

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Улсын бүртгэлийн дугаар

Нууцын зэрэглэл:Б

Хамтарсан судалгааны төсөл

Гэрээний дугаар: ШУГХ/ОХУ/2018/04

МУ-ЫН ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ГЕОЛОГИ-УУЛ-УУРХАЙН СУРГУУЛЬ
ГЕОЛОГИ-ГИДРОГЕОЛОГИЙН ТЭНХИМ

**ХОЙД МОНГОЛЫН ХОЖУУ КАЙНОЗОЙН ШҮЛТЛЭГ
БАЗАЛЬТЫН МАГМЫН ЭХ ҮҮСВЭРТ ДАЛАЙН ЦАРЦДАС БА
КАРБОНАТ МАТЕРИАЛЫН ОРОЛЦОО**

(2018-2020 оны ажлын нэгдсэн тайлан)

ГҮЙЦЭТГЭГЧИД

Д.БАТ-ӨЛЗИЙ доктор (Ph.D), профессор

Ё.МАЖИГСҮРЭН ДОКТОРАНТ

Д.ХИШИГСҮРЭН ДОКТОРАНТ

О.ЖАВХЛАН ДОК (Ph.D)

РЕФЕРАТ

Базальт үүсэх гол механизм нь далайн царцдас доорхи манти хайлж өргөгдсөнөөр царцдас хагарч улмаар мантийн хайлалтаас үүссэн базальт далайн усан дор үүсэх нөхцөл юм. Гэтэл Кайнозойн базальт нь эх газрын блок хагарч цуурсанаар үүссэн төдийгүй химийн найрлага далайн базальтаас эрс өөр байна. Иймээс судлаачид олон онол дэвшүүлсэний нэг нь плюм буюу дэлхийн гүнд мантийн үе хуйларч овоорсоноос эрчимтэй дулаан үүсч мантийн хэсгүүд хайлж Кайнозойн үеийн базальт үүссэн гэх онол юм. Гэсэн ч мантид хайлсан голомт дээшээ өгсөх замдаа эх газрын царцдаст нөлөөлж тодорхой хэсгийг өөртөө уусгасан байх магадлалтай гэсэн логик санааг Оросын эрдэмтэн энэ төслийн удирдагч академич М.И.Кузьмин дэвшүүлсэн ба Байгал орчмын базальтын судалгаагаар баталгаажуулсан байна. Хойд Монголын Хөвсгөл орчмын базальтын геохимийн судалгаагаар, эрт үед шургасан далайн царцдасын хувирсан төрөл дахин хайлалтад орж улмаар базальтын эх үүсвэрт оролцсоныг харуулсан болно. 2016 онд ОХУ-ын Эрхүү хотын судлаачид Хөвсгөл аймгийн Мөрөн хотоос холгүй байршилтай хоолойн дэлбэрэлтийн базальтад агуулагдах нодуль нь урьд өмнө судлагдсан нодулиас өөр царцдасын гаралтай нодуль олсоноор энэ төслийг хэрэгжүүлэх шалтгаан болсон юм. 2018-2020 оны судалгааны ажлаар төслийн зорилгийг биелүүлэхийн тулд геохими судлагдаагүй Хөвсгөлийн өмнөд хэсгийн Нуурын хөндийн базальтыг судлах төдийгүй нодулийн найрлагыг судалсан болно. Дарьгангын галт уулын хоолойн нодуль нь базальтын хайлалтын эх үүсвэрт эклогит оролцсоныг батлав. Дундговийн галт уулын хоолойн нодулийн ерөнхий химийн шинжилгээ андезит, андезитобазальт, трахиандезитын найрлагатай байгаа нь мантийн таамаг найрлагатай нийцсэнгүй. Энэ нь эх газрын базальт нь эклогит төдийгүй царцдасын чулуулгаар бохирдсон мантийн хайлалтаас үүссэнийг батлав. Энэ нь нөгөөтэйгүүр кайнозойн базальт яагаад Na_2O ба K_2O -зэрэг шүлтээр баян байдагийг тайлбарлах үндсийг тодруулсанаар шинжлэх ухаанд хувь нэмэр оруулсан судалгаа болов.

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Түлхүүр үгс:

кайнозой, базальт, базанит, нодуль, манти, царцдас, эклогит, харилцан үйлчлэл

НЭР ТОМЬЁО, ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ТАЙЛБАР

Базальтын төрлийн чулуулгийн нэрс

Базанит

Тефрит

Лейциттэй тефрит

Трахибазальт

Трахиандезитобазальт

перидотит

Базальтын текстур

Opion – сонгинын халс мэт текстур

Columnar -баганан текстур

Базальтын урсгалын цикл

Массив буюу цул текстур

Нүх сүвэрхэг текстур

Геохронологийн нас

Pg₃¹ - хожуу палеогений эхэн үе, олигоцен

N₂¹ - хожуу неогений эхэн үе, плиоцен

N₁³ - түрүү неогений төгсгөл үе, миоцен

ГАРЧИГ

ОРШИЛ

ХЭЭРИЙН СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН АРГА АРГАЧЛАЛ	2-3
СУДАЛГАА 1 ӨМНӨГОВЬ, ДУНДГОВЬ, ӨВӨРХАНГАЙ, БАЯНХОНГОР, ХӨВСГӨЛ, ЗААМАРЫН РАЙОНЫ КАЙНОЗОЙН БАЗАЛЬТЫН ГЕОЛОГИ, ГЕОХРОНОЛОГИЙН СУДАЛГАА	4-19
СУДАЛГАА 2 БАЗАЛЬТЫН ПЕТРОГРАФИЙН СУДАЛГАА.....	20-46
Тэвш уулаас-Түйн голын базальтын петрографийн судалгаа.....	20-37
Байдраг- Баянбулагийн базальтын петрографийн судалгаа.....	37-43
Хөвсгөл Заамарын базальтын петрографийн судалгаа.....	43-46
СУДАЛГАА 3 БАЗАЛЬТЫН ГЕОХИМИЙН СУДАЛГАА.....	47-55
Тэвш уулаас-Түйн голын базальтын гол элементийн судалгаа.....	47-49
Байдраг- Баянголын базальтын гол элементийн судалгаа.....	50-52
Төмөрлөг ба ховор элементийн тархалт.....	52-55
Хөвсгөл Заамарын базальтын гол элементийн судалгаа.....	55
СУДАЛГАА 4 БАЗАЛЬТ ДАХЬ МЕГАКРИСТАЛЫН МИНЕРАЛОГИ, ПЕТРОГРАФИ, ГЕОХИМИЙН СУДАЛГАА.....	56-59
СУДАЛГАА 5 ДАРЬГАНГЫН ПЛАТОБАЗАЛЬТЫН ДАХЬ НОДУЛИУДИЙН СУДАЛГАА.....	60-74
СУДАЛГАА 6 КАЙНОЗОЙН БАЗАЛЬТТАЙ ХОЛБООТОЙ АШИГТ МАЛТМАЛ	75-82
ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ.....	83-84
АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ.....	84-85

ОРШИЛ

Үндэслэл: Эх газрын буюу кайнозой дөрөвдөгчийн үеийн базальт нь шүлтийн өндөр агуулгаараа далайн царцдасын базалтаас ялгаатай байна. Иймээс энэ шалтгааныг тайлбарлах олон янзын онол тайлбарууд гарсаны ихэнхи нь мантийн плюм буюу дэлхийн цөмийн урвалтай холбоотой байна. Гэтэл арлан нумын магмын чулуулгийн шүлтжилтийг магма ба царцдасын холилдолтоор тайлбарлаж энэ нь бараг хуульчлагдсан байна.

Энэ онолыг кайнозойн базальтад хэрэглэхэд түүний цахиурын исэл тогтмол базальтын хязгаарт буюу SiO_2 -42-54% хэлбэлздэгтэй нийцэхгүйд оршиж байв. Иймээс мантийн плюм урсгалын онол гарсан ч шүлтжилтийг бүрэн тайлбарлахгүй мухарддаг тул судлаачид кайнозойн базальтыг судлах сонирхолыг тээсээр ирсэн болно. Харин базальт нь зөвхөн плюмийн нөлөөгөөр бус плюм - царцдас хоёрын харилцан үйлчлэлцэлээр үүсдэг онолыг Эрхүүгийн геохимийн хүрээлэнгийн эрдэмтэн, акад. Кузьмин дэвшүүлсэнээр мантийн нодулийг судлах арга дэвшигдсэн болно. Учир нь базальт дахь нодуль нь түүний хайлсан орчины буюу мантийг төлөөлдөгтэй эрдэмтэд санал зөрдөггүй байна. Иймээс энэ төсөлд оролцогчид Хөвсгөл орчмийн базальт ба нуодулийн судалгаанаас гадна Хөвсгөлийн өмнөд бүсийн базальтын геохими ба нодулийг энэ төслөөр судлахаар тохирсоны дагуу төлөвлөгөө зохиосон болно.

Төлөвлөсөн дагуу Хөвсгөлийн базальтын өмнөд бүс буюу Тэвш, Таац, Түйн гол ба Байдрагийн базальтын геохимийн судалгаа болон Архангайн Шаврын царам, булганы Тогоо уулын базальтын мегаталстуудын, Дарьгангын платобазальтын нодулийн судалгааг хийв.

Төлөвлөгөөт судалгаа нь нэгдүгээрт кайнозойн базальтын тархалтын дагуу орчин үеийн геохимийн шинжилгээгээр хангах, хоёрдугаарт нодулийг судалж, бүтээгч эрдсүүд ба химизмийг таньж мэдэх давуу талтай байв.

Энэ давуу тал нь суурь судалгааны төслийн зорилгыг хангах зорилтууд болов.

Судалгааг Монгол Улсад хийх болсон шалтгаан: Кайнозой ба дөрөвдөгчийн эринд үүссэн эх газрын платобазальт нь зөвхөн Азийн орнуудын нутагт үүссэн байдагаараа онцлог байна. Сибирь, Хятад, Вьетнам зэрэг улс орнуудын базальтын гарш ногоон бүрхүүлээр хучигдсан байдаг тул хэн болгон судлахад амар бус байна. Монгол оронд тархалттай кайнозойн базальт нь урсаж бялхсан дэс дараа хадгалагдсан зэрэг гаршаараа гайхагддаг болно.

ХЭЭРИЙН СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН АРГА АРГАЧЛАЛ

Зорилгоо биелүүлэхийн тулд Хөвсгөлийн өвөр бүс Нуурын хөндий судлагдаагүй талбай болон мантийн нодуль тэмдэглэгдсэн талбайнуудыг сонгон судлав.

Судлагдаагүй талбайд Хөвсгөлийн өмнөд бүс болох Өвөрхангай ба Баянхонгорын нутгаар тархсан кайнозойн базальтын тархалтын талбай багтав. Эдгээр газарт тархан базальтад орчин үеийн багажаар хэмжигдсэн химийн ба ховор элементийн геохими байхгүй байгааг харгалзан геологи, геохимийн судалгааг хийх зорилт тавьж геологийн карт ба тайлан материалын судалгаа хийв. “Google Earth” программаас хайлт хийж хэд хэдэн газруудыг сонгов. Сонгосон талбайнуудад Английн Лейчестрийн Их Сургуулийн геологийн салбарын проф. Barry Tiffany- тай хамтран ажилласан болно. Професор В. Tiffany 1998-2000 онуудад Төв Монголын Хорго, Чулуут орчмын кайнозойн базальтыг судалж докторын зэрэг хамгаалсан ба улмаар залуу базальтаар мэргэжсэн мэргэжилтэн болно.

Ажлын дүнд геохимийн 40 дээж, петрографийн 40 дээж авсан.

Геохимийн дээжүүд Лейчестерийн Их Сургуулийн геохимийн лабораторид шинжлэгдсэн ба боловсруулалтыг энэ тайланд багтаав.

Петрографийн судалгааг ШУТИС-ГУУС-ийн чулуу судлал ба петрографийн лабораторид боловсруулж үр дүнг энэ тайланд бичив.

Дундговийн Мандах сумын орчимд тархсан кайнозойн базальтад ГУУСын геологийн ангийн болон Италийн Триестийн Их Сургуулийн багш оюутанууд хамтран ажиллаж хээрийн семинараар геологийн дадлагын ажил хийсэн болно.

Кайнозойн базальтын өөр нэг онцлог нь мега талстууд ихээр агуулдаг. Шаврын царам, Тогоо уулын базалтуудын мегаталстуудын бүтэц ба химийн судалгааг докторант Ё. Мажигсүрэн Японы Нагояа Их Сургуулийн геохимийн лабораторид судлав. Кайнозойн базальттай холбоотой ашигт малтмалын судалгааг тусгайлан хээрийн ажлаар судлав. Үүний дүнд Шаварын Царамын пироптой хоолой зөрөг хагаралын шахалтаар үүссэн болохыг тодруулав.

Харин Сүхбаатарын Баяндэлгэр сумын баруун захын галт уулын нодулийн судалгааг ОХУ-ын Томскийн Их Сургуулийн геоэкологи ба геохимийн салбарын лабораторид судлав.

Төслийн даалгавар хүрээнд гүйцэтгэсэн ажлууд

1. Базальтын бялхалтын тоо, текстурын онцлог, үнэмлэхүй нас, петрографи, геохимий мегаталстуудын судалгааг, Өмнөговийн Тэвш уулаас баруун тийш Өвөрхөнгөй-Гучин ус сумын Өшгөгийн нуруу, Таацын голын доод ба дээд эхэн, Нарийны гол, Баянхонгор Түйн гол, Байдраг голын адаг эхэн, Баянбулаг болон Хөвсгөл, Заамар районд судлав. Эдгээрээс
2. Сүхбаатар Баяндэлгэр сумын нутагт байрших Дарьгангын базальтын баруун захын галт уул нодулийн судалгаа: (Сүхбаатар аймагт молибдений ордод Зөвлөх ажлаар явахдаа дээжлэлт хийж, ОХУ-ын Томск хотын Политехникийн Их Сургуулийн геохимийн лабораторид судлав). Энэ судалгаанд мегаталстын судалгааг хамруулав.
3. Ашигт малтмалын чиглэлийн судалгааг Архангай: Тариат Шаварын царам, Хорго, Цагаан уул зэрэг газарт судлав. ОХУ-ын Томск хотын Политехникийн Их Сургуулийн Геологи-геозкологийн тэнхимээс зохиогддог “Кайнозойн базальттай холбоотой цацраг идэвхит бодисын ашиглалт” семинарт оролцов.
4. Мегаталстын судалгааг Тогоо ба Шаварын царамын базальтын талстууд болон Дарьгангын базальтын баруун захын галт уул нодулийн судалгааг Геологи сэтгүүлд хэвлүүлэв. хийв.

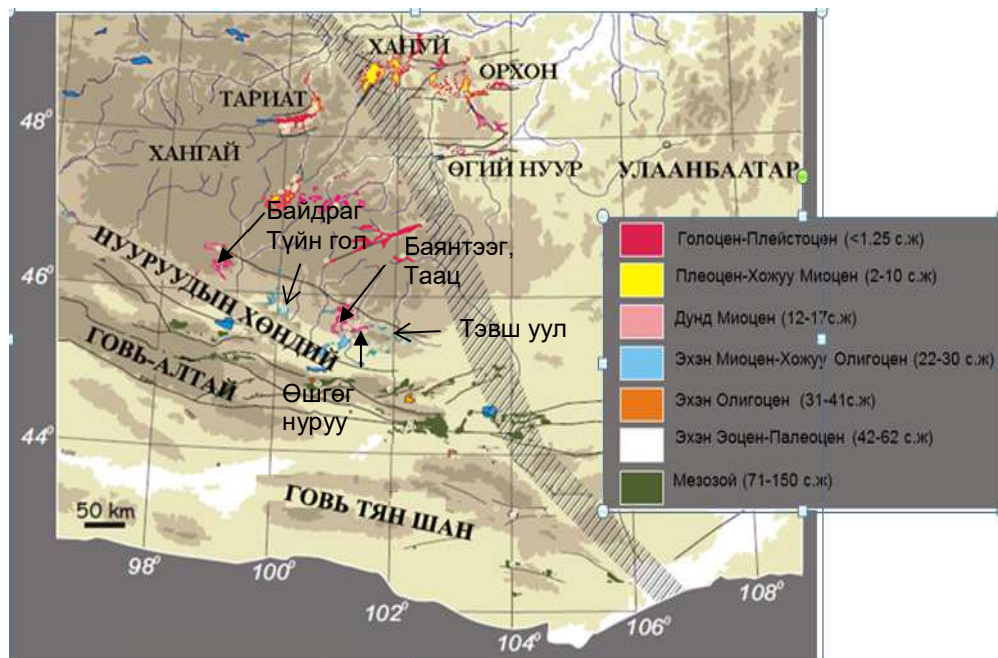
СУДАЛГАА 1 НУУРЫН ХӨНДИЙН (ӨМНӨГОВЬ, ДУНДГОВЬ, ӨВӨРХАНГАЙ, БАЯНХОНГОР) КАЙНОЗОЙН БАЗАЛЬТЫН ГЕОЛОГИЙН СУДАЛГАА

Хөвсгөлийн Кайнозойн базальтын өмнөд хэсгийн талбайд Нуурын хотгорын сав газрын Тэвш уул (Өвөрхангай Гучин ус), Өшгөгийн нуруу, Таацын гол, Нарийны гол, Баянхонгорын Түйн ба Байдрагийн голын сав газрууд багтдаг болно.

Талбай сонголт. Хойд Хөвсгөл орчмын базальтын судалгаагаар харьцуулахад өмнөд хэсгийн талбайд геохимийн судалгаа бараг хийгдээгүй байна. Үүнийг төсөлд хамтран ажиллагч Эрхүү хотын геохимийн хүрээлэнгийн судлаачид тогтоож 2018 оны хээрийн судалгаа явуулахыг санал болгосон болно.

Сонгосон талбайд Олигоцен-Миоцен ба Голоцены үед ялгагдсан базальтууд хамрагдав.

Тухайлбал Өвөрхангайн Гучин Ус сумын нутагт тархсан Тэвш уулийн базальт нь Олигоцен- Миоцений үед хамрагдах бол Таац голын дагуу дээрхи насны базальтууд давхцмал тархалттай бол Байдрагийн сав газар зөвхөн Плейстоцен- Голоцений үеийн бялхалт тогтоогджээ (Зураг. 1.1).



Зураг.1.1. Кайнозойн базальтын өмнөд бүсийн базальтын геохронологийн судалгааны тойм зураг (Ярмолук, Кудряшева et al., 2006) ба таних тэмдэг

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Насны судалгааг Оросын шинжлэх ухааны академийн ашигт малтмалын ордын геологи, петрографи, минералоги, геохимийн хүрээлэнгийн (ИГЕМ РАН) ын судлаачид хийсэн байна. Судалгаанд зөвхөн геохронологи хийгдсэнээс базальтын бялхалтын геологи, петрографи ба геохимийн судалгаа хамрагдаагүй байна. Өөрөөр сонгогдсон талбайнуудад Кайнозойн эриний эхэн ба төгсгөлийн үед бялхсан базальтууд тархсан байна (Зураг. 1.2).

Насны ангилалын талбай ялгахад судлаачид өнөө үед хэрэгжүүлсэн төслөөр хийгдсэн Ag/Ag шинэ нас төдийгүй өмнөх 1970-1980 онуудад хийгдсэн K/Ar -ны тодорхойлолтыг нэгтгэн боловсруулсан байна.

Геохронологийн таблиц

Эпохема (зон)	Эрагема (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха) (для четвертичной системы - подраздел, раздел)	Ярус (век)		
1	2	3	4	5		
Ф А Н З О Й С К А Я М З	KZ	Четвертичная Q (антропогенный) 1,8 Ж.Денуайе, 1829	Голоцен ^{0,01}			
			Неоплейстоцен ^{0,8}			
			Эоплейстоцен			
	И О З О Й С К А Я	MZ	Неогеновая N (неогеновый) 22,8 М.Гернес, 1853	Плиоцен N ₂ 3,3 ^{5,1} Ч.Ляйель, 1833	Общепринятых ярусов нет	
				Миоцен N ₁ 19,5 ^{24,6} Ч.Ляйель, 1833		
			Палеогеновая P (палеогеновый) 40,4 К.Науманн, 1866	Олигоцен P ₃ 13,4 ^{38,0} Бейрих, 1854		Халтский P _{3h} Рюпельский P _{3r}
				Эоцен P ₂ 16,9 ^{54,9} Ч.Ляйель, 1833		Приабонский P _{2p} Бартонский P _{2b} Лотарский P _{2l} Ипрский P _{2i}
				Палеоцен P ₁ 10,1 ⁶⁵ Шиммер, 1874		Танетский P _{1t} Зеландский P _{1sl} Датский P _{1d}
				Меловая K (меловой) 79,0 Ж.Омалиус д'Аллау, 1822		Верхний K ₂ (поздняя) 32,5 ^{97,5}
		Нижний K ₁ (ранняя) 46,5	Альбский K _{1al} Аптский K _{1a} Барремский K _{1br} Готерийский K _{1g} Валанжинский K _{1v} Берриасский K _{1b}			
		Ю Р С К А Я	Юрская J (юрский) 69,0 А.Броньяр, 1829	Верхний J ₃ (поздняя) 19,0 ¹⁶³ А.Оппель, 1856	Титонский J _{3t} Кимериджский J _{3km} Оксфордский J _{3o}	
				Средний J ₂ (средняя) 25,0 ¹⁸⁸ А.Оппель, 1856	Келловейский J _{2k} Батский J _{2bt} Байосский J _{2b} Ааленский J _{2a}	
				Нижний J ₁ (ранняя) 25,0 ²¹³ А.д'Обиньи, 1850	Тоарский J _{1t} Плинсбахский J _{1p} Синемюрский J _{1s} Геттангский J _{1g}	
			Триасовая T (триасовый) 35,0 Ф.Альберти, 1834	Верхний T ₃ (поздняя) 18,0 ²³¹	Рэтский T _{3r} Норийский T _{3n} Карнийский T _{3k}	
				Средний T ₂ (средняя) 12,0 ²⁴³	Ладинский T _{2l} Анизийский T _{2a}	
Нижний T ₁ (ранняя) 5,0 ²⁴⁸	Оленёкский T _{1o} Индский T _{1i}					

Зураг. 1.2. Судалгаанд хамрагдсан талбайнуудын базальтын гадаргууд бялхсан буюу хөрч талсжсан үеийн насны интервал

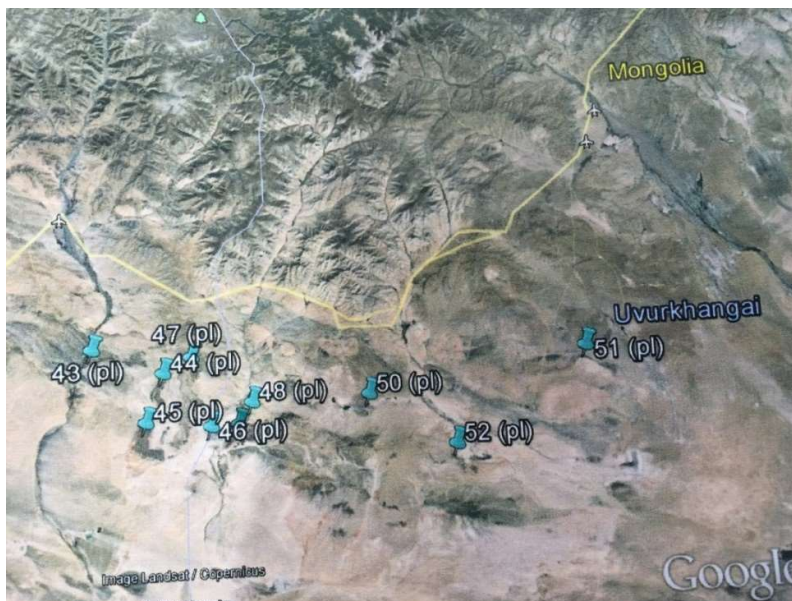
Оро-Монголын хамтарсан төслийн хүрээнд 2018 онд судлагдсан газруудын байршил ба судалгаанд авсан дээжүүдийг зураг 1.3- т харуулав.

Үүнд 50,52 –ӨМНӨГОВЬ Тэвш уулын базальт

49- ӨМНӨГОВЬ- ӨВӨРХАНГАЙ Өшгөгийн нуруу, Таацын адаг

44,45,47 –ӨВӨРХАНГАЙ Таацын эхэн ба Нарийны гол

43 БАЯНХОНГОР Түйн гол



Зураг. 1.3. Судалгаанд хамрагдсан талбайнуудаас авсан дээжийн дугаар

Зураг 1.4а-д Тэвш уулын базальтын тогтоцын хавтгай тэгш оройтой тэвш шиг болохыг харуулав.

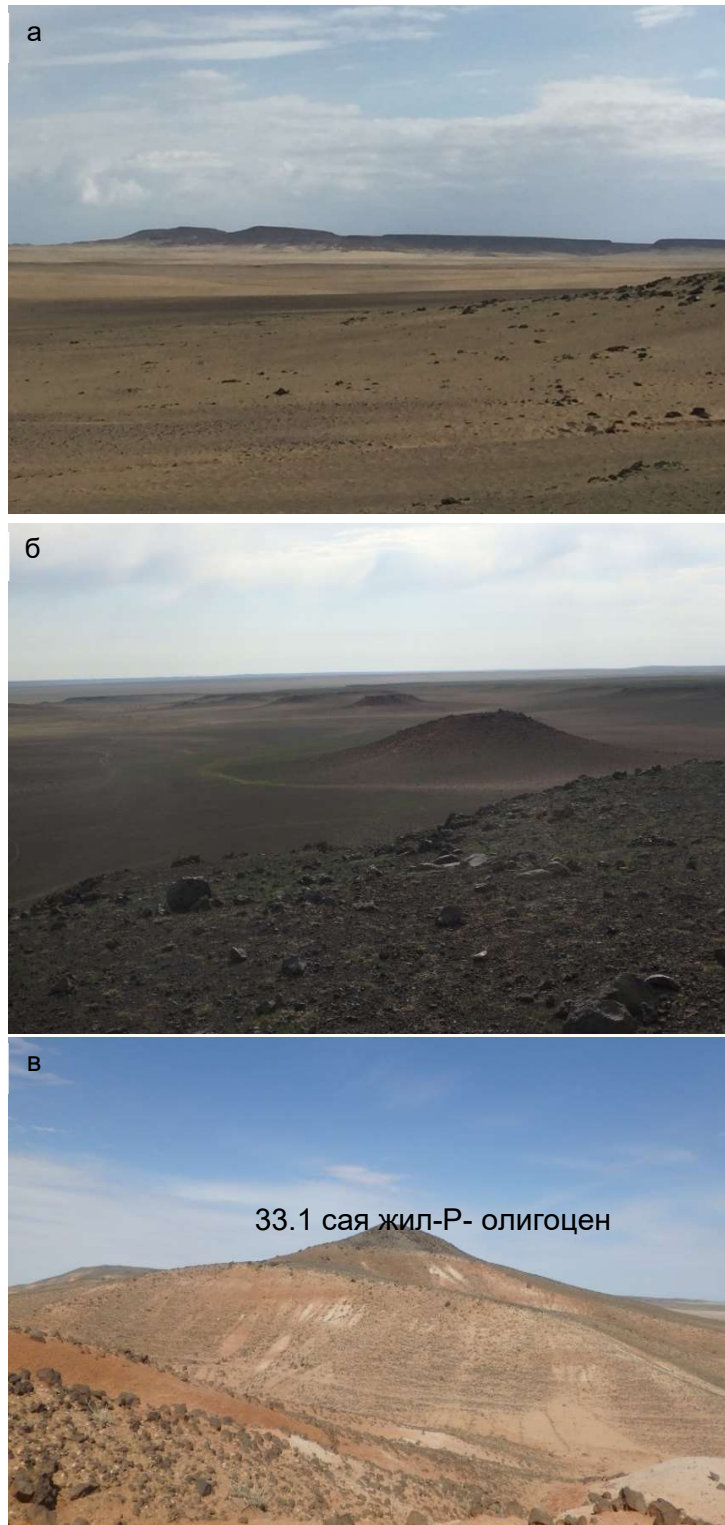
Бидний судалгаагаар Тэвш уулын орчимд хөндийг дүүргэсэн болон Цэрдийн улаан өнгийн хурдас дээр байрласан базальтын бялхалтууд тогтоогдоно.

Эдгээр бялхалтууд 2 өөр байрлалд байгаа ч док. Тиффанитай хэлэлцсэний дүнд 1 бялхалтын 2 өөр байршил байх боломж бүхий дүгнэлтэд хүрэв.

Хөндийд бялхсан базальтын зузаан тодорхой бус бол цэрдийн улаан өнгийн хэвтээ байршилтай хурдсын дээр хучиж тогтсон базальтын зузаан 0.8-1.0 м ба нуранги үүссэний улмаас уул толгодыг бүрхэж их зузаантай мэт харагддаг байна (Зураг.1.4а).

Гэсэн ч энэ ууланд базальтын 2 өөр тогтоц ажиглагдана. Эхнийх нь бие даасан галт уулын конусууд хоёрдахь нь цэрдийн улаан хурдас дээр үүссэн хавтгай хэлбэртэй базальтын бялхалт болно (Зураг. 1.4 б,в).

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



Зураг. 1.4. а-Тэвш уул тогтоц Тэвш уулын районд ялгагдах базальтын тогтоцууд; б- конус хэлбэрийн галт уулууд, в-цэрдийн улаан хурдас дээр орших платобазальт

Галт уулын конусийн базальтууд голдуу “Onion texture” буюу сонгины хальс маягийн текстуртэй байна. Энэ нь эх газарын базальтад нийтлэг байдаг баганалаг хэсэгшилтэй төстэй ч арай илүү устай орчинд үүсдэг байна (Зураг. 1.5). Харин баганалаг хэсэгшил нь хуурай орчинд үүсдэг байна.



Зураг.1.5. Конусын базальтын “onion” текстурүүд.

Харин дээд цэрдийн улаан хурдсыг хучиж тогтсон платобазальтад эвдэрсэн баганалаг текстурт тогтоогдоно (Зураг. 1.6). Энэ нь эдгээр 2 өөр тогтоцтой базальтууд өөр өөр цаг үед үүссэнийг гэрчилнэ. Ямартай ч платобазальтад 33.1 сая жилийн K-Ar ний нас хэмжигджээ.



Зураг.1.6 Платобазальтад үүссэн хэсэгчлэгдсэн баганан текстур

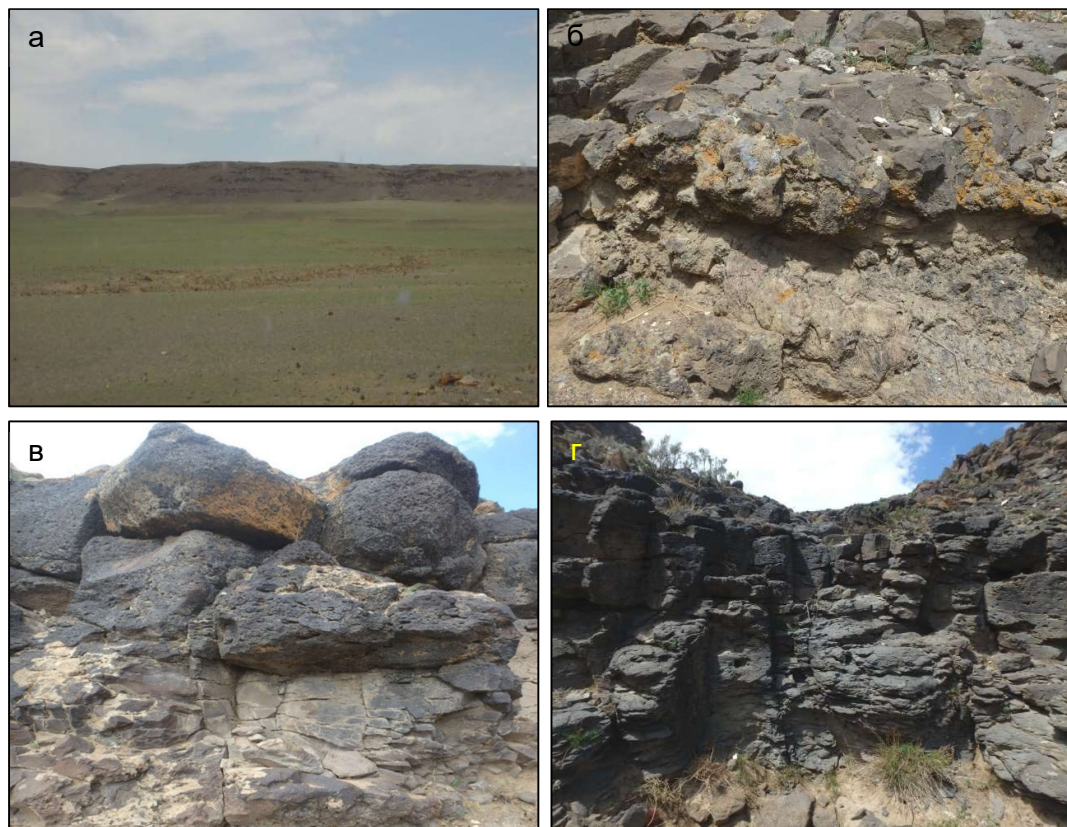
Энэ насны базальт нам дор газар тогтоцтой ч баганалаг текстурээрээ танигдах төдийгүй кальцитын бөөрөнхий миндалинтай байна. Миндалинууд голдуу суларч асгарсан харагдана(Зураг.1.7а,б).



Зураг.1.7. Платобазальтын үргэлжлэлд ажиглагдах баганан текстур ба суларч унасан кальцитийн миндалинууд

Харин баруун тийш үргэлжлэлд базальтын бялхалтууд хагарал дагасан эсвэл томоохон кратерт үүссэн байна. Хагарал дагуу үүссэн базальтад 3 удаагийн цикл урсгал тэмдэглэгдэнэ (Зураг. 1.8а). Бялхалтын төгсгөлд хөөсөнцөр мэт нүх сүвэрхэг текстуртэй базальт үүсдэг байна. Мөн цикл бялхалт болгоны төгсгөл мөрөгцөгөөр ялгарч харагдана. Харин бялхалт бүр нүх сүв багатай цул нягт тогтоцтой базальтаар эхэлдэг байна. Зураг.1.8б-д бялхалтын эхэн ба төгсгөлийн текстурүүд сайн ялгарч харагдана. Харин цикл төгссөн базальтад цул ба нягт

текстурээс үл хамааран баганан текстурын ул мөр ба цагаан өнгийн кварцын миндалины харагдана (Зураг. 1.8б).



Зураг.1.8. а- хагаралын базальтын 3 удаагийн бялхалтын циклүүд, платобазальтын үргэлжлэлд ажиглагдах баганан текстур ба суларч унасан кальцитийн миндалинууд, б- платобазальтын төгсгөлийн бялхалт ба дахин эхэлсэн цул базальт, в- базальтын 1 цикл, доод талд-бялхалтын эхэн, дээд талд- төгсгөлийн бялхалт, үргэлжлэлд ажиглагдах баганан текстур ба суларч унасан кальцитийн миндалинууд, г- баганан хэсэгшилтэй базальт

Харин хамгийн дээд талын 3 дахь бялхалтын төгсгөлийн базальтад баганан текстур заримдаа тод заримдаа мөлгөрдүү хэлбэртэй үүсчээ (Зураг. 11.9в). Харин дунд урсгалд цул хатуу текстуртэй базальт дээр бялхсан нүх сүвэрхэг тогтоцтой базальт ялгарч харагдана (Зураг. 1.8г).

Сонирхолтой нь зарим газарт дээд урсгал цул нягт текстуртэй базальтаар дууссан тогтоц ажиглагдав. Харин нүх сүвэрхэг текстуртэй базальтаар дууссан ч баганан текстур үүсдэг байна (Зураг. 1.9). Харин талд үүссэн жижиг конусуудад onion текстуртэй байна (Зураг. 1.10 ба 1.11)

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



Зураг. 1.9. Платобазальтын үргэлжлэлд ажиглагдах баганан текстур ба суларч унасан кальцитийн миндалинууд



Зураг.1.10. Талд үүссэн конусан толгодууд кварцын миндалинууд



Зураг.1.11. Конусан тогтоцод тогтоогдох базальтын opion текстур

ӨМНӨГОВЬ- ӨШГӨГИЙН НУРУУНЫ БАЗАЛТЫН ГЕОЛОГИЙН ТОГТОЦ БА ГЕОЛОГИЙН НАСНЫ ТҮВШИН

Өшгөгийн нуруу нь д.түвшинээс дээш 2000 м өргөгдсөн өргөрөг дагуу суналтай уул бөгөөд нурууны орой дээр базальтын тогтоцтой боловч ч ар хормойноос Кайнозойн-дөрөвдөгчийн базальт тархсан байна. Базальтын урсгал гранитын биетийг хучиж тогтжээ. Энэ бялхалт 12.3 сая жилийн насанд тохирно (Зураг. II.12а). Эхний базальтаас арай дээр түвшинд мөн гранитын биет дээр үүссэн платобазальт тогтоогдох ба бялхалтад 2 удаагийн урсгал тод тогтоогдох ба 29 сая жилийн настай байна. Өшгөгийн нуруу метаморф чулуулгаас тогтсон уулын орой дээр харагдах тул эхний базальтын бялхалтад тохирох ба 33 сая жилийн настай байна.



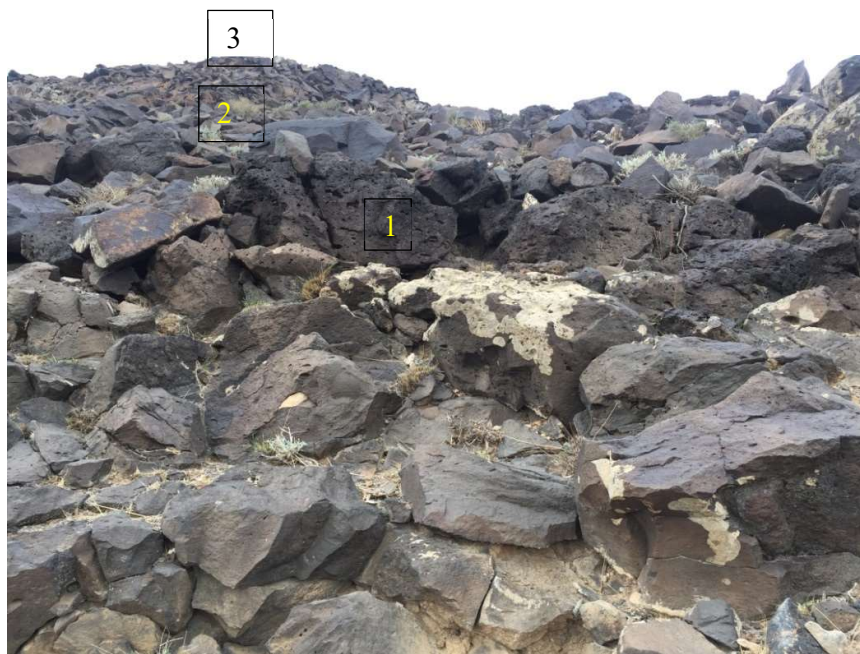
Зураг. 1.12. а-гранитыг хучиж тогтсон Өшгөгийн нурууны ар хормойд тогтоогдох 12.9 сая жилийн настай базальт, б- гранитыг хучиж тогтсон Өшгөгийн нурууны ар хормойд тогтоогдох 29 сая жилийн настай базальт

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Өөрөөр энэ газарт 3 удаагийн буюу 3 өөр насанд базальтын бялхалт явагджээ. Үүнээс I ба II бялхалтууд 1500 ба 1490 м-ийн түвшинд үүсчээ (Зураг.1.12б). Уг нурууны оргил 1945. 15 м-ийн өндөрт (Зураг.1.13а) базальтын зузаан 2.9-3.5 м орчим ба уулын оройн циклийг Зураг.1.13б-д үзүүлэв. Цул ба нүх сүвэрхэг текстуртэй базальтыг багтаасан 3 удаагийн цикл тогтоогдов (Зураг.1.14).



Зураг.1.13. а-Өшгөгийн орой дээрх базальтын тогтоц, б- төгсгөлийн циклийн бүтэц



Зураг.1.14. Өшгөгийн нуруунд тогтоогдох 3 цикл базальтын бялхалтууд, эдгээрийг зурагт 1-3 тоотой тэмдэглэв.

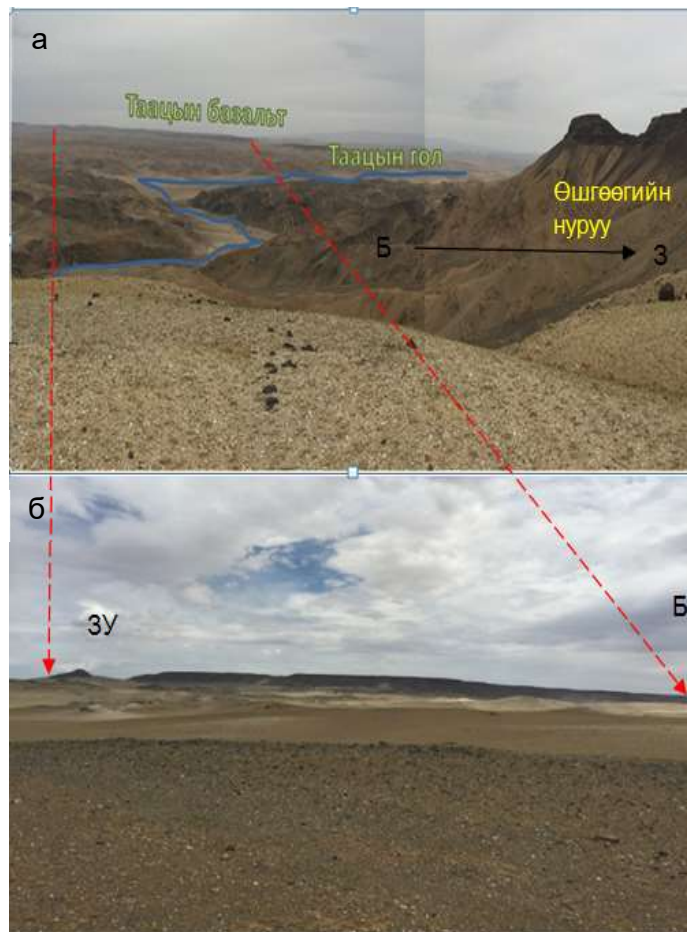
Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Өшгөгийн баруун сугаар Таацын гол урсах ба голын сав газарт базальтууд үүсчээ.

ТААЦЫН ГОЛЫН БАЗАЛЬТЫН ТОГТОЦ ба ГЕОХРОНОЛОГИ

Хойноос урагш урссан Таац голын сав газрыг дагаж тогтсон байна (Зураг.1.15а,б). Зургаас харахад таацын гол дагаж бялхсан базальт нь Өшгөө нурууны базальтыг хөндлөн огтолж тогтсон байна (Зураг.1.15а,б).

Ярмолук, Кудряшева нарын Монгол орны кайнозойн базальтын геохронологийн судалгааг нэгтгэсэн тойм зурагт Таацын гол, Өшгөгийн нуруу, Баянтээгийн нүүрсний уурхай орчмын базальт нь дунд миоцены (12-17 сая жил) үед явагдсан бялхалтад хамрагддаг.



Зураг.1.15 а -Таацын голын сав газрыг дагасан базальтын урсгалын чигүүд, б- ЗХ-БУ чигтэй Таацын голын базальтын сунасан тогтоц

Баянтээг орчмын базальт нь Таацын голын базальттай бялхалтын чиг ижил байгаа учир Таацын базальт нь дунд Миоцены настай байна.

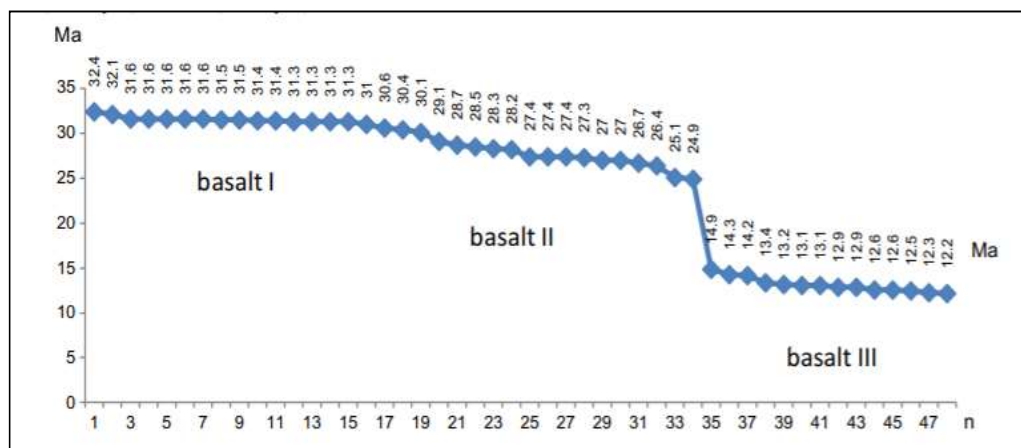
Гэтэл Өшгөгийн нурууны базальт зүсэгдэж байгаа тул дунд миоценоос түрүү үед буюу эхэн олигоцены (29-331 сая жил) настай байх нь зүй ёсны юм.

Харин Өшгөгийн ар хормойн базальт нь Таацийн гол дагаж үүссэн эргийн базальтад дүйнэ.

Английн судлаач Sheldrick ба Barry (2017) нарын судалгаагаар Өшгөгийн үргэлжлэл Богд орчмын базальтад 33 ± 0.2 сая жилийн нас тогтоогдсон нь Олигоцены базальт нь Өшгөгөөс зүүн тийш платобазальт буюу хучаас базальт үүсгэдэг болох нь тодорхой байна.

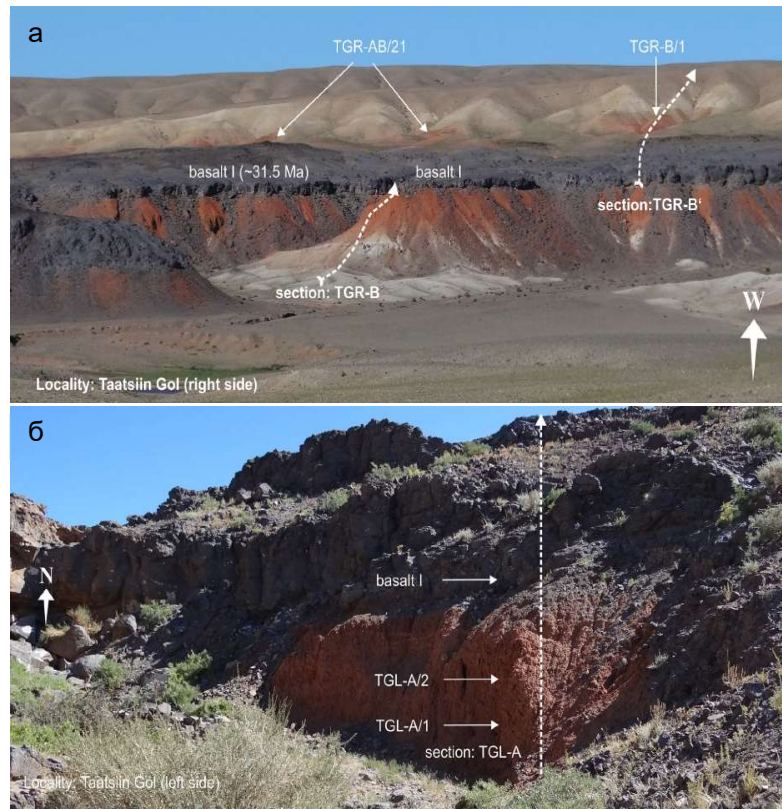
Таацын голын урсгалын дээд ба дунд хэсгээр базальт нь эх газрын мэрэгч амьтаны үлдэгдэл сайн хадгалагдсан доод палеогений палеоцены улаан өнгийн хурдас дээр тогтсон байна. Иймээс эртнээс энэ сав газарт палеонтологичид ба геологичид ажиллаж олон тооны мэрэгч амьтны анатомийг судалж нас тогтоож байсан болно. Харин 2000 оноос Австрийн болон ШУА-ийн геологийн хүрээлэнгийн судлаачид хамтран энэ районд ажиллаж палеогений хурдын зүсэлт хийсэн төдийгүй базальтын бялхалт бүрт Ar/Ar нас тогтоосон байна. Тогтоосон насууд мөн л 30-32, 24-29, 12.2-14.9 сая жилийн 3 цикл нас тогтоожээ (Зураг.1.16, Зураг.1.17а,б). Гэсэн хэдий ч геохимийн шинжилгээ хийгээгүй болно.

Хамгийн эхний 31.5 сая жилийн базальт Тэвш ба Өшгөгийн базальттай адил 3-4 м зузаантай ба тэвш хэлбэрийн тогтоцтой байна. Харин 2-р бялхалтын базальт харьцангуй зузаантай бөгөөд 2 цикл урсгалтай байна.



Зураг.1.16. Таацын голын хурдаар зааглагдсан базальтун цикл бялхалтын Ar/Ar нас,

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



Зураг.1.17. а,б –Таацын голын базальтын цикл бялхалтууд

Харин миоцений залуу базальт нимгэн ба 1:5-2.6 м зузаантай ба зөвхөн хэмхдэсүүдийн нуранги хучигдсан толгодыг бүрхсэнээс их зузаантай мэт харагдана (Зураг.1.17а,б). Харин бидний судалгаагаар дунд циклийн базальтад геохими хийсэн ба дээжийн номерийг зурагт тусгав (Зураг.1.18).



Зураг.1.18. а -Таацын голын сав газрыг дагасан базальтын урсгалын чигүүд, б- ЗХ-БУ чигтэй Таацын голын базальтын сунасан тогтоц

ТҮЙН ГОЛЫН БАЗАЛЬТЫН ТОГТОЦ

Таац голын ав газарт хойноос урагш чиглэсэн базальтан уул нуруу давамгай (Зураг.1.19) ба голдуу Баянхонгорын метаморф хурдасыг хучиж тогтжээ. Энэ уулнууд голдуу 24-29 сая жилийн настай базальтын урсгалаас бүтжээ.



Зураг. 1.19. Түйн гол дагуухи Х-У сунасан базальтын тогтоц

Гэсэн ч палеогенийн улаан өнгийг хурдсыг зүсч тогтсон брекчийн суурьтай байна (Зураг.1.20).



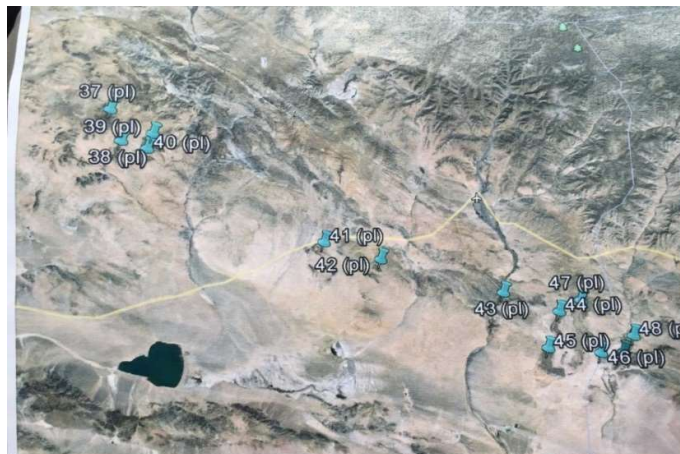
Зураг. 1.20. Түйн гол дагуухи базальтын брекчи суурь

ХӨВСГӨЛ МӨРӨН-АЛАГ-ЭРДЭНЭ ХООРОНДЫН БАЗАЛЬТ

Энэ районы базальтын геохимийн судалгааны 37,38,39,40-р цэгүүдийн байршлыг зураг 1.21 т үзүүлэв. Судалгааг Хужиртаас Бүрэнхаан уулын чигт хийв. Хужирт орчимд базальтын 1 урсгал тогтоогдох ба гранит дээр суурилсан байна

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

(Зураг.1.22а). Базальтын урсгалын ёроолын цул болон гадаргуугийн нүх сүвэрхэг базальтууд баганалаг текстуртэй ба хэвтээ байрлалд шилжжээ (Зураг.1.22б).



Зураг.1.21. Хөвсгөл Хужирт орчмын базальтын геохимийн шинжилгээний цэгийн байршил



Зураг. 1.22. а -Хужирт орчмын базальтын баганын хэвтээ байршил, б-базальтын баганын хөндлөн огтлол дахь иероглиф

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Баганууд 4-6 талстай ба иероглифээр дүүрэн байна (Зураг.а,б). Цааш Бүрэнхаан уулын баруун талаас үргэлжлэх базальтад босоо баганатай базальтад шилжсэн нь 2 өөр насны базальтуудын өөр өөр тогтоцууд илэрхийлэгдэнэ (Зураг.1.23).



Зураг. 1.23. Байдраг Баянбулаг орчмын базальтын баганан хэлбэр

СУДАЛГАА 2 БАЗАЛЬТЫН ПЕТРОГРАФИЙН СУДАЛГАА

Судалгааны энэ бүлэгт Өмнөговийн Тэвш уулаас-Баянхонгорын Түйн голын базальтын петрографийн судалгааг багтаав.

Тэвшийн 33.1 сая жилийн базальтын конус биетийн судалгаа
50a-1 дээд буюу эхэн урсгал

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 26-28%, плагиоклаз 45-46%, пироксен 18-20%, магнетит-5-6%, флогопит 5-7%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин пироксен төдийгүй плагиоклазын фенокристүүд үүссэн байна. Фенокристүүд чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Порфирын фазад оливины фенокристүүд давамгайл болно. Фенокристүүд нарийн призмлэг хэлбэртэй байна. Оливины фенокристийн гадаад бүслүүр иддингситэд хувирсан тул улаан эмжээртэй болжээ (Зураг.2.1).



Зураг. 2.1. а,б- оливин (Ol) ба пироксений (Cpx) фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. а,б-анализатортай

Пироксений талстууд хүрээтэр өнгийн плеохроизмтай, 0.25 x 0.1 - 0.2 x 0.08 мм хэмжээтэй нарийн зарим тохиолдолд баганалаг талстууд бөөгнөрсөн тогтоц үүсгэсэн ба ч цацраг агрегат үүсчээ (Зураг. 2.1). Плагиоклазын фенокристүүд 0.48 x 0.06 - 0.4 x 0.06 мм хэмжээтэй нарийн баганалаг хэлбэртэй ба янз бүрийн талсжсан ч нэг зүгийн талстууд хоорондоо параллел байна (Зураг. 2.1).

Үндсэн хэсэг интерсертал структуртэй. Пироксен магнетит оливины жижиг талстууд плагиоклазын микролитүүдийн хооронд байршина. Плагиоклазын микролитүүд 0.25 - 0.33 мм хэмжээтэй ба эдгээрийн хооронд үүссэн пироксен гурвалжин зэрэг орон зайг дүүргэсэн хэлбэртэй байна. Базальтад флогопитын ксенонолит агуулагдсан байв (Зураг. 2.1).

Тэвшийн районы цэрдийн хурдсыг хучиж тогтсон хучаа базальтын судалгаа 50с-1 эхэн бялхалт

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Ксенолиттай

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 32-33%, плагиоклаз 36-37%, пироксен 25-26%, магнетит-5%, шпинель 1-2%

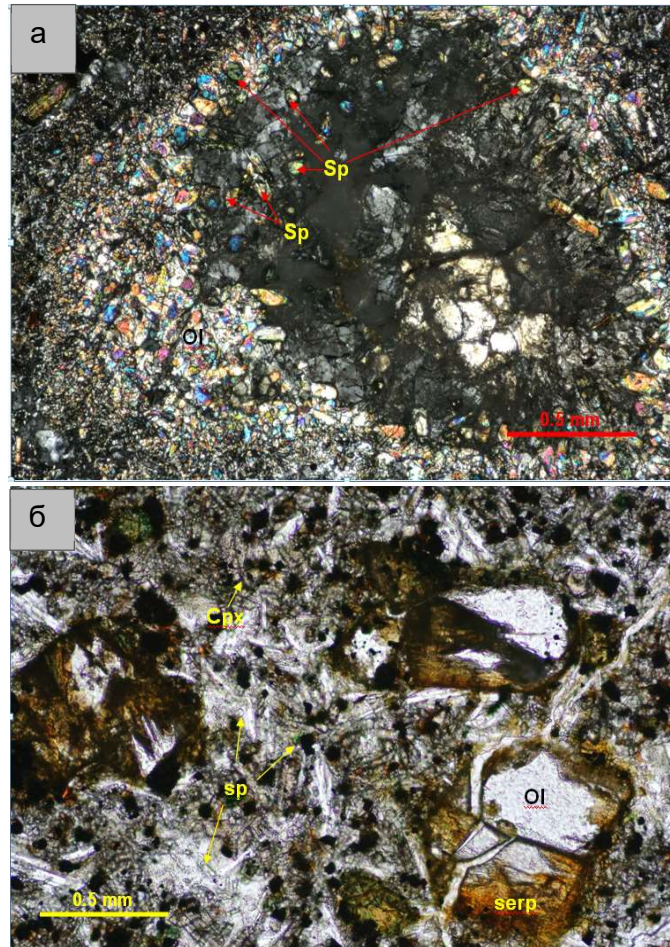
Хувирлын эрдэс: серпентинит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ.

Ксенолитууд 2.0-1.5 мм диаметртэй зуувандуу хэлбэртэй. Төв хэсэгт аномал гранат ба плагиоклаз түүний гадуур оливин ба шпинель хүрээлэн үүсчээ (Зураг. 2.2а).

Оливины фенокристүүд харьцангуй өргөн призмлэг хэлбэртэй призмийн дагуу 0.30 x 0.12 - 0.6 x 0.4 мм хэмжээтэй байна. Эдгээр нь хүрэн бор өнгийн серпентинитийн нимгэн хальсаар хучигджээ. Энэ нь оливины фенокрист форстеритийн найрлагатайг харуулна. Шлифт тод ногооноос өнгөгүй өчүүхэн жижигээс 0.3 мм диаметртэй шпинелүүд тогтоогдов. Үндсэн хэсэг интерсерталь структуртэй. Плагиоклазын микролитүүдийн хооронд пироксен, магнетит, оливин ба шпинелийн талстууд байршжээ. Пироксений талстуудын призмлэг ба дөрвөлжин хэлбэрүүд тэмдэглэгдэнэ. Жижиг дөрвөлжин талстууд бөөгнөрөл үүсгэнэ (Зураг. 2.2б).

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



Зураг. 2.2. а-базальтад агуулагдсан микро ксенолит, б-серпентинитэд хэсэгчлэгдэн хувирсан оливины фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. а-анализатортай, б-анализаторгүй

50b-2 Тэвш , дунд урсгал

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 34-35%, плагиоклаз 50-52%, пироксен 11-12%, магнетит-5%.

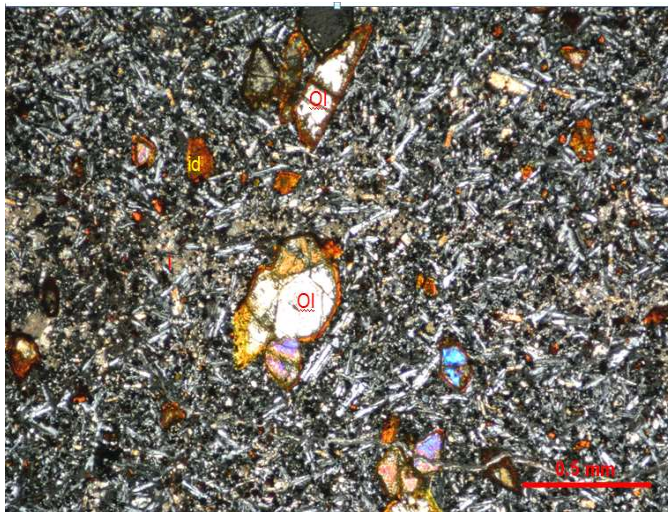
Хувирлын эрдэс: иддингсит

Хоёрдогч эрдэс: карбонат

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Оливины фенокристүүд дипирамид ба ромбоид хэлбэртэй ба дипирамидын урт 0.42 x 0.24 – 0.38 x 0.22 мм ромбын урт тэнхлэг дагуу 0.33 x 0.30 - 0.1 x 0.07 мм байна (Зураг. 2.3). Улаан өнгийн иддингситийн эмжээр

оливины фенокристин гадаад бүслүүрт тогтоогдох төдийгүй дунд бүслүүрийн найрлага шаргал иддингситэд хувирчээ.

Үндсэн хэсэг плагиоклазын микролитүүд, зүүлэг пироксенүүд, магнетит ба оливины талстуудаас бүтжээ. Үндсэн хэсэгт оливины талстууд иддингситэд бүрэн хувирч улаан өнгөтэй псевдоморфозууд хадгалагджээ. Дисперси бүтэцтэй карбонат материал үндсэн хэсгийг нэвчсэн байна (Зураг.2.3).



Зураг. 2.3. Оливины (Ol) фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. Анализатортай.

50b-3 Тэвш, хожуу цикл

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 32-33%, плагиоклаз 36-37%, пироксен 25-26%, магнетит-5%.

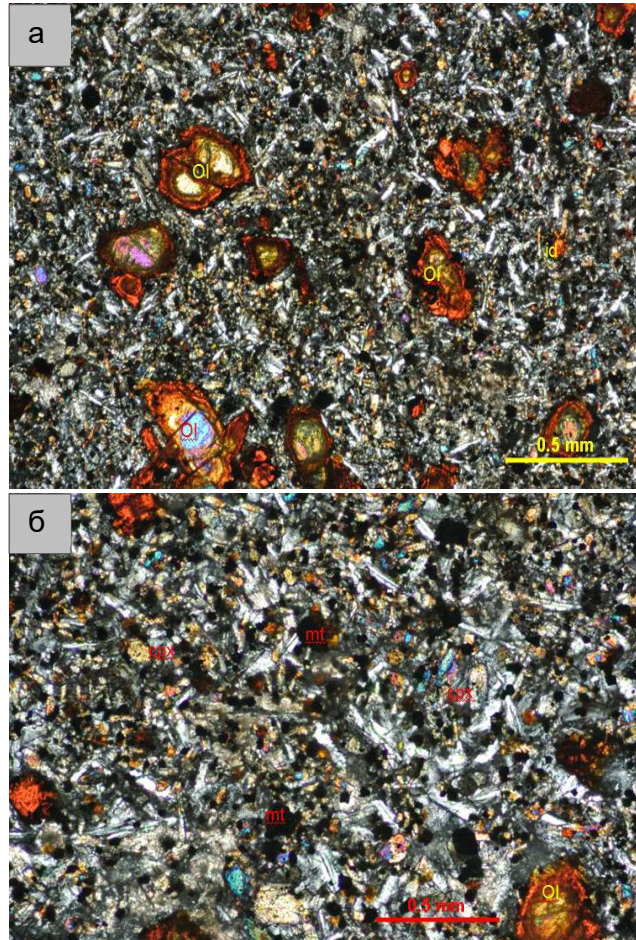
Хувирлын эрдэс: иддингсит

Хоёрдогч эрдэс: карбонат

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Оливины фенокристүүд ромбоид ба дипирамид хэлбэртэй ба дипирамидын дагуу 0.5 x 0.43 мм, ижил талт ромбууд 1.0 x 1.0 - 0.33 x 0.33 мм хэмжээтэй байна (Зураг. 2.4а). Иддингсит улаан өнгөөрөө танигдах ба голдуу оливины фенокристин захын бүслүүрээр үүссэн бол зарим талстууд иддингситэд бүрэн хувирчээ.

Зарим фенокристүүд магнилаг ба төмөрлөгт шилжсэн зэрэг бүслүүрлэг бүтэцтэй байна.

Тухайлбал, зарим фенокристийн төв хэсэгт ногоовтор өнгийн серпентинит тогтоогдох бол захын эмжээрийн хувирлаар иддингсит үүсчээ (Зураг. 2.4а). Үндсэн хэсэгт плагиоклазын микролитүүдийн хоорондын зайг жижиг призмлэг пироксен, оливин ба магнетитын талстууд эзэлжээ(Зураг.2.4 б).



Зураг. 2.4. а- оливин (Ol) фенокристүүд ба үндсэн хэсэг, б-үндсэн хэсгийн бүтэц, mt-магнетит, cpx -клинопироксен а,б-анализатортай

Үндсэн хэсгийн оливин иддингситэд бүрэн хувирч улаан өнгөтэй болоноороо хувираагүй хүрэвтэр өнгийн плеохроизмтой пироксений талстаас эрс ялгарна. Үндсэн хэсгийн магнетитын талстууд хэлбэр ба хэмжээгээрээ өөр өөр байна. Шоо талстууд плагиоклазын микролиттэй хамт үүссэн бол жижиг магнетитууд

пироксен ба оливинтой хамт талсжжээ. Эрдсүүдийн заагийн завсраар дисперси бүтэцтэй карбонат нэвтэрчээ.

Өшгөг 33 сая жилийн олигоценийн базальтын судалгаа

49-1 эхэн бялхалтын дээд

Шүлтлэг базальт

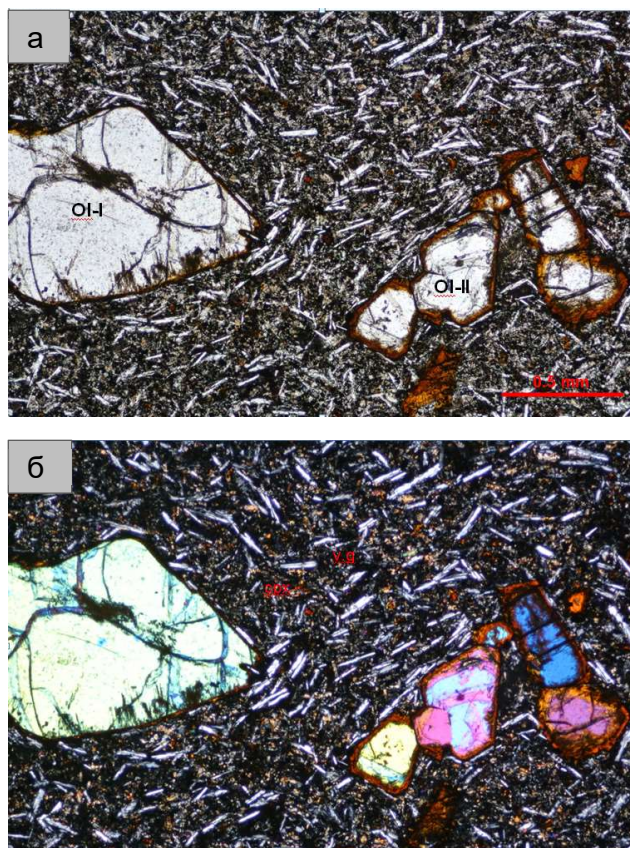
Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 25-27%, плагиоклаз 38-40%, пироксен-7-8%, магнетит-5%, галт уулын шил 22-23%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 22-23% эзлэнэ. Шлифт оливины фенокристүүд ромбоид ба дипирамид хэлбэртэй зүсэлтүүд тэмдэглэгдэнэ.

Оливины 1.7 x 0.9 - 1.0 x 0.6 мм хэмжээтэй талстууд бага хувирсан бол жижиг талстууд иддингситээр эмжигджээ (Зураг. 2.5а).



Зураг.2.5. а,б- базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд ба структур. Эхний (OI-I), 2 р генерацийн (OI-II) оливины фенокристүүд ба шилэрхэг үндсэн хэсэг. а- анализаторгүй, б-анализатортай.

Зураг 2.5а-д 0.8 x 0.6 - 0.34 x 0.30 мм хэмжээтэй иддингситийн хүрээтэй оливины талстууд төдийгүй иддингситэд бүрэн түрэгдсэн оливины псевдоморфозуудыг харуулав. Эдгээр нь оливины 2-р генерацийн фенокритэд дүйнэ. Энэ зурагт ч эхний генерацийн фенокритийг тусгасан болно. Зурагт эдгээр 2 генерацийн фенокритүүдийг OI-I ба OI-II оор тэмдэглэсэн болно (Зураг. 2.5а). Эндээс 2-р генерацийн фенокритүүд бөөгнөрөл үүсгэсэн нь харагдаж байна. Фенокритийн цуурлын ан цаваар үндсэн хэсэг нэвтэрчээ.

Үндсэн хэсэг гиало-офит структуртэй. Плагиоклазын микролитын хооронд пироксен, магнетит ба иддингситэд хувирсан оливины жижиг талстууд болон галт уулын шил үүсчээ. Галт уулын шил хүрэвтэр өнгөтэй байна (Зураг.2.5.а,б). Плагиоклазын микролитүүд фенокритүүдийг тойрч урссан тогтоцтой.

Галт уулын шил дотор магнетитын хар өнгийн талстууд, улаавтар өнгийн иддингситэд хувирсан оливины талстууд дээрх өнгүүдээр ялгарч харагдана (Зураг. 2.5б).

49-3 Өшгөг дунд бялхалт

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

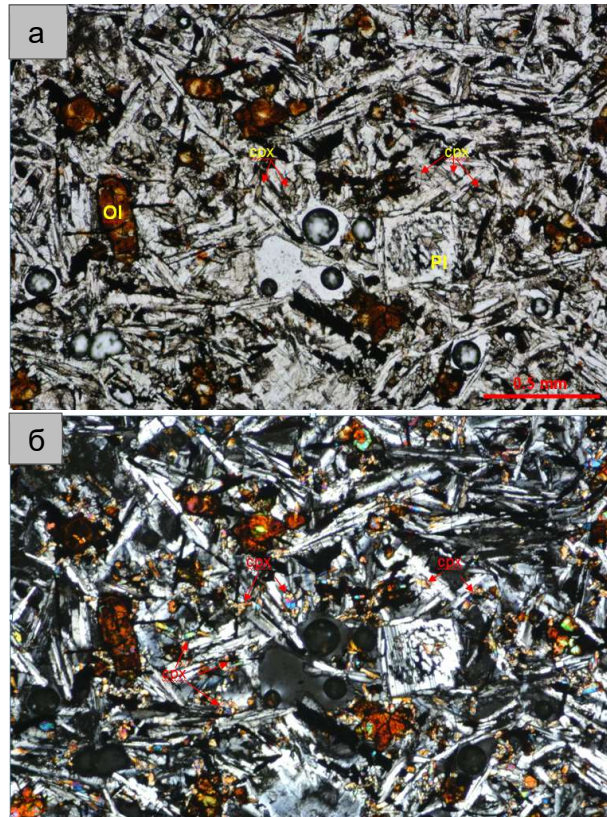
Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 32-34%, плагиоклаз 40-42%, пироксен-23-25%, магнетит-5%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин ба цөөн тооны плагиоклазын фенокритүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ.

Оливины фенокритүүд жижиг ч жигд хэмжээтэй ба нийтдээ тод улаан өнгийн иддингситээр бүрхэгдсэн захын хэсэг тод хар магнетитын эмжээртэйгээрээ онцлог байна. Призмийн дагуу 0.18 x 0.14 мм хамгийн түгээмэл хэмжээ байна. 0.04 x 0.038 - 0.06 x 0.056 мм хэмжээтэй оливины бөөрөнхийдүү хэлбэрийн талстууд бөөгнөрөл үүсгэсэн ба эдгээрт ч иддингситийн хувирал магнетитын эмжээр нийтлэг байна (Зураг. 2.6а). Цөөн тооны плагиоклазын фенокритүүд дөрвөлжиндүү хэлбэртэй ба төв хэсгээр нэвтэрсэн магнетитын талстууд торлог тогтоц үүсгэжээ. Үндсэн хэсгийн плагиоклазын микролитүүд 0.10- 0.15 мм урттай бол зүүлэг магнетит сунасан тэнхлэг дагуу 0.05 - 0.07 мм байна (Зураг. 2.6б). Микролит ба магнетитын зүүлэг талстуудын хооронд хүрэвтэр өнгөтэй жижиг дөрвөлжин пироксен, иддингситэд хувирсан оливин төдийгүй жижиг

дөрвөлжин плагиоклазын талстууд үүссэн байна.



Зураг.2.6. а,б- базальтыг бүрдүүлэгч эрдсүүд ба структурын бүтэц: Иддингситэд хувирсан оливины (Ol) болон дөрвөлжин хэлбэртэй плагиоклазын (Pl) фенокристүүд. Үндсэн хэсгийг бүтээгч пироксен (срх), магнетит ба иддингситэд хувирсан оливины талстууд ба галт уулын шил а- анализаторгүй, б-анализатортай.

Үндсэн хэсэгт пироксений талстууд бөөгнөрсөн тогтоцтой байна. Базальтад ксенолит тогтоогдох ба санидиныг оливины зүүлэг талстууд тойрч ургажээ (Зураг. 2.7).



Зураг.2.7. Базальт дахь ксенолит, санидины (San) цөм ба түүнийг тойрон ургасан оливины (ol) талстууд. Анализатортай.

Өшгөг Миоценийн бялхалтын базальтын судалгаа

49-2 Эхэн дээд бялхалт

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 32-34%, плагиоклаз 36-38%, пироксен-25-27%, магнетит-5%.

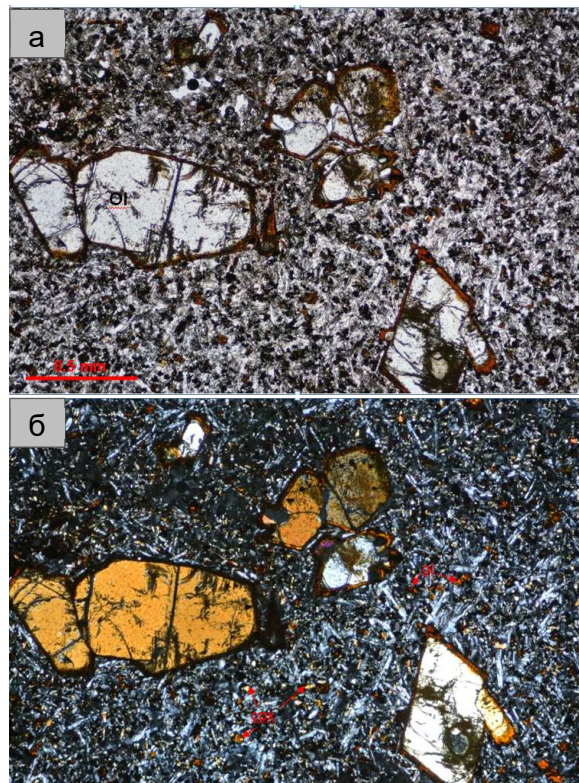
Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Оливины фенокристүүд хэмжээгээрээ жигд бус ч зөвхөн зах хэсгээрээ иддингситэд хувирсан нийтлэг шинжтэй байна.

Мөн фенокристүүдийн ан цавжиж ан цаваар үндсэн хэсэг нэвтэрсэн байна.

Оливины фенокристүүдийн төв хэсэгт ногоовтор өнгийн хайрсууд бөөгнөрсөн нь серпентинитийн нэг төрөл болно (Зураг. 2.8а).

Үндсэн хэсэг интерсертал структуртэй, плагиоклазын микролитүүдийн хооронд пироксен, магнетит ба иддингситэд хувирсан оливины жижиг талстууд үүссэн



Зураг.2.8. а,в- базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд ба структур: оливины фенокристүүд (Ol) ба үндсэн хэсгийн бүтэц. Үндсэн хэсгийн пироксен (срх) болон иддингситэд хувирсан оливины (ol) талстууд. а- анализаторгүй, б-анализатортай.

бүтэцтэй байна(Зураг. 2.8а,б). Оливин нь бүрэн иддингситэд түрэгдсэн улаан өнгөөгөөрөө ойролцоо хэлбэр хэмжээтэй пироксенээс ялгарна (Зураг. 2.8а,б).

9-4 *Өшгөг Миоцений доод залуу бялхалт*

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

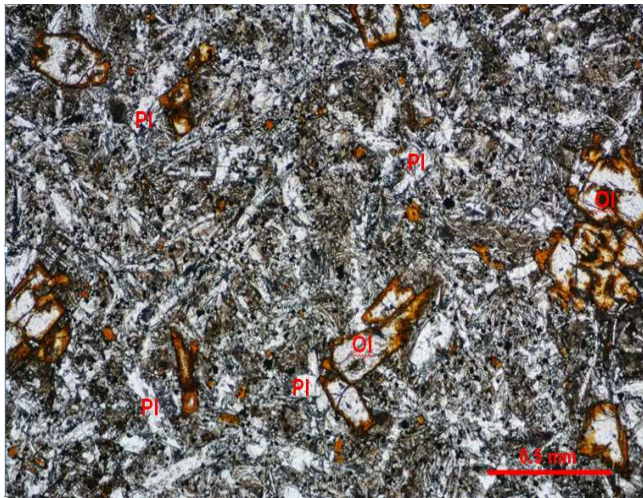
Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 25-26%, плагиоклаз 35-37%, пироксен-15-17%, магнетит-5%, галт уулын шил 18-20%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин ба цөөн тооны плагиоклазын фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 22-23% эзлэнэ.

Оливины фенокристүүд 49-3 дугаартай шлифт бичсэнтэй адил жижиг хэмжээтэй болно (Зураг.2.9). Мөн плагиоклазын призмийн дагуу 0.1 - 0.18 мм хэмжээтэй зүсэлтүүд оливинтой суб-офит ургалттай (Зураг.2.9). Иймээс эдгээр нь фенокристийн фазад багтах юм.

Үндсэн хэсэгт плагиоклазын микролитүүдын хооронд 0.01-0.05 мм хэмжээтэй пироксен, магнетит байршсан ба эдгээрийн хоорондын зайг галт уулын шил бөглөсөн тогтоцтой байна. Эдгээрээс 0.01 мм хэмжээтэй пироксений талстуудын бөөгнөрөл галт уулын шил дотор тогтоогдоно (Зураг.2.9).



Зураг.2.9. Суб-офит бүтэцтэй оливин (Ol) ба плагиоклазын (Pl) фенокристүүд ба гиало офит бүтэцтэй үндсэн хэсэгт хүрэвтэр өнгийн галт уулын шил. Анализаторгүй.

Таацын 27 сая жилийн базальтын судалгаа

47а-1 Таац эхэн бялхалт

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 22-24%, плагиоклаз 40-42%, пироксен-8-10%, магнетит-5%, галт уулын шил 24-26%.

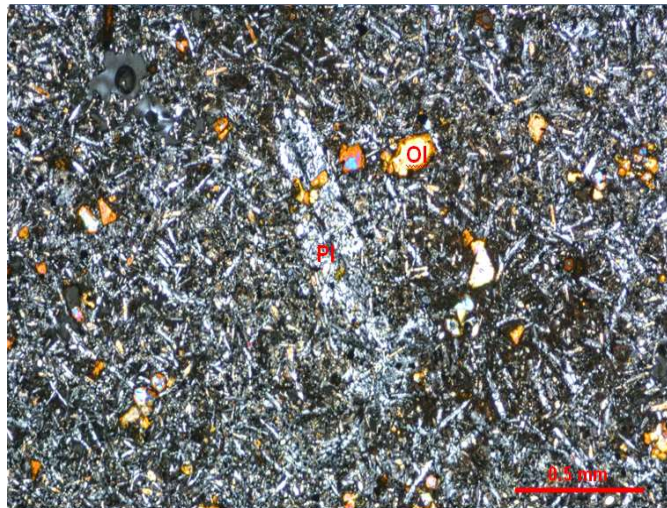
Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин ба плагиоклазын фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 19-20% эзлэнэ.

Хурдан хөрсөний улмаас галт уулын шил болон бусад бүтэц үүссэн байна.

Базальтад харавтар өнгийн толбуудтай ба энэ нь галт уулын шил ба магнетитаас тогтсон байна. Эдгээр нь пироксений хэлбэрийг хадгалсан тул пироксений дисассоциар үүссэн болох нь нотлогдоно. Плагиоклазын фенокристүүд цөөн ба төв хэсэг галт уулын шилээр түрэгдсэн байна. Энэ нь бас л хурдан хөрөлтийн улмаас плагиоклазын фенокрист гүйцэд талсжаагүйг харуулна (Зураг.2.10). Оливины фенокристүүд 2 генерацаар талсжжээ. Эхний талстууд 1.1 x 0.5 - 0.9 x 0.4 мм уртавтар призм хэлбэртэй ба захын бүслүүр иддингситэд хувирчээ (Зураг.2.10). Дараагийн 2-р генерацийн фенокристүүд 0.06 x 0.036 мм хэмжээтэй ба иддингситэд хэсэгчлэгдэн хувирчээ (Зураг.2.10).

Үндсэн хэсэг шилэрхэг ч жигд бус найрлагатай. Зарим хэсэгт галт уулын шил их бол галт уулын шил багатай хэсэг бас тэмдэглэгдэнэ (Зураг.2.10).



Зураг. 2.10. Оливины (Ol), and плагиоклазын (Pl) фенокристүүд ба интерсертал бүтэцтэй үндсэн хэсэг. Анализатортай.

45в-1 Таац дунд залуу

Шүлтлэг базальт

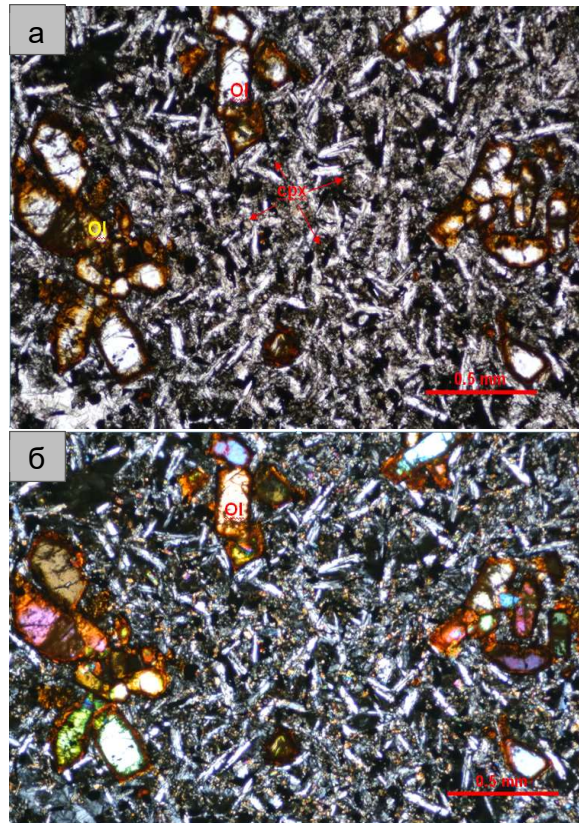
Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 24-26%, плагиоклаз 52-54%, пироксен-18-20%, магнетит-5%,

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 19-20% эзлэнэ.

Оливины фенокристүүд хэмжээгээрээ ялгаатай 2 генерацийн үүсэлтэй байна. Эхний генерацийн фенокристүүд призмлэг хэлбэртэй ба призмийн талууд 1.0–3.0 мм урт байна. Призмийн гадаад бүслүүр улаавтар өнгийн иддингситэд хувирчээ. Хоёрдугаар генерацийн фенокристүүдийн призмийн дагуу зүсэлтүүд 0.5 x 0.27мм, призмийн хөндлөн зүсэлт 0.6 x 0.55 -0.5 x 0.45 мм байна. Гадна эмжээр мөн иддингситэд хэсэгчлэгдэн хувирчээ (Зураг.2.11а,б). Үндсэн хэсэг интерсертал структуртэй буюу плагиоклазын микролитүүдийн хооронд жижиг талст пироксен, иддингситэд хувирсан оливин, магнетит төдийгүй плагиоклазын жижиг хавтгай талстууд үүсчээ (Зураг.2.11а,б).



Зураг.2.11. а,б- базальтыг бүрдүүлэгч эрдсүүд, тэдгээрийн тогтоц: Оливины фенокристүүд ба тэдгээрийн хооронд үүссэн интерсертал структурын бүрдэл. а- анализаторгүй, б- анализатортай.

Үндсэн хэсгийн бүрдүүлэгч плагиоклазын микролитүүд 0.035-0.042 мм хэмжээтэй ба оливины жижиг талстууд иддингситэд бүрэн хувирсан байна. Магнетитүүд орон зайг дүүргэсэн шовх призмлэг шоо дөрвөлжин зэрэг болно (Зураг.2.11а,б).

48-2 Таац дунд цикл

Базальт

Порфир текстуртэй

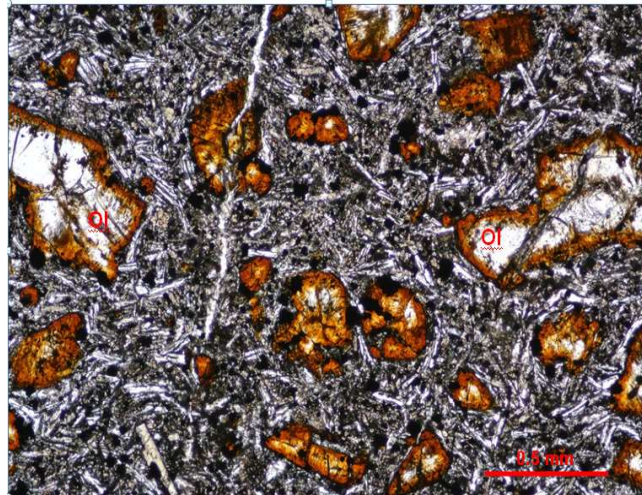
Чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 21-23%, плагиоклаз 45-48%, пироксен 12-13%, магнетит-5-6% ба галт уулын шил -18-20%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Базальт нь хар саарал өнгийн массаас ялгарч харагдах хар өнгийн толбуудтай.

Порфиороор оливины фенокрисстүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Оливины фенокрисстүүдийн призмүүд 0.07 x 0.04- 0.05 x 0.03 мм урттай ба иддингсситэд бүрэн ба хэсэгчлэгдэн түрэгджээ (Зураг.2.12).

Үндсэн хэсэг чиглэсэн ургал тогтоцтой плагиоклазын микролитүүд (0.035-0.05 мм) ба тэдгээрийн хооронд үүссэн жижиг хэмжээтэй пироксен, оливин ба магнетитын талстууд ба галт уулын шилээс тогтоно.



Зураг. 2.12. Хувирсан оливины фенокрисстүүд ба шилэрхэг үндсэн хэсэг. Анализаторгүй.

Галт уулын шил плагиоклазын микролитүүдийн хооронд харавтар өнгөөрөө ялгарч харагдана. Нэг зүгт чиглэж урссан үндсэн хэсэг оливины фенокрисстүүдийг тойрч урсчээ (Зураг.2.12).

45a-1 Таац хожуу цикл

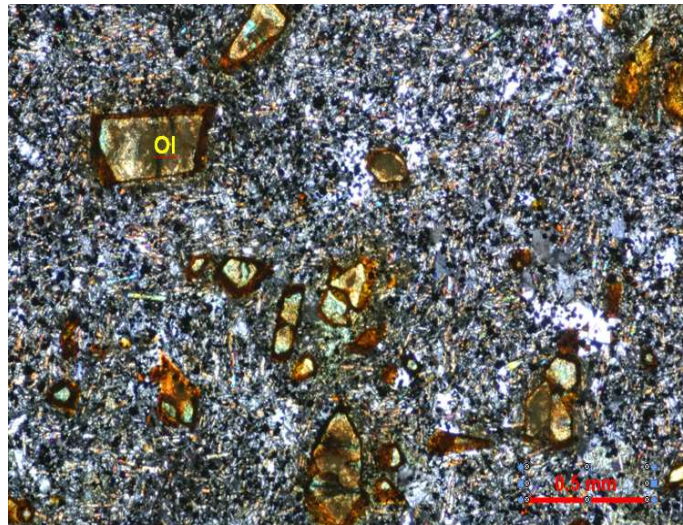
Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 28-30%, плагиоклаз 44-46%, пироксен-18-20%, магнетит-5%.

Хувирлын эрдэс: серпентинит, иддингсит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 24-26% эзлэнэ. Оливины фенокритүүд ромбоид ба дипирамид хэлбэртэй. Оливины фенокристийн бүслүүрлэг хувирлаар оливины фенокристүүд бүслүүрлэг бүтэцтэй байсан нь танигдана. Тухайлбал оливины талстын төв хэсэгт хүрэвтэр өнгийн серпентинитийн хайрсууд, захын бүслүүрт иддингситийн агрегат тогтоогдох ба эдгээрийн хоорондын бүслүүрт ногоовтор өнгийн серпентинит үүссэн байна. Хувирлын энэ бүслүүржилт нь оливин төвөө гаднах бүслүүрт магнилаг найрлагаас төмөрлөг найрлагад шилжсэнийг илтгэнэ. Иддингситийн бүслүүржилт тод өнгийн улаан шаргал өнгөөр ялгагдана (Зураг.2.13).



Зураг. 2.13. Бүслүүрлэг хувирсан оливины (Ol), фенокристүүд ба плагиоклазын микролит, пироксен ба оливины жижиг талстууд бүхий үндсэн хэсэг. Анализатортай

Фенокристүүдийн хооронд үүссэн үндсэн хэсэгт ихэнхидээ чиглэсэн тогтоцтой 0.03-0.04мм микролитүүд, жижиг дөрвөлжиндүү пироксен, иддингситэд хувирсан оливины жижиг талстууд ба магнетит тогтоогдоно (Зураг. 2.13).

48-1 Таац доод залуу

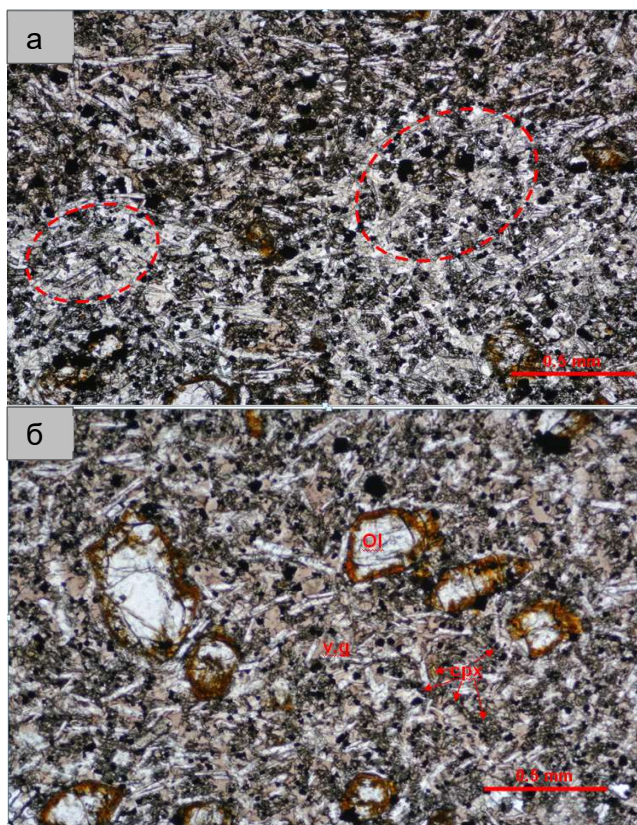
Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй (Spotty plagioclase- гэж нэрлэсэн базальт)

Чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 21-23 %, плагиоклаз 34-36%, пироксен 15-17 %, магнетит-5% ба галт уулын шил -25-26%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Базальтад цайвар цагаан өнгийн толболог тогтоцтой. Гэсэн ч энэ цагаан толбо плагиоклазтай холбоогүй байна. Харин галт уулын шилтэй бараан фон дээр плагиоклазын офит ургалтуудаас тогтсон шил багатай эсвэл шилгүй хэсэг ялгаран байна. Үүнийг шлифийн зурагт улаанаар хүрээлэв (Зураг. 2.14а). Энэ хэсэг цагаан харагддаг бололтой.



Зураг. 2.14. а- улаан өнгийн хүрээнд чулуунд цагаан өнгийн толбын бүтэц: галт уулын шилгүй плагиоклазын офитууд, б-оливины фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. а,б-анализаторгүй.

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүсчээ. Фенокристүүд призмийн дагуу 0.05 x 0.03- 0.07 x 0.04 мм хэмжээтэй. Бүдэг шаравтар өнгийн иддингсит оливины захын хүрээгээр үүсчээ (Зураг. 2.14). Үндсэн хэсэг плагиоклазын микролитүүд,

хувирсан оливин , магнетит ба галт уулын шилээс бүрдэнэ. Галт уулын шил хүрэвтэр өнгөтэй байна (Зураг.2.14).

44a-1 Нарийн эхэн

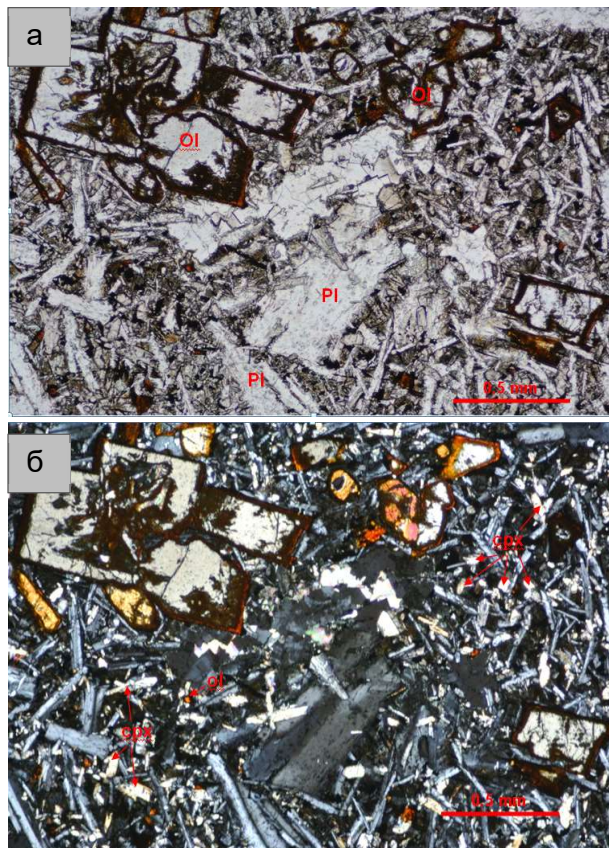
Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 22-24%, плагиоклаз 44-46%, пироксен 8-10%, магнетит-5-6% ба галт уулын шил -20-22%.

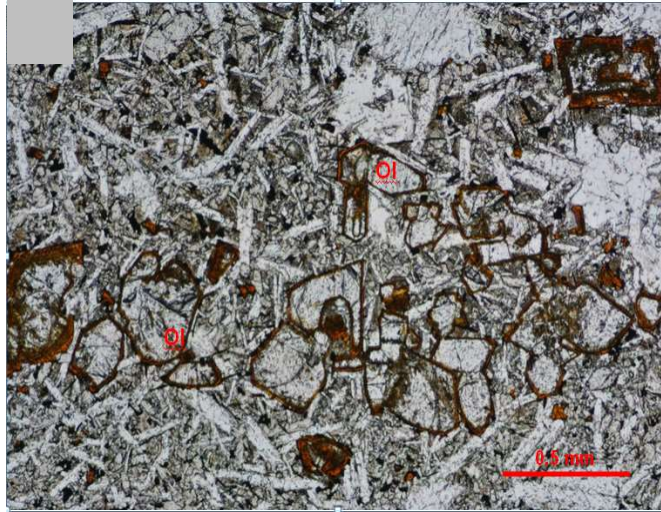
Хувирлын эрдэс: иддингсит

Оливин ба плагиоклазын фенокристүүд порфирын фазад үүссэн байна. Оливины фенокристүүд хэмжээ ба хэлбэрээрээ нилээд хэлбэлзэнэ. Призмийн талаар 0.4 x 0.3 мм, ромбоид хэлбэр 0.25 x 0.20 - 0.08 x 0.05 мм хэмжээтэй байна (Зураг. 2.15 а,б). Плагиоклазын фенокристүүд 0.55 x 0.2 to 0.30 x 0.14 мм хэмжээтэй призмлэг хэлбэртэй ба захын хэсгээрээ үндсэн хэгээр идэгдсэн байна.



Зураг.2.15. а,б- оливин ба плагиоклазын фенокристүүд ба гиало-офитик үндсэн хэсэг. а-анализаторгүй, б-анализатортай.

Фенокристүүд цуварсан бөөгнөрөл үүсгэсэн ба 2.0 мм үргэлжилжээ (Зураг. 2.16). Үндсэн хэсэг гиало-офитик структуртэй ба жигд бус найрлагатай байна. Зарим хэсэгт галт уулын шилийн эзэлхүүний нөгөө хэсгийнхээс илүү байна.



Зураг.2.16. Оливины фенокристийн цуварсан тогтоцтой бөөгнөрөл. Анализаторгүй.

44a-2 Нарийн эхэн

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

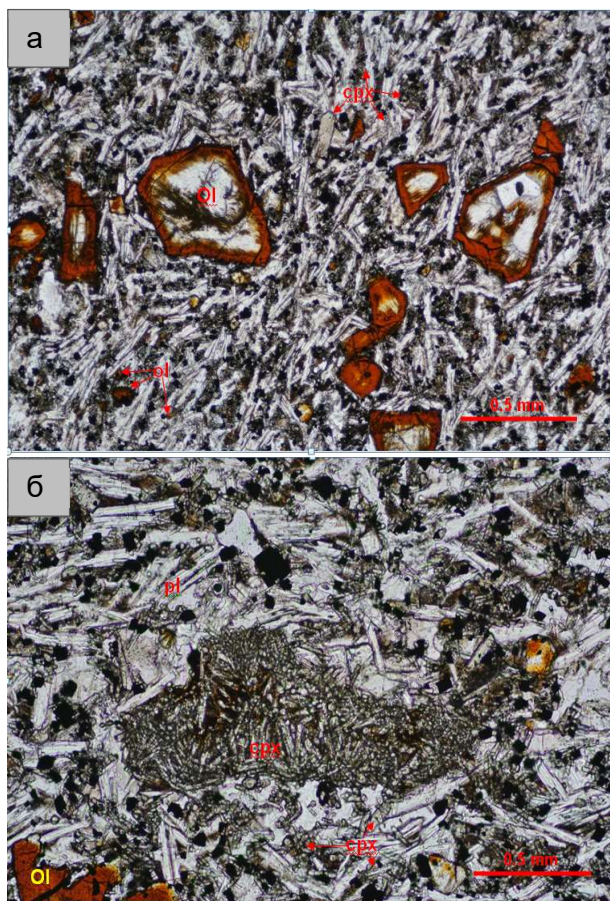
Чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 24-26%, плагиоклаз 52-54%, пироксен 18-20%, магнетит-5-6%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Оливины фенокристүүд порфирын фазад үүссэн ба фенокрист нь чулуулгийн эзэлхүүний 19-20% ийг эзлэнэ.

Оливины ромбоид ба өргөн дипирамид хэлбэрийн талстууд сунасан тэнхлэг дагуу $0.3 \times 0.2 - 0.1 \times 0.07$ мм урттай байна. Оливины фенокристүүдийн захын бүслүүр улаавтар өнгийн иддингситэд хувирсан. Зарим 0.1×0.07 мм жижиг хэмжээтэй талстууд иддингситэд бүрэн хувирчээ (Зураг.44a-2a). Үндсэн хэсэгт чиглэсэн тогтоцтой плагиоклазын микролитүүд жижиг дөрвөлжин пироксен, магнетит ба иддингситэд хувирсан оливин төдийгүй жижиг хавтгай плагиоклазын талстууд үүсчээ (Зураг.2.17a). Үндсэн хэсэгт плагиоклазын микролитүүд $0.035-0.042$ мм урттай ба микролитийг дагасан зүүлэг хэлбэртэй пироксенүүдээс гадна жижиг дөрвөлжин хэлбэртэй пироксений талстууд бөөгнөрсөн тогтоцтой

байна. Оливины талтууд иддингситэд бүрэн хувирчээ (Зураг. 2.17а). Хүрэвтэр өнгийн талст пироксенээс тогтсон ксенолит тогтоогдов (Зураг. 2.17б).



Зураг. 2.17. а- Оливины фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. б-пироксений талстуудаас тогтсон ксенолит. а,б-анализаторгүй.

Байдраг- Баянбулагийн базальтын петрографийн судалгаа

43b-3 Байдраг

Базальт

Порфир текстуртэй

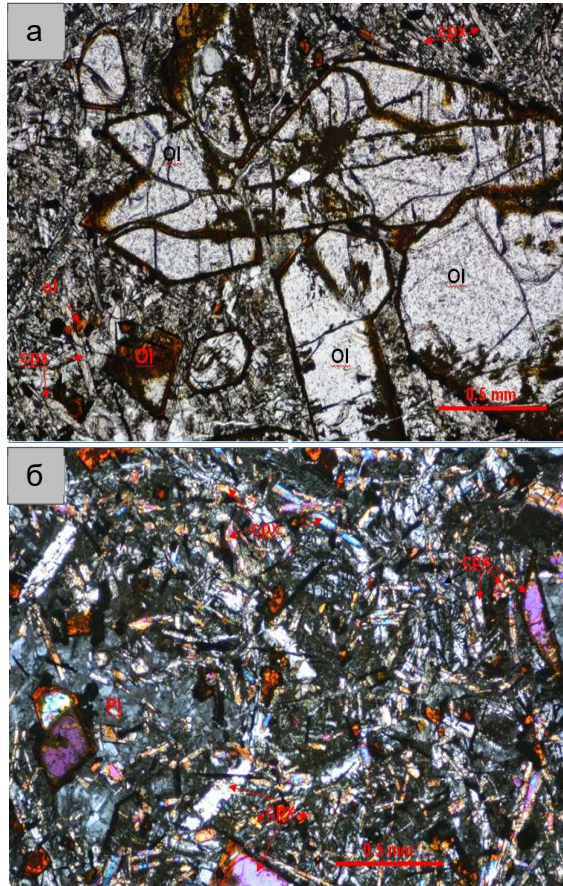
Чулуулаг бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 25-27%, плагиоклаз 45-47%, пироксен 22-24%, магнетит-5%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Оливины фенокристүүд порфирын фазад үүссэн ба фенокрист нь чулуулгийн эзэлхүүний 19-20% ийг эзлэнэ. Шлифт голдуу дипирамид хэлбэртэй оливины фенокристүүд зүсэгдэсэн ба призмийн сунасан тэнхлэгийн урт 0.23 x 0.20- 1.0 x 0.4 мм хэмжээтэй хэлбэлзэнэ. Фенокристүүдийн захын бүслүүрт магнетит

цугласан ба магнетитын дотор бүслүүрүүд иддингситэд хувирсан байна. Мөн улаан хүрэн өнгийн иддингсит оливины цууралын ан цавыг дүүргэжээ. Оливины бөөгнөрсөн фенокристүүд $1.8 \times 1.6 \text{ мм}^2$ талбайг эзэлнэ (Зураг. 2.18).

Үндсэн хэсэг плагиоклазын микролитийн хоорондын зайг дүүргэсэн зүүлэг пироксен, шоо магнетит ба хувирсан оливины талстуудын бүтэцтэй байна. Зүүлэг пирокенүүд $0.4\text{-}0.5 \text{ мм}$ урттай болно (Зураг.2.18).



Зураг. 2.18. а- Оливины фенокристүүдийн бөөгнөрөл ба үндсэн хэсэг, б-үндсэн хэсгийн бүтэц: плагиоклазын микролитүүд, оливин ба зүүлэг пирокений талстууд. а-анализаторгүй, б-анализатортай.

38-1 Баянхонгор Их хайрхан дээд эхэн бялхалт

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 25-27%, плагиоклаз 32-35%, пироксен-25-26%, магнетит-5%, галт уулын шил 16-18%.

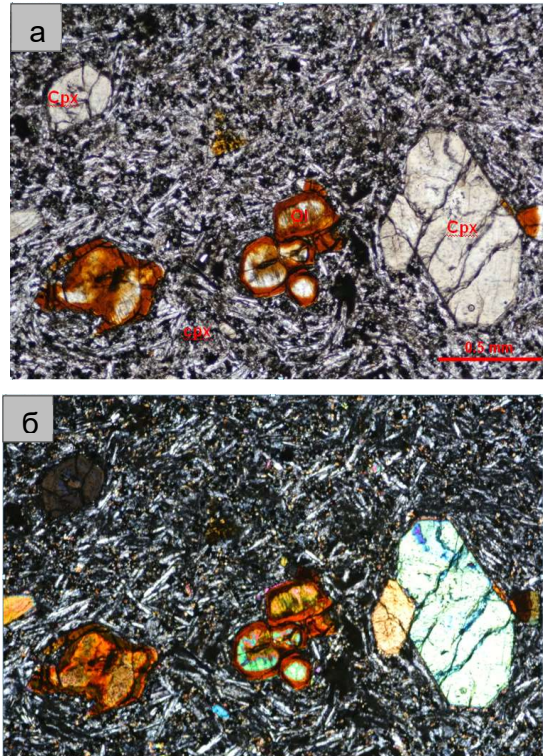
Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин ба клинопироксений фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 40% эзлэнэ. Фенокристийн эзэлхүүнд оливин : авгит- $55_{ol}:45_{cpx}$ харьцаатай байна.

Оливины фенокристүүд $0.7 \times 0.3 - 0.43 \times 0.37$ мм хэмжээтэй ба ихэнхи талстууд иддингситэд хэсэгчлэгдэн хувирсан байна. Гэсэн хэдий ч иддингситэд бүрэн хувирсан болон хувираагүй зүсэлтүүд тогтоогдоно (Зураг.2.19а,б).

Пирокений фенокристүүд цайвар ногоон өнгөтэй ба томоохон фенокристүүд $1.1 \times 0.6 - 1.3 \times 0.8$ мм, багахан нь 0.6×0.25 мм хэмжээтэй байна.

Зарим талсад энгийн ихэрлэлт ажиглагдана. Клинопироксенд тогтоогдох $C:Ng=42^{\circ}$ унтралтын өнцөг нь диопсидын найрлагад дүйнэ. Пироксен нь хувираагүй ба ан цавжиж цуурчээ. Пироксений жижиг талстууд бүслүүрлэг бүтэцтэй ба $C:Ng=30^{\circ}$ унтралт төвийн бүслүүржилтэд, $C:Ng=20^{\circ}$ захын бүслүүрт тогтоогдоно. Үндсэн хэсэг гиало-офит структуртэй, галт уулын шил плагиоклазын микролитүүд, зүүлэг пироксений хооронд байршина. Үндсэн хэсгийг бүрдүүлэгч эрдсүүд тодорхой чиглэлтэй байна . Галт уулын шил хүрэвтэр өнгөтэй болно (Зураг.2.19а,б).



Зураг. 2.19 а,б- базальтыг бүрдүүлэгч эрдсүүд ба структурын бүтэц: Иддингситэд хувирсан оливины (Ol), хүрэвтэр өнгийн плеохроизмтай пироксений (Cpx) фенокристүүд ба үндсэн хэсгийн бүтэц. а- анализаторгүй, б-анализатортай.

39b-1 Баянхонгор Байдраг залуу урсгал

Шүлтлэг базальт

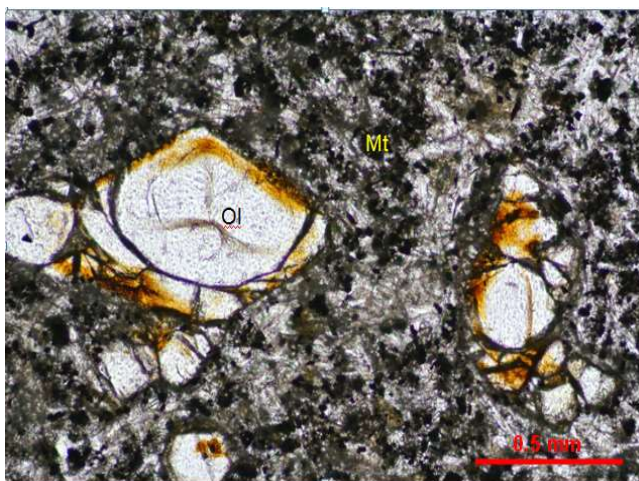
Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 30-32%, плагиоклаз 50-52%, пироксен 10-12%, магнетит 10-12%

Хувирлын эрдэс: иддингсит ба иллит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Оливины фенокристүүд ромбоид, призмлэг ба изометрлэг хэлбэртэй. Ромбо ба призмүүд 0.5 x 0.43 мм болон 1.0 x 1.0 - 0.33 x 0.33 мм хэмжээтэй изометрлэг хэлбэртэй байна (Зураг.39).

Үндсэн хэсэг плагиоклазын микролитүүд тэдгээрийн хооронд үүссэн оливин, пироксен, магнетитийн талстууд ба галт уулын шилээс бүрджээ. Магнетитын зүүлэг хэлбэртэй талстууд плагиоклазын микролиттэй зэрэгцэн үүссэн байна. Харин магнетитын шоо дөрвөлжин талстууд олноор бөөгнөрөл үүсгэсэн байна (Зураг.2.20). Оливин ба пироксений талстууд цайвар бор өнгийн иллитээр бүрхэгдсэн байна.



Зураг. 20. Оливины (Ol) фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. Үндсэн хэсэгийн магнетит тод хар, пироксен боровтор өнгөөр бүрхэгдсэн харагдана. Анализаторгүй.

39b-2 Байдраг эхэн урсгал

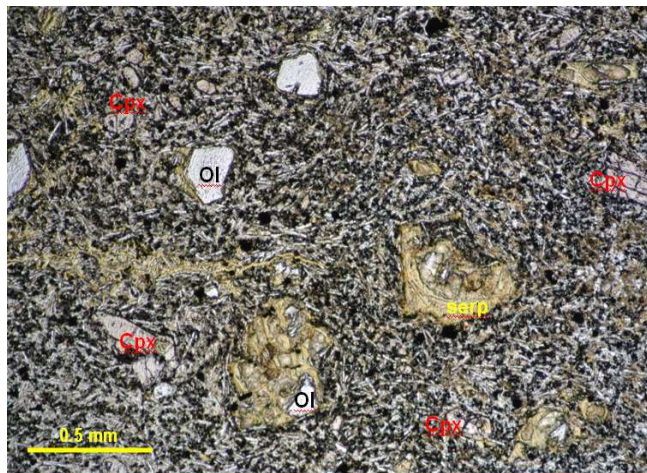
Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 25-27%, плагиоклаз 40%, пироксен 25-26%, магнетит-5%, галт уулын шил 20%.

Хувирлын эрдэс: серпентинит

Порфирын фазад оливин ба пироксений фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-26% эзлэнэ. Фенокристийн эзэлхүүнд оливин ба пироксенүүдийн харьцаа ойролцоо 50:50 байна. Фенокристүүд хэмжээ ба хувирлаараа ялгарах 2 генерацийн үүсэлтэй байна. Эхний генерацийн оливин>пироксений фенокристүүд 0.8 x 0.3 -0.43 x 0.37 мм хэмжээтэй ба оливин ба пироксений талстууд серпентинитэд хэсэгчлэгдэн эсвэл бүрэн хувирчээ (Зураг.2.21). 2-р генерацид пироксений фенокрист оливины фенокристээс давамгайл байна. Пироксений талстууд хүрвэртэр өнгөтэй, хөндлөн зүсэлт 0.1 x 0.06 мм, призмийн дагуу зүсэлт 0.25 x 0.07 мм хэмжээтэй ба бүслүүрлэг бүтэцтэй байна. Үндсэн хэсэг гиало-офит структуртэй. Галт уулын шил нь плагиоклазын микролитүүд, пироксен, магнетит, оливины талтуудын хооронд байршсан болно (Зураг.2.21). Үндсэн хэсэгт оливины талстууд их биш ба ан цавууд серпентинитээр дүүрчээ.



Зураг. 2.21. Пироксений (Cpx), серпентинитэд хувирсан ба хувираагүй оливины (Ol), фенокристүүд ба үндсэн хэсэг. Үндсэн хэсгийн магнетит тод хар, пироксен боровтор өнгөөр бүрхэгдсэн харагдана. Анализаторгүй.

40a-1 Баянхонгор Баянбулаг

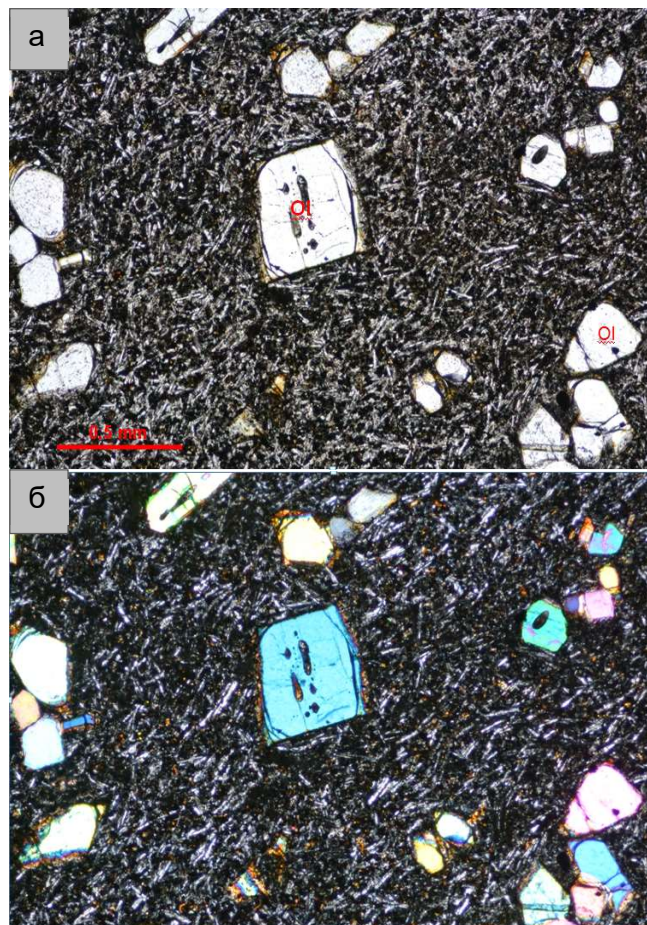
Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 26-28%, плагиоклаз 32-34%, пироксен-10-12%, магнетит-5%, галт уулын шил 26-28%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 28-30% эзлэнэ. Оливины фенокристүүдийн баганалаг, дипирамид болон ромбоид хэлбэрүүд тэмдэглэгдэнэ. Эдгээрийн сунасан тэнхлэг 0.04 x 0.02 - 0.08 x 0.046 мм хэмжээтэй байна. Оливины цөөн талстууд иддингситийн хүрээтэй, үүнийг эс тооцвол талстууд бараг хувираагүй. Түүнээс гадна оливины фенокристийн зах хэсгээр үндсэн хэсгийн бүрдэлийн жижиг пироксенүүд эмжиж талсжсан байна (Зураг. 2.22а,б). Үндсэн хэсэг гиало-офит структуртэй, галт уулын шил плагиоклазын микролитүүд, зүүлэг пироксений хооронд байршина (Зураг. 2.22б). Пироксений жижиг 0.02 мм хэмжээтэй талстууд галт уулын шил дотор байгаа нь зургаас тод харагдана. Үндсэн хэсгийг бүрдүүлэгч эрдсүүд тодорхой чиглэлийн урсгалтай боловч ойр зайд талсжсан фенокристүүдийг тойрч талсжсаны улмаас чиглэл алдагджээ.



Зураг. 2.22. а,б-базальтыг бүрдүүлэгч эрдсүүд ба структурын бүтэц: Хувиралгүй, үндсэн хэсгийн пироксенээр эмжигдсэн оливины (Ol) фенокрист ба шилэрхэг үндсэн хэсгийн бүтэц. а- анализаторгүй, б-анализатортай .

40 b-1 Баянбулаг эхэн

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 26-28%, плагиоклаз 32-34%, пироксен-10-12%, магнетит-5-7%, галт уулын шил 26-28%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин ба пироксений фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 22-23% эзлэнэ.

Шлифт оливины фенокристүүдийн баганалаг, дипирамид болон ромбоид хэлбэрүүд тэмдэглэгдэнэ. Эдгээрийн сунасан тэнхлэг 0.04 x 0.02- 0.1 x 0.06 мм хэмжээтэй байна. 40a-1 шлифийн оливинтой харьцуулахад оливины бүх фенокристүүд шаравтар өнгийн иддингситийн хүрээтэй байна. Иддингситийн хүрээ 0.01 мм орчим нарийн болно (Зураг. 2.23). Пироксений фенокристүүдийн хөндлөн болон хөндлөнд ойрхон зүсэлтүүд илэрчээ. Эдгээр нь 0.03 x 0.02 мм орчим хэмжээтэй байна. Пироксений 2.2 x 1.7-3.5 x 2.0 мм хэмжээтэй пироксений фенокристүүд ан цавжижи хэсэгчлэгдсэн төдийгүй оливины пойкилитууд агуулжээ (Зураг. 2.23).

Үндсэн хэсэг плагиоклазын микролитүүд хооронд орших, пироксен, магнетит, иддингситэд хувирсан оливин ба галт уулын шилээс бүрдэнэ. Мөн 0.05 мм хэмжээтэй пироксений жижиг талстуудын бөөгнөрөл зөвхөн галт уулын шил дотор үүсчээ.



Зураг. 2.23. Пироксен (Cpx) ба бүслүүрлэг бүтэцтэй оливины (Ol) фенокристүүд ба үндсэн хэсгийн бүтэц. Анализаторгүй .

41b-1 Байдраг эхэн дээд

Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

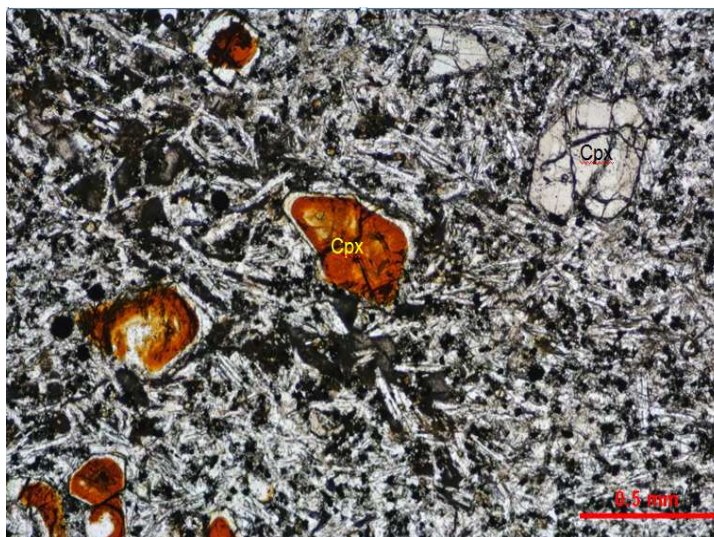
Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 25-27%, плагиоклаз 32-35%, пироксен-25-26%, магнетит-5%, галт уулын шил 16-18%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

Порфирын фазад оливин ба клинопироксений фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 30% эзлэнэ. Фенокристийн эзэлхүүнд оливин ба пироксенүүд $60_{Ol}:40_{Cpx}$ харьцаатай байна.

Оливиний фенокристүүд сунаан тэнхлэг дагуу $0.7 \times 0.3 - 0.43 \times 0.37$ мм хэмжээтэй болно. Оливины талстууд бүслүүрлэг бүтэцтэй ба эдгээрээс төв ба дунд бүслүүрүүд иддингситэд хувирсан захын бүслүүр хувираагүй байна (Зураг.2.24). Пироксений фенокристүүд хүрэвтэр өнгийн плеохроизмтай, призмийн талаар $0.6 \times 0.34 - 0.1 \times 0.06$ мм хэмжээтэй (Зураг.2.24) ба унтралтын өнцөг $C:Ng=42^{\circ}$ буюу диопсидын найрлагад дүйнэ.

Үндсэн хэсэг чиглэсэн тогтоцтой $0.035-0.05$ мм урттай плагиоклазын микролитүүдийн хооронд байрших пироксен, оливин% магнетитийн талстууд ба галт уулын шилээс тогтоно (Зураг. 2.24). Галт уулын шилийн дахин талсжилтаас хүрэвтэр материал үүсчээ.



Зураг. 2.24. Пироксен (Cpx) ба бүслүүрлэг бүтэцтэй оливины (Ol) фенокристүүд ба үндсэн хэсгийн бүтэц. Анализаторгүй .

Хөвсгөл Хужирт, Заамарын базальтын судалгаа

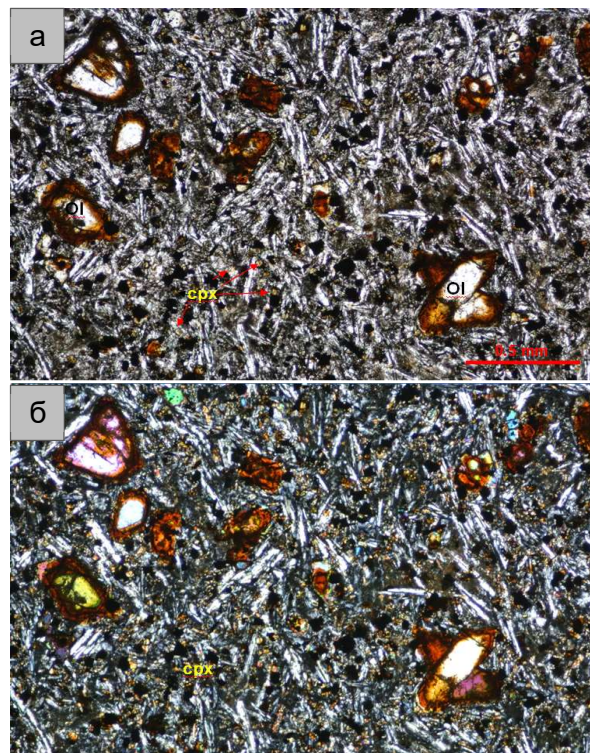
Шүлтлэг базальт

Порфир текстуртэй

Базальтын бүрдүүлэгч эрдсүүд: оливин 32-34%, плагиоклаз 46-48%, пироксен-15-17%, магнетит-5%, галт уулын шил 16-18%.

Хувирлын эрдэс: иддингсит

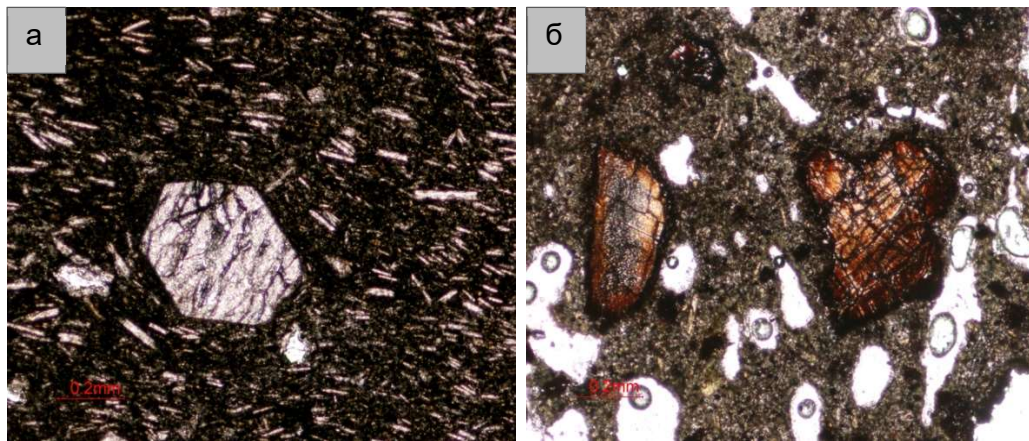
Порфирын фазад оливины фенокристүүд үүссэн ба эдгээр нь чулуулгийн эзэлхүүний 25-27% эзлэнэ. Шлифт оливины дипирамид болон ромбоид хэлбэрийн талстуудын зүсэлт голлоно. Эдгээр нь сунасан тэнхлэг дагуу 0.07 х 0.04- 0.05 х 0.03 мм урттай болно (Зураг. 2.25). Оливины фенокристүүд бүрэн ба хэсэгчлэгдэн иддингситэд хувирчээ. Үндсэн хэсэгт чиглэсэн тогтоцтой ба 0.035-0.05 мм урттай плагиоклазын микролитүүдийн хоорондын зайд, пироксен, магнетит, иддингситэд хувирсан оливины жижиг талстууд ба галт уулын шилээс бүрджээ (Зураг. 2.25).



Зураг. 2.25. а,б-базальтыг бүрдүүлэгч эрдсүүд ба структурын үтэц: Иддингситэд бүрэн ба хэсэгчлэгдэн хувирсан оливины (Ol) фенокрист ба үндсэн хэсгийн бүтэц, түүн дэх пироксений талстууд (срх). а- анализаторгүй, б-анализатортай .

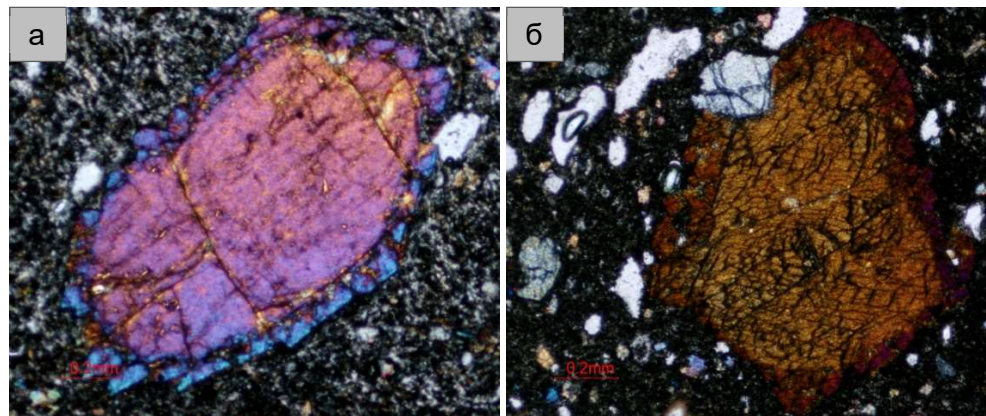
Заамарын базальт нь Туул голын эрэг дагаж үүссэн ба үүнээс Туулын гүүрийн

доод хэсгийн базальтын гаршаас судлав. Базальтууд өгөршилд орсон шилэрхэг үндсэн хэсэгтэй, фенокристээр оливин үүссэн. Энд оливинтой базальтад оливин 10-15%, клинопироксен 5% агуулагдах ба зарим зүсэлтэнд хээрийн жоншийн таслтууд тэмдэглэгдэнэ. Мөн ховроор оливины 1,5 мм хэмжээтэй ксенокристалл байх ба маантийн ксенолитийн хэсэг болохыг харуулна. . Пироксены мөхлөгт мөн урвалын хүрээ үүсэж төмрийн ислээр хүрээлэгджээ (Зураг. 2.26а,б) . Бүх дээжүүдийн үндсэн хэсэг шилэрхэг төдийгүй тоосорхог магнетит агуулжээ (Зураг.2.26а,б) Базальтууд урсгал болон урсгал бус текстуртэй үүсчээ.



Зураг.2.26. а- урсгал текстуртэй оливинтой базальт, б- төмрийн ислээр хүрээлэгдсэн пироксены богино призмлэг талстууд

Оливины урвалын хөвөөгөөр хоёрдогч оливины жижиг мөхлөгүүд үүсчээ. Хүрээлж байгаа матрикс рүү оливины түргэн талсжилтын үр дүнд түрж ургасан байна. Пироксены мөхлөгт мөн урвалын хүрээ үүсэж оливин ялгарсан байна (Зураг.2.27а,б).



Зураг 2.27. а- 2 догч оливины хүрээтэй_ оливины фенокрист, б- оливины хүрээтэй пироксений богино призмлэг талстууд

химийн найрлага ойролцоо байгаа нь ислүүдийн диаграммаас харагдаж байна (Зураг. 3.2). Тухайлбал улаан зураасаар хязгаарлагдсан талбайд Нарийны буюу Таацийн эхэнд илрэх 27 сая жилийн ба Өшгөгийн нурууны 29 сая жилийн настай базальтууд хүрээлэгдсэн болно. Хүрээлсэн шалтгаан нь дээрх дүүргийн базальтууд Al_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , FeO ислүүд ба FC_3MS утгаар ойролцоо буюу салж тасрахгүй ойролцоо тархалттайгаараа нэгтгэгдэж байгаа болно. Хүрээнээс гадуур үлдсэн базальтууд ч ойролцоо байршилтай байна. Эдгээр нь 32-33 сая жилийн настай базальтууд болно (Зураг. 3.2).

$Mg\# -Al_2O_3$ диаграмд базальтууд хөнгөнцагааны ислийн агуулгаар $Mg\# -50-60$ утга руу уруудсан чигтэй буюу буурсан тренд үзүүлж байна. Энэ чиглэлд Al_2O_3 хамгийн их утга Өшгөгийн нуруу ба Нарийны базальтуудад илрэх ба Тэвш ба Таацийн голын базальтуудад Al_2O_3 агуулга ойролцоо ч эдгээр дүүргийн базальтууд $Mg\#$ утгаар ялгаатай байна.

Харин $MgO - Mg\#$ диаграмд дээрх тренд эрс өөрчлөгдөж Өшгөгийн нуруу ба Нарийны базальтуудад хамгийн бага MgO той ба Тэвш ба Таацын базальтыг оролцуулан бусад дүүргийн базальтад MgO агуулга өссөн байна. Улаан хүрээнд багтсан ижил насны базальтууд MgO ба $Mg\#$ ойролцоо утгатайгаараа эрс ялгарчээ (Зураг. 3.2).

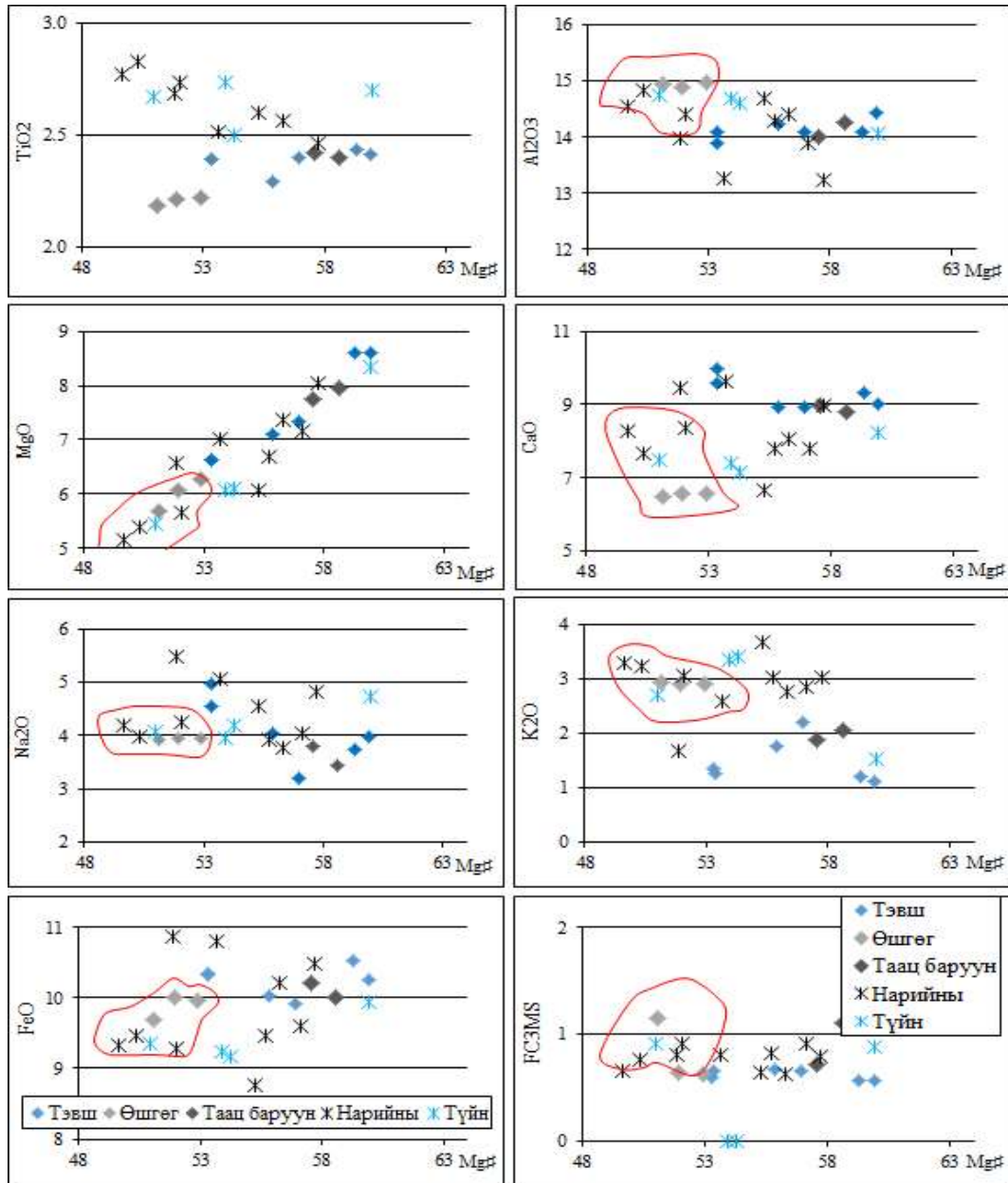
$CaO - Mg\#$ диаграмд дээрх чиглэл давтагдсан ч базальтууд дахь CaO ийн агуулга өргөн хэлбэлзэлтэйн улмаас шугаман тархалтын дагуу вариаци үзүүлж байна.

$Na_2O - Mg\#$ диаграмд базальтуудад агуулагдах натрийн ислийн дундаж утга 4.0-4.2% байгаа нь харагдана. 4.2% оос илүү утга Нарийны базальтын эхний бялхалтын базальт болно. Харин эсрэгээр энэ утгаас бага натрийн ислийн агуулга Тэвш ба Таацын баруун эргийн базальтууд байна.

$K_2O - Mg\#$ диаграмд натрийн ислийн дундажийг зааж байсан калийн ислийн өндөр утгад байршсан байна. Калийн ислийн дээд утга 4.0% хүрэхгүй байна. Өшгөг, Нарийн, Түйн голын базальтууд 3.0% ийн шугамаас 2 тийш хэт хэлбийгээгүй тархсан байна. Харин 32.0-33.0 сая жилийн базальтууд калийн ислийн 2.0 болон түүнээс доогуур утгатай байгаа нь диаграммаас харагдана. Энэ тархалт нь эдгээрийн натрийн ислийн 4.0% оос доогуур утгатай дүйж байна.

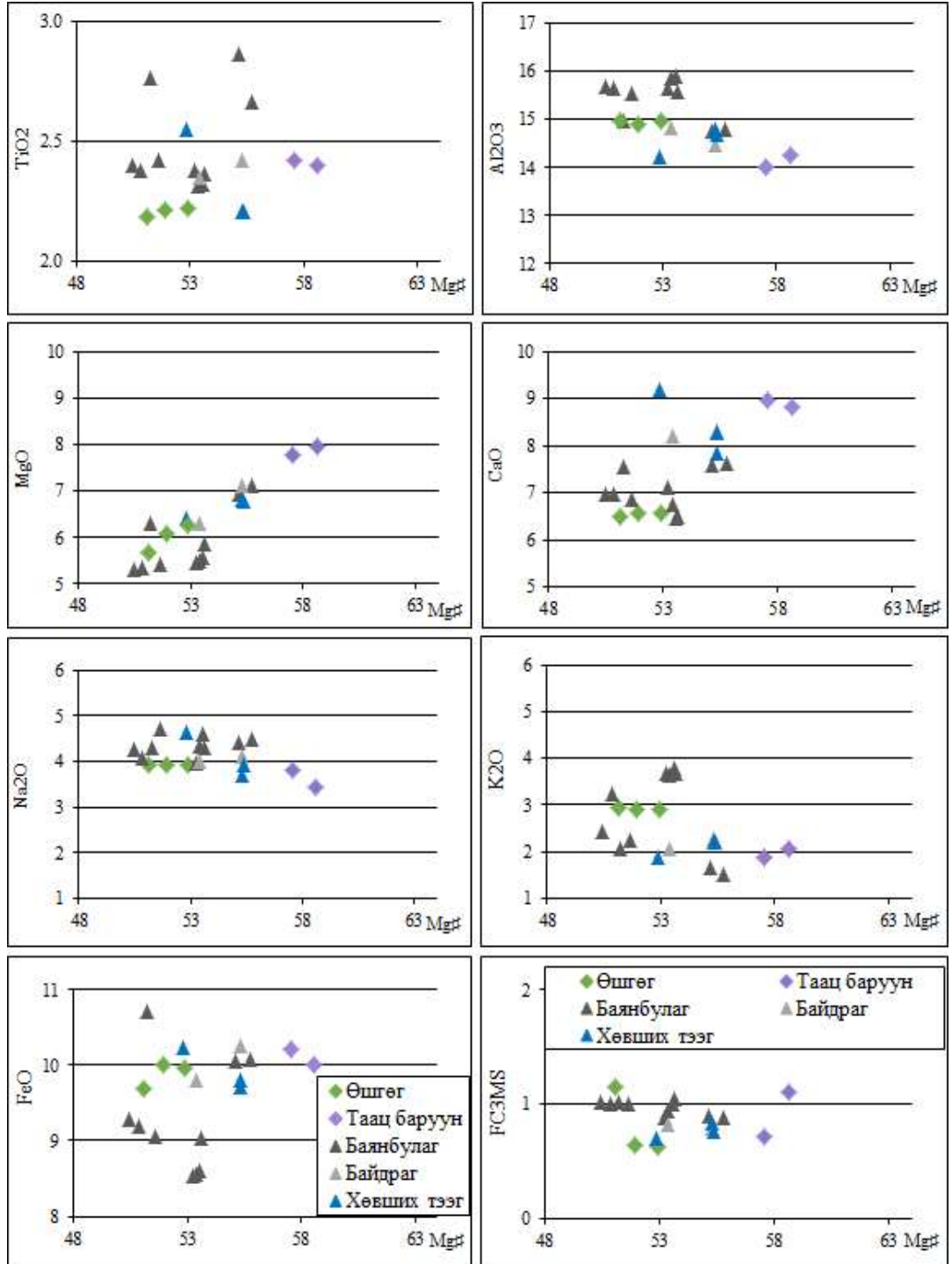
$FeO - Mg\#$ диаграмд 32.0-33.0 сая жилийн базальтууд арай өндөр төмрийн ислийн агуулсан бол залуу базальтууд 0.5%-аар бага төмөртэй байна. Харин Нарийны базальтуудад төмрийн исэл ихээхэн хэлбэлзэнэ (Зураг. 3.2).

$FC3MS = (FeO/CaO) - (3 \cdot MgO/SiO_2)$ коэффициент нь базальтуудад жигд утгатай ба зөвхөн хэвтээ тэнхлэг буюу $Mg\#$ дагуу тархалт тэмдэглэгдэнэ. Ер нь залуу базальтууд $Mg\#$ утгатай нь тэдгээрт агуулагдах төмрийн исэл багатай холбоотой байна (Зураг. 3.2).



Зураг. 3.2. Тэвш, Өшгөг, Таац, Нарийн, Түйн голын сав газар тархалттай базальтын $Mg\#$ –ислүүдийн харьцуулалтын диаграм

Mg# -Al₂O₃ диаграмд Өшгөгийн базальт дундаж утгыг илэрхийлнэ. Харин Баянбулагийн базальтууд Mg# бага утгад Al₂O₃ ний хамгийн өндөр агуулгатай байна.



Зураг. 3.4. Байдраг, Баянбулагийн сав газар тархалттай базальтын Mg# –ислүүдийн харьцуулалтын диаграм

Өшгөгийн нурууны залуу базальт нь $Mg\#$ их утгатай ч Al_2O_3 хамгийн бага агуулгатай үзүүлэв.

$Mg\#-MgO$ диаграмд Баянбулаг дүүргийн базальт хамгийн бага MgO ба $Mg\#$ утгаар бөөгнөрөх ба MgO өсөхөд $Mg\#$ - өөн шууд хамаарал тэмдэглэгдэнэ.

$Mg\#-CaO$ диаграмд Баянбулагийн базальтууд харьцангуй жижгд утгатай ба Хөвших тээг ба Байдрагийн базальтууд кальцийн ислийн агуулга ихтэйгээрээ эр ялгарна (Зураг. 3.4).

$Mg\#-Na_2O$ диаграмд натрийн ислийн утга Баянбулгийн базальтуудад 4.0% дээш бол Хөвших тээг ба Байдрагийн базальтад 4.0% д дөхүү байна. Энэ ислийн агуулга хэлбэлзэл багатай шугаман тархалттай бол калийн исэл 0.5-3.7% хооронд савалгаатай байна (Зураг.3.4).

$Mg\#-K_2O$ Баянбулгийн базальтууд $Mg\#$ ба K_2O ийн эхний огтлолцолын цэгээс эхлэн $Mg\#$ өсөх утгад ихэссэн ба багассан трендэд хуваагджээ. дээш ба доош Базальтууд дахь төмрийн исэл $Mg\#$ -ийн бага хэлбэлзэлд их хэлбэлзэлтэй байна (Зураг. 3.4).

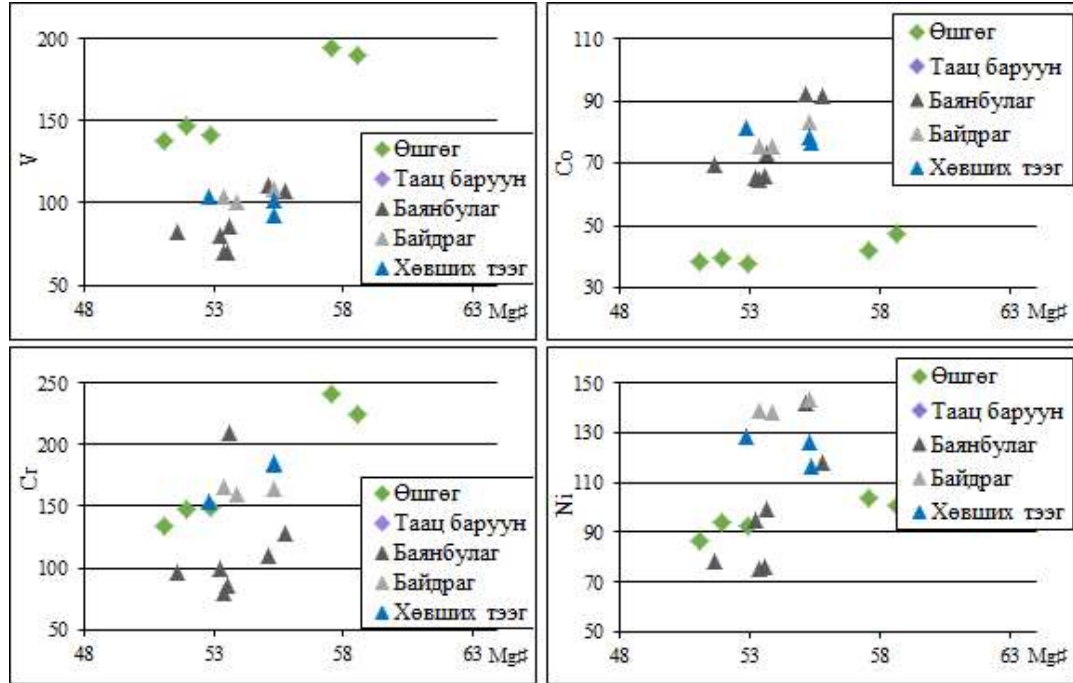
FC_3MS утгаар Баянбулагийн базальтууд 1 утгийн шугам дагуу тархалттай бол Хөвших тээг ба Байдрагийн базальтууд 1-ээс доогуур тархжээ (Зураг. 3.4).

Базальтын төмөрлөг ба ховор элементийн тархалт

Ванади (V), кобальт (Co), хром (Cr) ба никель (Ni) зэрэг төмөрлөг элементүүд нь базальт зэрэг суурилаг чулуулагт өндөр агуулагддаг онцлогтой элементүүд юм. Ванадийн агуулга Тэвш ба Таацийн баруун эргийн эртний базальтуудад өндөр агуулагджээ. Харин Нарийны ба Түйн голын залуу базальтуудад -хамгийн багаар агуулдсан бол Өшгөгийн базальтад дундаж буюу 147-149 ppm байна. Харин кобальтийн утга үүний эсрэг байна. Өөрөөр ванади их бол Co дагалдан их утгатай агуулагддаггүй байна (Зураг. 3.5).

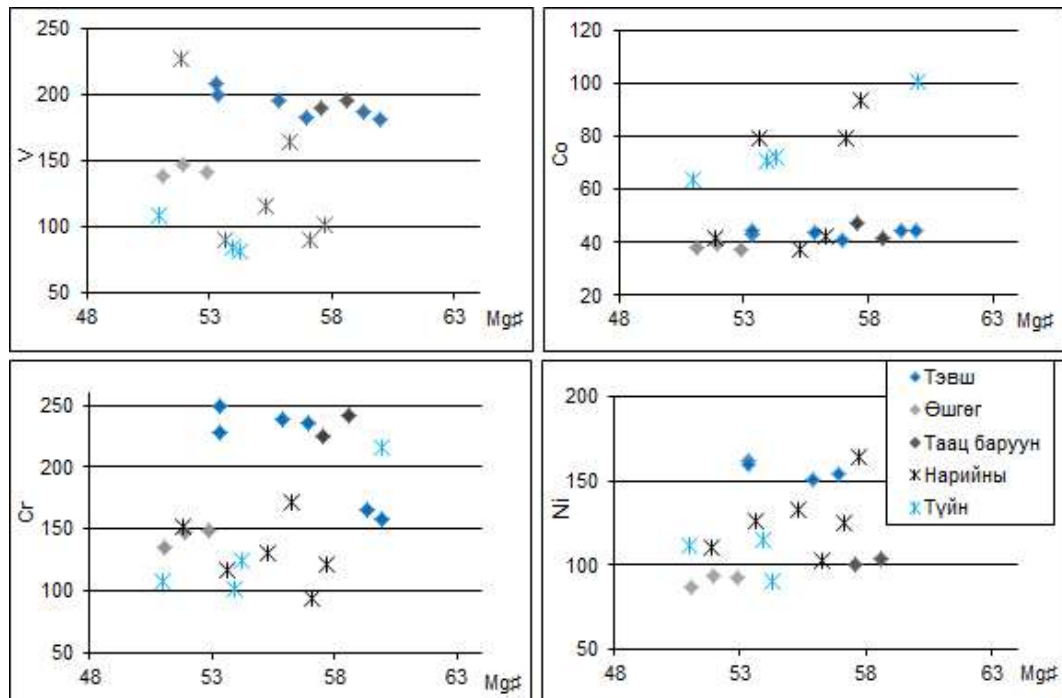
Кобальтын утгаар Нарийны ба Түйн голын залуу базальтуудын тренд тэвш Таацийн бага кобальттай базальтаас 20-40ppm агуулгаар илүү байна. Хромын агуулга ванадитай адил тархалттай бол никелийн агуулга эдгээрээс өөр байна. Никелийн өндөр агуулга хэдий Тэвшийн базальтад өндөр агуулгатай ч Таацийн базальт бага никельтэй байна.

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



Зураг. 3.5 Тэвш,Өшгөг, Таац, Түйн голын базальтуудын төмөрлөг элементүүд

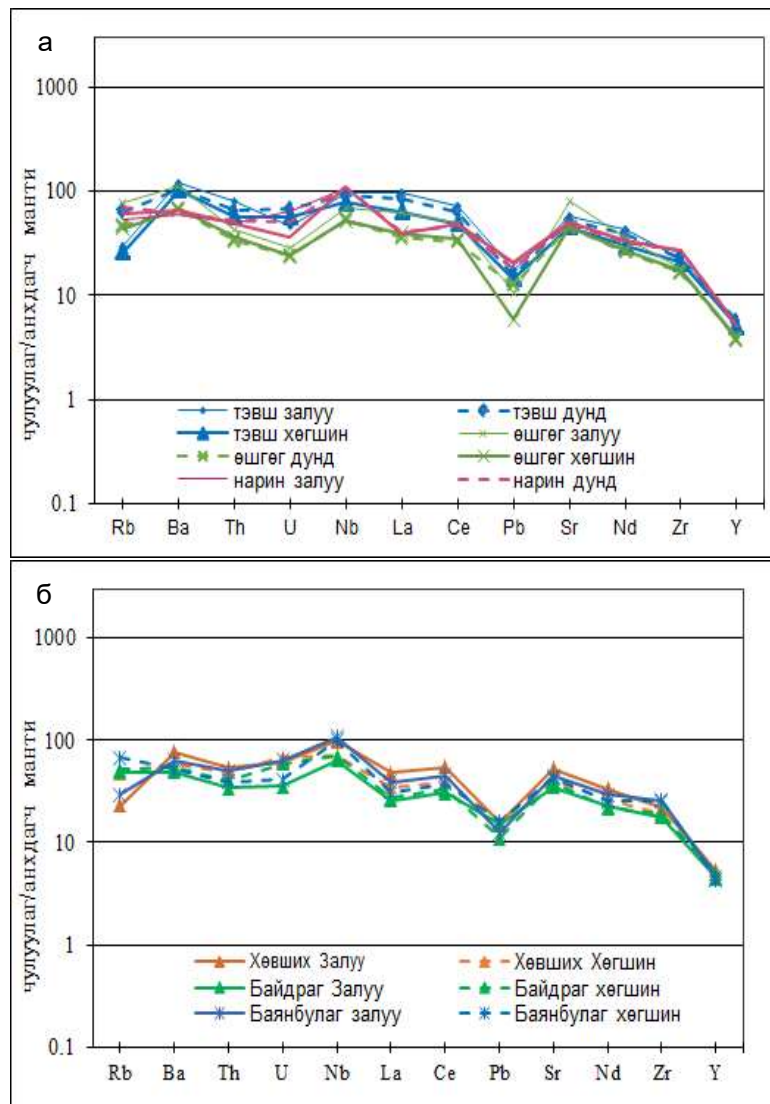
Байдраг орчмын базальтууд ванадигаар ядуувтар буюу 110 ppm түүнээс доогуур байна. Өшгөгийн нурууны базальтууд ванадийн агуулга 140 -190 хүрчээ (Зураг. 3.6).



Зураг. 3.6. Байдраг, Баянбулагийн сав газар тархалттай базальтын төмөрлөг элементүүдийн тархалтын зүй тогтол

Кобальтын тархалт өмнөхтэй адил ванадийн тархалтын эсрэг дүр зураг үзүүлнэ. Өөрөөр Өшгөгийн нурууны базальтууд хамгийн бага 40-48 ppm кобальттай Байдраг орчмын базальтуудад кобальтын утга 56-92 ppm хүрчээ. Хромын тархалт ванадийн тархалтыг давтаж байна. Харин никелийн агуулга тодорхой зүй тогтолгүй ч Mg#- тэй эерэг корреляци үүсгэжээ.

Ховор элементийн тархалтыг рубиди, бари, тори, уран, необи, лантани, цери, хар тугалга, стронци, неодим, циркон, иттри зэрэг элементүүдийн агуулгийг Sun ба McDonough (1989) нарын тогтоосон анхдагч мантийн утгад нормчилсон харьцаагаар харуулав (Зураг.3.7а,б).



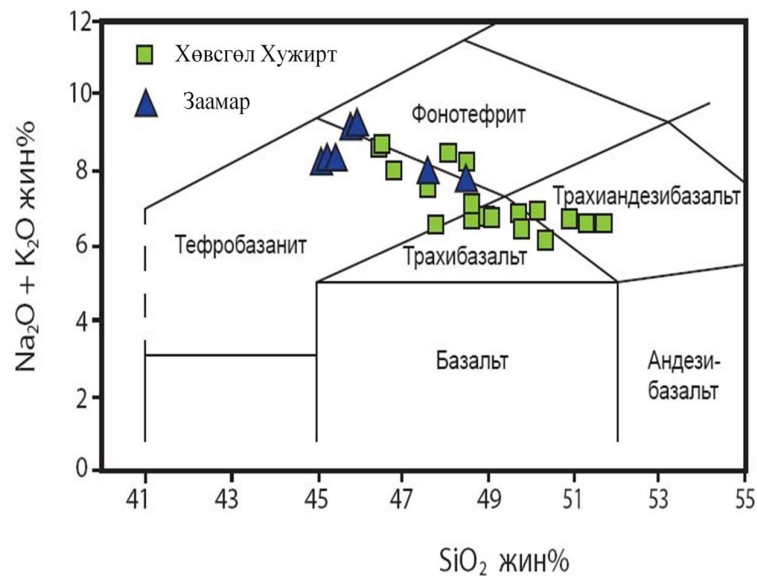
Зураг.3.7. а- Тэвш,Өшгөг, Таац, Түйн голын базальтын б- . Байдраг, Баянбулагийн сав газар тархалттай базальтын ховор элементийн тархалт

Элементүүдийн тархалтыг базальтын эрт, дунд, хожуу түвшиний бялхалтаар харуулсан ч хоорондоо эрс ялгаа ажиглагдсангүй. Харин нийтлэг дүр зураг үүссэн байна. Тухайлбал: эвшийн базальтад Ва агуулгийг улммас нэмэх аномал үүссэн бол Нарийны базальтад U- Sr хооронд эр ялгагдах нэмэх ба хасах аномалууд ээлжилсэн дараатай байна. La сөрөг аномал нарийны базальтад илүү илэрчээ. Бүх базальтад Pb сөрөг аномал ба Zr- Y эрс бууралт нийтлэг илэрнэ (Зураг. 3.7а). Харин ховор элементийн тархалт Байдраг орчмын базальтуудад ижил дүр зурагтай байна (Зураг. 3.7б). Энэ нь энэ газрын базальтууд ойролцоо настайг болохыг гэрчилнэ. Хөвших тээг, Байдрагийн гол ба Баянголын дүүргийн базальтуудад рубидийн агуулга зөрүү ихтэй ялгаатайгаас бусад элементүүдийн агуулгийн зөрүү их биш ойролцоо болох нь зургийн 7б ээс харагдаж байна. Зураг 3.7б-д Nb нэмэх La ба Ce үл ялиг өссөн аномал Pb гүнзгий сөрөг аномал илэрчээ.

Хөвсгөл ба Заамарын базальтын гол элементийн судалгаа

Хөвсгөл Хужирт орчмын базальтууд нь базальт, андезит-базальт, Бүрэнхаан орчимд фонотефритийн найрлагатай байна.

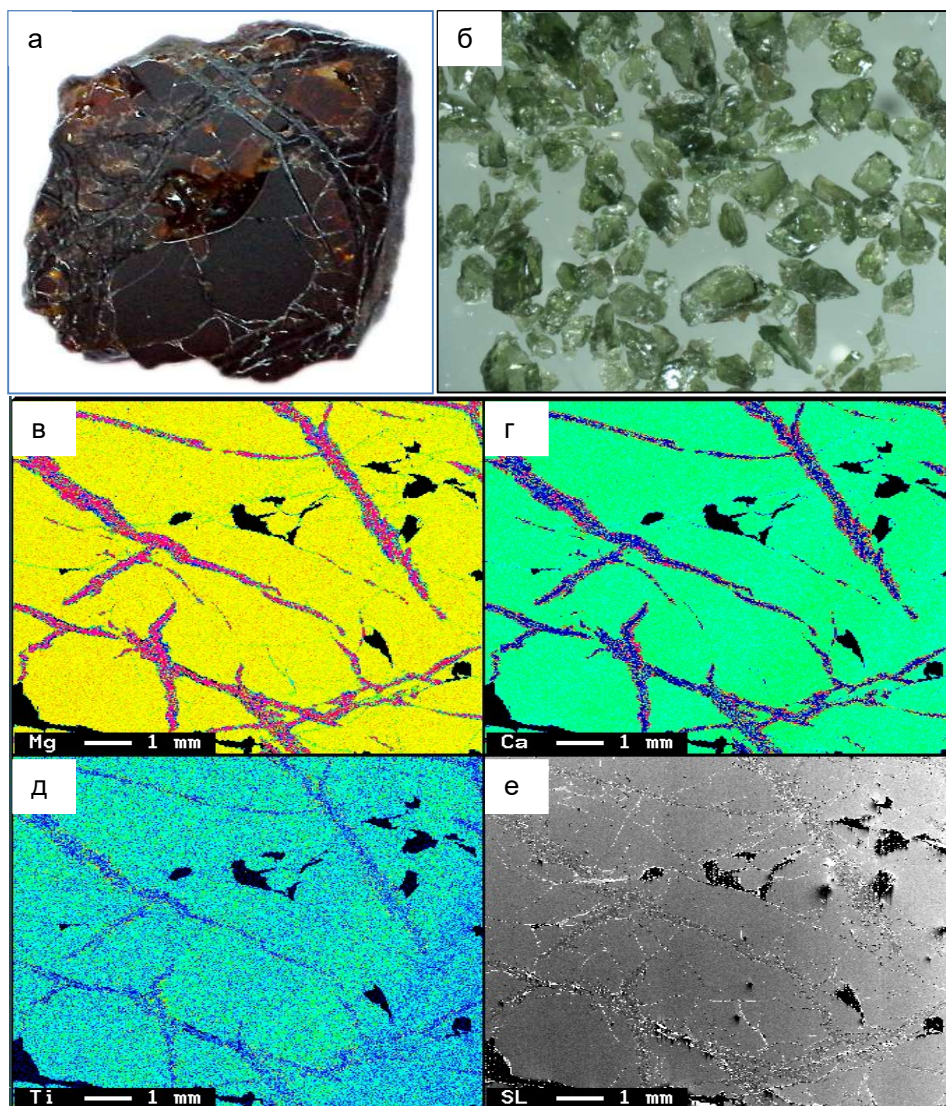
Харин Заамарт базальтын 1 урсгал үүссэн тул базальтуудын найрлага тогтвортой тефрит базанитын найрлага тогтоогдов(Зураг. 3.8).



Зураг. 3.8. а- Тэвш,Өшгөг, Таац, Түйн голын базальтын б- . Байдраг, Баянбулагийн сав газар тархалттай базальтын ховор элементийн тархалт

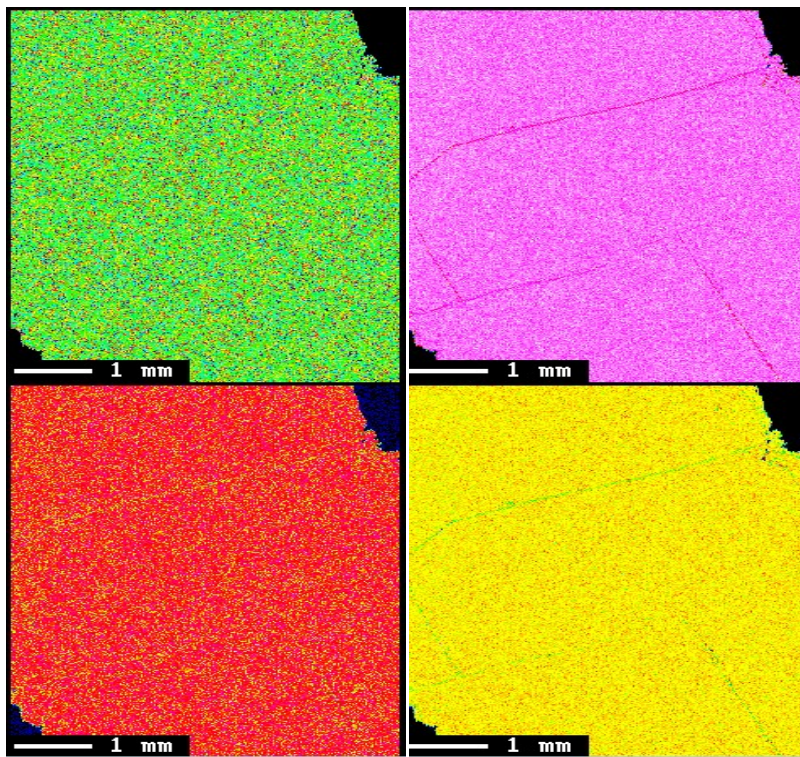
**СУДАЛГАА 4 БАЗАЛТ ДАХЬ МЕГАКРИСТАЛЫН МИНЕРАЛОГИ,
ПЕТРОГРАФИ, ГЕОХИМИЙН СУДАЛГАА** (докторант Ё.Мажигсүрэн)

Шаварын царам, Тулга, Жалавч уулын мегаталстуудаас гранатын 12, пироксений 8 нийт 20 талстууд сонгон авч Японы Нагояа Их сургуулийн геохимийн лабораторид EPMA JXA-8900 багажаар элементийн зурган анализ хийж судлав. Нимгэлсэн тунгалаг шлифт мегаталстууд бүслүүржилтгүй гомоген бүтэцтэй болох нь тогтоогдов. Харин оливины ан цавд келифит үүссэн хэсэгт эрдсийн найрлага өөр өөр байгаа нь зурган анализ дээр тод илэрч байв (Зураг 4.1а,б,в,г,д,е). Гранатад Mg, Ca, Ti -ийн агуулгууд жигд тархжээ (Зураг 4.1в,г,д).



Зураг.4.1. а-гранатын мегакрист, б-пироксений мегакрист, в-гранат дахь магнийн, г-кальцийн, д-титанын тархалт, е- гранатын SL фото

Пироксен нь гранатын адил жигд гомоген шинжтэй, ямар нэг бүслүүржилтгүй байна. Пироксений нимгэлсэн талст дахь Mg, Ca, Ti, Na -ын агуулгийн тархалтыг зураг харуулав (Зураг 4.2).

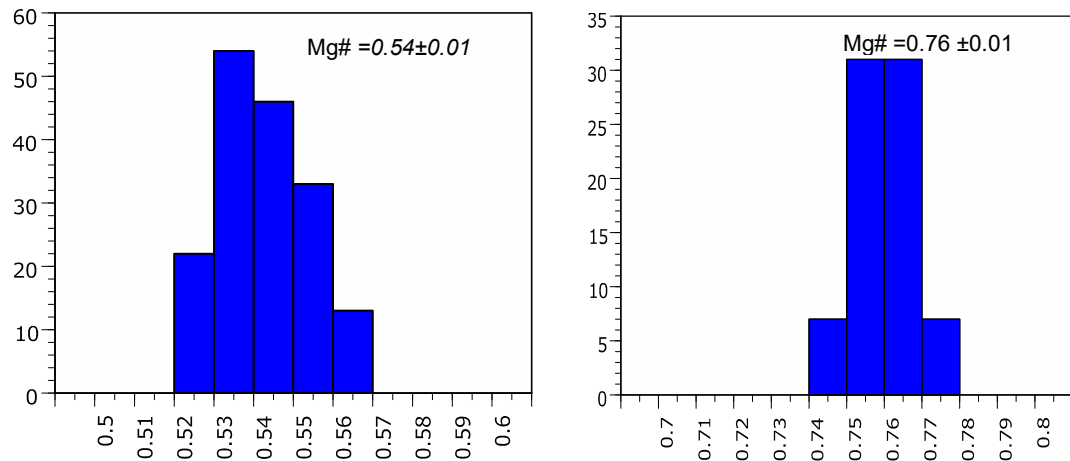


Зураг.4.2. Пироксений мегаталст дахь Mg, Ca, Ti ба Na агуулгийн тархалт

Мегаталстуудын гол элемент

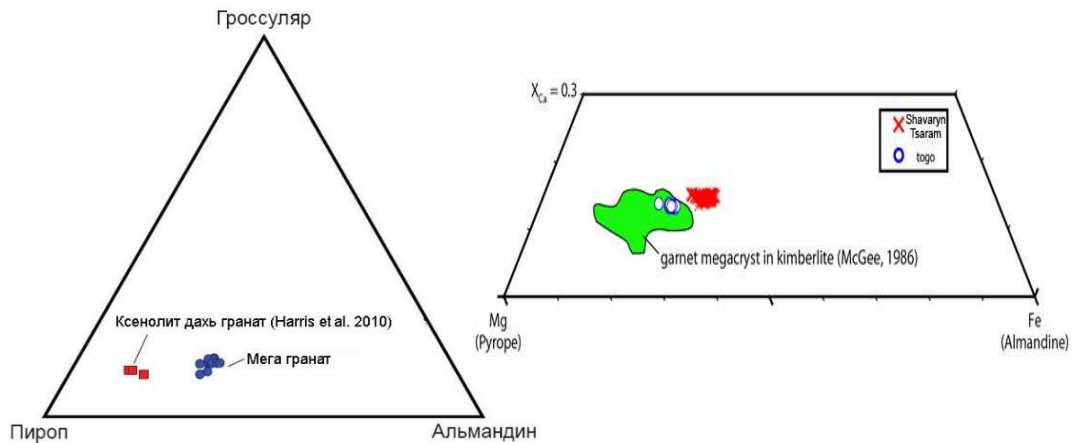
Шаварын царам, Тулга Жалавч уулын мегаталстуудын гол сарнимал анализын гарсан үр дүнг хүснэгт 1 ба 2-т харуулав. Шаварын царамын гранат маш жигд Магнилаг шинж $X_{Mg}=0.54\pm 0.02$ байхад Тогоо уулын гранатын мегаталст арай илүү хэлбэлзэлтэй $0.56\sim 0.62$ байна. Грантын мегаталстын магнийн номер X_{Mg} ихэнхдээ <0.7 байгаа нь кимберлитээр үүсгэгдсэн гранатын мегаталстынхаас ($X_{Mg}>0.8$) бага үзүүлэлттэй байна. Шаварын царам, Тулга, Жалавч уулын гранатын мегаталст нь хромын агууламж багатай (<0.1 жин %), титанаар баялаг ($0.4\sim 0.6$ жин %) байна. Клинопироксений мегаталст нь титанаар баялаг ($1.1\sim 1.4$ жин%) ба магнийн номер $Mg\#[Mg/(Mg+Fe)]$ ын утга нь Шаварын царамын пироксений магнийн номер ерөнхийдөө жигд 0.76 ± 0.01 байхад харин Тулга Жалавч уулын пироксенүүд харьцангуй хэлбэлзэл ихтэй ($0.69\sim 0.76$) жигд биш байна (Зураг 4.3).

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



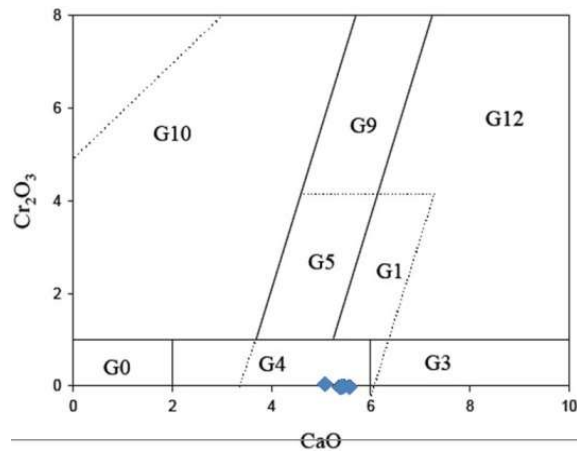
Зураг.4.3. Пироксений мегаталст дахь Mg# агуулгийн тархалт

Гранат дахь пиропын агуулга нь 52,43-58,59%, альмандины агуулга 28,52-32,88%, гроссулярын агуулга 11,11-15,08% байна. Шаварын царамын гранаттай лерцолитад агуулагдаж буй гранатын химийн найрлагыг (Harris et al., 2012) мөн мегагранатын химийн найрлагатай харьцуулж үзэхэд мегагранатын альмандины агуулга их, харин гроссулярын найрлага адил байна. (Зураг.4.4а). Мегагранатын өнгө өтгөн улаан өнгөтэй байхад ксенолитод агуулагдаж буй гранат тунгалаг улаан ягаан байдаг нь магнийн агуулга харьцангуй их байгаагаар ялгарч байна. Гранатын магнилаг шинж X_{Mg} киберлитэд агуулагдах X_{Mg} ээс бага байна (McGee, 1986). Энэ нь кемберлитийн орчноос арай бага гүн, бага даралтын орчин байсныг харуулж байна. (Зураг.4.4б).



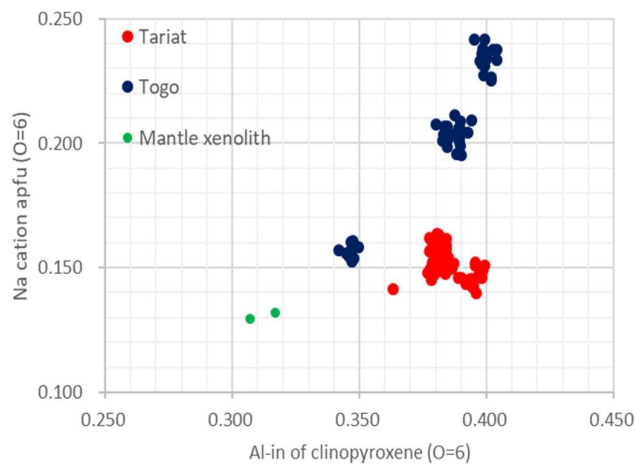
Зураг.4.4. а – гранатын мегаталстын найрлага, б- пироксений талстуудын найрлага

Дээрх хоёр газруудын гранатууд хромоор ядуу (<0.1 wt. %), харин титанаар баялаг (0.4~0.6 wt. %) байна. Cr_2O_3 болон CaO -р байгуулсан G ангиллын диаграмм дээр (Grutter et al., 2004) гранат нь G4 буюу бага CaO –той эклогитын талбайд хамааралтай байна. Энэ нь субдукцэлсэн далайн литосферийн дахин боловсруулагдсан материал нь плит доторх шүлтлэг базальтын магматизм үүсэхэд нөлөөлсөн байж болохыг харуулна. (Зураг.4.5).



Зураг.4.5 . $\text{CaO}-\text{Gr}_2\text{O}_3$ диаграм дахь гранатын утгууд

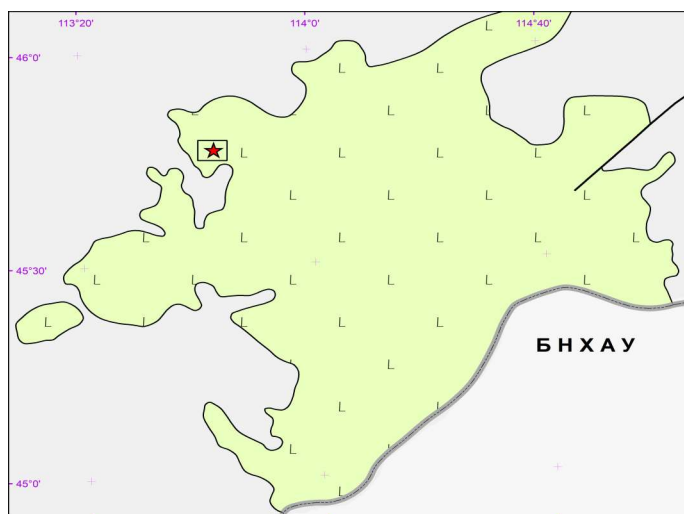
Пироксены мега кристалстын Al -ын агуулга ойролцоо (0.35-0.40) боловч Na агуулга ихээхэн ялгаатай байгаа нь диаграммаас харагдана. Тариатын мегапироксенд Na агуулга 0.135-0.166, Тогоо уулын мегапироксенд их буюу 0.20-0.28 байна. Диаграммаас мегаталстууд мантийн ксенолитийн пироксенээс ялгаатай төдийгүй нэг галт уулын тогоонд өөр өөр найрлагатай байна (Зураг.4.6).



Зураг.4.6 Al - Na – диаграмм дахь судлагдсан пироксений утгууд

СУДАЛГАА 5 ДАРЬГАНГЫН ПЛАТОБАЗАЛЬТЫН ДАХЬ НОДУЛИУДИЙН СУДАЛГАА

Дарьгангын платобазальтын тархалтын талбайд олон тооны бараг 210 илүү галт уулын тогоо сансрын зургийн тайлалтаас бүртгэгджээ (Салтыковский и Геншафт, 1983). Платобазальтад галт уулын тогооноос гадна баганалаг базальтаас тогтсон некк биетүүд өргөн тархалттай ба зарим хэсэгт баганан тогтоц хана, хэрэм мэт үргэлжилдэг байна. Босоо баганан тогтоцоос гадна налсан хэвтээдүү байрлалтай баганууд ч ажиглагдав. Галт уулын тогоонуудын хэмжээ янз бүр, өргөн тогооны диаметр 800-1200 м орчим байна. Тогоонуудад нүх сүвэрхэг, улаан, харавтар, хөхөлбөр өнгөтэй шаарган лавын бялхалтууд тогтоогдоно. Галт уулын тогооны хоолойноос шидэгдсэн шаарга тогтоцтой бөмбөг, туф зэрэг нь хоолойн амсраас бэл хүртэл тархалттай байна. Хоолойгоор хальж урссан базальтын лавд мушгирсан, өмнөхөө түрсэн зэрэг урсгалын текстурууд ажиглагдана. Судлаачид (Салтыковский и Геншафт, 1983) дэлбэрэлтийн хоолойн базальтад нодулиуд тогтоогдох ч хоолой бүрд нийтлэг бус болохыг тэмдэглэжээ. Судалгаанд хамрагдсан нодуль бүхий галт уул нь Сүхбаатар аймгийн Баяндэлгэр сумын нутагт байршилтай ба Дарьгангын базальтын баруун талын хамгийн эхний уул болно. Нодулиуд шаарган ба туф бүтэцтэй галт уулын бөмбөгнүүдэд илүү олдоцтой болно. Тогооны хойд хананд шаарган лав ба туфын холимог тогтоц ажиглагдана. Галт уулын тогооны байршлыг зураг 5.1-д харуулав.



Зураг.5.1. Дарьгангын платобазальтын тархалтын схем ба нодультай галт уулын байршил

Олдвор нодулиуд нь онцгой тод улаан ба ногоон өнгөтэй эрдсүүдээс бүрдсэн байна. Эдгээрээс оливин цайвар шаргал, шпинель тод ногоон өнгөөр ялгарна. Пироксений талстууд ногоовтор, ногоон холимог харавтар өнгөтэй харагдана. Ялангуяа пироксений өнгүүд цайвар ногооноос, тод ногоон, магнилаг оливин тод улаан өнгө нь нодулийг судлах шалтгаан болов.

Судалгааны арга

Дарьгангын Баяндэлгэр сумын нутаг дахь базальтын галт уулын бөмбөгт агуулагдсан мантийн ксенолит буюу нодулийг бүрдүүлэгч эрдсүүдийн элементийн судалгааг Томскийн Политехникийн Их Сургуулийн ашигт малтмалын инженерийн сургуулийн (Инженерная школа природных ресурсов) геологийн салбарын геохими-геоэкологийн лабораторийн Hitachi S-34000N EDX рентген спектрт хэмжив. Уг багажид нийт 6 дээжид 20 гаруй хэмжилт хийж тодорхойлогдсон элементүүдийн жингийн агуулгыг программаар ислийн агуулгад шилжүүлэн катионуудыг бодож эрдсүүдийн найрлагыг тогтоов. Судалгаанд пироксений талстуудын найрлагыг голчлон судлав.

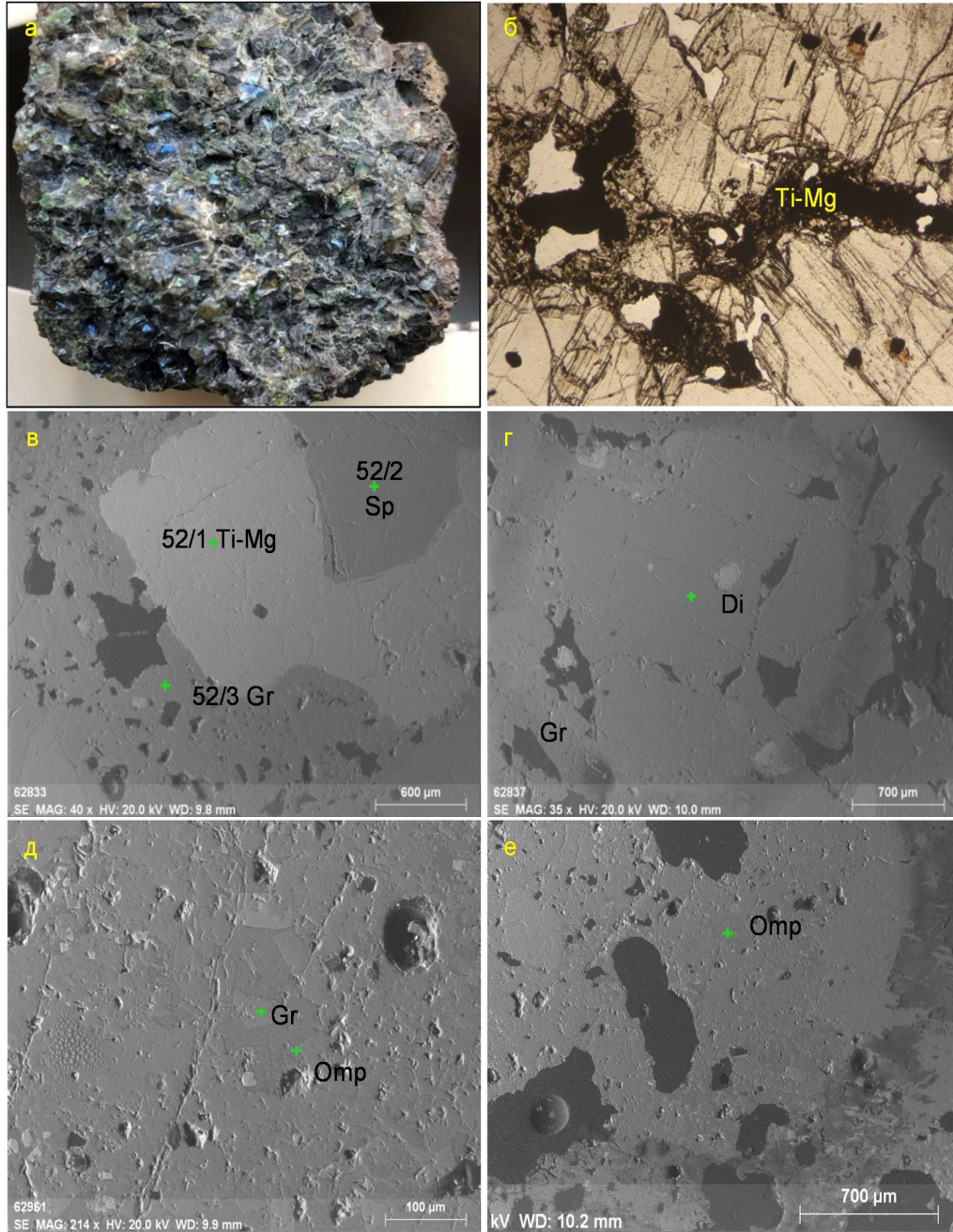
Нодулийн минералог ба петрографийн судалгааг дээж бүрээр тодорхойлов.

Дээж 52

Нодуль нь бараан өнгөтэй, түүнд цайвар ногоовтор ба хар бараан өнгийн клинопироксен, тод ногоон өнгийн шпинель, хар болон хүчтэй металл гялгатай титан-магнетитууд ялгагдана (Зураг.5.2а). Энэ нодуль нь титан-магнетитаар баян (Зураг.5.2б) ба эдгээр нь ихэнх тохиолдолд шпинельтэй ассоциаци үүсгэнэ. Шлифт шпинель, титан-магнетит ба гранатын бүслүүржилт ажиглагдана (Зураг. 5.2в).

Нодуль нь оливингүй ба цөөн тооны гранаттай, пироксен давамгайл бүтэцтэй байна. Талстуудын орон зайгаар базальт нэвтэрсний улмаас эрдсүүдийн гадуур урвалын эмжээр үүсчээ. Элементийн судалгаагаар омфациит, диопсид тогтоогдсон бол шлифийн судалгаагаар энстатит тогтоогдов. Өөрөөр нодулийн бүтцэд 3 өөр найрлагатай пироксенүүд оролцжээ. Катионы тооцоогоор диопсидод волластанитын молекул 49.89%, энстатитийн молекул 40.24%, ферросилитийн молекул 9.87% хэмжээтэй байна (Зураг.5. 2г, хүснэгт 1).

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

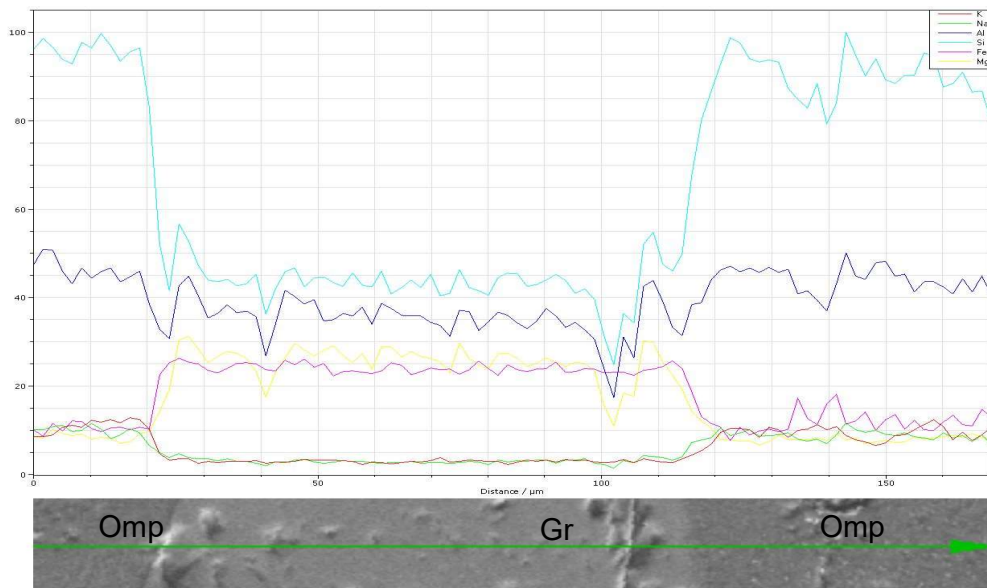


Зураг.5.2. Нодуль дахь пироксений төрлүүд: а- омфацит (Omp) ба гранат (Gr), б- энстатит (En) ба диопсид (Di). а,в-анализаторгүй, б,г-анализатортай

Диопсид шлифт гэрлийн хос хугарлын илтгэгчээрээ ялгарах ба түүн дотор титано-магнетитын покилит болон хатуу уусмалын задралын ламинал ургалтууд элбэг байна (Зураг.5.2б). Рентген спектрийн ойлтын зурагт омфацит гранат ба диопсидоос арай бараан өнгийн ойлтоор ялгарч харагдана (Зураг.5.2д,е). Мөн омфацит нь гранат ба диопсидтой харьцуулахад идиоморфизмын зэрэг доогуур

болно. Диопсидод кальцийн ислийн агуулга 24.07%, FeO-6.10%, Al₂O₃-7.76%, Na₂O-0.84% бол омфацитад Al₂O₃-16.40-22.34% , FeO-9.30%, CaO -11.79%, MgO 2.97-5.88% ба Na₂O-5.46-5.55% бүхий ислүүдийн зөрүүтэй агуулга тэмдэглэгдэнэ.

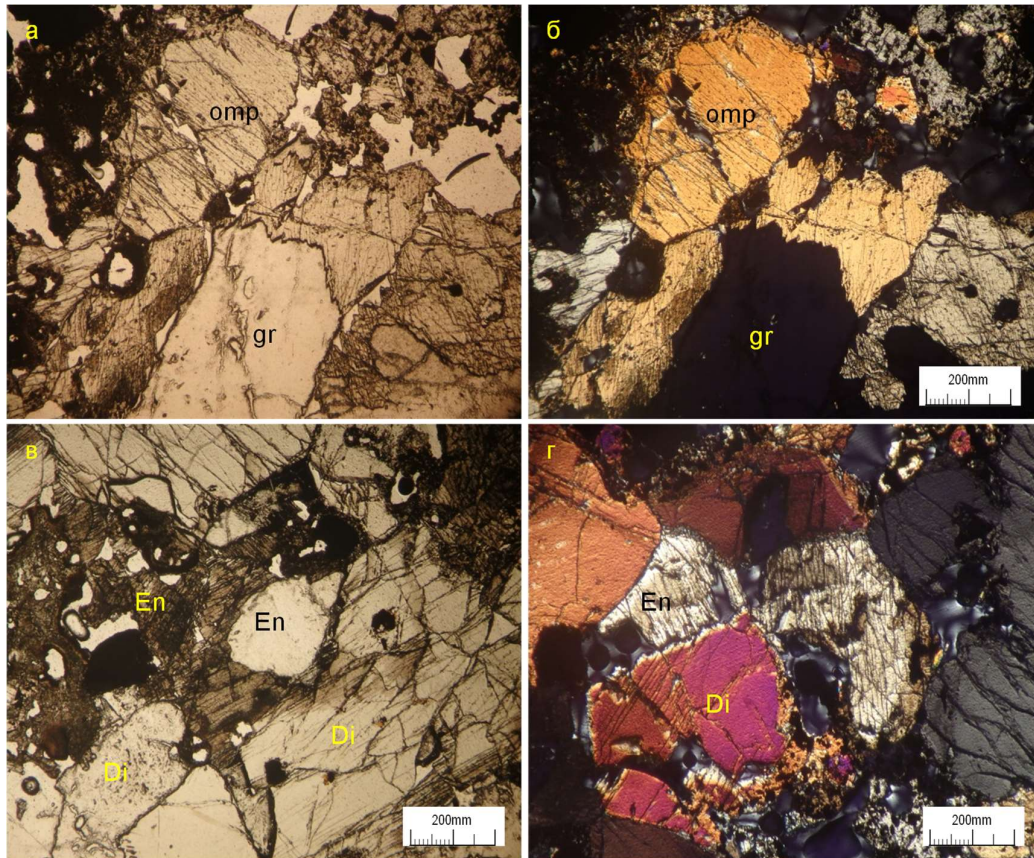
Харин гранатын талстууд ойролцоо найрлагатай, альмандины молекул 14.02-17.6%, пиропын молекул 33.12-33.68%, гросуллярын молекулын утга 49.28-52.30% хэлбэлзэнэ (Хүснэгт 1). Гранат ба омфацитыг дайруулан хийсэн шугаман анализын зурагт эдгээр нь гранатад илрэх Fe ба Mg –ийн өндөр, омфацитын Si, Al, Na өндөр аномалиар хоорондоо ялгагдана (Зураг.5.3). Зүсэлтэд багтсан омфацит нь (Зураг.5.3) шлифт цайвар ногоон өнгөтэй II зэргийн шаравтар интерференцийн өнгөтэй байна (Зураг.5.4а,б). Омфацитын талстууд гипидиоморф ба ксеноморф хэлбэр ба энстатитийн зүсэлттэй андуурагдах ч шулуун унтралтгүй ба талстуудад хатуу уусмалын задралын ламинал ургалттай байна.



Зураг 5.3. Гранат ба омфацитын талстуудыг дайруулан хийсэн Na, Al, Si, Fe, Mg-ийн шугаман анализын тархалтын муруйнууд

Гранаттай нийлсэн хил зааг шүдэрхэг бусадтай харьцуулахад шахалтын деформацид өртсөн шинжтэй байна. Энстатитийн 2 өөр генерацийн талстууд тэмдэглэгдэнэ. Эдгээр нь хэлбэр ба хэмжээгээрээ ялгагдана. Эхний талстууд призмлэг хэлбэртэй ба түрэгдэж бөөрөнхий болон зуувандуу хэлбэртэй болсон зүсэлт нийтлэг ажиглагдана. Энстатитийн эдгээр талстууд тод цагаан өнгө,

шулуун унтралтаараа ялгарна. Ялгаатай талстууд нь зөв бус мушгиа хэлбэртэй ба хүрвэтэр түрхэц өнгөтэй ба интерференцийн 1-р зэргийн шаравтар өнгөтэй байна. Зураг. 5.4в-д хоорондоо ялгагдах энстатитийн талстуудыг харуулсан ба мушгиа хэлбэрийн энстатит жижиг бөөрөнхий хэлбэртэй эхний генерацийн энстатитийг хүрээлсэн тогтоц тэмдэглэгдэнэ. Мөн зурагт диопсидын талстуудын тод хүрнээс цайвар хүрэн бараг өнгөгүй плеохроизмууд илэрсэн байна. Зураг 4г-д энстатитийн цайвар цагаан интерференцийн өнгөтэй ташуу зүсэлтүүд, диопсидын талстуудын хил заагийг харуулав (Зураг.5.4в,г). Талстуудын зарим талууд шулуун, зарим талууд урвалын хөвөөтэй харагдана (Зураг.5.4г).



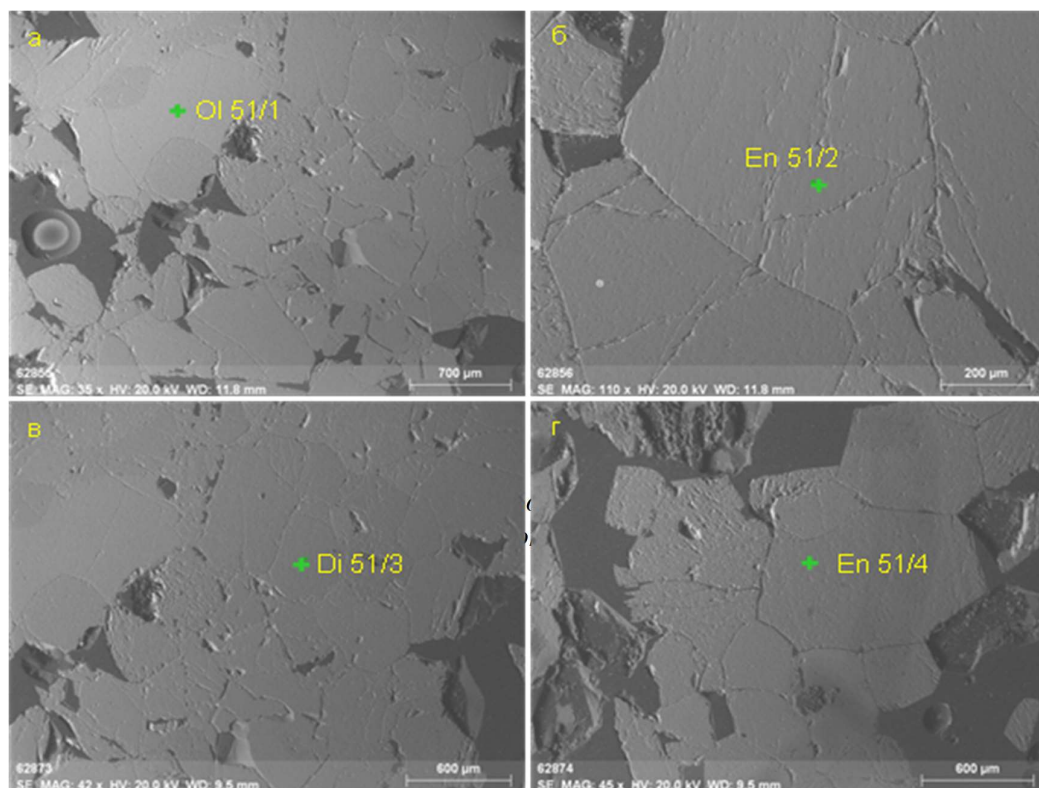
Зураг.5.4. Нодуль дахь пироксений төрлүүд: а- омфацит (Omp) ба гранат (Gr), б- энстатит (En) ба диопсид (Di). а,в-анализаторгүй, б,г-анализатортай

Дээж 51

Энэ нодуль нь ногоовтор өнгөтэй, оливин ихтэй ба титано-магнетит, шпинель, клинопироксений найрлагатай байна (Зураг.5.5а). Шпинель тод ногоон өнгөтэй ч шлифт хүрвэтэр өнгөтэй харагдана (Зураг.5.5б). Элементийн шинжилгээгээр

диопсидын найрлага батлагдсан ба түүнд волластанитын молекул 50.31%, энстатитийн молекул 44.06%, ферросилитийн молекул 5.63% тогтоогдов (Хүснэгт 1).

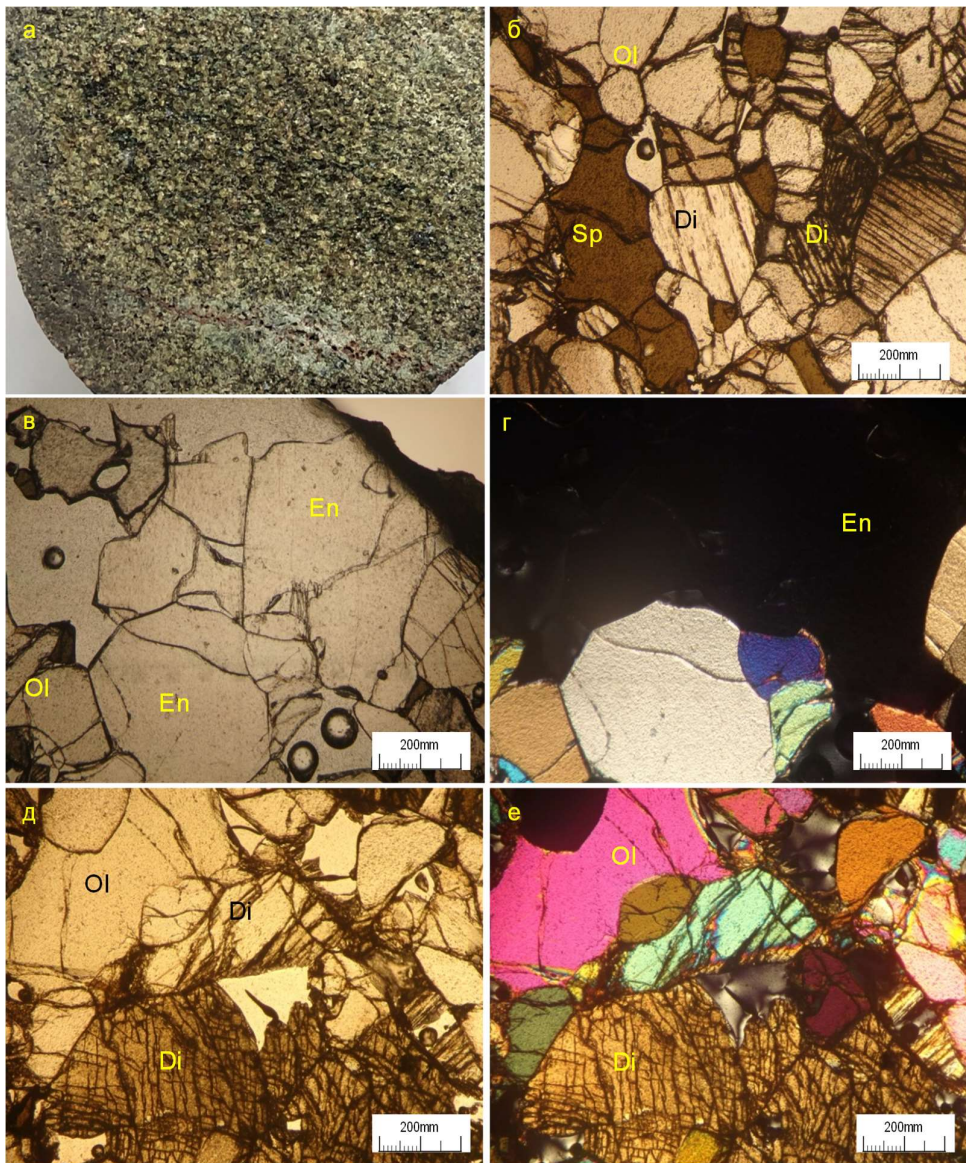
Рентген туяаны ойлтын зурагт оливины талстуудын хэлбэр, хэмжээ жигд бус ч ромбоид ба зууван хэлбэр ялгарна. Зүсэлтийн талаас хамаарч цайвар ба цайвар саарал өнгө ойлгожээ (Зураг.5.5а). Зураг.5.5б-д диопсидын талстуудад хавчуулагдсан энстатитийн талст харагдах ба эдгээрийн рентген туяаны ойлт ойролцоо байна (Зураг.5.5б). Ижил масштабтай зургуудад диопсидын талстууд энстатитийн баганалаг талстаас жижиг хэмжээтэй болох нь харагдана (Зураг.5.5в ба 5г).



Зураг . 5.5. Эрдсүүдийн рентген туяаны ойлтийн спектрууд. а-оливин (OI), б-энстатит (En) , в-диопсид (Di), г –энстатит (En)

Шлифт оливины идиоморф талстууд хувираагүй (Зураг.5.6б,в,д) ба түүнд цахиурын ислийн агуулга 41.73%, магнийн исэл 45.15% буюу форстеритийн молекул 85.78%, фаялит 14.22 % агуулагджээ (Хүснэгт 2). Нодульд гэрлийн хугарлын илтгэгч ба гэрлийн хос хугарлын илтгэгчээрээ ялгарах 2 өөр пироксен тогтоогдоно. Энстатит нь ортопироксений шинжээрээ амархан танигдана.

Тухайлбал, өнгөгүй, тод цагаан харагдах ба томоохон 1.7 x 1.4 мм хэмжээтэй талстууд гипидиоморф хэлбэртэй, хуваагдлын өргөн зураастай байна (Зураг.5.6в,г). Энстатитийн 0.1 x 0.05 мм хэмжээтэй жижиг талстууд идиоморф хэлбэртэй байна. Шлифт энстатитийн призмийн дагуух зүсэлтийн шулуун унтралтыг зураг 5.6 в,г-д үзүүлэв. EDX-ээр тогтоогдсон элементийн шинжилгээний атом жинг исэлд шилжүүлсэн тооцоогоор түүнд 92.97% энстатитийн молекул, 0.92% волластанитын, 6.11% ферросилитийн молекул агуулгаджээ (Хүснэгт 1).



Зураг. 5.6. а-нодуль, б- шпинель (Sp) ба диопсид (Di); в,г- энстатит (En) ба оливин (Ol), д-е- оливин (Ol) ба диопсидын (Di) зүсэлтүүдийн плеохроизм. б,в, д-анализаторгүй, г,е-анализатортай

Энэ нодулийн диопсидод хатуу уусмалын задралын ламинал ургалт нийтлэг байна (Зураг.5.6а,б).

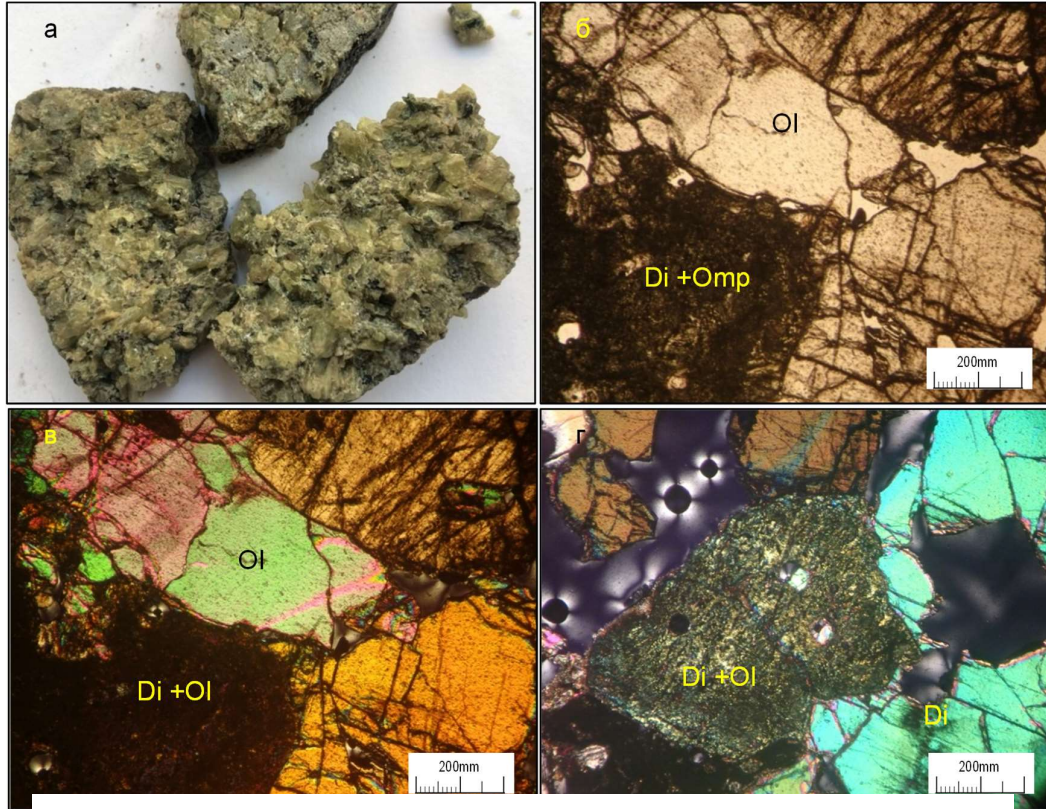
Диопсид цайвар хүрнээс тод хүрэн өнгийн плеохроизмтай, ялангуяа Nm тод хүрэн өнгөтэй харагдана (Зураг.5.6д,г). Призмийн дагуухи зүсэлт гипидиоморф хэлбэртэй ч II зэргийн интерференцийн олон өнгүүд илрэх бол хөндлөн болон хөндлөнд ойрхон зүсэлтүүдэд II зэргийн шаравтар өнгө тэмдэглэгдэнэ.

Дээж 53

Цайвар ногоон өнгөтэй, 0.5 x 0.32 - 0.7 x 0.48 мм хэмжээтэй баганалаг талстуудаас тогтсон ба бутрамтгай байна (Зураг.5.7а). Нодульд оливин ба диопсид тогтоогдох ба оливины талстууд нодулийн эзлэхүүний 6-8% эзэлнэ. Элементийн шинжилгээгээр энстатит, диопсид ба омфацит тогтоогдов. Нодулийн ихэнх хувийг цайвар хүрээтэр плеохроизмтой, өргөн баганалаг хэлбэртэй диопсидын талстууд эзэлнэ. Түүнд агуулагдах волластанитын молекул 45.42%, энстатитийн молекул 41.57%, ферросилитийн молекул 13.01% байна. Шлифт энстатитийн ташуу зүсэлтүүд голлох ба эдгээр нь тод цагаан өнгөтэй, өргөн баганалаг хэлбэртэй, цайвар цагаан интерференцийн өнгөтэй байна. Энстатитад волластанитын молекул 1.91-1.92%, энстатитийн молекул 95.21-90.08%, ферросилитийн молекул 8.0-2.88% орчим байна. Оливин шпинелийн ламинал ургалттай ба деформацичлагдаж зах хэсгээрээ бутарч жижгэрсэн төдийгүй нумарч тахийсан байна Эдгээрээс гадна хар бараан өнгөтэй, агрегат бүтэцтэй хэлбэрүүд тогтоогдоно. Зарим хэлбэр диопсидын хөндлөн огтлолтой адил болно (Зураг.5.7б ба 7в).

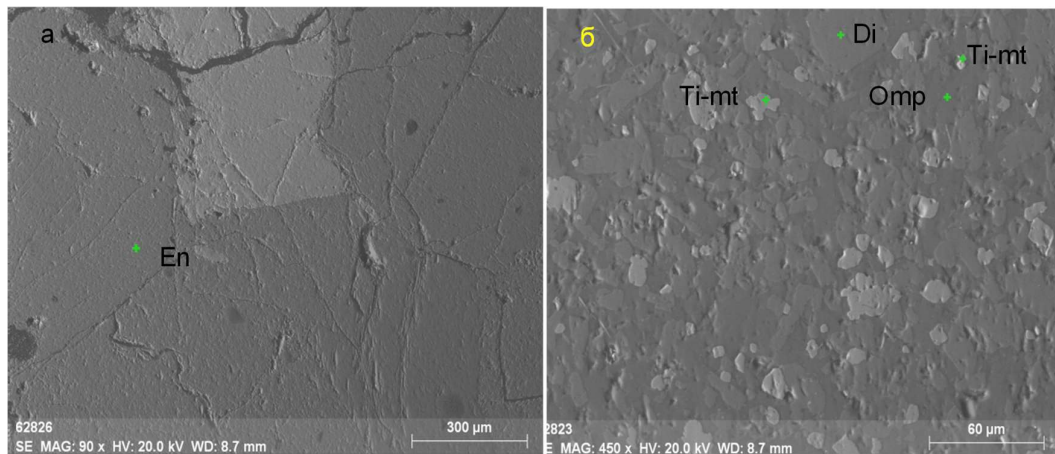
Бараан масс дотор диопсидын жижиг талстуудын сарнисан тогтоц интерференцийн өнгөөрөө ялгарна (Зураг.5.7б). Рентген туяаны ойлтын зурагт энстатит (Зураг.5.8а) ба бараан өнгийн агрегатын бүтцийг (Зураг.5.8б)-д харуулав. Зураг.5.8б-д идиоморф дөрвөлжин хэлбэртэй диопсидын талстын хөндлөн ба гипидиоморф баганалаг призмийн дагуу зүсэлтүүд тогтоогдоно. Агрегатын бүтцэд титан-магнетитын талстууд жигд тархалттай байна. Харин хром шпинель тэмдэглэгдсэнгүй. Зурагт диопсид ба титан-магнетитийн хоорондын зай дахь хар саарал эрдэс нь омфацитын найрлагад дүйцсэн болно.

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо



Зураг. 5.7. а-нодуль, б,в,г –оливин (Ol), диопсид (Di) ба диопсид - омфацитын (Di+omp) агрегат . б- нэвтэрсэн гэрэлд анализаторгүй, в,г -анализатортай

Өөрөөр диопсидын талстын бутралын ан цавд омфацит талжсан мэт зураг тогтоогдов. Омфацитад Na_2O -5.38% буюу жадеит ба диопсидын молекулуудын 43.65:56.35 харьцаа илрүүлэгдэв.

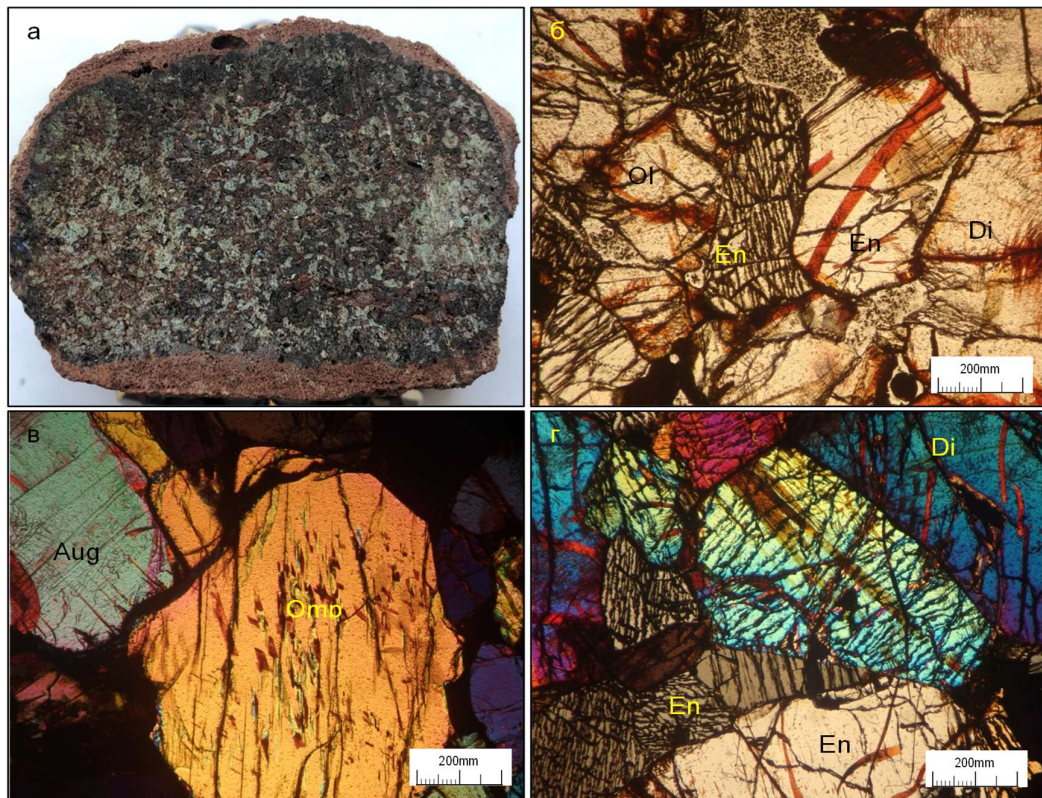


Зураг. 5. 8. Эрдсүүдийн рентген туяаны ойлтийн спектрууд. а- энстатит (En), б- диопсид (Di), титан -магнетит (Ti-mt), омфацит (omp).

Дээж 54

Нодуль нь улаан, ногоон, хар өнгийн эрдсүүд холилдсон алаг өнгөтэй байна. Нодулийг бүтээгч эрдсүүдийн хэлбэр класт-милонит текстурин хэв маягтай адил төдийгүй фолэишнтэй харагдана (Зураг.5. 9а).

Шлифийн судалгаагаар энстатит, диопсид, омфацит тогтоогдоно (Зураг.5. 9 б,в,г). Энстатит ба омфацитын талстууд өмнөх нодулийн бүрэлдэхүүнд дурьдсан шинжүүдээр ялгарна. Омфацитын интерференцийн өнгө хэдийгээр II зэрэгт багтах ч онцгой туяатайгаараа диопсидын адил зэргийн шар интерференцийн өнгөөс ялгагдана. Омфацитын цуурлын ан цавууд улаан өнгийн серпентинээр дүүргэгджээ. Жадеитын молекултай авгитын талстууд их биш ч гэрлийн хос хугарлын илтгэгч өндөртэйгээрээ ялгарна (Зураг.5.9в). Авгитад жадеитын молекул 14.28%, авгитын молекул 85.72% орчим байна (Хүснэгт 1). Энстатитийн баганалаг хавтгай болон мушгиа хэлбэртэй талстууд ялгагдана (Зураг.5.9 б,г). Харин элементийн шинжилгээгээр нодульд авгит ба диопсид тогтоогдов (Зураг.5.10 а,б).

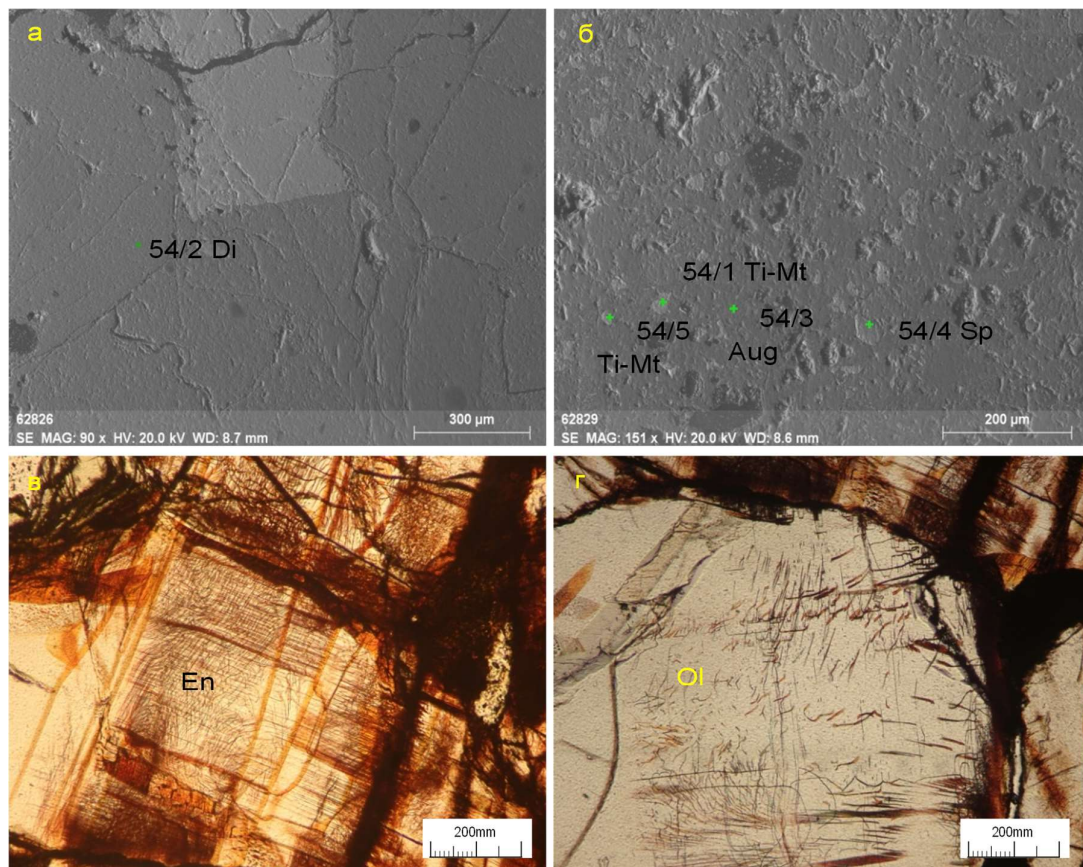


Зураг. 5. 9. а-нодуль, б –оливин (Ol), энстатит (En), диопсид (Di), в-эгирын авгит ба омфацит (Omp),г-энстатит (En),диопсид (Di). б-анализаторгүй, в,г -анализатортай

Диопсидын үл ялиг хүрээтэр туяатай талстууд урт ба богино баганалаг хэлбэртэй ортопироксений эсвэл хром шпинелийн ламинал ургалттай байна.

Диопсидод 47.05% волластанитын молекул, 45.01% энстатитийн молекул, 7.94% ферросилитийн молекулиуд тооцогдов (Хүснэгт 1).

Геншафт (Genshaft & Saltykovskiy, 2000) нарын судлаачид Дарьгангын базальтын судалгааны явцад улаавтар өнгөтэй нодулийг оливин иддингситэд хувирсантай холбон тайлбарлажээ. Гэвч оливин форстеритийн молекул ихтэй тул серпентинд хувирах магадлал ихтэй болно. Петрографийн судалгаагаар оливины талстууд иддингситийн шороолог агрегатад хувираагүй байна. Гэвч оливин, эгирин-авгит ламинал ургалттай диопсид зэрэг пироксенүүдийн цууралын ан цавууд ихэвчлэн улаан өнгийн өргөн туузуудаар мөн ногоон өнгийн нарийн туузуудаар дүүргэгдсэн байна. Өргөн туузууд эрдсүүдийн хуваагдлын зураасаар хөгжсөн ан цаваар нэвтэрсэн харагдавч нийтлэг тодорхой зүй тогтолгүй байна.



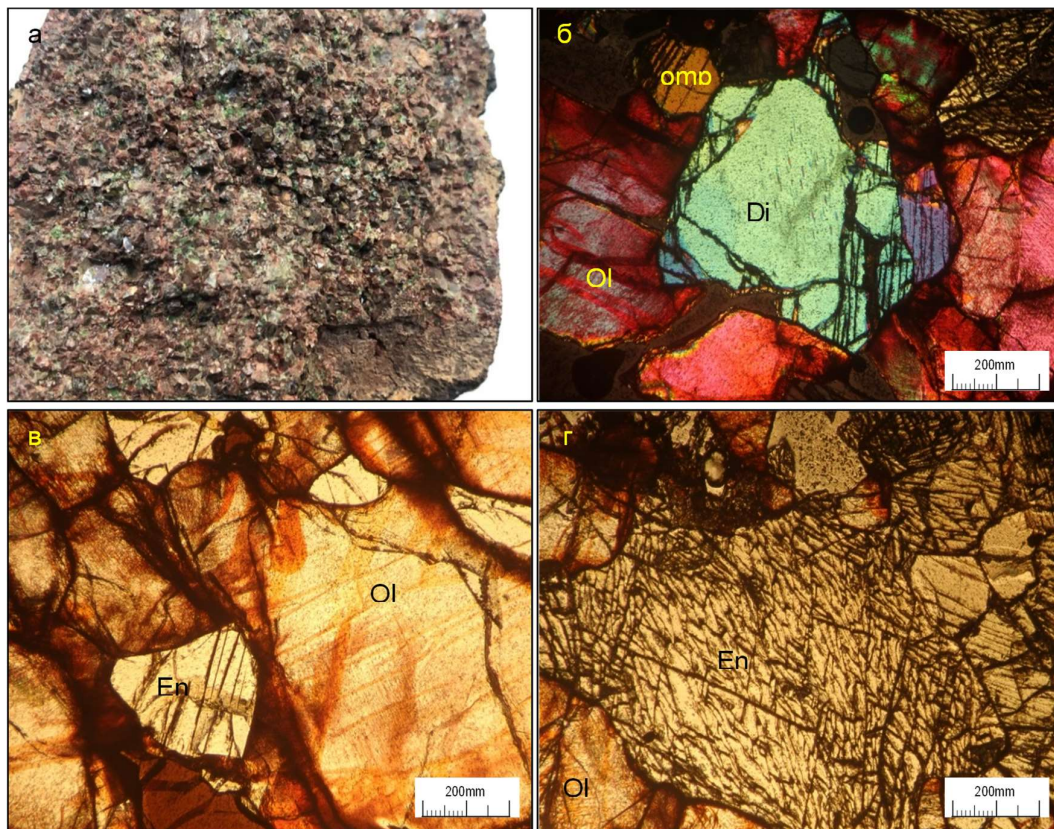
Зураг. 5.10. Эрдсүүдийн рентген туяаны ойлтын спектрууд. а-диопсид; б-титан -магнетит (Ti-mt); шпинель (Sp),авгит (Aug); в,г-серпентенитийн ялгарал.

Улаан туузууд нь серпентин байх магадлалтай байна (Зураг.5.9б,в,г). Серпентиний төрлүүд цайвар цагаанаас, хүрэн, ногоовтор ба улаавтар шаргал өнгийн өөрчлөлттэй байна. Улаан, улаан хүрэн холимог серпентин ахуйн хэрэгцээнд их хэрэглэгддэг тухай тэмдэглэжээ (<https://www.Geolib.Net/mineralogy/serpentin.html>). Иймээс нодулийн магнийн агуулга ихтэй эрдсүүд улаан-шаргал төдийгүй ногоон өнгийн серпентиний туузад хувирчээ (Зураг. 5.10в,г).

Дээж 55

Улаавтар өнгийн фон дээр шпинелийн тод ногоон, оливины шаргал ногоон шигтгээнүүд ялгагдан харагдана (Зураг.5. 11а).

Дээж нь оливин, диопсид, энстатитаас голлон тогтсон ба хром шпинель, цөөн тооны омфацит ба гранатууд тэмдэглэгдэнэ. Омфацитын талстууд цөөн ба идиоморф хэлбэртэй байна (Зураг.5.11б). Энстатитийн талстууд ламинар ургалттай өргөн баганалаг хэлбэртэйгээс гадна орооцолдсон мэт мушгиа хэлбэртэй байна (Зураг. 5. 11б,в,г).

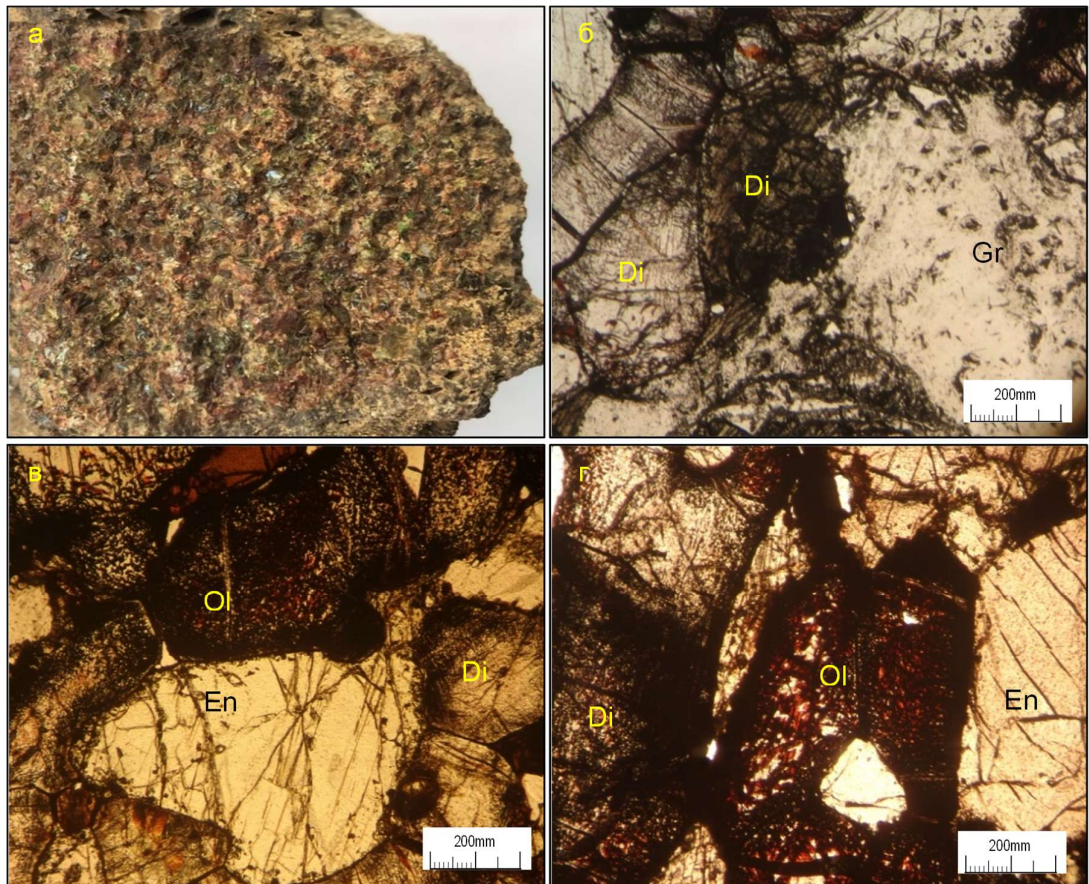


Зураг. 5.11. а-нодуль, б –диопсид (Di), оливин (Ol); в-энстатит (En) оливин (Ol); г- энстатит (En) ба оливин (Ol). в- анализаторгүй, б,г - анализатортай

Нодулийг бүрдүүлэгч эрдсүүдээс зөвхөн оливины талстуудад улаавтар өнгийн серпентиний зүүлэг талстуудын нэвтэрч оливинууд улаан өнгөөр бүрхэгдсэн онцлог ажиглагдав (Зураг.5.11б,в,г). Диопсидод эгириний молекул 11.20%, жадеитын молекул 0.08%, диопсидын молекул 88.72% болно (Хүснэгт 1).

Дээж 56

Дээжид шпинелийн тод ногоон, оливины шаргал ногоон шигтгээнүүд ялгарах ч улаавтар өнгө голлоно (Зураг.5.12а). Нодуль нь оливин, диопсид, энстатитийн талстуудаас гадна гранат, титано-магнетит, шпинель зэрэг эрдсүүдийн бүрэлдэхүүнтэй байна. Гранатын талстууд цөөн ба пироксенээр түрэгдэж уусгагдсан хэлбэртэй байна (Зураг.5.12б). Оливины талстуудад улаан ба хар өнгийн шивээс мэт толбууд ялгарсан байна.



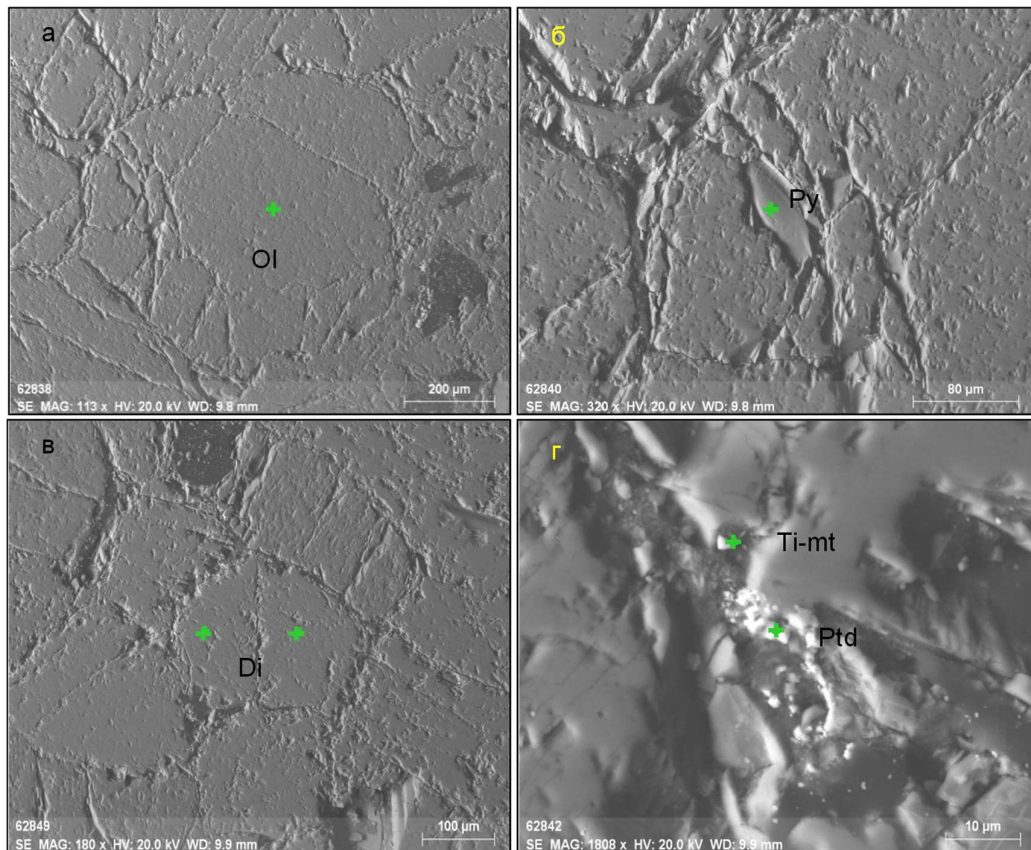
Зураг. 5. 12. а-нодуль, б –диопсид (Di); оливин (Ol) в-энстатит (En) оливин (Ol); г- энстатит (En) ба оливин (Ol). в-анализаторгүй ; б,г -анализатортай

Улаан өнгийн эрдсүүд хайрс ба нарийн тууз хэлбэртэй байгаа нь серпентин болохыг харуулна (Зураг.5.12в,г). Хар өнгийн дуслууд магнетит байх боломжтой

юм. Элементийн шинжилгээгээр оливин, диопсид, пироп, титан магнетит ба пентландитууд илрүүлэгдэв (Зураг.5.13а,б).

Оливины найрлагад Mg-45.63% төдийгүй FeO-13.01% илэрсэн нь магнетитын шигтгээтэй холбоотой байх магадлалтай байна. Оливинд форстеритийн молекул 86.21%, фаялитын молекул 13.79% тооцоологдов (Хүснэгт 2). Диопсидод FeO-3.04-3.27%, волластанитын молекул 44.79-49.15%, энстатитийн молекул 46.0-50.0%, ферросилитийн молекул 4.85-5.12% байна.

Харин диопсидын талстуудад магнетитын дусал хэлбэрийн поикилит шигтгээ илүү шигсэн төрхөөрөө оливиноос ялгагдана. Энстатитийн талстууд хооронд хавчуулагдсан гранатад альмандины молекул 9.65%, пиропын молекул 90.35% буюу пиропын найрлагатай байна (Хүснэгт 2).



Зураг. 5.13. Эрдсүүдийн рентген туяаны ойлтийн спектрууд. а- оливин (Ol) б-пироп (Py); в- диопсид; г-титан-магнетит (Ti-mt) ба пентландит (Ptd).

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

Нодулиудад тогтоогдсон пироксений ислүүдийн агуулга ба молекулын тоо

	SiO2	TiO2	Al2O3	Cr2O3	FeO	MgO	CaO	Na2O	al	py	gr	fo	Fa
Гранат													
51/3	37.8	5.60	12.69		8.19	11.04	23.85	0.66	14.02	33.68	52.3		
51/2	34.11	4.39	17.18		10.45	11.03	22.84	0.00	17.6	33.12	49.28		
56/2	37.85	0.00	0.04		9.93	52.17	0	0.00	9.65	90.35			
оливин													
51/1	41.73	0.00	0.00		13.12	45.15	0.00	0.00				85.78	14.22
56/1	41.31	0.00	0.04		13.01	45.63	0	0.00				86.21	13.79
шпинель													
53/2			47.47	19.87	13.65	19.01							
54/4		11.50	29.91	12.40	35.73	20.30	0.15						

Хүснэгт 2

Нодулиудад тогтоогдсон гранат ба оливины ислүүдийн агуулга ба молекулын тоо

	SiO2	TiO2	Al2O3	Cr2O3	FeO	MgO	CaO	Na2O	al	py	gr	fo	fa
гранат													
51/3	37.8	5.60	12.69		8.19	11.04	23.85	0.66	14.02	33.68	52.3		
51/2	34.11	4.39	17.18		10.45	11.03	22.84	0.00	17.6	33.12	49.28		
56/2	37.85	0.00	0.04		9.93	52.17	0	0.00	9.65	90.35			
оливин													
51/1	41.73	0.00	0.00		13.12	45.15	0.00	0.00				85.78	14.22
56/1	41.31	0.00	0.04		13.01	45.63	0	0.00				86.21	13.79
шпинель													
53/2			47.47	19.87	13.65	19.01							
54/4		11.50	29.91	12.40	35.73	20.30	0.15						

СУДАЛГАА 6 КАЙНОЗОЙН БАЗАЛЬТТАЙ ХОЛБООТОЙ АШИГТ МАЛТМАЛ

Кайнозойн базальттай пироп, хризолит, санидин зэрэг өнгөт эрдэнийн чулуунууд гарал үүслийн холбоотой байна. Эдгээр нь 1 газарт илэрсэн нь Архангайн Тариат сумын нутагт илэрсэн Шаврын царамын орд юм (Зураг.6.1). Энэ ордын гол нөөц нь пироп бөгөөд, дагалдан санидин ба хризолитын нөөц бодогджээ.

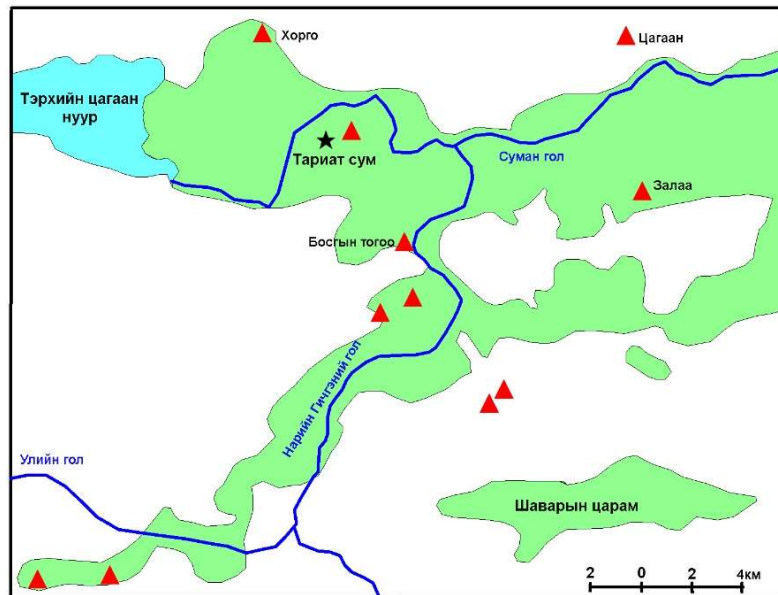
Алмаз

Алмаз ба пиропыг кимберлитийн хоолойноос олборлодог ч бүх кимберлитийн бүх хоолой алмазтай биш байна. Шаврын царамд нөөц бодогдсон пироп нь алмазын дагуул эрдэс юм. Шаварын царамын пироптой хоолой түүний орчимд кимберлит тогтоогдоогүй байна. Гэсэн ч оросын агуу их эрдэмтэн А.Е.Ферсман Кайнозойн залуу базальтын аль урсгал алмаз тээсэн байх боломжтой буюу хэт ирээдүйд алмазын эх үүсвэр болох тухай тэмдэглэж байжээ. Шаварын царамд хийсэн хайгуулын ажлаар цооногийн 27.5-52 м гүний интервалд гранаттай базанит илэрсэн ба түүн дотор лерцолитын болон гранат-пироп, авгит, диопсид, санидин, санидин ба флогопит зэрэг мегаталстууд агуулгаджээ. Лерцолитын бөмбөг хэдэн см-ээс 0.5 м, мегаталстууд хэдэн мм-ээс-5-10.0 см хүртэл хэмжээтэй байна. Гранаттай базанитын үндсэн хэсэг нь шилэрхэг ч 70% орчим нь плагиоклаз, клинопироксен, оливин, гранат, магнетитаас бүрджээ. Акцессор эрдсүүдээс ильменит, апатит, циркон, хромдиопсид, шпинель, муассонитаас гадна алмаз тогтоогдсон онцлогтой. Оливинтой базальт нь гадаргуугаас базанитын түвшин хүртэл үргэлжилнэ. Оливинтой базальтад плагиоклаз, оливины фенокристүүд болон титанавгит, ильмениттэй байна. Гадаргууд илэрсэн гранаттай базанитын гарш орчмоор пироп, хризолит, санидин зэрэг эрдсүүдийн агуулга ихсэж шороон хуримтлал үүсчээ. Шороон хуримтлал нь 3500 х 280 м талбайг эзлэнэ. Шороон хуримтлалын зузаан дундажаар 5.5 м зарим хэсэгтээ 15-28 м хүрнэ.

Шаврын царамын минералогийн судалгааг ОХУ ын Геологи хайгуулын эрдэм шинжилгээний төв хүрээлэн (ЦНИГРИ) –ийн судлаачид хийсэн байна. ЦНИГРИ –ийн мэргэжилтнүүд гранаттай базанитийн төрөл бүрээс сорьц авч шинжилж судлахдаа 53 ширхэг жижиг алмаас олжээ. Эдгээр нь дундажаар 1 кг жинтэй штуфын 10ш сорьцноос гарсан гэж тайланд тэмдэглэжээ.

1989 онд гранаттай базанитын нүх сүвэрхэг төрөл дийлэнхийг эзэлсэн 1250 кг чулуун сорьцыг Украины Симферополь хотын эрдэс түүхий эдийн хүрээлэнд

(ИМР) илгээсэн байна. Судалгаагаар 12 ширхэг жижиг алмаас олж (нийт жин 0.67мг) түүнийг кимберлит-лампроитын төрөлд хамаарах гарал үүслийн дүгнэлт өгчээ. Бүлэглэн ангилсан сорьцноос 0-3 алмазын мөхлөгүүд тогтоогджээ.. Нэг сорьцонд алмазын 17 мөхлөг олдсон нь хамгийн өндөр агуулга байсан ба нийт жин нь 0.47мг буюу 0.61 карат/тонн –оор үнэлэгджээ.



Зураг. 6.1. Шаварын Царам пиропын ордын байршил

ИМР- ийн шинжээчид алмазын мөхлөгүүд өнгөгүй болон ягаавтар туяатай, ихэвчлэн зөв бус хэлбэртэй, өнцөглөсөн, ан цавд их орсон тул анхдагч хэлбэрийг тогтоох боломжгүйг онцолжээ. Харин нэг сорьцоос харьцангуй том алмазын мөхлөг олдсон нь октаэдр хэлбэртэй, 2.13 x 1.63 x 1.60 мм хэмжээтэй, 9.27 мг жинтэй байна. Талст нь өнгөгүй, ан цавд орсон, хагас тунгалаг, бага зэрэг хар өнгийн графитын жижиг ором агуулсан. Алмаз нь бараг бүх талаараа шаталсан нарийн зурааснуудтай, хэт ягаан туяанд сулавтар ягаан өнгө үзүүлж байжээ. Новосибирскийн геологийн хүрээлэнгийн Л.В.Агафонов, Л.В.Филиппов, А.С.Павленко (1976) нарын эрдэмтэд Шаврын царамд алмазын мөхлөгүүд 15-17 кбар, 900-1100°С-ийн нөхцөлд үүссэнийг тооцолжээ. Ф.В.Каминский 24 кбар даралттай 1100°С-ийн температуртай 90 км гүнд бий болсон гэж дүгнэжээ. Судалгааны тэр үеийн түвшинд Шаварын царамын алмазыг гранаттай базаниттай холбоотой хэмээн дүгнэсэн ч түүний тархалтыг тогтоож чадаагүй байна.

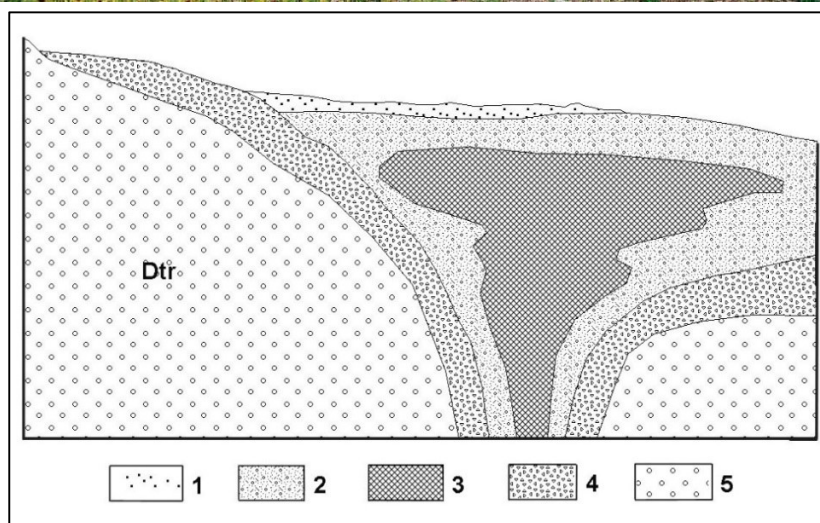
Пироп

Пироп нь гранатын (анар) бүлэг эрдсээ эрдэнийн төрөлд хамаарагддаг гоёмсог улаан, улаан хүрэн, улаан ягаан өнгийн эрдэс бөгөөд Европчуудын хэрэглэж ирсэн уламжлалттай байна. Базальттай холбоотой үүссэн пиропын Чехийн Богемы орд нь 13-р зууны үеэс эхлэн гоёлын пиропын гол нөөц орд болж байсан бөгөөд алмаз олборлох явцад пироп олборлогдох болсоноор эрэлт нь буурч байсан ч Чехийн пироп гэдэг нэрээрээ дэлхийн чулууны зах зээл дээр ихээхэн алдартай хэвээр байгаа болно.

Пиропын олдвор бүхий газрууд манай оронд кайнозойн эриний үед бялхсан шүлтлэг найрлагатай базальтын галт уулын хоолойг дүүргэсэн буюу тэсрэлтээр цацагдан хаягдсан үнс чандруулаг материал бүхий хэмхдэс чулуу болон бялхан урсаж царцсан лавад хадгалагдаад улмаар байгалийн өгөршлийн үр дүнд эх чулуулгаас сулран салж шороон орд үүсгэжээ. Тухайлбал, пиропын хуримтлал Сүхбаатар аймгийн Дарьганга, Архангай аймгийн Тариат сумын Шаварын царам, Өвөрхангай аймгийн Богд сумын Тэвш уул, Өмнөговь, Дундговь аймгийн хилийн зааг орчмын Ахарын уулын зүүн хөндийд, Булган аймгийн Жалавч, Хөвсгөл аймгийн Цагаан үүр, Хөвсгөл нуурын зүүн хэсгээр тус тус илэрдэг. Пиропийн өнгө чанар нь эдгээр илрэлүүдэд өтгөн хүрэн улаан өнгөтэй ч хэмжээ бага учраас ашиглалт явагдаагүй байна.

Шаврын цармаас 1988-1990 онуудад пироп, хризолит, санидин олборлож нийт 1472 кг пироп олборлон гадаад орнуудад экспортлосноос гадна дотоодод Зоос гоёлын үйлдвэрт шигтгээ хийж байсан юм. Кайнозойн базальт нь Орхоны ба Чулуут шиг гол дагасан буюу гол үүссэн хагаралаар бялхсан, эсвэл Хорго шиг тогооноос бялхсан тогтоцтой байдаг бол Шаварын Царамд өөр тогтоцтой байна. 2019 оны судалгаагаар Архангай Хөвсгөл аймагт Базальтын эрэг бүхий голын ай сав, хөндийнүүд хойноос урагш буюу уртраг дагуу чигтэй байна (Зураг. VI.1). Шаварын царам нь Нарийн Гичгэнэ ба Чулуут голыг холбосон хагарал буюу өргөрөг дагуухи хагарлыг дүүргэсэн базальтын системд үүсчээ. Иймээс базальт нь бут сөөг болон мөстлөгийн булуудаар хучигдаж дарагдсан бараг далд тогтоцтой байна. Шаварын Царам нь Хангайн нурууны арын салбар уулсын дунд далайн түвшнээс дээш 2000-2300 м-т орших уул хоорондын усны хагалбар, өргөргийн дагуу сунасан байрлалтай хөндий юм. Зураг. 6.2 а-д Шаварын

Царамын олборлолтийн карьерын үлдэгдэл ба Шаварын Царам хоолой үүссэн загварыг харуулав (Зураг. 6.2б).



Зураг.6.2.Шаварын царамын пироп олборлолтийн карьер, б- галт уулын хоолойн загвар (Т.Намсрай). 1-Шороон хуримталтай дөрөвдөгчийн хурдас 2-Хар, хар саарал өнгөтэй нүх сүвэрхэг, нягт оливинт базальтын урсгал 3-Саарал өнгийн долерит 4-анартай туф, пироп, хризолит, санидин, гүний зарим чулуулгийн хэмхдэс агуулсан галт уулын тэсрэлтийн пирокласт хурдас 5-цахиуржиж хувирсан конгломерат

Хагарал дагаж бялхсан базальтын дунд бэлбэрэлтийн хоолой үүссэн нь пироп ихтэй Шаварын царам болно. Энэ районд пиропын эрэл хийх санааг 1968 оноос дэвшүүлсэн ч төсөл 1973 оноос хэрэгжиж өнгөт чулууны хайгуулын баг зохион байгуулагджээ. Пиропын нөөцийг “Улсын нөөцийн комисс”-оор батлуулснаар

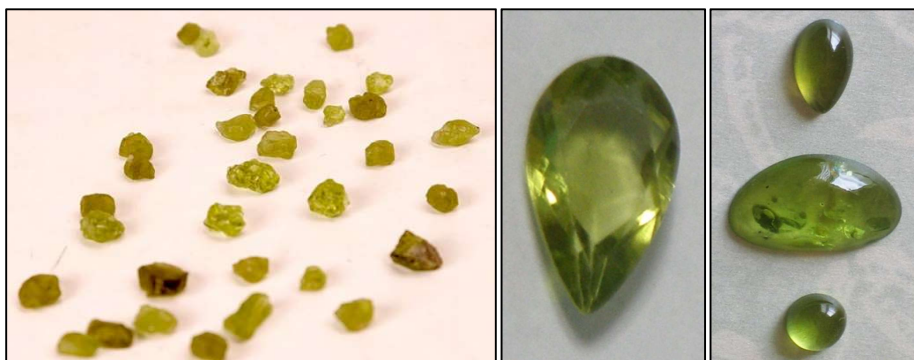
Монголд эрдэнийн чулууны нэгэн ордыг анхлан нээсэн түүхтэй. Пироп нь голдуу дэлбэрэлтийн брекч текстуртэй базальтад агуулагдсан ч жигд бус тархалттай, ерөнхийдөө 0.05-аас 1.0-2.0% хүрэх агуулгатай бөгөөд пиропын талстууд нэлээд өтгөн хүрэн улаан өнгөтэй 0.3- 5.0см голчтой байна. Хамгийн том пиропын ялгарал хөндлөнгөөрөө 10 см хэмжээтэй, жингээрээ 700гр хүрч байжээ. Пироп нь дэлбэрэлтийн хүчээр бяцарч хагарсан тогтоцтой байна (Зураг. 6.3).



Зураг. 6.3. Шаварын Царам пиропын олдвор ба өнгөлсөн пироп

Хризолит

Шаврын царамаас пироп олборлох явцад шингэн шаргалдуу туяатай ногоон өнгөтэй перидот буюу хризолит хэмээн нэрлэгддэг эрдэнийн чулууг хамт олборлож байв. Хризолит нь базальтад агуулагдах мантийн ксенолит буюу нодулийн гол бүрдүүлэгч эрдэс юм. Хризолит нь нодулийн эзэлхүүний 90% бүрдүүлдэг ба бөөрөнхийдүү хэлбэртэй, бөөгнөрсөн тогтоцтой байна. Базальтаас суларч мултарсан тохиолдолд хризолитууд суларч шороон хуримтлал үүсгэжээ. Шаварын царамын хризолит нь голчлон 3-4 мм-ийн



Зураг. 6.4 Шаварын Царамын хризолитын талстууд ба өнгөлсөн хризолитууд

хэмжээтэй байдаг. үндсэн орддоо буюу базальтад тунгалаг шингэн ногоон (Зураг. 6.4) өнгөтэй гялалзсан байдаг атлаа шороон орддоо шар ногоон өнгөтэй

байдаг. Хризолитыг тал гарган засаж алтан эдлэлд шигтгээ болгож хэрэглэнэ. Шаврын царамын хризолит нь ан цавгүй цэвэр тунгалаг байдлаараа дээд зэргийн чанарт орж болохоор боловч дундач хэмжээ нь жижиг учраас үнэлгээ тааруутай байна.

Санидин ба бусад Шаварын царамын өнгөт чулууны ордод пироп, хризолитоос гадна бага хэмжээгээр шаргал болон цагаан өнгөтэй санидины талстыг дайвараар олборлож байв. Тус ордын шүлтлэг базальтад санидин нь мегаталст, хааяа фенокрестээр үүсчээ. Санидины 0.1- 4.0см хэмжээтэй, тунгалаг болон хагас тунгалаг призмлэг мегаталстууд нь захаараа хайлсны улмаас бага зэрэг мөлийж мөлгөржсөн байдаг (Зураг. 6.5). Санидин нь саран чулууны эффект үзүүлдэг тул өнгөт эрдэнийн чулууны зах зээлд саран чулуунд тооцогддог. Ордын сэвсгэр хурдаст эдгээр эрдэнийн чулуу биеэ даасан ордын хэмжээнд хүрэхүйц нөөцтэй байхаас гадна 1-2 мм-ийн голч бүхий шилэн тунгалаг циркон, богинохон призмийн талдаа хөндлөн чиглэлдээ од маягийн цацраг үүсгэх гэрэлтэн өтгөн хөх, цэнхэр өнгөтэй 2-8 мм-ийн хөндлөн огтлолтой индраанил хааяа гардаг байна.



Зураг.6.5. Шаварын Царамын хризолитын талстууд ба өнгөлсөн хризолитууд

Базальтын шаарга нь бетон зуурмаг, байгалийн барилгын чулуу, PSC шааргат портландцемент, холимог дулаалгын материалд ашигладаг. Базальтын шаарга зэрэг байгалийн материал нь

- **Эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөгүй байх**- Дулаалгын материалын үндсэн түүхий эд нь байгалийн гаралтай байвал тохиромжтой ба зүсэж хэрэглэхэд тоос, тоосонцор үүсгэдэггүй байх хэрэгтэй.

- **Галд шатдаггүй**- Галыг дэмждэггүй, шатамхай бус дулаалгын материалыг хэрэглэх нь тохиромжтой. Эдийн засгийн хэмнэлттэй- Дулаан тусгаарлалт сайтай материалыг хэрэглэснээр хэрэглэгчийн эрчим хүчинд зарцуулах зардлыг эрс бууруулна.
- **Дуу чимээ тусгаарлалт сайтай**- шатдаггүй, чийгийг шингээдэггүй зэрэг давуу талтай
- **Байгальд ээлтэй /эко/-**Эрчим хүчний зарцуулалтыг багасгаж агаарт цацагдах нүүрсхүчлийн хий, агаарын бохирдлыг бууруулна. Хорт хий ялгаруулдаггүй байвал байгаль болон хүний эрүүл мэндэд тустай
- **Уян хатан**- Деформацид ордоггүй дулаалгын материал хэрэглэвэл тохиромжтой. Энэ нь ямар ч гадаргууд байрлуулсан эргээд тэлж хавтан хоорондох зай маш бага болдог ба үүний хэрээр дулаан тусгаарлалт нэмэгддэг.

Шаарга нь тодорхой хэсэг галт уулын бүтцэд байна. Тухайлбал: Орхоны хөндийн шаталттай урссанаас үүссэн шаарган лав, Хорго, Урантоого, Жалавч зэрэг галтай тургисан төвийн дэлбэрэлтийн галт уулууд байна.

Гэвч эдгээр нь байгалийн үзэсгэлэнт газрууд тул орон нутгийн хамгаалалтад багтдаг байна. Харин Хоргоос баруун тийш 30 км орших Цагаан уул нь базальтын шааргаас бүрдсэн конусан уул болно (Зураг.6.6).



Орон нутгийн Зураг. 6.6. Цагаан уул, базальтын шаарган тогтоцтой конус Зурагт
н уул
харагдах уул нь 350 x 140 м өргөн бөгөөд зэргэлдээ уул адил тогтоцтой ашиглалт
эхлээгүй байна. Геологийн ерөнхий эрлийн ажлаар 80 жилийн нөөц тооцоолжээ.
Зарим хэсэгт жигд хэмжээтэй хэмхдэсүүдээс тогтсон мэт (Зураг.6.7а), зарим
хэсэгт цохиж салгаж ачих шаардлагатай наалданги шаарга (Зураг.6.7б), зарим

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

хэсэгт шууд ачих шааргануудад ялгагдана (Зураг.6.7в). Зураг 6.7 г-д сул шааргыг ул суурийн хэсэг буюу шаарга бус тогтоцтой базальтын лав илэрсэнийг харуулав.



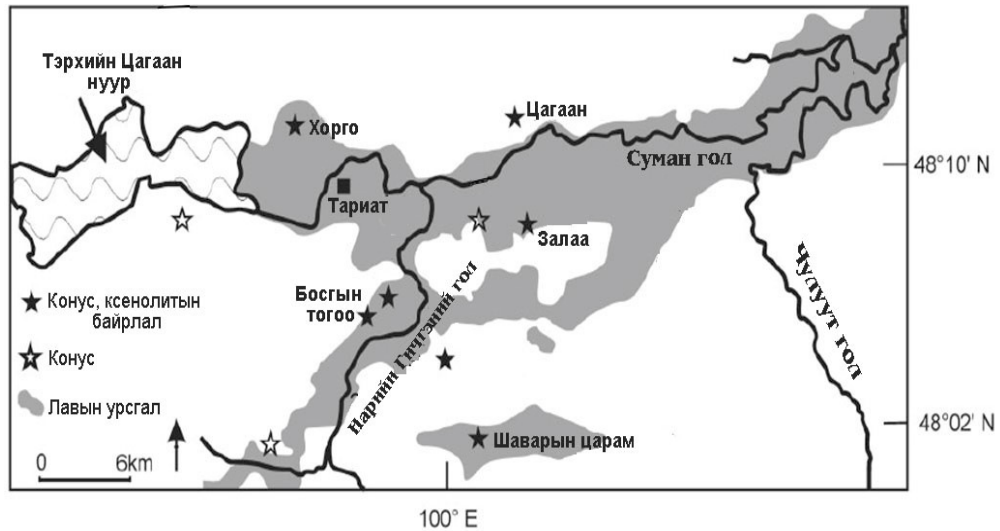
Зураг. 6. 7. а,б,в- шааргын хэлбэрүүд, г- ул суурийн базальт

ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ:

1. Нуурын хөндий буюу Өмнөговь, Өвөрхангай, Баянхонгор, Хөвсгөл бүс нутгуудад Кайнозойн базальтууд 2-3 насанд үүссэн галт уулын конус болон хагарал дагаж урссан плато хэлбэртэй байна. Харин Заамарт зөвхөн хагарлаар үүссэн 1 насны бялхалт үүсчээ.
2. Энэ бүсүүдэд 32-33.1; 27-29; 11-12 сая жилийн цаг үедэд базальтууд бялхжээ. 32-33.1 сая жилийн базальт үүсэхэд энэ бүсэд усархаг буюу нууртай сав газар байжээ. Харин 11-12 сая жилийн үед нуурын ус татарч хуурай цаг уур давамгайлж байсаныг базальт дахь ONION ба баганалаг текстурууд илтгэнэ. 10 сая жилийн буюу Заамарын районд бялхалт явагджээ.
3. Нас болгонд 2-3 цикл базальтууд үүсч байсан ч эхний буюу эртэлж бялхсан циклийн базальтууд оливин-пироксен агуулсан базанит найрлагатай байна. Сүүлийн цикл бялхалтад базальт, андезитобазальт ба тархиандезитбазальт зэрэг базальтууд үүсчээ.
4. Судлагдасан базальтад орчин үеийн багажаар хэмжигдсэн химийн шинжилгээнүүд бүрдсэн ба химизм нь петрографийн шинжилгээтэй тохирч байна. Харин Байдрагаас хойш чиглэлд Дөрөвдөгчийн үеийн базальт эхэлж байгааг энэ районы базальтын химийн найрлага харуулав. Эдгээр нь тефрит, тефрито-фонолит зэрэг найрлагаараа ялгарна.
5. Гранатын мега талстуудын химийн найрлага эклогитын талбайд хамаарагдаж байна. Эклогит нь шургалсан буюу субдукцэлсэн базальтын өөрчлөгдсөн бүтэц юм. Энэ нь эх газарт үүссэн шүлтлэг базальтын магмын голомтод эклогитийн оролцоо байсаныг харуулах баримт болов.
6. Дарьгангын базальтын нодулын судалгаанд эклогитыг бүрдүүлэгч омфацит зэрэг минерал илэрсэн нь энэ бүсийн мантийн бүтэц эклогитын холилдолтойг харуулна.
7. Хөвсгөлөөс эхэлж урд хил нэвт гарсан Кайнозойн базальтын тархалтын чиглэлд өнгөлгөөний гоёл чимэглэлийн болон барилгын материалын шлак зэрэг ашигт малтмал нь зөвхөн Төв Монголд нь 8.7- 7.7 сая жилийн настай базальтын конусуудтай холбоотой байна. Ашигт малтмалтай базальтын тархалтыг дараахи зурагт үзүүлэв.

Хойд Монголын хожуу кайнозойн шүлтлэг базальтын магмын эх үүсвэрт далайн царцдас ба карбонат материалын оролцоо

8. Судалгаанд хамрагдсан Нуурын хөндийд дөрөвдөгчийн базальт голлон тархаагүй байгаа нь дөрөвдөгчийн залуу базальтууд Хойд Хөвсгөлд орчимд давамгайл болох зүй тогтолыг харуулав.



Зураг. 7. 1. Кайнозойн базальтын тархалтын чиглэлд өнгөлгөөний гоёл чимэглэлийн болон барилгын материалын шлак зэрэг ашигт малтмалтай базальтуудын тархалт

9. Кайнозойн базальтын найрлага нь мантийн хуйлрах үзэгдлийн явцад өөрчлөгдөж байсанийг Sheldrick нартай хамтран бичсэн өгүүлэлд тусгасан болно (Sheldrick et al., 2020).

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ:

1. Бат-Өлзий, Д., Мажигсүрэн, Ё., Жавхлан, О., Перепелов, А.Б. 2020. Дарьгангын плато базальтын мантийн ксенолитын судалгаа ба базальтын эх үүсвэр дэх эклогит чулуулгийн оролцоо. ГУУС-ын сэтгүүл, Геологи 35.
2. Салтыковский А. Я., Геншафт Ю. С. 1983. Кайнозойский вулканизм. В кн.: Континентальный вулканизм Монголии. с. 170-179, Наука, Москва.
3. Genshaft, Yu. S. & Saltykovskiy, A. Ya. 2000. Mongolia Cenozoic volcanism, Russian Journal Earth Sciences 2, 153-183.
4. Ionov, D. A., Hoefs, J., Wedepohl, K. H. & Wiechert, U. 1992. Content and isotopic composition of sulphur in ultramafic xenoliths from Central Asia. Earth and Planetary Science Letters 111, 269–286.

5. Perepelov, A.B., Kuzmin, M.I., Tsyukova, S.S., Demonterova, E.I., Ivanov, A.V., Shcherbakov, Yu.D., Puzankov, M.Yu., Odgerel, D., Batulzii, D. 2017. Eclogite trace in evolution of Late Cenozoic alkaline basalt volcanism on the south-western flank of the Baikal Rift Zone: Geochemical features and geodynamic consequences. Москва, Doklady Earth Sciences 476. 1187-1192.

6. Le Maitre RW (ed), 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford, 193 pp.

7. Harris.N., Hunt. A., Parkinson.I., Tindle.A., Majigsuren,Y., Hammaond,S., 2009. Tectonic implications of garnet bearing mantle xenoliths exhumed by quaternary magmatism in the Hangay dome, Central Mongolia. Contrib. Mineral. Petrol.

8. Sheldrick, T.C., Barry, T.L., **Dash B.**, Gan. Chengshi., Millar, I.L., Barfod D.N., Halton A.M. 2020. Simultaneous and extensive removal of the East Asian lithospheric root. Scientific reports 10, 4128.

9. Sun, S., & McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders A.D., Norry, M.J. (Eds.), Magmatism in the Ocean Basins, Geological Society of London, Special Publications 42, 313-345.