



Хангай-Хэнтийн пермийн далайн субдукцийн орой дээр үүссэн вулкан-плутон бүслүүр ба плюмын интрузивын тухай

Ж.Бямба^{1*}, Д.Оролмаа², Ш.Алтаншагай¹, Б.Манзшир¹

¹Геологийн Судалгааны Төв, “Хойд-Төв-Зүүн Азийн гүний тогтоц ба металожен” төсөл

²Палеонтологи-Геологийн Хүрээлэн

ABSTRACT

In this article we are expressed our views about Khangai-Khentii folded zone and their surrounding structures of igneous rock as arched like as “horse-shoe” structure to south west direction, described by scholars’ were Orogenic structure of Epi-Hercynian /Zonenshain,1973/; late Paleozoic orogeny /Mossakovskii,1974/; late Paleozoic rifting /Byamba,2001/; Permian volcano-plutonic association /Gavrilova, Orolmaa,1991/; volcano-plutonic zone /Badarch,2002/; terrain of active continental margin /Tumurtoogo, 2003/; intraplate arc, active continental margin /Byamba,2012/; mantle plume of north east Asia /Kuzmin, Yarmolyuk,2012/ etc.

Today, from view of the plate tectonics theory and gathered data of regional geology, petrography, geochemistry, and isotope research, shows all the surrounding volcanic structures of Khangai-Khentii folded zone, are approximate aged, but geodynamic environments are different as continental arc, continental rifting and continental active margins like as differentiated igneous path thru the crust. But intra-fold zone, plume related intrusion complexes / Kuzmin, Yarmolyuk,2012/ are composed and dominant by plagiogranite, gabbro-diorite and diorite (M-type, occasionally I-type) has lead some to believe that formed from primitive magma.

Key words: Permian, Active continental margin, Rift, Plume

* Corresponding author. Tel.: +976-88005121

E-mail address: megd_byamba@yahoo.com

Оршил

Хангай-Хэнтийн атираат бүсэнд бид Хангай ба Хэнтийн хотгоруудыг дамнан үүссэн атираат бүс нь ижил нэртэй далайн суурин дээр хожуу ордовикоос-перм хүртэл захаасаа дотогшоо хумигдсан аккрецын замаар үүссэн гранит-метаморф үетэй хожуу триас-түрүү юрад коллизод автан эх газар хэлбэржсэн стрүктүрүүдийг багтаалаа. Харин Монгол-Агнуурын атираат бүсийн Монголын нутаг дэвсгэрт хожуу перм-триас аккрецын замаар үүссэн гранит-метаморф үетэй юрын эцэст коллиз явагдан эх газар хэлбэржсэн стрүктүр болох Дөчгол атираат бүсийг хамаарууллаа. Хэрвээ түрүү-дунд пермийн шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг вулканит нь тасралтгүй ялгарсан найрлагатай үндсэндээ эх газар дундын (Бямба, 2012) буюу эх газрын захын нумыг (Төмөртоого, 2002) үүсгэдэг бол хожуу пермийн бимодал вулканит бол рифтийн хөгжлийг илэрхийлнэ.

Энэхүү өгүүлэлд бид зөвхөн пермийн цаг үед Хангай-Хэнтийн атираат бүсийн эргэн тойронд явагдсан субдукцийн бүсүүдийн орой дээр үүссэн

стрүктүрүүдийн онцлог гарал үүслийн талаар тайлбар өгөхийг оролдлоо. Хангай-Хэнтийн дүүргийн хэмжээнд явагдаж байсан хурдас, хуримтлал, магмын илрэл нь тухайн цаг үеийн геодинамикийн орчныг тайлах боломж олгож байгаа юм.

Бидний хийж байгаа энэхүү мэдээллээс өмнө Монгол-Агнуурын дүүргийн геологийн судалгаагаар В.А.Бобров, М.В.Куликов (1968); Л.П.Зоненшайн М.И.Кузьмин, В.М.Моралев (1976); А.А.Моссаковский, О.Төмөртоого (1976); А.Я.Салтыковский, Д.Оролмаа (1977); Р.М.Яшина, А.Г.Матреницкий (1979); В.В.Ярмолюк (1983); М.И.Кузьмин, В.В.Ярмолюк (1983), М.И.Кузьмин (1985); И.Б.Филиппова, И.Г.Смирнов нар (1987); Л.П.Зоненшайн, М.И.Кузьмин, Л.М.Натапов (1988); С.П.Гаврилова, И.Е.Максимюк, Д.Оролмаа (1989); С.П.Гаврилова, Р.М.Луличкая, Д.И.Фрих-Хар нар (1991); В.В.Ярмолюк, В.С.Самойлов, В.Г.Иванов нар (1999); Л.М.Парфенов (1999); О.Төмөртоого (1994, 2002, 2003); А.М.Козловский нар (2007); А. Кронер нар (2007); О.Гэрэл (2001); Т. Kurihara нар (2009); И.В. Гордиенко нар (2012); Ж.Бямба нар (2012); Б.Доржсүрэн (2012); В.В.

Ярмолук, М.И. Кузьмин (2012) нарын олон эрдэмтэд ажиллаж ирсэн.

Дээр дурьдсан судлаачдын материал болон өөрсдийн цуглуулсан сүүлийн үеийн мэдээллийг нэгтгэн дүгнэж үзвэл Хангай-Хэнтийн далайг хүрээлж байсан эх газрын хэмжээнд өргөн тархсан түфоген-тунамал ба магмын гаралтай (вулканоген ба интрузив) геологийн бүрдлүүдийн геодинамик орчныг тодорхойлохыг оролдов.

Арга, аргачлал.

Аргачлалын хувьд бол литосферийн плитийн үзэл баримтлалыг мөрдлөгө болгосон бол аргууд царцдасын хэмжээнд судлагдсан чулуулгийн петрографи, петрохими, структурийн талаарх өмнөх судлаачдын изотопийн судалгааны үр дүнг үндэслэгдсэн болно. Бидний зорилго бол энэ бүрдлүүдийг эхлээд найрлага, цаг хугацаа (нас) дараа нь орон зайгаар ангилан авч үзэн тэрхүү магмын илрэлүүдийн илрэх үе шат, геодинамикийн ямар орчинд үүсэж, босоо ба хэвтээ чиглэлдээ тэрхүү орчин хэрхэн хувьсаж байсныг тодорхойлохыг оролдоо. Энэ бүгд нь ямар цаг үед, ямар структурийг, ямар найрлагатай магмын илрэл үүсгэж байсныг тогтооход ач холбогдолтой байлаа. Дараа нь тэдгээрийн ялангуяа магмын бүрдлийн эх үүсвэр гүний ямар түвшнээс гаралтайг урьд өмнө нийтлэгдсэн материалыг онолын хувьд авч үзээд, үүссэн геодинамикийн орчин, улмаар тэдгээрийн талбайн, гүний ба орон зайн хувьслыг (шилжилтийг) урьдчилсан байдлаар тайлбарласан болно.

Ер нь аливаа эх газарт хөгжиж байгаа геологийн явц бол зэргэлдээ оршиж байгаа далайд явагдаж байгаа тектоник хөдөлгөөнтэй, учир шалтгааны эсвэл тухайн структурийн дор, тэр цаг үед дээд ба доод мантид болж байгаа гүний хувьсалтай холбоотой явагддаг байж болно.

Пермийн вулкан-плутон структурүүд

Үр дүн.

Бидний ойлгож байгаагаар хожуу палеозой (перм)-мезозойн цаг үед Хангай-Хэнтийн далайг хүрээлж байгаа эх газрын хэмжээнд магмын суурьлагаас-хүчиллэг, шүлтлэгдүү шүлтлэг хүртэлх найрлагатай чулуулаг илэрсэн байгааг тэрхүү Хангай-Хэнтийн далайн хөгжилтэй холбоотой гэж үзэж байна. Уллаж байсан далайн плит нь нэг талаас далай дотогшоо хумигдаж улмаар хаагдах явцад хүрээлж байсан эх газрын ба шилжилтийн царцдастай структур доогуур шургаж байсантай холбон тайлбарлахад хүрлээ. Нөгөө талаас слэбийн (шургаж байгаа далайн плитийн)

шургалтын өнцөг газар бүр өөр өөр харилцан адилгүй байсан болохыг тэр насны нумын гаралтай магмын чулуулаг өөр өөр зайд болон найрлагатай, бүтэцтэй байгаагаар тайлж байгаа юм. Энэхүү Хангай-Хэнтийн атираат бүсийн пермийн хүрээлэл нь орон зайн хувьд баруун урагшаа чиглэлтэй нумарсан тах хэлбэрийг үүсгэдэг доорхи структурүүдэд ялгаж болох юм (Зур.1).

1. Орхон-Сэлэнгийн хотгор
2. Зэлтэр-Хойд Хангайн рифт
3. Улиастайн грабен
4. Бууцагааны хотгор (мульд)
5. Хантайшир-Аргалантын рифт
6. Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын идэвхтэй зах

1.Орхон-Сэлэнгийн хотгор

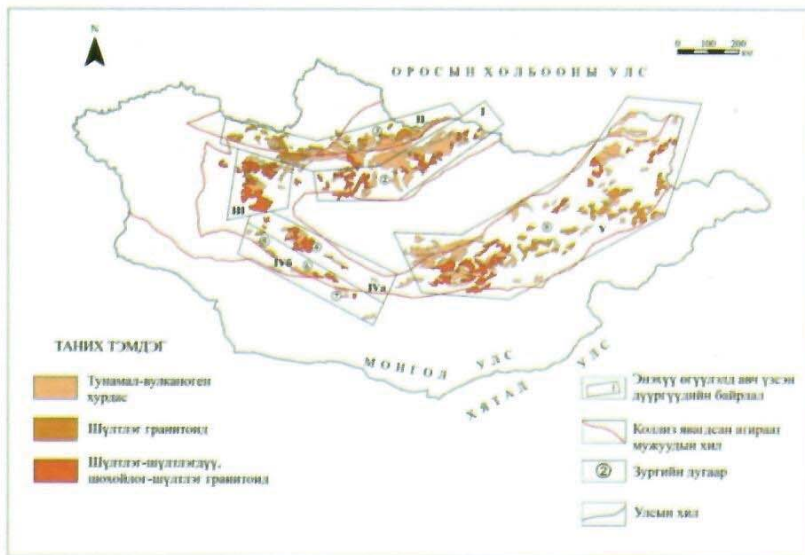
Хэдийгээр В.В.Ярмолук нар (1999) Орхон-Сэлэнгийн хотгорыг Зэлтэр, Хойд Хангайн рифттэй нийлүүлэн Хойд Монголын рифтийн бүс гэж нэрлэж байсан боловч бид Хойд Хангайн рифтийн структур нь нэг талаас Бүтээлийн нуруугаар хоёр хуваагдсан ба нөгөө талаас энэ хоёр талын вулканоген чулуулаг нь найрлагын хувьд өөр өөр байгаа юм (Зур.2).

Эдгээр онцлогууд биднийг энэ структурийг тус тусад нь авч үзэх үндэслэл боллоо. Бүтээлийн нурууны урд хажуу дээр үл нийцлэгээр байрлаж байгаа Орхон-Сэлэнгийн хотгор бол бага зэрэг зүүн-хойшоо зуувандуу хэлбэртэй бөгөөд ерөнхийдөө кембрийн өмнөх ба түрүү палеозойн атираат бүрдэл болон төв хэсэгтээ карбоны саарал өнгийн молаасс дээр үл нийцлэгээр байрлана. Орхон-Сэлэнгийн хотгорыг дүүргэж байгаа пермийн вулканоген-тунамал бүрдлийг баруун-өмнөд (Хануйн), Төвийн хөндлөн структур (Эрдэнэтийн) ба зүүн-хойд (Ерөө-Цох голын) гэж гурав хувааж болно (Моссаковский, Төмөртоого, 1976; Салтыковский, Оролмаа, 1977; Гаврилова, Лучицкая, Фрих-Хар нар., 1991).

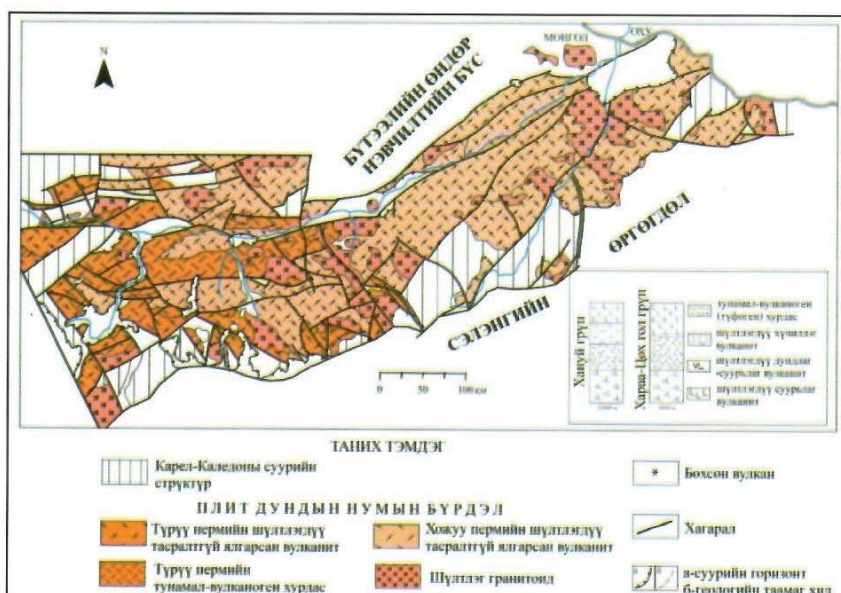
Хануй голын савд тархсан ижил нэртэй 3000-1500 м зузаантай доод-дунд пермийн вулканит бол тасралтгүй ялгарсан трахириолит, трахиандезит, трахибазальтын найрлагатай бөгөөд баруун тийшээ Чулуутын голын савд Зэлтэрийн рифттэй нийлэх орчимд зүсэлтийн дээд талд шүлтлэг комендит, пантелеритын найрлагатай рифтийн бүрдлээр солигдоно (Яшина, Матреницкий, 1979). Дунд ба дээд пермийн зааг дээр эдгээр шохойлог-шүлтлэг вулканиттай дунд пермийн (262-254 ± 10 с.ж.) настай (Бямба, 2012) шүлтлэгдүү гранит, граносиенитээс тогтсон Сэлэнгэ бүрдэл нь

комагмын гаралтай байж болно. Эрдэнэтийн хөндлөн өргөгдөл стрүктүрийн хэмжээнд пермийн хурдасны зузаан 7000-8000 м-т хүрэх ба түүний найрлаганд харгана формацын тунамал-түфоген

зузаалаг нэмэгдэх бөгөөд вулканитын найрлага тасралтгүй ялгарсан трахибазальт, трахиандезит, трахириолит зонхилсон хэвээр байна.



Зур.1. Хангай-Хэнтийн бүсийн пермийн настай эх газрын вулканоген-тунамал чулуулгийн хүрээлэл. Ялгаж байгаа стрүктүрүүд: I-Орхон-Сэлэнгийн хотгор, II-Зэлтэр-Хойд Хангайн рифт, III-Улиастайн грабен, IV-Баруун Өмнөд Хангайн деструкцийн бүтэц, (IVa. Бууцагааны хотгор, IVб.Хантайшир-Аргалантын рифт), V-Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын идэвхтэй зах

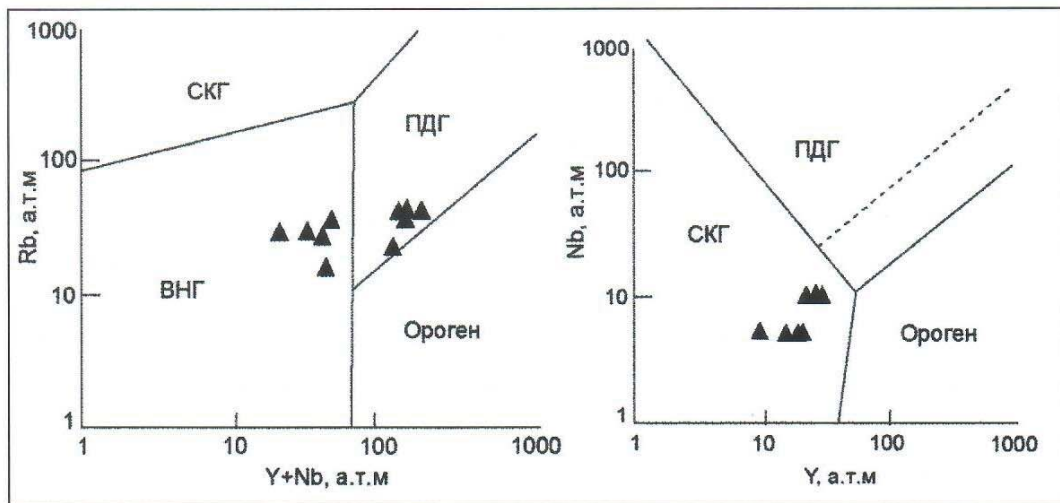


Зур.2. Орхон-Сэлэнгийн хотгорын геодинамикийн бүдүүвч (Моссаковский, Төмөртоогоо (1976) нарын зургийг ашиглан зохиов).

Эдгээр шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг вулканит ба интрузив бүрдэлүүд нь геодинамикийн хувьд плит дундыг орчиныг илэрхийлдэг (Зур.3).

Эрдэнэтийн хөндлөн бүтцийг үүсгэж байгаа тасралтгүй ялгарсан вулканит нь ердийн ба шүлтлэгдүү найрлагатай байхаас гадна эдгээр нь түрүү триасын (235.6 ± 4.4 с.ж.) настай

(Мөнхцэнгэл, 2009) Эрдэнэтийн гранит-порфирын биетээр түрэгдсэн байдаг. Зүүн-хойд үргэлжлэл болох Ерөө-Цох голын савд өргөн хөгжсөн суурьлаг, дундлаг, хүчиллэг голлосон шохойлог-шүлтлэг найрлагатай вулканитыг судлаачид Хараа-Цох гол группд нэгтгэж байжээ (Салтыковский, Оролмаа, 1977). Хурдсын зузаан ойролцоогоор 7000 м-ээс хэтрэхгүй.



Зур. 3. Сэлэнгэ бүрдлийн Пирсийн диаграм

2. Зэлтэр-Хойд Хангайн рифт

Бүтээлийн нурууны араар нарийн зурвас маягийн сунаж тогтсон Зэлтэрийн бүтцийг үүсгэж байгаа вулканит нь шүлтлэг бимодал найрлагатай рифтийн бүрдэл юм. Зэлтэр-Хойд Хангайн рифтийн бүтцийг анх В.В.Ярмолук (1983) ялгаж түүнийг Сулинхээрийн субдукцийн бүсийн хожуу карбондоос хойшоо Хойд Монголын түрүү триасын бүс хүртэл “нүүсэн” томоохон плюмын орой дээр үүссэн гэж үзэж байсан болно (Зур.4). Энэ нь хожуу карбонд Сулинхээрийн бүсэд үүссэн суперплюмийн хөгжил орон зайн хувьд Хойд Хангай хүртэл хөгжиж байсан шавхагдсан магмын гаралтай гэж үзэж байжээ.

Энэхүү Хойд Монголын рифтийн тогтолцоо өргөргийн дагуу 800 км орчим үргэлжлэх ба олон тооны шүлтлэг бимодал вулканитаар дүүрч, тэдгээр вулканитууд нь Шар Ус гол шүлтлэг интрузив бүрдлээр түрэгдсэн цувраа хотгоруудыг үүссэн байна. Уг рифтийн бүсийн хурдасны зузаан газар бүр харилцан адилгүй боловч дүүргэж байгаа вулкан-плутон бүрдэл нь кембрийн өмнөх талст суурин дээр байрлах түрүү пермийн тасралтгүй ялгарсан вулканитаас аваад хожуу пермийн шүлтлэг бимодал вулканит баяхаж байсан ба

түүнтэй холбоотой түрсэн байж болох монодиорит-гранит, шүлтлэг ба шүлтлэгдүү граносиенит, гранитаар түрэгдсэн түрүү ба дунд пермийн цаг үед Орхон-Сэлэнгийн хотгорын нэгэн адил солигдож байсан эх газрын дунд үүссэн магмын хоёр мөчлөгөөр солигдож байжээ. Хөгжлийн эцэст рифтийн хотгор нь өндөржсөн шүлтлэг вулканитыг хучсан бүдүүн хэмхдэст молаасаар дүүрсэн байна.

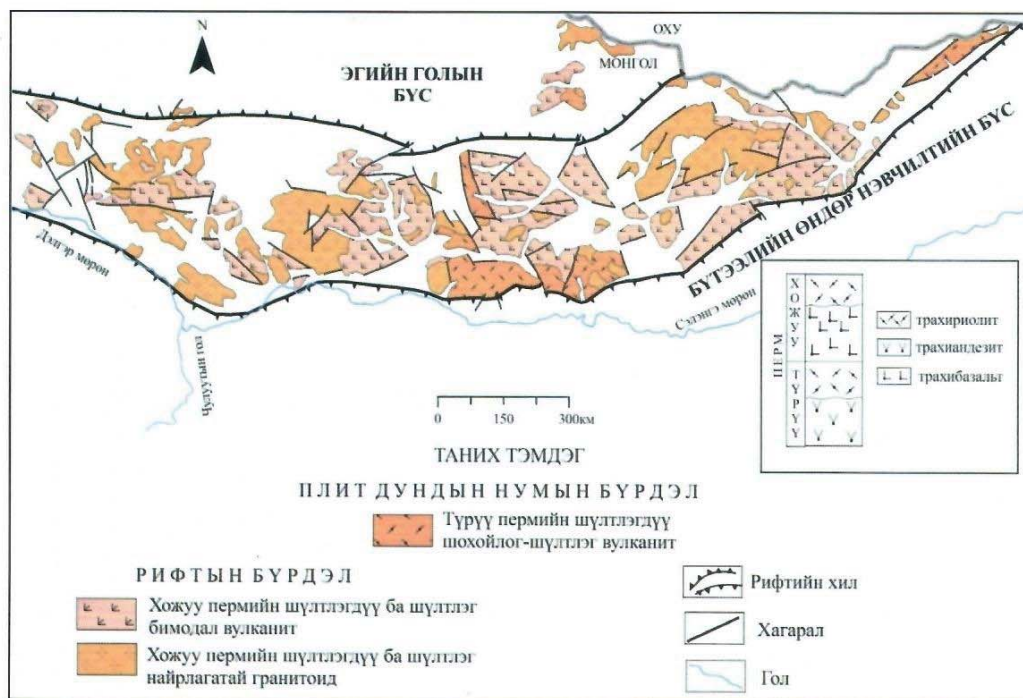
3. Улиастайн грабен

Энэ бүтэц Төв Монголын массивын баруун-хойд хэсгийн тохойрол дээр дунд пермийн настай хэд хэдэн трахириолит, трахибазальтаар дүүрсэн харьцангуй богинохон хэмжээтэй хэд хэдэн грабеныг үүсгэнэ (Гаврилова нар 1999). Зүсэлтийн доод талыг андезит-дацит-риолит үндсэндээ тасралтгүй ялгарсан найрлагатай вулканит уллах ба дээшлэх тутам дунд пермийн терриген хурдсаар хучигдах ба улмаар түүнийг рифтийн гэж болох шүлтлэг бимодал вулканит хучсан байна. Эдгээр тунамал-вулканоген хурдас шүлтлэг гранитоидоор түрэгдсэн байгааг нийтэд нь дүгнэж үзвэл энэ Улиастайн дүүрэг комагмын холбоотой

шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг магмын илрэлээр тодорхойлогдож байсан байна.

Энэхүү грабений зүүн-урд үргэлжлэл дээр Хантайшир-Аргалантын рифтийн структур

ялгагдах бөгөөд тус рифтийн тогтолцоог зарим ном зохиолд Говь-Алтайн рифтийн бүс (Ярмолук, 1999) гэж авч үзсэн байдаг. Бид доор тусад нь авч үзэх болно.



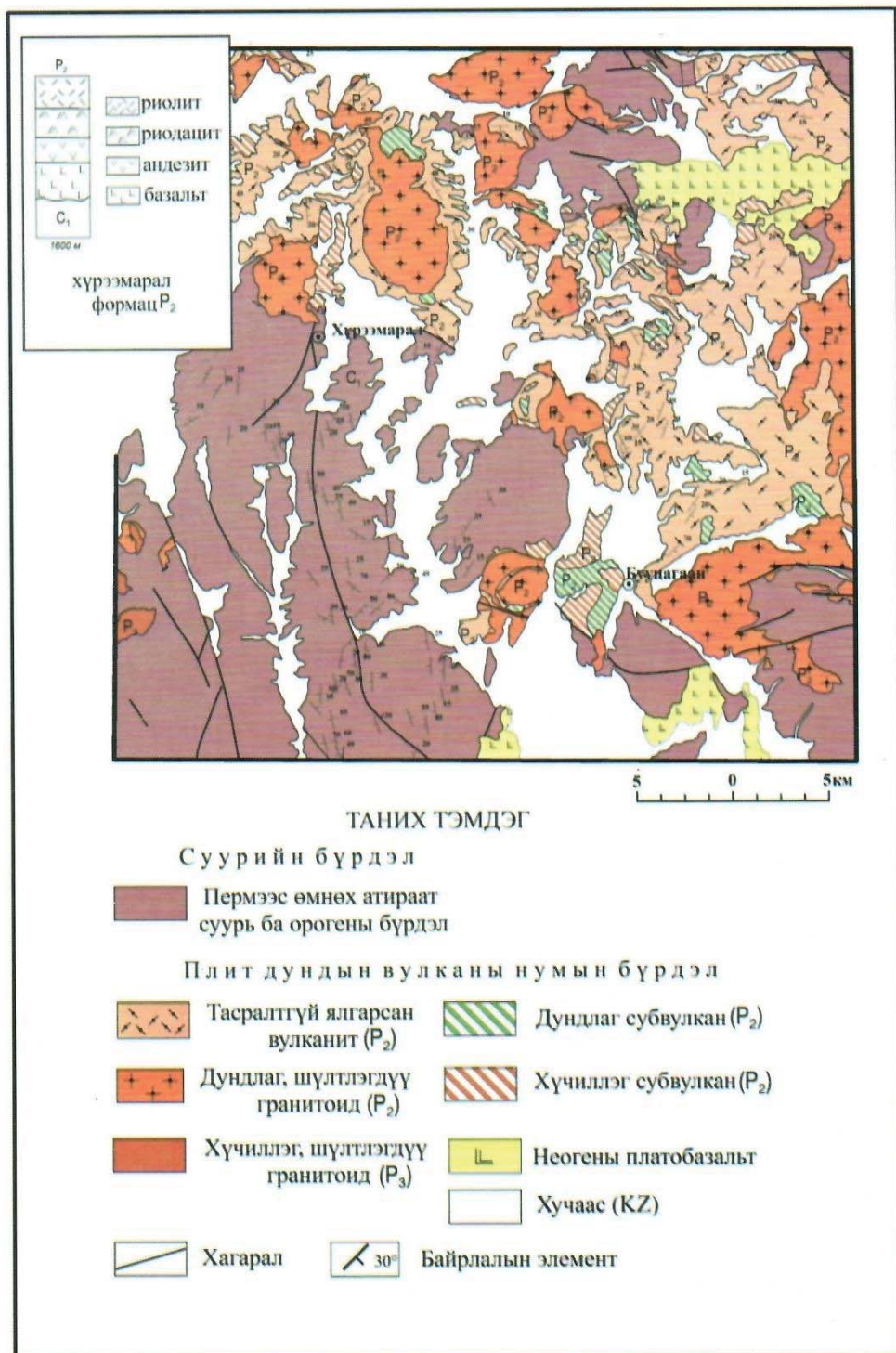
Зур. 4. Зэлтэр-Хойд Хангайн рифтийн Зэлтэрийн хэсгийн геодинамикийн бүдүүвч

4. Бууцагааны хотгор

Бууцагааны хотгор (мульд) нь доод карбоны тасралтгүй ялгарсан бууцагаан формац болон түүнийг үл нийцлэгээр хучсан дунд пермийн тасралтгүй ялгарсан хүрээмарал формацаар дүүргэгдсэн палеопротерозойн талст суурь дээр үүссэн структур юм (Звр.5).

Энэхүү хотгор нь Хангай-Хэнтийн бүсийн баруун-урд хэсэгт пермийн хурдасны хувьд зүүн-хойшоо сунасан хотгор структур бөгөөд тус хотгорын хэмжээнд эртний талст суурь болох Төв Монголын массивын цухуйц болох палеопротерозойн бөмбөгөр метакомплекс болоод түнтэй ижил насны суурьлаг найрлагатай интрузив биетүүд хотгорын зүүн хэсгээр ялгагдаг бол талбайн дийлэнх хэсэгт түрүү карбоны бууцагаан, дунд пермийн хүрээмарал формацууд тархах ба хожуу карбоны ангилагдаагүй, дунд пермийн Улиастай, хожуу пермийн Шар ус гол бүрдлүүд ялгагддаг. Дунд пермийн хүрээмарал формцыг анх А.А.Раузер нар 1987 онд зураглалын ажлаар ижил нэрээр свитэд ялгасан байдаг бөгөөд

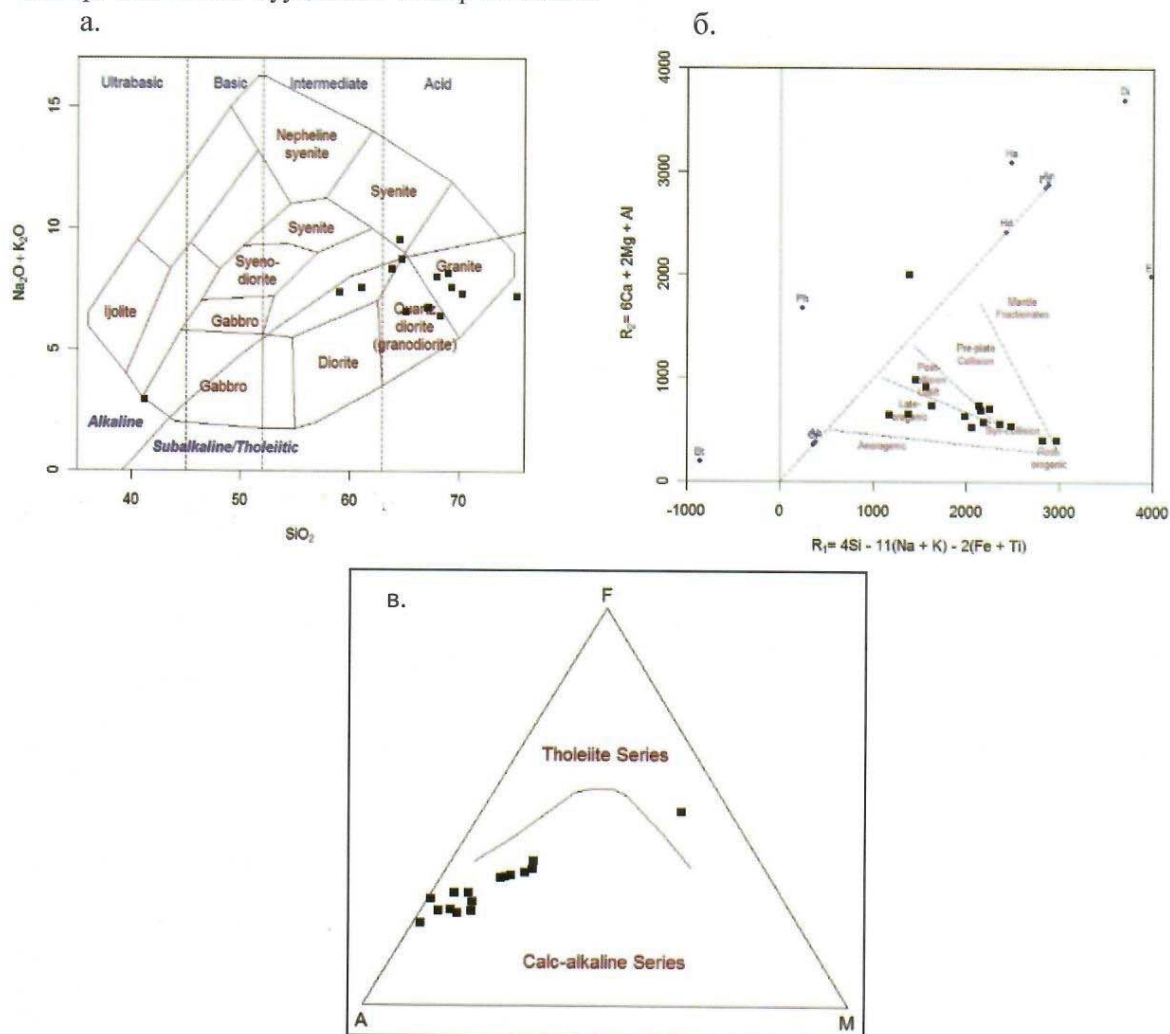
бууцагаан формацыг үл нийцлэгээр хучиж, неогены базальтаар хучигддаг. Формац нь литологийн хувьд базальт, андезибазальт, андезит, риолит, риодацит, тэдгээрийн түфээс тогтно. Тус формацын вулканитад хийсэн петрохимийн үр дүнгээс үзэхэд шохойлог-шүлтлэг найрлагатай базальтаас-риолит хүртэлх тасралтгүй эгнээг үзүүлж байдаг (Зур.7). Хүрээмарал формац нь ижил насны габбро, габбродиорит, диорит, гранодиорит, граносениит, гранитаас тогтсон К-аар баялаг, шүлтлэгдүү эгнээний I ба S төрлийн Улиастай бүрдэлтэй орон зайн хувьд хам байрлана (Зур.6). Улиастай бүрдэл нь түрүү пермийн Улаагчин бүрдлийг зүсэж, хожуу пермийн настай Шар ус гол бүрдлээр зүсэгддэг ба үнэмлэхүй насыг В.А.Самозванцев нарын 1982 онд явуулсан зураглалын ажлаар 266 с.ж. гэсэн нь Улиастай бүрдлийн насны үндэслэл болдог. Улиастай бүрдэл нь Бууцагаан хотгорын хэмжээнд баруун-хойд хэсгээр өргөн тархалттай байдаг. Дээрх дунд ба хожуу пермийн формац, бүрдлийн найрлага, литологи болон петрохимийн үр дүнгээс үзэхэд доорх дүгнэлтэнд хүрж болох талтай.



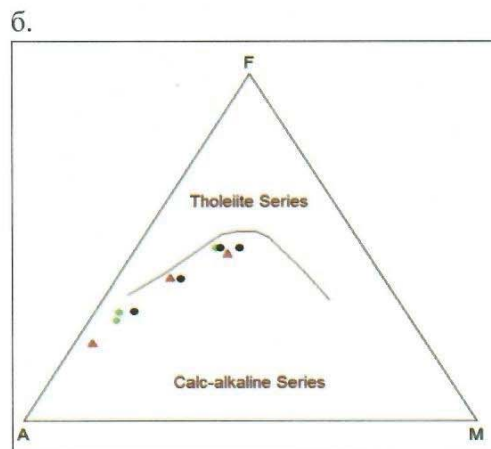
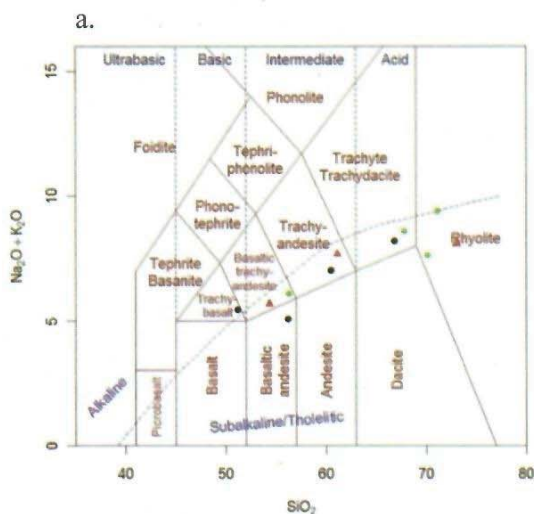
Зур. 5. Бууцагааны хотгорын геодинамикийн бүдүүвч (Ш.Даваа нар 2014 зургийг ашиглаж зохиов)

бууцагааны хотгорын геодинамик орчныг нийтэд нь тодорхойлоход төвөгтэй. Нэг талаас энэ структур бол карбоноос эхлэн хөгжсөн эх газрын идэвхтэй захыг тодорхойлдог вулканоген ба интрузив чулуулаг хөгжиж, нөгөө талаас түүний эргэн тойронд түүнтэй геодинамикийн хувьд холбоотой зэрэгцээ хөгжиж байсан структур байхгүй байгаа юм. Бууцагааны хотгор нь зөвхөн

пермийн цаг үед шохилог-шүлтлэг вулканит (хүрээмарал формац) ба интрузив (Улиастай) бүрдэл нь дунд-хожуу пермд Хангай-Хэнтийг тойрон үүссэн эх газрын идэвхтэй захын нэгэн хэсгийг зааж байгаа нь Бууцагааны хотгор бол плит дунд үүссэн магмын хоёр мөчлөгтэй нумыг тодорхойлно.



Зур. 6. Дунд пермийн настай Улиастай бүрдлийн голлох элементээр байгуулсан диаграм. 5а. TAS диаграм, 5б. R_1/R_2 (Batchelor + Bowden 1995) диаграм, 5в. AFM диаграм



Зур.7. Түрүү пермийн хүрээмарал формацийн шохойлог – шүтлэгт тасралтгүй ялгарсан вулканитын диаграм. ба. TAS диаграм, бб. AFM диаграм

Бууцагааны хотгор бол Хангай-Хэнтийн атираат бүсийг хүрээлсэн цорын ганц карбоны настай эх газрын идэвхитэй захыг заадаг структур юм. Энэ утгаараа Бууцагааны хотгор бол Хангай-Хэнтийн атираат бүсийн хүрээлэлд багтахгүй боловч түүнийг урьтал болон уг атираат бүсийн баруун-урд нугаралыг тодорхойлж байгаа бололтой.

5. Хантайшир-Аргалантын рифт

Төв-Монголын массивын баруун-урд хэсэгт ерөнхийдөө өргөргийн дагуу чиглэлтэй боловч баруун-хойноос, зүүн-урагшаа сунасан Хантайширын нуруунаас аваад Аргалантын нурууны төгсгөл хүртэлх бараг 490 км урттай тасалдалтайгаар илрэх зурвас структурийг Хантайшир-Аргалантын рифтийн бүсэд хамаарууллаа. Хантайшир-Аргалантын рифт нь хожуу палеозойд үүссэн харьцангуй нарийн зурвас (~15 км өргөнтэй) деструкцийн бүс бөгөөд тус структур бол Хантайшир, Аргалант гэсэн кайнозойн хучаас хурдсаар зааглагдсан грабен маягийн цувраа хотгороос тогтоно (Гаврилова., Оролмаа., нар 1991). Хантайшир-Аргалантын рифтийн хэмжээнд тархсан түрүү пермийн тунамал-вулканоген хурдсыг Сэрхуул группэд, дунд пермийн нүүрс агуулсан вулканоген болон бимодал вулканитыг Сэртэн группэд тус тус хамааруулсан байдаг байна.

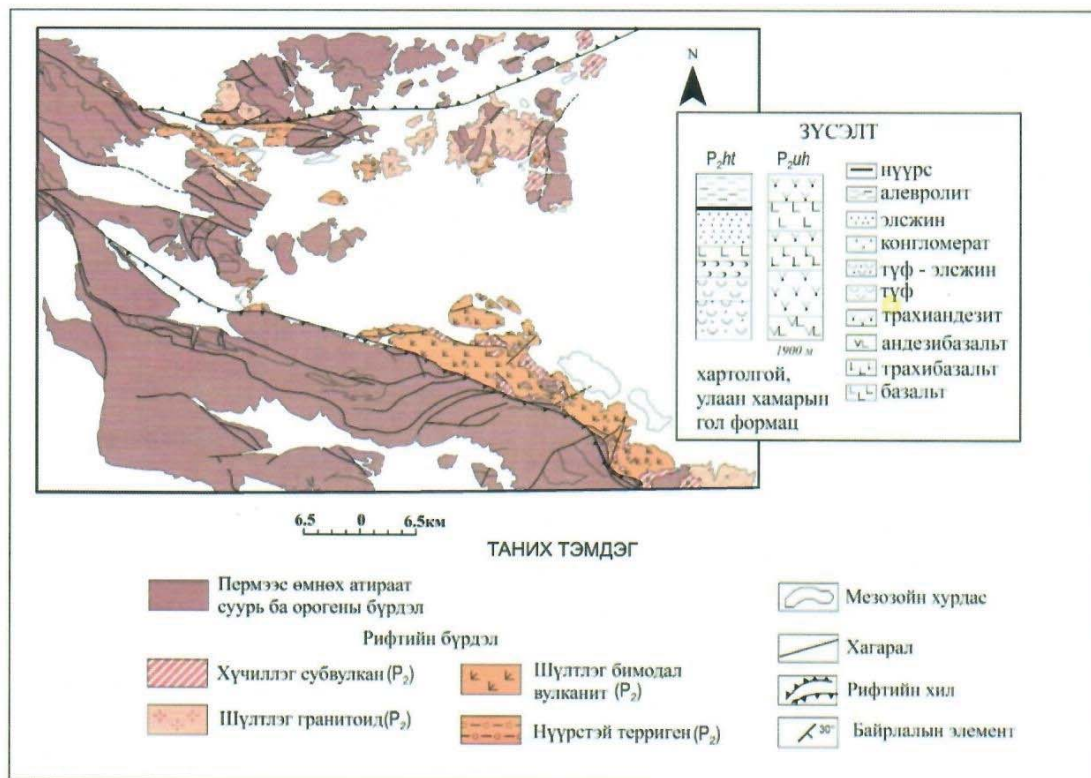
Хантайширын грабенд анх С.П.Гаврилов нар (1982) пермийн настай вулканит байгааг тогтоосон бол тус грабены хэмжээнд өмнөх судлаачидын ангилж байсан түрүү пермийн хурдас хуримтлал

сүүлийн үеийн зураглалын ажлаар тогтоогдоогүй бөгөөд дунд пермийн нүүрстэй терриген хурдастай хартолгой формац болон бүдүүн хэмхдэст вулканоген хурдастай улаанхамарын гол формацууд тархана (Зур.8).

Дунд пермийн хартолгой формацыг анх М.Банась нар 1963 онд зураглалын ажлаар доод-дунд юрын хурдастай хамтатган пермд хамааруулсан ба сүүлд Х.Цэрэнпунцаг нар мөн зураглалын ажлаар 1978 онд доод-дунд юрын жаргалант формацад хамааруулж ялгасан байсныг ургамлын үлдэгдэл болон доод-дунд юрын хурдастай үл нийцлэг хил зааг үүсгэж байгааг Даваа, Дамдинжав нар 2015 онд зураглалын ажлаар илрүүлснээр формацийн насыг дунд пермд хамааруулжээ. Формац нь литологийн хувьд ул суурийн өгөршилийн гадаргуу үүсгэсэн улаан өнгийн хэмхдэстэй шавар, нүүрс агуулсан багц үе, конгломерат, элжин, базальт болон хүчиллэг найрлагатай түф, аргиллит, алевролит зэрэг чулуулгуудаас тогтох бөгөөд формац нь доод-дунд юрын хурдсаар үл нийцлэг хучигдана. Мөн дунд пермийн настай улаанхамарын гол формацыг анх Ю.А.Борзаковский нар 1985 онд сэдэвчилсэн судалгаагаар ижил нэртэй свитэд ялгасан ба сүүлд А.А.Раузер нар 1987 онд зураглалын ажлаар тархалтыг тодотгон зураглажээ. Формац нь литологийн хувьд доод хэсэгтээ андезибазальт, дээд хэсэгтээ шүтлэгдүү базальт түлхүү байрладаг ба зүсэлтийн аль ч хэсэгт конгломерат, элжин, алевролитын үе тохиолддог. Мөн тус формацийн базальтын найрлага нь шошонитын эгнээнд хамаарагдаж байгаа нь рифтийн нөхцөлд үүссэн байж болох үндэслэл болж байгаа юм.

Хантайширын дүүргийн хэмжээнд тархсан дунд пермийн формацууд нь түрүү, дунд насны

шүлтлэг-шүлтлэгдүү найрлагатай интрузив бүрдэлтэй орон зайн хувьд хам оршдог болно.



Зур. 8. Хантайширын рифтийн геодинамикийн бүдүүвч (Ш.Даваа нар 2014 зургийг ашиглан зохиов)

Аргалантын дүүрэгт түрүү пермийн тасралтгүй ялгарсан дэлгэрхангай, хараргалант, дундуул, бимодал вулканиттай хөв, дунд пермийн хүрэнтолгой формацууд өргөн тархацтай байдаг. Аргалантын дүүргийн баруун-хойд талд голчлон түрүү пермийн дэлгэрхангай, хараргалант, хөв формацууд илэрдэг (Зур.10) бол дүүргийн зүүн-урд хэсэгт түрүү-дунд пермийн дундуул, хүрэнтолгой формацууд тархдаг (Зур.11) байна.

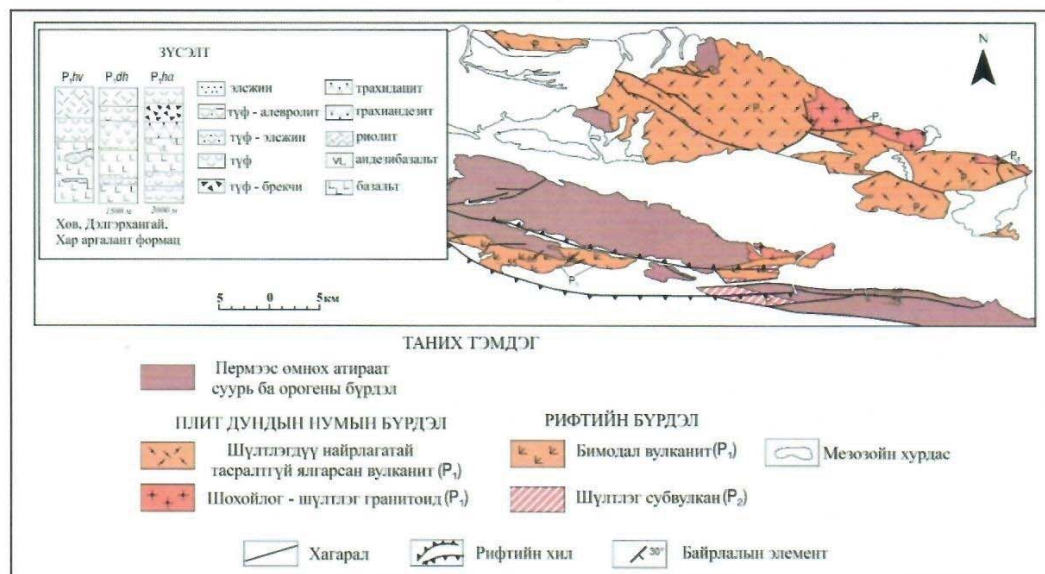
Тус дүүргийн баруун-хойд хэсэгт тархсан түрүү пермийн тасралтгүй ялгарсан вулканитад дэлгэрхангай, хараргалант зэрэг формацууд хамаарагдах бөгөөд литологийн хувьд шүлтлэг найрлагатай риолит, трахидацит, андезит, андезибазальт, базальт, тэдгээрийн түф, түф-брекчи, түф-алевролит зэрэг чулуулгаас тогтсон байдаг. Дэлгэрхангай формацыг анх А.А.Раузер нар 1977 онд зураглалын ажлын явцад ижил нэртэй свитэд ялгасан байдаг ба сүүлд формацыг П.Ханзл нар 2005 онд зураглалаар дунд пермийн буднахудаг формацаар хучигддаг ба ургамалын үлдвэрээр насыг түрүү пермд хамааруулсан байдаг.

Түрүү пермийн бимодал вулканиттай хөв формацыг анх А.А.Раузер нар 1987 онд дэлгэрхангай нэртэй свитэд хамааруулан ялгасан байсныг П.Ханзл нар 2007 онд зураглалаар хөв формац гэж тусд нь ялгасан байдаг. Тус формац нь риолит, түүний түф, базальт, элсжин зэрэг чулуулгаас тогтох бимодал серээс тогтдог. Насыг ургамлын үлдэгдлээр үндэслэн тогтоосон байдаг.

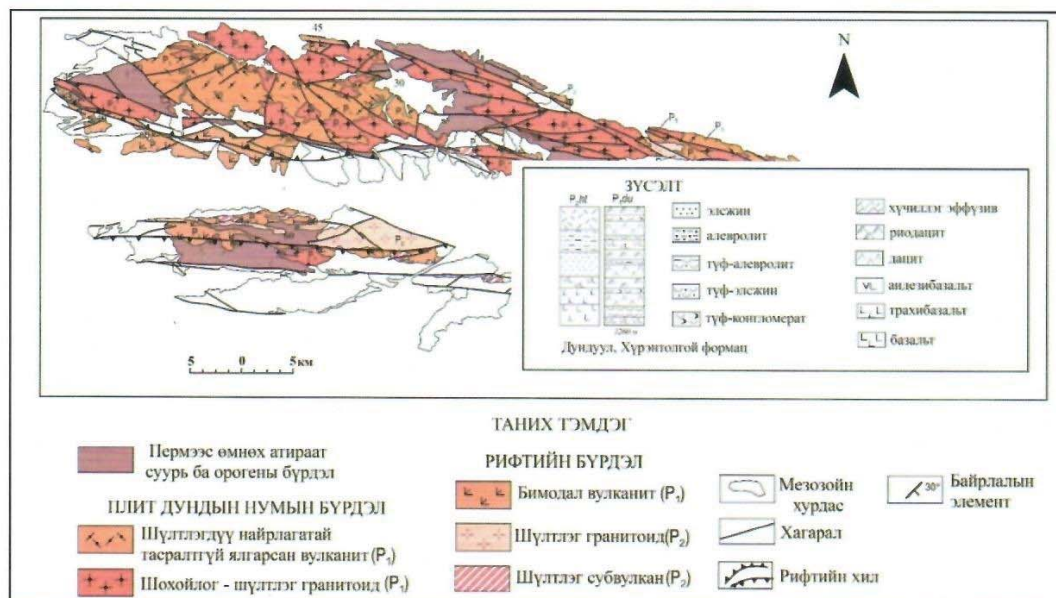
Аргалантын грабены зүүн-урд хэсгээр тархсан түрүү пермийн тасралтгүй ялгарсан вулканиттай дундуул формацыг зураглалын ажлаар анх Ч.Сүхбат нар 1990 онд Дунд-Аргалантын ууланд ялгаж байсан. Формац нь литологийн хувьд дацит, риодацит, игнимбрит, тэдгээрийн түф, андезибазальт, түф-конгломерат, түф-элсжин, түф-алевролит, элсжин, алевролит зэргээс тогтох бөгөөд формац нь дунд-хожуу карбоны бүрдлийг угагдлын гадаргуутай хучих ба дунд пермийн хүрэнтолгойн формацаар үл нийцдэг хучигдана. Дунд пермийн хүрэнтолгой формацыг анх зураглалын явцад Ч.Сүхбат нар 1995 онд тус хэсэгт тархсан дэлгэрхангай формацыг хүрэнтолгой

нэрээр өөрчлөн ялгасан бөгөөд формац нь литологийн хувьд доод хэсэгтээ базальт, трахибазальт, андезибазальт, трахиандезибазальтаас тогтох ба эдгээрийн янз

бүрийн түвшинд суурьлаг, хүчиллэг найрлагатай түфийн нарийн үеүүд тохиолддог, формацын дунд хэсэг алевролит, элсжингээс бүрдэх ба дээд хэсэг нь хүчиллэг эффузивээс тогтдог.



Зур. 10. Аргалантын рифтийн баруун хойд хэсгийн геодинамикийн бүдүүвч (Ж.Тогтох, 2013; Ш.Даваа нар 2014 зургийг ашиглан зохиов)



Зур. 11. Аргалантын рифтийн зүүн урд хэсгийн геодинамикийн бүдүүвч (Ж.Тогтох, 2013; Ш.Даваа нар 2014 зургийг ашиглан зохиов)

Хантайшир-Аргалантын дүүрэгт тархсан дээр дурьдсан түрүү, дунд пермийн тасралтгүй ялгарсан

болон бимодал вулканитууд нь түрүү пермийн Улаагчин, дунд пермийн Харүзүүр бүрдлүүдтэй

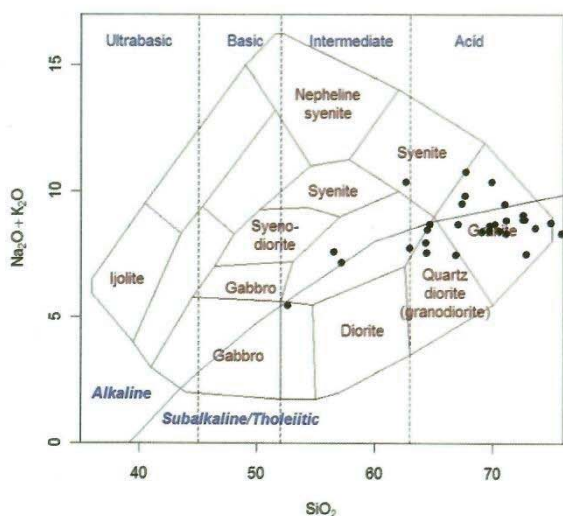
болон хожуу перм-түрүү триасын Хатанбулаг бүрдэлтэй орон зайн хувьд хам оршино.

Түрүү пермийн Улаагчин бүрдэл бол К-аар баялаг шохойлог-шүлтлэг найрлагатай, орогены нөхцөлд үүссэн, габброгоос-гранит хүртэлх тасралтгүй ялгарсан эгнээг үүсгэнэ (Зур.12). Уг бүрдэл түрүү пермийн вулканитыг урж, дунд пермийн хурдсаар хучигддаг.

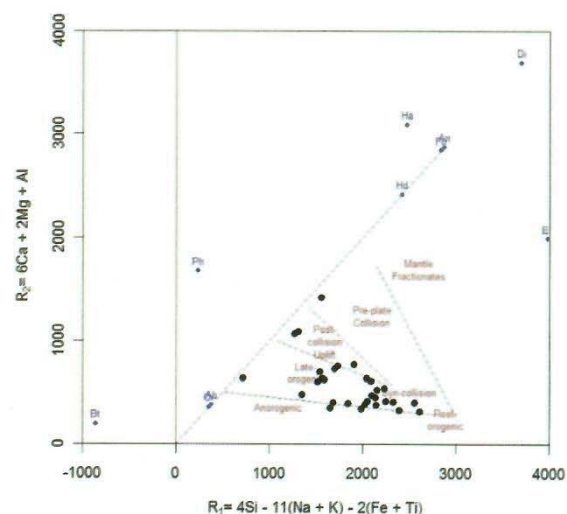
Дунд пермийн Харүзүүр бүрдэл нь шүлтлэг найрлагатай сиенит, граносиенит, гранит зэргээс тогтох ба түрүү пермийн дундуул формацыг урдаг ба Хатанбулаг бүрдлээр зүсэгддэг байна. Бүрдэл нь

гол элементийн петрохимийн онцлогоороо орогены нөхцөлд үүссэн К-аар баялаг шохойлог-шүлтлэг эгнээнд багтах ба зарим хэсэг нь шохонитын эгнээний I-төрлийн гранит, сиенитийн төрөлд хамаарагдана. Түрүү перм-хожуу триасын настай Хатанбулаг бүрдэл нь лейкогранит, гранитын найрлагатай ба 215-270 с.ж-ийн үнэмлэхүй настай гэж тогтоогдсон байдаг (Заботкин,1988). Бүрдэл нь орогений бус, хожуу орогений ба I-төрлийн К-аар баялаг шохойлог-шүлтлэг гранитын төрөлд хамаарна.

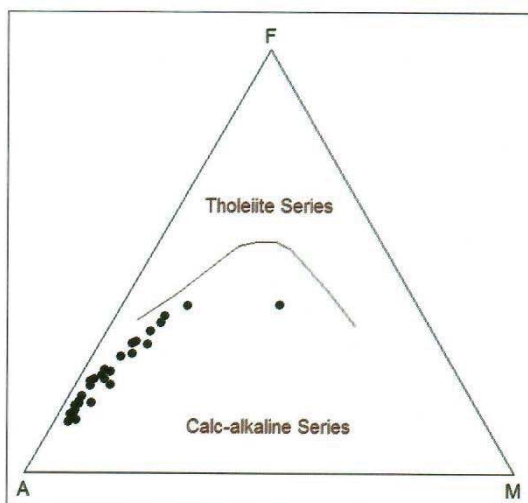
а.



б.



в.



Зур.12. Түрүү пермийн Улаагчин бүрдэлийн диаграм. 10а. TAS диаграм, 10б. R_1/R_2 (Batchelor + Bowden 1995) диаграм, 10в. AFM диаграм

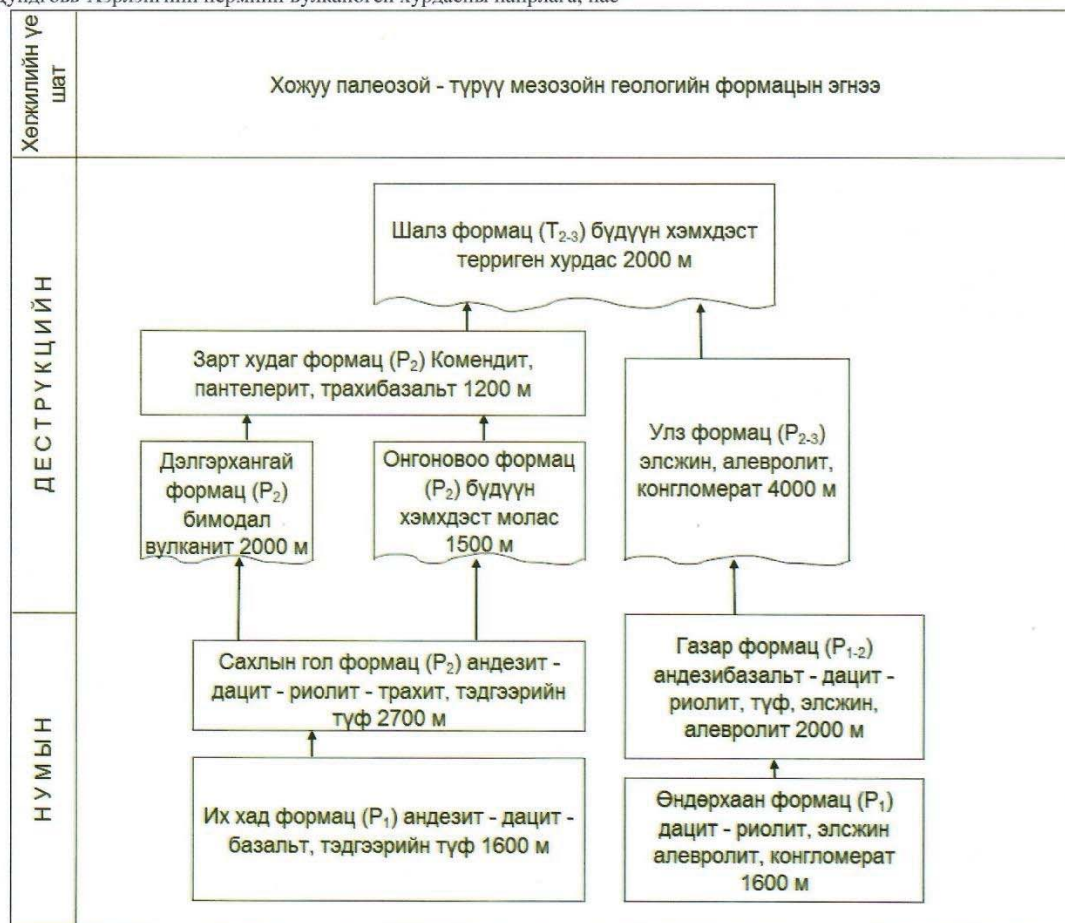
6. Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын идэвхтэй зах

Энэ структур бол Хангай-Хэнтийн атираат бүсийн урд хүрээлэлийн (Төв Монголын массивын) хойд хөвөө дээгүүр байрлана. Энэхүү идэвхтэй захын баруун-урд үргэлжлэл нь Онги голын баруун талаас эхлэх бөгөөд орон зайн ба насны хувьд Аргалантын рифтийн үргэлжлэл бололтой юм. Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын идэвхтэй захын хэмжээнд тархсан структурүүдийг судалгааны эхний үед өөр хоорондоо бараг холбоогүй Өвөр хэнтийн хотгоруудын тогтолцоо хэмээн ялгаж байсан (Бобров., Куликов нар 1968) ба Хойдговийн, Цэнхэрийн, Улзын зэрэг хожуу палеозойн орогенийн хотгоруудад ялгаж байсан

(Моссаковский нар, 1976) бол Бадарч нар (2002) эдгээр хотгоруудыг нэгтгэн Хойд говийн вулкан-плутон бүс гэж нэрлэх болсон. Энэ хотгорыг нийтэд нь авч үзвэл төвийн хэсэг нь түрүү пермийн үед атираажилтанд автсан түрүү пермийн настай шохойлог-шүлтлэг вулканит болон ижил найрлагатай комагмын холбоотой түрүү-дунд пермийн гранитоидоос (Мандалговь бүрдэл) тогтсон болно. Эдгээр вулканит нь андезит, дацит, риолит, хааяа базальтын найрлагатай тасралтгүй ялгарсан вулканыг иххад, сахалынгол, өндөрхаан, газар зэрэг формацуудад ялгаж иржээ (Хүс.1).

Хүснэгт 1.

Дундговь-Хэрлэнгийн пермийн вулканоген хурдасны найрлага, нас

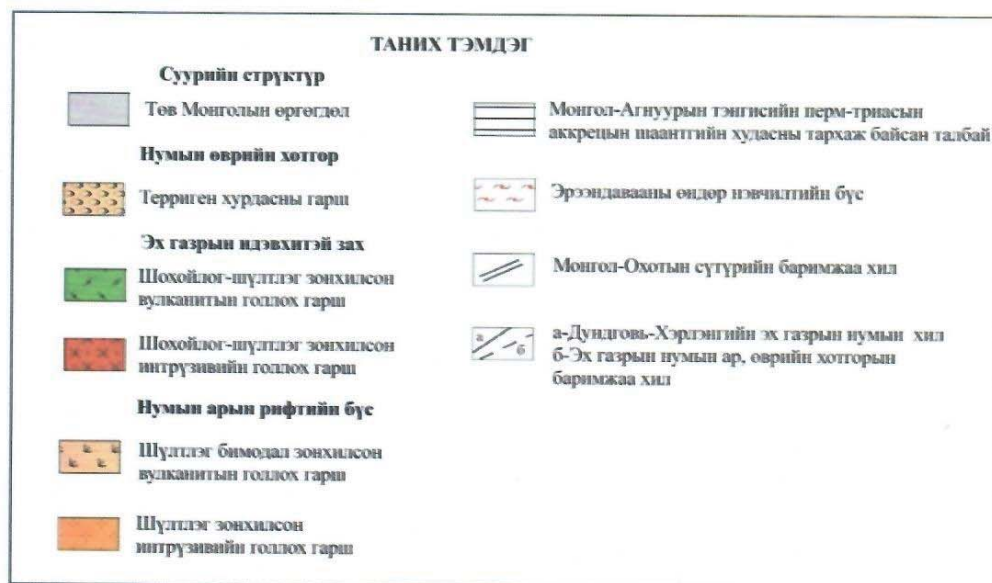
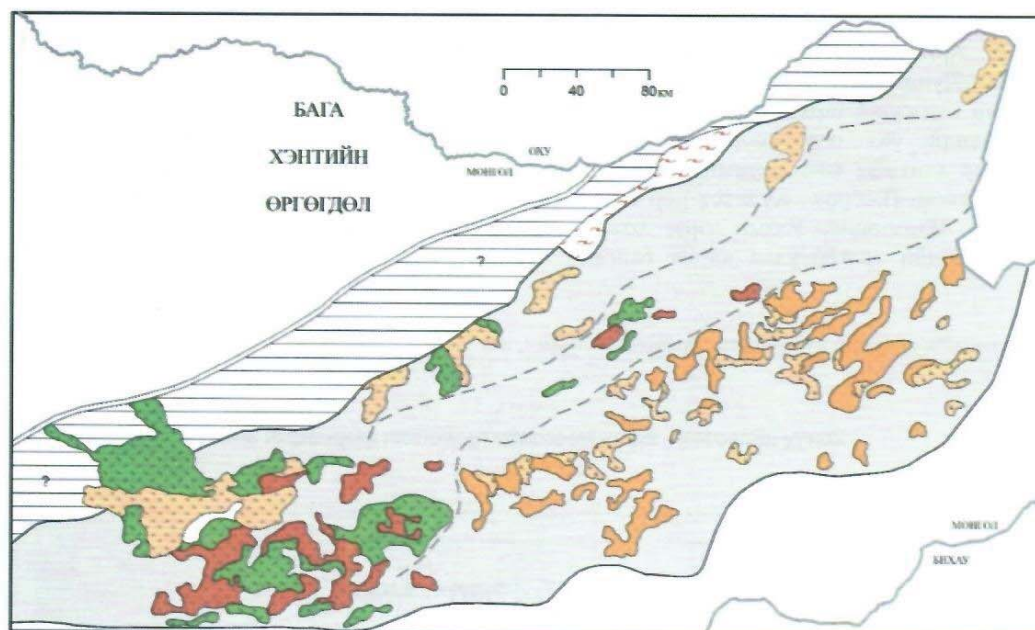


Түүний араар ойролцоогоор 1100 км үргэлжилсэн нумын арын шүлтлэг болон бимодал вулканит ба шүлтлэг интрузивээр тэмдэглэгдсэн түрүү пермийн настай бүрэнцогт, дунд пермийн

зартхудаг, дэлгэрхангай формацууд болон дунд пермийн настай Бүрэнцогт, Цав, Авдархараат, Хайдэлгэрхаан зэрэг бүрдэл нь нумын арын деструкцийн хотгоруудад үүсэж байсан ба нумын

өвөр талаар нь дунд пермийн тэнгисийн фаунтай терриген хурдасны хуримтлал явагдсан бага Газар, Цэнхэргол, Улзын зэрэг хотгорууд хөгжиж байв. Ийнхүү өнөөдрийн судлагдсан байдлаас аваад үзвэл Дундговь-Хэрлэнгийн өргөгдөл ба түүний

ар, өврөөр судлагдсан пермийн тунамал-вулканоген ба интрузив бүрдлүүд хэвтээ ба босоо чиглэлдээ бүслүүрлэг бүтэцтэй эх газрын идэвхитэй зах болох нь тогтоогдож байгаа болно (Зур.13).



Зур.13. Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын идэвхтэй захын геодинамикийн бүдүүвч (Бямба, 2012)

7. Плюмын гаралтай интрузивийн талаар

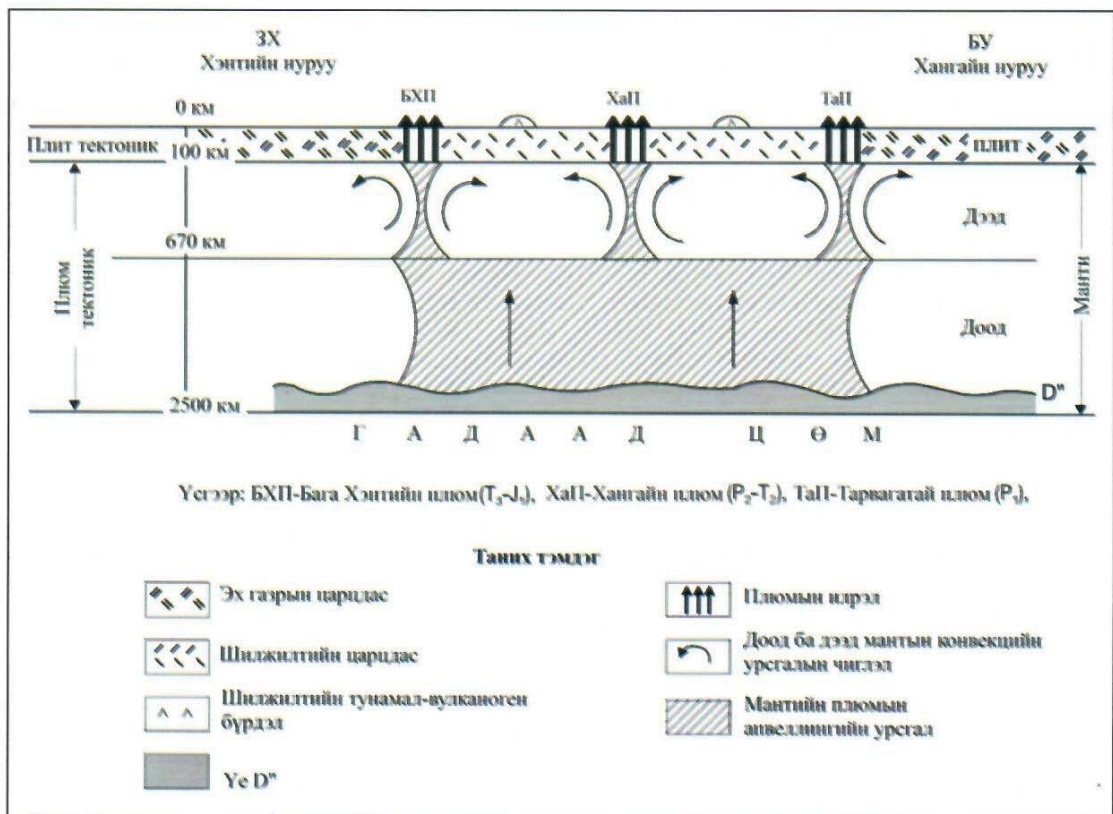
Хангай-Хэнтийн атираат бүсийн пермийн настай вулкан-плутон хүрээлэлтийн тухай асуудал хөндөж байхад уг бүсийн төвийн хэсэгт байрласан ойролцоо насны плюмын гаралтай нь үндсэндээ батлагдсан (Ярмолук, 2012) интрузивийн тухай авч үзэх нь сонирхолтой юм. Энд бид гарал үүслийн талаар дээр дурьдсан судлаачдын дүгнэлттэй маргахгүй бөгөөд зөвхөн Тарвагатай, Хангай, Бага Хэнтий зэрэг интрузив бүрдлийн найрлага, нас, Хангай-Хэнтийн атираат бүсийг хүрээлж байгаа эх газрын (плит дундын) түрүүдунд пермийн настай вулкан-плутон бүслүүртэй ямар шүтэлцээтэй оршиж байгааг тайлбарлахыг оролдье (Зур.14). Найрлагын хувьд аваад үзвэл плюмийн гранитоидууд нь шохойлог-шүтлэг найрлагатай бөгөөд плагиогранит габбро-диорит хааяа гранодиорит зонхилж байгаа нь “М” төрлийн гранит байж болох нь илүү үндэслэлтэй. Эхний фаз нь мантийн хайлалтыг (идэвхжилтийг) заадаг бол төгсгөлийн фаз нь коллизыг илэрхийлнэ. Уг

интрузив биетүүд нь түүнийг агуулж байгаа магадгүй хожуу протерозой-түрүү палеозойн тунамал-вулканоген хурдсны гадаад цөмийн гадна талын D” үеэс индукцын замаар дамжсан дулааны хэсэгчилсэн хайлалтаар үүссэн гэж үздэг ажээ.

Хэрвээ D” үеэс индукцийн замаар дамжиж байгаа дулаан бол хожуу карбоны эцсээс дэлхийн гадарга хүртэл 40-50 орчим сая жил дамжсан гэж үзвэл уг интрузив магадгүй түрүү пермийн настай байж ч болох талтай.

Харин Хангай-Хэнтийн хотгорыг хүрээлсэн вулкан-плутон бүслүүр нь түрүүдунд пермийн настай байгаа нь шургаж байгаа слэбийн хэсэгчилсэн хайлалт Беньофын бүсэнд явагдсан бололтой. Уг хайлалтаас үүссэн өгсөх урсгалын магмын нэвчилтийн/түрэлт зарим газар идэвхитэй зах, зарим газар плит дундын магмын нумыг үүсгэсэн гэж үзэж болно.

Ерөнхийд нь дүгнэж үзвэл пермийн цаг үед магмын орон зайн гулсалт төвөөсөө зах руугаа түрүү пермээс хожуу перм хүртэл хувьсаж байсан бололтой.



Зур.14. Хангай-Хэнтийн бүсийн 3X-БУ чиглэлтэй хийсэн зүсэлтийн дагуух плюмийн таамаглсан загвар (Бямба, 2016)

Хэлэлцүүлэг

Хангай-Хэнтийн атираат бүсийг тойрон хүрээлж байгаа эх газар дээр бялхаж байсан вулканоген формац ба түүнтэй хам нэгэн эвшлийг үүсгэж байгаа интрузив бүрдэлүүд бол идэвхтэй захын геодинамикийн орчиныг үүсгэж байгаа гэж үзэж болно. Уг асуудлыг судлаж байхад нэг мөр шийдэхэд хүндрэлтэй, эргэлзээтэй асуудлууд их байгаа тул уншигч, судлаач, геологчид та нартайгаа үзэл бодлоо хуваалцамаар асуудлууд гарч байгаа учир доорх хэлэлцүүлгийг дэвшүүлж байна.

1. Эх газар дээр үүссэн шохойлог-шүлтлэг вулканы нумын орой дээр үүссэн шүлтлэг бимодал найрлагатай вулканит нь рифтийг тодорхойлж байгаа болохоор уламжлалыг даган рифтийн стрүктүрүүдэд хамааруулж болох боловч уг нь эх газар дээр үүссэн эх газрын вулканы нумын нэгэн хэсэг болж байгаа юм. Гэхдээ гарал үүсэл өөр өөр байж болно.

2. Пермийн идэвхтэй захын хүрээллийг үүсгэж байгаа вулканитын эх үүсвэр Дундговь-Хэрлэнгийн бүс ба Орхон-Сэлэнгийн хотгорыг сүлдүкцийн орой дээр үүссэн эх газрын идэвхтэй зах гэж үзэж болох боловч тэдгээрээс баруун-урагш үргэлжилж байгаа пермийн нумуудыг үүсгэж буй эх үүсвэр нь Хангай-Хэнтийн далайг тойрон шургаж байсан сүлдүкцийн слэбийн гаралтай бололтой. Харин плюмийн гранитоид бол карбоноос эхлэж хуримталсан D"-ээс үүссэн үеэс плюмийн хуримтлал газрын гадарга дээрх тусгал гэж үзэж байна. Дээрх плюмүүдийн гол цөмүүд бол баруун урдаас зүүн-хойш шилжиж байгаа плюмын гаралтай түрүү пермийн үед Тарвагатайн баруун-урд хэсэг, дунд пермийн үед хожуу перм-түрүү триаст илэрсэн Хэнтийн плюмийг үүсгэжээ.

3. Хангай-Хэнтийн атираат бүсийг хүрээлж байгаа пермийн вулканитын ерөнхий зүй тогтолыг В.В.Ярмолюк (1983) шохойлог-шүлтлэгээс эхлээд шүлтлэг бимодалаар дуусаж байгааг тэмдэглэсэн байдаг. Гэхдээ зүсэлтийг уллаж байгаа шохойлог-шүлтлэг вулканит бол ихэнх тохиолдолд царцдасыг туулж (түрж/нэвчиж/хайлуулж) байсан болохоор шүлтлэгдүү найрлагатай болжээ. Харин пермийн эцэст ихэвчлэн тухайн дүүргийн хурдасны зүсэлтийн дээд хэсэгт илэрдэг бимодал вулканит бол мантид болж буй геодинамикийн явц болон плитийн хөдөлгөөний кинематикаас хамаараад хойд, урд захаар деструкцийн шугамлаг бүтэцийг үүсгэж байжээ.

4. Зүсэлтийн дээд талд илэрч байгаа шүлтлэг бимодал вулканитын голомт бол плитийн дунд литосферийн плитийн доод хэсэгт хуримталж байсан шүлтлэг баялаг магмаас гаралтай байж болно. Энэ рифтийн шүлтлэг вулканит нь насны хувьд хожуу пермийн бөгөөд түрүү-дунд пермийн

вулканы нумын орой дээр үүссэн байгаа нь эх газарт өргөгдөж байгаа нумын орой дээр үүсдэг рифтийг илэрхийлж байж болох талтай.

5. Гарал үүслийн хувьд авч үзвэл түрүү-дунд пермийн шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг вулканит нь Беньофын бүсэнд хүрэн хайлж дээш түрэх (нэвчих) замаар бялхаж үүссэн бол хожуу пермийн рифтийн бимодал комендит-пантеллеритийн эвшлийн вулканит нь шүлтлэг баялаг плит дундын магмын эх үүсвэртэй, эсвэл мантийн плюмын нөлөөнд ч үүссэн байж болох талтай.

Дүгнэлт

1. Хангай-Хэнтийн атираат бүсийг хүрээлж байгаа эх газрын вулканоген-тунамал бүрдэл бол үндсэндээ бүгд эх газрын царцдас хэлбэржсэн плитийн дээр үүссэн байна. Энэ утгаараа бидний авч үзсэн насны пермийн бүрдэл бол эх газрын хучаас билээ.

2. Хангай-Хэнтийн атираат бүсийг хүрээлж байгаа вулканы нумын стрүктүрүүдийг хооронд нь харьцуулж үзвэл өөр хоорондоо ялгагдах бага зэргийн өөрийн гэсэн хурдас хуримтлал, геодинамикийн ба хөгжилийн онцлогтой юм.

3. Орхон-Сэлэнгийн хотгор нь зуувандуу харьцангуй зүүн-хойшоо сунасан хэлбэртэй плит дундын шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг найрлагатай вулканитаар эхэлж зөвхөн баруун-өмнөд Зэлтэр-Хойд Хангайн рифтийн бүстэй нийлэх хэсэгтээ хожуу пермийн комендит, пантеллерит бүхий рифтогений бимодал вулканитаар хөгжил нь дууссан байна. Шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг вулканитын хөгжлийн хувьд эхнийх нь дунд пермийн үед шүлтлэгдүү граносиенит, сиенитийн Сэлэнгэ бүрдэл түрснээр дууссан бол сүүлчийн вулканитын мөчлөг нь хожуу пермийн Шар ус гол ба түрүү триасын гранодиорит порфирын Эрдэнэт бүрдлээр төгсөнө.

4. Зэлтэр-Хойд Хангайн рифт үндсэндээ Орхон-Сэлэнгийн хотгорын үргэлжлэл болохоор түүний вулканитын найрлага өөр хоорондоо төстэйгээс гадна шохойлог-шүлтлэг найрлагатай вулканит нь сиенит, граносиенит, шүлтлэг гранитаар дууссан 2 мөчлөгийг үүсгэсэн байдаг онцлогтой.

5. Хантайшир-Аргалантын вулканы нумуудын зүсэлт бүдүүн хэмхдэст моласаар эхлэх бөгөөд шүлтлэгдүү шохойлог-шүлтлэг тасралтгүй ялгарсан вулканитаар бараг ижилхэн хөгжсөн байна. Хожуу пермийн үед, шүлтлэг рифтийн бимодал вулканитаар үргэлжлэн хөгжиж байсан боловч төгсгөл нь Аргалантын рифтийн хэмжээнд нүүрс агуулсан моласаар тэмдэглэгджээ.

6. Сүүлийн төрөлд хожуу протерозойн атираат суурьтай Дундговь-Хэрлэнгийн эх газрын идэвхтэй захын бүрдэл нь хэвтээ чиглэлдээ терриген

зонхилсон хурдсаас тогтсон нумын өврийн хотгор, төвийн хэсэгтээ шохойлог-шүлтлэг вулканит ба ижил найрлагатай интрузив бүхий эх газрын нумын бүрдлийг үүсгэх ба түүний ар талаар зүүн-хойш чиглэсэн 1100 км орчим үргэлжлэх нумын арын деструкцийн шүлтлэг вулканит ба мөн тийм найрлагатай интрузивүүдээр тэмдэглэгдсэн Зартхудаг-Авдархараатын гэж нэрлэж болох рифтийн бүсийг үүсгэнэ.

Ашигласан хэвлэл

- Бямба Ж., Бадамгарав Ж., Баясгалан А., нар 2012. Монголын геологи ба ашигт малтмал, боть IV, Литосферийн плитийн тектоник, Улаанбаатар, Соёмбо принтинг, 494 х.
- Бямба Ж., Алтаншагай Ш., Манзшир Б., нар 2016. Хангай-Хэнтийн бүсийн хожуу палеозойн эх газрын хөгжлийн хувьсал, Хайгуулчин №55, Улаанбаатар, 81-95х.
- Бобров В.А., Куликов М.В., 1968. Монголо-Забайкальский пролив пермского времени // ДАН СССР, т. 180. №5
- Гаврилова С.П., Лучицкая А.И., Фрих-Хар Д.И нар., 1991. Вулкано-плутонические ассоциации Центральной Монголии. Москва, Наука, 232 с.
- Гаврилова С.П., Максимюк И.Е., Оролмаа Д., 1989. Молибден-медно-порфировое месторождение Эрдэнэтийн-Овоо (МНР), Москва, ИМГОЭ, 39 с.
- Гэрэл О., 2012. Мезозойн интрузив чулуулаг, Монголын геологи ба ашигт малтмалын боть III, Улаанбаатар, Соёмбо принтинг, 299 - 392 х.
- Гордиенко И.В., 2012 Геохимические, геохронологические и геодинамические особенности магматизма Харагольского террейна магматизма, Северная Монголия, Геология и Геофизика, 365-379х.
- Доржсүрэн Б., 2012. Хангай-Хэнтийн бүс дэх карбон-пермийн аккрецын бүрдэл. Улаанбаатар, 23 х.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М., 1988. Тектоника литосферных плит территории СССР, Москва, Наука, т. 1, 327 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М., 1976. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения, Москва, Недра, с.231
- Козловский А.М., Кудряшева Е.А., Ярмолюк В.В., 2007. О структурной позиции зон континентального рифтогенеза Центральной Азии, В. кн.: Геодинамическая эволюция литосферы ЦАПП от океана к континенту, Иркутск, с.110-112
- Кузьмин М.И., 1985. Геохимия магматических пород фанерозойских складчатых поясов, Новосибирск, Наука, 200 с.
- Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В., 2014. Мантийные плумы Северо-Восточной Азии и их роль в формировании эндогенных месторождений, Геология и Геофизика, т.55, №2, с.153-184
- Лучицкий И.В., 1983. Континентальный вулканизм Монголии, Москва, Наука, 185 с
- Моссаковский А.А., Томуртоого О., 1976, Верхний палеозой Монголии, Москва, Наука, 125 с.
- Мөнхцэнгэл Б., 2009. Геосудлаач №34
- Салтыковский А.Я., Оролмаа Д., 1977. Позднепалеозойский-мезозойский вулканизм Северной Монголии и Западного Забайкалья, Москва, Наука, 202
- Төмөртоого О., Арвисбаатар Н., Гао Ш., нар 1994, Байкало-Монгольский трансект, Геология и геофизика, т.35, №7-8, с. 94-111
- Төмөртоого О., 2002, Монгол улсын тектоникийн зураг
- Ярмолюк В.В., Самойлов В.С., Иванов В.Г., 1999, Состав и источники базальтов позднепалеозойской рифтовой системы Центральной Азии, Москва, Геохимия, 1027с.
- Ярмолюк В.В., 1983. Позднепалеозойский вулканизм континентальных рифтогенных структур Центральной Азии, Москва, Наука, 195 с.
- Ярмолюк В.В., Кузьмин М.И., 2012. Редкометалльный магматизм в геологической истории Центрально-Азиатского складчатого пояса: этапы, области и обстановки формирования
- Яшина Р.М., Матреницкий А.П., 1979, Верхнепалеозойский магматизм Северной Монголии и его металлогенические особенности, Геология и магматизм Монголии, Москва, Наука, с.96-113