

Байгууллагын бүртгэл:

Улсын бүртгэлийн дугаар:

Аравтын бүрэн ангилал:

Нууцлалын зэрэглэл: Б

Гэрээний дугаар: 2020/08

## ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ ГЕОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

### ХАНГАЙН ДҮҮРГИЙН ЦАХИУРЛАГ БОЛОН ТУНАМАЛ ЧУЛУУЛАГ ДАХЬ РАДИОЛЯРЫН СУДАЛГАА

Шинжлэх Ухааны Академийн

“ГРАНТ” төслийн тайлан

2020-2021 (1 жил)

**Төслийн удирдагч:** Т.Оюунчимэг /Доктор (Ph.D)/,

Эрдэм шинжилгээний Тэргүүлэх ажилтан, 86064064

[oyunchimegt@mas.ac.mn](mailto:oyunchimegt@mas.ac.mn)

**Төслийн үндсэн гүйцэтгэгч:** Д.Шарав /Магистр (MSc)/

Д.Эрдэнэчимэг /Магистр (MSc)/

Л.Булганзаяа /Магистр (MSc)/

**Санхүүжүүлэгч:** Шинжлэх Ухаан Технологийн сан

**Захиалагч:** Шинжлэх Ухааны Академи

**Тайлан өмчлөгч:** Шинжлэх Ухааны Академийн Геологийн хүрээлэн

Улаанбаатар хот  
2022 он

## ГАРЧИГ

ОРШИЛ.....	2
БҮЛЭГ 1. РАДИОЛЯРЫН ТУХАЙ.....	3
1.1. СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ.....	6
1.1.1. ХЭЭРИЙН СУДАЛГАА.....	6
1.1.2. ЛАБОРАТОРИЙН СУДАЛГАА.....	7
1.1.3. СУУРИН БОЛОВСРУУЛАЛТ.....	8
БҮЛЭГ 2. ХАРХОРИН ТЕРРЕЙН.....	9
2.1. ИХ БОЛОН БАГА ДЭЛ УУЛЫН ТАЛБАЙ.....	10
2.2. ХЯСААТХҮРЭН УУЛ ОРЧМЫН ТАЛБАЙ.....	14
2.3. ИХЭР УУЛ ОРЧМЫН ТАЛБАЙ.....	16
БҮЛЭГ 3. ЦЭЦЭРЛЭГ ТЕРРЕЙН.....	19
3.1. ШАРХӨТӨЛ ТАЛБАЙ.....	19
3.2. ЦОРОЙДОГ УУЛ ТАЛБАЙ.....	23
3.3. УЯНГА ТАЛБАЙ.....	27
БҮЛЭГ 4. ҮР ДҮН.....	31
ДҮГНЭЛТ.....	43
ТӨСЛИЙН ХҮРЭЭНД ХЭВЛҮҮЛСЭН.....	44
ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛҮҮД.....	44
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ.....	45
Хавсралт.....	49

## ОРШИЛ

Төслийн гол зорилго нь Хангайн дүүрэг (Цэцэрлэг, Хархорин террейн)-ийн хэмжээнд тархсан далайн ёроолын цахиурлаг, тунамал хурдас болох яшма, алевролит, элсэн чулуунаас радиоляр илрүүлэн тодорхойлоход оршино.

Хангайн дүүргийн хэмжээнд 1:200000-ны болон 1:50000-ны масштабын сэдэвчилсэн геологийн зураглалын ажлуудаар олон тооны геологийн нэгжүүд /формацууд/ ялгагдсан хэдий ч насыг тодорхойлох зорилгоор тэдгээр формацуудыг бүрдүүлэгч цахиурлаг, тунамал хурдсанд микропалеонтологийн буюу радиолярын судалгаа хангалттай хийгдээгүй байдаг. Цэцэрлэг террейний хэмжээнд 2017 оноос яшма болон тунамал чулуулагт агуулагдах радиолярын нарийвчилсан судалгаа хийгдэж эхэлсэн бөгөөд Хархорин террейний хэмжээнд радиоляр агуулагч яшмын петрохими, геохими, микропалеонтологийн судалгаа анх удаа хийгдэж байгаагаараа онцлогтой.

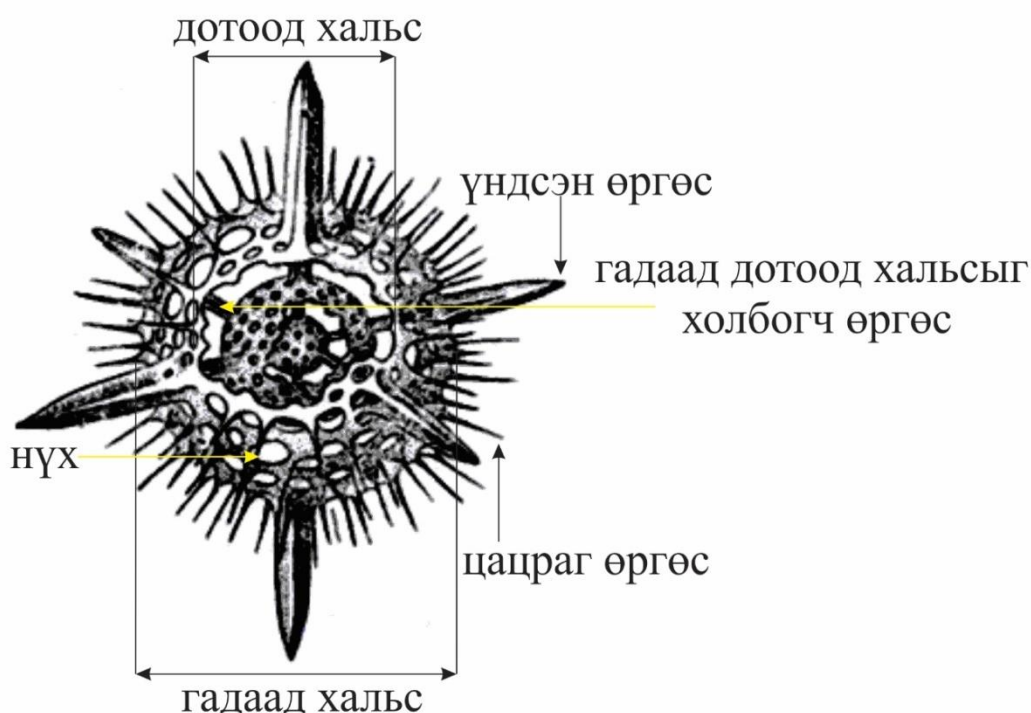
Тус хүрээлэнд 2016-2018 онд хэрэгжүүлсэн суурь судалгааны төслийн хүрээнд бий болсон үр дүнгүүдээр баяжуулан зэргэлдээх Хархорины бүс нутгийн радиолярын судалгааны ажлыг үргэлжлүүлэн судалснаар Хангайн дүүргийн эртний далайн плитийн стратиграфийн загварыг дэвшүүлэх, хурдас хуримтлалын интервалыг тодорхойлж байна.

Төслийн үр дүн нь 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.

Төслийн хүрээнд Цэцэрлэг аккрецийн террейний хэмжээн дэх палеозойн насны цахиурлаг- тунамал зузаалаг бүхий Цоройдог уул, Шархөтөл, Уянга 3 талбайг, харин Хархорин террейний хэмжээнд Дэл уул, Хясаатхүрэн, Ихэртолгой 3 талбай буюу нийтдээ 6 талбайг сонгон хээрийн болон суурин судалгааны ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн. 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 чулуун дээжүүдэд уусгалт хийн, фото зургуудыг авч, шинжилгээний үр дүнгүүдэд тайлалт хийн нэгтгэн боловсруулж, энэхүү тайланд талбай бүрээр тусгасан болно.

## БҮЛЭГ 1. РАДИОЛЯРЫН ТУХАЙ

Радиоляр нь халуун дулаан уур амьсгалтай бүсийн далай, тэнгисийн гадаргуу хэсэгт хөвж амьдардаг нэг эст (планктон) амьтан юм (Зураг 1). Биеийн хэмжээ нь 40 мкм (микромметр)-ээс 3 мм (миллиметр) хүртэл байх ба далайн, тэнгисийн усанд бөөн (колони)-өөр амьдардаг. Бүх төрлийн радиоляр аутоген бүрхүүлтэй бөгөөд энэ нь цитоплазмынхаа дотор байрладаг. Биеийн химийн найрлага 90-95% цахиурын исэл ( $\text{SiO}_2$ )- ээс тогтох ба бага зэрэг Mg, Ca, Al, Na агуулна. Гадаад хэлбэр дүрс нь цилиндр, конус, гурван өнцөгт, гексаэдр, додекаэдр байдаг бөгөөд гадаад хальс, дотоод хальс, гадаад дотоод хальсыг холбогч өргөс, үндсэн өргөс болон нүх сүв зэргээс бүрддэг. Их биеэс салаалсан олон цацрагтай бөгөөд уг цацрагийн тусламжтай янз бүрийн хөвөгч амьтан инфузори, тинтинид, хясааны авгалдай гэх мэт микроорганизм болон ургамлын үлдэгдлийг шүүж хооллодог. Нэг грамм хуурай тунадаснаас 10-100 ширхэг радиолярын бүтэн хавтас илрэх боломжтой ба чулуулгийн 50 ба түүнээс дээш хувийг эзэлдэг байна.

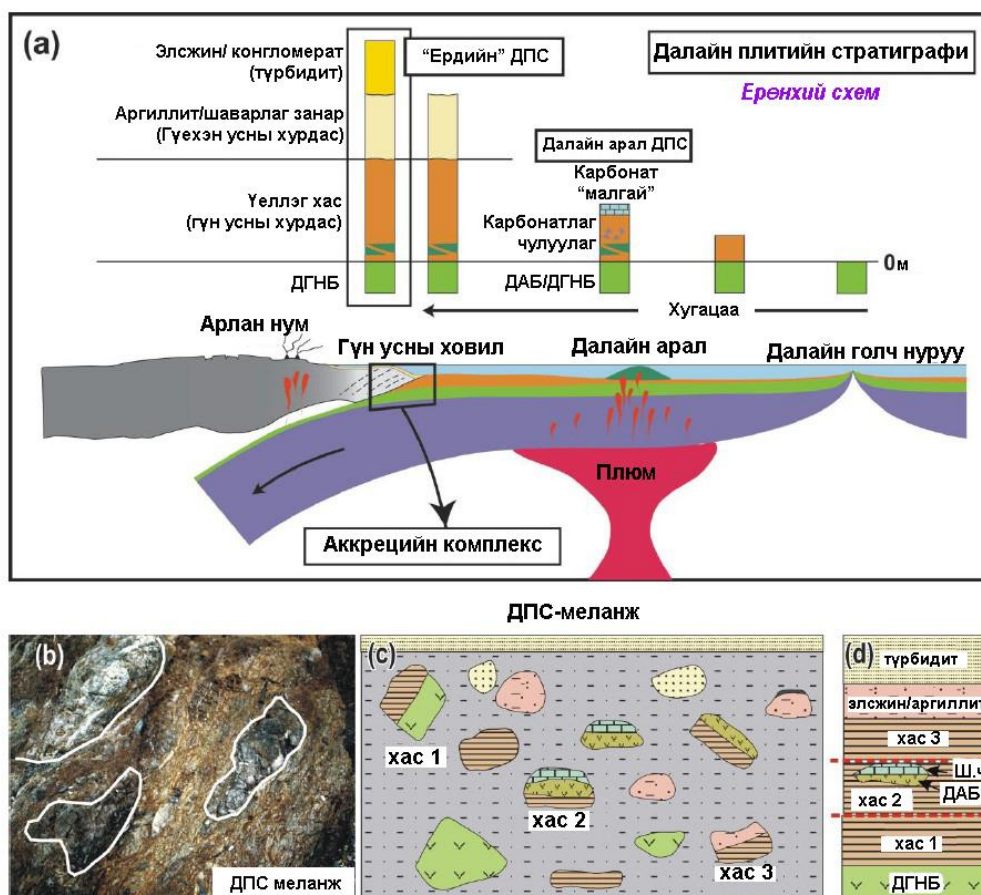


Зураг 1. Радиолярын биеийн бүтэц

**Стратиграфийн ач холбогдол:** Радиоляр нь кембригээс одоог хүртэл амьдарч байгаа бөгөөд чулуулгийн насыг тогтоох, ангилах, эх газар, далай, тэнгисийн тунамал хурдасны өргөн харьцуулалт хийхэд ашиглах болсон.

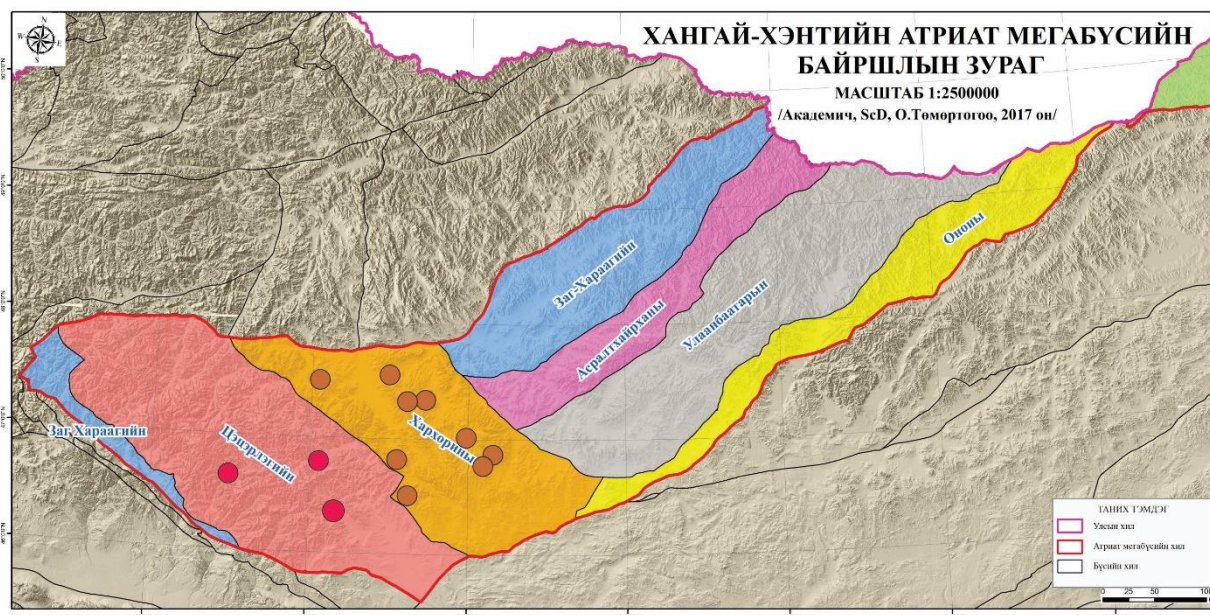
Японы судлаачид аккрецийн комплексуудыг биостратиграфийн микропалеонтологийн аргаар маш сайн судалж “далайн плитийн стратиграфи” гэдэг онол боловсруулан дэлхий нийтэд түгээн дэлгэрүүлсэн байдаг (Izosaki et al., 1990; Matsuda & Izosaki, 1991; Izosaki, 1996).

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 2).



Зураг 2. Далайн плитийн стратиграфи болон аккрецийн комплекс хэлбэржих ерөнхий загвар (Safonova et al., 2015).

Монгол оронд Хангай- Хэнтийн бүсийн цахиурлаг хурдаснаас радиоляр анх олдсон байдаг. Төрөл бүрийн масштабын геологийн зураглалын ажлуудаар 1976 онд Д.Чулууны девоны хурдасны радиоляр, 1986 онд С.Гүрцоо нар бүлэгчилсэн зураглалын ажлаар Хангайн нуруунд тархалттай Эрдэнэцогт формацын яшмын үеэс олдсон девоны радиоляр, 1988 онд Д.Баадай, 2004 онд Б.Доржсүрэн нарын Мандалын серийн хурдсын яшма-кварцитын үенд агуулагдаж буй радиолярын судалгаа хийгдсэн байдаг. 1997 онд Н.Ичинноров Японы судлаачидтай хамтран Эрдэнэцогт формацын яшмын үенд илэрсэн девоны конодонтын судалгааг хийн өөрсдөө судлах боломжийг нээснээс хойш 2009 онд Курихара нар ШУТИС-ийн багш нарын хамт Сэргэлэн, Горхи формацуудын хэмжээнд силур, девоны настай радиоляр, 2017 оноос 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 (Зураг 3).



Зураг 3. Хангайн дүүргийн хэмжээнд илэрсэн радиолярын байршил. Ягаан дугуй цэг- Цэцэрлэг террейн, улбар шар цэг- Хархорины бүсээс илэрсэн радиолярын цэгийн байршил

2006 оноос Японы Нагояа их сургууль болон ШУТИС-ийн багш, судлаачдын хамтарсан Хан-Хэн экспедиц Улаанбаатар террейний Горхи формацын яшмын үеэс радиоляр, конодонт илрүүлэн судалсанаар Монгол оронд орчин үеийн радиолярын судалгааны арга аргачлал нэвтэрсэн гэж үзэж болно.



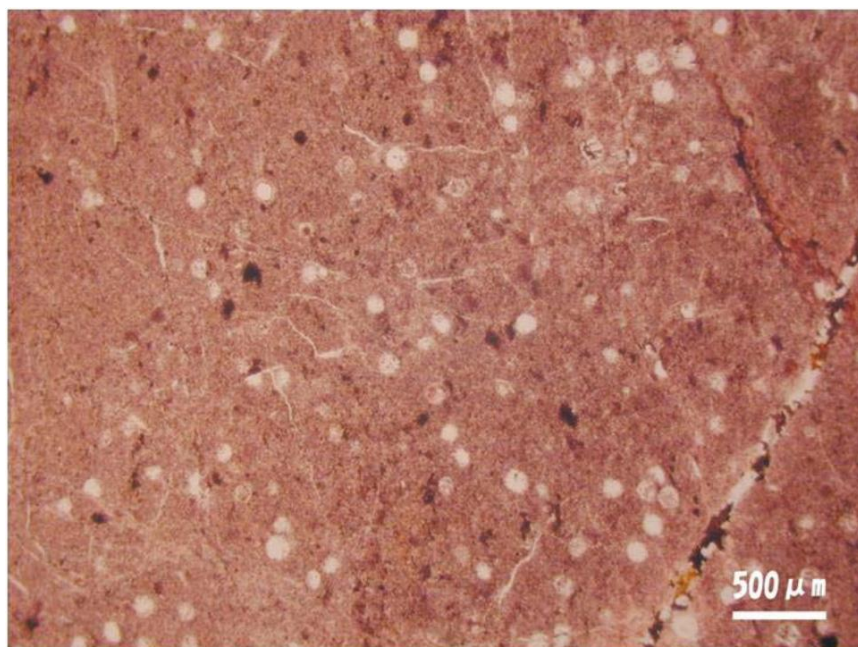
## 1.1. СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ

Төслийн хүрээнд Цэцэрлэг аккрецийн террейний хэмжээнд 3, Хархорины аккрецийн террейний хэмжээнд 3 талбайг сонгон ажиллаж, тэдгээр талбайнуудаас дээжилсэн яшмын дээжүүдийг хайлуурын хүчил (HF)-д уусган радиоляр илрүүлэн тодорхойлсон.

### 1.1.1. ХЭЭРИЙН СУДАЛГАА

Хээрийн судалгааны үед литостратиграфийн нэгжүүдийн хил зааг болон тархалтыг тогтоох, шалгах зорилготой 1:200000-ны ба 1:50000-ны масштабтай геологийн зураг, агаар сансрын зургийн тайлалт ашиглан маршрутаа төлөвлөж, яшма тархсан хэсгүүдийг сонгон авч, геологийн маршрут хийн, зүсэлтийн дагуу ажиглалтын цэгүүд авч, цэг бүрт координатыг тэмдэглэн, чулуулгийн бичиглэл үйлдэж, дээжийн болон литологийн шинжийг харуулсан фото зургуудаар баримтжуулсан болно.

Хээрийн судалгааны явцад радиоляр агуулсан яшмын үеийг олж дээжлэлт хийх нь чухал байдаг бөгөөд яшмын үеийг луп (томруулдаг шил)-ээр харахад 0.5мм-ээс жижиг хэмжээтэй бөөрөнхий цагаан цэгүүд маш олон харагдаж байвал тухайн үе радиоляр агуулж буйг илэрхийлдэг (Зураг 4).



Зураг 4. Луп /томруулдаг шил/-д радиоляр харагдах байдал

Мөн радиоляр нь зөвхөн улаан хүрэн яшмад агуулагддаггүй бөгөөд хар, хөх, ногоон, цайвар саарал, бор, цагаан зэрэг өнгийн яшма, хар саарал, хөх саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, аргиллит, туф зарим тохиолдолд шохойн чулуу, элсэн чулуу, доломит, гравелит, бүх төрлийн конкрецоос илэрдэг.

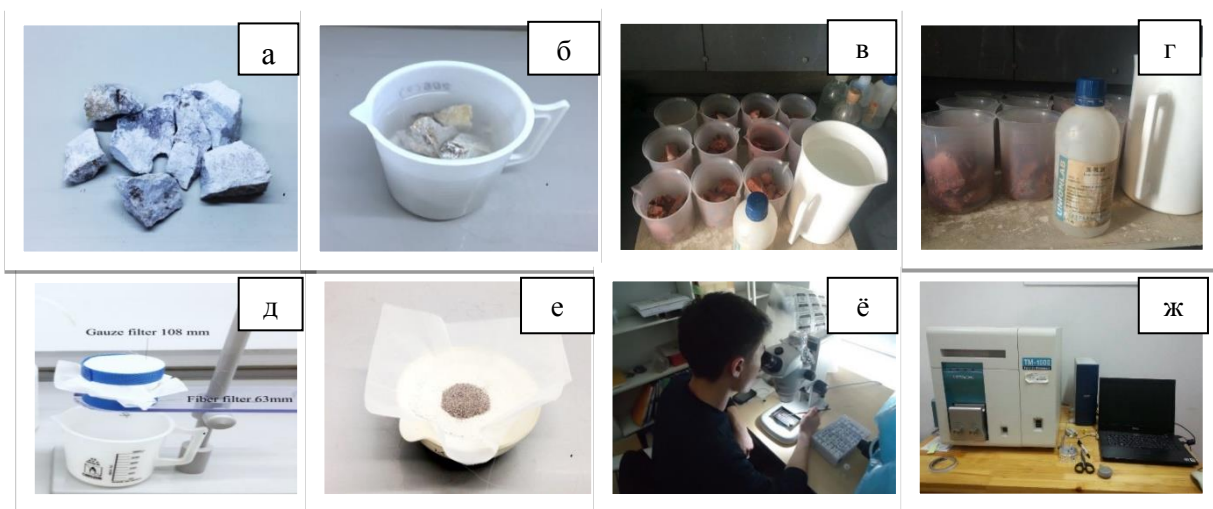
### 1.1.2. ЛАБОРАТОРИЙН СУДАЛГАА

ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн Петрографийн лабораторид чулуун дээжийг уусган, радиоляр илрүүлэн түүж тодорхойлов.

Чулуун дээжийг уусгахдаа:

- Дээжээ 2-3 см хүртэл хэмжээтэй буюу ойролцоогоор шүдэнзний хайрцагны хэмжээтэй болтол жижиглэнэ (Зураг 5а).
- Дээж уусгах саваа сайтар угааж цэвэрлэнэ.
- Цэвэрлэсэн савандаа дээжээ хийнэ (Зураг 5б).
- 3-5%-ийн хайлуурын хүчил бэлтгэнэ (100гр усанд 3-5% хүчил гэж тооцно) (Зураг 5в).
- Савтай чулуун дээрээ чулууг далд ортол уусмалаа хийж 24 цаг тусгай зориулалтын шүүгээнд байлгана (Зураг 5г).
- Сайтар цэвэрлэсэн саванд  $\text{CaCO}_3$ -ийг нунтаг байдлаар хийж бэлтгэнэ.
- Бэлтгэсэн  $\text{CaCO}_3$  бүхий савтай бэлдэц дээрээ хүчилээр уусгасан чулуун дээжийн хүчил бүхий уусмалыг хийж саармагжуулах ба PH-ийг 5.5-6 болтол буюу 5-6 удаа усаар зайлж асгана (Зураг 5д).
- Чулуун дээжийн ёроолд тунасан радиоляр болон чулуулгийн жижиг хэмхдэсийг 63  $\mu\text{m}$  хэмжээтэй торон дээр шүүж авна (Зураг 5е).
- 30-40 минут хатаасны дараа жижиг хэмжээний саванд хийн дээж бэлэн болно.
- Уусгаж авсан дээжүүдийг Nikon-SMZ-745T электрон микроскоп ашиглан радиоляруудыг түүсэн (Зураг 5ё).
- SEM TM1000 төхөөрөмж ашиглан радиолярын зураг авсан (Зураг 5ж)





Зураг 5. Дээж боловсруулах арга, аргачлал

### 1.1.3. СУУРИН БОЛОВСРУУЛАЛТ

Лабораторийн ажлаар илрүүлсэн радиолярын биеийн морфологуудад хэмжилт хийн, олон улсад хэвлэгдсэн мэргэжлийн сэтгүүл, ном зэргийг ашиглан харьцуулах аргаар тодорхойлдог. Ингэхдээ радиолярын биеийн морфологууд (өргөсний суурийн диаметр, нүх сүвийн диаметр, гадаад хальсны диаметр) дээр хэмжилтүүд хийж ижил хэмжээ, морфологитой адилтган тодорхойлолт хийдэг. ШУТИС-ийн дэргэдэх Хээрийн судалгааны төвд сканин электрон микроскопын (SEM) зураг авах ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн.

Цахиурлаг чулуулгийн 30 орчим дээжийг магадлан итгэмжлэгдсэн “Эс Жи Эс Монгол” ХХК лабораторид чулуулаг бүрдүүлэгч ислүүд ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ )-ийг рентгенфлуоресценцийн анализын арга (XRF), ховор элементүүд (La-Lu; LILE-том ионт литофиль элементүүд; HFSE-өндөр цэнэгтэй элементүүд)-ийг масс спектрометрийн (ICP-MS) аргаар стандарт арга аргачлалын дагуу боловсруулан, тайлалт хийлээ.

## БҮЛЭГ 2. ХАРХОРИН ТЕРРЕЙН

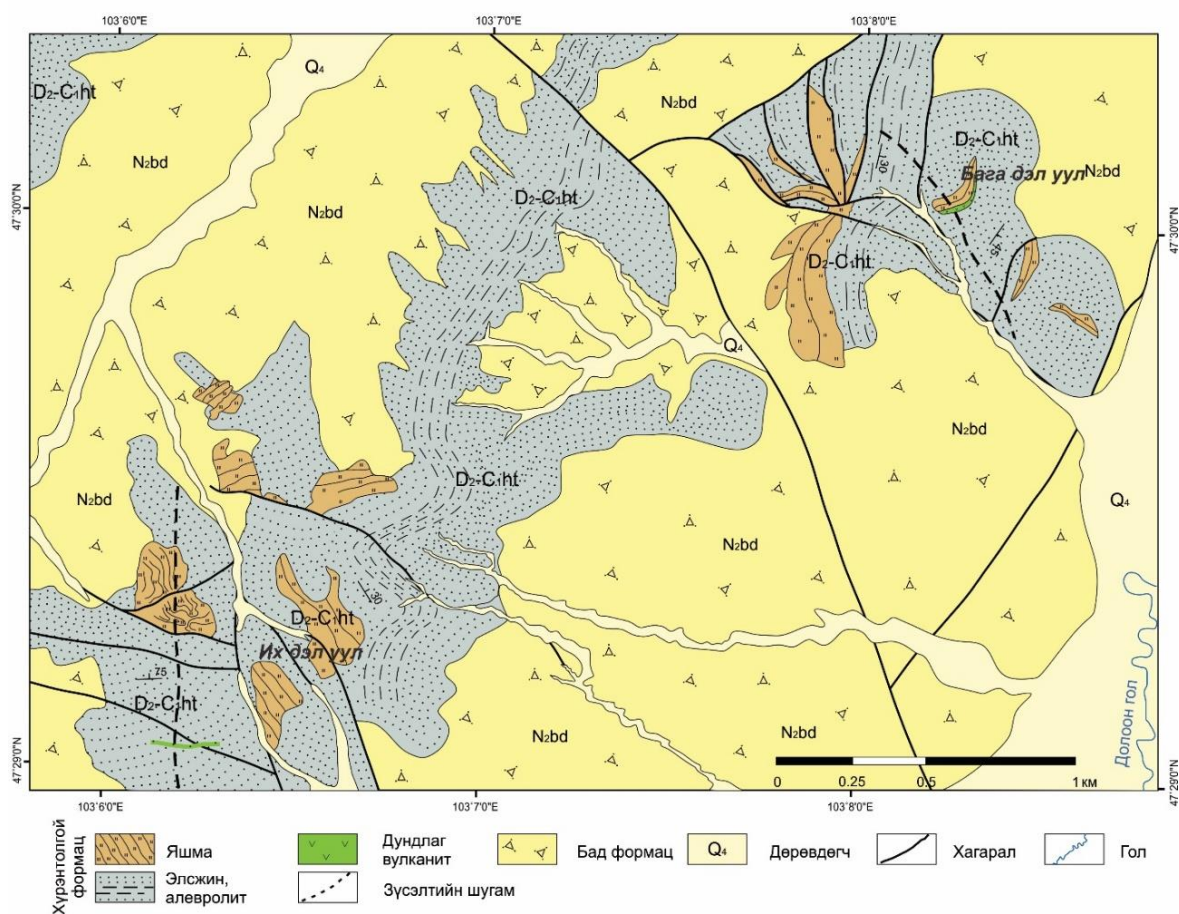
Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны төв хэсэгт орших Хархорин террейн нь (Зураг 3) Төв Монголын супертеррейнээс Тариат-Баянголын, Асралтхайрханы террейнээс Бадынголын, Улаанбаатарын террейнээс Туулын, Цэцэрлэгийн террейнээс Хархорины хагарлуудаар зааглагддаг бөгөөд баруун хойш сунасан атираат тогтоц юм (Төмөртогоо, 2002). Хархорины өргөгдөл нь ерөнхийдөө баруун хойш чиглэлд сунасан структуртай, харьцангуй эртний настай элсэн чулуу-занараас, харин синклиноори нь голчлон карбоны тунамал хурдсаас тогтсон гэж үзсэн байдаг (Геология МНР, 1973; Тектоника МНР, 1974). 1990 оноос хойш “террейний задлал”-ын аргачлалаар турбидит террейн (Badarch et al., 2002), субдукцтай холбоотой аккрецийн террейнээр тайлбарлах болсон (Зоненшайн и др., 1990; Sengor & Natal'in, 1993; Zorin et al., 1999, Төмөртогоо, 2008). Уг террейний баруун хойд хэсгийн палеозойн хурдас чулуулгийг дунд ордовик-силурын настай Хархорин групп буюу Хотонт, Мөнгөнцээж, Яшил формацууд; Тарна групп буюу дунд девоны настай Хүрэнтолгой, дээд девоны настай Цүүгэл, доод карбоны настай Жонштолгой формацуудад ялгасан байдаг (Төмөрчөдөр нар., 6165Ф). Террейний хэмжээнд 1:50000, 1:200000-ны зураглал, ерөнхий эрлийн ажил харьцангуй сайн гүйцэтгэгдсэн хэдий ч үнэмлэхүй болон харьцангуй нас, геологийн нарийвчилсан судалгааны ажлууд дутмаг хийгджээ.

Бид бүсийн хэмжээнд зураглагдсан ордовик-силурын болон хожуу палеозойн настай формацуудын нас, найрлагын асуудлуудыг цувралаар хэвлүүлж байгаа бөгөөд энэхүү төслийн хүрээнд дунд девоны настай Хүрэнтолгой формацын хурдсанд микропалеонтологийн судалгааг цогцоор хийсэн болно.

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. Бид тектоник дүүрэгчлэлээр Хангайн дүүрэгт ялгагдах Цэцэрлэг, Хархорин террейнүүдийн хэмжээнд тус бүр 3 судалгааны талбайг сонгон, уг талбайд тархалттай улаан хүрэн, ногоон саарал, ягаан, цайвар саарал зэрэг олон өнгийн яшмын болон цахиурлаг алевролитын петрографи, петрохими, геохимийн судалгааг явуулж, тайлалт хийн, тэдгээрийн хуримтлалын орчныг тодорхойлоод зогсохгүй микропалеонтологийн судалгааны үр дүнд насны асуудлуудыг цогцоор шийдвэрлэхийг анх удаа зорьсон юм.

## 2.1. ИХ БОЛОН БАГА ДЭЛ УУЛЫН ТАЛБАЙ

Хархорин террейний зүүн хойд, Орхоны хөндийн зүүн хэсгийн Тарна группээр зураглагдсан талбайд аккрецийн комплекс анх удаа ялган, насны доод хязгаарыг тогтоох зорилгоор Их болон Бага Дэл уулын орчимд зүсэлтүүд хийн, яшмын үеэс радиоляр илрүүлэн тодорхойлов (Зураг 6). Уг талбайг анх 1974 онд Баадай нар (2215Ф) 1:200000-ны масштабтай зураглалын ажил гүйцэтгэж доод карбоны Өрмөгтэй (C<sub>1ur</sub>) формацаар зураглаж, хожим Төмөрчөдөр нар (6165Ф) 1:50000-ны масштабын зураглал, ерөнхий эрлийн ажлыг гүйцэтгэж дунд девоны Хүрэнтолгой (D<sub>2ht</sub>) формацад ангилж дотор нь цахиурлаг-вулканоген-тунамал дээд мэмбэр, элсэн чулууны доод мэмбэрүүдэд ялгасан байдаг (Зураг 76). Хүрэнтолгой формацыг Цэцэрлэг террейний доод-дунд девоны настай Эрдэнэцогт, Улаанбаатар террейний доод-дунд девоны настай Горхи формацын хурдастай литологийн найрлага болон структур, давхаргазүйн байрлалаар дүйж байгааг үндэслэн ялгасан байдаг (Төмөрчөдөр нар., 6165Ф) бөгөөд бид формацын нэрийг хэвээр үлдээж, насны асуудалд өөрчлөлт оруулсан болно.



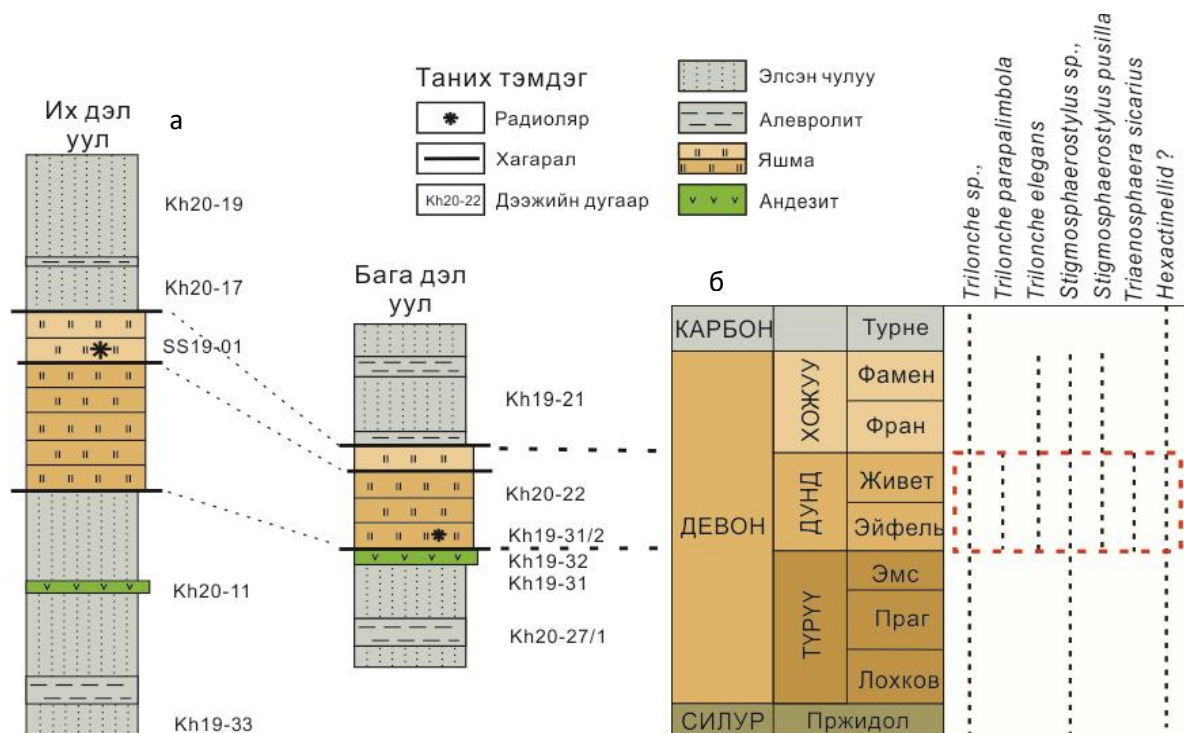
Зураг 6. Их болон Бага Дэл уул орчмын геологийн зураг

Хээрийн судалгааны ажлаар өмнө нь Хүрэнтолгой формацаар зураглагдсан Их болон Бага Дэл уулын литологийн найрлага, дотоод бүтцийг тодруулах зорилгоор хэсэгчилсэн зүсэлтүүд хийлээ (Зураг 7а).

Их Дэл уулийн зүсэлт:

1. Бор ногоон өнгийн дунд ширхэгтэй 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 (Зураг 8б, в)..... 70м
7. Улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшма (Зураг 8в)..... 20м
8. Бор ногоон өнгийн дунд ширхэгтэй элсэн чулуу..... 20м
9. Хар саарал алевролитийн нарийн үе агуулсан элсэн чулуу..... 15м
10. Бор шаргал өнгийн элсэн чулуу..... 150м

Нийт зузаан 709 м



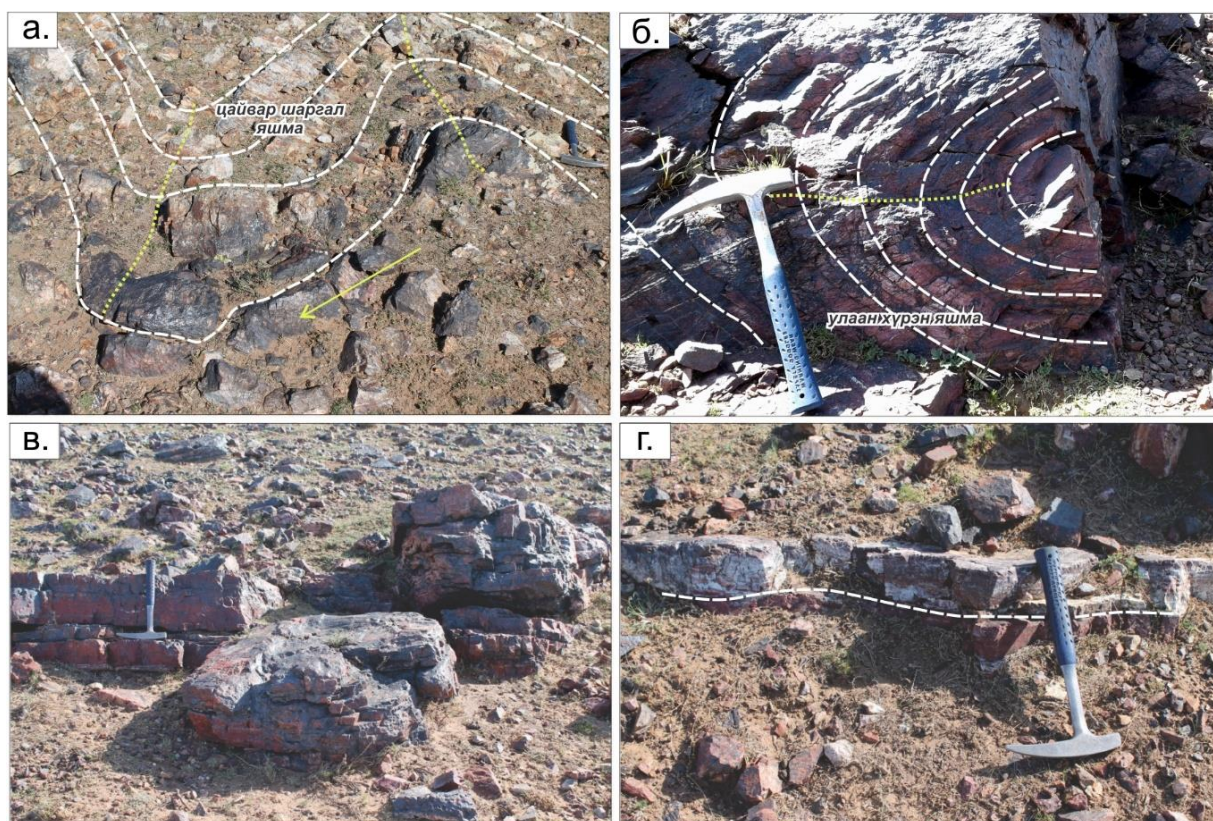
Зураг 7. а. Их, Бага Дэл уулын хэсэгчилсэн зүсэлт, б. Радиолярын босоо тархалт.



Бага Дэл уулийн зүсэлт:

1. Бор ногоон өнгийн дунд ширхэгтэй 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 (Зураг 8а)..... 40м
6. Улаан хүрэн өнгийн яшма (Зураг 8г)..... 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



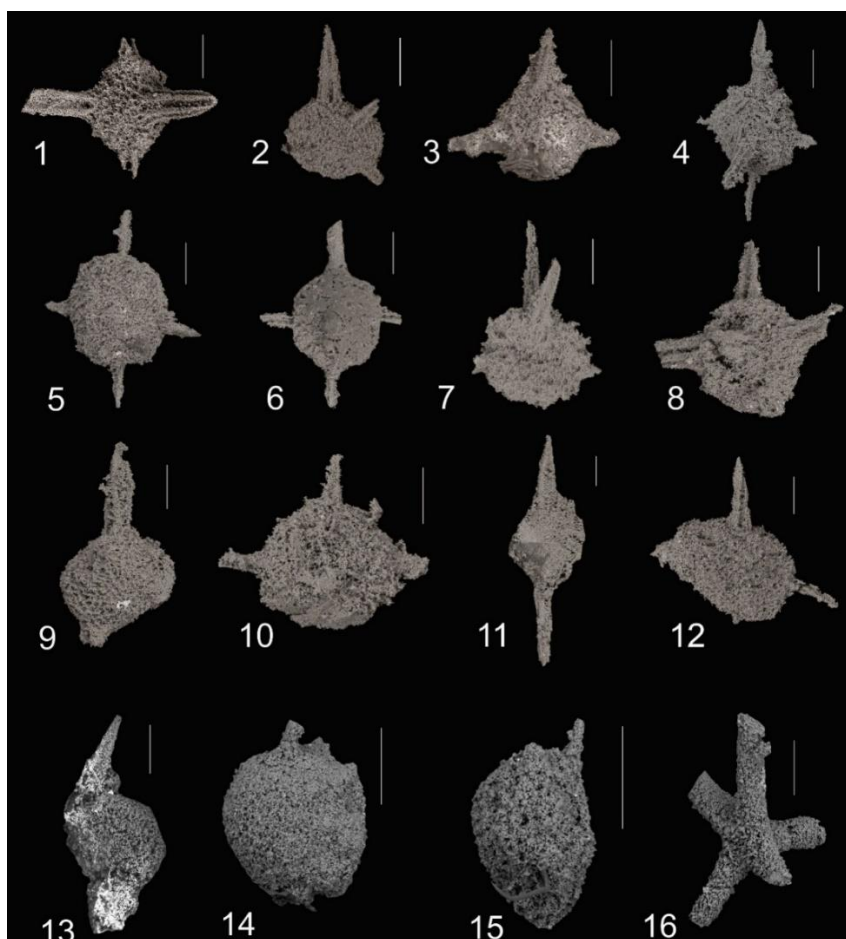
Зураг 8. Дэл уулын гаршийн зураг. а. - атираажилтанд автсан цайвар саарал болон төмөр марганцийн исэлд нэвчигдсэн хар өнгийн цул яшма, б. улаан хүрэн яшмын атирааны тэнхлэг, в. төмөр марганцийн исэлд нэвчигдсэн хар хүрэн өнгийн үеллэг яшма, г. радиоляр агуулагч хүрэн улаан өнгийн үеллэг яшма



### Микропалеонтологийн судалгаа

Их Дэл уулын зүсэлтийн Kh-19-31/2 дээжээс *Trilonche parapalimbola*, *Triaenosphaera 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 9).

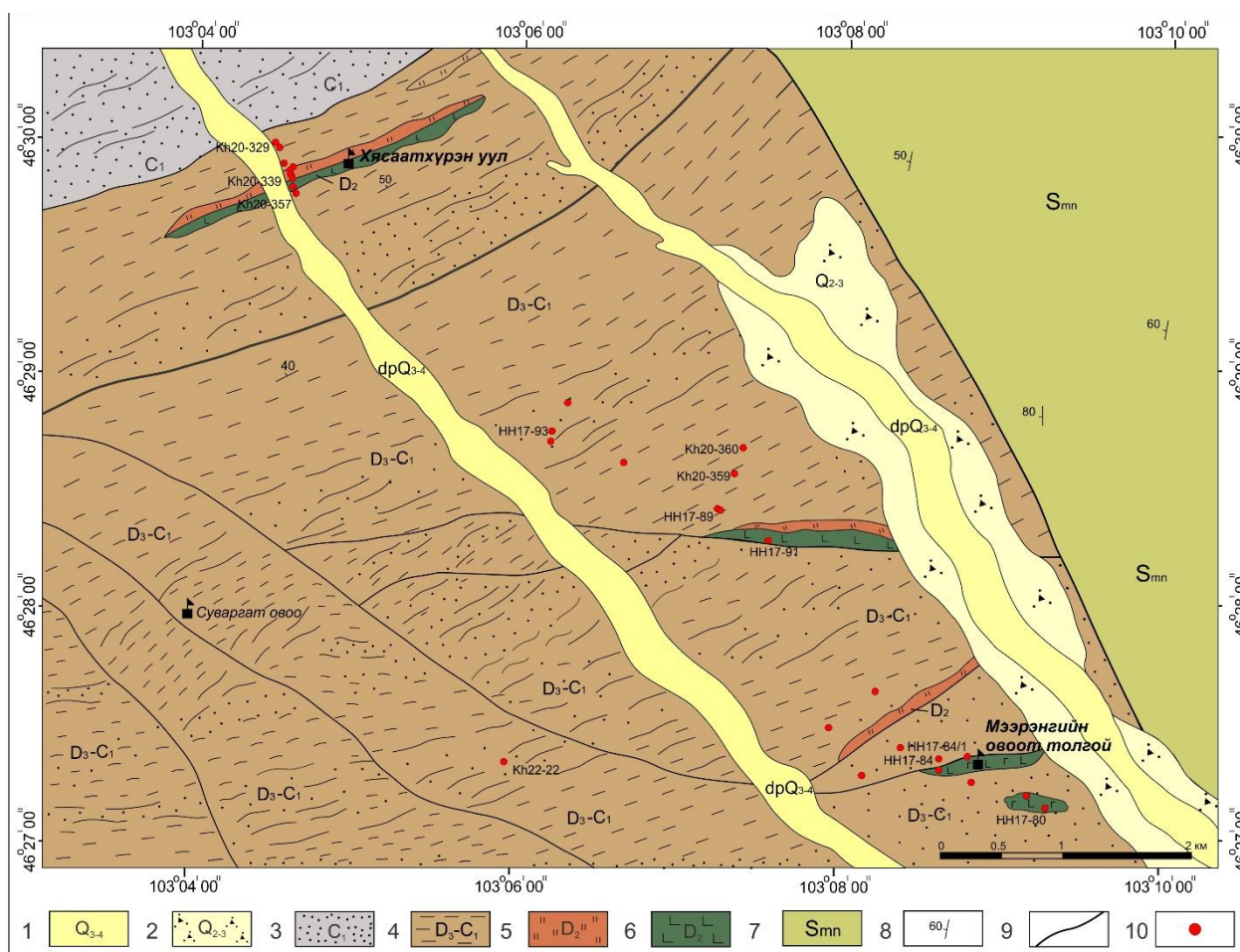
Хархорины террейний багахан хэсэг болох Их, Бага Дэл уулын зүсэлтүүдээс илэрсэн радиолярын үлдэгдлүүд дунд девоны насыг зааж байгаа нь тухайн далайн суурийн нэг хэсгийг илэрхийлэхээс гадна уг террейний хэмжээнд радиолярын нарийвчилсан судалгааг явуулахад насны өргөн интервал илрэх боломжтой юм.



Зураг 9. Дэл уулын зүсэлтээс илэрсэн радиоляруудын SEM зураг. Бүх шугаман масштаб 100  $\mu\text{m}$ . 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 - *stigmosphaerostylus pusilla* D2, 11-*Stigmosphaerostylus sp.*, 12-*Trilonche sp. aff Trilonche elegans* (Hinde), 13-15 *Trilonche sp.*, 16-*Hexactinellid* ?

## 2.2. ХЯСААТХҮРЭН УУЛ ОРЧМЫН ТАЛБАЙ

Судалгааны талбай нь Хархорин террейны өмнөт 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 бүрдлийг 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).



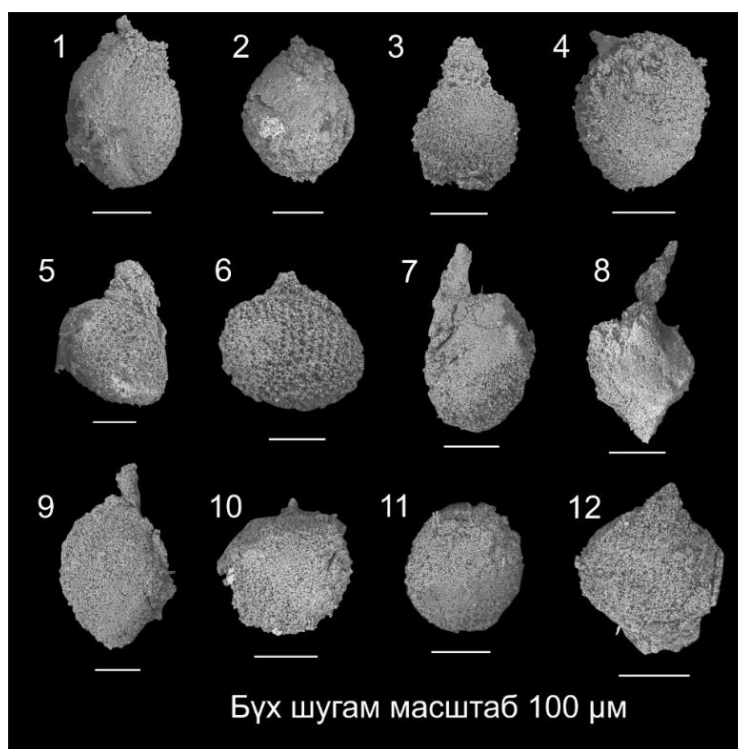
Зураг 10. Хясаатхүрэн уул орчмын геологийн бүдүүвч зураг. 1-2- дөрөвдөгчийн хурдас, 3-хар саарал, ногоон саарал өнгийн жижиг ширхэгт элсэн чулуу, алевролит, 4-хар өнгийн алевролит, цахиурлаг алевролит 5-хүрэн, улаан хүрэн, цайвар ногоон, саарал өнгийн яшма, яшма-кварцит, 6-базальт, андезибазальт, габброид, брекчи, туф, 7-амфиболит, хлоритот болон биотитот занар, 8-байрлалын элемент, 9-хагарал, 10-дээжлэлтийн цэгүүд

Иймээс бид нас, найрлагын асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор хээрийн болон суурин судалгааны ажлыг хийсний үр дүнд Цэцэрлэг болон Хархорины террейнүүдийн уулзвар хэсэг болох Хясаатхүрэн уул орчимд цахиурлаг-вулканоген-терриген аккрецийн комплексыг илрүүлэн микропалеонтологийн судалгааны үр дүнг нэгтгэн оруулж байна. Энэхүү талбай нь литологийн хувьд хамгийн доор нь офиолит эвшлийн тасархай пиллоу лаав, далайн арлын базальт, андезибазальтын туф, базальт-яшмын брекчи, меланж, ягаавтар- хар саарал өнгийн яшма-кварцит, далайн ёроолын ягаан, хүрэн, улаан хүрэн, цайвар ногоон өнгийн яшма, занаржсан цахиурлаг болон хар алевролитын үеүд, магмын нумын элэгдлээс үүссэн терриген хурдас бүхий аккрецийн комплексыг илрүүлэв (Зураг 10).

### **Микропалеонтологийн судалгаа**

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 дээжнээс *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 (Зураг 11).

- *Trilonche* sp., 100-150  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$  хэмжээтэй их бие, их биеэс салаалсан үндсэн өргөсүүдтэй, их биеийн гадаргууд нүх сүвтэй байдгаар онцлог. Үндсэн өргөсүүдийн суурийн диаметр 30  $\mu\text{m}$  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  $\mu\text{m}$ . 15-20  $\mu\text{m}$ , 25-30  $\mu\text{m}$  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).



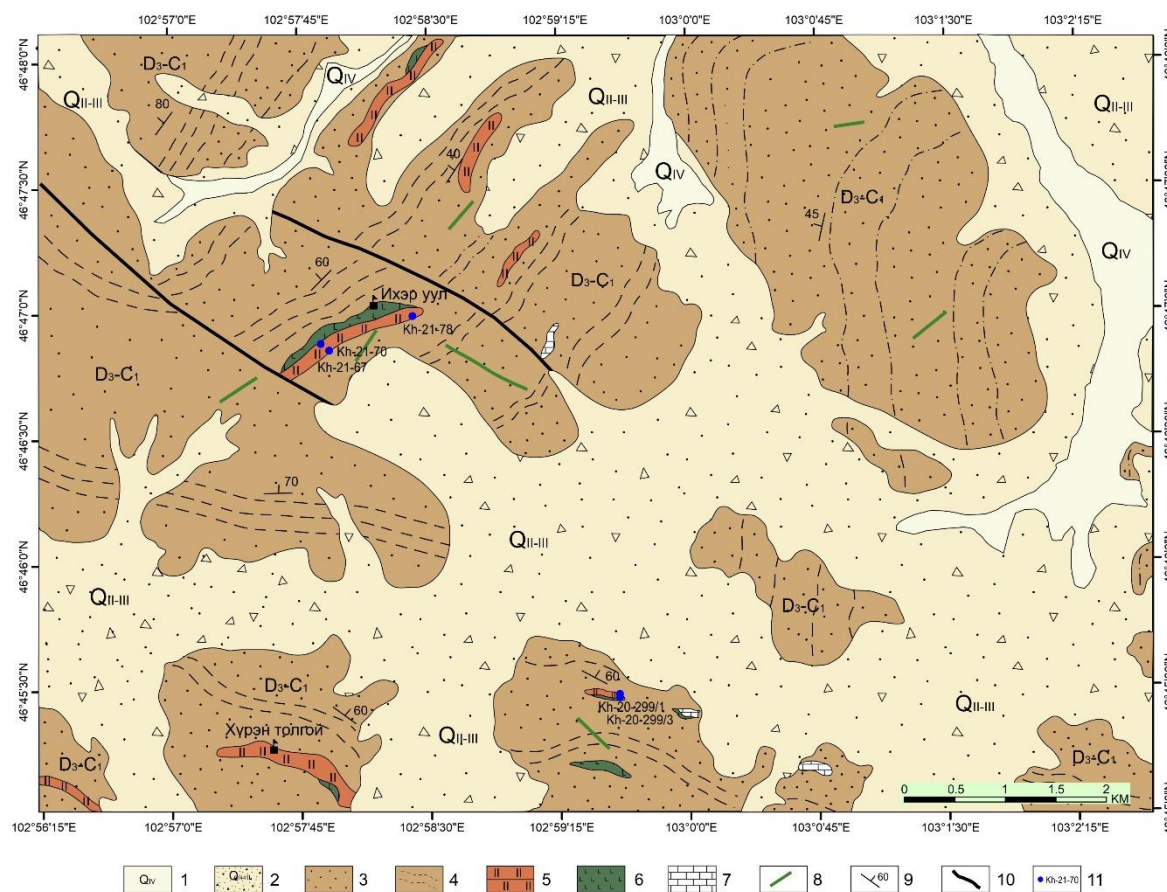
Зураг 11. Радиолярын SEM зураг. 1 – 4 *Pseudospongoprunum* ? sp., Noble 1994, 5 – 6 *Trilonche parapalimbola* Wang et al., 2003, 7 – 9 *Trilonche euthlasta*, Hinde 1899, 10 – 12 *Trilonche* sp., Hinde 1899.

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

### 2.3. ИХЭР УУЛ ОРЧМЫН ТАЛБАЙ

Хархорины бүсийн баруун хойд хэсэгт байрлах Ихэр уул орчмын 2 талбайд хээрийн судалгаа, ажиглалт, хурдас чулуулагт бүрэн зүсэлт хийснээр аккрецийн комплексыг шинээр ялган, зураглав (Зураг 12). 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 байдаг (Гансүх нар, 4946Ф).





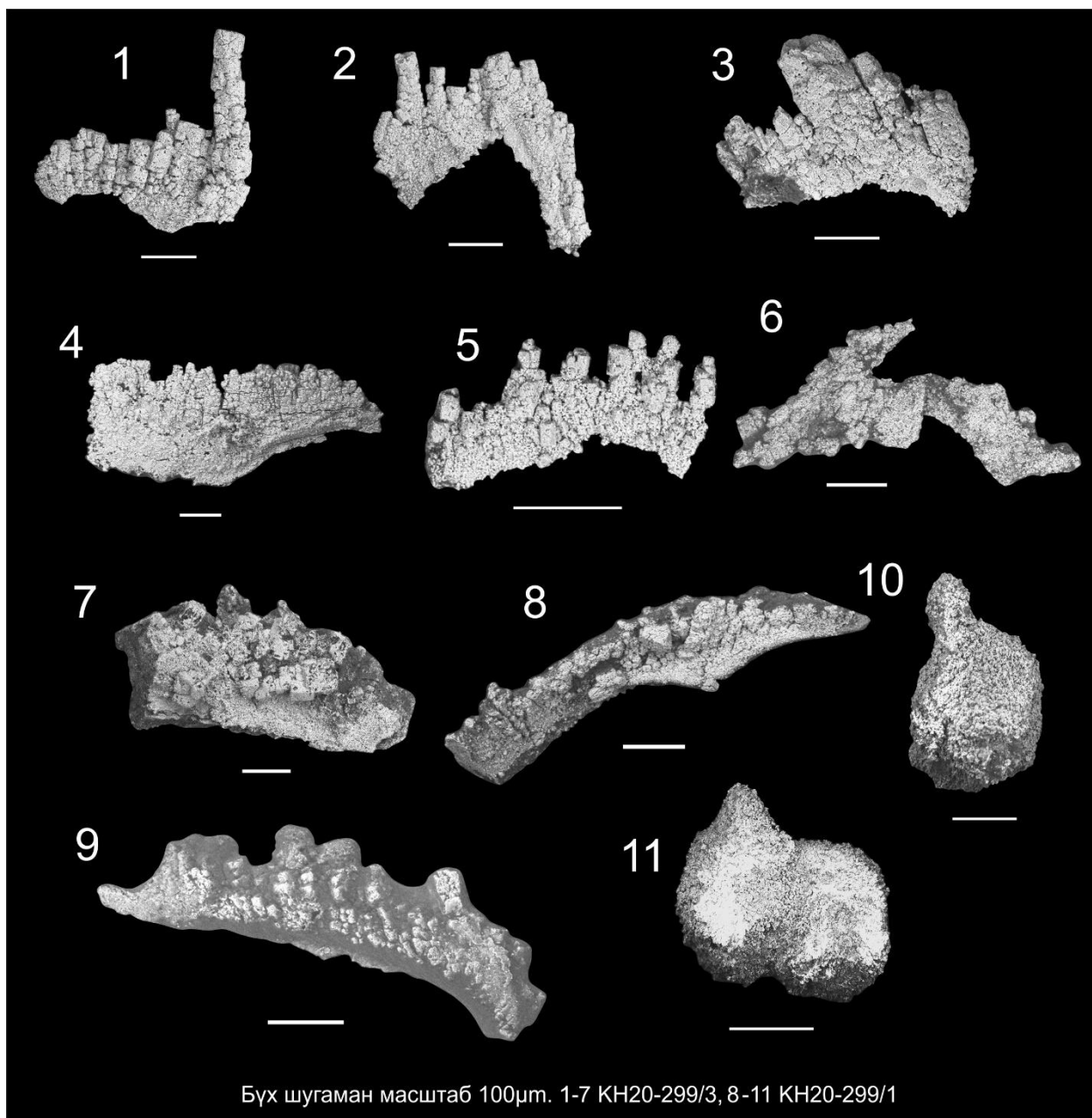
Зураг 12. Ихэр уул орчмын геологийн зураг. 1-2- дөрөвдөгчийн хурдас, 3- бор, ногоон саарал өнгийн элсэн чулуу, 4- хар өнгийн алевролит, цахиурлаг алевролит, 5- хүрэн, улаан хүрэн, цайвар ногоон, саарал өнгийн яшма, яшма-кварцит, 6- базальт, андезибазальт, брекчи, туф, 7- шохойн чулуу, 8- дундлаг, суурилаг вулканитын дэл, 9- байрлалын элемент, 10- хагарал, 11- дээжлэлтийн цэгүүд

Бидний судалгаагаар талбайн хэмжээнд саарал өнгийн кварцит, ногоон, ногоон саарал өнгийн базальт, занаржсан базальт, цайвар ногоон, үеллэг цайвар саарал, боровтор саарал болон хүрэн улаан өнгийн яшма, шохойн чулууны линз, үеүд, хар болон цахиурлаг алевролит, дундлаг болон суурилаг найрлагатай вулканитын дэлүүд агуулсан бор, ногоон саарал өнгийн жижиг-дунд ширхэгт элсэн чулууны зузаан үеүд илэрдэг онцлогтой (Зураг 32 а, в, д).

### Микропалеонтологийн судалгаа

Бидний дээжилсэн Kh-20-299/1 яшмаас дээд девоны настай радиоляр болон Kh-20-299/3 дээд силурын настай конодонтын үлдвэрүүд тодорхойлогдов (Зураг 13).





Бүх шугаман масштаб 100µm. 1-7 KH20-299/3, 8-11 KH20-299/1

Зураг 13. Ихэр уул орчмоос илэрсэн радиоляр конодонтын SEM (Scanning electron microscope) зураг. 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., Myller 1956. Дээд девон

10, 11 – *Trilonche* sp., Hinde 1899. Дээд девон

### **БҮЛЭГ 3. ЦЭЦЭРЛЭГ ТЕРРЕЙН**

Цэцэрлэг террейн нь баруун өмнө талаараа Галуутын хагарлаар Заг террейн болон Байдрагийн өргөгдлөөс, зүүн хойд талаараа Хархорины хагарлаар Улаанбаатарын болон Хархорины террейнүүдээс, зүүн өмнөд талаар Монголын Голч Тектоник Шугаман хагарлаар Өмнөд Монголын атриат мужаас тус тус зааглагдана (Төмөртоогоо, 2002) (Зураг 3). Уг террейнийг О.Төмөртоогоо (2008) А-төрлийн аккрецийн комплекст ангилах үндэслэлийг гаргасан бөгөөд “Далайн плитийн стратиграфи”-ийн зарим стратотип зүсэлтүүдтэй дүйцдэг бүрдлүүд нь янз бүрийн хэмжээтэй тектоник ялтасууд агуулдаг болохыг тогтоосон байдаг (Kurihara et al., 2009; Төмөртоогоо, 2012). Цэцэрлэг террейн нь дунд силур-дээд девоны базальт, яшма, яшма-кварцит, кварцитууд бүхий Эрдэнэцогт формац, дээд девон-доод карбоны радиоляр агуулсан хар саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хөх саарал өнгийн жижиг-дунд ширхэгтэй элсэн чулуу бүхий Цэцэрлэг формац, доод карбоны бор ногоон, ногоон саарал өнгийн дунд-том ширхэгтэй элсэн чулуу, гравелит багаар алевролитын үе бүхий Жаргалант формац, доод-дээд карбоны ногоон саарал өнгийн цахиурлаг, шаварлаг занар, багаар хөх саарал өнгийн ритмлэг алевроэлсэн чулуу бүхий Цоройдог формацын зузаалгуудаас бүрддэг (Геология МНР, 1973; Тектоника МНР, 1974; Тогтох и др., 1986, 3912Ф; Төмөрчөдөр нар., 1990, 4415Ф; Гүрцоо нар., 1990, 4417Ф; Баярсайхан нар., 1990, 4421Ф; Лхүндэв нар., 1994, 4756Ф; Оюунчимэг нар., 2018).

Харин Далайн плитийн стратиграфийн судалгаа эрчимтэй хөгжиж буй орчин үед эртний далайн стратиграфийг судлах гол арга болох радиолярын судалгааны арга аргачлалыг нутагшуулах боломж бүрдэж байгаа бөгөөд Цэцэрлэг террейн хэмжээнд 3 талбайг сонгон авч дээрх судалгааг хийн энэхүү тайланд тусгалаа.

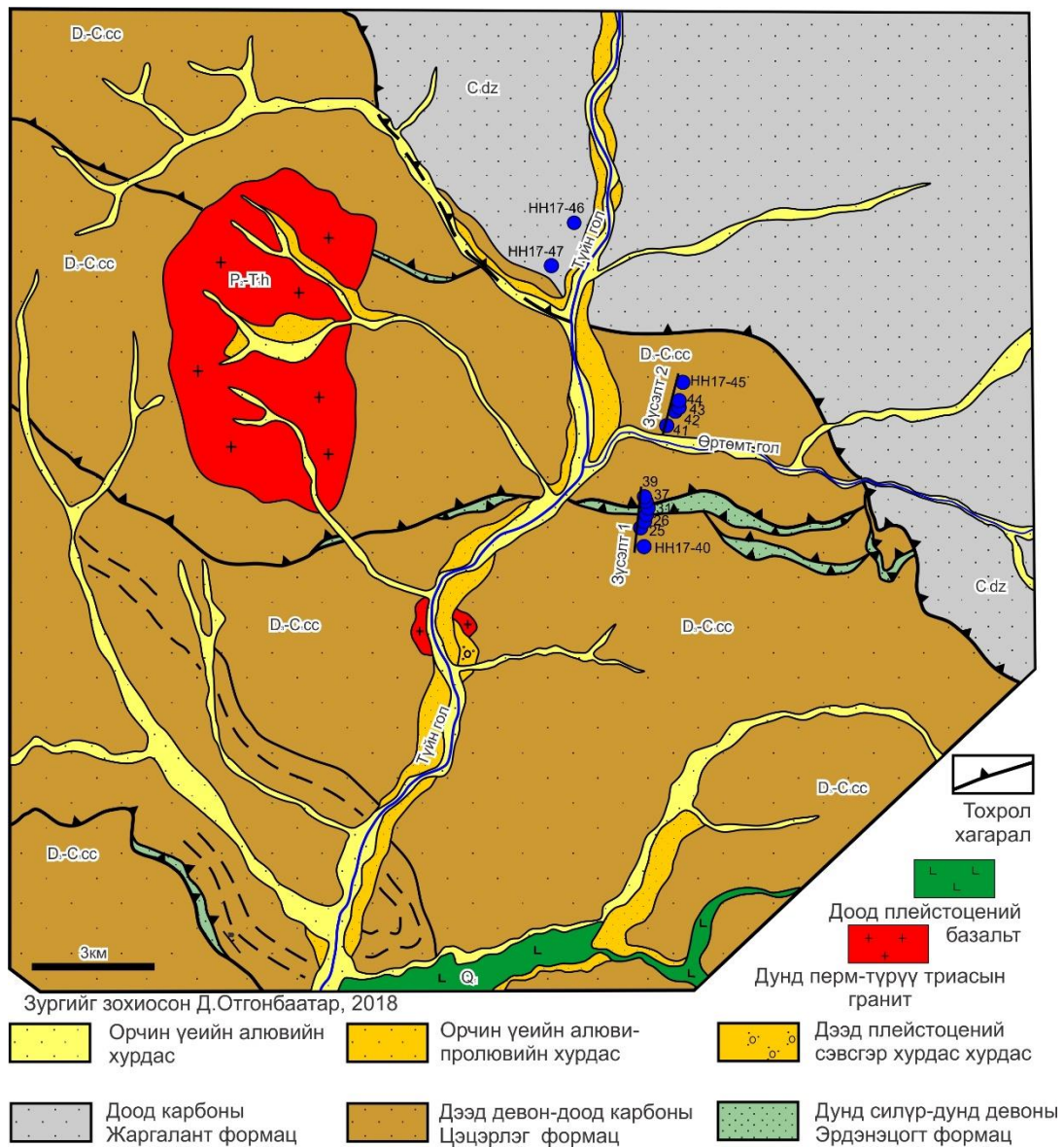
#### **3.1. ШАРХӨТӨЛ ТАЛБАЙ**

Цэцэрлэг террейний төв хэсэгт Хангайн нурууны усан хагалбарын өвөрт Түйн голын зүүн талд Эрдэнэцогт сумаас зүүн хойш 15км-т Хангайн серийн тулгуур зүсэлттэй Шархөтөл дүүрэг нь орших бөгөөд доод-дунд девоны настай цахиурлаг-вулканоген-тунамал зузаалгийг Эрдэнэцогт, дунд-дээд девоны настай турбидит зузаалгийг Цэцэрлэг болон доод карбоны настай флишлэг хурдас бүхий Жаргалант формацууд нийцлэг байрлалтай оршдог хэмээн үзсэн байдаг (Төмөрчөдөр нар., 1990, 4415Ф).

Бид Эрдэнэцогт формацын хөх саарал элсэн чулуунаас дээжлэлт хийн геохронологийн шинжилгээнд хамруулснаар хурдас хуримтлалын нас дээд девон-

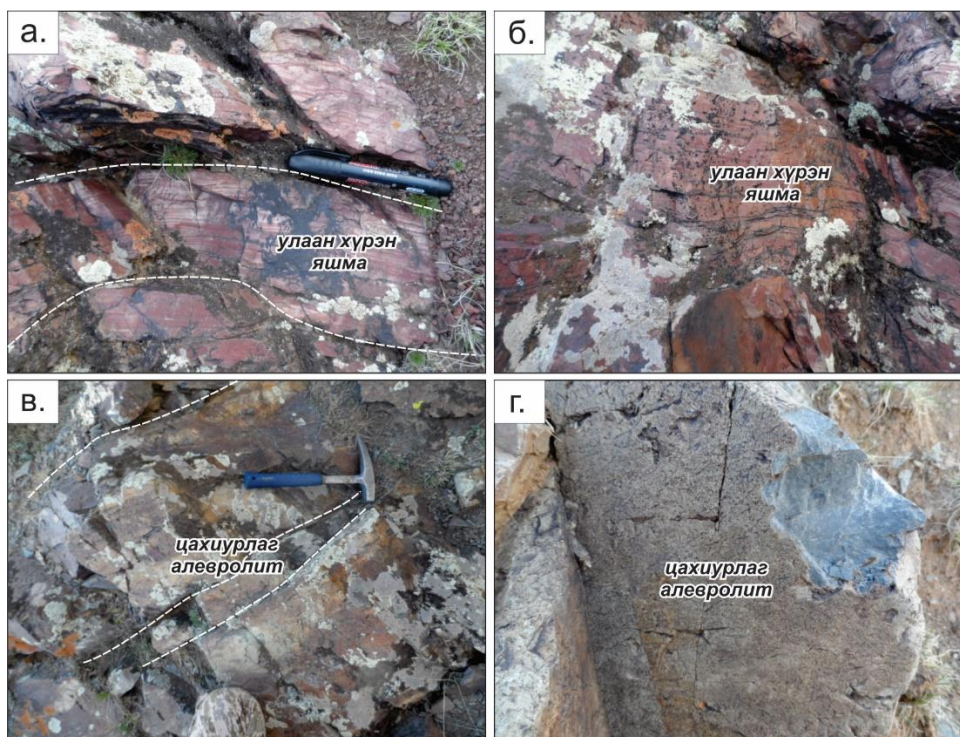
доод карбоны цаг үеэс хойш хуримтлагдсан болохыг тогтоосноор энэ талбайн литологийн өөрчлөлт хийгдсэн. Тэрчлэн улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшмаас радиоляр илрээгүй, харин Цэцэрлэг формацаар зураглагдсан хөх саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, алевроэлсэн чулуунаас дээжлэн микропалеонтологийн шинжилгээнд хамруулснаар радиолярын нас дээрх геохронологийн үр дүнтэй тохирсон байдаг (Оюунчимэг нар, 2018).

Судалгааны талбайн хэмжээнд ногоон саарал өнгийн цул базальт, цайвар ногоон өнгийн базальтын туф, цул текстуртай ногоон өнгийн базальт, бараан саарал өнгийн афирлаг базальт, миндаль текстуртай ногоон өнгийн базальт, цайвар ногоон, хөх саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, ногоон, хар ногоон өнгийн туф, хөх саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшма, цайвар саарал өнгийн үеллэг текстуртай кварцит тааралдана (Зураг 15).



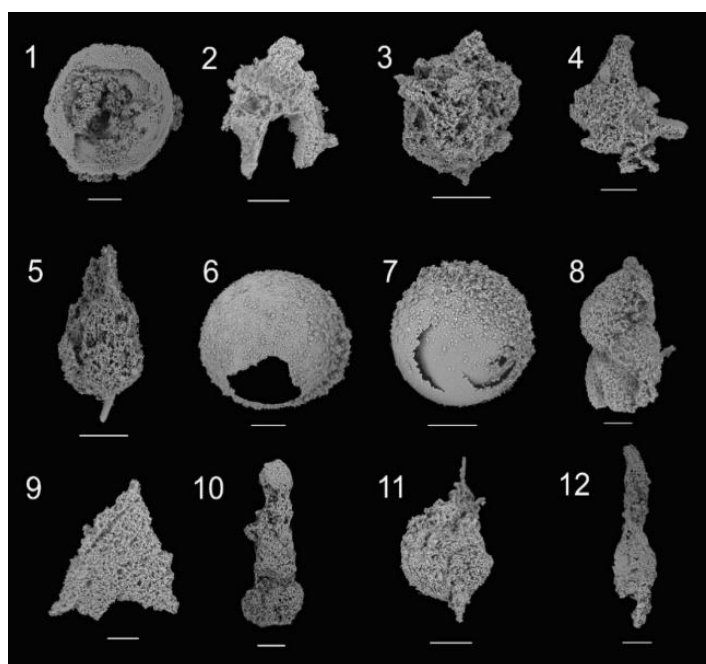
Зураг 14. Шархетөл талбайн геологийн зураг





Зураг 15. Шархөтөл талбайн гаршийн зураг

Цэцэрлэг формацаар ялгагдан, зураглагдах хөх саарал, бор саарал өнгийн цахиурлаг алевролитуудын үеүдээс дээжилсэн 4 дээжинд *Spongentactinia* sp., Nazarov 1975, *Palaeoscenidium* sp., Deflandre 1953, *Polyentactinia* sp., Foreman 1963, *Pseudospongoprimum* sp., Furutani 1990, *Pseudoalbaillella* sp., Jones 1980, *Tetratormentum* sp., Nazarov et Ormiston 1985, *Albaillella* sp., Deflandre 1952, *Astroentactinia* sp., Nazarov 1975 радиолярын үлдэгдлүүд илэрсэн (Зураг 16).



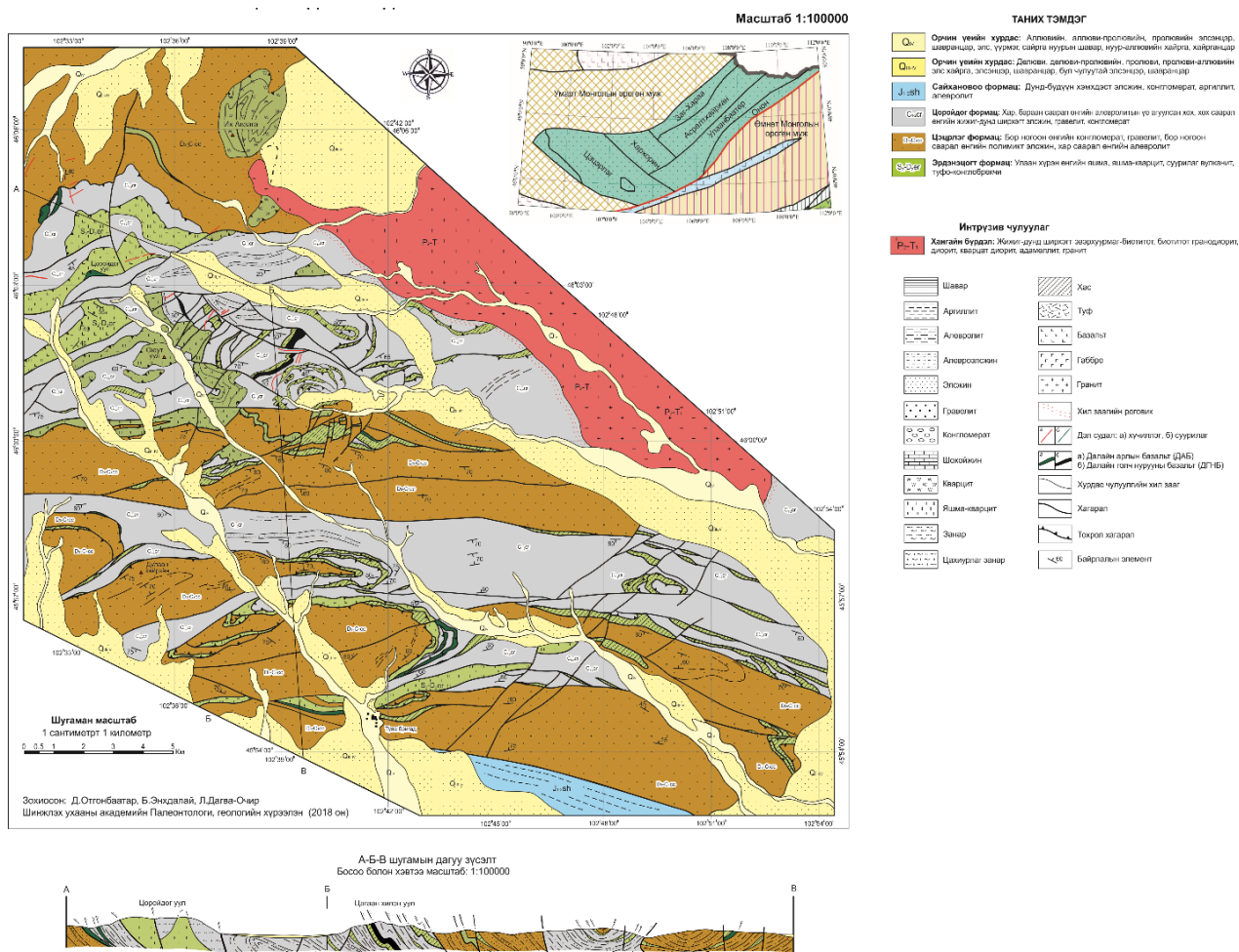
Зураг 16. Алевролитуудаас илэрсэн радиолярууд. Бүх шугаман масштаб 100  $\mu$ m





### 3.2. ЦОРОЙДОГ УУЛ ТАЛБАЙ

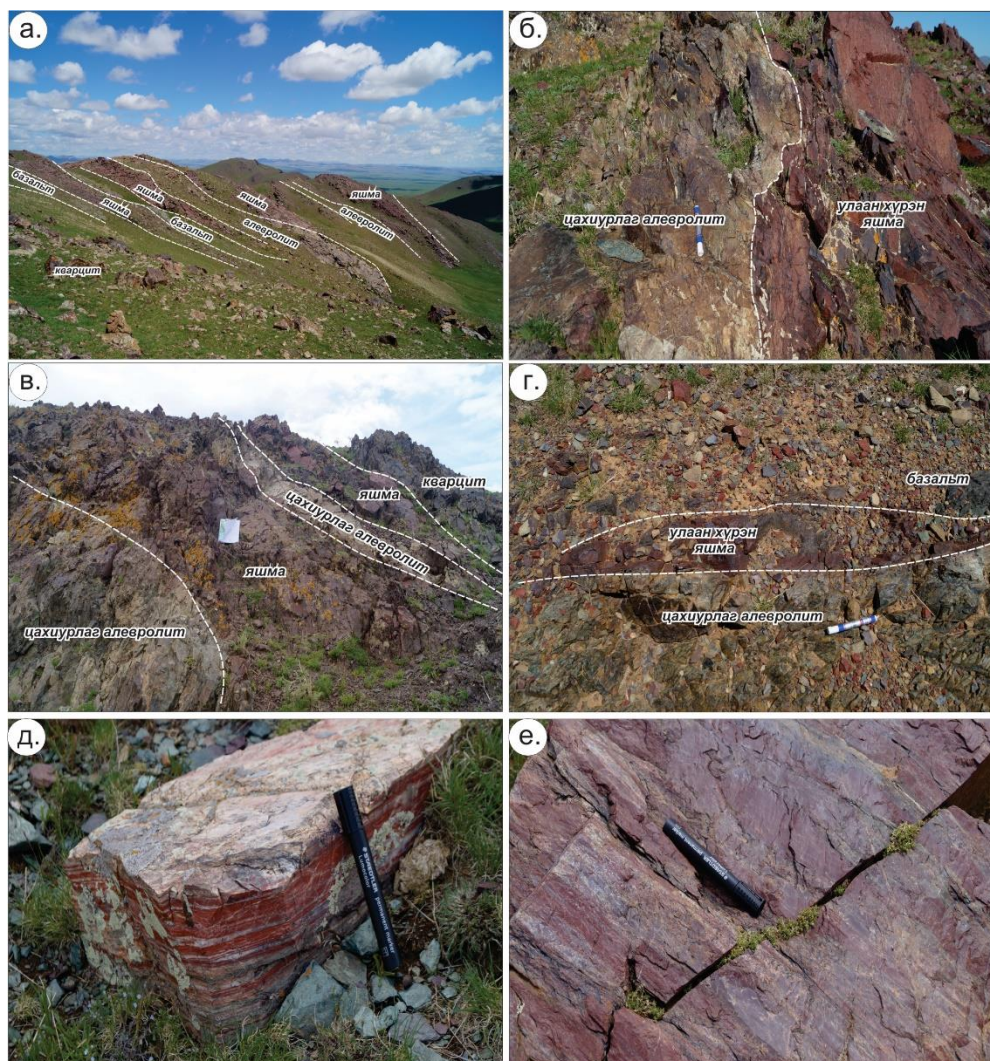
Цоройдог уул дүүргийн хэмжээнд 1:200000 зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын явцад Хангайн группын формацуудтай аналогич өөр нэртэй доод-дунд девоны Ханхар, дунд девоны Бумбаттолгой, дунд-дээд девоны Цоройдог болон доод карбоны Дулаанхайрхан формацуудад хуваасан байдаг (Тогтох и др., 1986, 3912Ф). УГЗ төслийн хүрээнд Эрдэнэцогт, Бумбаттолгой формацыг Өлт формац, Цоройдог формацыг Цэцэрлэг формацтай, Цэцэрлэг формацыг Жаргалант формацтай тус тус дүйлгэн зураглаж, ялгаж ирсэн (Төмөртоогоо 2012; Дэжидмаа нар., 2008, 6320Ф). Энэхүү дүүргийн геологийн нэгжүүдийг нарийвчлан судалж Цэцэрлэг террейний ерөнхий тогтоцтой уялдуулж литостратиграфийн нэгжүүдийг шинэчилж петрогеохими болон геохронологийн судалгаануудыг хийж гүйцэтгэснээр геологийн зураг бүрэн шинэчлэгдсэн байдаг (Оюунчимэг нар., 2018а, б; Эрдэнэчимэг 2019; Шарав нар., 2020; Dagva-Ochir et al., 2020) (Зураг 18).



Зураг 18. Цоройдог уул талбайн геологийн зураг

Бид уламжлалт ялгагдсан формацуудын нэрийг ашиглаагүй бөгөөд Цэцэрлэг террейны хэмжээнд Эрдэнэцогт, Цэцэрлэг, Цоройдог формацуудыг ялгасан бөгөөд Эрдэнэцогт формацад цахиурлаг-вулканоген зузаалгийг, хөх саарал өнгийн алевролит, ногоон саарал элсэн чулууны зузаалгийг доод карбоны насны үндэслэлээр Цэцэрлэг формацад, харин бор ногоон саарал өнгийн алевролитын үе агуулсан ритмлэг элсэн чулууны зузаалгийг дээд карбоны насны үр дүнгээр Цоройдог формацад тус тус зурагласан (Оюунчимэг нар, 2018).

Судалгааны талбай нь литологийн найрлагын хувьд бор халтар өнгийн кварцит, хүрэн, цайвар саарал өнгийн яшма, улаан хүрэн өнгийн яшма, суурилаг найрлагатай вулканитууд болох порфирлог болон афирлаг базальтууд, пироксент порфирит, амфиболт порфиритын дайкууд, бор саарал, бор ногоо саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, хар алевролит, хөх саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, элсэн чулууны зузаалгаас тогтдог (Зураг 19).



Зураг 19. Цоройдог уулын радиолярт яшмын үеүд.

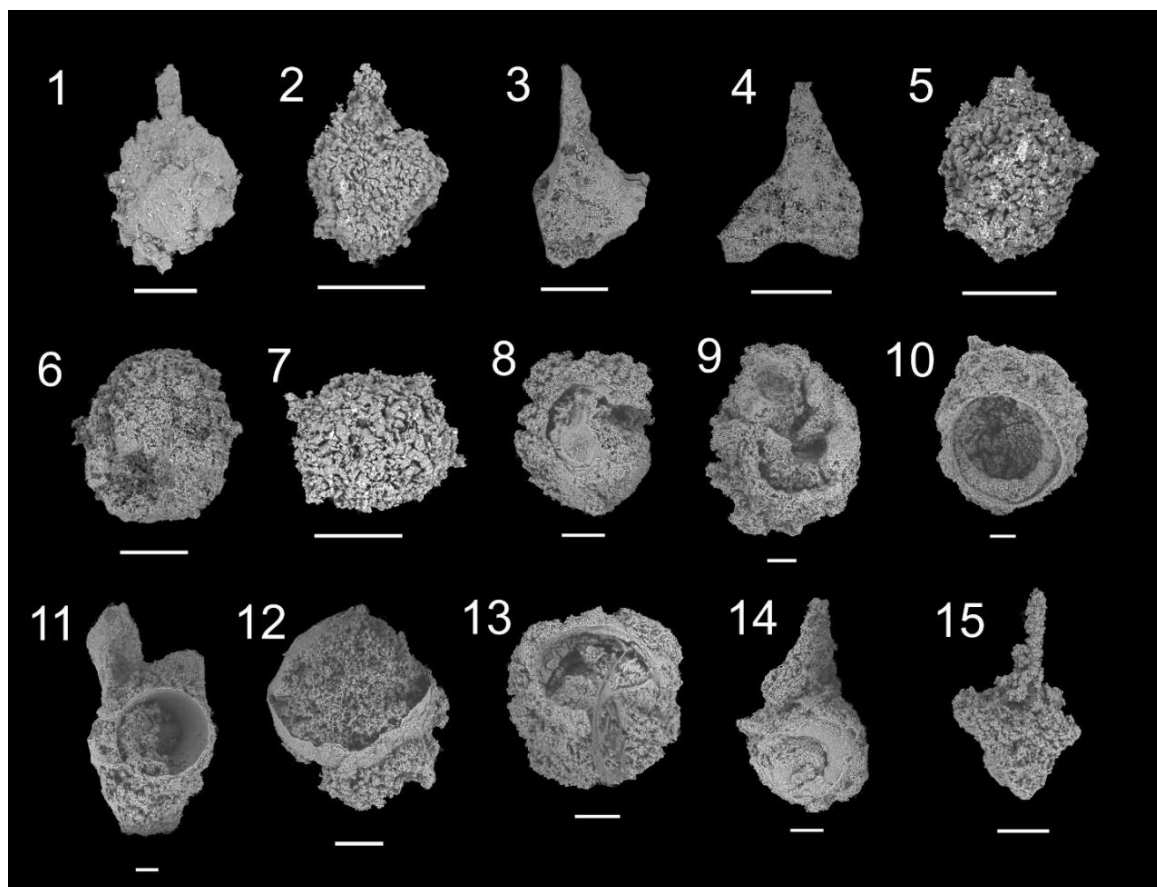
### **Микропалеонтологийн судалгаа**

Цоройдог ууланд тархалттай улаан хүрэн өнгийн яшмын үеэс (НН17-96) *Trilonche* sp., Hinde 1899, девоноос түрүү карбон хүртэл тархалттай 2 ширхэг радиоляр, бор саарал өнгийн цахиурлаг алевролитын үеэс (НН17-98/2) *Belowea* sp., (?) Won 1983, *Astroentactinia* sp., Nazarov 1975 төрлийн дээд девоноос доод карбоны тархалттай 4 ширхэг радиоляр, цайвар саарал өнгийн яшмын үеэс (НН17-98/1) *Inanihella* sp., Nazarov 1988, *Astroentactinia* sp., Nazarov 1975 төрлийн доод-дунд силурээс дунд девоны тархалттай 8 ширхэг радиолярууд тус тус илэрсэн (Зураг 20).

Бор ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролитын үе нь улаан хүрэн өнгийн яшмын үетэй нийцлэг байрлалтай (Зураг 19 а-г) бөгөөд ойролцоо насны буюу дээд девоноос доод карбоны настай радиолярын үлдэгдлүүд агуулдаг, харин цайвар саарал, улаан хүрэвтэр өнгийн хүчтэй цахиуржсан үеллэг яшмын үе (Зураг 19 д, е) нь дунд силурээс доод девоны насны радиолярууд агуулж байна.

- 1-2, Дээжийн дугаар НН17-96 улаан хүрэн өнгийн яшма. Радиолярын нэр *Trilonche* sp., Hinde 1899 (девоноос түрүү карбон хүртэл тархалттай) төрлийн хэмжээнд;
- 3-4, Дээжийн дугаар НН17-98/2 бор саарал өнгийн цахиурлаг алевролит. Радиолярын нэр *Belowea* sp., (?) Won, 1983 (дээд девоны дээд хэсгээс карбоныг дуустал тархалттай) төрлийн хэмжээнд;
- 5-7, Дээжийн дугаар НН17-98/2 бор саарал өнгийн цахиурлаг алевролит. Радиолярын нэр *Astroentactinia* sp., Nazarov, 1975 (дээд девоноос түрүү карбон хүртэл тархалттай) төрлийн хэмжээнд;
- 8, 9, 10, 12, 13 Дээжийн дугаар НН17-98/1 Цайвар хүрэн өнгийн яшма. Радиолярын нэр *Inanihella* sp., Nazarov, 1988 (дунд силурээс доод девон хүртэл тархалттай) төрлийн хэмжээнд;
- 11, 14, 15, Дээжийн дугаар НН17-98/1 Цайвар хүрэн өнгийн яшма. Радиолярын нэр *Inaniguttidae* sp., Nazarov and Ormiston, 1984 (силурээс доод девон хүртэл тархалттай) Овгийн хэмжээнд тус тус тодорхойлов (Зураг 20).





Зураг 20. Цоройдог уул талбайн цахиурлаг алевролит (1-7), улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшма (8-15)-аас илэрсэн радиоляр. Бүх шугаман масштаб 100  $\mu\text{m}$ .

Радиолярын судалгааны үр дүнгээс харахад цайвар саарал яшма, базальт, кварцитын үе нь дунд силурээс доод девоны настай илэрч байгаа нь насны доод хязгаарыг зааж байгаа, улаан хүрэн өнгийн яшма, цахиурлаг алевролитээс илэрсэн радиолярууд харьцангуй залуу насыг зааж байна. Иймээс насыг базальт яшмын үе агуулсан дунд силурээс дунд девоны настай далайн плитийн литостратиграфийн нэгж болох нь тогтоогдоно (Зураг 21). Тус формацтай хамт дээд девоноос доод карбоны настай турбидит хурдас хамт илэрнэ.



Эртем	Систем	Сери	Формац								
Палеозой	Карбон	хожуу	Цэцэрлэг		Trilonche	Trilonche	Belowea	Astroentactinia	Inanihella	Inaniguttidae	
		түрүү									
	Девон	дээд	Эрдэнэцогт		HH17-96	HH17-98/2	HH17-98/2	HH17-98/2	HH17-98/2	HH17-98/1	HH17-98/1
		дунд									
		доод									
	Силур	S4	Эрдэнэцогт		HH17-96	HH17-98/2	HH17-98/2	HH17-98/2	HH17-98/2	HH17-98/1	HH17-98/1
		S3									
		S2									
		S1									

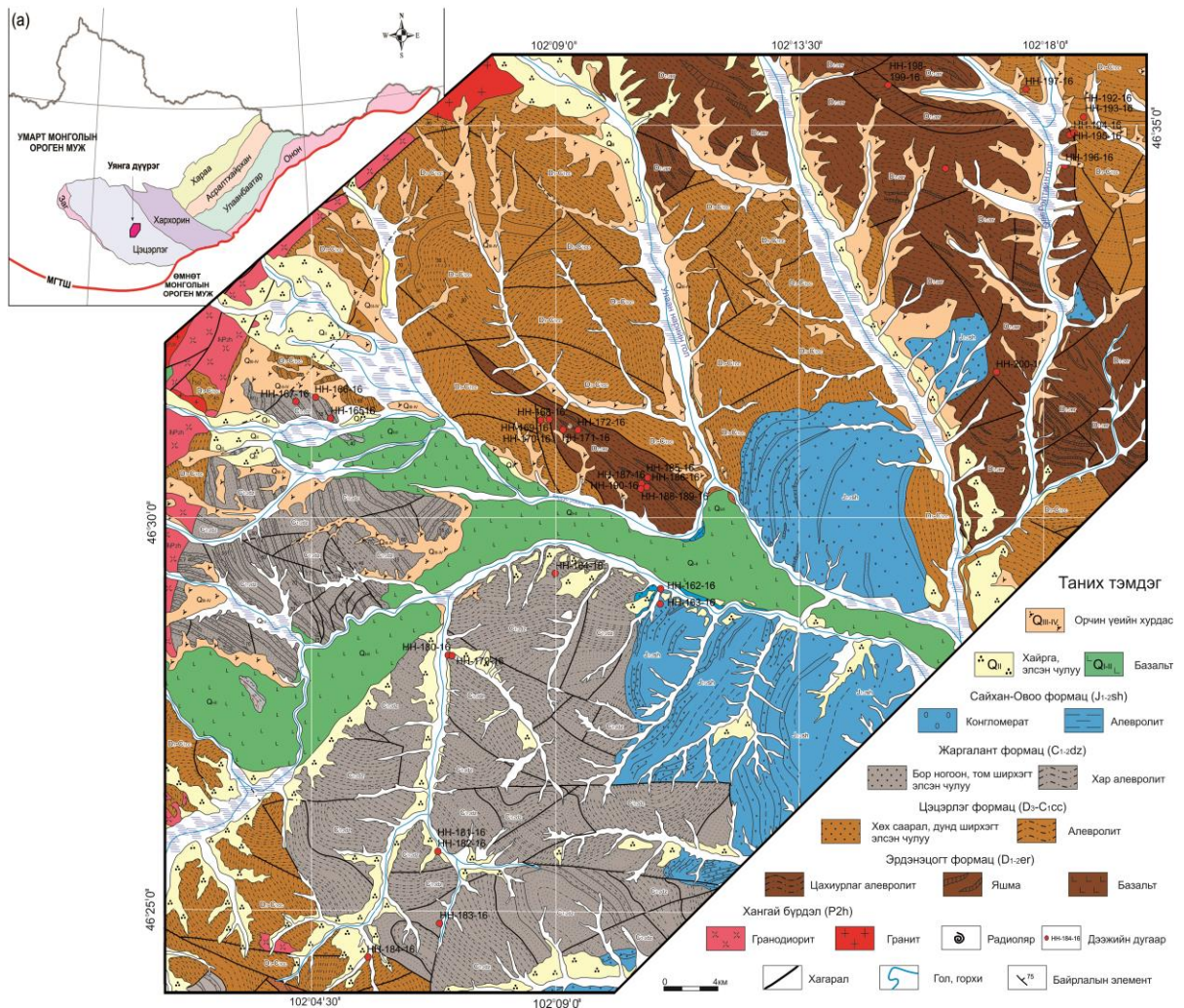
Зураг 21. Цоройдог уул талбайн яшмын радиолярын босоо тархалт

### 3.3. УЯНГА ТАЛБАЙ

Судалгааны талбай нь геохронологийн өөр өөр түвшинд ангилсан байдаг бөгөөд 1:200000-ны зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын явцад Уянга дүүргийн карбоны хурдсыг доод карбоны Дулаанхайрхан, девоны хурдсыг дунд девоны Бумбаттолгой формацуудад тус тус ангилсан байдаг (Тогтох и др., 1986, 3912Ф). Харин Ш.Лхүндэв нар (1994, 4756Ф) 1:50000 масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажил гүйцэтгэх явцад Хангай группын литостратиграфийг Ч.Төмөрчөдөр нар (1990, 4415Ф)-ын боловсруулсан ангилал зүйн дагуу ялгасан хэдий ч Эрдэнэцогт формацын хоёр дэд зузаалгийн эрэмбийг өөрчилсөн байдаг (Лхүндэв нар., 1994, 4756Ф).

Уянга дүүргийн хэмжээнд Эрдэнэцогт формац нь ерөнхийдөө цахиурлаг-вулканоген зузаалгаар илэрхийлэгдэх бөгөөд өөр насны чулуулагтай тохрол хагарлуудаар хиллэдэг (Зураг 22). Эрдэнэцогт формацын вулканоген чулуулаг нь хөх саарал өнгийн цахиурлаг алевролиттой нийцлэг байрлалтай тархах бөгөөд

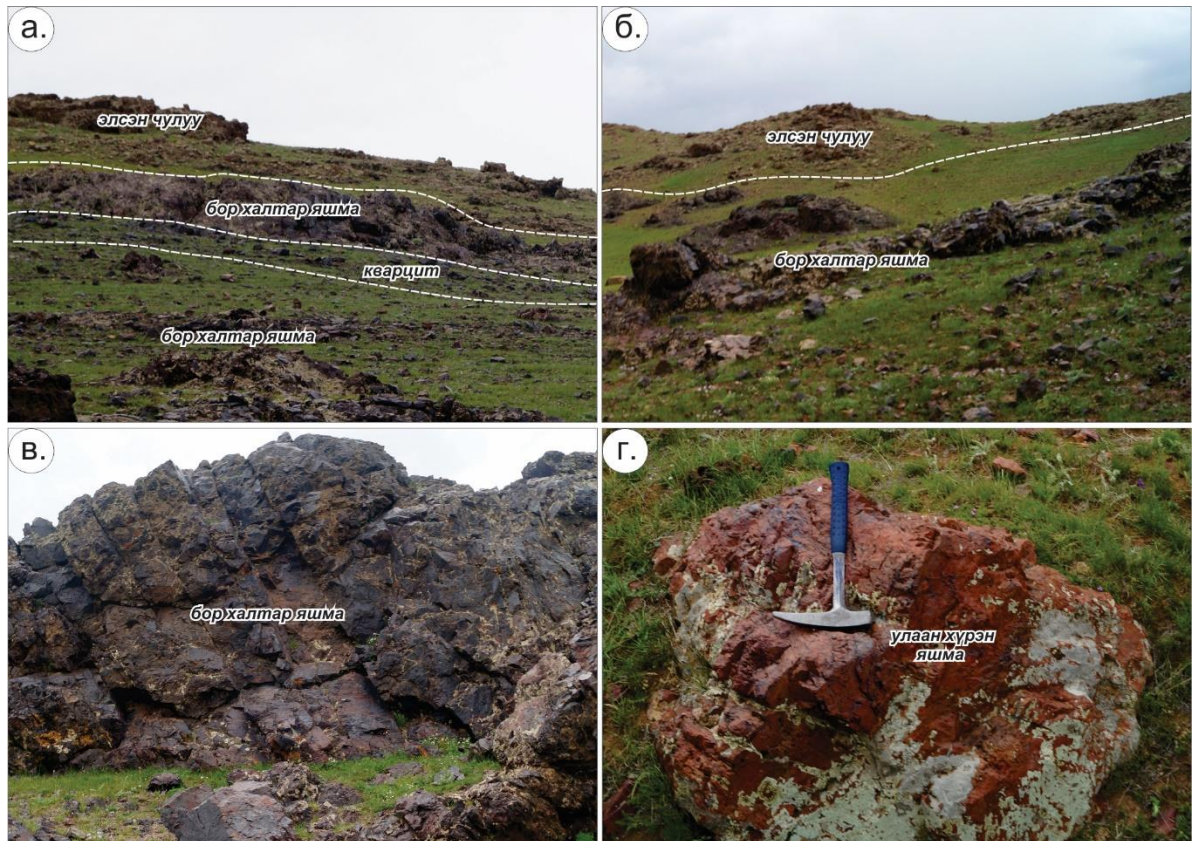
“Хангайн дүүргийн цахиурлаг болон тунамал чулуулаг дахь радиолярын судалгаа” 2020-2021 он тохрол хагарлуудтай холбоотойгоор нумарсан синклиналь атираа үүсгэж илэрдэг. Хадат толгойн хэсэгт ногоон өнгийн массив, порфирлог базальт, түүний брекчи, туфууд, бор халтар зузаан яшма, багаар улаан, улаан хүрэн өнгийн яшма, бараавтар ногоон, ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролит, алевроэлсэн чулуунаас бүрдэнэ. Цэцэрлэг формац (D<sub>3</sub>-C<sub>1cc</sub>) нь Уянга дүүргийн зүүн хэсэгт тохрол хагарлуудаар Эрдэнэцогт формацыг бүрдүүлэгч чулуулагтай салаавчилж илэрдэг бөгөөд хөх саарал өнгийн алевроэлсэн чулуу, алевролит, цайвар саарал өнгийн дунд ширхэгт элсэн чулуу болон тэдгээрийн салаавчлалаас бүрддэг.



Зураг 22. а. Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцоо (Төмөртоогоо, 2012), б. Уянга талбайн геологийн зураг (Суурь зураг Лхүндэв нар., (4756Ф)-ыг ашиглав)

Ялангуяа Эрдэнэцогт формацыг улладаг тохрол хагарлын ойролцоох элсэн чулуу, алевролит нь занаржилтанд эрчимтэй автсан байдаг. Жаргалант формац (C<sub>1-2dz</sub>) нь Уянга дүүргийн баруун хэсэгт Цагаан чулуутын орчимд тархах бөгөөд бор саарал, ногоон саарал цахиурлаг элсэн чулуу, хар бараан алевролитын нарийн үеүдийн салаавчлалаас бүрдэх бөгөөд шохойн чулууны нарийн үе болон линзүүдийг агуулдаг. Жаргалант формац нь юрын Шарил формацаар үл нийцлэгээр хучигддаг.

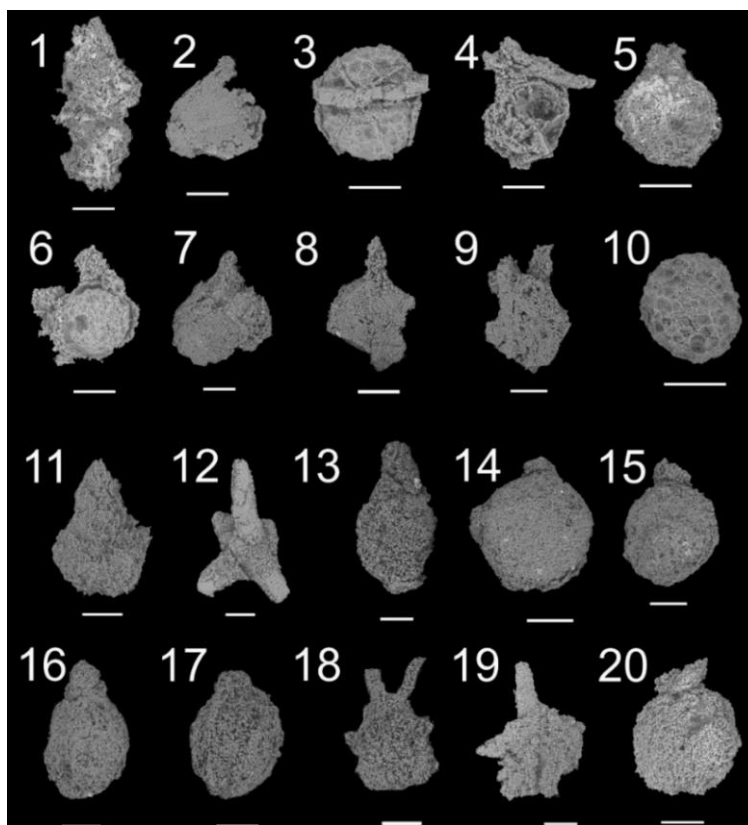




Зураг 23. Эрдэнэцөгт формацын радиоляр агуулсан яшма-кварцит (НН-16-172), улаан хүрэн яшма (НН-16-160)

Цахиурлаг хурдсын радиолярын судалгаанд зориулан халтар бор яшма-кварцит, улаан хүрэн, бор хүрэн өнгийн яшмууд, хөх саарал, хар саарал өнгийн алевролитууд бүхий 10 гаруй дээж хамруулсан (Зураг 23 а-г) бөгөөд улаан хүрэн, бор халтар яшмын үеэс *Porofskyellum* sp., Cheng 1986, *Trilonche elegans*, Hinde, 1899, *Polyentactinia* sp., Foreman 1963, *Entactinosphaera* sp., Hinde, 1899, *Trilonche* sp., Hinde, 1899, *Triaenosphaera* sp., Deflandre 1973, *Polyentactinia* sp., Foreman, 1963, Spheroidal radiolarian (?), *Stigmosphaerostylus* sp., Rüst, 1892, *Hexactine* sp., Myller, 1998 (sponge) зэрэг девон, карбоны цаг хугацаанд тархаж байсан радиолярууд болон 1 ширхэг 6 тал руугаа цацарсан өргөстэй цахиурлаг өргөсний үлдэгдэл илэрсэн (Зураг 24).

Уянга дүүргийн яшмын дээжүүдэд девоноос карбоны цаг хугацаанд тархалттай радиолярууд илэрч байгаа боловч радиолярын босоо тархалт дунд-дээд девонд бүгд давхцаж (Зураг 25) байгаа учир радиоляр бүхий яшмын үеүдийг дунд-дээд девонд хамаарууллаа.



Зураг 24. Эрдэнэцогт формацын яшмаас илэрсэн радиолярууд.

А. дээж НН-17-172 (1-10), дээж НН-16-160 (11-20). Бүх шугаман масштаб 100  $\mu\text{m}$ . 1-*Popofskyellum* sp., Cheng, 1986; 2, 5, 7, 8, 11, 13-17, 20-*Trilonche* sp., Hinde ( $D_{2-3}$ ) 1899, 3-*Polyentactinia* sp., Foreman, 1963; 4-*Entactinosphaera* sp., Hinde 1899, 6-*Trilonche elegans*, Hinde, 1899; 9-*Triaenosphaera* sp., Deflandre 1973; 10-*Polyentactinia* sp., Foreman ( $D_{2-3}$ ), 1963; 12-*Hexactine* sp., Muller, 1998; 18-*Spheroidal radiolarian?* ( $S_3-D$ ); 19-*Stigmosphaerostylus* sp., Rust, 1892

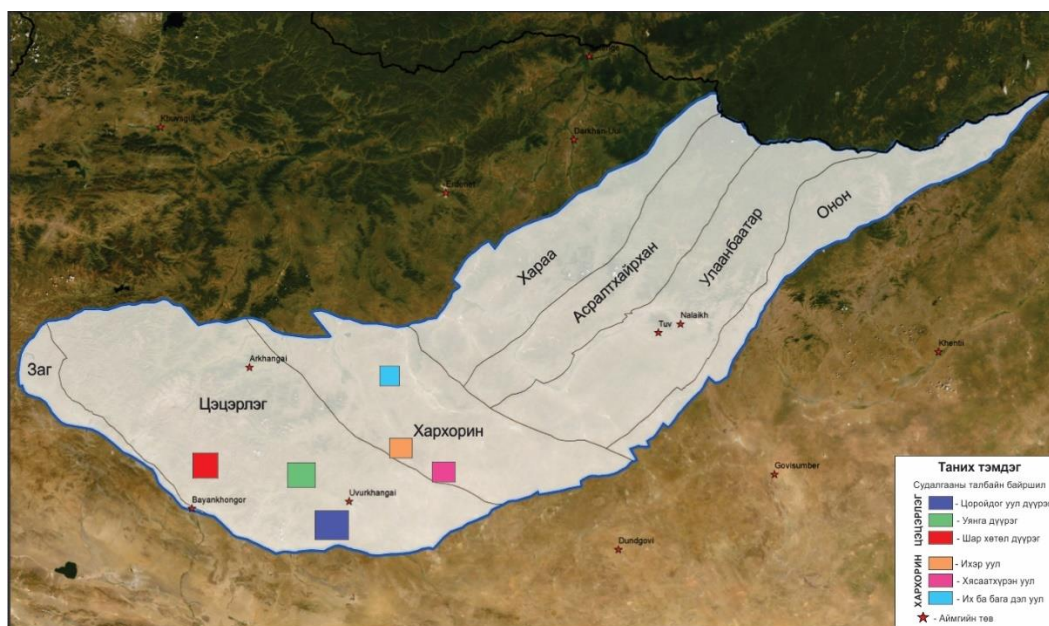
Эрагем	Систем	Сери	Формац	<i>Trilonche</i>	<i>Popofskyellum</i>	<i>Polyentactinia</i>	<i>Entactinosphaera</i>	<i>Triaenosphaera</i>	<i>Hexactine</i>	<i>Spheroidal</i>	<i>Stigmosphaerostylus</i>
Палеозой	Карбон	хожуу	Эрдэнэцогт	НН16-160, НН16-172	НН16-172	НН16-172	НН16-172	НН16-172	НН16-160	НН16-160	НН16-160
		ТҮРҮҮ									
	Девон	дээд									
		дунд									
		доод									

Зураг 25. Радиолярын босоо тархалт

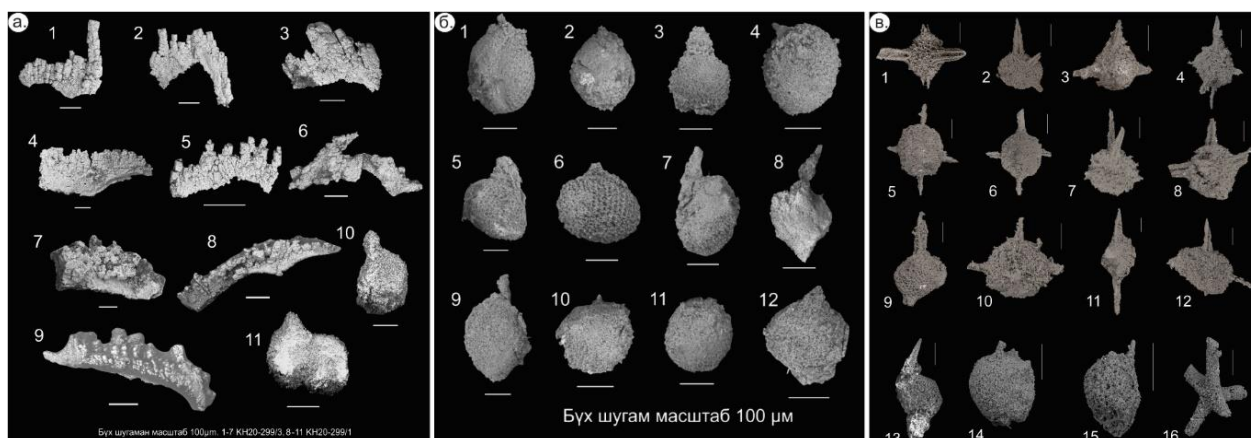


## БҮЛЭГ 4. ҮР ДҮН

Хангайн дүүрэг нь тектоникийн мужлалын дагуу Цэцэрлэг, Хархорин террейнийг хамарна (Зураг 26). Энэхүү судалгааны ажлаар Хархорин террейны хэмжээнд Ихэр уул, Дэл уул, Хясаатхүрэн уулын 3 талбайгаас 20 гаруй цахиурлаг болон тунамал чулуулгийг петрографи, петрохими, геохимийн шинжилгээнд хамруулан гарал үүсэл, тектоник орчинг тодруулсан бол 30 гаруй дээжээс 6 төрөл, 9 зүйлийн конодонт, радиолярууд илрүүлэн тодорхойллоо (Хүснэгт 1, Зураг 27).



Зураг 26. Судалгааны талбайн байршил



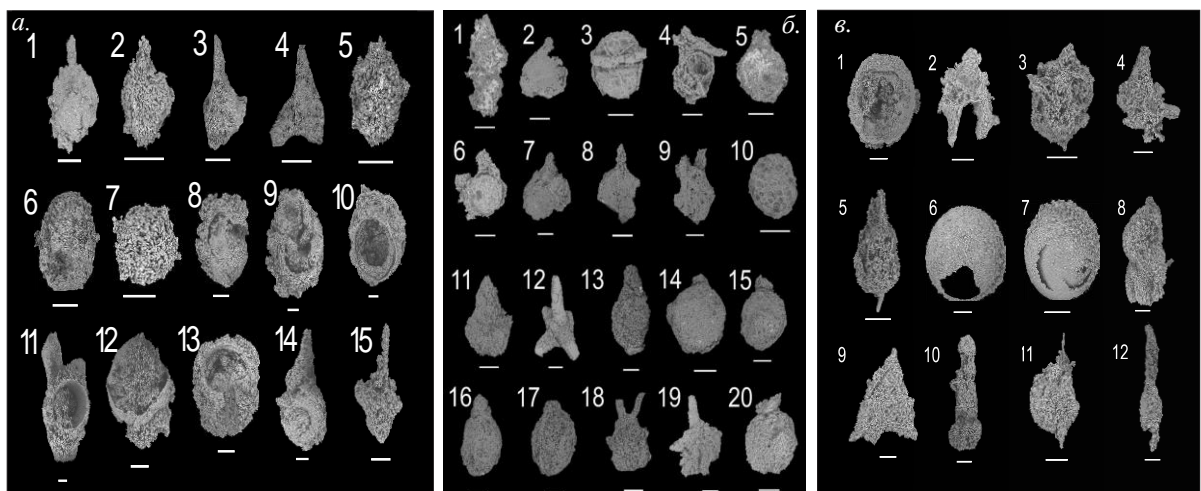
Зураг 27. Хархорин террейнээс илэрсэн конодонт, радиолярууд: а. Ихэр уул талбай (1- Ozarkodina roopaensis, Viira 1994; 2- Ozarkodina polinclinata polinclinata, Nicoll and Rexroad 1968; 3- Ozarkodina anika, Viira and Einasto 2003; 4-7- Ozarkodina sp., Branson and Mehl 1933; 8, 9- Palmatolepis sp., Müller 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  $\mu\text{m}$ .

Хүснэгт 1. Хархорин террейны палеозойн яшмын радиолярын стратиграфийн тархалт

Систем	Судалгааны талбай	Дээжийн дугаар	Силур		Девон		
			S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
<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	Хясагхүрэн уул	КН-20-342	■			■	■
<i>Trilonche parapalimbola</i> Wang, 2003 <i>Triaenosphaera 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		КН-19-31/2				■	■
	Дэл-Уул	SS-19-01	■			■	■
			■			■	■

Цэцэрлэг террейны хэмжээнд Шар хөтөл, Уянга, Цоройдог уул талбайнуудад тархалттай яшма, цахиурлаг алевролитуудаас дээжилсэн 50 гаруй дээжээс 8 төрөл, 10 зүйлийн радиолярууд илрүүлэн тодорхойлолт хийн нэгтгэлээ (Хүснэгт 2, Зураг 28).



Зураг 28. Цэцэрлэг террейнээс 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 (D<sub>2-3</sub>) 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 (D<sub>2-3</sub>), 1963; 12-*Hexactine* sp., Muller, 1998; 18-*Spheriodal*

radiolarian? (*S<sub>3</sub>-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.

Хүснэгт 2. Цэцэрлэг төрөйны палеозойн яшмын радиолярын стратиграфийн тархалт

Систем	Судалгааны талбай	Дээжийн дугаар	Силур			Девон			Карбон
			S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	
<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				●	●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
<i>Hexactine</i> sp., Muller, 1998 <i>Spheriodal radiolarian?</i> ( <i>S<sub>3</sub>-D</i> ) <i>Trilonche elegans</i> , Hinde, 1899 <i>Stigmosphaerostylus</i> sp., Rust, 1892 <i>Trilonche</i> sp., Hinde ( <i>D<sub>2-3</sub></i> ), 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	HH16-160				●	●	●	●
						●	●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
							●	●	●
<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., Deflandre, 1952	Шар хөтөл	HH17-41				●	●	●	●
		HH17-42				●	●	●	●
		HH17-44				●	●	●	●
		HH17-46				●	●	●	●
							●	●	●

Энэхүү төслийн хүрээнд микропалеонтологийн судалгаанаас гадна бид Монголд анх удаа янз бүрийн өнгө, гарал үүсэл бүхий яшма болон цахиурлаг алевролитын петрографи, петрохими, геохимийн шинжилгээг хийлгэн тухайн хурдас, чулуулгийн үүсч, хуримтлагдсан орчинг тодруулснаар бүсийн геологийн хөгжлийн зүй тогтол, геологийн зурагт шинэчлэл хийсэн.

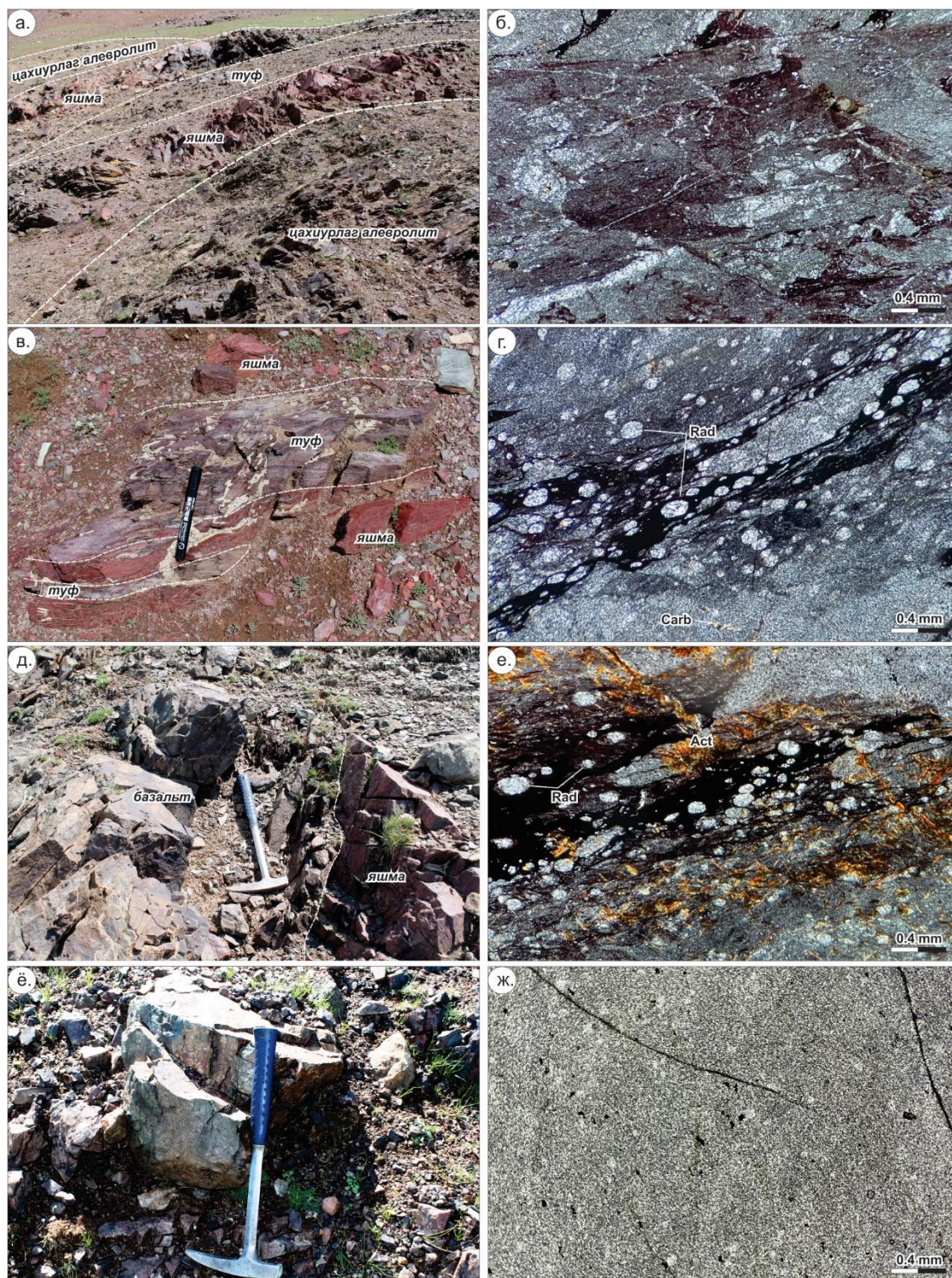
Радиоляр болон конодонт бүхий микро амьтан агуулсан цахиурлаг чулуулгийг хээрийн нөхцөлд нүдээр болон луп (томруулдаг шил) ашиглан тодорхойлохоос гадна петрографийн судалгаанд хамруулан тодорхойлоход радиоляр агуулсан яшмоидыг шууд уусган, насыг тодорхойлох боломж бүрдэх онцлогтой ажил шинээр хийгдсэн. Тэрчлэн ислүүдийн болон ховор элементүүдийн найрлагаар цахиурлаг чулуулаг ямар нөхцөлд, хэрхэн хуримтлагдсан зүй тогтлыг гаргах анхны туршилтыг хийсэн болно.

Эхний талбай нь Хархорины бүсийн баруун урд талбай буюу Хясаатхүрэн уулын орчмоос бид 4 дээжийг петрографи, петрохими, геохимийн шинжилгээнд хамруулан зүй тогтлыг тодруулсан үр дүнг тусгаж байна.

### **Петрографийн судалгаа**

Яшмоид нь гранобласт структуртай, цул нягт текстуртай, нэгэн жигд сулавтар талжилт 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, 0.12 мм хүртэл хэмжээтэй актинолитын бичил зүүлэг талстууд ихээр үүссэний зэрэгцээ хлорит, серицитийн агрегатууд цөөнгүй тохиолддог нь цахиурлаг чулуулаг суурилаг вулканиттай орон зайн болон цаг хугацааны хувьд хамт үүссэн болохыг илтгэнэ (Зураг 29в). Чулуулагт далд талсжсан цахиурын агрегатаар дүүргэгдсэн жижиг бөөрөнхий миндалины, бөмбөлөг хэлбэрээр илэрхийлэгдэх радиолярууд ихээр тааралдах бөгөөд хар бараан өнгийн марганцын ислийн агрегатаас ялгарч ажиглагдана (Зураг 29б). Яшмоид нь эрдэслэг бүрэлдэхүүн болоод радиоляр агуулах хэв шинжээрээ өөр хоорондоо ялгагдах бөгөөд сайн хадгалагдсан радиоляр агуулах Kh-21-342 дээжинд төмрийн усан ислэд автсан актинолит ихээр үүсэж, хлорит цөөн тохиолдох бол Kh-21-336 дээжийн ан цавын дагуу хлоритын агрегатууд түлхүү хөгжиж, карбонатын судланцарууд тааралдана (Зураг 29а). Дээрхи дээж Kh-21-342 нь Kh-21-336 дугаартай дээжийг бодвол илүү деформацийн нөлөөнд автсаныг бөмбөлөг болон сунасан зууван хэлбэр бүхий радиолярын морфологууд илэрхийлдэг. Kh-21-352 нь дээрх хоёр дээжтэй төстэй хэдий ч радиолярууд хадгалагдаагүй, хавтаснууд ихээр олддог бол Kh-21-332 дээжийн бүхий л хэсэг криптокристалл мөхлөгт кварцын агрегат, хялгасан судлууд ихээр агуулна.





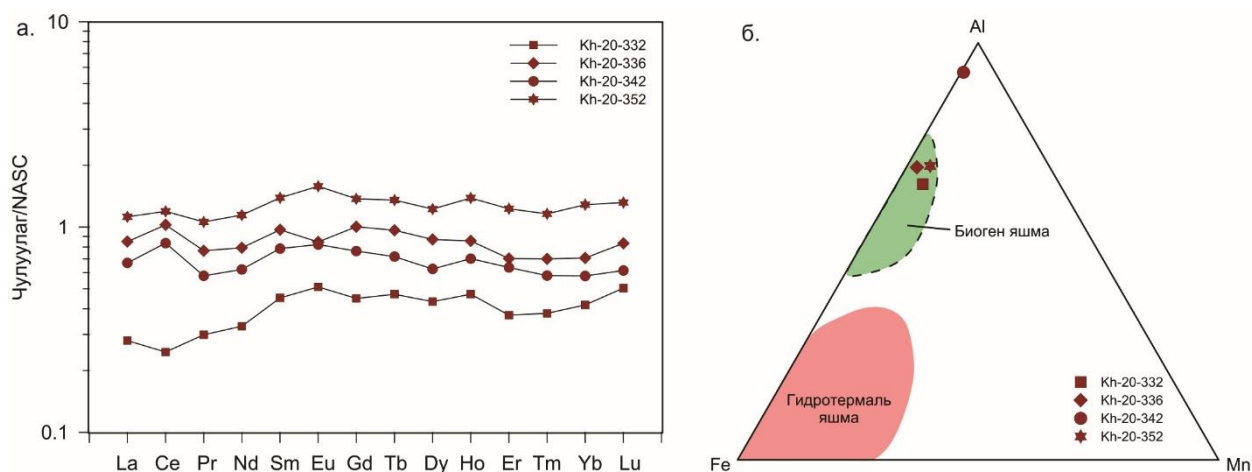
Зураг 29. Яшмын макро болон микрофото зураг. а-б. Бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-352), в-г. Радиоляр агуулсан улаан хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-336), д-е. Радиоляр агуулсан бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-342), ё-ж. Ногоон саарал өнгийн яшма (дээж Kh-21-332)



### **Петро-геохимийн судалгаа**

**Гол ислүүд.** Ногоон саарал өнгийн (Kh-20-332), улаан хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-336; Kh-20-342)  $\text{SiO}_2$  (86.6-97.1)- ийн өндөр агуулга,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0.98-4.31;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.96-3.8;  $\text{Na}_2\text{O}$  0.01-1.0;  $\text{K}_2\text{O}$  0.25-0.9-ийн бага агуулгатай бол ягаавтар хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-352) нь  $\text{SiO}_2$ -ийн бага агуулга,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{O}$ ;  $\text{K}_2\text{O}$ -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).

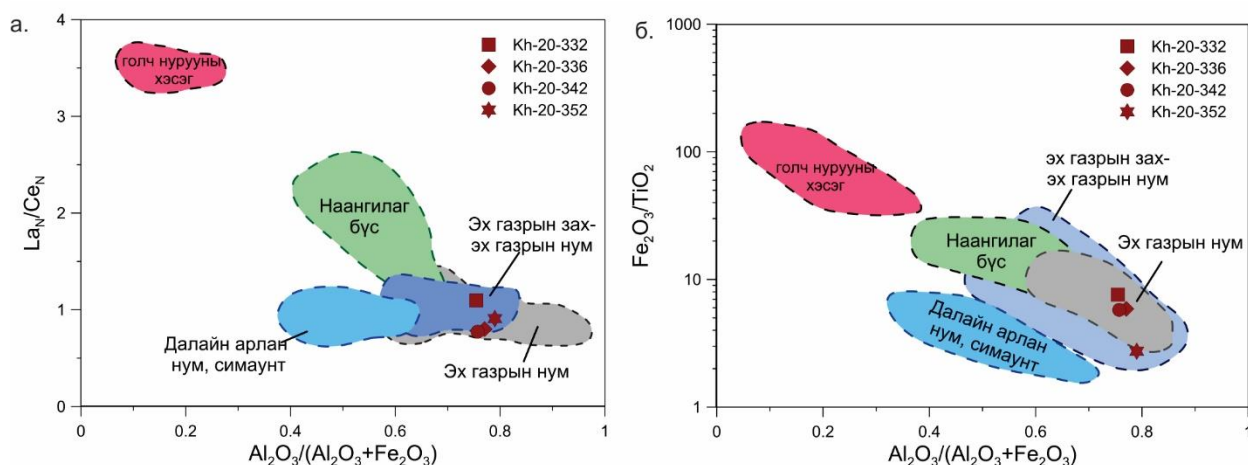
Ховор элементүүдийн хувьд иттрийн бага агуулга, ванадийн өндөр агуулгаар тодорхойлогдох ба  $\text{V}/\text{Y}$  утга 0.8-3.5,  $\text{U}/\text{Th}$  утга 1-ээс хэтэрдэггүй. ГХЭ-ийн хувьд хөнгөн ГХЭ болон хүнд ГХЭ-ийн хоорондын ялгаа бараг байхгүй хэдий ч ногоон саарал өнгийн яшма нь ГХЭ-ээр шавхагдсан буюу гүнд үүссэн шинжтэй бол радиоляр агуулагч яшмууд нь бага зэрэг  $\text{Ce}$ -ийн эерэг гажил үзүүлж байна.  $(\text{La}/\text{Ce})_N$  утга 0.8-1.2; Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон  $\text{Ce}/\text{Ce}^*$  0.9-1.2,  $(\text{La}/\text{Yb})_N=0.85-1.16$  хэлбэлзэх ба  $\text{Zr}$  (ppm)=20-60 буюу пелагийн орчинд, харин Kh-20-352 нь  $\text{Zr}$  (ppm)=150 дээш буюу эх газрын захын орчинд үүссэн байх онцлогуудыг үзүүлдэг (Зураг 30а). Харин ногоон саарал яшма (Kh-20-332)  $\text{Ce}/\text{Ce}^*$  эерэг буюу 0.7,  $(\text{La}/\text{Ce})_N$  утга 1.6,  $\text{Zr}$  (ppm)=18.2,  $(\text{La}/\text{Yb})_N=0.65$  бага агуулгатай байгаа нь голч нуруу буюу гүнд үүссэн байх шинжийг илэрхийлдэг. Яшмуудын  $\text{Ce}$  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 30а). Kh-20-352 дээж нь ховор элементүүдээс  $\text{Zr}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Th}$ ,  $\text{V}$  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 30а).



Зураг 30. а. Хойд-Америкийн занарын найрлагад 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, диагонезийн 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 тунадасын /хурдас/ гарал үүсэлтэйг харуулж байна (Зураг 30б). Гол ислүүд  $Fe_2O_3/TiO_2-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$  болон  $La_N/Ce_N-Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$  харьцааны дискриминацийн диаграммууд дээр яшмууд нь эх газрын захын хурдасны талбайд бууж байна (Зураг 31а,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 31а, б).



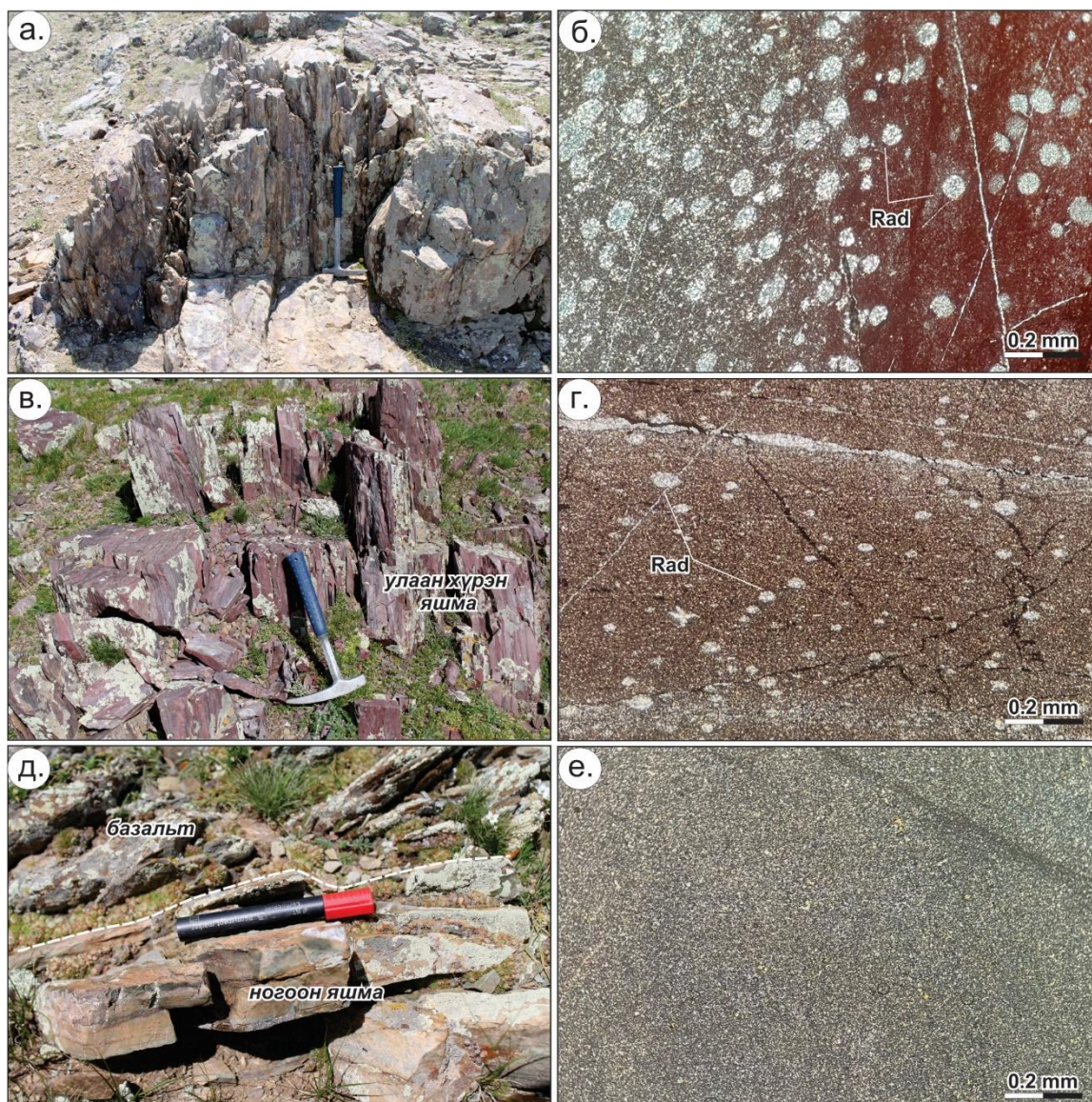
Зураг 31. (а)  $Fe_2O_3/TiO_2 - Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$  ба (б)  $La_N/Ce_N$  болон  $Al_2O_3/(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$  харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)

Дараагийн талбай нь Хархорин террейны баруун хойд хэсэг буюу Ихэр уул орчмын талбайгаас ногоон саарал, бор хүрэн, улаан хүрэн өнгийн яшма болон бор ногоон саарал өнгийн цахиурлаг алевролитыг петрографи, петрохими, геохимийн шинжилгээнд хамруулан гарсан үр дүнг харуулж байна.

### 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 32б,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 32).

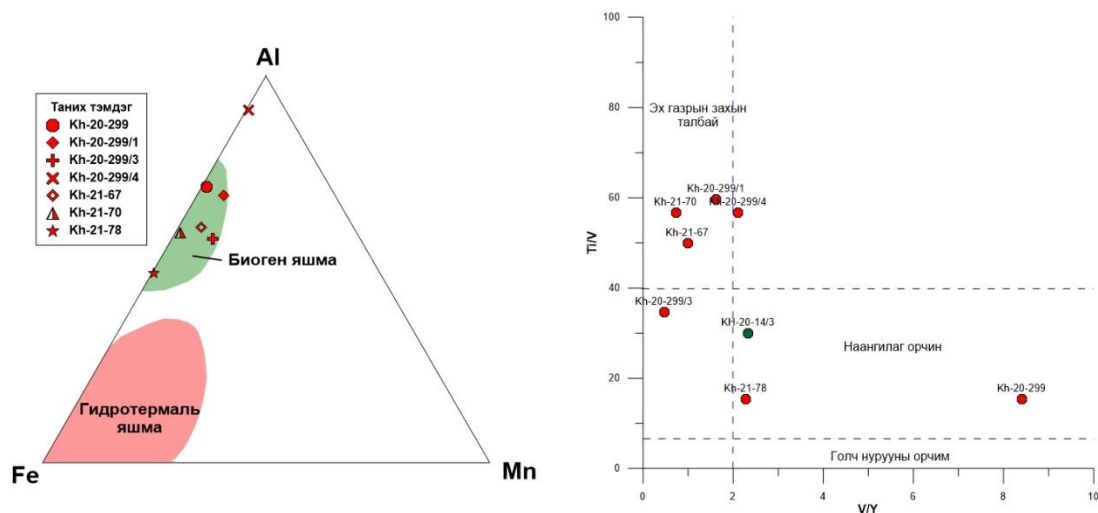




Зураг 32. Яшмын макро болон микрофото зураг. а-б. Бор хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-20-299/3), в-г. Радиоляр агуулсан улаан хүрэн өнгийн яшма (дээж Kh-21-299/1), д-е. Ногоон саарал өнгийн яшма (дээж Kh-20-299)

### Геохимийн судалгаа

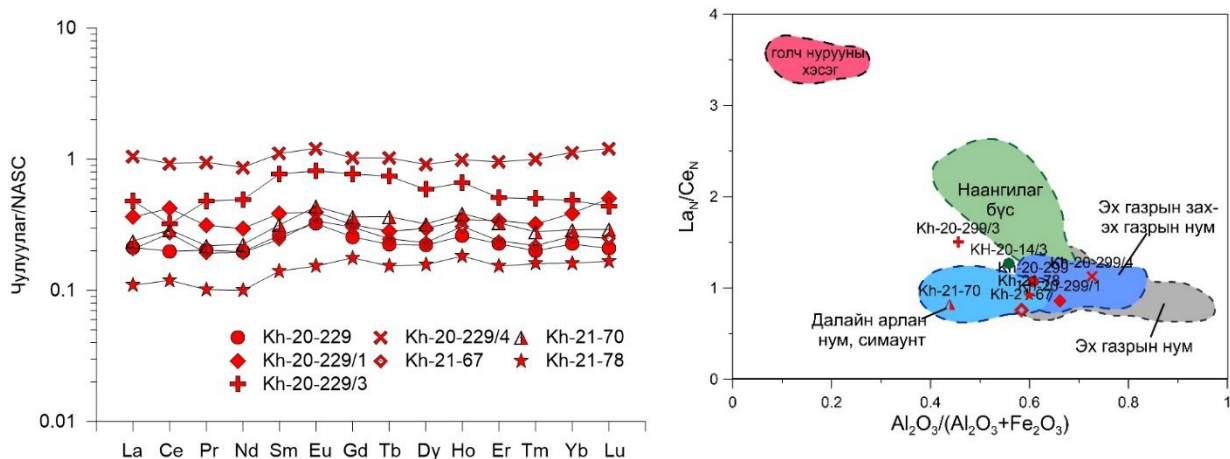
**Гол урлүүд.** Ногоон саарал өнгийн (Kh-20-299; Kh-21-70; Kh-21-78), улаан хүрэн өнгийн яшма (Kh-20-299/1; Kh-21-67) нь  $\text{SiO}_2$  (92.8-97.8)-ийн өндөр агуулга,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0.9-2.8;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.61-2.04;  $\text{K}_2\text{O}$  0.13-1.13 маш бага агуулгатай байхад цахиурлаг алевролит (Kh-20-299/4) нь  $\text{SiO}_2$  бага,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  болон  $\text{K}_2\text{O}$  өндөр агуулгаар ялгагддаг. Тэрчлэн боровтор саарал өнгийн конодонт агуулсан яшма (Kh-20-299/3) нь  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$  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 33а).



Зураг 33 а. Al-Fe-Mn-ийн дискриминацийн диаграмм (Adachi, Yamamoto & Sugisaki, 1986); б. Ti/V болон V/Y-ийн дискриминацийн диаграмм (Murray et al., 1991)

**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 34а).

Хойд Америкийн занарын найрлагад (NASC) нормчилсон  $Se/Se^*$  утга улаан хүрэн яшмад 1.13-1.37 буюу эх газрын захын орчин, харин ногоон саарал, конодонт агуулсан яшмад  $Se/Se^* = 0.67-0.96$  буюу пелагийн орчинд үүссэн байх онцлогуудыг үзүүлдэг.



Зураг 34. а. Хойд Америкийн занарын найрлагад нормчилсон яшмуудын ГХЭ-ийн диаграмм, б.  $La_N/Ce_N$  болон  $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$  харьцааны дискриминацийн диаграмм (Murray, 1994)



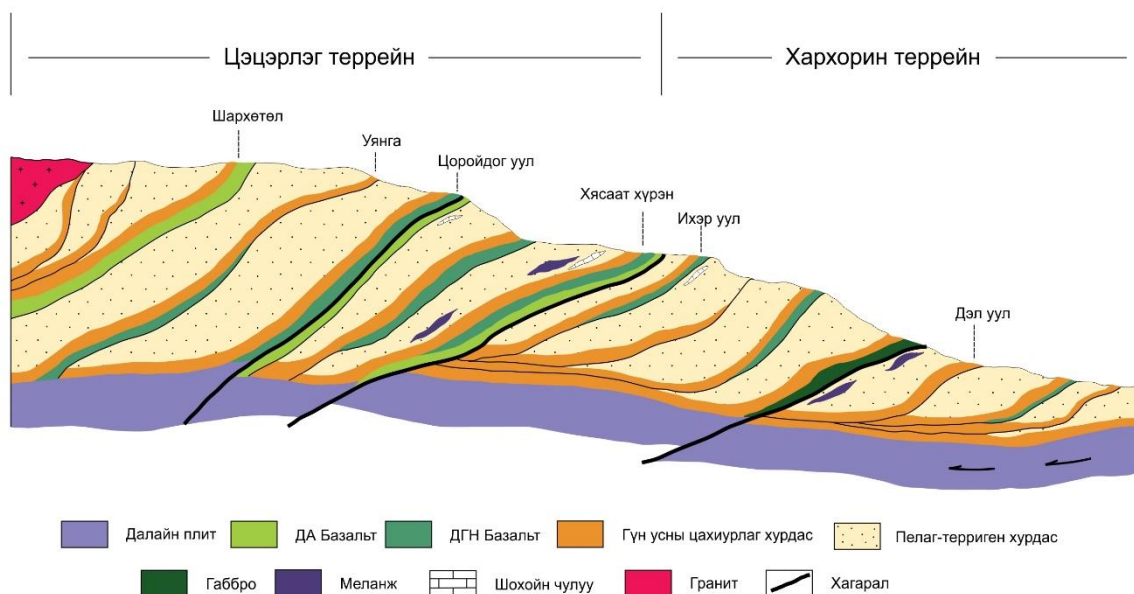
Тэрчлэн Ti/V болон V/Y-ийн харьцаа нь яшмын фацийн хуримтлалын орчинг сэргээн босгоход өргөн ашиглагддаг бөгөөд судалгааны талбайн яшмуудын Ce/Ce\* утгатай дүйж тектоник орчныг баталгаажуулдаг (Зураг 34б). Харин  $La_N/Ce_N$  болон  $Al_2O_3/(Al_2O_3+Fe_2O_3)$  харьцааны дискриминацийн диаграмм дээр дийлэнх дээжүүдийн цэг эх газрын захын болон наангилаг бүсийн талбайд буух хэдий ч конодонт агуулсан яшма (Kh-20-299/3) нь церийн сөрөг гажилтай тул талбайн гадна буусан ажиглагдана (Зураг 34б).

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.

### **Геодинамик загвар**

Хангайн дүүргийн хэмжээнд Цэцэрлэг болон Хархорин террейны далайн плитийн стратиграфийн загварыг дээрхи шинэ үр дүнгүүдээр баталгаажуулан босгоход 2 террейн нь хил заагийн хувьд ялгаатай литологи бүхий нэгжүүдээс тогтож байгааг тодруулав. Далайн плитийн дээд хэсэгт орших цахиурлаг чулуулгууд аккрецид орох явцдаа залуу насны тунамал, терриген чулуулгийн дээр дуплекс, тохрол хагарлуудаар далайн ёроолын хурдас болох хэт суурилаг болон суурилаг чулуулаг нь хагарлаар хэсэгчлэгдэн таслагдаж, хамт шилжин байрлаж, холилдсон хэдий ч стратиграфийн литологийн анхны дэс дараалал нь хадгалагдан үлдэж аккрецийн комплексыг бүрдүүлж байгааг геодинамик хөгжлийн загвараар харуулж байна (Зураг 35).



Зураг 35. Хангайн дүүргийн Далайн плитийн стратиграфийн ерөнхий загвар

Бид уламжлалт ялгагдсан формацуудыг геологийн зурагт тэмдэглэн, литологиор нь ялгасан бөгөөд аккрецийн комплексийн литостратиграфийн нэгжүүдийг формацын түвшинд ангилах нь зохимжгүй хэдий ч бид нэр томъёоны маргаанаас сэргийлэн формац гэдэг үгийг хэвээр нь хэрэглэж байна. О.Төмөртоогоо аккрецийн комплексод формац ялгах нь буруу, комплекс гэсэн нэр томъёог хэрэглэх нь зүйтэй гэсэн зарчим баримталж байсныг дурьдах нь зүйтэй. Цаашид Монголын Стратиграфийн комисс (МСК)-д Хангайн дүүргийн далайн плитийн стратиграфийг сэргээн босгож, тэдгээрийг бүрдүүлэгч хурдас, чулуулгийн цогц судалгааны үр дүнгүүдийг баталгаажуулан, баримтжуулж хэрхэн зураглах, легендийг хэрхэн боловсруулах талаар санал оруулах болно.



## ДҮГНЭЛТ

1. Хархорин террейний хэмжээнд хийсэн радиоляр, конодонтын судалгааны үр дүнд Ихэр уул талбайн бор хүрэн өнгийн яшмын үеэс илэрсэн конодонууд **дээд силур**, улаан хүрэн өнгийн яшмаас илэрсэн радиоляр, конодонт нь **дээд девон**; Их болон Бага дэл уулын талбайд тархалттай улаан хүрэн өнгийн үеллэг яшмаас **дунд девон**; харин Хясаатхүрэн уул орчмын улаан хүрэн өнгийн болон бор хүрэн өнгийн яшмаас илэрсэн радиолярууд **дунд-дээд девоны** цаг хугацааг тус тус заав. Иймээс Хархорин террейний хэмжээнд дээд силурын цаг үеэс дээд девон хүртэлх цаг хугацаанд далайн плитийн стратиграфийн нэгж нь хронометрийн өргөн интервалыг эзэлж байсан байна.
2. Цэцэрлэг террейний хэмжээнд Цоройдог уул талбайн хүрэн халтар өнгийн яшмын үеэс илэрсэн радиолярууд **дунд силур-доод девон**, улаан хүрэн өнгийн яшмаас илэрсэн радиолярууд **дунд девон**; харин цахиурлаг алевролитоос илэрсэн радиоляр **дээд девон-доод карбон**ы цаг хугацааг заасан бол Шар хөтөл талбайн хөх саарал, бор саарал өнгийн цахиурлаг алевролитуудаас илэрсэн радиолярууд **дээд девон-доод карбон**; Уянга талбайн улаан хүрэн өнгийн яшмын үеэс илэрсэн радиолярууд **дунд-дээд девоны** цаг хугацааг тус тус заав. Дээрх үр дүнгүүдийг багцлан дүгнэхэд Цэцэрлэг террейний хэмжээнд дунд силурээс дээд девоны төгсгөл хүртэлх цаг хугацаанд далайн плитийн стратиграфийн нэгж нь бага зузаантай боловч хронометрийн өргөн интервалыг эзэлжээ.
3. Хангайн дүүргийн хэмжээнд цахиурлаг чулуулгийн петро-геохими, микропалеонтологийн цогц судалгааны үр дүнд дунд силур (420 сая.жил)-ын цаг үеэс доод карбон (350 сая.жил)-ы цаг үеийн хооронд буюу 70 сая жилийн 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.

**ТӨСЛИЙН ХҮРЭЭНД ХЭВЛҮҮЛСЭН  
ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛҮҮД**

1. Шарав Д., Оюунчимэг Т., Эрдэнэчимэг Д. 2022. “Радиолярын судалгааны арга аргачлал” гарын авлага
2. Оюунчимэг Т., Эрдэнэчимэг Д., Шарав Д., Дагва-Очир Л., Баттүшиг А., Булганзаяа Л. 2021. “Уянгын дүүргийн геологийн асуудалд”, Геологи судлал, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн ЭШ-ний бүтээл №.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, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн ЭШ-ний бүтээл №.25, х.110-119
4. Оюунчимэг Т., Шарав Д., Эрдэнэчимэг Д., Заяатүшиг Ү., Булганзаяа Л., Ариунаа Н. 2022. “Хархорины бүсийн Хясаатхүрэн орчмын аккрецийн комплекс”, Геологи судлал, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн ЭШ-ний бүтээл №26 /хэвлэлтэнд/
5. 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» /абстракт/
6. Оюунчимэг Т., Шарав Д., Эрдэнэчимэг Д., Булганзаяа Л., Ариунаа Н. “Хясаатхүрэн орчмын аккрецийн комплекс /Хархорин болон Цэцэрлэг террейны хил зааг”. Монголын Геологи Хайгуул, Round up-2022, ЭШ-ний Бага хурал, Аман илтгэл

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- Баадай Д., Терebeneна В.А., Агваансамбуу Д., 1974Ф. Хангайн нурууны баруун өмнөт хэсэгт хийсэн 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлын тайлан.
- Баярсайхан Ц., Хэнзий С. 1990Ф. Архангай аймгийн Хангай сум, Баянхонгор аймгийн Жаргалант, Заг сумын районд хийгдсэн 1:200000-ны масштабын геологийн зураглалын ажлын тайлан.
- Геология Монгольской Народной Республики, 1973. Москва.: Недра, Том.1, 580с
- Гүрцоо С., Тилеу Д., Ренчиндорж Ш., Балжинням Д., Нарангэрэл С., Батжаргал М. 1990Ф. Баянхонгор, Өвөрхангай аймгуудын нутагт Ихтамирын ангийн 1986-1990 онд хийсэн 1:200000-ны масштабтай геологийн зураглалын ажлын тайлан.
- Дэжидмаа Г., Оюунтуяа Н., Энхжаргал В., Отгонбаатар Б., Энхжаргал М. 2008Ф. Булган, Төв аймгийн нутаг дэвсгэр Төв Монголын М-48-XXXI, XXXII, L-48-I, II, II, IX, X, XI хавтгайн хэмжээнд 1:200000-ны масштабын геологи, ашигт малтмал, дөрөвдөгчийн геологи, экологийн зураг зохиох ажлын үр дүнгийн тайлан.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. 1990. Тектоника литосферных плит территории СССР. -М.:Недра, Кн.1. т.1, 326с
- Лхүндэв Ш., Төмөрчөдөр Ч., Пүрэвдорж З., Баадай Д., Өнөржав Л., Ганболд Ю. 1994Ф. Уянга орчмын геологийн тогтоц, ашигт малтмал (Өвөрхангай аймгийн нутагт Уянгын ангийн 1990-1992 онд хийсэн 1:50000 геологийн эрэл зураглалын ажлын үр дүнгийн тайлан).
- Оюунчимэг Т., Энхдалай Б., Отгонбаатар Д., Микова J., Эрдэнэчимэг Д., Шарав Д., Дагва-Очир Л., Баттүшиг А. 2018. Цэцэрлэгийн террейний Цоройдог уул дүүргийн палеозойн тунамал хурдсын геохими: эх үүсвэр, тектоник орчин. Геологи судлал, ЭШБ, №.24, х.6-30
- Оюунчимэг Т., Отгонбаатар Д., Төмөртоогоо О., Эрдэнэчимэг Д., Дагва-Очир Л., Төмөрчөдөр Ч., Шарав Д., Энхдалай Б., Ариунбилэг С., Наранцэцэг Ц., Оролмаа Д., Булганзаяа Л., Баттүшиг А., Дэлгэрзаяа П., Алтансүх Г., Ариунаа Н., Тулга А., Энх-Орших О. 2018. Монгол-Агнуурын атриат бүслүүрийн Хангай-Хэнтийн ороген тогтолцооны геодинамик ба алтны хүдэржилтийн структурын шалгуур” суурь судалгааны тайлан, х.1-262.



- “Хангайн дүүргийн цахиурлаг болон тунамал чулуулаг дахь радиолярын судалгаа” 2020-2021 он*
- Өлзийбаяр Ж., Гүндсамбуу Ц., 2002Ф. Өвөрхангай аймгийн Зүүнбаянулаан, Өлзийт, Зүйл сумдын нутагт хийсэн 1:50000-ны масштабын геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын үр дүнгийн тайлан.
- Тектоника Монгольской Народной Республики, 1974. (Гл. Ред. А.Л.Яншин). Москва.: Наука 284с
- Тогтох Д, Гүрцоо С, Лхүндэв Ш. 1986. Отчет о результатах групповой геологической съемки масштаба 1:200000 проведенной Гурвансайханской партией №.II в 1982-1984 гг. №.3912Ф
- 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. Геологи суплал, ШУА-ийн ГЭБХ-ийн ЭШ-ний бүтээл, №.18, х.9-28.
- Төмөртоогоо О. 2012. Монгол орны ороген мужуудын тектоник мужлалт, Геологи судлал, ШУА-ийн ГЭБХ-ийн ЭШ-ний бүтээл, №.21, х.5- 25.
- Төмөртоогоо О. 2017. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн тектоник дүүрэгчлэл, Масштаб 1:3000000
- Төмөрчөдөр Ч., Ганбат Л., Ноосой З., Энхсайхан Ц. 1990Ф. Галуутын II ангийн 1986-1990 онд Баянхонгор, Өвөрхангай, Архангай аймгийн нутагт явуулсан 1:200000 масштабын эрэл-зураглалын ажлын үр дүнгийн тайлан.
- Төмөрчөдөр Ч., Лхүндэв Ш., Ганбаяр Г. 2009Ф. 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.
- Шарав Д., Булганзаяа Л., Оюунчимэг Т., Отгонбаатар Д. 2020. “Цэцэрлэг террейний Эрдэнэцогт, Цэцэрлэг формацуудын радиолярын судалгааны үр дүн” Хайгуулчин, №.62, х 130-135.
- Эрдэнэчимэг Д., Энхбаяр Б., Болдбаатар Г., Дамдинжав Б., Тайванбаатар Ц., 2017Ф. “Геомэдээллийн сан-2013” төслийн хүрээнд Монгол Улсын 1:500000-ны масштабын геологийн зураг зохиох төслийн ажлын үр дүнгийн тайлан.
- Эрдэнэчимэг Д., Оюунчимэг Т., Отгонбаатар Д., Төмөрчөдөр Ч., Jitka Mikova, Дагва-Очир Л., Булганзаяа Л., Энхдалай Б., 2019. Шар хөтөлийн геологийн тогтоц: тунамал чулуулгийн геохими, геохронологи. Хайгуулчин, №.61, х.157-170.

- 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, 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*, v.203, p.369-390.
- Badarch Gombosuren., W. Dickson Cunningham., Brian F. Windley, 2002. A new subdivision for Mongolia: implications for the Phanerozoic crustal growth of Central Asia. *Journal of Asian Earth Sciences* v.21, p.88-110.
- 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.
- 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](https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105795)
- Foreman H.P., 1963. Upper Devonian Radiolaria from the Huron Member of the Ohio Shale. *Micropaleontology*, v.9, p.267-304.
- 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.
- Izosaki Y., Maruyama S., Furuoka F., 1990. Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, vol. 181, p.179-205
- Isozaki Y & Itaya T. 1991. Pre-Jurassic klippe in northern Chiehibu belt in west central Shikoku, Southwest Japan- Kurosegawa terrane as a tectonic outlier of the pre-Jurassic rocks of the Inner Zone. *Journal of Geological Society of Japan*, 97, p.431-450
- Izosaki Y., 1996. Anatomy and genesis of a subduction- related orogen: A new view of geotectonic subdivision and evolution of the Japanese Islands. *The Island Arc*, vol. 5, p.289- 320
- 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.
- 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., 2009. Upper Silurian and Devonian pelagic deep-water radiolarian chert from the Khangai-Khentei

- “Хангайн дүүргийн цахиурлаг болон тунамал чулуулаг дахь радиолярын судалгаа” 2020-2021 он*
- belt of Central Mongolia: Evidence for Middle Paleozoic subduction-accretion activity in the Central Asian Orogenic Belt. *Journal of Asian Earth Sciences*, v.34, p.209-225.
- 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.
- 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*, v.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
- 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.
- Wang Y., Aitchison J.C., Luo, H., 2003. Devonian radiolarian faunas from South China. *Micropaleontology*, v.49, p.127-145.
- 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.
- Zorin Y.U., 1999. Geodynamics of the western part of the Mongolia-Okhotsk collisional belt. *Trans Baikal region (Russia) and Mongolia. Tectonophysics*. 306. p.33-56.



Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-20-54	Kh-20-61/1	Kh-20-70	Kh-20-103	Kh-20-175/1
Литологи	Улаан хүрэн яшма	Үеллэг ногоон яшма	Яшма	Цайвар саарал яшма	Бор саарал яшма
V/Y	2.44	1.79	0.48	0.37	0.43
Ti/V	29.10	22.95	49.59	119.90	95.92
SiO <sub>2</sub>	97.15	88.98	94.10	90.07	95.45
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.17	0.06	0.10	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.14	2.98	1.65	1.77	0.01
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.02	5.02	1.26	3.38	2.11
MnO	0.11	0.38	1.50	1.51	0.47
MgO	0.01	0.69	0.17	0.39	0.12
CaO	0.06	0.43	0.14	0.38	0.25
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.61	0.14
K <sub>2</sub> O	0.33	0.16	0.49	0.13	0.01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.24	0.06	0.06	0.13
LOI	0.21	1.21	0.63	0.29	0.22
SUM	100.09	100.26	100.04	98.69	98.99
Na+K	0.12	0.62	1.55	1.57	0.60
K	41.51	2029.72	464.88	498.09	1079.20
Ti	320.14	1032.96	347.12	599.51	479.61
P	916.08	5278.38	2748.25	1265.07	959.71
FeO	0.91	4.52	1.13	3.04	1.90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.50	0.13	0.34	0.21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.53	0.37	0.57	0.34	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	19.04	29.14	21.68	33.80	26.38
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	1.05	5.64	1.33	3.75	2.21
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	1.17	3.35	1.75	1.97	0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.36	0.46	0.21	0.34	0.46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.40	0.27	0.28	0.18	0.00
MnO/TiO <sub>2</sub>	2.12	2.19	25.85	15.07	5.93
V	11.00	45.00	7.00	5.00	5.00
La	3.2	15.7	8.9	14.6	10.5
Ce	10	40.4	23.8	50.4	25.9
Pr	0.88	4.27	2.37	3.4	2.55
Nd	3.4	18.1	10.1	14	11.5
Sm	0.9	4.7	2.7	3.4	2.9
Eu	0.25	1.26	0.82	0.76	0.67
Gd	0.84	5.16	2.59	2.88	2.49
Tb	0.14	0.83	0.4	0.46	0.33
Dy	0.95	4.91	2.37	2.55	1.94
Ho	0.21	0.98	0.51	0.5	0.39
Er	0.56	2.64	1.36	1.25	1.06
Tm	0.1	0.37	0.2	0.19	0.15
Yb	0.7	2.3	1.1	1.2	1
Lu	0.13	0.35	0.36	0.18	0.13
Eu/Eu*	1.26	1.04	1.01	0.84	0.76
Ce/Ce*	0.14	0.55	0.33	0.69	0.35
Ti/V	29.10	22.95	49.59	119.90	95.92
La/Ce	Далайн арлан нум	Эх газрын зах-нум	Завсрын	Эх газрын зах-нум	Далайн арлан нум
Silicate	Наангилаг	Голч нуруу орчим	Наангилаг	Голч нуруу орчим	Зах
Ti/V	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах
V/Y	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах

Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-20-184	Kh-20-246	Kh-20-250	Kh-20-299	Kh-20-299/1
Литологи	Бор саарал яшма	Цайвар саарал яшма	Ногоон яшма	Ногоон саарал яшма	Улаан хүрэн яшма
V/Y	1.10	4.14	3.70	8.41	1.63
Ti/V	45.56	39.97	54.56	15.35	59.63
SiO <sub>2</sub>	86.32	96.93	59.19	93.30	92.78
TiO <sub>2</sub>	0.19	0.08	0.91	0.15	0.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.60	0.85	18.48	2.65	2.79
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.06	4.06	6.42	1.71	1.43
MnO	0.93	0.12	0.09	0.07	0.39
MgO	0.77	0.24	2.11	0.40	0.50
CaO	1.12	0.05	2.69	0.22	0.29
Na <sub>2</sub> O	0.95	0.02	7.99	0.01	0.01
K <sub>2</sub> O	0.09	0.49	0.01	0.70	1.13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.24	0.02	0.17	0.05	0.01
LOI	0.79	0.41	1.79	0.79	0.66
SUM	99.06	100.08	99.85	100.04	100.09
Na+K	1.17	0.14	0.26	0.12	0.40
K	1992.36	166.03	1411.26	450.77	78.03
Ti	1139.07	479.61	479.61	890.27	775.17
P	3446.22	1788.54	7808.52	3446.22	2879.12
FeO	3.65	0.78	5.78	1.54	1.28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.41	0.09	0.64	0.17	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.47	0.49	0.74	0.61	0.66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	21.37	10.88	7.05	11.52	11.04
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	4.70	0.90	10.85	1.83	1.54
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	4.17	0.88	31.22	2.84	3.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.30	0.28	0.16	0.26	0.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.26	0.28	0.45	0.40	0.39
MnO/TiO <sub>2</sub>	4.89	1.51	0.10	0.46	3.00
V	25.00	12.00	100.00	58.00	13.00
La	15.7	4.2	29.2	6.8	11.6
Ce	27.8	11.5	67.1	14.5	30.8
Pr	3.95	1	6.79	1.6	2.46
Nd	16.2	4.1	26.7	6.5	9.8
Sm	4.5	1	6.2	1.5	2.2
Eu	1.12	0.22	1.3	0.4	0.49
Gd	4.17	0.81	5	1.33	1.64
Tb	0.66	0.13	0.84	0.19	0.24
Dy	4.09	0.74	5.16	1.28	1.72
Ho	0.84	0.14	1.01	0.27	0.36
Er	2.42	0.33	3.07	0.77	1.16
Tm	0.34	0.06	0.45	0.1	0.16
Yb	2.2	0.4	3	0.7	1.2
Lu	0.37	0.07	0.46	0.1	0.24
Eu/Eu*	1.02	0.81	0.95	1.00	0.99
Ce/Ce*	0.38	0.16	0.92	0.20	0.42
Ti/V	45.56	39.97	54.56	15.35	59.63
La/Ce	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Завсрын /наангилаг/	Далайн арлан нум	Эх газрын зах-нум
Silicate	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум
Ti/V	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах
V/Y	Эх газрын зах	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах

Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-20-299/3	Kh-20-299/4	Kh-20-332	Kh-20-336	Kh-20-342
Литологи	Улаан хүрэн яшма	Цахиурлаг алевролит	Улаан хүрэн яшма	Улаан хүрэн яшма	Улаан хүрэн яшма
V/Y	0.47	2.11	1.83	0.82	0.77
Ti/V	34.61	56.65	11.42	65.47	59.55
SiO <sub>2</sub>	93.17	67.51	97.05	86.64	91.72
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.54	0.04	0.22	0.15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.89	14.68	0.98	4.31	2.69
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.25	5.53	0.96	3.85	2.58
MnO	0.48	0.14	0.06	0.09	0.22
MgO	0.08	1.53	0.11	1.06	0.65
CaO	1.07	2.60	0.13	1.18	0.30
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	1.00	0.01
K <sub>2</sub> O	0.48	4.84	0.25	0.36	0.87
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.22	0.09	0.09	0.20	0.08
LOI	0.35	2.64	0.31	1.27	0.84
SUM	100.04	100.09	99.97	100.18	100.10
Na+K	0.70	0.22	0.15	0.29	0.30
K	1794.78	728.04	772.04	1627.09	682.38
Ti	380.69	3228.96	251.19	1309.33	893.27
P	1526.81	11516.47	1352.31	5540.12	3664.33
FeO	2.03	4.97	0.86	3.47	2.33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23	0.55	0.10	0.39	0.26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.46	0.73	0.51	0.53	0.51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	35.48	10.27	22.80	17.64	17.34
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	2.42	8.19	0.98	4.45	2.82
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	2.03	21.75	1.01	4.97	2.93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.33	0.17	0.32	0.29	0.31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.28	0.45	0.33	0.32	0.32
MnO/TiO <sub>2</sub>	7.60	0.25	1.32	0.42	1.48
V	11.00	57.00	22.00	20.00	15.00
La	15.4	33.4	8.7	26.4	20.8
Ce	23.4	67.7	16.5	68.7	56
Pr	3.79	7.48	2.36	6.06	4.57
Nd	16.2	28.6	10	24.1	18.9
Sm	4.4	6.3	2.7	5.8	4.7
Eu	1.01	1.5	0.64	1.06	1.03
Gd	4.02	5.31	2.47	5.52	4.2
Tb	0.63	0.87	0.4	0.82	0.61
Dy	3.42	5.29	2.4	4.82	3.46
Ho	0.69	1.03	0.49	0.89	0.73
Er	1.73	3.24	1.22	2.3	2.08
Tm	0.25	0.5	0.19	0.35	0.29
Yb	1.5	3.5	1.3	2.2	1.8
Lu	0.21	0.58	0.23	0.38	0.28
Eu/Eu*	0.86	0.93	0.99	0.82	0.86
Ce/Ce*	0.32	0.93	0.23	0.94	0.77
Ti/V	34.61	56.65	11.42	65.47	59.55
La/Ce	Завсрын /наангилаг/	Эх газрын зах-нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум
Silicate	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах
V/Y	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах



Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-21-03	Kh-21-67	Kh-21-70	Kh-21-78	Kh-21-150
Литологи	Яшма	Улаан хүрэн яшма	Ногоон яшма	Цайвар саарал яшма	Кварцит
V/Y	0.91	0.99	0.73	2.28	1.74
Ti/V	35.97	49.83	56.65	15.36	59.95
SiO <sub>2</sub>	94.96	94.89	94.93	97.76	69.09
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.07	0.08	0.03	0.36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.81	1.77	1.59	0.91	15.20
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.52	1.26	2.04	0.61	2.82
MnO	0.63	0.24	0.05	0.02	0.05
MgO	0.10	0.50	0.40	0.01	0.86
CaO	0.16	0.28	0.31	0.04	1.07
Na <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.01	0.01	3.21
K <sub>2</sub> O	0.38	0.48	0.13	0.35	5.22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.06	0.07	0.02	0.12
LOI	0.48	0.48	0.54	0.26	1.29
SUM	99.17	100.01	100.13	99.99	99.29
Na+K	0.69	0.30	0.11	0.04	0.17
K	498.09	478.17	548.73	156.90	996.18
Ti	359.71	398.67	453.23	199.64	2158.24
P	2093.90	2093.90	2355.64	1134.20	5627.37
FeO	1.37	1.13	1.83	0.55	2.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15	0.13	0.20	0.06	0.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.35	0.58	0.44	0.60	0.84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	25.33	18.96	26.93	18.21	7.83
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	1.60	1.33	2.14	0.62	4.08
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	0.85	1.86	1.67	0.93	22.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.30	0.25	0.40	0.27	0.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.16	0.35	0.31	0.40	0.49
MnO/TiO <sub>2</sub>	10.54	3.63	0.61	0.49	0.13
V	10.00	8.00	8.00	13.00	36.00
La	7.3	6.6	7.6	3.5	33.4
Ce	20.2	19.9	21.2	8.7	66.5
Pr	1.86	1.52	1.73	0.8	6.88
Nd	7.8	6.4	7.4	3.3	25.8
Sm	2.1	1.4	1.8	0.8	5.2
Eu	0.46	0.42	0.54	0.19	1.39
Gd	1.93	1.58	1.89	0.92	3.81
Tb	0.32	0.21	0.31	0.13	0.67
Dy	1.88	1.34	1.86	0.91	3.99
Ho	0.39	0.32	0.4	0.19	0.79
Er	0.95	0.81	1.11	0.52	2.3
Tm	0.12	0.11	0.14	0.08	0.38
Yb	0.8	0.8	0.9	0.5	2.5
Lu	0.12	0.12	0.14	0.08	0.37
Eu/Eu*	1.01	1.13	1.14	1.16	0.93
Ce/Ce*	0.28	0.27	0.29	0.12	0.91
Ti/V	35.97	49.83	56.65	15.36	59.95
La/Ce		Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Эх газрын нум
Silicate	Голч нуруу орчим	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах-нум
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах
V/Y	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах

Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-21-174	Kh-21-189	Kh-21-246	Kh-21-249	Kh-21-294
Литологи	Кварцит	Яшма	Яшма	Яшма	Үеллэг ногоон яшма
V/Y	10.00	0.23	7.00	82.35	4.63
Ti/V	11.99	179.85	17.13	0.43	15.47
SiO <sub>2</sub>	98.58	80.03	97.65	66.53	90.56
TiO <sub>2</sub>	0.01	0.18	0.02	0.01	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.01	9.99	0.01	0.17	0.50
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.49	2.55	0.63	32.61	4.68
MnO	0.01	0.03	0.06	0.03	0.04
MgO	0.02	0.24	0.11	0.15	1.31
CaO	0.04	0.42	0.02	0.22	0.78
Na <sub>2</sub> O	0.02	5.76	0.01	0.07	0.01
K <sub>2</sub> O	0.01	0.05	0.22	0.06	0.03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.03	0.01	0.07	0.03
LOI	0.03	0.36	0.15	0.18	1.02
SUM	99.23	99.64	98.89	100.10	99.04
Na+K	0.02	0.06	0.07	0.10	0.07
K	83.02	249.05	83.02	581.11	249.05
Ti	59.95	1079.12	119.90	59.95	479.61
P	130.87	1570.43	654.35	785.21	4449.55
FeO	0.44	2.29	0.57	29.34	4.21
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.26	0.06	3.27	0.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.02	0.80	0.02	0.01	0.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	49.00	14.17	31.50	3261.00	58.50
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	0.50	3.19	0.65	49.02	5.17
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	0.01	12.48	0.01	0.26	0.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.35	0.13	0.27	0.97	0.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.01	0.50	0.00	0.01	0.05
MnO/TiO <sub>2</sub>	0.93	0.16	2.79	2.79	0.47
V	5.00	6.00	7.00	140.00	31.00
La	0.2	6.7	1.1	1	3.5
Ce	0.4	15.4	3.6	0.7	5.2
Pr	0.05	1.97	0.27	0.17	0.75
Nd	0.2	10	1	0.6	3.5
Sm	0.1	3.3	0.2	0.2	0.9
Eu	0.05	1.08	0.08	0.05	0.25
Gd	0.05	4.01	0.25	0.2	1.05
Tb	0.05	0.72	0.05	0.05	0.17
Dy	0.06	4.93	0.21	0.18	1.24
Ho	0.05	1.06	0.05	0.05	0.26
Er	0.05	2.98	0.07	0.12	0.84
Tm	0.05	0.48	0.05	0.05	0.12
Yb	0.1	3	0.1	0.1	0.7
Lu	0.05	0.47	0.05	0.05	0.12
Eu/Eu*	3.70	1.53	1.17	1.31	1.40
Ce/Ce*	0.01	0.21	0.05	0.01	0.07
Ti/V	11.99	179.85	17.13	0.43	15.47
La/Ce	Зах	Эх газрын зах-нум	Зах	Зах	Голч нуруу
Silicate	Зах	Эх газрын зах-нум	Зах	Зах	Голч нуруу орчим
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Наангилаг	Голч нуруу	Наангилаг
V/Y	Наангилаг	Эх газрын зах	Наангилаг	Голч нуруу	Наангилаг

Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-21-296	Kh-21-310	Kh-21-311	Kh-21-315	Kh-21-319
Литологи	Яшма	Улаан яшма	Цайвар саарал яшма	Гидротермаль яшма	Улаан хүрэн яшма
V/Y	6.04	1.55	1.10	26.80	0.83
Ti/V	34.66	58.37	41.97	0.89	65.95
SiO <sub>2</sub>	85.75	73.74	95.34	72.73	92.30
TiO <sub>2</sub>	0.37	0.37	0.07	0.01	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.35	11.43	0.84	0.01	1.90
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.36	4.41	1.01	23.03	1.37
MnO	0.17	0.67	0.07	0.16	0.50
MgO	1.34	0.90	0.32	0.20	0.48
CaO	0.76	0.79	0.08	1.69	0.18
Na <sub>2</sub> O	0.47	1.32	0.04	0.04	0.10
K <sub>2</sub> O	0.64	3.30	0.50	0.02	0.80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.12	0.04	0.11	0.05
LOI	1.20	1.94	0.57	1.49	0.68
SUM	98.47	98.99	98.88	99.49	98.47
Na+K	0.23	0.79	0.11	0.27	0.55
K	498.09	996.18	332.06	913.17	415.08
Ti	2218.19	2218.19	419.66	59.95	659.46
P	5234.76	8462.86	2486.51	6499.83	2966.36
FeO	3.92	3.97	0.91	20.72	1.23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.44	0.44	0.10	2.31	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.43	0.72	0.45	0.00	0.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	11.78	11.92	14.43	2303.00	12.45
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	5.08	5.98	1.06	31.67	1.48
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	3.91	15.50	0.88	0.01	2.06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.31	0.17	0.22	0.84	0.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.24	0.44	0.18	0.00	0.25
MnO/TiO <sub>2</sub>	0.45	1.81	0.93	15.81	4.57
V	64.00	38.00	10.00	67.00	10.00
La	12.4	25.8	4.2	1.8	7.3
Ce	26.5	76	8	3.4	20.5
Pr	2.85	5.8	1.13	0.41	1.88
Nd	12.1	23.1	5	1.7	7.6
Sm	3	5.5	1.4	0.5	1.8
Eu	0.8	1.26	0.38	0.14	0.48
Gd	2.61	4.83	1.3	0.5	1.9
Tb	0.39	0.8	0.24	0.05	0.29
Dy	2.21	5.15	1.51	0.4	1.87
Ho	0.46	1.09	0.3	0.07	0.44
Er	1.19	2.84	0.89	0.21	1.32
Tm	0.16	0.47	0.14	0.05	0.19
Yb	1.1	3.4	0.8	0.2	1.4
Lu	0.15	0.53	0.12	0.05	0.22
Eu/Eu*	0.86	1.11	1.16	0.73	1.25
Ce/Ce*	0.36	1.04	0.11	0.05	0.28
Ti/V	34.66	58.37	41.97	0.89	65.95
La/Ce	Завсрын /наангилаг/	Эх газрын зах-нум	Далайн арлан нум	Зах	Эх газрын зах-нум
Silicate	Наангилаг	Эх газрын зах-нум	Наангилаг	Зах	Наангилаг
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Голч нуруу	Эх газрын зах
V/Y	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Эх газрын зах

Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	Kh-20-171/1	Kh-20-173	Kh-21-257	Kh-21-262	КН-20-14/3
Литологи	Бор халтар яшма	Цахиурлаг алевролит	Цахиурлаг алевролит	Цахиурлаг алевролит	Улаан хүрэн яшма
V/Y	1.72	2.98	5.41	3.64	1.83
Ti/V	27.95	46.74	90.76	39.97	38.15
SiO <sub>2</sub>	53.22	71.50	44.01	67.02	95.86
TiO <sub>2</sub>	0.76	0.46	2.71	0.56	0.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.08	13.04	17.83	14.75	1.34
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.50	3.92	13.11	5.23	1.06
MnO	10.96	0.12	0.20	0.11	0.04
MgO	2.36	1.16	6.38	1.63	0.14
CaO	2.70	0.79	4.51	0.77	0.03
Na <sub>2</sub> O	1.66	2.99	2.64	4.14	0.01
K <sub>2</sub> O	0.46	2.48	1.79	1.95	0.43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.41	0.30	0.43	0.12	0.01
LOI	2.34	2.15	5.85	2.33	0.26
SUM	99.45	98.91	99.46	98.61	99.25
Na+K	11.37	0.42	0.63	0.23	0.05
K	3403.62	2490.45	3569.65	996.18	83.02
Ti	4556.28	2757.75	16246.72	3357.26	419.66
P	10207.78	9378.95	25519.46	10164.16	1134.20
FeO	8.55	3.53	11.80	4.71	0.95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.95	0.39	1.31	0.52	0.11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.61	0.77	0.58	0.74	0.56
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	12.50	8.52	4.84	9.34	15.14
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	17.85	5.48	29.79	7.80	1.11
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	28.34	18.24	40.51	22.01	1.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.20	0.14	0.23	0.16	0.26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.32	0.46	0.32	0.45	0.32
MnO/TiO <sub>2</sub>	14.43	0.26	0.08	0.20	0.53
V	163.00	59.00	179.00	84.00	11.00
La	41.2	20.6	16.1	33.3	3.5
Ce	171	50.6	38.5	66.5	6.3
Pr	10.6	4.65	4.75	6.67	0.8
Nd	45.8	18	21.6	24.9	3.4
Sm	12.7	4.2	6.6	5.6	0.9
Eu	3.46	0.91	2.47	1.22	0.23
Gd	15	3.62	6.73	4.5	1.01
Tb	2.64	0.57	1.05	0.68	0.14
Dy	16.6	3.86	6.77	4.12	0.86
Ho	3.47	0.76	1.35	0.87	0.21
Er	9.67	2.27	3.78	2.58	0.54
Tm	1.39	0.38	0.47	0.38	0.08
Yb	9.5	2.3	3.1	2.5	0.5
Lu	1.61	0.37	0.48	0.42	0.07
Eu/Eu*	1.32	1.02	1.06	0.91	1.15
Ce/Ce*	2.34	0.69	0.53	0.91	0.09
Ti/V	27.95	46.74	90.76	39.97	38.15
La/Ce	Далайн арлан нум	Завсрын /наангилаг/	Далайн арлан нум	Эх газрын зах-нум	Завсрын /наангилаг/
Silicate	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Эх газрын зах-нум	Наангилаг
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Эх газрын зах	Наангилаг	Наангилаг
V/Y	Эх газрын зах	Наангилаг	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах



Хавсралт 1. Геохимийн шинжилгээний үр дүнгүүд

Дээжийн дугаар	КН-20-226/1	КН-20-352	КН-20-376/5
Литологи	Улаан хүрэн яшма	Бор хүрэн яшма	Улаан хүрэн яшма
V/Y	3.94	2.68	1.91
Ti/V	32.28	63.90	28.78
SiO <sub>2</sub>	91.95	70.06	92.39
TiO <sub>2</sub>	0.07	0.97	0.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.53	10.01	2.00
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.31	7.98	2.27
MnO	0.17	0.47	0.62
MgO	0.35	2.05	0.55
CaO	0.06	1.63	0.10
Na <sub>2</sub> O	0.01	3.69	0.01
K <sub>2</sub> O	0.50	0.93	0.63
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.30	0.06
LOI	0.40	1.79	0.60
SUM	96.37	99.88	99.35
Na+K	0.19	0.77	0.68
K	166.03	2490.45	498.09
Ti	419.66	5815.25	719.41
P	1744.92	7808.52	2617.38
FeO	1.18	7.18	2.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.13	0.80	0.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.54	0.56	0.47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	18.71	8.23	18.92
100Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	1.42	11.39	2.46
100Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	1.66	14.29	2.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.16	0.27	0.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(100-SiO <sub>2</sub> )	0.19	0.33	0.26
MnO/TiO <sub>2</sub>	2.39	0.48	5.19
V	13.00	91.00	25.00
La	2.8	34.9	12.7
Ce	8.5	80	29.9
Pr	0.57	8.37	2.84
Nd	2.3	34.8	11.9
Sm	0.5	8.3	2.6
Eu	0.13	1.98	0.67
Gd	0.57	7.55	2.61
Tb	0.1	1.15	0.41
Dy	0.63	6.78	2.53
Ho	0.12	1.44	0.49
Er	0.42	4.02	1.44
Tm	0.07	0.58	0.18
Yb	0.6	4	1.2
Lu	0.09	0.6	0.18
Eu/Eu*	1.18	0.95	0.98
Ce/Ce*	0.12	1.10	0.41
Ti/V	32.28	63.90	28.78
La/Ce	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум	Далайн арлан нум
Silicate	Наангилаг	Эх газрын зах-нум	Наангилаг
Ti/V	Наангилаг	Эх газрын зах	Наангилаг
V/Y	Наангилаг	Наангилаг	Эх газрын зах