



Мөрөнгийн дүүргийн Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгийн геохими ба үүслийн геодинамикийн асуудалд

Ц.Наранцэцэг*, Д.Төмөрхүү, Т.Оюунчимэг, П.Дэлгэрзаяа

ШУА-ийн Палеонтологи, геологийн хүрээлэн

ABSTRACT

The paper presents the first data on major and trace elements geochemistry of the Late Neoproterozoic-Early Cambrian mafic volcanic rocks of the Muren zone, Undurkhaan terrane. Two groups of basalts are coexisting in Muren zone. First group basalts have a relatively depleted LREE and flat HREE patterns $[(La/Yb)_n=0.31-1.02, (La/Sm)_n=0.35-0.78, (Gd/Yb)_n=0.93-1.15]$ and comparatively high contents of Cr (250-724 ppm), Co (34-58 ppm), Ni (40-275 ppm) and MgO, Mg# (0.41-0.64). They formed from a depleted mantle sources and were erupted in a mid-oceanic ridge setting and thus represent a part of Herlen ophiolite complex. Second group of basalts are characterized by high LREE and flat HREE $[(La/Yb)_n=2.2-6.8, (La/Sm)_n=1.36-2.58, [(Gd/Yb)_n=1.07-1.93]$ and lower contents of Cr (36-306 ppm), Co (22-43 ppm), Ni (25-143 ppm) and MgO (2.55-3.55 wt.%), Mg# (0.37-0.46). They formed at lower degrees of melting compared to first group of basalts, from enriched mantle source in spinel (Gd/Yb<2) stability field and represent fragments of the Palaeoasian ocean island arc systems

* Corresponding author. Tel.: +976-99852034

E-mail address: ts_narangeo@yahoo.com

1. Оршил

Монгол орны, цаашилбал Төв Азийн геологийн тогтоц, тэдгээрийн гарал үүслийн асуудлыг танин мэдэхэд офиолит эвшил, түүнтэй стрүктүрийн хувьд нягт холбоотой вулканоген чулуулгийн судалгаа онцгой ач холбогдолтой юм. Ялангуяа суурьлаг вулканоген чулуулгийн геохимийн онцлог нь тэдгээрийн үүслийн геодинамик орчин, маангийн эх үүсвэр болон петрогенезисийг тодорхойлох боломжийг олгодог (Kerrick, Wyman, 1977; Safonova et al., 2008).

Өмнөд Монголын атриат мужийн бүрэлдэхүүнд багтах Өндөрхаан террейн буюу хуучнаар Хэрлэнгийн заадасын бүс хэмээн нэрлэгдэх стрүктүрийн баруун жигүүр нь Хэнтийн аймгийн Мөрөн сумын нутагт, Мөрөн голын баруун өмнө талын бэсрэг уулсын хэмжээнд илэрдэг бол зүүн жигүүр нь зүүн хойшоо чиглэлд 150 км орчим тасалдалтай үргэлжилдэг горстын хэмжээнд илэрдэг (Тектоника МНР, 1974; Төмөртогоо, 2002). Тус террейний бүрэлдэхүүнд эртний Палеоазийн далайн үлдэц хэмээн үздэг Хэрлэн офиолит бүрдэл, эдиакар-доод кембрийн арлан нумын вулканоген тунамал хурдас ба ногоон занарын фаацийн түвшинд хувирсан аккрецийн бүрдэл тогтоогддог ба доод палеозойн гранитоидын интрузивүүдээр зүсэгдэж хожуу ордовикийн тэнгисийн хурдсаар хучигддаг (Агафонов, Ступаков, 1980; Щербаков, 1996; Төмөртогоо, 2014).

Сүүлийн жилүүдэд тус хүрээлэнгийн “Хэрлэн, Ононы бүсүүдийн геологийн тогтоц ба хүдэржилт” суурь судалгааны сэдэвт ажлын хүрээнд Хэрлэнгийн дүүрэгт тархсан геологийн бүрдлүүдийн судалгаа эрчимтэй хийгдэж интрузив болон хувирмал бүрдлийн геохронологи, геохими, изотоп геохимийн асуудлаар зарим шинэлэг мэдээлэлүүд бий болсон (Оролмаа нар., 2015; Наранцэцэг нар., 2015; 2016; Оюунчимэг нар., 2016) боловч Хэрлэн офиолит эвшилтэй холбоотой суурьлаг вулканоген чулуулгийн петрологи, геохимийн судалгаа эхлэлийн байдалтай байсаар ирсэн билээ. Иймээс энэхүү эрдэм шинжилгээний өгүүлэлд Өндөрхаан террейний Мөрөнгийн дүүрэгт эдиакар-доод кембрийн түвшинд ангилагддаг Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгуудын петро-геохимийн найрлага, петрогенезис болон гарал үүслийн геодинамик нөхцлийг тодруулах чиглэлээр бий болсон шинэлэг өгөгдлүүдийг тусган харууллаа.

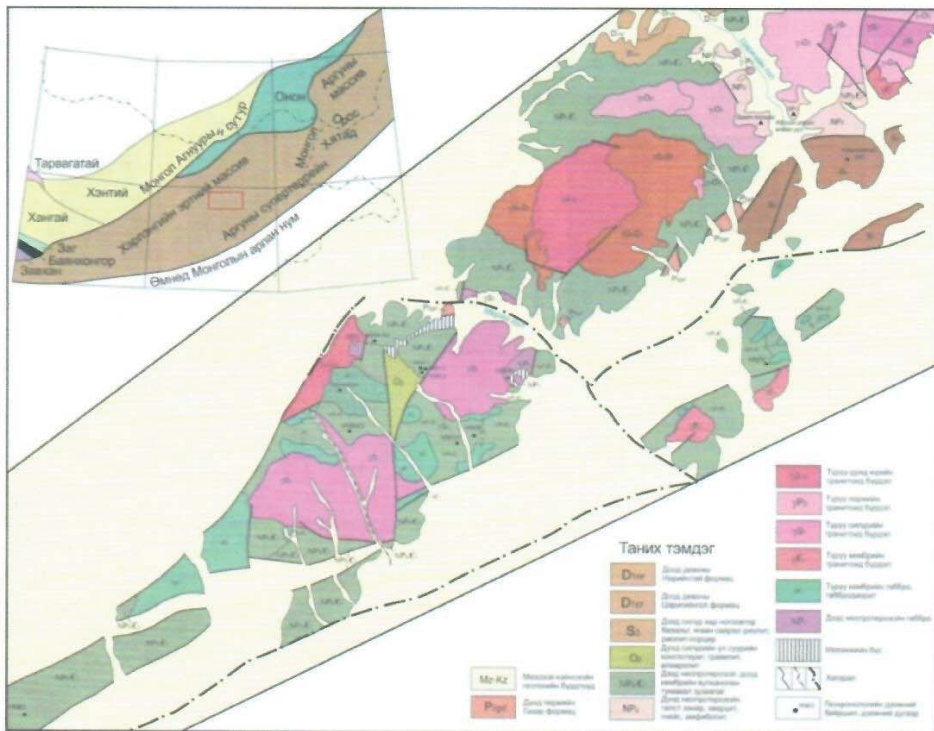
2. Геологийн тогтоц

Өндөрхаан террейний геологийн тогтоц болон стратиграфийн талаарх зарим мэдээлэл В.А.Амантов (1966), Л.П.Зоненшайн (1972), Л.В.Агафонов, С.И.Ступаков (1983), Ж.Бямба, Д.Жаргалсайхан (1988), Ж.Переги, Ж.Бямба, М.Галошфай (1988), С.А.Шербаков (1996), болон С.В.Калимулин нар (1968), О.Төмөртогоо (1989; 2014), Ж.Бямба (1999) нарын ажлууд, мөн

түүнчлэн Монголын геологийн судалгааны суурь бүтээлүүд болох Геология МНР (1973), Тектоника МНР (1974), Монголын Геологи ба ашигт малтмал (2011) зэрэг номнуудад тус тус тусгагдан тэмдэглэгдсэн байдаг.

Эдгээр судлаачдын өгөгдлөөр дүүргийн стратиграфийн зүсэлтийн үл сууринд

неопротерозой, палеопротерозой гэх зэргээр ангилагддаг метаморф зузаалаг байрлах бөгөөд түүний дээд талд үл нийцлэгээр эдиакар-кембрийн терриген-карбонат ба вулканоген зузаалаг байрладаг (Зур. 1).



Зур.1. Мөрөнгийн дүүргийн геологийн зураг. (Калимулин нар., 1968, 1:200 000 масштабын геологийн зургийг суурь болгон ашигласан ба шинэчилсэн насны зарим үр дүнгээр (Оролмаа нар., 2015; Наранцэцэг нар., 2015, 2016;) нэмэлт хийсэн болно).

Терриген-карбонат доод зузаалаг нь 800-1000 м зузаантай, бүрэлдэхүүнд нь ногоовтор саарал өнгийн элсжин, алевролит, шохойн чулуу, гравелит, конгломерат зонхилж заримдаа ногоон чулууны хувиралд автсан базальт, андезитийн лав ба тэдгээрийн пирокласт материал тохиолддог. 2000 м орчим зузаантай вулканоген дээд зузаалгийн бүрэлдэхүүнд ногоон чулууны хувиралд автсан базальт, андезит-базальт, андезит, тэдгээрийн порфирит, туф, туфобрекчи зонхилох бөгөөд бүрэлдэхүүнд нь цахиурлаг-туфоген занар, кварцит, шохойн чулууны горизонтууд тэмдэглэгддэг. Хожим нь буюу 1980-аад онд Агафонов нар доод терриген-карбонат зузаалгийн базальт, андезит, тэдгээрийн туфаас тогтсон хэсгийг дээд вулканоген зузаалгийн терриген хэсэгтэй нэгтгэн венд-кембрийн хурдсын

бүрэлдэхүүнд терриген-вулканоген дунд зузаалгийг нэмж ялгасан байдаг (Агафонов, Ступаков, 1983). Харин 1990-ээд онд уг ногоон чулууны хувиралд автсан диабаз, базальтын лав, спилит, андезибазальт, гүн усны улаан хүрэн өнгийн цахиур, занар зонхилсон тунамал-вулканоген зузаалгийг Тахилгын овоо уулын нэрээр эдиакарийн Тахилга формацад ялгажээ (Бямба, 1991; Монголын стратиграфийн толь, 1994). Насны хувьд Тахилгын овоо орчимд, вулканоген зузаалгийн доод хэсгийн шохойн чулууны мээшлээс илрүүлсэн *Ambigolomellatushorridus* Z.Zhur., *Volvatellazonalis* Nar., *V.vadosa* Z.Zhur., *Osagianimia* Z.Zhur. (З.А.Журавлевагийн тодорхойлолт) зэрэг онколитын үлдвэрүүд нь тус формацийг дээд



Зур.3. Мөрөнгийн дүүргийн Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгийн гаршийн зураг. а) Бэлийн овоорчмын андезит базальт, б) Тахилгын овоо орчмын базальт, в) Бор-Өндөр овооны зүүн өмнөд талд илэрдэг бүйлслэг андезит базальт, г) Булгийн овоо орчмын бөмбөлгөн базальт

Бор-Өндөр ба Баян хад овооны зүүн урд ба баруун урд талд зүсэлтийн доод хэсэгт хар ногоовтор өнгийн цул ба бүйлслэг, саваалаг текстүртэй базальт (дээж HN99; HN101) тохиолдох бол дээд хэсэгт нь атираажилтанд эрчимтэй автсан хар занар бичиглэгдэнэ (Зур.2, Зүс. II-4). Мөн Мөрөнгийн дүүргийн зүүн хэсэгт буюу Булгийн

овоот, Баянмөнх толгой болон Зүрх уулын өмнө талын жижиг толгодын хэмжээнд тархсан тунамал-вулканоген зузаалгийн бүрэлдэхүүнд хар бараан өнгийн бүйлслэг, цул текстүртэй базальт (дээж HN78) болон пиллоу лав зонхилох хувийг эзэлдэг (Зур.1, Зүс. II-5, II-6).

3. Судалгааны арга аргачлал

Мөрөнгийн дүүргийн Тахилга формацад ангилагдаж ирсэн суурьлаг вулканоген чулуулгуудын петро-геохимийн онцлог, петрогенезис, үүслийн геодинамик нөхцийг нарийвчлан тодруулах зорилгоор 10 дээжийг геохими, 1 дээжийг U-Pb геохронологийн шинжилгээнд тус тус хамруулсан юм. Судалгаанд хамрагдсан дээжүүдийн шлиф бэлтгэх, петрографийн судалгааг явуулах, геохронологи, геохимийн шинжилгээнд зориулан бэлтгэх, шинжилгээний үр дүнг боловсруулах зэрэг ажлуудыг ШУА-ийн Палеонтологи, геологийн

хүрээлэн дээр хийж гүйцэтгэсэн. Харин 8 дээжний геохимийн шинжилгээг Хятадын ШУА-ийн Гуанжугийн Геохимийн хүрээлэнгийн Изотоп Геохимийн лабораторт, 1 дээжний цирконд U-Pb геохронологийн шинжилгээг Хятадын ГШУА-ийн Геологийн хүрээлэнгийн ШРИМП лабораторт XRF, ICP-MS зэрэг багаж тоног төхөөрөмжүүд ашиглан стандарт арга аргачилалын дагуу тус тус хийж гүйцэтгэсэн. Түүнчлэн хоёр дээжний геохимийн шинжилгээг хүрээлэнгийн шугамаар Канадын Актлаб-д хийлгэсэн болно.

4. Судалгааны ажлын үр дүн

4.1. Петрографи

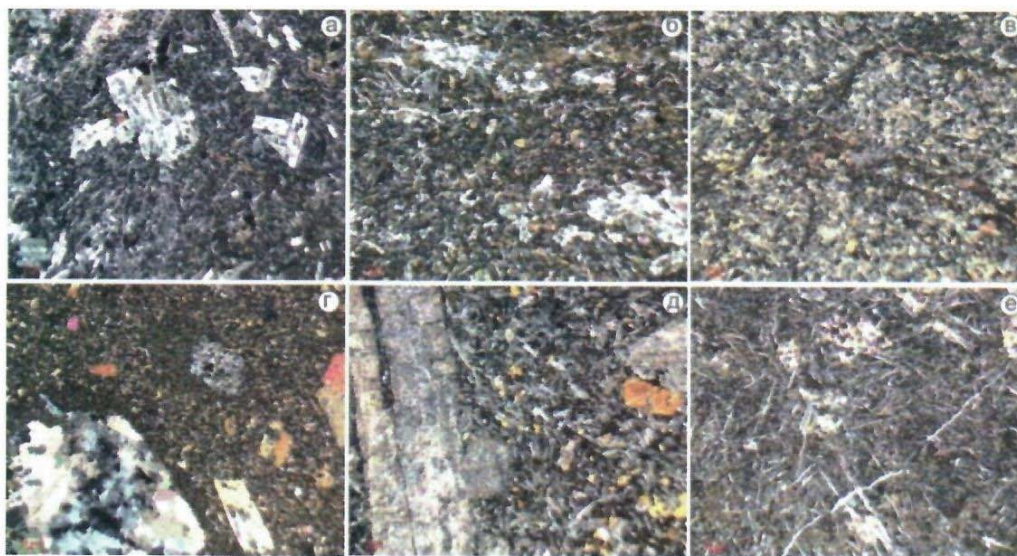
Зузаалгийн бүрэлдэхүүнд зонхилон тохиолдож буй чулуулгуудын петрографийн шинжилгээний дүнгээр Бэлийн овоо, Үнэгэд овоо орчимд илрэх хар бараавтар, хар ногоовтор өнгийн цул

текстүртэй, бөмбөлгөн хэсэгшилтэй базальт, андезит-базальт (дээж HN60-1; HN60-2; HN63) нь суурьлаг плагиоклаз, эпидотийн олон тооны мөхлөгүүдээр түрэгдсэн эвэрхуурмагийн 1-2.0 мм хүртлэх хэмжээтэй порфирийн шигтгээ (30-40%) агуулсан порфирлог текстүртэй, үндсэн хэсэгт актинолитын зүүлэг талст, хлорит, эпидотын

жижиг мөхлөгүүд, галт уулын шил, карбонат, магнетит тохиолдох бөгөөд кварц, карбонатын судлуудаар хэрчигдэнэ (Зур. 4а, б). Плагноклаз нь альбитжилт ба соссюритжилтанд эрчимтэй автсан, харин базальтыг бүрдүүлэгч клинопироксен нь ногоон занарын фаацын хлорит, эпидотын эрдсүүдээр бүрэн түрэгдэж, плагноклаз нь маш их деформацид орсоны улмаас тахийж муруйн хэлбэр дүрсээ бараг алдсан харагдана. Пироксен нь бүхэлдээ амфибол болон хлоритоор, плагноклаз нь эпидотоор тус тус түрэгдсэнээс гадна тэдгээрийн талстын завсар хооронд карбонат, эпидотын мөхлөгүүд бөөгнөрөл үүсгэжээ. Зарим тохиолдолд карбонат нь зах хэсгээрээ занарлаг текстурыг бий болгосон нь ажиглагдана.

Салбарын овооны зүүн талын тектоникийн блокийн хэмжээнд тогтоогдсон базальт нь бүхэлдээ эпидотжих, хлоритжих хувиралд эрчимтэй автсан ба зарим тохиолдолд цацраг, өргөслөг маягийн богино призмлэг актинолитод бүрэн хувирч актинолит-эпидотот занарт шилжсэн байгаа нь харагдана. Базальтын петрографийн судалгаагаар базальтын офитлог структур бүхий

клинопироксен нь амфиболоор бүхэлдээ түрэгдсэн бол плагноклаз нь клиноцоизит, пренитжих процессод өртсөн нь харагдана. Чулуулгийн порфир- шигтгээ нь 1.2-2.4 мм хэмжээтэй, эзлэх хувь харьцангуй бага буюу 10-15% хүрнэ. Плагноклазын урт сунасан талстууд хувиралд орсон хэдий ч заримдаа ихэрлэлтийн зураас тод ажиглагдана. Үндсэн хэсэгт актинолитын зүүлэг талст, хлорит, эпидотын жижиг мөхлөгүүд ба галт уулын шил тааралдана (Зур. 4в). Зарим тохиолдолд базальт нь гиалопилитлэг структуртэй клинопироксен, плагноклазын зүүлэг талстын порфируудаас тогтоно. Порфир шигтгээ нь 0.75-1.5 мм хэмжээтэй, өнгөт эрдсүүд нь хлоритжих, эпидотжих процессод өртсөнөөс гадна үндсэн хэсэгт плагноклазын зүүлэг талст, хлорит, эпидотын жижиг мөхлөгүүд, галт уулын шил болон магнетит тохиолдоно. Чулуулагт деформацид өртсөны улмаас хоёрдогч эрдсүүд ихээр хөгжсөн, плагноклазын талстууд нь эвдэрч тасарсан байхаас гадна хоёрдогч кварцын мөхлөгүүд тааралдана.



Зур.4. Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгийн зарим дээжний шлифийн зураг а-б) Бэлийн овоо, Үнэгэд овоо орчмын базальт (Шлиф HN60-2; HN63), в) Салбарын овооны зүүн тал (Шлиф HN87-3), г-д) Бор-Өндөр, Баян хад овооны өмнө тал (Шлиф HN99; HN101), е) Булгийн овоо орчмын базальт (Шлиф HN78)

Бор-Өндөр ба Баян хад овооны өмнө талд зураглагддаг хар ногоовтор өнгийн андезит-базальт нь гломеропорфирлог структуртэй, олон тооны зуувандуу дугуй хэлбэрийн миндаль буюу шигтгээнүүдээр илэрхийлэгдсэн бүйслэг текстуртэй. Чулуулаг нь 1.0-2.3 мм хүртэл хэмжээтэй амфиболоор хэсэгчлэн болон бүрэн түрэгдсэн клинопироксен, зүүлэг плагноклазын

порфирлог шигтгээнүүд болон карбонат, хлорит, эпидот, плагноклаз, галт уулын шилнээс бүрдсэн үндсэн хэсгээс тогтоно. Миндаленууд нь кварц, хлорит, эпидот, хааяа карбонатаар дүүргэгдсэн, 2.5 мм хүртэл хэмжээтэй (Зур.4д). Саваалаг буюу том лейсттэй андезит-базальт нь 2 см хүртэл хэмжээтэй сунасан лейст, призмлэг серицитээр хэсэгчлэн болон бүрэн түрэгдсэн плагноклаз, клинопироксен,

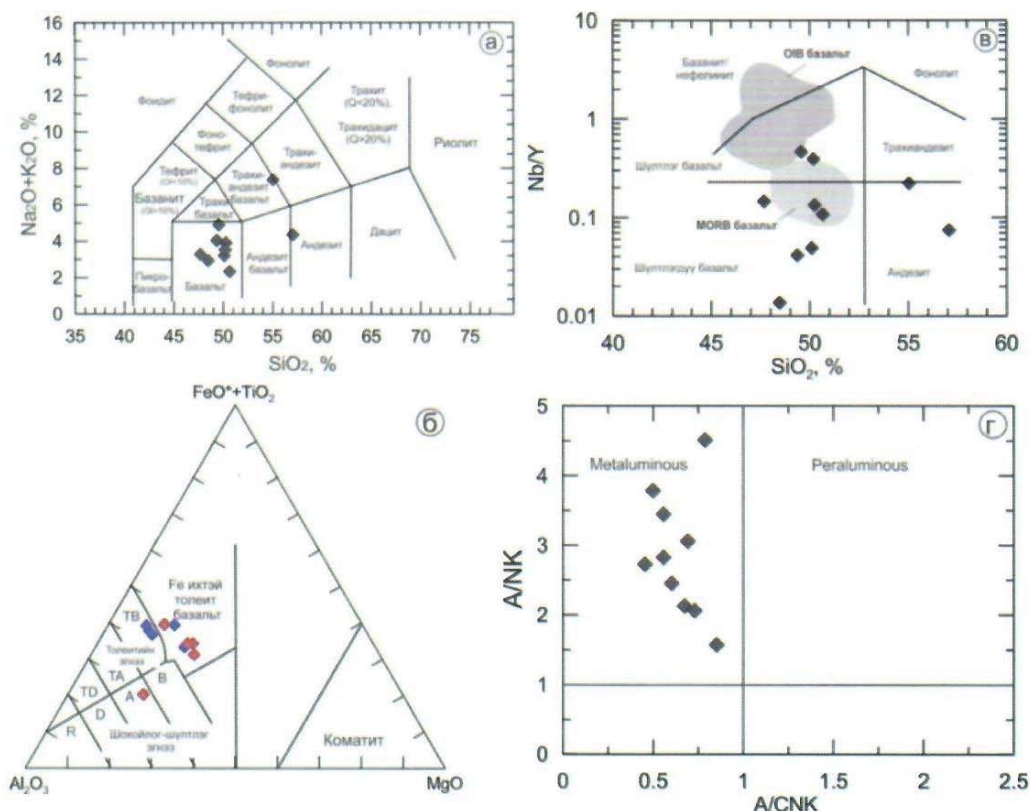
ортопироксен, гранатын порфирлог шигтгээ болон хлорит, эпидот, плагиоклаз, магнетитаас тогтсон үндсэн хэсгээс бүрдэнэ. Чулуулагт эзлэх порфир-шигтгээний хэмжээ их буюу 40 хүртэлх хувийг эзлэж харагдана. Хааяа уг базальтад 1.25 мм хүртэл хэмжээтэй кварц, хлорит, карбонатаар дүүргэгдсэн миндаленууд тааралдана. Өнгөт эрдсүүд нь хувиралд өртөөгүй, хлорит нь кварцтай хамт тохиолдож байгаа нь хожуу үүслийн процесстэй холбоотой (Зур.4г). Харин Булгийн овоо орчимд тогтоогддог базальт нь оливин, клинопироксен, плагиоклазын шигтгээ агуулсан толеитлог, гиалопилитлэг структур бүхий үндсэн хэсгээс тогтоно (Зур.4е). Чулуулгийн порфир шигтгээний эзлэх хувь хэмжээ бага буюу 10-15% хүрнэ. Порфир шигтгээ нь 0.5-2.5 мм хэмжээтэй, өнгөт эрдсүүд нь хлоритжих, эпидотжих процессод өртсөнөөс гадна кварц-эпидот-хлоритын 1.5 мм хэмжээтэй судлуудаар хэрчигдсэн харагдана. Үндсэн хэсэгт плагиоклазын зүүлэг талстууд, хлорит, эпидотын жижиг мөхлөгүүд, галт уулын

шил болон магнетит тохиолдоно. Чулуулаг нь деформацид автаагүй онцлогтой.

4.2. Геохими.

Мөрөнгийн дүүргийн Тахилга формацын судалгаанд хамрагдсан вулканоген чулуулгийн геохимийн шинжилгээний дүнг хүснэгт 1-д үзүүлэв.

Петрохимийн шинжилгээний дүнгээр суурьлаг вулканоген чулуулгийн SiO_2 -ийн хэмжээ 47.69-57.08%, TiO_2 0.47-2.28%, Fe_2O_3 7.03-13.21%, MgO 2.62-7.89%, CaO 4.7-13.99% хооронд тус тус хэлбэлзэнэ (Ислүүдийн нийлбэр агуулгыг 100%-д шилжүүлсэн болно). Чулуулаг нь химийн гол ислийнхээ хэмжээгээр (TAS) базальтаас андезит базальт, трахиандезит базальт хүртлэх найрлагатай байх бөгөөд хөнгөнцагаан, төмөр, титан ба магнийн ислийн хэмжээгээрээ Fe-ихтэй толеит базальт ба ердийн толеит базальтын эгнээний чулуулагт хамаарагдана (Зур.5а ба 5б).



Зур.5. Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгийн а) $[\text{SiO}_2-(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})]$ (Le Maitre, 1989), б) $[\text{Al}_2\text{O}_3-\text{FeO}^*+\text{TiO}_2-\text{MgO}]$ (Jensen, 1976), в) $[\text{SiO}_2-\text{Nb}/\text{Y}]$ (Winchester and Floyd, 1977), г) $\text{A}/\text{NK} [\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})] - \text{A}/\text{CNK} [\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})]$ (Maniar and Piccoli, 1989) ангилалын диаграммууд. Жич: улаан тэмдэглэгээ-Тахилгын овоо, Салбарын овоо орчмын базальтууд, цэнхэр-Бэлийн овоо, Баян хад овоо, Бор өндөр овоо, Булгийн овоот орчмын базальт, андезит-базальтууд

Хүснэгт 1.

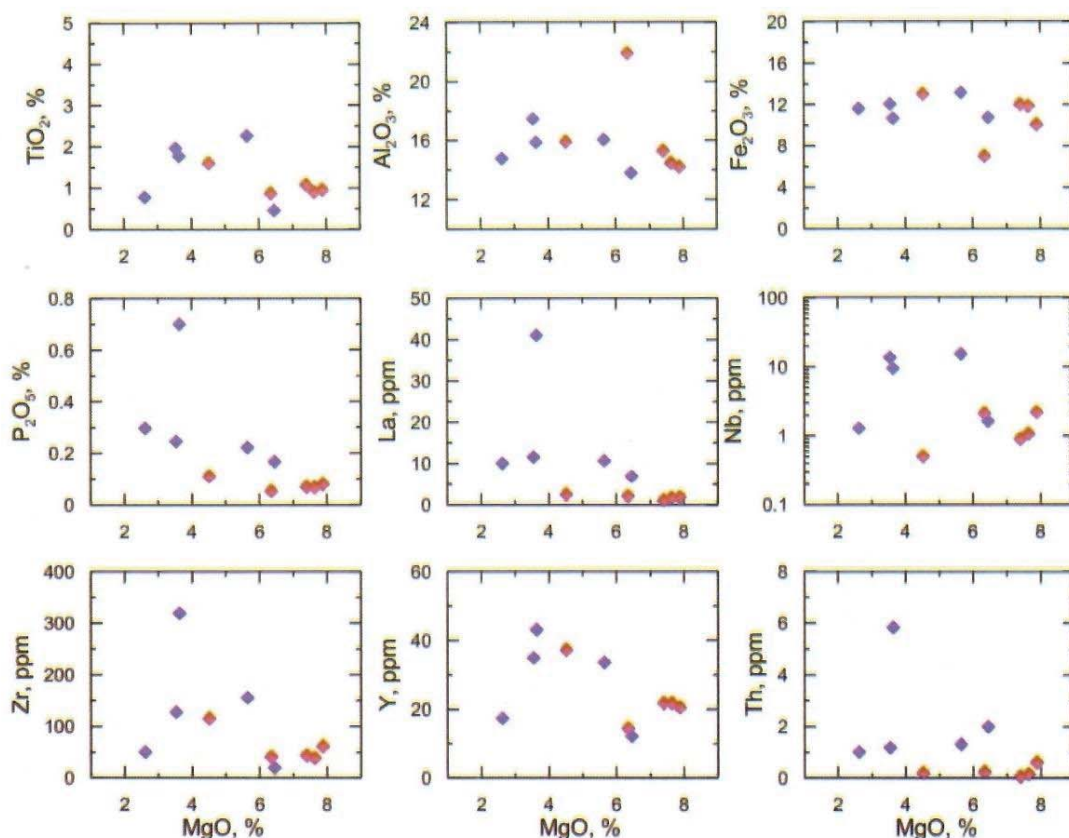
Тахилга формацийн вулканоген чулуулгийн геохимийн шинжилгээний дүн

Rock	Basalt							Андезит базальт		
Sample	HN87-1	HN87-5	HN78	HN96	HN99	Kh4-43	HN87-3	Kh4-20	HN101	HN-63
SiO ₂	46.00	47.30	48.65	48.92	48.94	48.96	49.16	49.58	53.71	55.47
TiO ₂	0.84	1.57	1.91	2.25	0.45	1.07	0.89	0.94	1.74	0.77
Al ₂ O ₃	21.15	15.53	16.95	15.87	13.46	15.18	14.21	13.91	15.52	14.38
Fe ₂ O ₃	6.78	12.72	11.73	13.04	10.50	11.90	11.63	9.87	10.45	11.33
MnO	0.16	0.19	0.16	0.24	0.14	0.18	0.22	0.13	0.15	0.14
MgO	6.13	4.42	3.44	5.58	6.28	7.35	7.51	7.72	3.55	2.55
CaO	12.19	12.90	10.42	7.74	13.62	10.47	11.29	13.35	4.59	8.01
Na ₂ O	2.25	2.49	3.24	4.37	1.43	3.26	2.89	2.13	3.70	3.85
K ₂ O	0.91	0.39	0.19	0.48	2.39	0.76	0.26	0.16	3.49	0.39
P ₂ O ₅	0.05	0.11	0.24	0.22	0.16	0.07	0.07	0.08	0.69	0.29
L.O.I	3.23	2.06	2.77	0.96	2.29	1.65	1.51	1.18	2.11	2.13
Total	99.70	99.67	99.70	99.67	99.66	100.80	99.63	99.05	99.70	99.30
Na ₂ O+K ₂ O	3.28	2.94	3.54	4.91	3.92	4.05	3.20	2.34	7.37	4.36
A/CNK	1.38	0.56	0.69	0.73	0.45	0.60	0.56	0.50	0.85	0.67
A/NK	6.69	3.45	3.06	2.06	2.73	2.46	2.83	3.78	1.57	2.13
Mg#	0.64	0.41	0.37	0.46	0.54	0.55	0.56	0.61	0.40	0.31
P	232	475	1051	966	719	305	292	349	2993	1265
Sc	35.63	49.39	42.41	41.36	42.76	53	48.54	40	23.7	27
Ti	5047	9387	11469	13481	2724	6439	5325	5635	10419	4592
V	184.9	330.4	303.5	316.7	327.7	319	309.3	317	246.5	394
Cr	292	724	276	386	274	330	259	250	36	60
Mn	1229	1461	1228	1886	1066	1402	1708	984	1191	1045
K	7537	3214	1563	3976	19858	6309	2138	1328	28995	3238
Co	34.03	58.06	32.12	48.40	43.38	47.00	47.87	35.00	30.34	22.00
Ni	87.48	274.60	122.20	133.60	78.95	90.00	66.29	40.00	25.25	< 20
Cu	7.95	28.72	27.78	65.67	43.33	70.00	71.19	< 10	148.30	20.00
Zn	61.83	91.17	71.19	101.10	69.25	80.00	94.35	30.00	119.50	90.00
Ga	15.51	19.11	19.87	18.53	12.74	15.00	16.92	13.00	19.15	18.00
Ge	1.68	3.18	3.09	3.16	2.76	1.50	2.88	1.00	3.33	2.50
Rb	40	7	3	15	29	24	11	4	93	4
Sr	257	272	335	216	315	184	164	132	348	399
Y	14.57	37.31	35.07	33.76	12.36	21.90	21.85	20.60	43.23	17.50
Zr	42	116	129	157	21	44	39	62	320	51
Nb	2.11	0.51	13.79	15.58	1.65	0.90	1.07	2.20	9.56	1.30
Cs	7.95	2.29	0.16	1.14	0.26	6.20	4.93	0.10	1.01	< 0.1
Ba	173	125	55	89	525	62	39	28	916	130
La	2.18	2.58	11.65	10.76	7.00	1.15	1.79	1.90	41.14	10.10
Ce	6.25	9.17	28.33	25.59	14.68	4.05	5.66	7.68	97.52	21.80
Pr	1.05	2.00	4.02	3.88	1.83	0.85	0.97	1.14	13.28	3.25
Nd	5.50	11.32	19.15	18.61	7.64	5.09	5.49	6.76	56.23	13.80
Sm	1.80	4.12	5.37	5.13	1.75	2.15	2.04	2.30	11.55	3.58
Eu	0.68	1.59	1.86	1.73	0.56	0.84	0.79	0.67	2.43	1.17
Gd	2.14	5.09	6.11	5.87	1.84	3.24	2.71	3.12	10.13	3.07
Tb	0.41	1.02	1.09	1.07	0.32	0.62	0.57	0.59	1.42	0.54
Dy	2.74	6.89	7.03	6.68	2.19	4.16	3.96	3.84	8.36	3.35
Ho	0.59	1.53	1.47	1.41	0.49	0.90	0.88	0.83	1.70	0.68
Er	1.65	4.33	3.98	3.84	1.43	2.75	2.52	2.46	4.66	1.86
Tm	0.24	0.62	0.55	0.57	0.21	0.40	0.37	0.38	0.68	0.25
Yb	1.53	3.99	3.47	3.51	1.42	2.70	2.42	2.48	4.34	1.67
Lu	0.24	0.61	0.52	0.54	0.22	0.39	0.37	0.35	0.67	0.30
Hf	1.27	2.90	3.47	4.08	0.74	1.30	1.29	1.90	8.10	1.50
Ta	0.15	0.06	0.86	0.96	0.08	0.02	0.07	0.09	0.56	0.02
Pb	6.84	3.44	2.09	5.96	10.29	< 5	5.91	< 5	6.45	< 5
Th	0.25	0.20	1.20	1.33	2.01	0.07	0.16	0.62	5.85	1.03
U	0.08	0.07	0.17	0.16	0.52	0.09	0.05	0.19	1.88	0.22
(La/Yb) _n	1.02	0.46	2.41	2.20	3.55	0.31	0.53	0.55	6.80	4.34
(La/Sm) _n	0.78	0.40	1.40	1.36	2.58	0.35	0.56	0.53	2.30	1.82
(Ce/Yb) _n	1.14	0.64	2.27	2.03	2.88	0.42	0.65	0.66	6.24	3.63
Ce/Ce*	1.01	0.99	1.02	0.97	1.01	1.00	1.05	1.28	1.02	0.93
Eu/Eu*	1.05	1.06	0.99	0.97	0.95	0.98	1.02	0.76	0.69	1.08

Петрографийн судалгааны дүнгээр эдгээр суурьлаг вулканоген чулуулгууд нь ногоон чулууны хувиралд их бага хэмжээгээр автсан нь тогтоогдсон учраас эртний метавулканитуудын ангилалд өргөн хэрэглэгддэг SiO_2 ба Nb/Y харьцаанд үндэслэсэн ангилалын диаграммыг ашиглаж үзэхэд шүлтлэгдүү базальтын найрлагатай чулуулаг зонхилж бага хэмжээгээр шүлтлэг базальт тохиолдоно (Зур.5в). Чулуулгийн Al_2O_3 -ын агуулга 13.82-16.94% хооронд хэлбэлзэх

бөгөөд тэдгээрийн A/CNK харьцаа харьцангуй бага, 0.45-0.85, харин A/NK харьцаа 1.57-4.51 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь чулуулгийг хөнгөнцагаанаар дунд зэрэг ханасан болохыг харуулна (Зур.5г).

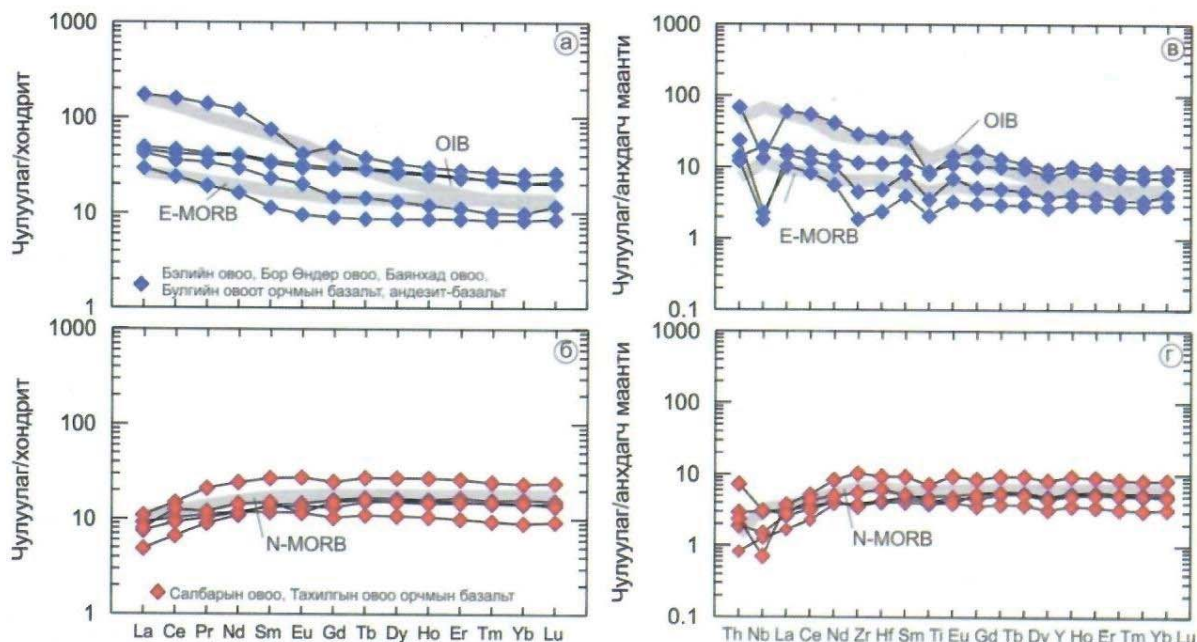
Чулуулгийн магнийн ислийн агуулга 2.62% ба 7.89% хооронд хэлбэлзэх бөгөөд MgO агуулга ихсэхэд TiO_2 , P_2O_5 , La, Th, Zr агуулга буурах сөрөг хамаарал ажиглагдана (Зур.6).



Зур.6. Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгуудын MgO агуулга-гол болон сарнимал зарим элементүүдийн хамаарлын диаграм.

Тахилга формацын суурьлаг вулканоген чулуулгийн хондритоор нормчилсон ГХЭ-ийн диаграмд өөр хоорондоо ялгаатай тархалтын хэлбэрүүд ажиглагдана (Зур.7). Бэлийн овоо, Булгийн овоот, Бор Өндөр болон Баянхад овооны өмнө тал орчмын базальт, андезит-базальтуудын хувьд ГХХӨЭ-ээр харьцангуй баяжсан, өөрөөр хэлбэл $(\text{La}/\text{Yb})_n$ харьцаа нь 2.2-6.8 хооронд хэлбэлзэнэ (Зур. 7а). Харин Салбарын овооны зүүн талын тектоникийн блок болон Тахилгын овоо

орчмын базальтад ГХХӨЭ-ээр эрс шавхагдсан буюу $(\text{La}/\text{Yb})_n$ харьцаа нь 0.31-1.02 хооронд хэлбэлзэх өөр төрлийн хэлбэр илэрнэ (Зур.7в). Харин ГХХүЭ-ийн хувьд эдгээр чулуулгууд нь хоорондоо нилээд төстэй, агуулга нь хондритоос 10-30 дахин их байгаа нь ажиглагдахаас гадна ГХЭ-ийн муруйд Eu-ийн гажил өгөөгүй нь кальцийн плагиоклаз агуулсан болохыг илэрхийлнэ.



Зур.7. Мөрөнгийн дүүргийн Тахилга формацийн суурьлаг вулканоген чулуулгийн CI хондритийн найрлагаар нормчилсон ГХЭ-ийн ба анхдагч маантийн найрлагаар нормчилсон ховор элементүүдийн спайдер диаграм. Нормчлолын өгөгдлүүдийг Sun & McDonough (1989)-ын ажлаас авав.

Анхдагч маантийн найрлагаар нормчилсон тогтвортой ховор элементийн спайдер диаграммаас харахад ГХХӨЭ-ээр баяжсан суурьлаг вулканитуудад Th ба Nb-ийн ялгаатай тархалт харагдана. Үүнд: Хэрвээ $(La/Yb)_n$ харьцаа нь 2.2-2.4 хооронд хэлбэлзэх Ноён овоо ба Булгийн овоо орчмын базальтуудад Th-ийн сулавтар сөрөг гажил Nb-ийн эерэг гажилтай хамт илэрч байгаа бол $(La/Yb)_n$ харьцаа нь 3.6-6.8 хооронд хэлбэлзэх Бэлийн овоо, Баян хад овоо, Бор өндөр овоо орчмын андезитбазальтуудын хувьд Th-ийн эерэг гажил нь Nb-ийн гүнзгий сөрөг, Zr, Ti-ий сулавтар сөрөг гажлуудтай хавсран илэрч байгаа онцлог ажиглагдана (Зур.7в). Харин ГХХӨЭ-ээр эрс шавхагдсан вулканитуудад зөвхөн Th-ийн эерэг, Nb-ийн сөрөг гажил илэрнэ (Зур.7г).

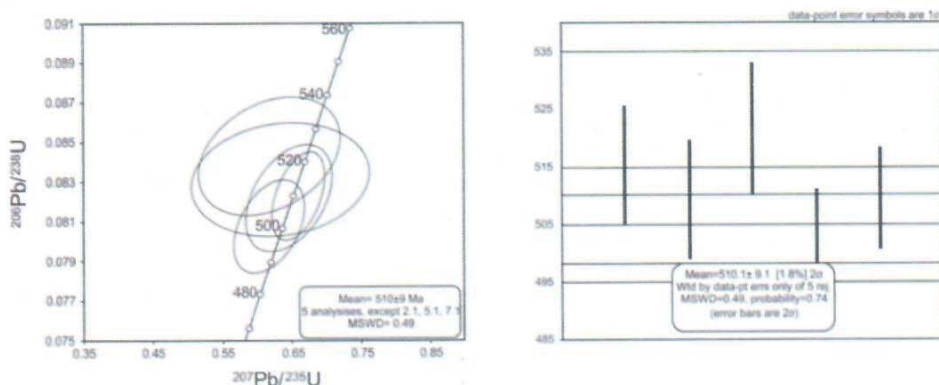
5. Хэлэлцүүлэг

5.1. Тахилга формацийн насны асуудал ба Rb-Sr, Sm-Nd-ийн изотоп

Вулканоген зузаалгийн доод хэсгийн шохойжингийн үенээс өмнөх судлаачдын илрүүлсэн вендийн *Ambigolomellatushorridus* Z.Zhur., *Volvatellazonalis* Nar., *V.vadosa* Z.Zhur.,

Osagianimia Z.Zhur. зэрэг онколитын үлдвэрүүд нь тус формацийн насны доод хязгаарыг заадаг билээ (Бямба, 1991; Монголын стратиграфийн толь., 1994). Хэдийгээр бид базальтын насыг геохронологийн шинжилгээгээр шууд тогтоогоогүй ч гэсэн Тахилгын овооны зүүнхойд талд зураглагддаг ногоон чулууны хувиралд автсан базальтын дээд талд байрлах дундлаг вулканитийг зүссэн габброгийн жижиг биетийн насны өгөгдлөөр Тахилга формацийн насны дээд хязгаарыг тодорхойлох боломжтой юм (Зур.8). Тус габброгийн биетээс авсан O6934113 дээжний 5 цирконы мөхлөгт хийгдсэн U-Pb-ын геохронологийн хэмжилтээр 510 ± 9 с.ж. нас тогтоогдсон нь Тахилга формацийн вулканоген хэсгийг доод-дунд кембрийн түвшинд авч үзэх боломжтойг харуулж байна.

Rb-Sr, Sm-Nd-ийн изотоп. Вулканоген чулуулгийн гарал үүсэл буюу анх талсжсан эх үүсвэр маагмын изотопын найрлага болон талсжилтын загвар насыг тогтоох зорилгоор базальтын HN78 ба HN87/5 дээжийг сонгон авч Rb-Sr болон Sm-Nd-ийн изотопын шинжилгээнд хамруулсан юм (Хүс.2).



Зур.8. Мөрөнгийн дүүргийн габброгийн О6934113 дээжний цирконуудын үнэмлэхүй насны конкордын диаграмм

Хүснэгт 2.

Вулканоген чулуулгийн Rb-Sr, Sm-Nd-ийн изотопын найрлагын өгөгдлүүд

Samples	Age(Ma)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Sm}$	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Sm}$	$\epsilon\text{Nd}(0)$	$\epsilon\text{Nd}(t)$	TDM2	$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})$
HN78	510 Ma	0.024391	0.706087±8	0.705911	0.169544	0.512965±4	6.38	8.2	570	0.512399
HN87/5	буюу дээд хязгаар	0.077517	0.707361±7	0.706798	0.220226	0.513147±4	9.94	8.4	550	0.512412
HN78	635 Ma	0.024391	0.706088±8	0.705867	0.169544	0.512965±4	6.38	8.6	637	0.512259
HN87/5	буюу доод хязгаар	0.077517	0.707361±7	0.706659	0.220226	0.513147±4	9.94	8.0	683	0.512231

Дээрх хүснэгтээс харахад вулканоген чулуулгийн неодимийн изотопын харьцаа ($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$) нилээд ойролцоо, 0.512965 ба 0.513147, харин $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ харьцаа 0.706088 ба 0.707361 байгаа нь харагдана. Бид энэхүү судалгааны явцад базальтын насыг тогтоогогүй учир чулуулгийн изотопын найрлага болон загвар насыг нарийвчлан тооцоолоход хүндрэлтэй юм. Гэхдээ формацийн насны дээд ба доод хязгаарт үндэслэн тооцоог хийж үзэхэд аль ч тохиолдолд, өөрөөр хэлбэл 635 с.ж-ээс 510 с.ж-ийн хооронд байрлах аль ч насны интервалд ϵNd утга +8.0 ба +8.6 хооронд буюу эерэг байгаа нь харагдана. Түүнчлэн базальтын шавхагдсан маанти буюу $T_{\text{DM}2}$ загварт үндэслэн тооцоолсон загвар нас 570-550 с.ж ба 683-637 с.ж хооронд хэлбэлзэж байгаа нь чулуулгийг доод эсвэл дээд неопротерозойгоос хэтрэхгүй настай харьцангуй залуу ювениль царцдасаас эх үүсвэртэй болохыг илтгэнэ (Хүс.2).

5.2. Тахилга формацийн суурьлаг вулканоген чулуулгийн петрогенезис ба үүслийн геодинамик

Базальт нь геодинамикийн янз бүрийн нөхцөлд үүсдэг бөгөөд тэдгээр нь геохимийн онцлогоороо хоорондоо ялгаатай байдаг. Иймээс базальтын геохимийн онцлог нь тэдгээрийн үүслийн геодинамик орчин, маагмын эх үүсвэр болон

петрогенезисийг тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой юм (Kerrick, Wyman, 1977). Урьдхэмрийн болон түрүү палеозойн далайн царцдасын суурьлаг вулканоген чулуулгуудын маантийн эх үүсвэрийн төрөл, петрогенезис, үүслийн геодинамик орчныг тогтоох нь харьцангуй залуу чулуулгуудыг бодвол ихээхэн төвөгтэй байдаг. Энэ нь Na, K ба Rb, Sr, Ba, Pb зэрэг том ионт литофиль элементүүд болон Sr, Pb-ын изотопуудын анхдагч агуулга нь далайн ёроолын нөхцөлд базальтын бялхалт явагдах үед болон дараа дараачийн постмаагмын процессын нөлөөгөөр ихээхэн өөрчлөгддөгтэй холбоотой юм (Sun, McDonough, 1989). Плитийн доторхи арлан нумын базальт нь цөм ба маантийн заагаас дээш өгсдөг маантийн плюмийн нөлөөгөөр үүсдэг бөгөөд ГХХөЭ, Ti, Nb ба Th зэрэг үлнийцлэг элементүүдээр баяжсан байдаг онцлогтой (Maruyama et al., 2007; Zindler, Hart, 1986). Харин далайн голч нурууны бүсэд дээд маантийн материалын хайлалтын явцад үүсдэг ДГНБ нь харьцангуй нэг төрлийн бүрэлдэхүүнтэй, Ti, ГХХөЭ, Nb, Th зэрэг өндөр цэнэгтэй элементүүдээр шавхагдсан байдаг байна (Zindler, Hart, 1986; Saunders et al., 1988).

Мөрөнгийн дүүргийн суурьлаг вулканоген чулуулгийн хувьд тэдгээрийн LOI 0.96-3.23%, Ba/Rb харьцаа 2.6-32.5 хооронд тус тус хэлбэлзэж

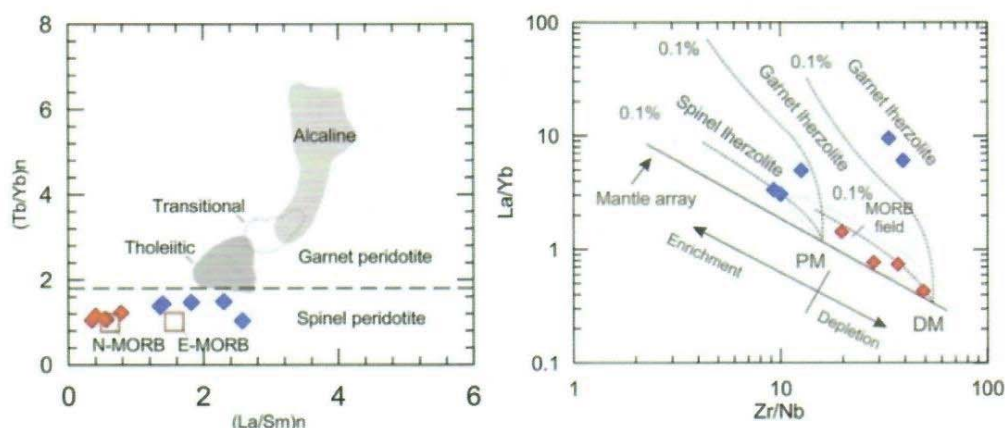
байгаа нь чулуулгийг бага зэргийн хувиралд автсаныг илтгэхээс гадна том ионт литофиль элементүүд нь ихээхэн хөдөлгөөнтэй байсаныг харуулна (Хүс.1). Иймээс Тахилга формацийн суурьлаг вулканоген чулуулгийн петрогенезисийн судалгаанд геологийн аливаа процессын явцад хөдөлгөөн багатай Th, Nb, Ta, Zr, Y болон ГХХеЭ зэрэг өндөр цэнэгтэй элементүүдийг голчлон ашигласан болно.

1.Булгийн овоо, Ноён овоо, Баянхад овоо орчмын базальтуудад (HN78; HN96; HN99) цахиурын ислийн агуулга харьцангуй бага (48.65-48.9 жин.%), төмөр ба магнийн ислийн агуулга (Fe_2O_3 10.5-13.0 жин.%, MgO 3.44-6.28 жин.%), Mg#-ийн утга (0.37-0.46) болон Cr (303-306 г/т), Co (32-48 г/т), Ni (122-143г/т)-ийн агуулга нилээд өндөр байгаа нь ажиглагдана (Хүс.1). Тэрчлэн чулуулга нь шүлтлэг базальтын найрлагатай, өндөр температурын царцдасаас үүсэлтэй болох нь харагдана (Зур.5в). Вулканитуудын Zr/Nb харьцаа 9.32-10.0, ГХХеЭ ба ГХХүЭ-ийн ялгарал харьцангуй бага $[(\text{La}/\text{Sm})_n=1.36-1.4$, $(\text{Gd}/\text{Yb})_n=1.39-1.46]$ байгаагаас гадна анхдагч маантийн найрлагаар нормчилсон спайдер диаграмд La ба Th-той харьцуулбал Nb-ийн сулавтар эерэг гажил $[(\text{Nb}/\text{La})_{\text{PM}}=1.14-1.39$; $(\text{Nb}/\text{Th})_{\text{PM}}=1.37-1.40]$ илэрч байна. Nb-ийн эерэг гажилыг ихэнх судлаачид маантийн плюмтэй холбон тайлбарладаг (Сафонова и др., 2011). Бэлийн овоо, Бор өндөр овоо орчмын андезитбазальт (HN63; HN101) нь цахиурын ислийн агуулга харьцангуй өндөр (53.71-55.47 жин.%), төмрийн ислийн агуулга дунд зэрэг (Fe_2O_3 10.45-11.33 жин.%), магнийн ислийн агуулга бага (MgO 2.55-3.55%), Cr (36-274 г/т), Co (22-43 г/т), Ni (25-79 г/т)-ийн агуулга харьцангуй бага байгаа нь ажиглагдана (Хүс.1). ГХЭ-ийн хувьд ГХХеЭ-ээр эрс баяжсан $[(\text{La}/\text{Yb})_n=3.55-6.8$, $(\text{La}/\text{Sm})_n=1.82-2.58]$, ГХХүЭ-ийн ялгарал бага $[(\text{Gd}/\text{Yb})_n=1.07-1.93]$ онцлог илэрнэ. Андезит-базальтуудын анхдагч маантийн найрлагаар нормчилсон спайдер диаграмд Nb тод илэрсэн сөрөг гажил Th-ийн эерэг гажилтай $[(\text{Nb}/\text{La})_{\text{PM}}=0.12-0.23$; $(\text{Nb}/\text{Th})_{\text{PM}}=0.09-0.19]$ хавсран илэрч байна. Далайн голч нурууны базальтад Nb сөрөг гажил Th-ийн эерэг гажилтай хавсран илрэх нь нийтлэг биш байдаг бөгөөд харин царцдасын материалаар бохирлогдсон суурьлаг вулканиит нь ГХХеЭ-ээр баяжиж, Nb, Ta, Ti зэрэг элементүүдээр ядуурсан байдаг онцлогтой (Rudnick and Gao, 2003). Мөн зарим судлаачид Nb-

ийн сөрөг гажлыг субдукцаас үүдэлтэй флюидын нөлөөтэй мөн холбон тайлбарладаг (Woodhead et al., 2001). Эдгээр өндөр температурын тогтвортой элементүүдийн сөрөг гажил нь субдукцлэх үеийн усны оролцооноос хамаарч температур буурсантай холбоотой. Ийнхүү дээр дурдсан бүлэг чулуулгийн геохимийн онцлог нь тэдгээрийг субдукцийн дээрх арлан нумын бүрдэл болохыг харуулж байна.

2.Тахилгын овоо, Салбарын овоо орчмын базальт (HN87-1; HN87-3; HN87-5; KN4-20; KN4-43)-уудад цахиурын ислийн агуулга харьцангуй бага (46.00-49.5 жин.%), төмөр ба магнийн ислийн агуулга (Fe_2O_3 6.78-12.72 жин.%, MgO 4.42-7.51 жин.%), Mg#-ийн утга (0.41-0.64) болон Cr (250-724г/т), Co (34-58 г/т), Ni (40-275 г/т)-ийн агуулга өндөр байгаа нь ажиглагдана (Хүс.1). Эдгээр суурьлаг вулканиит нь ГХХеЭ-ээр эрс шавхагдсан ба ГХХүЭ-ийн ялгарал бага $[(\text{La}/\text{Yb})_n=0.31-1.02$, $(\text{La}/\text{Sm})_n=0.35-0.78$, $(\text{Gd}/\text{Yb})_n=0.93-1.15]$ байгаагаас гадна анхдагч маантийн найрлагаар нормчилсон спайдер диаграмд Th ба Nb-ийн маш сул илэрсэн сөрөг гажил $[(\text{Nb}/\text{La})_{\text{PM}}=0.19-0.9$; $(\text{Nb}/\text{Th})_{\text{PM}}=0.3-0.7]$ ажиглагдана. Эдгээр вулканитуудын Zr, Y болон ХөГХЭ зэрэг өндөр цэнэгтэй ихэнх элементүүдийн онцлог нь “ердийн” далайн голч нурууны базальтын шинжтэй төстэй байгаа нь харагдана. Түүнчлэн далайн голч нурууны зарим базальтад $(\text{Nb}/\text{La})_{\text{PM}}$ харьцаа 1-ээс бага байдаг талаар зарим судлаачид тэмдэглэсэн байдаг (Haase, 2002). Энэ бүгд нь эдгээр суурьлаг вулканитуудыг “ердийн” далайн голч нурууны базальт болохын зэрэгцээ түүнийг офиолит эвшлийн нэгэн хэсэг болохыг харуулж байна.

Тахилга формацийн ихэнх суурьлаг вулканоген чулуулгууд ГХХүЭ-ийн ялгаралын хувьд хоорондоо нилээд төстэй, бараг шугаман хэлбэрийн тархалттай, агуулга нь хондритоос 10-30 дахин их байгаа нь тэдгээрийн эх үүсвэрт нь гранат оролцоогүйг илтгэнэ. Харин титаны ислийн агуулга багатай суурьлаг вулканитуудын хувьд ГХХүЭ-ээр үл ялиг баяжсан байгаа нь түүний маантийн эх үүсвэрт гранат оролцсон байж болохыг харуулна. Иймээс вулканитуудын маантийн эх үүсвэрийн онцлогийг тогтооход өргөн ашиглагддаг La, Sm, Tb, Yb, Zr болон Nb зэрэг элементүүдийн өгөгдөлд боловсруулалт хийж үзэхэд $(\text{Tb}/\text{Yb})_n$ харьцаа 1.04-1.49 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь базальтын маагм нь шпинель агуулсан маантийн эх үүсвэртэй байх боломжтойг харуулж байна (Зур.9а).

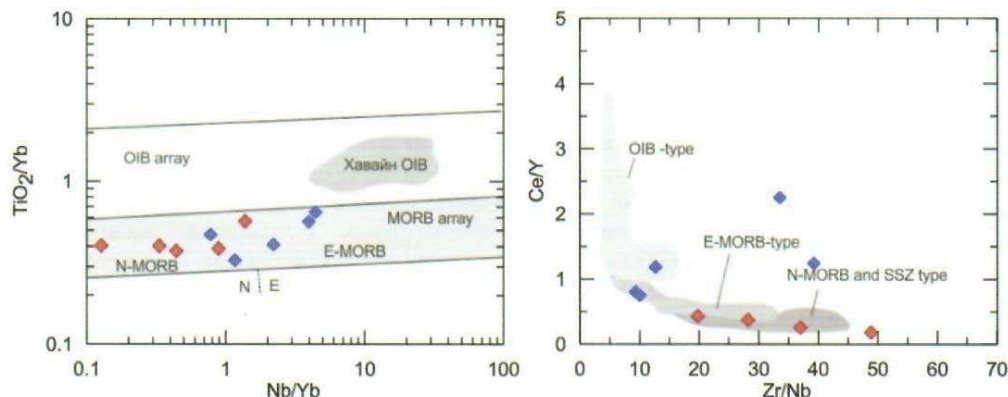


Зур.9. Тахилга формаций суурьлаг вулканитуудын а) $(La/Sm)_n$ ба $(Tb/Yb)_n$ (Zhi et al., 1990), б) Zr/Nb ба La/Yb (Aldanmaz et al., 2006) харьцааны дискриминацийн диаграм.

Харин Zr/Nb ба La/Yb дискриминацийн диаграмм дээрээс харахад Тахилгын овоо, Салбарын овоо орчмын базальтын маагм нь шпинель агуулсан маантийн хайлалтын зэрэг өндөртэй хэсэгчилсэн хайлалтаас үүсэлтэй гэж үзэх боломжийг олгож байна (Зур.9б).

Түүнчлэн суурьлаг вулканитуудын Nb/Yb - TiO_2/Yb , Zr/Nb - Ce/Y -ийн дискриминацийн диаграм

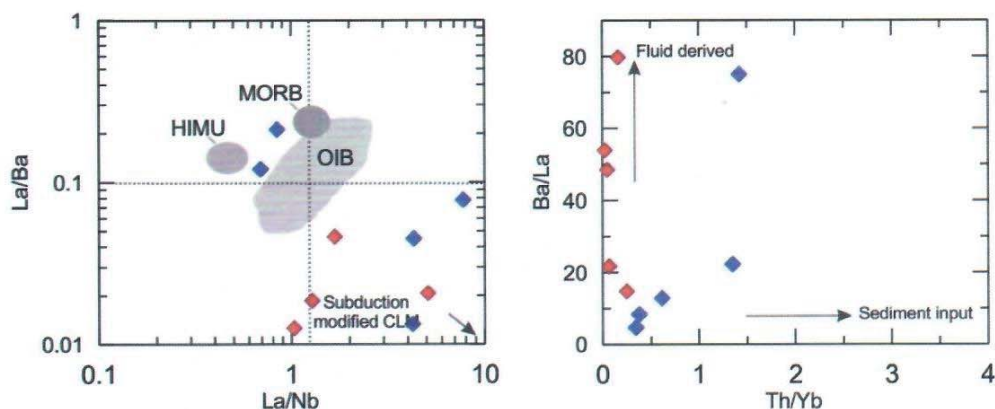
дээрээс харахад Тахилгын овоо, Салбарын овоо орчмын базальтууд нь гол төлөв N-төрлийн ДГН-д үүссэн байхад Булгийн овоо, Ноён овоо, Баянхад, Бэлийн овоо, Бор өндөр овоо орчмын базальтууд нь баяжсан ДГН-д буюу арлан нумын нөхцөлд үүссэн болох нь харагдаж байна (Зур.10).



Зур.10. Тахилга формаций суурьлаг вулканитуудын үүссэн геодинамик нөхцлийг тогтоох а) Nb/Yb ба TiO_2/Yb (Pearce, 2008), б) Zr/Nb ба Ce/Y (Göncüoğlu et al., 2010) дискриминацийн диаграм.Талбайнууд: OIB-далайн арлан нумын базальт, E-MORB, N-MORB-баяжсан ба ердийн далайн голч нурууны базальт

N-MORB, E-MORB үүсвэртэй ихэнх суурьлаг вулканитуудын анхдагч маантийн найрлагаар нормчилсон тогтвортой ховор элементийн диаграм дээр Nb -ийн сөрөг гажил ажиглагдаж байгаа нь анхаарал татаж байна. Учир нь далайн голч нурууны базальтад хавсран илэрсэн Nb сөрөг, Th -ийн эерэг гажлуудыг судлаачид царцдасын материалаар бохирлогдсон эсвэл субдукцаас

үүдэлтэй флюидын нөлөөтэй холбон тайлбарладаг талаар дээр дурдсан. Иймээс Мөрөнгийн дүүргийн базальтуудын Th , Yb , Ba , La зэрэг элементүүдийн өгөгдөлд боловсруулалт хийж үзэхэд ихэнх базальтуудын үүсэлд эх газрын царцдасын бохирдлоос илүүтэйгээр субдукцаас үүдэлтэй флюидын нөлөө их байсан гэж үзэж болохоор байна (Зур.11).



Зур.8. Тахилга формаций суурьлаг вулканитуудын а) La/Nb-La/Ba (Saunders et al., 1992), б) Ba/La-Th/Yb (Woodhead et al., 2001) дискриминацийн диаграмм. Талбайнууд: CLM-эх газрын литосферийн маанти, MORB-далайн голч нурууны базальт, OIB-далайн арлын базальт, HIMU-U/Pb өндөр харьцаатай маанти

Харин Баянхад овоо ба Бор өндөр овоо орчимд тархсан бүйлслэг ба лейстэт базальтуудын хувьд магадгүй эх газрын царцдасын бохирдлын нөлөө илүү байсаныг үгүйсгэхгүй. Учир нь судалгааны өнөөгийн түвшинд геохими, изотопын өгөгдлүүдийн хязгаарлагдмал байдалтай холбоотойгоор бид дээрх базальтуудыг арлан нумын базальтын хэмжээнд авч үзэж байгаа боловч тэдгээрийн зарим геохимийн шинж чанар нь бусад базальтуудаас нилээд ялгаатай байгааг тэмдэглэх нь зүйтэй.

Хэрлэнгийн дүүргийн хэмжээнд урьд өмнө явагдсан судалгааны ажлуудаас харахад бидний судалгаа явуулсан талбай нь Ж.Бямба нарын ялгасан Хэрлэнгийн эх газрын нумын хэмжээнд байрлах бөгөөд тус нумыг дээрх судлаачид ерөнхийд нь гнейс-занараас тогтсон эртний суурин дээр үүссэн эх газрын идэвхтэй захын хэмжээнд авч үзсэн байдаг (Бямба., Жаргалсайхан, 1988; Бямба нар, 2012). Энэ нь Эрэндавааны террейний Царигийн голын дүүргийн дээд силүр-доод девоны бимодаль вулканоген эвшлийн Rb-Sr, Sm-Nd-ийн изотопын судалгааны дүнгээр эдгээр чулуулаг нь 1.2 млрд.жилийн настай эртний царцдасын оролцоотой эх үүсвэрээс үүссэн болох нь тогтоогдсон өгөгдлүүдтэй нийцэж байна (Наранццэг нар., 2016). Харин бидний явуулсан Тахилга формаций суурьлаг вулканоген чулуулгийн геохими, изотопын шинжилгээний дүнгээр Өндөрхааны дүүргийн хэмжээнд нилээд ялгаатай байдал ажиглагдаж байна. Учир нь тус формацад ангилагдаж ирсэн суурьлаг вулканоген чулуулгууд нь ердийн ба баяжсан далайн голч нурууны базальтын шинжтэй, эх газрын царцдасын нөлөөнөөс илүүтэйгээр субдукцаас үүдэлтэй флюидын нөлөөнд автсан байгаагаас гадна дунд, магадгүй дээд неопротерозойн загвар настай харьцангуй залуу ювениль царцдасаас үүссэн

байгаа нь цаашид нарийвчилсан изотопын судалгааг үргэлжлүүлэх, бүс нутгийн геологийн хөгжлийн түүхийг эргэж харах шаардлагыг бий болгож байна.

Дүгнэлт

Мөрөнгийн дүүрэгт эдиакар-доод кембрийн Тахилга формацад ангилагдаж ирсэн вулканоген зузаалгийн бүрэлдэхүүнд литологийн найрлага, петро-геохимийн онцлогоороо ялгаатай 2 төрлийн вулканит ялгагдаж байгаа нь бидний явуулсан судалгааны дүнгээр тогтоогдлоо.

Чулуулгийн геохимийн онцлогт үндэслэн дүгнэлт хийж үзэхэд Салбарын овооны зүүн талын тектоникийн блок, Тахилгын овоо болон Ноён овоо орчимд илрэх базальтууд нь геохимийн онцлогоороо шавхагдсан маантиас үүсэлтэй ердийн далайн голч нурууны базальтад хамаарагдах бөгөөд Хэрлэн офиолит эвшлийн бүрэлдэхүүнд багтана. Харин Мөрөнгийн дүүргийн Бэлийн овооноос Хавтгай уулын зүүн өмнө тал хүртэл үргэлжлэх тектоникийн блокууд, Булгийн овоо орчим, Бор Өндөр болон Баянхад овооны өмнө тал орчмын базальт, андезит-базальтууд нь субдукцийн дээрх арлан нумын бүрдэлд хамаарагдах бөгөөд Палеоазийн далайн арланнумын үлдэц структурийг илэрхийлнэ.

Тахилга формацад ангилагдаж ирсэн суурьлаг вулканоген чулуулгууд нь ердийн ба баяжсан далайн голч нурууны базальтын шинжтэй, эх газрын царцдасын нөлөөнөөс илүүтэйгээр субдукцаас үүдэлтэй флюидын нөлөөнд автсан байгаагаас гадна харьцангуй залуу буюу неопротерозойн загвар настай ювениль царцдасаас үүссэн байгаа нь цаашид нарийвчилсан изотопын судалгааг үргэлжлүүлэх, бүс нутгийн геологийн

хөгжлийн түүхийг эргэж харах шаардлагыг бий болгож байна.

Талархал

Хээрийн болон суурин судалгааны ажлын явцад үнэтэй заавар зөвлөлтөө өгсөн тус хүрээлэнгийн ЭШТэрА, академич О.Төмөртоогоо, ЭШТэрА, доктор Д.Оролмаа, доктор С.Ариунбилэг болон хамтран ажилласан бусад судлаачиддаа талархал илэрхийлье.

Ашигласан хэвлэл

- Агафонов Л.В., Ступаков С.И., 1983. Петрология и минералогия базитовых, ультрабазитовых и метаморфических пород Керуленской зоны разломов. Гипербазитовые ассоциации складчатых областей: Сб науч тр., Вып.2. Новосибирск, с.71-87
- Амантов В.А. 1966. Первая находка отложений нижнего кембрия в Восточной Монголии. В кн: Материалы по геологии Монгольской Народной Республики. М: Недра. с.13-15
- Благодаров В.А. 1973. Верхний докембрий – нижний кембрий. В кн: Геология МНР, т.I Стратиграфия. М: Недра. с. 62-98
- Бямба Ж., 1991. Тектоническое развитие Монголии в позднем протерозое-раннем палеозое и условие образования древних фосфоритов, дисс. на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук, Москва
- Бямба Ж., Жаргалсайхан Д. 1988. К истории развития рифейско-раннекембрийского Прикеруленского прогиба (Восточная Монголия), Доклады Болгарской Академии наук, том 41, №6, стр 55-58
- Бямба нар, 2012. Монголын геологи ба ашигт малтмал цуврал, 4-р боть, х 223-227
- Переги Ж., Бямба Ж., Галошфай М, 1988. Гранитоидеясовые купола в Восточной Монголии, Геотектоника, №2, стр 120-122
- Геология Монгольский Народной республики, Стратиграфия. 1973, Том 1, Ответственные редакторы Н.А. Маринов, Л.Н. Зоненшайн, В.А. Благодаров, Издательство Недра.
- Зоненшайн Л.П., 1972. Учение о геосинклиналях и его приложение к Центрально Азиатскому складчатому поясу, М. Недра, 240 с
- Калимуллин С.М и др.1968. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна среднего течения реки Керулен. Ф-3797.
- Монголын стратиграфийн толь, 1994, Ерөнхий редактор Ч.Минжин, 233 х
- Монголын Геологи ба ашигт малтмал, 2011, 1-р боть Стратиграфи, ерөнхий редактор Ж.Бямба
- Наранццэг Ц., Оролмаа Д., Юан Чао., Гюо Лей., Тонг Ийнг., Дэлгэрзаяа П., Энх-Орших О., 2016. Хэрлэнгийн эртний массивын Царигийн голын дүүргийн дунд палеозойн бимодаль вулканоген чулуулгийн петрогенезис ба үүслийн геодинамик. Монголын Палеонтологи сэтгүүл, эрдэм шинжилгээний бүтээл №2, х.83-98.
- Наранццэг Ц., Юан Чао, Төмөрхүү Д., Дэлгэрзаяа П., Энх-Орших О., 2015 Хэрлэнгийн дүүргийн метаморф бүрдүүдийн геохронологи, геохими, үүслийн геодинамикийн асуудалд, х.69-88
- Оролмаа Д., Төрболд С., Одгэрэл Д., 2015. Өндөрхааны дүүргийн түрүү палеозойн гранитоид: геохронологи ба геохими, Хайгуулчин, №53, х.54-68.
- Оюунчимэг Т., Отгонбаатар Д., Баттүшиг А., Төмөрхүү Ю. 2016. Хартолгойн офиолит эвшлийн геологи, геохими. Монголын Палеонтологи сэтгүүл, эрдэм шинжилгээний бүтээл №2, х.98-104.
- Сафонова И.Ю., Буслов М.М., Симонов В.А., Изох А.И., Комия Ц., Курганская Е.В., Оно Т. 2011, Геохимия, петрогенезис и геодинамическое происхождение базальтов из Катунского аккриционного комплекса Горного Алтая, Геология и геофизика, т 52, №1, с 541-567
- Тектоника МНР, Москва Недра, 1974, 280с.
- Томуртоогоо, 1989. Офиолиты и формирования складчатых областей Монголии, Автореф. дис. д-ра геол.-минералог. наук, ГИН АН СССР, сс 59.
- Төмөртоогоо О. 2012. Монгол орны ороген мужуудын тектоник мужлалт. Геологи судлал: ГЭБХ-ийн бүтээл, № 21, х.5-25.
- Төмөртоогоо О. 2014. Монгол орны эртний массивуудын тогтоц ба угшлын асуудал. Геологи сэтгүүл 28. х.23-33
- Шербаков С.А. 1996. Доклады Академии Наук. Тектоническая позиция офиолитов в Керуленской зоне восточной Монголии. т. 351, № 3, с. 379-382
- Aldanmaz, E., Koprubasi, N., Gurer, Ö.F., Kaymakci, N., Gourgaud, A., 2006. Geochemical constraints on the Cenozoic, OIB-type alkaline volcanic rocks of NW Turkey: implications for mantle sources and melting processes. Lithos 86, 50–76
- Göncüoğlu, M.C., Koksai, S. & Gürsu, S., 2011. How to classify the Late Neoproterozoic magmatism in diverse alpine terranes in Anatolia: Cadomian or Pan-African. 23. Colloq.African Geology, 8, Abstract Vol., 160
- Haase K.M, 2002. Geochemical constraints on magma sources and mixing processes in Eastern Microplate MORB (SE Pacific): a case study of plume-ridge interaction. Chem. Geol. v 182, p 335-355
- Humphris S.E., Thompson G, 1978. Hydrothermal alteration of oceanic basalts by seawater, Geochim. Cos-mochim. Acta, v 42, p 107-125.
- Jensen, L.S, 1976. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks, Ontario Division Mines Misc., 66 p
- Kerrick R., Wyman D.A, 1977. Review of developments in trace-element fingerprinting of geodynamic settings and the implications for mineral exploration, Austral. J. Earth Sci. v 44, p 465-487
- Le Maitre, R.W., 1989. A Classification of Igneous Rocks and a Glossary of Terms: Recommendations of the International Union of Geological Sciences Sub-commission on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell, Oxford
- Pearce J.A., Cann J.R, 1973. Tectonic setting of basic rocks determined using trace element analyses, Earth Planet. Sci. Lett., v 19, p 290-300
- Pearce, J.A., and Norry, M.J., 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks: Contributions to mineralogy and Petrology, v 68, p 33-47
- Pearce J.A., 2008. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust, Lithos, 100, p 14-48
- Rudnick, R.L., Gao, S., 2003. Composition of the continental crust. In: Rudnick, R.L. (Ed.), The Crust, vol. 3, Elsevier, pp. 1–64.
- Saunders A.D., Norry M.J., Tarney J., 1988. Origin of MORB and chemically-depleted mantle reservoirs: trace element constraints, J.Petrol., Spec. Lithosphere Iss. p 415-455
- Sun S.S., McDonogh W.F., 1989. Chemical and Isotopic Systematics of Ocean Basalts: Implication for Mantle Composition and Processes. In: Magmatism in Ocean Basins, Saunders, A.D. and M.J. Norry (Eds.), Geol. Soc. London Special Publication, London, p.313-345.
- Safonova, I.Yu., Simonov, V.A., Buslov, M.M., Ota, T., Maruyama, Sh., 2008. Neoproterozoic basalts of the Paleo-Asian Ocean (Kurai accretionary zone, Gorny Altai, Russia): geochemistry, petrogenesis, and geodynamics. Russian Geology and Geophysics 19, 254–271.
- Winchester J.A., Floyd P.A., 1977. Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed basic igneous rocks// Earth Planet.SciLett. Vol.28, p.325-343.
- Woodhead, J.D., Hergt, J.M., Davidson, J.P., Eggins, S.M., 2001. Hafnium isotope evidence for 'conservative' element mobility during subduction zone processes. Earth Planet. Sci. Lett. 192, 331–346.
- Zindler A., Hart S.R, 1986. Chemical geodynamics, Ann. Rev. Earth Planet. Sci., v 14, p 493-571