	4.3
K ₂ O	4.09	2.98	2.78	2.73	4.24	3.49	8.45	0.64	0.99	2.54	3.91
P ₂ O ₅	0.18	0.13	0.14	0.15	0.09	0.15	0.43	0.16	0.16	0.27	0.13
LOI	3.59	1.84	2.19	2.3	1.96	2.01	3.78	2.86	1.97	1.46	2.22
ΣSUM	101.60	100.16	100.36	100.04	100.78	98.75	99.52	99.35	100.22	99.85	99.33
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	4.52	4.37	4.21	4.24	4.39	3.73	1.69	4.26	4.32	4.06	3.48
K ₂ O/Al ₂ O ₃	0.27	0.19	0.17	0.17	0.27	0.21	0.36	0.04	0.06	0.16	0.21
K ₂ O/Na ₂ O	1.48	0.57	0.51	0.61	1.36	0.87	120.71	0.14	0.16	0.47	0.91
Na ₂ O/K ₂ O	0.67	1.76	1.95	1.65	0.74	1.14	0.01	7.27	6.19	2.13	1.10
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	29.15	30.80	28.19	26.69	37.69	23.94	10.32	14.66	21.00	20.97	28.58
CIA	56.17	53.65	55.06	53.43	56.66	54.61	71.59	55.63	54.68	51.7	59.39
ICV	0.94	0.88	0.89	0.96	0.85	1.03	1.34	1.24	0.99	1.10	0.93
PIA	59.19	54.7	56.4	54.3	59.9	56.1	98.4	55.9	55.1	52.1	62.96
Rb	127	86.7	81.8	76	150	72.5	95	16	8.8	16.9	148
Ba	869	835	641	746	1007	1018	999	176	355	594	681
Sr	367	210	245	358	344	819	99	405	223	421	425
Th	9.7	8.5	11.1	6.6	11.3	9.5	0.4	11.2	6.2	4.3	12.3
U	2.44	2.77	2.46	1.89	2.68	2.17	0.32	1.92	1.29	0.89	4.57
Zr	243	246	281	248	231	378	593	240	397	232	242
Hf	4	4	5	5	4	4	3	5	5	5	4
Y	19.3	16.2	17.9	17.3	16.4	18.9	18.7	20.8	15.4	14.3	22.9
Nb	8	8	9	7	9	10	7	9	8	8	9
Sc	9	7	7	8	5	18	147	19	17	9	7
V	73	44	53	63	35	90	162	113	81	66	53
Cr	35	51	29	40	71	38	592	74	33	50	66
Co	5.3	4	2.7	5.4	4.6	7.2	80.1	14.6	10	7.8	7.9

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cu	10	10	10	10	10	10	308	10	15	10	13
Ni	5	5	5	14	8	10	92	17	20	8	7
Zn	62	54	70	70	65	58	87	78	80	79	70
La	146.41	98.3	102.5	108.9	112.7	119.8	61.2	151.5	67.1	67.1	37.5
Ce	101.63	86.6	89.1	89.2	105.6	100.7	39.5	131.7	58.2	57.2	79.4
Pr	91.58	66.4	66.5	57.7	70.0	71.6	60.6	90.8	43.3	43.5	9.99
Nd	71.09	49.7	50.1	45.0	46.9	55.5	64.2	70.9	35.1	36.8	37.4
Sm	39.22	27.5	26.8	30.1	27.5	30.7	52.3	37.3	21.6	22.2	6.6
Eu	25.86	19.5	16.2	20.2	17.9	20.5	43.3	21.0	12.6	15.9	1.36
Gd	24.09	17.7	16.4	17.6	16.3	19.2	40.1	24.4	14.3	14.8	5.28
Tb	17.65	14.2	15.0	13.4	14.2	16.8	28.9	20.9	14.7	13.1	0.8
Dy	17.24	13.9	15.6	12.8	13.0	13.7	19.5	16.2	12.1	11.1	5.11
Ho	15.02	13.8	14.7	11.1	12.9	11.8	14.5	14.0	11.0	9.7	1.01
Er	15.05	14.4	15.4	11.4	13.2	16.4	17.3	17.3	15.3	14.0	3.18
Tm	15.29	13.7	14.9	11.4	13.7	16.9	16.1	17.3	15.3	14.5	0.45
Yb	12.35	11.2	12.4	12.4	10.6	11.2	9.4	10.6	8.8	8.8	2.3
Lu	13.78	12.6	13.8	13.4	10.6	9.1	7.1	8.7	7.9	8.3	0.38
Th/Sc	1.08	1.21	1.59	0.83	2.26	0.53	0.00	0.59	0.36	0.48	1.76
Zr/Sc	27.0	35.1	40.14	31.0	46.20	21.00	4.0	12.63	23.35	25.78	34.57
Th/U	3.98	3.07	4.51	3.49	4.22	4.38	1.25	5.83	4.81	4.83	2.69
Th/Co	0.55	0.47	0.24	0.82	0.41	0.76	200.25	1.30	1.61	1.81	1.56
Cr/Th	3.61	6.00	2.61	6.06	6.28	4.00	1480.00	6.61	5.32	11.63	5.37
La/Yb	1.80	1.44	1.36	1.49	1.63	1.50	0.78	1.73	1.03	1.11	16.30
La/Sc	3.86	3.33	3.47	3.23	5.34	1.58	0.10	1.89	0.94	1.77	5.36
La/Th	3.58	2.74	2.19	3.91	2.36	2.99	36.25	3.21	2.56	3.70	3.05
La/Co	27.63	24.58	37.97	20.16	24.49	16.64	0.76	10.38	6.71	8.60	4.75
Eu/Eu*	0.84	0.88	0.77	0.88	0.85	0.84	0.94	0.70	0.72	0.87	0.70
Ce/Ce*	0.88	1.07	1.08	1.13	1.19	1.09	0.65	1.12	1.08	1.06	1.01
(La/Sm)n	3.73	3.58	3.83	3.62	4.10	3.90	1.17	4.07	3.11	3.02	3.67
(La/Yb)n	11.85	8.80	8.30	8.81	10.64	10.72	6.50	14.31	7.60	7.60	11.70
(Gd/Yb)n	1.95	1.58	1.33	1.43	1.54	1.72	4.27	2.30	1.62	1.68	1.90

Хотонт формацын Кн-19-58 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээний үр дүн.

Мөхлөг но.	Харьцаа							Нас, сая жил					
	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ
		ratio		ratio		ratio		age		age		age	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRB080	1.43	0.0540	0.0009	0.4048	0.0066	0.0544	0.0005	372	39	345	5	341	3
PRB021	0.51	0.0535	0.0007	0.4011	0.0047	0.0544	0.0004	351	31	342	3	342	3
PRB084	1.09	0.0553	0.0016	0.4146	0.0112	0.0545	0.0006	422	61	352	8	342	3
PRB076	1.31	0.0520	0.0023	0.3908	0.0168	0.0545	0.0006	286	98	335	12	342	4
PRB038	0.86	0.0533	0.0010	0.4007	0.0068	0.0546	0.0005	341	41	342	5	343	3
PRB059	0.43	0.0547	0.0010	0.4130	0.0072	0.0548	0.0005	401	41	351	5	344	3
PRB022	0.53	0.0531	0.0010	0.4017	0.0070	0.0550	0.0005	332	42	343	5	345	3
PRB090	0.64	0.0534	0.0012	0.4045	0.0089	0.0550	0.0005	346	51	345	6	345	3
PRB033	1.00	0.0527	0.0010	0.3991	0.0068	0.0550	0.0005	314	42	341	5	345	3
PRB066	0.75	0.0560	0.0013	0.4246	0.0094	0.0551	0.0005	451	51	359	7	345	3
PRB098	0.76	0.0541	0.0019	0.4106	0.0139	0.0551	0.0006	376	76	349	10	346	4
PRB058	0.79	0.0591	0.0015	0.4501	0.0110	0.0553	0.0005	570	55	377	8	347	3
PRB031	0.90	0.0551	0.0011	0.4203	0.0077	0.0553	0.0005	418	43	356	6	347	3
PRB049	0.86	0.0545	0.0014	0.4159	0.0100	0.0553	0.0005	393	56	353	7	347	3
PRB029	0.68	0.0566	0.0014	0.4312	0.0101	0.0553	0.0005	474	55	364	7	347	3
PRB051	0.66	0.0559	0.0013	0.4267	0.0096	0.0554	0.0005	450	52	361	7	347	3
PRB027	0.81	0.0547	0.0010	0.4174	0.0066	0.0554	0.0004	400	38	354	5	348	3
PRB050	1.04	0.0525	0.0009	0.4009	0.0063	0.0554	0.0005	306	39	342	5	348	3
PRB056	0.65	0.0519	0.0010	0.3963	0.0068	0.0555	0.0005	279	42	339	5	348	3
PRB042	0.56	0.0544	0.0013	0.4164	0.0096	0.0556	0.0005	386	54	353	7	349	3
PRB034	0.74	0.0541	0.0009	0.4153	0.0065	0.0557	0.0005	375	39	353	5	350	3
PRB095	0.68	0.0548	0.0011	0.4206	0.0084	0.0558	0.0005	402	45	356	6	350	3
PRB097	0.43	0.0552	0.0015	0.4238	0.0110	0.0558	0.0006	418	58	359	8	350	3
PRB041	0.78	0.0534	0.0009	0.4107	0.0062	0.0558	0.0005	346	38	349	4	350	3
PRB048	1.35	0.0560	0.0009	0.4334	0.0060	0.0562	0.0005	453	34	366	4	352	3
PRB060	1.24	0.0575	0.0015	0.4455	0.0110	0.0562	0.0005	512	56	374	8	352	3
PRB045	1.15	0.0591	0.0024	0.4574	0.0184	0.0562	0.0006	570	87	382	13	352	4
PRB074	0.35	0.0552	0.0009	0.4280	0.0067	0.0563	0.0005	419	37	362	5	353	3
PRB040	0.46	0.0561	0.0012	0.4349	0.0083	0.0563	0.0005	454	45	367	6	353	3
PRB088	1.36	0.0551	0.0011	0.4292	0.0079	0.0566	0.0005	414	42	363	6	355	3
PRB009	0.74	0.0557	0.0009	0.4350	0.0064	0.0568	0.0004	438	36	367	5	356	3
PRB064	0.71	0.0562	0.0014	0.4396	0.0105	0.0568	0.0005	459	55	370	7	356	3
PRB096	0.79	0.0550	0.0013	0.4329	0.0100	0.0571	0.0006	414	52	365	7	358	3
PRB062	0.91	0.0538	0.0012	0.4238	0.0087	0.0571	0.0005	364	49	359	6	358	3
PRB024	0.88	0.0544	0.0014	0.4297	0.0106	0.0573	0.0005	388	57	363	7	359	3
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

PRB054	1.08	0.0536	0.0010	0.4255	0.0070	0.0577	0.0005	353	40	360	5	361	3
PRB057	0.85	0.0541	0.0010	0.4324	0.0072	0.0580	0.0005	376	40	365	5	363	3
PRB025	1.26	0.0535	0.0011	0.4312	0.0083	0.0585	0.0005	349	46	364	6	367	3
PRB061	1.36	0.0576	0.0015	0.4658	0.0118	0.0587	0.0006	514	58	388	8	368	3
PRB011	1.25	0.0565	0.0009	0.4585	0.0063	0.0589	0.0005	472	35	383	4	369	3
PRB032	0.97	0.0566	0.0014	0.4602	0.0110	0.0591	0.0005	473	56	384	8	370	3
PRB081	1.10	0.0559	0.0016	0.4554	0.0128	0.0591	0.0006	449	63	381	9	370	4
PRB043	0.65	0.0554	0.0009	0.4525	0.0070	0.0593	0.0005	427	37	379	5	372	3
PRB020	0.97	0.0551	0.0008	0.4505	0.0060	0.0594	0.0005	415	33	378	4	372	3
PRB100	0.70	0.0549	0.0019	0.4511	0.0155	0.0596	0.0007	410	77	378	11	373	4
PRB093	1.39	0.0550	0.0011	0.4521	0.0089	0.0596	0.0006	414	45	379	6	373	3
PRB094	1.40	0.0538	0.0016	0.4423	0.0130	0.0596	0.0006	364	67	372	9	373	4
PRB101	1.45	0.0538	0.0011	0.4431	0.0088	0.0598	0.0006	364	45	372	6	374	3
PRB087	1.03	0.0585	0.0012	0.4834	0.0098	0.0599	0.0006	550	45	400	7	375	3
PRB063	0.64	0.0603	0.0019	0.4982	0.0147	0.0600	0.0006	613	65	411	10	376	4
PRB014	1.77	0.0554	0.0015	0.4583	0.0118	0.0601	0.0005	427	59	383	8	376	3
PRB053	0.77	0.0551	0.0009	0.4564	0.0069	0.0602	0.0005	414	37	382	5	377	3
PRB035	0.73	0.0544	0.0019	0.4519	0.0148	0.0603	0.0006	388	74	379	10	377	4
PRB001	1.01	0.0539	0.0011	0.4484	0.0083	0.0604	0.0005	368	45	376	6	378	3
PRB018	0.77	0.0559	0.0010	0.4654	0.0075	0.0605	0.0005	447	39	388	5	378	3
PRB065	0.49	0.0591	0.0019	0.4949	0.0152	0.0608	0.0007	570	68	408	10	380	4
PRB005	1.03	0.0548	0.0009	0.4588	0.0063	0.0608	0.0005	404	35	383	4	381	3
PRB103	1.06	0.0540	0.0013	0.4526	0.0110	0.0609	0.0006	371	55	379	8	381	4
PRB015	1.29	0.0541	0.0015	0.4541	0.0118	0.0609	0.0006	375	60	380	8	381	3
PRB102	1.79	0.0583	0.0015	0.4901	0.0120	0.0611	0.0006	540	55	405	8	382	4
PRB004	0.65	0.0539	0.0014	0.4532	0.0113	0.0611	0.0006	366	59	380	8	382	3
PRB070	0.52	0.0547	0.0009	0.4617	0.0069	0.0613	0.0005	398	36	385	5	384	3
PRB099	0.51	0.0537	0.0010	0.4576	0.0083	0.0618	0.0006	360	42	383	6	387	3
PRB068	1.31	0.0532	0.0013	0.4554	0.0107	0.0621	0.0006	338	55	381	7	388	4
PRB037	0.19	0.0550	0.0008	0.4711	0.0062	0.0622	0.0005	412	33	392	4	389	3
PRB047	0.79	0.0557	0.0016	0.4772	0.0131	0.0622	0.0006	439	63	396	9	389	4
PRB089	0.82	0.0567	0.0014	0.4876	0.0117	0.0624	0.0006	479	55	403	8	390	4
PRB007	0.86	0.0558	0.0017	0.4799	0.0142	0.0625	0.0006	442	67	398	10	391	4
PRB086	0.67	0.0565	0.0012	0.4890	0.0102	0.0629	0.0006	469	48	404	7	393	4
PRB085	0.59	0.0547	0.0012	0.4763	0.0098	0.0632	0.0006	402	47	396	7	395	4
PRB073	1.01	0.0551	0.0017	0.4821	0.0146	0.0635	0.0007	416	68	400	10	397	4
PRB012	0.94	0.0553	0.0011	0.4844	0.0087	0.0636	0.0005	425	43	401	6	397	3
PRB006	0.51	0.0574	0.0012	0.5033	0.0094	0.0637	0.0005	505	45	414	6	398	3
PRB003	1.07	0.0579	0.0009	0.5106	0.0066	0.0641	0.0005	524	33	419	4	401	3
PRB002	1.18	0.0584	0.0017	0.5158	0.0138	0.0642	0.0006	543	61	422	9	401	4
PRB078	0.49	0.0591	0.0010	0.5297	0.0087	0.0651	0.0006	570	38	432	6	406	3
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

PRB091	0.71	0.0552	0.0012	0.4950	0.0107	0.0651	0.0006	421	49	408	7	407	4
PRB077	0.97	0.0555	0.0016	0.4997	0.0134	0.0653	0.0007	434	61	412	9	408	4
PRB044	0.91	0.0571	0.0011	0.5161	0.0095	0.0656	0.0006	496	43	423	6	409	3
PRB013	0.71	0.0553	0.0011	0.4998	0.0094	0.0657	0.0006	422	45	412	6	410	3
PRB075	1.26	0.0589	0.0010	0.5352	0.0084	0.0660	0.0006	562	36	435	6	412	3
PRB016	0.80	0.0568	0.0009	0.5262	0.0073	0.0672	0.0005	484	35	429	5	419	3
PRB082	0.94	0.0612	0.0016	0.5853	0.0142	0.0694	0.0007	645	54	468	9	433	4
PRB067	1.01	0.0561	0.0011	0.5394	0.0097	0.0698	0.0006	455	42	438	6	435	4
PRB023	0.57	0.0552	0.0008	0.5350	0.0071	0.0703	0.0005	421	33	435	5	438	3
PRB030	0.37	0.0606	0.0012	0.6078	0.0115	0.0728	0.0006	626	44	482	7	453	4
PRB026	0.81	0.0604	0.0011	0.6787	0.0112	0.0816	0.0007	617	39	526	7	506	4
PRB010	0.88	0.0629	0.0008	0.9962	0.0109	0.1150	0.0009	705	28	702	6	702	5
PRB008	1.05	0.0696	0.0011	1.4291	0.0195	0.1490	0.0012	918	32	901	8	896	7
PRB046	0.52	0.0704	0.0010	1.5151	0.0191	0.1562	0.0012	940	29	937	8	935	7
PRB069	0.55	0.0715	0.0012	1.5438	0.0232	0.1568	0.0013	971	33	948	9	939	7

Мөнгөнцээж формацын базальтын гол ислийн болон ховор элементийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	Kh-20-95/1	Kh-20-99	Kh-20-194	Kh-20-196	Kh-20-229	Kh-21-91	Kh-21-97	Kh-21-106	Kh-21-117
SiO ₂	32.78	23.07	38.34	43.13	69.31	44.84	47.95	49.65	48.91
TiO ₂	4.44	4.74	2.7	1.72	0.46	1.91	1.65	1.26	1.66
Al ₂ O ₃	16.59	16.53	21.04	20.27	7.94	12.96	14.36	14.11	14.28
Fe ₂ O ₃	20.62	21.12	19.98	16.21	3.39	15.57	12.74	10.74	12.69
MnO	0.34	0.14	0.24	0.2	0.11	0.22	0.19	0.2	0.21
MgO	10.89	15.68	4.47	4.13	1.81	9.12	7.08	8.59	7.49
CaO	3.46	5.77	3.09	3.13	7.62	10.57	10.94	9.12	10.97
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.19	1.76	2.01	2.23	2.94	2.46
K ₂ O	0.99	0.01	5.39	4.56	0.89	0.22	0.29	0.08	0.14
P ₂ O ₅	2.53	4.38	0.19	0.24	0.16	0.08	0.16	0.08	0.15
L.O.I.	7.37	8.29	4.5	4.95	6.87	0.48	1.03	0.67	0.74
Total	100.02	99.74	99.95	98.73	100.32	97.98	98.62	97.44	99.7
La	192	412	8.1	3.4	19.9	4.8	5.6	2.4	6
Ce	357	702	21.6	10.4	38.1	13.2	15.3	8	14.9
Pr	38.7	79	2.88	1.69	4.19	2.06	2.22	1.35	2.25
Nd	157	322	15.6	9.8	17.5	10.8	11	7.6	11.1
Sm	29.9	56.2	5.2	3.8	3.7	3.4	3.2	2.6	3.4
Eu	9.01	16.6	1.91	1.36	0.87	1.26	1.15	0.96	1.06
Gd	25.3	45.5	6.66	5.6	3.35	4.71	3.92	4.02	4.15
Tb	3.3	5.55	1.18	1.02	0.5	0.88	0.72	0.73	0.71
Dy	15.9	26.5	8.33	7.32	3.04	5.19	4.28	4.63	4.39
Ho	2.51	4.02	1.69	1.56	0.66	1.11	0.85	0.96	0.9
Er	5.92	9.75	5.06	4.91	1.85	4.07	3.34	3.72	2.54
Tm	0.71	1.17	0.77	0.72	0.28	0.6	0.51	0.57	0.34
Yb	3.8	6.1	5.2	4.7	1.9	3.1	2.6	2.9	2.4
Lu	0.49	0.79	0.75	0.69	0.3	0.43	0.35	0.43	0.35
Sc	19	9	54	69	7	69	46	46	45
Co	73.9	78.9	60.6	53.3	9.2	58.6	43.7	40.5	46.4
Cs	0.3	<0.1	5.3	3.9	1.4	0.1	0.6	0.1	0.1
Hf	17	28	5	3	4	3	3	3	2
Ta	10.6	16.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Th	20	36	2.7	0.8	4.1	0.5	0.5	0.2	0.5
U	4.15	9.92	0.5	0.1	0.97	0.13	0.27	0.12	0.12
Ba	895	37	867	693	193	10	10	10	52
Rb	19.2	0.3	140	101	31.2	1.8	3.7	1.2	2.2
Sr	363	470	261	757	303	160	220	86	205
Y	62.2	103	42.7	39.7	17	30.7	24.8	27.1	23.3
Zr	805	1070	112	32.1	84.3	152	133	123	88.1
Nb	197	322	4	2	5	4	6	1	5
Nb/Y	1.17	1.24	1.32	1.40	1.48	0.13	0.24	0.04	0.21
Ba/Rb	63.64	67.96	72.29	76.61	80.94	5.56	2.70	8.33	23.64
Zr/Nb	4.09	3.32	28.00	16.05	16.86	38	22	123	18
Zr/Hf	47.35	38.21	22.40	10.70	21.08	50.67	44.33	41.00	44.05
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	3.74	3.49	7.79	11.78	17.26	6.79	8.70	11.20	8.60
Sr/Y	5.84	4.56	6.11	19.07	17.82	5.21	8.87	3.17	8.80
(La/Sm)n	4.15	4.74	1.01	0.58	3.48	0.91	1.13	0.60	1.14
(Gd/Yb)n	5.51	6.17	1.06	0.99	1.46	1.26	1.25	1.15	1.43
(La/Yb)n	36.26	48.47	1.12	0.52	7.52	1.11	1.55	0.59	1.79
(Ce/Yb)pm	26.09	31.96	1.15	0.61	5.57	1.18	1.63	0.77	1.72
(Nb/La)pm	0.99	0.75	0.48	0.57	0.24	0.80	1.03	0.40	0.80
(Th/La)pm	0.84	0.71	2.69	1.90	1.67	0.84	0.72	0.67	0.67
(Nb/Th)pm	1.17	1.07	0.18	0.30	0.15	0.95	1.43	0.60	1.19

Мөнгөнцээж, Яшил формацын цахиурлаг чулуулгийн геохимийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	Kh-20-103	Kh-20-184	Kh-21-03	Kh-20-246	Kh-20-250
Литологи	Цайвар саарал яшма	Бор саарал яшма	Яшма	Цайвар саарал яшма	Ногоон яшма
V/Y	0.37	1.10	0.91	4.14	3.70
Ti/V	119.90	45.56	35.97	39.97	54.56
SiO ₂	90.07	86.32	94.96	96.93	59.19
TiO ₂	0.10	0.19	0.06	0.08	0.91
Al ₂ O ₃	1.77	3.60	0.81	0.85	18.48
ΣFe ₂ O ₃	3.38	4.06	1.52	4.06	6.42
MnO	1.51	0.93	0.63	0.12	0.09
MgO	0.39	0.77	0.10	0.24	2.11
CaO	0.38	1.12	0.16	0.05	2.69
Na ₂ O	0.61	0.95	0.01	0.02	7.99
K ₂ O	0.13	0.09	0.38	0.49	0.01
P ₂ O ₅	0.06	0.24	0.06	0.02	0.17
LOI	0.29	0.79	0.48	0.41	1.79
SUM	98.69	99.06	99.17	100.08	99.85
Na+K	1.57	1.17	0.69	0.14	0.26
K	498.09	1992.36	498.09	166.03	1411.26
Ti	599.51	1139.07	359.71	479.61	479.61
P	1265.07	3446.22	2093.90	1788.54	7808.52
FeO	3.04	3.65	1.37	0.78	5.78
Fe ₂ O ₃	0.34	0.41	0.15	0.09	0.64
Al ₂ O ₃ /(Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃)	0.34	0.47	0.35	0.49	0.74
Fe ₂ O ₃ /TiO ₂	33.80	21.37	25.33	10.88	7.05
100Fe ₂ O ₃ /SiO ₂	3.75	4.70	1.60	0.90	10.85
100Al ₂ O ₃ /SiO ₂	1.97	4.17	0.85	0.88	31.22
Fe ₂ O ₃ /(100-SiO ₂)	0.34	0.30	0.30	0.28	0.16
Al ₂ O ₃ /(100-SiO ₂)	0.18	0.26	0.16	0.28	0.45
MnO/TiO ₂	15.07	4.89	10.54	1.51	0.10
V	5.00	25.00	10.00	12.00	100.00
La	14.6	15.7	7.3	4.2	29.2
Ce	50.4	27.8	20.2	11.5	67.1
Pr	3.4	3.95	1.86	1	6.79
Nd	14	16.2	7.8	4.1	26.7
Sm	3.4	4.5	2.1	1	6.2
Eu	0.76	1.12	0.46	0.22	1.3
Gd	2.88	4.17	1.93	0.81	5
Tb	0.46	0.66	0.32	0.13	0.84
Dy	2.55	4.09	1.88	0.74	5.16
Ho	0.5	0.84	0.39	0.14	1.01
Er	1.25	2.42	0.95	0.33	3.07
Tm	0.19	0.34	0.12	0.06	0.45
Yb	1.2	2.2	0.8	0.4	3
Lu	0.18	0.37	0.12	0.07	0.46
Eu/Eu*	0.84	1.02	1.01	0.81	0.95
Ce/Ce*	0.69	0.38	0.28	0.16	0.92
Ti/V	119.90	45.56	35.97	39.97	54.56
La/Ce	Эх газрын зах- нум	Далайн арлан нум		Далайн арлан нум	Завсрын /наангилаг/
Silicate	Голч нуруу орчим	Наангилаг	Голч нуруу орчим	Наангилаг	Эх газрын зах- нум
Ti/V	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах
V/Y	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Наангилаг

Мөнгөнцээж формацын тунамал чулуулгийн гол ислийн болон ховор элементийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	Мөнгөнцээж								Нударгын хяр					
	КН-19-45	КН-19-93	КН-19-94	КН-19-95	КН-19-128	КН-19-131	КН-20-106	КН-20-144	Кх-21-93	Кх-21-95	Кх-21-101	Кх-21-113	Кх-21-115	Кх-21-116
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	63.61	71.74	56.84	63.28	72.21	60.03	69.25	68.56	67.15	63.36	64.22	62.89	73.7	67.23
TiO ₂	0.64	0.55	0.78	0.75	0.45	0.87	0.74	0.51	0.55	0.71	0.67	0.68	0.27	0.58
Al ₂ O ₃	18.29	11.48	13.78	14.43	13.96	16.34	11.38	14.73	16.19	16.5	16.49	15.26	13.19	15.76
Fe ₂ O ₃	4.34	2.17	6.23	6.13	2.55	9.72	5.02	3.99	2.86	4.83	4.23	7.61	2.27	3.69
MnO	0.05	0.12	0.13	0.08	0.02	0.34	0.09	0.07	0.05	0.09	0.09	0.57	0.08	0.08
MgO	1.01	0.6	3.38	3.62	0.73	4.13	2.75	1.06	0.88	1.59	1.37	2.44	0.59	1.17
CaO	0.83	4.98	6.33	2.62	0.77	0.24	7.29	2.52	1.69	2.08	1.92	1.34	1.2	1.53
Na ₂ O	4.3	4.44	2.42	1.49	4.2	0.88	1.7	5.38	4.59	4.05	4.56	3.13	4.4	4.57
K ₂ O	3.91	0.77	1.9	2.86	2.72	2.6	0.67	1.39	3.34	4.14	3.81	4.05	2.23	3.11
P ₂ O ₅	0.13	0.15	0.22	0.18	0.07	0.15	0.22	0.11	0.22	0.21	0.26	0.23	0.09	0.2
LOI	2.22	3.72	7.66	4.89	2.06	4.15	1.37	1.27	1.09	0.77	0.84	1.14	0.61	0.75
ΣSUM	99.33	100.72	99.67	100.33	99.74	99.45	100.48	99.59	98.61	98.33	98.46	99.34	98.63	98.67
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3.48	6.25	4.12	4.39	5.17	3.67	6.09	4.65	4.15	3.84	3.89	4.12	5.59	4.27
K ₂ O/Al ₂ O ₃	0.21	0.07	0.14	0.20	0.19	0.16	0.06	0.09	0.21	0.25	0.23	0.27	0.17	0.20
K ₂ O/Na ₂ O	0.91	0.17	0.79	1.92	0.65	2.95	0.39	0.26	0.73	1.02	0.84	1.29	0.51	0.68
Na ₂ O/K ₂ O	1.10	5.77	1.27	0.52	1.54	0.34	2.54	3.87	1.37	0.98	1.20	0.77	1.97	1.47
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	28.58	20.87	17.67	19.24	31.02	18.78	15.38	28.88	29.44	23.24	24.61	22.44	48.85	27.17
ClA	59.39	42.64	57.90	64.34	55.74	79.02	64.30	50.10	54.14	53.36	53.22	57.20	53.17	54.44
ICV	0.93	1.19	1.54	0.88	0.89	0.85	0.96	1.96	2.96	3.96	4.96	1.30	5.96	0.93
PIA	62.96	42.16	59.55	69.81	57.50	89.87	65.58	50.11	55.46	54.73	54.39	60.72	53.93	55.79
Rb	148	26.4	71.7	113	89.6	84.6	21.2	40.8	56	85.9	58.8	113	28.5	84.7
Ba	681	190	410	382	728	552	143	416	1067	733	1128	2130	568	735
Sr	425	336	246	145	252	84	264	382	385	454	583	347	313	354
Th	12.3	7.3	7.8	7.9	7.2	4.4	6.6	6.5	6.5	5.8	4.7	12.8	6.6	6.8
U	4.57	1.84	2.26	2.08	1.61	0.93	1.82	1.87	1.82	1.63	0.56	2.39	1.72	2.21
Zr	242	362	289	176	176	151	201	301	135	179	185	656	236	294
Hf	4	6	7	3	3	4	5	7	3	3	3	6	5	6
Y	22.9	19.1	34.8	21.7	12.2	9.8	27.7	18.8	7.2	10.2	9.7	22.5	10.5	19.2
Nb	9	8	8	8	7	5	9	7	8	11	10	17	11	10
Sc	7	6	14	14	5	27	13	7	6	20	18	24	6	7
V	53	41	97	101	36	113	95	67	53	78	73	126	22	65
Cr	66	81	177	121	47	384	272	73	76	87	76	102	65	81
Co	7.9	5.8	16.2	17.1	2.2	22.7	12.2	6.6	4.2	9.1	5.3	20.3	2.2	5.1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cu	13	11	25	31	10	33	10	10	11	42	22	46	15	27
Ni	7	44	42	49	9	147	39	13	8	12	6	56	5	8
Zn	70	40	94	99	47	163	72	58	54	85	66	138	48	74
La	37.5	31.4	42.5	26.4	18.9	5.8	15.3	26.2	24.7	23.8	13.5	40.00	19.6	36.1
Ce	79.4	59.9	84.6	57.3	40.3	44.7	44.5	55.4	54.3	52.2	35.5	87.20	49.1	68.4
Pr	9.99	8.14	9.36	7.24	4.77	1.61	4.85	5.68	5.96	6.16	4	9.67	4.84	7.32
Nd	37.4	30.3	36.1	29.2	17	6.3	19.5	21.3	22.2	24.1	15.7	37.30	18.4	27.6
Sm	6.6	5.5	8.5	6.2	3.5	1.8	4.6	4.3	3.9	4.5	3.1	7.10	3.5	5
Eu	1.36	1.19	1.88	1.38	0.89	0.55	1.22	1.05	0.99	1.05	0.95	1.78	0.56	1.21
Gd	5.28	4.79	7.33	5.27	2.48	1.72	4.62	3.43	2.98	3.54	2.64	6.30	2.82	4.3
Tb	0.8	0.69	1.09	0.79	0.4	0.31	0.74	0.56	0.42	0.52	0.4	0.96	0.44	0.62
Dy	5.11	4.49	6.23	4.87	2.58	2	4.61	3.37	1.9	2.48	2.22	4.90	2.2	3.51
Ho	1.01	0.84	1.31	1	0.54	0.43	0.99	0.68	0.3	0.41	0.4	0.92	0.42	0.71
Er	3.18	2.67	3.82	3.13	1.77	1.53	2.94	2.14	1.48	1.8	1.85	3.61	2	2.1
Tm	0.45	0.4	0.56	0.48	0.25	0.25	0.48	0.3	0.24	0.28	0.29	0.57	0.32	0.29
Yb	2.3	2.1	3.8	2.4	1.4	2	3.2	2.2	0.5	0.8	0.9	3.00	1.2	2
Lu	0.38	0.3	0.52	0.36	0.22	0.36	0.47	0.36	0.07	0.09	0.11	0.47	0.18	0.31
Th/Sc	1.76	1.22	0.56	0.56	1.44	0.16	0.51	0.93	1.08	0.29	0.26	0.53	1.10	0.97
Zr/Sc	34.57	60.33	20.64	12.57	35.20	5.59	15.46	43.00	22.50	8.95	10.28	27.33	39.33	42.00
Th/U	2.69	3.97	3.45	3.80	4.47	4.73	3.63	3.48	3.57	3.56	8.39	5.36	3.84	3.08
Th/Co	1.56	1.26	0.48	0.46	3.27	0.19	0.54	0.98	1.55	0.64	0.89	0.63	3.00	1.33
Cr/Th	5.37	11.10	22.69	15.32	6.53	87.27	41.21	11.23	11.69	15.00	16.17	7.97	9.85	11.91
La/Yb	16.30	14.95	11.18	7.89	9.68	2.08	3.43	8.54	35.43	21.34	10.76	13.33	16.33	18.05
La/Sc	5.36	5.23	3.04	1.89	3.78	0.21	1.18	3.74	4.12	1.19	0.75	1.67	3.27	5.16
La/Th	3.05	4.30	5.45	3.34	2.63	1.32	2.32	4.03	3.80	4.10	2.87	3.13	2.97	5.31
La/Co	4.75	5.41	2.62	1.54	8.59	0.26	1.25	3.97	5.88	2.62	2.55	1.97	8.91	7.08
Eu/Eu*	0.70	0.71	0.73	0.74	0.92	0.96	0.81	0.84	0.89	0.80	1.02	0.81	0.54	0.80
Ce/Ce*	1.01	0.92	1.04	1.02	1.04	3.59	1.27	1.11	1.10	1.06	1.18	1.09	1.24	1.03
(La/Sm)n	3.67	3.69	3.23	2.75	3.49	2.08	2.15	3.93	4.09	3.41	2.81	3.64	3.62	4.66
(La/Yb)n	11.70	10.73	8.02	7.89	9.68	2.08	3.43	8.54	35.43	21.34	10.76	9.56	11.72	12.95
(Gd/Yb)n	1.90	1.89	1.60	1.82	1.47	0.71	1.19	1.29	4.93	3.66	2.43	1.74	1.94	1.78

Мөнгөнцээж формацийн Kh-19-131 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээний үр дүн.

Мөхлөг но.	Харьцаа							Нас, сая жил						
	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	
		ratio		ratio		ratio		age		age		age		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
PRB051	0.96562	0.05518	0.00165	0.424	0.01216	0.05577	0.00058	419.3	65.04	358.9	8.67	349.9	3.57	
PRB052	1.14253	0.05365	0.00087	0.41764	0.00611	0.0565	0.00048	356.3	36.08	354.4	4.38	354.3	2.96	
PRB043	0.54213	0.05433	0.00117	0.4256	0.0086	0.05686	0.00052	384.5	47.46	360	6.13	356.5	3.19	
PRB012	0.51456	0.05924	0.00169	0.46568	0.01271	0.05706	0.00058	576	60.88	388.2	8.81	357.7	3.56	
PRB073	0.68603	0.05563	0.00153	0.44137	0.01159	0.05758	0.00059	437.5	59.98	371.2	8.17	360.9	3.58	
PRB032	1.45033	0.05251	0.00089	0.41787	0.00646	0.05776	0.0005	307.7	37.98	354.5	4.63	362	3.03	
PRB077	0.73552	0.05438	0.00154	0.43528	0.01176	0.0581	0.00059	386.6	62.03	366.9	8.32	364.1	3.61	
PRB050	0.94008	0.05657	0.0012	0.45574	0.00905	0.05848	0.00054	474	46.72	381.3	6.31	366.3	3.28	
PRB034	1.72934	0.0537	0.00101	0.43274	0.00756	0.05849	0.00052	358.4	41.68	365.1	5.36	366.4	3.15	
PRB011	0.58634	0.05544	0.00116	0.44691	0.00879	0.05851	0.00053	429.8	45.6	375.1	6.17	366.6	3.25	
PRB070	0.55564	0.05847	0.00187	0.47246	0.01449	0.05865	0.00064	547.5	68.36	392.9	9.99	367.4	3.91	
PRB036	0.48303	0.05785	0.0013	0.4692	0.0099	0.05887	0.00055	523.7	48.64	390.6	6.84	368.8	3.36	
PRB060	1.33372	0.05593	0.00123	0.45386	0.0094	0.0589	0.00055	449.3	48.02	380	6.57	368.9	3.34	
PRB082	0.64756	0.05614	0.00144	0.45692	0.01113	0.05907	0.00059	457.5	56.01	382.1	7.75	370	3.58	
PRB063	0.79522	0.05426	0.00107	0.44444	0.00818	0.05945	0.00054	381.7	43.79	373.4	5.75	372.3	3.27	
PRB022	0.7012	0.05699	0.00161	0.46679	0.01261	0.05945	0.00061	490.7	61.76	389	8.73	372.3	3.69	
PRB047	0.81301	0.05829	0.00158	0.47806	0.01236	0.05952	0.0006	540.2	58.96	396.7	8.49	372.7	3.67	
PRB005	0.45497	0.0532	0.00096	0.43655	0.00733	0.05956	0.00052	337.3	40.44	367.8	5.18	373	3.17	
PRB021	0.75261	0.05306	0.00109	0.43726	0.00843	0.05982	0.00054	331.2	45.9	368.3	5.95	374.5	3.29	
PRB003	0.9663	0.05649	0.00119	0.46563	0.00924	0.05983	0.00055	471.1	46.57	388.2	6.4	374.6	3.34	
PRB025	0.55704	0.0543	0.00163	0.44816	0.0129	0.0599	0.00062	383.5	65.87	376	9.04	375	3.8	
PRB044	0.81797	0.05748	0.00146	0.47527	0.01145	0.06002	0.00059	509.5	55.23	394.8	7.88	375.7	3.59	
PRB035	0.72698	0.05888	0.00096	0.48914	0.00729	0.0603	0.00052	562.6	35.26	404.3	4.97	377.4	3.15	
PRB037	0.70015	0.06045	0.00106	0.50345	0.00814	0.06045	0.00053	619.6	37.53	414	5.5	378.4	3.22	
PRB055	0.60186	0.05569	0.00156	0.46394	0.01243	0.06047	0.00062	439.6	61.07	387	8.62	378.5	3.75	
PRB041	0.4021	0.05491	0.00135	0.45774	0.0107	0.06051	0.00058	408.5	53.51	382.7	7.45	378.7	3.56	
PRB071	0.49277	0.05573	0.0011	0.46564	0.00851	0.06065	0.00055	441.3	42.84	388.2	5.9	379.6	3.34	
PRB087	0.64926	0.05455	0.00134	0.45839	0.01068	0.06099	0.0006	393.9	54.06	383.1	7.44	381.6	3.63	
PRB042	0.8159	0.05556	0.0009	0.46777	0.00684	0.0611	0.00052	434.7	35.02	389.7	4.73	382.3	3.18	
PRB007	1.61319	0.05503	0.00117	0.46456	0.00927	0.06127	0.00056	413.5	46.06	387.4	6.42	383.4	3.41	
PRB004	0.50389	0.05855	0.00134	0.49483	0.01069	0.06135	0.00058	550.4	49.19	408.2	7.26	383.8	3.53	
PRB016	0.8358	0.05917	0.00129	0.50342	0.0103	0.06175	0.00058	573.5	46.66	414	6.96	386.3	3.49	
PRB092	0.51705	0.06045	0.00138	0.52043	0.01116	0.06249	0.0006	619.5	48.59	425.4	7.46	390.8	3.65	
PRB028	0.81256	0.05952	0.00177	0.51406	0.01466	0.06268	0.00066	586.3	63.41	421.2	9.83	391.9	4.02	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PRB093	0.69195	0.05693	0.00147	0.493	0.01204	0.06286	0.00063	488.1	56.55	407	8.19	393	3.83
PRB065	0.52297	0.05526	0.00114	0.48121	0.00928	0.06321	0.00058	422.5	44.86	398.9	6.36	395.1	3.52
PRB062	0.89955	0.05701	0.00132	0.49685	0.01088	0.06325	0.0006	491.4	50.33	409.6	7.38	395.4	3.66
PRB095	0.90097	0.0607	0.00242	0.53087	0.02042	0.06349	0.0008	628.5	83.68	432.4	13.54	396.8	4.82
PRB018	0.66814	0.05434	0.00102	0.4807	0.00836	0.06421	0.00057	385	41.39	398.6	5.73	401.2	3.44
PRB020	1.48332	0.05928	0.00153	0.52545	0.01287	0.06434	0.00064	577.3	55.06	428.8	8.57	402	3.87
PRB045	0.53017	0.06508	0.00097	1.14815	0.01538	0.12805	0.00109	777	31.12	776.4	7.27	776.7	6.21
PRB038	0.4465	0.06496	0.00105	1.1555	0.01697	0.12911	0.00112	773.1	33.64	779.8	8	782.8	6.38
PRB061	0.22368	0.11288	0.00177	5.11179	0.07209	0.3287	0.00286	1846.2	28.03	1838.1	11.98	1832.1	13.89
PRB026	0.16799	0.13853	0.00189	7.53485	0.09061	0.3948	0.00336	2208.9	23.44	2177.1	10.78	2145.1	15.55

Мөнгөнцээж формацийн Кн-21-95/1 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээний үр дүн.

Мөхлөг но.	Харьцаа							Нас, сая жил					
	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ
		ratio		ratio		ratio		age		age		age	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PRB021	0.65805	0.05738	0.0015	0.40094	0.01025	0.05077	0.0005	505.6	58.51	342.3	7.43	319	3
PRB059	0.7514	0.05827	0.0025	0.41446	0.01801	0.05157	0.0008	539.3	92.66	352.1	12.93	324	5
PRB027	0.77607	0.05684	0.0014	0.40724	0.00943	0.05204	0.0005	484.5	53.02	346.9	6.81	327	3
PRB037	0.8509	0.05865	0.0021	0.42635	0.0145	0.05276	0.0006	554.2	74.48	360.6	10.33	331	4
PRB089	0.75897	0.05127	0.0031	0.37498	0.02304	0.05312	0.0011	253.2	133.09	323.3	17.01	334	7
PRB078	0.5336	0.0575	0.0031	0.4263	0.02356	0.0538	0.001	510.4	115.47	360.5	16.78	338	6
PRB050	0.54026	0.05638	0.002	0.42048	0.01482	0.05408	0.0007	466.7	77.44	356.4	10.59	340	4
PRB085	0.71226	0.05314	0.0034	0.39656	0.02553	0.05419	0.0011	334.8	137.28	339.2	18.56	340	7
PRB041	0.4909	0.05785	0.0028	0.43226	0.02097	0.05421	0.0007	523.9	104.31	364.8	14.87	340	4
PRB063	0.84288	0.0542	0.003	0.40624	0.02275	0.05434	0.0009	379.3	120.44	346.2	16.42	341	5
PRB007	1.00419	0.0519	0.0012	0.38822	0.00827	0.05435	0.0005	280.8	51.33	333.1	6.05	341	3
PRB011	0.81301	0.05266	0.001	0.39402	0.00681	0.05437	0.0004	314.1	42.37	337.3	4.96	341	3
PRB033	0.27126	0.05321	0.0013	0.39895	0.00971	0.05443	0.0005	337.6	56.28	340.9	7.05	342	3
PRB072	0.47929	0.05644	0.0028	0.42412	0.02119	0.05451	0.0009	468.8	105.7	359	15.11	342	6
PRB012	0.34787	0.05596	0.001	0.42034	0.0068	0.05458	0.0004	450.4	38.85	356.3	4.86	343	3
PRB013	0.16458	0.05231	0.001	0.39348	0.00689	0.05466	0.0005	298.8	43.02	336.9	5.02	343	3
PRB055	0.55225	0.05429	0.002	0.40944	0.01489	0.05468	0.0007	382.9	78.58	348.5	10.73	343	4
PRB022	0.32355	0.05462	0.0012	0.4114	0.00831	0.05472	0.0005	396.8	47.35	349.9	5.98	343	3
PRB020	0.80837	0.05301	0.0012	0.39968	0.00874	0.05479	0.0005	329	51.85	341.4	6.34	344	3
PRB047	0.78726	0.05552	0.0018	0.41981	0.01366	0.05484	0.0007	433	71.34	355.9	9.77	344	4
PRB015	0.79499	0.05802	0.0016	0.4387	0.0113	0.05494	0.0005	530.1	58.6	369.3	7.98	345	3
PRB040	0.13229	0.05466	0.0015	0.41414	0.01133	0.05497	0.0006	398.5	60.83	351.9	8.13	345	4
PRB026	0.87797	0.05676	0.0014	0.43018	0.01	0.05505	0.0005	481.5	53.34	363.3	7.1	346	3
PRB030	0.7063	0.05737	0.0015	0.43546	0.01063	0.05512	0.0005	505.5	55.68	367	7.52	346	3
PRB084	0.87686	0.05376	0.0033	0.40835	0.02507	0.05515	0.0011	361.1	130.36	347.7	18.07	346	7
PRB060	1.64625	0.05343	0.0021	0.40631	0.01604	0.05514	0.0008	346.9	85.82	346.2	11.58	346	5
PRB046	0.3679	0.05781	0.0019	0.44098	0.01414	0.05532	0.0007	522.5	70.34	370.9	9.97	347	4
PRB074	0.66536	0.05575	0.0028	0.42511	0.02171	0.05532	0.001	442	107.98	359.7	15.47	347	6
PRB032	0.91263	0.0558	0.0017	0.42534	0.01233	0.05533	0.0006	444.3	65.23	359.9	8.78	347	4
PRB061	1.04167	0.05564	0.0023	0.42505	0.01752	0.05539	0.0008	437.6	88.01	359.7	12.49	348	5
PRB001	0.54878	0.05556	0.0014	0.42383	0.00995	0.05539	0.0005	434.7	54.45	358.8	7.1	348	3
PRB042	0.62691	0.05882	0.0019	0.44973	0.01451	0.05547	0.0007	560.3	70	377.1	10.16	348	4
PRB067	1.01822	0.05482	0.0042	0.41949	0.03234	0.05549	0.001	404.9	163.55	355.7	23.13	348	6
PRB079	0.17158	0.05587	0.003	0.42753	0.02331	0.05553	0.001	447	114.94	361.4	16.58	348	6
PRB004	1.06575	0.05216	0.0014	0.3991	0.00996	0.05558	0.0005	292.3	59.2	341	7.23	349	3
PRB069	1.19563	0.05885	0.0033	0.45152	0.02555	0.05564	0.0009	561.5	117.62	378.3	17.87	349	6
PRB035	1.35752	0.05706	0.0024	0.43779	0.01759	0.05569	0.0007	493.4	88.84	368.7	12.42	349	4
PRB070	0.81672	0.05521	0.0039	0.42454	0.03008	0.05576	0.001	420.7	150.24	359.3	21.44	350	6
PRB010	0.70361	0.05646	0.0023	0.43346	0.01707	0.05578	0.0006	469.9	88.49	365.6	12.09	350	4
PRB073	0.69577	0.05641	0.0032	0.43413	0.02457	0.05582	0.001	467.9	120.09	366.1	17.4	350	6

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
PRB080	0.25275	0.05191	0.0027	0.40021	0.02156	0.05595	0.001	281.6	116.35	341.8	15.63	351	6
PRB023	0.49175	0.05361	0.0013	0.41317	0.00908	0.05599	0.0005	354.5	51.88	351.2	6.52	351	3
PRB019	0.50223	0.057	0.0012	0.43954	0.00882	0.05603	0.0005	490.8	46.81	369.9	6.22	352	3
PRB068	1.1619	0.05533	0.0031	0.42791	0.02421	0.05608	0.001	425.4	120.8	361.7	17.21	352	6
PRB081	0.95671	0.05534	0.0035	0.42984	0.02769	0.05639	0.0012	425.6	136.25	363.1	19.66	354	7
PRB018	0.65171	0.05462	0.0019	0.42512	0.01415	0.05656	0.0006	396.6	74.81	359.7	10.09	355	4
PRB071	0.83579	0.0546	0.0028	0.42673	0.02217	0.05669	0.001	395.8	110.27	360.9	15.78	356	6
PRB052	1.20687	0.05437	0.0018	0.42521	0.01448	0.05671	0.0007	386.3	73.7	359.8	10.31	356	4
PRB002	0.5175	0.05331	0.0012	0.41696	0.00874	0.0568	0.0005	341.9	50.24	353.9	6.26	356	3
PRB005	1.08826	0.05414	0.0027	0.42559	0.02019	0.0571	0.0008	376.8	106	360	14.38	358	5
PRB088	0.75506	0.05377	0.0044	0.4231	0.03448	0.05715	0.0013	361.4	172.6	358.3	24.6	358	8
PRB006	0.4372	0.05746	0.0024	0.4531	0.01846	0.05728	0.0006	508.8	90.18	379.4	12.9	359	4
PRB039	0.43703	0.05605	0.0016	0.44238	0.01265	0.05728	0.0006	453.9	63.9	371.9	8.9	359	4
PRB064	0.53116	0.0576	0.0027	0.45702	0.02149	0.05753	0.0009	514.4	99.4	382.2	14.97	361	6
PRB075	0.37758	0.05622	0.0038	0.44742	0.03033	0.05773	0.0011	460.5	143.41	375.5	21.28	362	7
PRB016	0.20062	0.05469	0.0012	0.43469	0.00873	0.05776	0.0005	400.1	46.63	366.5	6.18	362	3
PRB076	1.48524	0.05515	0.0031	0.43948	0.02486	0.05781	0.0011	418.2	119.53	369.9	17.54	362	7
PRB003	0.3966	0.05014	0.001	0.39991	0.00722	0.05792	0.0005	201.7	45.12	341.6	5.24	363	3
PRB057	0.2968	0.05501	0.0022	0.44054	0.01745	0.05807	0.0008	412.5	85.28	370.6	12.3	364	5
PRB087	1.61091	0.0526	0.0033	0.42163	0.02666	0.05821	0.0012	311.7	135.57	357.2	19.04	365	7
PRB054	0.36593	0.05753	0.0029	0.46246	0.02341	0.05829	0.0008	511.5	108.1	386	16.25	365	5
PRB056	0.67589	0.0583	0.0023	0.4743	0.01884	0.05898	0.0008	540.5	84.99	394.2	12.98	369	5
PRB043	0.26803	0.05542	0.0016	0.451	0.01265	0.05904	0.0007	428.8	61.78	378	8.85	370	4
PRB044	0.5053	0.05633	0.0018	0.46143	0.01448	0.05942	0.0007	464.5	69.22	385.3	10.06	372	4
PRB086	1.15959	0.05432	0.0038	0.44498	0.03115	0.05949	0.0013	384.4	148.12	373.8	21.89	373	8
PRB028	0.81265	0.05733	0.0033	0.46991	0.02665	0.05953	0.0008	503.8	122.3	391.1	18.41	373	5
PRB034	0.6567	0.05642	0.0028	0.47714	0.02287	0.06139	0.0008	468	105.59	396.1	15.72	384	5
PRB053	0.78806	0.0603	0.0025	0.5195	0.0219	0.06247	0.0009	614.3	88.59	424.8	14.64	391	5
PRB066	0.82209	0.06056	0.003	0.52502	0.02626	0.06286	0.001	623.6	103.43	428.5	17.49	393	6
PRB045	0.3911	0.0555	0.0018	0.49932	0.01557	0.06526	0.0008	432.1	68.53	411.2	10.54	408	5
PRB029	0.68034	0.05525	0.0015	0.49688	0.01277	0.06532	0.0007	422	58.33	409.6	8.66	408	4
PRB083	0.73221	0.05882	0.0037	0.53452	0.03404	0.06598	0.0014	560.3	131.43	434.8	22.53	412	8
PRB051	0.91453	0.05864	0.0021	0.53701	0.01909	0.06641	0.0009	553.6	75.74	436.4	12.61	415	5
PRB065	0.81486	0.05987	0.0028	0.56161	0.02646	0.06802	0.0011	598.8	97.81	452.6	17.2	424	7
PRB082	0.57839	0.05798	0.0035	0.57663	0.03507	0.07221	0.0014	528.5	126.29	462.3	22.59	449	9
PRB017	0.40296	0.05531	0.0017	0.55885	0.01657	0.07341	0.0008	425.1	66.87	450.8	10.8	457	4
PRB014	0.4675	0.05627	0.0011	0.57406	0.00981	0.07413	0.0006	462.4	41.23	460.6	6.33	461	4
PRB009	0.55396	0.05549	0.001	0.60518	0.00985	0.07924	0.0006	431.6	39.14	480.5	6.23	492	4
PRB058	0.04769	0.05849	0.0021	0.65281	0.02399	0.08092	0.0011	548.2	77.41	510.2	14.74	502	6
PRB024	0.41799	0.06879	0.0013	1.41627	0.02399	0.14956	0.0013	892.3	37.43	895.8	10.08	899	7

Яшил формацын тунамал чулуулгийн гол ислийн болон ховор элементийн шинжилгээний үр дүн

Дээжийн дугаар	КН-19-42	КН-19-101	КН-19-120	КН-19-100	КН-19-105	КН-19-115	КН-20-255	КН-19-170	КН-19-173	КН-19-175	КН-19-177	КН-19-178	КН-20-246	КН-20-249	КН-20-77	КН-20-77/2	КН-20-78
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO ₂	69.73	72.27	64.33	71.46	74.23	74.92	81.38	49.97	64.98	63.94	49.42	66.18	76.15	79.18	67.83	71.07	72.51
TiO ₂	0.51	0.28	0.71	0.29	0.41	0.45	0.28	1.2	0.63	0.81	1.19	0.53	0.42	0.37	0.53	0.41	0.47
Al ₂ O ₃	14.3	15.19	17.11	15.55	13.43	12.78	9.82	17.52	11.02	10.2	16.13	10.56	11.84	9.92	14.7	13.91	13.74
Fe ₂ O ₃	3.48	2.45	5.86	2.45	2.82	2.5	2.41	10.1	5.27	4.28	9.17	6.23	1.5	2.17	3.99	3.15	2.64
MnO	0.07	0.04	0.07	0.04	0.02	0.07	0.08	0.14	0.10	0.11	0.13	0.08	0.04	0.04	0.06	0.06	0.07
MgO	1.08	0.5	2.1	0.37	0.32	0.42	0.55	4.71	3.17	4.09	5.75	3.89	0.38	0.37	1.12	0.7	0.54
CaO	2.66	0.09	0.36	0.09	0.11	0.48	0.45	8.61	9.24	8.72	7.81	3.08	0.96	0.46	1.58	1.38	0.71
Na ₂ O	3.36	4.85	7.07	5.16	5.09	5.21	4.27	2.22	2.18	2.07	2.42	1.48	4.19	4.19	2.94	3.92	4.49
K ₂ O	2.96	3.3	0.57	2.82	1.66	1.44	0.28	2.1	0.47	2.85	2.22	1.26	1.76	0.81	3.54	3.21	2.86
P ₂ O ₅	0.23	0.05	0.17	0.05	0.08	0.09	0.11	0.14	0.21	0.23	0.24	0.16	0.05	0.22	0.16	0.07	0.09
LOI	2.14	1.45	2.38	1.6	1.6	1.36	0.74	1.3	1.61	2.26	4.65	5.15	1.08	1.09	2.52	1.13	1.14
ΣSUM	100.52	100.47	100.73	99.88	99.77	99.72	100.37	98.01	98.88	99.56	99.13	98.60	98.37	98.82	98.97	99.01	99.26
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	4.88	4.76	3.76	4.60	5.53	5.86	8.29	2.85	5.90	6.27	3.06	6.27	6.43	7.98	4.61	5.11	5.28
K ₂ O/Al ₂ O ₃	0.88	0.68	0.08	0.55	0.33	0.28	0.07	0.95	0.22	1.38	0.92	0.85	0.42	0.19	1.20	0.82	0.64
K ₂ O/Na ₂ O	0.88	0.68	0.08	0.55	0.33	0.28	0.07	0.95	0.22	1.38	0.92	0.85	0.42	0.19	1.20	0.82	0.64
Na ₂ O/K ₂ O	1.14	1.47	12.40	1.83	3.07	3.62	15.25	1.06	4.64	0.73	1.09	1.17	2.38	5.17	0.83	1.22	1.57
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	28.04	54.25	24.10	53.62	32.76	28.40	35.07	14.60	17.49	12.59	13.55	19.92	28.19	26.81	27.74	33.93	29.23
ClA	52.35	56.71	57.79	57.31	56.89	54.23	55.47	64.66	58.93	50.76	60.88	62.88	53.18	55.11	56.85	53.14	54.31
ClW	59.30	65.44	59.02	64.57	61.57	58.07	56.44	70.58	60.57	59.96	66.95	68.44	58.16	57.94	66.74	61.28	61.89
ICV	0.99	0.76	0.98	0.72	0.78	0.83	0.85	1.66	1.91	2.25	1.78	1.57	0.78	0.85	0.94	0.92	0.86
PIA	53.07	59.15	58.13	59.43	58.12	54.87	55.67	67.61	59.44	51.09	63.29	65.38	53.84	55.67	59.73	54.28	55.71
Rb	111.00	93.20	22.00	77.90	44.00	39.50	9.70	88.90	8.10	49.30	81.30	48.20	20.90	12.40	93.40	67.90	43.10
Ba	617	634	114	512	295	438	78	250	127	451	445	212	452	134	952	861	679
Sr	500	133	148	83	87	132	75	295	294	144	397	106	260	121	338	630	271
Th	11.7	6.6	4.8	5.2	4.6	5	4.2	2.5	9.5	11.3	3	5.9	2.4	2.2	7.2	6	6.9
U	3.31	1.76	1.46	1.77	1.23	1.39	0.96	0.62	1.87	2.25	0.82	1.25	0.44	0.38	2.07	1.8	1.84
Zr	272	160	171	164	106	156	43.6	157	176	158	140	208	166	154	365	283	180
Hf	5	3	3	4	3	4	2	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5
Y	21.6	14.7	7.8	19.5	17.1	14	11.2	23.8	31.2	28.7	18.7	17.7	7.6	6.6	18.5	12.6	10.7
Nb	9	6	5	6	6	6	4	5	9	8	4	4	4	4	8	7	7
Sc	7	5	8	6	5	5	5	45	11	11	43	26	5	5	14	9	5
V	50	20	76	22	26	32	23	280	73	71	210	74	22	25	52	43	42
Cr	76	69	56	98	85	151	191	43	118	119	109	87	40	45	37	54	29

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Co	5.5	3.3	8.1	2.8	3.2	2.3	5.5	27.8	12.2	8.2	27.6	10.8	4.6	1.4	4.4	3.3	3.6
Cu	10	10	16	10	10	10	10	10	10	10	24	24	10	10	14	10	10
Ni	6	8	17	9	9	10	8	6	26	22	40	34	5	5	8	5	5
Zn	60	71	90	72	43	73	89	77	43	69	74	103	21	21	63	40	72
La	36.2	22.9	5	23.7	30.6	23.6	16.2	11.9	23.2	35.5	14.1	17.8	8	6.2	23.7	17.1	17.2
Ce	72.7	47.1	33	41.5	49.3	43	44.4	26.4	47.3	76.3	32.6	37.3	21.8	14.7	52.4	37.5	33.2
Pr	9.35	5.43	1.83	4.46	6.15	4.61	3.75	3.45	5.95	8.84	4.16	4.5	2.23	1.75	6.16	4.35	3.93
Nd	35.3	20.2	7.2	17.9	24.0	17.7	14.6	16	25.3	34.5	18.6	17.9	8.7	7	23.7	15.9	14.8
Sm	6.4	3.8	1.8	3.7	4.6	3.5	2.9	3.8	5.4	6.7	4	3.6	1.7	1.5	4.4	2.9	2.5
Eu	1.49	0.99	0.43	0.94	1.03	0.85	0.53	1.26	0.99	1.35	1.27	0.98	0.52	0.31	1.04	0.8	0.59
Gd	4.99	3.01	1.66	3.19	3.72	2.86	2.51	4.25	5.32	5.87	3.84	3.54	1.48	1.29	3.9	2.51	2.06
Tb	0.77	0.46	0.27	0.52	0.53	0.41	0.33	0.71	0.91	0.94	0.62	0.58	0.26	0.21	0.65	0.42	0.33
Dy	4.71	3.31	1.82	3.25	3.27	2.38	2.08	4.28	5.15	5.17	3.56	3.25	1.45	1.22	3.54	2.45	1.90
Ho	1.00	0.67	0.37	0.67	0.65	0.51	0.43	0.84	1.03	1.00	0.68	0.61	0.28	0.24	0.68	0.47	0.37
Er	3.1	2.11	1.35	2.16	1.98	1.59	1.25	3.28	3.89	3.51	2.72	2.57	1.61	1.48	2.77	2.21	1.89
Tm	0.46	0.31	0.21	0.3	0.24	0.25	0.18	0.49	0.58	0.53	0.41	0.41	0.28	0.25	0.42	0.35	0.33
Yb	2.3	1.8	1.1	2.3	1.9	1.8	1.2	2.3	3.2	2.6	1.8	1.8	0.9	0.7	1.9	1.5	1.3
Lu	0.38	0.25	0.12	0.37	0.25	0.31	0.17	0.32	0.46	0.35	0.23	0.27	0.13	0.1	0.24	0.21	0.18
Th/Sc	1.67	1.32	0.60	0.87	0.92	1.00	0.84	0.06	0.86	1.03	0.07	0.23	0.48	0.44	0.51	0.67	1.38
Zr/Sc	38.86	32.00	21.38	27.33	21.20	31.20	8.72	3.49	16.00	14.36	3.26	8.00	33.20	30.80	26.07	31.44	36.00
Th/U	3.53	3.75	3.29	2.94	3.74	3.60	4.38	4.03	5.08	5.02	3.66	4.72	5.45	5.79	3.48	3.33	3.75
Th/Co	2.13	2.00	0.59	1.86	1.44	2.17	0.76	0.09	0.78	1.38	0.11	0.55	0.52	1.57	1.64	1.82	1.92
Cr/Th	6.50	10.45	11.67	18.85	18.48	30.20	45.48	17.20	12.42	10.53	36.33	14.75	16.67	20.45	5.14	9.00	4.20
La/Yb	15.74	12.72	4.55	10.30	16.11	13.11	13.50	5.17	7.25	13.65	7.83	9.89	8.89	8.86	12.47	11.40	13.23
La/Sc	5.17	4.58	0.63	3.95	6.12	4.72	3.24	0.26	2.11	3.23	0.33	0.68	1.60	1.24	1.69	1.90	3.44
La/Th	3.09	3.47	1.04	4.56	6.65	4.72	3.86	4.76	2.44	3.14	4.70	3.02	3.33	2.82	3.29	2.85	2.49
La/Co	6.58	6.94	0.62	8.46	9.56	10.26	2.95	0.43	1.90	4.33	0.51	1.65	1.74	4.43	5.39	5.18	4.78
Eu/Eu*	0.81	0.89	0.76	0.84	0.76	0.82	0.60	0.96	0.56	0.66	0.99	0.84	1.00	0.68	0.77	0.91	0.79
Ce/Ce*	0.97	1.04	2.67	0.99	0.88	1.01	1.40	1.01	0.99	1.06	1.04	1.02	1.27	1.09	1.06	1.07	0.99
(La/Sm)n	3.65	3.89	1.79	4.14	4.29	4.35	3.61	2.02	2.77	3.42	2.28	3.19	3.04	2.67	3.48	3.81	4.44
(La/Yb)n	11.29	9.13	3.26	7.39	11.55	9.40	9.68	3.71	5.20	9.79	5.62	7.09	6.38	6.35	8.95	8.18	9.49
(Gd/Yb)n	1.79	1.38	1.25	1.15	1.62	1.31	1.73	1.53	1.38	1.87	1.76	1.63	1.36	1.52	1.70	1.38	1.31

Яшил формацийн Kh-19-119 дээжийн зөөгдмөл цирконуудын U-Pb-ны үнэмлэхүй насны шинжилгээний үр дүн.

Мөхлөг но.	Харьцаа							Нас, сая жил						
	Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	
		ratio		ratio		ratio		age		age		age		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PRB038	1.11924	0.05733	0.00144	0.44779	0.01069	0.0567	0.00055	503.7	54.93	375.7	7.5	355.5	3.34	
PRB010	0.59926	0.05647	0.00125	0.44327	0.00925	0.05697	0.00052	470.3	48.88	372.6	6.5	357.2	3.19	
PRB033	0.66678	0.05534	0.00164	0.43802	0.01243	0.05745	0.00059	425.9	64.35	368.9	8.77	360.1	3.58	
PRB001	1.08136	0.05833	0.00158	0.46171	0.01197	0.05746	0.00056	541.5	58.97	385.4	8.31	360.1	3.41	
PRB078	1.1233	0.05266	0.00168	0.41722	0.01282	0.05752	0.00061	314.1	71.01	354.1	9.19	360.5	3.73	
PRB048	0.7807	0.05851	0.00213	0.46405	0.01629	0.05758	0.00068	548.7	77.71	387.1	11.3	360.9	4.12	
PRB044	0.92539	0.05774	0.00139	0.45867	0.01044	0.05766	0.00055	519.7	52.22	383.3	7.27	361.4	3.35	
PRB021	0.74235	0.05668	0.00148	0.45084	0.01118	0.05774	0.00056	478.5	56.8	377.9	7.83	361.8	3.43	
PRB009	0.55597	0.05467	0.00298	0.43543	0.02314	0.05781	0.00083	398.9	117.5	367	16.37	362.3	5.05	
PRB089	0.90884	0.05561	0.0015	0.44387	0.01143	0.05794	0.00058	436.5	58.73	373	8.04	363.1	3.55	
PRB032	1.17928	0.05466	0.00124	0.43723	0.00936	0.05806	0.00054	398.4	49.79	368.3	6.62	363.8	3.27	
PRB107	1.27112	0.05497	0.0018	0.4402	0.0139	0.05813	0.00064	411	71.04	370.4	9.8	364.2	3.87	
PRB080	0.52829	0.05319	0.00104	0.42627	0.00778	0.05817	0.00052	337	43.64	360.5	5.54	364.5	3.18	
PRB098	1.12397	0.0555	0.0016	0.44619	0.01231	0.05836	0.0006	432.1	62.6	374.6	8.64	365.6	3.66	
PRB081	0.60769	0.05734	0.00126	0.46107	0.00957	0.05837	0.00055	504.1	48.28	385	6.65	365.7	3.33	
PRB011	0.59615	0.05371	0.00098	0.43206	0.00726	0.05839	0.0005	358.7	41.41	364.6	5.14	365.9	3.07	
PRB086	1.02441	0.05841	0.002	0.47066	0.01547	0.05849	0.00067	545.3	72.99	391.6	10.68	366.4	4.06	
PRB108	0.83874	0.05685	0.00144	0.45811	0.01106	0.05849	0.00058	485.1	55.09	382.9	7.71	366.5	3.54	
PRB075	1.24902	0.05266	0.00195	0.42453	0.01517	0.05852	0.00067	314.1	81.99	359.3	10.81	366.6	4.06	
PRB067	0.9436	0.05355	0.00134	0.43274	0.01028	0.05866	0.00057	352.2	55.62	365.1	7.29	367.5	3.45	
PRB077	0.92599	0.05454	0.00103	0.44108	0.00777	0.05871	0.00052	393.4	41.72	371	5.47	367.8	3.19	
PRB095	1.25601	0.05631	0.00159	0.45651	0.01228	0.05885	0.00061	463.7	61.68	381.8	8.56	368.7	3.7	
PRB092	0.34273	0.05663	0.0011	0.45987	0.00835	0.05895	0.00053	476.5	42.97	384.2	5.8	369.2	3.25	
PRB035	0.7084	0.05393	0.00094	0.43807	0.00696	0.05896	0.00051	368.1	38.71	368.9	4.92	369.3	3.08	
PRB028	0.75381	0.05395	0.00122	0.43887	0.00933	0.05905	0.00054	368.7	50.03	369.5	6.58	369.9	3.32	
PRB030	0.28283	0.0572	0.00134	0.46537	0.01031	0.05906	0.00056	498.6	51.41	388	7.14	369.9	3.39	
PRB072	0.63553	0.05501	0.0014	0.44784	0.01084	0.0591	0.00058	412.6	55.21	375.8	7.6	370.1	3.5	
PRB051	0.54753	0.05662	0.00122	0.461	0.00932	0.0591	0.00054	476.1	47.42	385	6.48	370.2	3.3	
PRB063	0.50653	0.05635	0.00134	0.4602	0.01037	0.05929	0.00056	465.3	52.4	384.4	7.21	371.3	3.43	
PRB031	0.55923	0.05646	0.0014	0.46127	0.01088	0.05931	0.00056	469.6	54.57	385.1	7.56	371.4	3.43	
PRB050	1.11581	0.05879	0.00127	0.48077	0.00973	0.05936	0.00055	559.4	46.35	398.6	6.67	371.7	3.32	
PRB091	0.83151	0.05747	0.00258	0.47043	0.02048	0.05943	0.00078	509.1	96.15	391.5	14.14	372.1	4.75	
PRB022	0.97479	0.05344	0.00125	0.43849	0.00973	0.05956	0.00055	347.3	52.78	369.2	6.87	373	3.37	
PRB056	0.87044	0.05845	0.00159	0.47993	0.01242	0.0596	0.0006	546.8	58.3	398	8.52	373.2	3.68	
PRB037	0.80171	0.05333	0.00096	0.43794	0.00723	0.05962	0.00051	342.6	39.98	368.8	5.1	373.3	3.13	
PRB005	0.6228	0.05397	0.00096	0.44384	0.00723	0.05969	0.00051	369.8	39.52	373	5.09	373.7	3.1	
PRB088	0.55704	0.05326	0.0011	0.43813	0.00847	0.05972	0.00055	339.7	46.01	368.9	5.98	373.9	3.33	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PRB018	0.49929	0.05706	0.00098	0.47361	0.00746	0.06025	0.00052	493.4	37.65	393.7	5.14	377.1	3.13
PRB004	0.76101	0.05344	0.00154	0.44407	0.01224	0.06032	0.00059	347.5	63.74	373.1	8.6	377.5	3.61
PRB003	0.49715	0.05496	0.00141	0.45898	0.01118	0.06062	0.00058	410.5	55.59	383.5	7.78	379.4	3.53
PRB074	0.72805	0.0565	0.00163	0.47179	0.01304	0.06062	0.00063	471.2	62.91	392.4	8.99	379.4	3.81
PRB100	0.94497	0.05406	0.00121	0.45307	0.00959	0.06083	0.00057	373.5	49.68	379.4	6.7	380.7	3.49
PRB020	0.86427	0.05974	0.00126	0.50338	0.00997	0.06116	0.00056	594.2	45.29	414	6.73	382.7	3.38
PRB083	1.55024	0.05534	0.00099	0.46924	0.00779	0.06155	0.00054	425.9	39.06	390.7	5.38	385	3.3
PRB047	0.75414	0.05802	0.00115	0.49208	0.00912	0.06157	0.00055	530.1	43.42	406.3	6.2	385.1	3.35
PRB008	0.64855	0.05423	0.00106	0.46063	0.00837	0.06166	0.00054	380.3	43.32	384.7	5.82	385.7	3.29
PRB102	0.71363	0.05574	0.00121	0.47381	0.00968	0.0617	0.00058	441.8	47.23	393.8	6.67	386	3.52
PRB069	0.49384	0.06009	0.00121	0.51138	0.00957	0.06178	0.00056	606.7	42.8	419.4	6.43	386.4	3.4
PRB039	0.82499	0.05451	0.00121	0.46402	0.00973	0.06179	0.00057	392.1	48.93	387	6.75	386.5	3.46
PRB002	1.0376	0.06065	0.00249	0.51688	0.02058	0.06186	0.00074	626.8	86.1	423.1	13.78	386.9	4.48
PRB073	0.71735	0.05397	0.00095	0.4625	0.00745	0.0622	0.00054	369.8	39.08	386	5.17	389	3.29
PRB049	0.50931	0.05839	0.00165	0.50192	0.01355	0.06239	0.00064	544.6	60.65	413	9.16	390.2	3.87
PRB103	0.79609	0.05874	0.00151	0.50725	0.0124	0.06268	0.00063	557.6	55.06	416.6	8.35	391.9	3.82
PRB007	0.46918	0.05547	0.00086	0.47937	0.0067	0.06273	0.00052	431	33.73	397.6	4.6	392.2	3.17
PRB104	0.87799	0.05656	0.00133	0.48946	0.01093	0.06282	0.00061	473.8	51.77	404.5	7.45	392.7	3.69
PRB099	0.73931	0.05611	0.00122	0.48694	0.00998	0.06299	0.00059	456.5	47.46	402.8	6.81	393.8	3.59
PRB076	1.00526	0.05472	0.00097	0.47625	0.00774	0.06318	0.00055	400.1	39.56	395.5	5.32	394.9	3.35
PRB053	1.83271	0.05395	0.00095	0.46966	0.00757	0.0632	0.00055	368.8	39.16	391	5.23	395	3.31
PRB034	0.57514	0.05489	0.00136	0.47874	0.0113	0.06331	0.0006	407.8	53.96	397.2	7.76	395.7	3.66
PRB036	0.83341	0.05622	0.00133	0.49141	0.01098	0.06345	0.0006	460.2	51.99	405.9	7.47	396.6	3.63
PRB013	0.69244	0.05717	0.00171	0.50128	0.01436	0.06365	0.00066	497.5	65.17	412.6	9.71	397.8	4.02
PRB060	0.564	0.05491	0.00133	0.48249	0.01106	0.06379	0.00061	408.4	52.51	399.8	7.57	398.6	3.69
PRB106	0.73207	0.05741	0.00228	0.50657	0.01953	0.06406	0.00076	506.8	86.03	416.1	13.16	400.2	4.62
PRB082	0.86307	0.05745	0.00133	0.51666	0.01132	0.06529	0.00062	508.3	50.6	422.9	7.58	407.7	3.77
PRB012	1.00971	0.05609	0.00162	0.50896	0.01405	0.06586	0.00067	455.6	62.91	417.7	9.45	411.2	4.07
PRB041	1.09725	0.05921	0.00124	0.54425	0.01065	0.06672	0.00061	574.8	44.83	441.2	7	416.4	3.68
PRB097	0.55029	0.05477	0.00127	0.50462	0.01109	0.06688	0.00064	402.9	50.83	414.8	7.48	417.3	3.87
PRB042	0.48174	0.05568	0.00098	0.52193	0.00843	0.06805	0.00059	439.1	38.25	426.4	5.62	424.4	3.55
PRB027	0.74923	0.05645	0.0009	0.53173	0.00769	0.06838	0.00058	469.3	35.29	433	5.1	426.4	3.47
PRB052	0.1789	0.06517	0.00096	1.06482	0.01396	0.1186	0.00099	780	30.57	736.2	6.87	722.5	5.72
PRB070	0.25189	0.06772	0.00115	1.12513	0.01757	0.12061	0.00106	860	34.99	765.4	8.39	734.1	6.07
PRB084	0.81815	0.06861	0.00135	1.26645	0.02328	0.13399	0.00124	887.1	40.21	830.8	10.43	810.6	7.04
PRB015	0.5332	0.06902	0.00096	1.40183	0.01726	0.14744	0.00122	899.3	28.54	889.7	7.3	886.6	6.83
PRB006	0.23362	0.0748	0.00106	1.70953	0.02135	0.16589	0.00138	1063.2	28.17	1012.1	8	989.4	7.61

Хархорины бүсийн хэмжээнд хийгдсэн алтны илрэл, эрдэсжсэн цэгүүдийн мэдээллийн сан

№	Нэр	Төрөл (Орд, илрэл, эрдэсжсэн цэг, сарнилын хүрээ)	Координат						Геологийн тогтоц	Тектоник (Муж, бүс, дүүрэг)	Металлоген (Муж, бүс, дүүрэг)
			Өргөрөг			Уртраг					
			Градус	Минут	Секунд	Градус	Минут	Секунд			
1	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Илрэл IV-1-16	47	6	40	104	29	35	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
2	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг IV-1-15	47	6	43	104	29	35	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар Доод цэрдийн Гичгэнэ формацын бүдүүн хэмхдэст тунамал хурдастай зааглан, параллелиар хувирлын бүс үүсчээ.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
3	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Цэгэн гажиг II-1-7	47	28	22	104	28	22	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын метаэлсжин бүхий тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар Доод цэрдийн Гичгэнэ формацын бүдүүн хэмхдэст тунамал хурдастай зааглан, параллелиар хувирлын бүс үүсчээ.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
4	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Илрэл IV-1-9	47	7	11	104	28	49	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар Доод цэрдийн Гичгэнэ формацын бүдүүн хэмхдэст тунамал хурдастай зааглан, риолит порфирын жижиг биетээр зүсэгдэнэ.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
5	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг IV-1-11	47	7	5	104	29	2	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар Доод цэрдийн Гичгэнэ формацын бүдүүн хэмхдэст тунамал хурдастай зааглан, параллелиар хувирлын бүс үүсчээ.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
6	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Илрэл IV-1-10	47	7	9	104	29	55	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсаар хучигдах тектоник хил заагт илэрсэн	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
7	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Илрэл IV-1-12	47	6	59	104	29	17	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын метаэлсжин бүхий тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар Доод цэрдийн Гичгэнэ формацын бүдүүн хэмхдэст тунамал хурдастай зааглан, параллелиар хувирлын бүс үүсчээ.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	

8	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Илрэл IV-1-14	47	6	50	104	29	43	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсаар хучигдах тектоник хил заагт илэрсэн	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
9	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг IV-2-1	47	6	17	104	30	15	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын метаэлсжин бүхий тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар шилжээсүүдийн үйлчлэлээр хүчтэй хувирч улбар шаргал өнгөтэй болсон.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
10	Цахиурт овооны эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг IV-2-2	47	6	32	104	30	28	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын метаэлсжин бүхий тунамал хурдас БХ тектоник хагарлаар шилжээсүүдийн үргэлжлэл дээр байрлана.	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
11	Жаргалантын эрлийн хэсэг	Илрэл III-1-33	47	14	24	104	13	50	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
12	Жаргалантын эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг III-1-31	47	14	32	104	13	34	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
13	Жаргалантын эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг III-1-34	47	14	20	104	14	20	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
14	Жаргалантын эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг III-1-38	47	14	10	104	14	2	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
15	Жаргалантын эрлийн хэсэг	Эрдэсжсэн цэг III-1-37	47	14	11	104	13	15	Дунд девоны Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал хурдас	Умард Монголын атриат мужийн Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	
16	Хүрэн цохио, Баян-Өндөр уул	Au бүлэг эрдэсжсэн цэг	47-47	32-31	17-01	102	1-7	48-15	Эрдэнэцогт формацын ногоон саарал элсжин дотор 350м орчим урт 5-10м зузаан хүрэн улаан өнгийн яшма кварцитын үе оршино.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс, Хархорины бүс	
17	Ханхар	Au эрдэсжсэн цэг	47	28	22	102	3	30	Дэлгэрхаан бүрдлийн гранодиорит дотор 240м урт 2-5м зузаан хальцедон маягийн кварцын судалд 1-2мм хэмжээтэй	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс, Хархорины бүс	

									исэлдсэн пиритийн цөөн талстууд тохиолдоно		
18	Таг толгой	Au эрдэсжсэн цэг	47	25	53	102	0	0	Дэлгэрхаан бүрдлийн гранитын дерсва дотор 1м орчим зузаан хальцедон маягийн кварцын жижиг судал дотор пиритийн жижиг шигтгээтэй	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
19	Буйлант	Au эрдэсжсэн цэг	47	24	40	102	1	30	Дэлгэрхаан бүрдлийн дунд мөхлөгт гранит дотор 3Х45° суналтай кварцын мэшил маягийн биет илэрнэ. Судлын хэмжээ 15х6м	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
20	Ар гичгэнэ	Au эрдэсжсэн цэг	47	24	40	102	9	50.8	Девоны ногоон саарал өнгийн элсжин дотор 3Х35° суналтай кварцын судал тохиолдоно. Судлын урт 150м ба зузаан 8-9м байна	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
21	Хүрэн толгой	Au илрэл	47	23	40	102	53	56	Эрдэнэцогт формацын алевролит, элсжин кварцит бүхий хурдаст кварцын судал тааралдах ба 2002 онд 0.03г/т алтны агуулга тогтоогдсон	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
22	Баахан булаг	Au эрдэсжсэн цэг	47	25	16	102	15	38	Эрдэнэцогт формацын ногоон занар зонхилсон хурдас дотгор агуулагдсан мэшил маягийн кварцын 3 судлын биет	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
23	Мааньт	Au эрдэсжсэн цэг	47	25	33	102	25	42	Ногоон саарал өнгийн филлит, занар дотор шаргал өнгөтэй элсжингийн үе давхарга илрэх ба алтны эрдэсжилт нь занар дотор 50х10м хэмжээтэй төмөр, манганы исэлд орсон, исэлдсэн пирит, кальцит, лимонит агуулсан бутралд орсон кварцын мэшил маягийн биет	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
24	Цагаан толгой	Au илрэл	47	22	30	102	18	0	Эрдэнэцогт формацын ногоон саарал өнгөтэй элсжингийн үе давхаргатай бараг нийцлэг байрлалтай хальцедон маягийн кварцын судлын мэшил маягийн биетээс тогтоно	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
25	Хайрхан уул	Au илрэл	47	21	30	102	20	0	Эрдэнэцогт формацын ногоовтор хөх саарал өнгийн алевролит, элсжин доторхи БХ суналтай цахиружсан, лимонитжсон, Мп- ислээр будагдсан заримдаа хальцедон флюоритын хялгасан судлуудаар хэрчигдсэн хоёрдогч кварцитын 3 биетээс тогтоно	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
26	Бэрхийн хайрхан	Au эрдэсжсэн цэг	47	20	50	102	22	38	3Х30° суналтай хальцедон маягийн кварцын судлаас агуулга гарсан	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

27	Баруун ганга	Au илрэл	47	20	45	102	24	26	Илрэл нь Баруун гангын амны зүүн хажууд 3м өндөр хадан гарш үүсгэсэн кварц-пирит-кальцитын найрлагатай 2 жижиг судлаас бүрдэнэ. Кварцын судал болон гидротермаль хувиралд өртсөн занар бүхий зурвасын урт 10м, өргөн 8м байна	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
28	Дүнгэнэдэг уул	Au-бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	17-14	10-33	102	6-7	15-18	Агуулагч тунамал чулуулаг дотор хувирсан кварцын хэд хэдэн жижиг судлууд тогтоогдон	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
29	Намдаваа	Au илрэл	47	14	10	102	10	56	Триас-доод юрын эгийндаваа бүрдлийн дунд мөхлөгт микроклинт гранит доторхи уртрагийн дагуу суналтай кварц-пирит-серицитийн судал судланцарын 3 биетээс тогтоно	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
30	Цагаан чулуут	Au эрдэсжсэн цэг	47	11	12	102	12	12	Карбоны дунд ширхэгтэй ногоон саарал өнгөтэй элсжин дотор 257° суналтай кварцын судал, судланцарын бүс тохиолдоно. Кварцын судлын хэмжээ 20x0.2x0.2м	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
31	Өндөр сант	Au эрдэсжсэн цэг	47	10	50	102	13	38	БХ300° суналтай ногоон өнгийн алевролит дотор кварцын мэшил маягийн биет тохиолдоно. Хэмжээ нь 50x10-14м ба мөн лимонитжсон пирит бүхий хялгасан судал ажиглагдана.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
32	Дөчин мод	Au эрдэсжсэн цэг	47	15	12	102	24	17	Девоны Эрдэнэцогт формацын ногоон-саарал өнгөтэй элсжин алевролит дотор 10° суналтай гранит-порфирын дайк байх ба түүний урт 500м өргөн 10-12м бөгөөд дотор нь микролитлог пегматитын судлын кварц-хээрийн жонштой судланцар тохиолдоно.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
33	Паньдийн булаг	Au эрдэсжсэн цэг	47	13	22	102	15	28	Цэг орчимд Эрдэнэцогт формацын ногоон саарал өнгөтэй элсжин тархах ба чулуулаг нь сулавтар цахиржсан лимонитжсон хальцедон маягийн кварцын судлын нэг биет илэрсэн бөгөөд 350м урт 1-9м өргөнтэй өргөргийн дагуу суналтай эгц уналтай	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
34	Зүүн сант	Au эрдэсжсэн цэг	47	25	16	102	15	38	Энд Эрдэнэцогт формацын ногоон саарал өнгөтэй алевролит элсжингийн үелэл байх ба чулуулаг нь БХ280° суналтай бараг эгц уналтай. Занартай нийцлэг байрлалтай лимонитжсон пирит бүхий кварцын 0.2м зузаан 20м урт судал тохиолдоно.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

35	Хар овоо	Au илрэл	47	12	59	102	23	23	Илрэл нь БХ320° суналтай гранит порфирын дайк хэлбэртэй 85-90м өргөн биетийн БУ ба ЗХ захыг эмжсэн кварцын жижиг судал судланцар березитжсэн бүсээс тогтоно	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
36	Баянгийн хяр	Au эрдэсжсэн цэг	47	18	39	102	27	51	Энд девоны ногоон саарал өнгийн алевролит дотор ЗХ20° суналтай бутралд орсон кварцын жижиг судлууд тохиолдоно. Кварцын судлаас авсан штуфын сорьцонд Au-0.012г/г агуулга илэрсэн	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
37	Үүж	Au эрдэсжсэн цэг	47	15	4	102	28	45	Цэгт бараан саарал өнгийн алевро-элсжингийн 310° суналтай 2-3м үзэгдэх зузаантай цайвар шаргал өнгийн аплитын дайк зүсэж тогтсон нь ажиглагдах ба пиритийн талст агуулдаг. Үүнээс Au -0.002г/г агуулга өгсөн	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
38	Илрэл II-18	Илрэл	47	39	1	102	54	21	C ₂ bl (Билүүт формацын тунамал хурдас). Элсжинг зүссэн кварцын судал уналын азимут 165∠5	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа
39	Эрдэсжсэн цэг II-14	Эрдэсжсэн цэг	47	39	32	102	53	44	D _{2-3cg} (Цүүгэл формацын тунамал хурдас). Том ширхэгт элсжинг хөндлөн зүссэн судал ун.аз 50∠15	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа
40	Эрдэсжсэн цэг II-17	Эрдэсжсэн цэг	47	39	4	102	57	2	C ₂ bl (Билүүт формацын тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа
41	Эрдэсжсэн цэг II-21	Эрдэсжсэн цэг	47	38	56	102	55	0	C ₂ bl (Билүүт формацын тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа
42	Эрдэсжсэн цэг II-22	Эрдэсжсэн цэг	47	38	46	102	54	26	C ₂ bl (Билүүт формацын тунамал хурдас). Элсжинг зүссэн кварцын судал уналын азимут 40∠70	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа
43	Эрдэсжсэн цэг II-25	Эрдэсжсэн цэг	47	37	8	102	48	26	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалаг)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Хутаг уул-Шивээтийн хүдрийн зангилаа
44	Эрдэсжсэн цэг II-38	Эрдэсжсэн цэг	47	32	51	102	58	16	D _{1-zht} (Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Хутаг уул-Шивээтийн хүдрийн зангилаа
45	Эрдэсжсэн цэг III-73	Эрдэсжсэн цэг	47	39	23	103	0	43	D _{2-3cg} (Цүүгэл формацын тунамал хурдас) Элсжинг зүссэн судал ун.аз 150∠65 байрлалтай 5-6 кварцын судал	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа

46	Эрдэсжсэн цэг III-76	Эрдэсжсэн цэг	47	38	32	103	1	31	C ₂ bl (Билүүт формацын тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Билүүтийн хүдрийн зангилаа
47	Эрдэсжсэн цэг III-81	Эрдэсжсэн цэг	47	37	13	103	4	50	P ₂ gr	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
48	Эрдэсжсэн цэг III-83	Эрдэсжсэн цэг	47	36	28	102	1	44	D ₂₋₃ cg (Цүүгэл формацын тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
49	Эрдэсжсэн цэг III-84	Эрдэсжсэн цэг	47	36	29	103	2	16	D ₂₋₃ cg (Цүүгэл формацын тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
50	Эрдэсжсэн цэг III-88	Эрдэсжсэн цэг	47	34	32	103	8	23	P ₁ zu (Зүүн-Улаан формац) вулканоген хурдас	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
51	ц.г III-102	Эрдэсжсэн цэг	47	34	12	103	14	4	P ₁ zu (Зүүн-Улаан формац) вулканоген хурдас	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
52	ц.г III-103	Эрдэсжсэн цэг	47	32	4	103	0	57	P ₁ zu (Зүүн-Улаан формац) вулканоген хурдас	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
53	Эрдэсжсэн цэг- IY-120	Эрдэсжсэн цэг	47	26	13	102	33	47	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын цахиурлаг вулканоген-тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
54	Эрдэсжсэн цэг- Y-144	Эрдэсжсэн цэг	47	29	17	102	54	10	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын цахиурлаг вулканоген-тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Гашуун гол, Таван сахъяагийн хүдрийн зангилаа
55	Эрдэсжсэн цэг Y-154	Эрдэсжсэн цэг	47	27	43	102	58	52	O ₂ -Sys (Яшил формацын элсжин-занарын зузаалаг)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
56	Эрдэсжсэн цэг- Y-156	Эрдэсжсэн цэг	47	27	45	102	58	58	O ₂ -Sys (Яшил формацын элсжин-занарын зузаалаг)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа

57	Эрдэсжсэн цэг- Ү-158	Эрдэсжсэн цэг	47	27	12	102	56	43	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын цахиурлаг вулканоген-тунамал хурдас)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
58	Илрэл Ү-160	Илрэл	47	27	4	102	57	1	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
59			47	26	58	102	57	2			
60	Эрдэсжсэн цэг- Ү-161	Эрдэсжсэн цэг	47	27	3	102	58	41	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
61	Эрдэсжсэн цэг- Ү-161	Эрдэсжсэн цэг	47	26	47	203	57	26	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
62	Эрдэсжсэн цэг- Ү-176	Эрдэсжсэн цэг	47	28	27	103	1	56	O ₂ -Sys (Яшил формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
63	Эрдэсжсэн цэг- Ү-178	Эрдэсжсэн цэг	47	28	15	103	4	38	D ₁₋₂ ht (Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Могойн шовхын хүдрийн зангилаа
64	Эрдэсжсэн цэг- Ү-180	Эрдэсжсэн цэг	47	28	53	103	4	38	D ₁₋₂ ht (Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Долоон голын хүдрийн зангилаа
65	Эрдэсжсэн цэг- Ү-182	Эрдэсжсэн цэг	47	27	45	103	4	43	D ₁₋₂ ht (Хүрэнтолгой формацын цахиурлаг-вулканоген-тунамал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Долоон голын хүдрийн зангилаа
66	Эрдэсжсэн цэг- Ү-189	Эрдэсжсэн цэг	47	24	9	103	1	19	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Цайдамын хүдрийн дүүрэг-Гурван овооны хүдрийн зангилаа
67	Эрдэсжсэн цэг- Ү-194	Эрдэсжсэн цэг	47	23	9	103	3	8	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Цайдамын хүдрийн дүүрэг-Гурван овооны хүдрийн зангилаа
68	Эрдэсжсэн цэг- Ү-202	Эрдэсжсэн цэг	47	22	5	103	1	35	O ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалал)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабүс-Хархорины бүс	Цайдамын хүдрийн дүүрэг-Гурван овооны хүдрийн зангилаа

69	Эрдэсжсэн цэг- Ү1-203	Эрдэсжсэн цэг	47	21	48	103	1	41	О ₂ -Smc (Мөнгөнцээж формацын элсжин-занарын зузаалаг)	Умард Монгол-Хангай-Хэнтийн атриат мегабус-Хархорины бүс	Цайдамын хүдрийн дүүрэг-Гурван овооны хүдрийн зангилаа
70	Цагаан овоот	Аu илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд	46	31	20	103	7	20	Алтны илрэл нь девоны зануужин дотор 100м 1-2м хэмжээтэй цахиуржсан бүс байдлаар тааралдана. Баруун тал нь 150м х 1м кварцжсан бүстэй. Сунал 3Х40° ба кварц дотор торлог хэлбэртэй лимонит, цайвар ногоон түрхэц байна. Кварц-лимонитын дээжинд алтны агуулга 0.01-0.2 г/т байна. Энд илэрсэн эрдэсжсэн цэгүүдийн алтны агуулга 0.005-0.15 г/т хүртэл хэлбэлздэг бөгөөд ихэнх цэгүүд нь 0.01-0.07 ба 0.15г/т хүртэл алттай байгаа нь алтны хувьд нарийвчлан судлах шаардлагатайг харуулж байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
71	Цагаан овоот	Аu илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд	46	33	11	103	9	0			
72	Бүрдийн гол	Аu илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд	46	39	36	103	2	27	Геологийн тогтоцын хувьд зүүн хойшоо 50-60°-иар сунасан хар өнгийн алевролитын зузаалаг тархсан бөгөөд дунд-дээд девоны настай хурдас тархсан. Алевролит нь онгонитын төрлийн 3 дэлээр хэрчигдсэн бөгөөд дэлүүдийн урт 150м хүрэх ба 0.5-1 м өргөнтэй юм. Зарим дэл нь пирит агуулж байдаг. Эндээс авсан штуф сорьцонд алт-спектрометрийн шинжилгээгээр 0.18г/т алт тодорхойлогдсон байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
73	Цалгайт	Аu илрэл, эрдэсжсэн цэгүүд	46	36	30	103	39	20	Геологийн тогтоцод доод пермийн вулканоген-терриген давхаргадсын хурдас, дунд пермийн боржин тархсан юм. Доод пермийн хурдас нь хэрзэн, алевролит, элсжин, дацитын дэл, биетүүдээс бүрдэнэ. Алевролит нь гурван талбайд хүчтэй кварцжилтанд өртсөн байдаг. Кварцжсан талбай нь 100 х 150 м, 800 х 200 м, 1000 х 350 м хэмжээтэй байна. Дацитыг дагалдаж березитийн зонууд үүссэн байна. Энд березитийн 6 биет ялгасан.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
74			46	35	20	103	41	40			

75	Эхэн дэрс	Аи шороон илрэл	Эхэн дэрсний хөндийн дунд хэсэгт						ЭШ-III, ЭШ-V, ЭШ-XV гэсэн эрлийн шугамуудын шурфуудад илэрсэн байна. Тухайн эрлийн шугамууд дээр зөвхөн нэг буюу хоёр шурфэнд алтны хувьд сонирхолтой байж болохуйц жингийн агуулга гарсан байна. Тухайлбал: ЭШ-V-ын Ш-51-д 1м-ийн доор 0.5м зузаан үед 1655мг/м ³ , ЭШ-III-ын Ш-11-д 1.1м доор 0.5м зузаантай 2505мг/м ³ , Ш-12-д 0-0.5м-т 700 мг/м ³ , ЭШ XV-ын Ш-160-д 0.7м доор 1.65м зузаантай дунджаар 345мг/м ³ алтны агуулга бодогдсон. Шороон илрэлийн урт 4300м, дундаж өргөн 53.3м, хучаасны дундаж зузаан 0.7м, ашигт үеийн зузаан 0.8м байна. Алтны дундаж агуулга 1542мг/м ³ , элс 183352м ³ байгаа ба алтны прогноз нөөц Р1 зэргээр 282кг болж байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
76	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-22	46	32	40	103	7	40	Занаржсан алевролит дотор 1м өргөн цахиржсан бүс байх ба урт нь 20м. Зүүн хойшоо биетийн төгсгөл рүү 0.5x15м биет байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
77	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-23	46	32	45	103	8	9	Цахиржсан бүс 6x10м үргэлжилнэ. Ойролцоо ба суналын дагуу жижиг биетүүд байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
78	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-24	46	32	55	103	8	29	Цахиржсан 200, 10 м хэмжээтэй алевролит нь риолитын олон тооны дэлүүдээр хэрчигдэнэ. Риолитын өргөн 0.2-оос 2-5м хүрнэ. Ан цаваар лимонит байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
79	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-25	46	32	56	103	8	40	10м өргөн 200м урт цахиржсан бүс байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
80	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-26	46	32	45	103	8	50	100м x 1-2м хэмжээтэй цахиржсан бүс байна. Баруун талд нь 150мx1м кварцжсан бүстэй.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
81	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-27	46	32	38	103	7	48	Цахиржсан 2 биет байна. Хэмжээ нь 3.5x10м, 4x8м ба кварцын цөөн судалтай юм.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
82	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-28	46	32	29	103	7	40	Хойшоо чиглэлтэй цахиуржсан бүс, 200x3м хэмжээтэй.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

83	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-29	46	32	33	103	8	6	Цахиржсан бүс 2м х 5м, 2х 50м, 2х50 м хэмжээтэй хойт зүг рүү цувран байрлана. Мөн олон дахин шилжсэн байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
84	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-30	46	32	38	103	8	30	Цахиуржсан бүс 30м өргөн, 60м урттай, үүний 20м өргөн нь риолит, 10м өргөн нь марганецын исэл бүхийцахиуржсан хэсэг байна. Хөндлөн гарсан шатлаг кварцын судлуудтай.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
85	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-31	46	32	30	103	8	40	Цахиржсан бүс, кварцын судал, судланцар бүхий 200х5 м хэмжээтэй, кварц-альбитын метасоматит (14м) байна. Мөн кварцжсан бүс урт 270м, өргөн 1м	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
86	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-32	46	32	31	103	8	30	Биет дээр 3а, 3б сувгуудад 23.2м зузаан риолитын 2 захад кварцжсан алевролит, кварцын үеүд тархана. Зузаан 1.6м, 1м, 1.7м. Риолитын зүүн хилд занаржиж кварцжсан алевролит бүгд 5м хүртэл өргөнтэй байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
87	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-33	46	32	21	103	8	30	Хойш 00°-аар сунасан, урт 200м, өргөн 1-3м байна. Зэрэгцэн 1х50м, 1х100м-н бүс үргэлжилнэ. Кварцын шаталсан судлуудаар хөндлөн огтлогдоно. Кварцын судал 1х3м, 0.5х2м гэх мэт хэмжээтэй.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
88	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-34	46	32	20	103	8	0	Цахиржсан биетийн урт 300м, өргөн 1-3м, кварцын биет 0.5х0.8м-ээс 0.5х5м хэмжээтэй юм.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
89	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-35	46	32	12	103	8	30	Зэрэгцсэн 2 бүсээс тогтох ба урт нь 300м, өргөн 2м.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
90	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-36	46	32	0	103	7	30	Энд орой дээр 30х50м хэмжээтэй риолитын биет байдаг. Олон тооны ан цаваар бор өнгийн цахиур, марганецын ислээр ислээр гагнагдсан байна. Лимонит нэлээд тархсан. 2мм-ээс 5-10см хүртэл зузаан кварцын судланцартай.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
91	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-37	46	32	1	103	7	56	320м урттай тасалданги байдлаар үргэлжилнэ. Цахиржсан бүсийн баруун хэсэгт 6х10м гарш байна. (37) зүүн төгсгөл хэсэгт цахиржсан алевролит дотор кварцын 7 жижиг биет байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

92	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-38	46	31	56	103	7	54	Кварцын (37) зүүн төгсгөл хэсэгт цахиржсан алевролит дотор кварцын 7 жижиг биет байна. жижиг судлууд тархжээ	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
93	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-39	46	31	50	103	8	15	Кварцын жижиг судлууд тархжээ	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
94	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-40	46	31	50	103	8	30	600м гаруй тасалданги байдлаар сунасан цахиржсан бүс байна. Өргөн нь 0.8-1м. Мөн эндээс зүүн хойш байрласан кварцын хэд хэдэн гарш байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
95	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг-41	46	31	47	103	8	50	3X10°-аар сунасан 250м урт, 1-2м өргөнтэй юм. Кварцын хөндлөн судлуудтай	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
96	Цагаан овоотын эрдэсжсэн цэгүүд	Ажиглалтын цэг 42	46	31	28	103	7	24	150м тасалдан сунасан кварцит, цахиржсан бүс байна. Зузаан 2-3м байна. Сунал нь 3X20-40° юм. Доторх ан цавд 3-4см зузаан лимонит байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
97	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№1	46	40	21	103	2	14	Тарваганы нүхнээс хувирч цайвар өнгөтэй болсон чулуулаг (диорит буюу алевролит) нь кварцын олон тооны судланцараар хэрчигджээ	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
98	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№2	46	40	2	103	1	45	Яшма-кварцитын биеттэй хиллэж байгаа алевролит нь ногоон чулууны хувиралд оржээ. Алевролитын сунал 85-90° унал хойт зүгт 45° ногоорсон алевролит дотор магнетитын жижиг талстуудуусчээ.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
99	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№5	46	39	25	103	0	30	Энд БУ245°-аар сунасан, 3-5м өргөн 2 зэрэгцээ биет 180м урттай, унал нь 340°, $\angle 38^\circ$ бүхий кварцитын биет байна. Зарим хэсэгтээ исэлдсэн байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
100	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№6	46	38	19	103	0	17	Тарваганы нүхнээс гарсан исэлдсэн алевролит байна	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
101	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№7	46	38	7	103	1	28	Бурхант уулын арын амны ар энгэрээр нүхнээс лимонитжсон пирит бүхий чулуулгийн хэмхдэс тааралддаг	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
102	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№8	46	37	18	103	3	0	Алевролит нь диоритын дэл судлуудаар хэрчигдсэн байх ба зарим диоритын дэл исэлдсэн байна	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

103	Бүрдийн гол орчмын эрдэсжсэн цэгүүд	№9	46	37	0	103	2	50	Бурхантаг уулаас зүүн урагш 1.5км-т байрладаг ЗХ70° чиглэлтэй кварцын судал, урт нь 100м орчим, өргөн нь 0.2м	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
104	Ажиглалтын цэг-64	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	2	14	104	5	46	Шарт формацын элсжин дотор агуулагдах ан цав нүх сүвээрээ лимонитжсон кварцын судланцар 0.1-0.2х5-10м хэмжээтэй 8-9ш	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
105	Ажиглалтын цэг-65	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	1	52	104	5	45	Лимонитжиж хувирсан тектоникийн брекч	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
106	Ажиглалтын цэг-66	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	2	40	104	8	10	Лимонитжиж хувирсан кварцын судал 0.3х40м	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
107	Ажиглалтын цэг-67	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	1	23	104	4	10	Лимонитжиж сульфиджсэн кварцын хялгасан судланцараар хэрчигдсэн элсжин, ан цав нүх сүвээрээ хүчтэй лимонитжсон кварцын судал 0.2х5м	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
108	Ажиглалтын цэг-68	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	1	15	104	4	5	Пиритийн жижиг шигтгээнүүд агуулсан, ан цав нүх сүвээрээ лимонитжиж хувирсан кварц 0.5х30	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
109	Ажиглалтын цэг-69	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	1	15	104	5	4	Ан цаваараа лимонитжсон кварцын судланцараар хэрчигдсэн элсжин	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
110	Ажиглалтын цэг-70	Асгатын хар овоо уулын алтны бүлэг эрдэсжсэн цэг	47	0	42	104	7	15	Тектоник хагарлын нөлөөгөөр брекчлэгдсэн лимонитжиж хувирсан бутралын бүсийн чулуу	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
111	Au-119	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	54	45	104	11	55	Нүх сүвэрхэг лимонитжсон кварцит	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
112	Au-120	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	54	15	104	13	15	Кварцын хялгасан судланцараар хэрчигдсэн хлорит-серицит-кварц-биотитот занар	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
113	Au-121	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	54	19	104	13	20	Малахитжсан кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
114	Au-122	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	54	5	104	13	55	Төмрийн ислээр идэгдсэн кварц	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

115	Au-123	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	54	0	104	14	15	Сульфиджсэн кварц	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
116	Au-124	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	53	52	104	14	35	Нүх сүвэрхэг лимонитжсон кварцит	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
117	Au-125	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	53	46	104	13	21	Кварцын хялгасан судланцараар хэрчигдсэн, пиритжсэн сиенит	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
118	Au-128	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	53	18	104	14	58	Нүх сүвэрхэг хүчтэй лимонитжсон кварц	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
119	Au-130	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	52	48	104	15	50	Лимонитжсон кварц	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
120	Au-132	Замбалын хар уулын бүлэг эрдэсжсэн цэг	46	52	40	104	14	59	Хүчтэй хувирч лимонитжсон тектоникийн брекч	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
121	Боорж толгой	Au эрдэсжсэн цэг	47	37	30	103	19	50	Хожуу триас-түрүү юрийн орхон бүрдлийн жижиг-дунд ширхэгтэй кварцат диорит, кварцат монцодиорит дотор 3X50° суналтай 50x0.5м хэмжээтэй ба БХ290° чиглэлтэй 40x50м хэмжээтэй хоорондоо ойрхон лимонитжсон кварцын 2 судал илэрнэ	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
122	Их бэлчир уул	Au эрдэсжсэн цэг	47	34	20	103	34	40	Миссисипийн холбоо толгой формацын элсжин-алевролитын мэмбэрийн тунамал хурдсыг зүссэн цахиуржсан төмрийн ислээр баяжсан сиенит порфирын дэл судалд илрэх ба уг дайк цахиуржсан лимонитжсон мөн кварцын хялгасан судланцараар хэрчигдсэн	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
123	Суврага толгой	Au эрдэсжсэн цэг	47	29	10	103	22	30	Эрдэсжсэн цэгийн дунд-дээд силурын настай номгон уул формацын ногоон цайвар саарал өнгийн кальцит, кварцын нарийн 5-20см судланцар-аар хэрчигдсэн цахиуржиж лимонитжсон элсжин доторхи томоохон хувирлын бүс оршино	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

124	Эрдэсжсэн цэг 229	Au эрдэсжсэн цэг	47	25	17	103	42	45	Цэгт хожуу юрийн Иххайрхан бүрдлийн том, том дунд ширхэгтэй хоёр хээрийн жоншит биотитот шүлтлэгдүү боржин зүссэн лимонитжсон, бараан өнгийн эрдсийн шигтгээтэй кварцын судалтай зузаан нь 0.5x100м суналын чиг 3X50°	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
125	Эрдэсжсэн цэг 259	Au эрдэсжсэн цэг	47	29	58	103	54	25	Цэгт хожуу пермь түрүү триасын дэлгэрхаан бүрдлийн дунд өрнөлийн дунд-том том ширхэгт порфир маягийн биотит доторх кварцын линз штоктой	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
126	Сүүл овоо толгой	Au илрэл	47	29	30	103	15	0	Талбайд сизуралын настай Зүүн-Улаан формацын хөхөлбөр ногоон, цайвар-шаргал-саарал өнгөтэй дацит, риодацит риолит эдгээрийн туф болон үе мэшлээр андезит, кварцит, туфоэлсжин болон зүүн-урд буланд дээд дөрөвдөгч-орчин үеийн делюви пролювийн дайрга, сайрга, шавранцар, элсэнцэр хурдсар хучигдана. Чулуулгууд нь 3X ба БХ суналтай 40-75°-ын уналтай шугаман атираа үүсгэж байрлана. Талбайн эффузив биет дотор гидротермаль хувиралд хүчтэй автсан томоохон талбай бүхий хэсгээс зохих дээжлэлт сорьцолтуудыг хийсэн ба алтны эпитеpmаль хүдэржилтийн эрлийн шинж шалгуурууд давхцан илэрч байсан. Хувирлын бүсийн өргөн 550м урт 1100м гүнийг 10м ээр тооцон P1 зэргээр таамаг нөөц тогтооход 64.1кг байна.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
127	Сүүл овоо толгой	Au илрэл	47	30	20	103	16	10	Уг талбайд холбоотолгой формацын 35-40° уналтай жижиг хайргат бор саарал хөрзөн, соронзон гүрт элсжин, бор ногоон алевролитын нимгэн 0.5-5м үеүд ховор агуулсан жижиг дунд ширхэгтэй бор саарал элсжин тархсан. Орчин цагийн жалгуудын хаяагаар 100x400м урт исэлдсэн бүс тогтоогдсон ба 0.1-10мм хэмжээтэй цагаан өнгөтэй кварцын судланцарууд торлол үүсгэсэн. Аншлиф 6044т гидрогетит 12% алт-1 мөнгө-2 мөхлөгөө, 6268-т гидрогетит 3.5% лейкоксен-1.5%, мөн аншлифүүдэд As-0.3-0.5% илэрсэн	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
128	Их хавцал	Илрэл	45	54	49	102	46	37			

129	Цагаан чулуу	Илрэл	47	51	34-15	102	45-46	34-40	Уг талбайд холбоотолгой формацын 3Х20-60°-аар унасан хар саарал алевролитын нимгэн үеүд агуулсан бор саарал алевро-элсжин тархсан. Эдгээр нь ЗУ 3Х сунасан 0.5-3м өргөнтэй 10-150м урттай ан цаваараа сул исэлдэж, заримдаа малахитын хөгц агуулсан кварцын судлуудтай. Кварцын судлын дагууд 10-20м өргөнтэй сулхан исэлдсэн бүсүүд үүссэн.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
130	Майхан уул	Илрэл	47	51-50	23-35	102	47-48	38-53	Уг талбайд холбоо толгой формацын 3Х 20-40° уналтай хар саарал алевролитын нимгэн үеүд агуулсан бор саарал алевро-элсжин тархсан. Эдгээр нь ЗУ, 3Х сунасан 0.1-1.0м өргөнтэй 10-100м урттай ан цаваараа сул исэлдэж заримдаа малахитын хөгц агуулсан кварцын судлуудтай Кварцын судланцар, судлуудын дагуу 50-100м өргөн 0.1-1.0км урт үргэлжлэх сул исэлдсэн бүсүүдтэй.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
131	Өгий нуур	Илрэл	47	49-51	52-20	102	46	36-21	Уг талбайд холбоо толгой формацын 3Х 20-40° уналтай хар саарал алевролитын нимгэн үеүд агуулсан бор саарал алевро-элсжин тархсан. Эдгээр нь БХ сунасан 0.5-2.0м өргөнтэй 5-100м урттай ан цаваараа сул исэлдсэн. Дээжлэлт хийсэн аншлиф болон протоочекуудад алтны мөхлөгүүд илэрсэн	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
132	Улаан овоо	Илрэл	47	40-41	00-45	102	45-50	0-30	Энэ талбайд холбоотолгой формацын хар саарал алевролит, цайвар ногоон хас, төмөрт элсжин, хөрзөнгийн нимгэн үеүд бүхий бор саарал алевро-элсжин, жижиг дунд ширхэгтэй элсжингийн ЗУ БУ70°-ын уналтай үеүдийн салаавчлал тархсан. Эдгээр нь цэхэр саарал, цагаан кварцын хэдэн см-ээс 0.5м хүртэл зузаантай 1-10м урттай гол төлөв 3Х сунасан судлуудаар хэрчигдэж сулавтар исэлдсэн бүсүүд үүсгэдэг. бүсүүдийн дундаж өргөн 0.1-0.5км урт 1-1.5км	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс

133	Хөшөөт	Илрэл	47	40-41	0-20	102	50-55	30-10	Талбайд Холбоотолгой формацын бор ногоон, хар саарал алевролит, ногоон хас, төмөрт элсжин, хэрзэнцөрийн нимгэн 1-5м үеүдтэй бор саарал алевроэлсжин, элсжингийн салаавчлал тархсан байдаг. Эдгээр нь кварцын судланцаруудаар зүсэгдэж 50-100м өргөнтэй 250-1000м урттай гол төлөв өргөргийн дагуу сунасан сул, хүчтэй исэлдсэн бүсүүд үүссэн.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
134	Хараат	Илрэл	47	54	7	103	28	43	Талбайд авзага формацын хэрзэнгийн мэмбэрийн БХ-320-10°-ын уналтай бор ногоон элсжингийн нимгэн үеүд ховроор агуулсан дунд, том хайргат бор саарал хэрзэн тархсан. Хэрзэн дотор ЗХ чиглэсэн бага тогоо уулын хагарлаар хянагдсан брекчлэгдэж, цахиржсан бүсүүд 1.6км өргөн бүсэнд тархсан. Хагарлын ойр орчимд ЗХ80°-аар сунасан ан цаваараа сул исэлдсэн 0.5м өргөн 50м урт кварцын хоорондоо 25м зайтай судлуудтай	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
135	Хараат	Илрэл	47	53	0	103	30	0			
136	Баясгалант	Илрэл	47	48	51	103	1	20	Уг талбайд холбоотолгой формацын хар саарал алевролит, бор саарал, жижиг ширхэгтэй элсжингийн ЗХ45-65°-ын уналтай үеүд салаавчлан тархжээ. Талбайн төв хэсгээр бие биенээсээ 100-400м зайтай цахиржиж, исэлдсэн бүсүүд үүсжээ. Эдгээр нь гол төлөв өргөргийн дагуу суналтай ба 5-20м өргөнтэй 30-250м урттай. Кварцын 0.1-2.0см зузаантай ан цаваараа исэлдсэн кварцын судланцараар эмх замбараагүй хэрчигдэж цахиржиж брекчлэгдсэн бүсүүд нь сул эрчимтэй гэж 2 ялгагдана.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
137	Билүүт	Илрэл	47	41-40	08-15,	103	09-10,	23-09	Талбайд холбоотолгой формацын БУ220° сунасан 35°-ын уналтай соронзон гүрт элсжин, ногоон занарын нимгэн үе бүхий дунд ширхэгтэй бор саарал элсжин тархсан. Эдгээр нь БУ, ЗХ сунасан 0.1-0.5м өргөн 3-25м урт пиритжиж исэлдсэн, заримдаа малахитжсан кварцын судлуудаар зүсэгдэж агуулагч нь исэлдсэн хувиралтай.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

138	Үйзэн	Илрэл	47	47	30	103	16	18	Талбайд холбоотолгой формацын хөрзөнгийн мэмбэрийн биотит-амфибол-плагиоклазт гнейс, метаалевролит, метакөрзөнгийн үеүд салаавчлан байрлана. Эдгээр нь БУ чиглэсэн улаан чулуултын хагарал дагуу гарч ирсэн хоорондоо 15-20м зайтай параллель орших кварцын 3 судлаар зүсэгджээ. Судлууд 1-3м өргөн 80-240м урт үргэлжилнэ. Судлууд брекчи тогтоцтой, цагаан, үнсэн саарал өнгөтэй, ан цаваараа дунд зэрэг исэлдсэн зарим хоосон зайд нь усан болорын талст ургасан.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
139	Улаан чулуут	Илрэл	47	40	0	103	16	5	Талбайд Иххайрхан бүрдлтийн шигтгээлэг биотитот саарал боржин нь холбоотолгой формацын хөрзөнг зүсэж эвэршүүлж, метаморфжуулсан. Метакөрзөн дотор гол төлөв ЗХ сунасан кварц, магнаг, боржин-аплитын дэлүүд үүссэн. Кварцын судлууд нь 0:5-1:5м өргөн 200-300м урттай брекчлэгдэж, заримдаа мана төрхтэй, хоорондоо 50-80м зайтай. Агуулагч метакөрзөн нь сул цахиржсан.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
140	Бэрх	Илрэл	47	44	11.6	103	20	41.9	Авзага формацын 210° суналтай 40° уналтай сулавтар метаморфжсон бор саарал хөрзөн дотор хоорондоо 350м зайтай орших пиритжиж исэлдсэн 2 бүс тогтоогдсон. Баруун бүс нь ЗУ-160°-аар сунасан 1:5м өргөн 30м урт, зүүн бүс нь 150°-аар сунасан 20м өргөн 75м хэмжээтэй пиритжиж, исэлдэлтэнд хөрзөнгийн цемент нь гол төлөв өртсөн онцлогтой	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
141	Эрдэсжсэн цэг 3	Эрдэсжсэн цэг	47	56	30	102	48	15	Авзага формацын хөрзөн сулавтар исэлдэж цахиржсан 5м өргөн 50м урт бүс үүсгэнэ. Аншилф 1059д гётит 2% гидрогётит 1.4% пирит цөөн алтны 1 мөнгөний 4 мөхлөг тогтоогдсон ба 0.003-0.006мм	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс
142	Эрдэсжсэн цэг 11	Эрдэсжсэн цэг	47	52	15	102	48	50	Холбоотолгой формацын бор ногоон алевролит нь 1-3см зузаан ан цаваараа сул исэлдсэн кварцын судланцараар зүсэгдэж исэлдсэн 1.5м өргөн 100м урт БХ сунасан бүс үүсгэнэ.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс

143	Эрдэсжсэн цэг 16	Эрдэсжсэн цэг	47	48	51	102	48	3	Холбоотолгой формацын бор ногоон алевро элсжинг зүссэн 3Х сунасан 0.15м өргөн, 10м урт ан цаваараа хүчтэй исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
144	Эрдэсжсэн цэг 17	Эрдэсжсэн цэг	47	29	35	102	48	50	Холбоотолгой формацын бор ногоон алевролитыг зүссэн БХ290° суналтай 0.5м өргөн 3м урт ан цаваараа исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
145	Эрдэсжсэн цэг 42	Эрдэсжсэн цэг	47	48	55	103	2	56	Холбоотолгой формацын дунд ширхэгтэй саарал элсжинг зүссэн 3Х200°-аар сунасан 2м өргөн 150м урт брекчлэгдэж исэлдсэн бүс	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
146	Эрдэсжсэн цэг 46	Эрдэсжсэн цэг	47	48	30	103	4	10	Холбоотой формацын бор ногоон алевролитыг зүссэн БХ300° сунасан 0.2-1м өргөн 300м урт зарим ан цаваараа сул исэлдсэн кварцын судал.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
147	Эрдэсжсэн цэг 47	Эрдэсжсэн цэг	47	48	36	103	4	44	Холбоотолгой формацын хөх саарал дунд ширхэгтэй элсжинг зүссэн БХ300° суналтай 0.3м өргөн 50м урт кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
148	Эрдэсжсэн цэг 52	Эрдэсжсэн цэг	47	45	14	103	4	50	Холбоотолгой формацын сул исэлдсэн бор саарал алевроэлсжингийн хэмхдэсүүд 20х50м талбайд илэрнэ	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
149	Эрдэсжсэн цэг 57	Эрдэсжсэн цэг	47	44	10	103	3	30	Холбоотолгой формацын бор аарал элсжинг зүссэн 3Х сунасан 0.5-0.8м өргөн 10м урт хүчтэй исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
150	Эрдэсжсэн цэг 58	Эрдэсжсэн цэг	47	44	42	103	6	6	Холбоотолгой формацын цайвар саарал элсжин нь сул исэлдсэн 1-5см зузаан кварцын судланцараар зүсэгдсэн	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
151	Эрдэсжсэн цэг 59	Эрдэсжсэн цэг	47	44	8	103	10	43	Холбоотолгой формацын хар саарал алевролитыг зүссэн БХ сунасан 0.2м өргөн 2м урт исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
152	Эрдэсжсэн цэг 60	Эрдэсжсэн цэг	47	43	0	103	2	26	Холбоотолгой формацын хар саарал алевролитыг зүссэн 3Х сунасан 0.1м өргөн 3м урт сул исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
153	Эрдэсжсэн цэг 64	Эрдэсжсэн цэг	47	42	50	103	8	8	Холбоотолгой формацын исэлдсэн элсжинг зүссэн 3Х сунасан 0.2м өргөн 10м урт пиритжиж исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

154	Эрдэсжсэн цэг 65	Эрдэсжсэн цэг	47	43	8	103	6	39	Холбоотолгой формацын бор саарал элсжинг зүссэн 3X100°-аар сунасан 0.1м өргнө 20м урт исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
155	Эрдэсжсэн цэг 71	Эрдэсжсэн цэг	47	41	46	103	6	30	Холбоотолгой формацын бор саарал элсжин нь 1.0-5.0м урт пиритжиж исэлдсэн кварцын судлуудаар 1-5м зайтай эмх замбараагүй зүсэгдэж штокверг төрхтэй болж сулавтар исэлдсэн судал.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
156	Эрдэсжсэн цэг 74	Эрдэсжсэн цэг	47	42	14	103	13	30	Холбоотолгой формацын хар саарал алевролитын зүссэн БХ сунасан пиритжиж исэлдсэн 0.2м өргөн 10м урт кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
157	Эрдэсжсэн цэг 77	Эрдэсжсэн цэг	47	41	23	103	5	42	Холбоотолгой формацын бор ногоон элсжинг зүссэн 3X400° суналтай 0.15м өргөн 5м урт кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
158	Эрдэсжсэн цэг 81	Эрдэсжсэн цэг	47	41	4	103	8	38	Холбоотолгой формацын сул исэлдсэн элсжинг зүссэн өргөргийн дагуу сунасан сул пиритжиж исэлдсэн 0.5м өргөн 5м урт кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
159	Эрдэсжсэн цэг 82	Эрдэсжсэн цэг	47	41	4	103	8	12	Холбоотолгой формацын хар саарал алевролит нь БХ сунасан 0.3м өргөн 5м урт хүчтэй исэлдсэн кварцын судлаар зүсэгдэж сул исэлдсэн 1м өргөн бүс үүсгэнэ.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
160	Эрдэсжсэн цэг 98	Эрдэсжсэн цэг	47	55	23	103	17	28	Авзага формацын эвэршсэн метажэрзэнг зүссэн 3X50°-аар сунасан 0.3-0.5м өргөн, 30м урт исэлдсэн боржин	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
161	Эрдэсжсэн цэг 99	Эрдэсжсэн цэг	47	45	30	103	18	51	Их хайрхан бүрдлийн шигтгээлэг саарал боржинг зүссэн 290° суналтай 0.3м өргөн 80м урт сул исэлдсэн боржин аплитын дэл	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
162	Эрдэсжсэн цэг 108	Эрдэсжсэн цэг	47	45	0	103	23	11	Авзага формацын хэрзэнг зүссэн өргөргийн дагуу сунасан цэхэр өнгөтэй 0.1м өргөн босоо унасан 50м урт Кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
163	Эрдэсжсэн цэг 110	Эрдэсжсэн цэг	47	43	18	103	21	6	Авзага формацын хэрзэнг зүссэн өргөргийн дагуу сунасан 10м өргөн 50м урт хүчтэй пиритжиж исэлдсэн бүс.	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	
164	Эрдэсжсэн цэг 107	Эрдэсжсэн цэг	47	44	33	103	22	12	Авзага формацын хэрзэнг зүссэн 330° суналтай 0.3м өргөн 40м урт ан цаваараа сул исэлдсэн кварцын судал	Умард Монгол, Хангай-Хэнтийн атриат мегабус, Хархорины бүс	

Хавсралт.12-ын үргэлжлэл

№	Хувирал	Агуулга				Хэмжээ		Дагалдах АМ						
		Элемент	Нэгж			Нөөц	Баялаг	Элемент	Агуулга	Элемент	Агуулга	Элемент	Агуулга	Эрдсүүд
			%	г/тн	мг/тн									
1	Хүчтэй хиурмагжиж, цахиржсан 40-50м өргөн, 150-200м орчим урт, хагарал БХ-330	Au		0.07				Zn	0.010%	As	0.050%	Zr	0.03%	Калаверит /Au-38.7-44.3%, Ag<2.2%, Te 52.7-58.1%, Sb, Fe, Cu 1%/; Креннерит /Au 30.7-43.9, Ag 1.5-6.7, Te 56.0-62.0%, Sb<3.6%, Fe<0.5%/
2	1м зузаан, 800м урт кварцитын үе, 5-10см элсжингийн хүчтэй лимонитжиж, цахиржсан хиурмаг илрэнэ.	Au		0.02-0.03				Zn	0.01-0.07%	Cu	0.010%			
3	Сул хиурмагжсан, метаэлсжин нь сул лимонитжиж, цахиржсан	Au		0.07				Zn	0.050%	Pb	0.015%	Ga	0.02%	
4	200 х 500м субвулкан	Au		0.02-0.7				Pb	0.015-0.003%	Zn	0.1%			
5	Хүчтэй катаклазжиж, хиурмагжиж, цахиржиж, шаваржиж бага температурын мана маягийн болон кварц-кальцитын судал, судланцараар эрчимтэй хэржигджээ.	Au		0.2				Pb	0.015-0.001%	Zn	0.0.1%			
6	Цахиржин нь хэд хэдэн систем ан цавшил дагуу кварц-гематитын судланцаруудаар эрчимтэй хэрчигдэн, сул шаваржиж, төмөржсөн.	Au		0.2-7			P2=119.7 кг	Pb	0.010%	Cu	0.05%	Li	0.01%	
7	Лимонитжилт эрчимтэй хөгжсөн, цахиржилт, шаваржилт, хиурмагжилттай	Au		1.5 хүртэл			P2=1362.3 кг	Pb	0.002%	Zn	0.02%	Cu	0.03%	Халькопирит, пирит

8	Эрчимтэй цахиржсан зурвас нь сунал дагуугаа 200м үргэлжлээд хүчиллэг субвулканд тулдаг бөгөөд хиурмагжилт, цахиржилтанд автсан	Au		0.15 хүртэл			P2=85.5 кг	Zn	0.01%	Y	0.003%	Li	0.01%	
9	Хүчтэй катаклазжиж, хиурмагжиж, цахиржиж, шаваржиж бага температурын мана маягийн болон кварц-кальцитын судал, судланцараар эрчимтэй хэржигджээ.	Au		0.2 хүртэл				Pb	0.002%	Zn	0.01%	As	0.007%	
10	Хүчтэй шаваржиж, лимонитжиж, кварц-гематитын судланцаруудаар хэрчигджээ	Au		0.23 хүртэл				Cu	0.04%	Pb	0.003%	Zn	0.01%	
11	Хүчтэй шаваржиж, цахиуржиж хувирсан метаэлсжин, зануужин	Au		0.05 хүртэл				Pb	0.002%	Zn	0.015%	As	0.05%	
12	Метаэлсжин хүчтэй шаваржиж, 1-4см зузаан кварц, кварц-гематитын судланцараар хэрчигдсэн.	Au		0.03 хүртэл				Pb	0.002%	Zn	0.007%	Y	0.002%	
13	Метаэлсжин хүчтэй шаваржиж, 0.1-1.0см зузаан кварц, кварц-гематитын судланцараар нягт торлогдон хэрчигдсэнээс гадна хиурмагжсан цахиржин-гийн малгай илэрдэг.	Au		0.015 хүртэл				Zn	0.03% хүртэл	Cu	0.01%	Pb	0.003%	
14	Хувирсан метаэлсжингийн 20х50м орчим талбайд лимонитжиж улайн, кварцын хялгасан судланцаруудаар сул хэрчигдэнэ.	Au		0.03-0.1 хүртэл				Pb	0.001%	Zn	0.01% хүртэл	As	0.007%	

15	Метаэлсжин нь 0.5-2см зузаантай, штокверк хэлбэрийн кварц, кварц-гематитын судланцар-аар нягт торлогдон хэрчигдэж, ан цавшилын дагуу лимонитжсон, цахиржсан.	Au		0.1 хүртэл				Pb	0.0015%	Zn	0.007% хүртэл	As	0.007%	
16	Au		0.001-0.01											
17	Au		0.005-0.2					Bi	0.00%					
18	Au		0.02					As	0.007-0.01%					
19	Au		0.005-0.15											
20	Au		0.005-0.03											
21	Au		0.005-2											
22	Au		0.005-0.5											
23	Au		0.01-0.02					As	0.10%	Pb	0.00%	Cu	0.01%	
24	Au		0.007-1.0											
25	Au		0.005-0.3			42.5кг P1								
26	Au		0.03					As	0.01-0.15%					
27	Au		0.005-1.5											
28	Au		0.015-0.05											
29	Au		0.005-0.2											
30	Au		0.007			77.8кг P1		As	0.007-0.01%	Bi	0.0001-0.0005%	Cu	0.01%	
31	Au		0.005					As	0.01%					
32	Au		0.1x0.2мм 1ш мөхлөг											
33	Au		0.007-0.1											
34	Au		0.05											
35	Au		0.005-7.0											
36	Au		0.01											
37	Au		0.02					As	0.01%					

38	Нилээд сайн пиритжсэн буюу уусч лимонитжсон кварцын судал, зузаан 0.25м, урт 30м	Au	0.5					As	0.01				
39	Судлын урт 40-50м, өргөн 0.2-0.4м	Au	0.1					Cu	70	Pb	10	Ag	0.1
40	Сул лимонитжсон 0.2-0.5м өргөн, 3м урттай кварцын судал	Au	0.7					Bi	0.0003				
41	Кварцын хялгасан судлаар хэрчигдсэн сул лимонитжсон элсжин	Au	1.5					Zn	0.01				
42	Судлын урт 30м, өргөн 0.6-0.7м	Au	0.007					Zn	0.02	Sb	0.003		
43	Кварц карбонатын ялгарал ихтэй ногоон занаржсан элсжинд 180°/26 байрлалтай 3ш кварцын судал бий. Сул лимонитжсон 2-3м өргөн зурваст Au-0.07 илэрсэн	Au	0.07					As	0.02-0.05				
44	Fe-Mn исэлд автсан цахиржинг зүссэн 5см зузаан, 2м урт лимонитжсон толботой кварцын судал	Au		0.5									
45	Лимонитын шигтгээ үүр захаар нь үүссэн, агуулагч элсжин нилэнхүйдээ лимонитжсон	Au	0.07					Zn	0.01				
46	Кварцын судлаар хэрчигдсэн эрчимтэй лимонитжиж, серицитжсэн, кварцжсан элсжин. 5-6м өргөн, 45м урт	Au		0.01				As	0.03				
47	Том мөхлөгт элсжинг зүссэн 0.3м өргөн, 50м урт кварцын судал, судлын захаар 0.1м өргөн, 3-4м урт хар саарал үеллэг цахиуран эмжээр үүссэн	Au		0.7				As	0.01				

48	Өргөрөг дагуу сунасан 5-8м өргөн, 40м урт эрчимтэй лимонитжих хувиралд автсан элсжин	Au		0.2										
49	Лимонитжих, кварцжих хувиралд автсан элсжин, хувирал хэдэн м өргөн, 50-60м урт, зонхилж байран хэмхдэсээр илэрсэн, улаан шаргал өнгөтэй. Нүхнээс шаргал кварцын 20см хүртэл хэмжээтэй кварцын хиурмагжсан судлууд элбэг тааралдана	Au		0.7										
50	Риолит нь ЗХ чиглэсэн жижиг хагарал дагууд эрчимтэй лимонитжих, каолинжих хувиралд автаж цайрсан ба кварцын хялгсан судлаар хэрчигдсэн	Au		0.03										
51	1-2мм хар цахиурын хэрээдэстэй цахиуржсан риолит 5м урт, 0.2м өргөн	Au		0.003			As	0.015	Ag	0.7				
52	Х-БХ суналтай хагаралд үүссэн 150м өргөн 500м урт хүчтэй лимонитжиж улайсан элсжин дотор 10см хүрэх баруун тийшээ 45-50 налсан цахиуржиж кварцжиж брекчлэгдэж хатуурсан 20-30 заримдаа 80м урт хувирал	Au		0.05										
53	Цэгээс баруун тийш 700м-т ЗХ20° сунасан хагарал дагаж, монцодиоритыг зүссэн хойшоо суналтай, 5-10 см зэрэгцээ кварцын судал	Au		0.1			As	0.007	Zn	0.01				

Хавсралт.12-ын үргэлжлэл

№	Хүдрийн эрдсийн дараалал	Гарал үүсэл	Ашигласан материал	Хийгдсэн геологийн ажил	
1	Пирит-пирротин-кобальтин-халькопирит-мөнгө-алт-калаверит-креннерит-гетит-гидрогетит-лимонит	Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр хиурмагт: $Au=1200.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.07 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=119.7 \text{ кг}$
2		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр шаваржсан элсжин, зануужинд: $Au=47800.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.02 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=1362.3 \text{ кг}$
3		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр цахиржинд: $Au=200.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.3 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=85.5 \text{ кг}$
4	Алт-манын хүдэржилт	Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр хүчиллэг вулканитад: $Au=2550.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.1 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=363.4 \text{ кг}$
5	Алт-манын хүдэржилт	Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр сул хувирсан элсжин, зануужинд: $Au=119500.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.01 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=1709.9 \text{ кг}$
6		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
7		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
8		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
9		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
10		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
11		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр цахиржинд: $Au=5750.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.07 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=576.6 \text{ кг}$
12		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
13		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
14		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		P2 зэрэглэлээр шаваржсан элсжин, зануужинд: $Au=59500.0\text{мян}/\text{м}^3 \times 0.03 \text{ г/т} \times d (2.85\text{кг}/\text{см}^3) \times (k=0.5)=2543.6 \text{ кг}$

15		Эпитермаль	Ч.Төмөрчөдөр нар., Их Хоргын талбайн геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 5650Ф		
16			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	13.4м/куб сувгийн ажлаас 11ш ховилон сорьц, мөн тодорхой цэгүүдээс 12ш цэглэн сорьцлолт хийгдсэн	
17			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	50.1м/куб суваг, 4.5т метр шурф ховилон сорьц 55, цэглэн сорьц 6, геохимийн сорьц 837, шурфийн шлих 12	
18			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Цэглэн 1ш	
19			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 31.1м/куб шурф 28.2т.м ховилон сорьц 35 шурфийн шлих 9 цэглэн сорьц 4	
20			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 14.3м/куб, шурф 10.1т.м, ховилон сорьц 19, цэглэн сорьц 6, шурфын шилх 20	
21			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 61.4м/куб, шурф 21.2т.м, ховилон сорьц 38, цэглэн 6, геохими 57, цахилгаан хайгуул	
22			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 29.4м/куб, шурф 7т.м, ховилон сорьц 22, цэглэн 5	
23			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 12.9м/куб, шурф 10.9т.м, ховилон сорьц 16, цэглэн 6, шурфын шлих 24	
24			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 127.4м/куб, ховилон сорьц 52, цэглэн 8, геохими 215, цахилгаан хайгуул	
25			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 54.7м/куб, ховилон сорьц 58, цэглэн сорьц 10, геохимийн сорьц 81	

26			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Эрлийн маршрут цэглэн 2	
27			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 26.3м/куб, шурф 3.2т.м, ховилон сорьц 14, цэглэн 4, шурфын шлих 8	
28			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 50м/куб, шурф 35.3т.м, ховилон сорьц 37, цэглэн 9, шурфын шлих 67, геохими 720	
29			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 249.1м/куб, шурф 10.8т.м, ховилон сорьц 91, цэглэн 9, геохими 85, цахилгаан хайгуул	
30			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Эрлийн маршрут штуф 1	
31			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Эрлийн маршрут штуф 1	
32			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Эрлийн маршрут цэглэн 2, протоочек 1, геохими 1	
33			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 13.8м/куб, шурф 11.5т.м, ховилон сорьц 19, цэглэн 4, шурфын шлих 24	
34			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Эрлийн маршрут цэглэн 3, хуучин суваг	
35			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Суваг 50.5м/куб, ховилон сорьц 38, цэглэн 9, геохими 52, цахилгаан хайгуул	
36			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Маршрут штуфын сорьц 1	

37			Хотонт-50. 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүн, 5595Ф	Маршрут штуфын сорьц 1	
38		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
39		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
40		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
41		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
42		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
43			Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
44			Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
45		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
46		Алт-кварцын (Бага-сульфид)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
47		Алт-кварц, кварц-алт-сульфидын (Эпитермаль)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
48		Алт-кварц, кварц-алт-сульфидын (Эпитермаль)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
49		Алт-кварц, кварц-алт-сульфидын (Эпитермаль)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
50		Алт-кварц, кварц-алт-сульфидын (Эпитермаль)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
51		Алт-кварц, кварц-алт-сульфидын (Эпитермаль)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
52		Алт-кварц, кварц-алт-сульфидын (Эпитермаль)	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
53			Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
54			Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
55			Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		

56		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
57		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
58		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
59		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
60		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
61		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
62		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
63		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
64		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
65		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
66		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
67		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
68		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
69		Гидротермаль, гидротермаль- метасоматоз	Өгий нуур-50. Геологийн тогтоц, ашигт малтмал, 6165Ф		
70			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
71					
72			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		

73			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
74			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
75			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
76			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
77			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
78			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
79			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
80			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
81			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
82			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
83			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
84			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
85			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
86			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
87			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
88			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		

89			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
90			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
91			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
92			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
93			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
94			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
95			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
96			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
97			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
98			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
99			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
100			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
101			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
102			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
103			Хайрхан-Уул-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5456Ф		
104			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		

105			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
106			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
107			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
108			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
109			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
110			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
111			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
112			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
113			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
114			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
115			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
116			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
117			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
118			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
119			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
120			Бүрд-50. Геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5602Ф		
121			Их Монгол-50. геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5790Ф	Анхдагч геохими, гэрлийн шинжилгээ, химийн шинжилгээ	
122			Их Монгол-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5790Ф	Анхдагч геохими, гэрлийн шинжилгээ, химийн шинжилгээ	
123			Их Монгол-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5790Ф	Анхдагч геохими, гэрлийн шинжилгээ, химийн шинжилгээ	
124			Их Монгол-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5790Ф	Анхдагч геохими, гэрлийн шинжилгээ, химийн шинжилгээ	
125			Их Монгол-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5790Ф	Анхдагч геохими, гэрлийн шинжилгээ, химийн шинжилгээ	
126		Эпитермаль	Их Монгол-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, 5790Ф	Эрлийн маршрут 20кв.км, суваг 155.7м/куб, ховилон сорьцлолт 25ш, цэглэн сорьцлолт 16ш, алтны гэрлийн шинжилгээ, аншлиф 3, анхдагч геохими аншлифэнд гидрогетит 5%, гидрогетит 3-	
127					

				5%, лимонит 3-10%, пирит цөөн алт 7тоосонцор тэмдэглэгдэв. Эрдсийн дараалал пирит-алт-гётит-гидрогётит-лимонит.	
128			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6099	Эрлийн маршрут 2км, штуфын сорьц 6, аншлиф 3, 1:7500-ны масштабтай геологийн тойм зураг	
129			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6100	Эрлийн маршрут 3км, штуфын сорьц 10, суваг 52.6м/куб, протолочек-3, аншлиф-1 ховилон сорьц-22, сувгийн геохимийн сорьц 18. 1:5000-ны масштабтай геологийн зураг.	
130			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6101	Эрлийн маршрут 5км, штуфын сорьц 9, протолочек 1, аншлиф-4, ховилон сорьц-15, сувгийн геохимийн сорьц 28, 62.6м/куб суваг малтаж геологийн зураг 1:10000. Аншлиф 6069 малахитат исэлдсэн кварц - гидрогётит- мөнгө, 6070 исэлдсэн кварц-пирит-гидрогётит, 7617 малахитат исэлдсэн кварц -пирит-гётит-халькозин-ковеллпин-гидрогётит-малахит, 06000 исэлдсэн кварц - пирит-гётит-гидрогётит	
131			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6102	Эрлийн маршрут 3.0км, штуфын сорьц 11ш протолочек-5, ховилон сорьц-19 сувгийн геохими 12, аншлиф 3ш, суваг 58мкуб геологийн зураг 1:10000ны масштабтаар зохиолоо. Аншлиф 4067-гидрогётит-алт-мөнгө, 6075-пирит-гипрогётит-мөнгө, 8340- илеменит	
132			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6103	Эрлийн маршрут 40км, штуфын сорьц 25, аншлиф 6, 1:25000-ны геологийн зураг. Аншлиф 6253-лейкоксен-молибденит-гидрогётит, 6254-пирит-молибденит-гидрогётит-алт-мөнгө, 6255-пирит-молибденит-алт-мөнгө-гидрогётит, 6257-магнетит-лейкоксен-мартит-пирит-молибденит-гипрогётит-мөнгө, 7688-1-лейкоксен-пирит-гидрогётит, 7688-2-ильменит-пирит-гидрогётит-мөнгө	
133			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6104	Эрлийн маршрут 18км, штуфын сорьц 22, аншлиф-8, 1:25000 геологийн зураг. Аншлиф 26-12-лейкоксен-гидрогётит, 6247-лейкоксен-пирит-гидрогётит, 6248-лейкоксен-пирит-гётит-гидрогётит, 6250-лейкоксен-пирит-гётит-гидрогётит, 6251-пирит-гётит-гидрогётит, 6283-лейкоксен-пирит-гидрогётит, 7037-лейкоксен-гидрогётит, 7037-1 лейкоксен-пирит	
134			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6105	Эрлийн маршруту 12км, штуфын сорьц 19, аншлиф-3, протолочек-2, 1:10000 геологийн зураг. Аншлиф 6215-лейкоксен-пирит-гётит-мөнгө, 6217-лейкоксен-пирит-гётит-гидрогётит, 6225-лейкоксен-гидрогётит	
135			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6106		

136			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6107	Эрлийн маршрут 5км, штуфын сорьц 11, аншлиф 6, протоочек 1, 1:10000 геологийн зураг. Аншлиф 6229-лейкоксен-пирит-гётит-гидрогётит, 6230-магнетит-лейкоксен-пирит-гидрогётит, 6232-магнетит-ильменит-лейкоксен-пирит-гидрогётит, 6234-лейкоксен-пирит-арсенопирит-гётит-гидрогётит, 6235-магнетит-ильменит-лейкоксен-пирит-гидрогётит-гётит, 6236-лейкоксен-пирит-гётит-молибденит-гидрогётит молибденит-алт	
137			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6108	Эрлийн маршрут 5км, штуфын сорьц 9, суваг 110м/куб, протоочек 3, аншлиф 3, ховилон сорьц 43, сувгийн геохими 41, 1:10000 геологийн зураг. Аншлиф 8324-халькозин-пирит-гётит-халькопирит-ковеллин-гидрогётит-малахит, 6601 гётит-гидрогётит-малахит-зэс, 4214-пирит-халькопирит-халькозин-ковеллин-малахит-азурит-гидрогётит	
138			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6109	Эрлийн маршрут 1км, штуфын сорьц 6, аншлиф 2, протоочек 1, 1:2000-ны геологийн зураг. Аншлиф 6265-лейкоксен-пирит-гидрогётит, 6265-1-пирит-гётит-молибденит-гидрогётит-мөнгө, 6265-2-лейкоксен-пирит	
139			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6110	Эрлийн маршрут 1.2км, штуфын сорьц 3, аншлиф 2, протоочек 1, 1:10000-ны геологийн зураг. Аншлиф 7054-гидрогётит4%- гётит 0.2%-лейкоксен 0.1%-пирит цөөн, 7056-гидрогётит 6%-гётит 0.6%-пирит цөөн лейкоксен 0.3% алтны 2 мөхлөг, мөнгөний 2 мөхлөг илэрсэн	
140			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6111	Штуфын сорьц 2, протоочек 1, аншлиф 1, 1:5000-ны геологийн тойм зураг. протоочек 50-д пиритын олон мөхлөг мөн алтны 2тоостой. Аншлиф 50-гётит 1%-гидрогётит-5% малахит 1-3% пирит цөөн, лейкоксен цөөн, халькопирит- 2мөхлөг, алтны 0.01-0.1мм 2мөхлөг илэрсэн.	
141			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6075	Эрлийн маршрут, штуф 1, аншлиф 1	
142			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6076	Эрлийн маршрут, штуф 2, аншлиф 1	
143			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6077	Эрлийн маршрут, штуф 1, аншлиф 1	
144			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6078	Эрлийн маршрут, штуф 1, протоочек 4	
145			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6079	Эрлийн маршрут, штуф 2	
146			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6080	Эрлийн маршрут, штуф 1, протоочек 1	
147			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6081	Эрлийн маршрут, штуф 1	

148			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6082	Эрлийн маршрут, штуф 1, протоочек 1	
149			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6083	Эрлийн маршрут, штуф 1	
150			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6084	Эрлийн маршрут, штуф 1	
151			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6085	Эрлийн маршрут, штуф 1	
152			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6086	Эрлийн маршрут, штуф 1	
153			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6087	Эрлийн маршрут, штуф 1	
154			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6088	Эрлийн маршрут, штуф 1	
155			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6089	Эрлийн маршрут, штуф 1, аншлиф 1, протоочек 1	
156			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6090	Эрлийн маршрут, штуф 1	
157			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6091	Эрлийн маршрут, штуф 1, протоочек 1	
158			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6092	Эрлийн маршрут, штуф 2, протоочек 1	
159			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6093	Эрлийн маршрут, штуф 2, аншлиф 2, протоочек 2	
160			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6094		
161			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6095	штуф 1	
162			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6096	штуф 1	
163			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6097	штуф 1, аншлиф 1, протоочек 1	
164			Бэрх-Уул-50 геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил, Ф6098	штуф 1	

Алтны атом шингээлтийн спектрометрийн шинжилгээний дүн

Элемент	Au	Au(R)	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Li	Mg
METHOD	FAA303	FAA303	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B
LDETECTION	0.01	0.01	2	0.01	3	1	0.5	5	0.01	1	1	1	0.5	0.01	0.01	0.5	1	0.01
UDETECTION	1000	1000	100	15	10000	10000	2500	10000	15	10000	10000	10000	10000	15	15	10000	10000	15
UNITS	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	PPM	PPM	%
KH-19-44	<0.01	<0.01	<2	3.31	82	65	0.5	<5	0.05	<1	1	73	2.3	0.6	0.64	1.8	13	0.02
KH-19-46	0.03	0.03	<2	3.97	237	252	1.2	<5	0.4	<1	6	88	14.3	2.2	1.24	11	14	0.17
KH-20-07	0.02	<0.01	<2	2	199	49	<0.5	<5	0.05	<1	3	5	2.2	1.76	0.13	5.5	5	0.08
KH-20-80	<0.01	-	<2	9.41	<3	769	0.6	<5	0.15	<1	<1	5	1.6	1	2.26	5.8	3	0.13
KH-20-127	<0.01	-	<2	1	20	115	<0.5	<5	0.29	<1	8	5	67.1	3.44	0.08	6.1	15	0.36
KH-20-127/1	0.01	-	<2	0.4	24	19	<0.5	<5	0.05	<1	7	7	63.2	1.85	0.05	3.6	9	0.1
KH-20-60	0.01	-	<2	0.74	45	100	<0.5	<5	0.5	<1	5	7	20	1.46	0.08	4.6	6	0.03
Kh-22-114	0.01	-	<2	3.55	17	492	1.3	<5	0.26	<1	2	12	3.6	2.43	1.53	8	43	0.2
Kh-22-114/1	0.11	-	<2	4.72	54	531	1.7	<5	0.25	<1	6	13	8.7	3.11	2.47	10.3	12	0.25
Kh-22-117	0.03	-	<2	10.86	29	668	2	<5	0.26	<1	6	14	19.9	2.74	2.81	13.5	18	0.42
Kh-22-169	<0.01	<0.01	<2	8.55	47	636	1.6	<5	0.19	<1	7	11	5.7	4.55	2.42	13.5	24	0.17

Хавсралт.13-ын үргэлжлэл

Элемент	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Ti	V	W	Y	Zn	Zr
METHOD	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B	ICP40B
LDETECTION	2	1	0.01	1	0.01	2	0.01	5	0.5	10	0.5	0.01	2	10	0.5	1	0.5
UDETECTION	10000	10000	15	10000	15	10000	5	10000	10000	10000	10000	15	10000	10000	10000	10000	10000
UNITS	PPM	PPM	%	PPM	%	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
KH-19-44	67	2	5.78	3	<0.01	3	0.06	24	<0.5	<10	46.9	0.02	5	<10	1.1	9	5.5
KH-19-46	223	2	5.39	5	0.05	17	0.1	75	2.6	<10	95.4	0.24	36	<10	9.2	43	47.7
KH-20-07	467	<1	1.25	6	<0.01	3	<0.01	<5	2.7	<10	272	0.01	8	<10	1.2	26	9
KH-20-80	443	<1	2.23	2	0.01	17	<0.01	<5	1.1	<10	137	0.03	8	<10	2	40	5.4
KH-20-127	7027	<1	<0.01	10	0.07	52	<0.01	<5	2.2	<10	63.4	0.02	37	<10	4.2	48	11.1
KH-20-127/1	1003	<1	<0.01	13	0.03	18	<0.01	<5	1	<10	42.8	<0.01	26	<10	1.9	24	4.2
KH-20-60	>10000	<1	0.05	9	0.04	6	0.01	<5	1.2	<10	68.4	0.02	14	<10	6	14	5.2
Kh-22-114	236	<1	0.23	5	0.03	34	<0.01	28	2.5	<10	51.1	0.08	34	<10	7.2	53	31.5
Kh-22-114/1	536	<1	2.75	8	0.07	34	<0.01	7	4	<10	90.6	0.18	68	<10	5	65	71.2
Kh-22-117	182	<1	2.63	9	0.07	54	0.01	<5	5.7	<10	212	0.08	55	<10	4.5	56	76.9
Kh-22-169	774	<1	2.26	7	0.07	39	<0.01	8	5.4	<10	92.1	0.16	76	<10	6	83	78.6