

ISSN 2312-8534

ГАЗАРЗҮЙН АСУУДЛУУД
JOURNAL OF GEOGRAPHIC
ISSUES

2019 (2) ДУГААР 19

Улаанбаатар хот
2019 он

Дугаарын хариуцлагатай редактор:

Доктор, дэд профессор Д.Амартүвшин
Монгол Улсын Их Сургуулийн Шинжлэх Ухааны Сургууль, Байгалийн Ухааны
Салбар, Газарзүйн Тэнхим.
Цахим шуудан: a.dorjsuren@num.edu.mn

Сэтгүүлийн техник редактор:

Магистр Д.Ганпүрэв
Монгол Улсын Их Сургуулийн Шинжлэх Ухааны Сургууль, Байгалийн Ухааны
Салбар, Газарзүйн Тэнхим.
Цахим шуудан: ganpurev@num.edu.mn

Редакцын зөвлөлийн гишүүд:

Доктор, профессор В.Батцэнгэл
Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор Ж.Л.В.Жендерен
Дэлхий Судлал, Гео-мэдээлэлзүйн Олон Улсын Сургууль, Нидерланд

Доктор, профессор П.Мягмарцэрэн
Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор Д.Даш
Монгол Улсын Багшийн Их Сургууль

Монгол Улсын Гавьяат багш, доктор, МУИС-ийн зөвлөх профессор М.Баянтөр
Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор Йорг Янцен
Берлины Чөлөөт Их Сургууль, ХБНГУ

Доктор, МУИС-ийн зөвлөх профессор Б.Чинбат
Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор О.Батхишиг
Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн

Доктор, профессор С.Эрдэнэсүх
Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор Е.Батчулуун
Монгол Улсын Багшийн Их Сургууль

Доктор П.Гомболүүдэв
Ус Цаг Уур Орчны Шинжилгээний Хүрээлэн

ГАРЧИГ

ДАРЬГАНГЫН ЛААВЫН ТАВЦАН ДАХЬ ШИЛИЙН БОГД ГАЛТ УУЛЫН ГЕОМОРФОЛОГИЙН ХЭЛБЭР

Э.Алтанболд, Х.Уламбадрах, Г.Бямбабаяр, Д.Санчир..... 4

ӨГИЙ НУУРЫН ХОТГОРЫН МОРФОЛОГИЙН ГАРАЛ ҮҮСЭЛ: ФЛЮВИАЛЬ ПРОЦЕСС БА ТЕКТНИК ХАГАРЛЫН ХОЛБОО

Э.Алтанболд, Я.Гансүх, Э.Амаасүрэн 22

ХОТ ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН ҮЗЭЛ БАРИМТЛАЛУУДЫН ХОТЫН ТЭЛЭЛТИЙГ БАГАСГАХАД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙГ ОРОН ЗАЙН ЗАРИМ ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙГ АШИГЛАН ТООЦОХ НЬ

Б.Болормаа, Фүрст.К, М.Буяндэлгэр 42

ГАНДУУ БҮСИЙН УРГАМЛЫН ОРОН ЗАЙН ТАРХАЛТ: ТЮРИНГИЙН ХЭЛБЭРШИЛ УС ГАЧИГ НӨХЦӨЛД ИЛРЭХ НЬ

*Кэйтиа Шима, Бухо Хошино, Инь Тянь, Э.Золжаргал, Сайшаалт, Наянтай,
И.Мягмаржав, П.Мягмарцэрэн, Б.Төрөмч* 62

ДАРЬГАНГЫН ЛААВЫН ТАВЦАН ДАХЬ ШИЛИЙН БОГД ГАЛТ УУЛЫН ГЕОМОРФОЛОГИЙН ХЭЛБЭР

Э.Алтанболд^{1*}, Х.Уламбадрах², Г.Бямбабаяр¹, Д.Санчир³

¹Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их
Сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

²Геологи-Геофизикийн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол
Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

³Магматизм-Металлогены салбар, Геологи-Палеонтологийн хүрээлэн,
Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Харилцагч зохиогч: altanbold@num.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Монгол орны нутаг дэвсгэрт идэвхжиж байсан Кайнозойн галт уушил нь өнгөрсөн зууны эхэн үеэс Төв Азийн судлаачдын анхаарлыг татсаар ирсэн. Бид энэхүү судалгаанд өмнө нь хийгдсэн геологийн судалгааны материалууд дээр анализ хийж Кайнозойн галт уушилын үр дүнд үүссэн Шилийн Богд галт уулын гарал үүсэл, морфологийн хэлбэрийг тодорхойлоход өгүүллийн гол зорилго оршино. Ер нь суурилаг найрлагатай лаавын бялхалттай холбоотойгоор хэд хэдэн төрлийн геоморфологийн хэлбэрүүд үүссэн байдгаас чухам аль төрөл зонхилон тархсан байгааг тогтоож, түүнтэй уялдуулан гарал үүслийн холбоог гаргах нь манай оронд өмнө хийгдэж байгаагүй асуудал, одоо чухал тавигдаж байгаа учраас Дарьгангын тэгш өндөрлөгт орших Шилийн Богд галт уулыг сонгон асуудлыг хөндсөн. Хээрийн хэмжилт болон судалгааны материалуудад морфометрийн шинжилгээ хийж сансрын болон бусад зураглалын материалд морфоструктурын аргаар хагарлыг тодруулж харьцуулсан шинжилгээний аргаар Шилийн Богд галт уулын геоморфологийн хэлбэрийг тодорхойлсон. Энэ судалгаагаар Шилийн Богд галт уулын геоморфологийн хэлбэрийг тодорхойлсноос гадна уг галт уулын гарал үүслийн схемийг боловсруулсан. Шилийн Богд галт уулыг дайрсан зүүн хойноос баруун урагш чиглэлд томоохон хагарал үүссэний дагуу суурилаг найрлагатай лаав оргилон урсаж, улмаар Шилийн Богд болон бусад галт уулсын өнөөгийн геоморфологийн хэлбэрийг үүсгэсэн байна. Лаавын урсгал нь цахиурын исэл 50%-иас бага урсамтгай шинж чанартай байсан нь энэ бүс нутагт лаавын тавцан үүсгэх гол нөхцөл болжээ. Шилийн Богд галт уулын тогооны дундаж налуу 41⁰, гүн 63 метр, тогооны дундаж диаметр 302 метр бөгөөд хагас дугуй хэлбэртэй, суурилаг найрлагатай лаавын бялхалтаар үүсдэг геоморфологийн хэлбэрүүд дотроос лаавын конус хэмээх хэлбэр болохыг морфометрийн болон харьцуулсан шинжилгээгээр Филлипин улсын Таал (Taal) галт уулын морфологитой харьцуулан тогтоолоо. Судлаачдын материалуудаас үндэслэн Шилийн Богд галт уулын хүрмэн чулуулгийн нас нь хожуу дөрөвдөгчийн магадгүй бүр голоцены настай гэж үзэж болохоор байна. Цаашид Шилийн Богд галт уулын хүрмэн чулуулгийн насыг морфологи хэлбэртэй нь уялдуулан нарийвчлан тогтоох шаардлагатай.

Түлхүүр үгс: геоморфологи, дарьганга, шилийн богд, хагарал, морфологи хэлбэр

ABSTRACT

The Cenozoic volcanism, which has been active in the territory of Mongolia since the beginning of the last century, has attracted the attention of Central Asian researchers. The purpose of this study is to analyze the geological research materials of the previous study and to determine the

morphological origin and morphology of Shiliin Bogd volcano as the key representative of Cenozoic volcanism. In general, due to the lava flow of basic composition, several types of geomorphological forms have been identified, and the identification of the type of dominant distribution is associated with a relation with origin problem that has not been encountered in our country before, and because of the current importance, the selection of the Shiliin Bogd volcano in Dariganga Plateau becomes important. The morphometric analyses were performed in-field measurements and previous studies, also highlighted the faults in satellite and other images using the morpho-structure method in order to depict the geomorphology of the Shiliin Bogd volcano. By comparing the results of the morphometric analysis, the Shiliin Bogd volcano morphological type was determined and a schematic diagram of the volcano's origin was developed. A large lava flow of fundamental composition flowed along to the large faults that stretched from the northeast to the southwest of the Shiliin Bogd volcano, which resulted in the current morphological forms of Shiliin Bogd and other volcanoes. The lava flow had a flow rate of less than 50% SiO₂, which led to the creation of a Lava Plato. The morphological formations of lava cones, which are semicircular and basal in composition, with the average slope of the Shiliin Bogd volcano crater in 41⁰, depth 63 meters and crater average diameter 302 meters, have been compared with morphology of other volcanoes by morphometric analysis. Based on the researchers' research data, the age of the trap of Shiliin Bogd volcano can be traced to the late Quaternary age, possibly to the Holocene age. Further details of the age of the basalt rock need to be precise.

ОРШИЛ

Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан кайнозойн эриний хүрмэн чулуулгийн талаар өнгөрсөн зууны эхэн үеэс Төв Азийн судлаачдын анхаарлыг татсаар иржээ. XX зууны дунд үеэс Монгол, Зөвлөлтийн геологийн хамтарсан экспедицийн геологийн судалгааны үр дүнд кайнозойн эриний хүрмэн чулуулгийн талаар шинэ сонирхолтой материалууд хуримтлуулжээ. Эндээс кайнозойн эриний галт уулын хүрмэн чулуулгийн геологийн чиглэлээр В.В. Кепежинскасын (1979) хэвлүүлсэн “Кайнозойские щелочные базальтоиды Монголии и их глубинные включения” нэг сэдэвт бүтээл нь Монгол орны галт уулшлынталаар туурвисан томоохон бүтээлүүдийн нэг юм. Энэ судалгааны материалаас үзэхэд Дарьгангын галт уулшлын эх үүсвэр, химийн найрлагыг тодорхойлж, хүрмэн чулуулгийн тархалт болон магмын гүний тогтоц, идэвхжилийн үеийн царцдасны зузааныг тодорхойлсон байна. Бид энэ судалгааны үр дүнгүүд болон бусад геологийн судалгааны материалуудад үндэслэн кайнозойн эриний дөрөвдөгчийн үеийн галт уулын гол төлөөлөгч болох Шилийн Богд галт уулын гарал үүслийг тодруулж, геоморфологийн хэлбэрийг тодорхойлох зорилготой юм. Харин XX зууны төгсгөл XXI зууны эхэн үед өрнөдийн судлаачид Basu *et al.*, (1991), Stosch *et al.*, (1995), Wiechert *et al.*, (1997), Barry and Kent, (1998), Kononova *et al.*, (2002), Harris *et al.*, (2010)-ын судалгаагаар Дарьгангын галт уулсын магмын гарал үүсэл, магмын даралт, температур, галт уулын хүрмэн чулуулгийн тархалт, зузааныг шинэчлэн тооцоолж судалгааны шинэ үр дүнгүүдийн хэвлүүлсэн байна. Дээрх судалгааны материалуудыг нэгтгэн үзэхэд Палеогены галавт Индостаны хавтан Евразийн хавтанг үргэлжлэн түрсээр байсан нь Зүүн хойд Хятадад Баруун ба Төв Монгол болон Байгалийн уулсын хэмжээнд Тэнгэр уул, Хөвсгөлийн, Хангайн, Байгалийн уулархаг нутаг өргөгдөж үүний улмаас Дарьгангын, Хангайн, Тункийн зэрэг хотгорууд үүсч галт уулын бялхалт болж

өргөн талбайг хамрах болсон болохыг судлаачид санал нэгдэж, энэ цаг үеэс хойших хугацаанд Дарьгангад гурван удаа галт уулын идэвхжил болсон болохыг тодорхойлжээ. Энэ галт уулын идэвхжилийн хамгийн сүүлийн мөчлөгт Шилийн Богд болон түүнтэй зэргэлдээх галт уулсын морфологи үүссэн нь тодорхой болжээ.. Өнөөгийн судалгааны түвшинд геоморфологийн хэлбэрийн талаар төдийлөн судлагдаагүй байгаа юм. Суурилаг найрлагатай лаавын бялхалттай холбоотойгоор хэд хэдэн төрлийн морфологийн хэлбэрүүд үүссэн байдгаас чухам аль төрөл зонхилон тархсан байгааг тогтоох нь манай оронд шинэлэг судалгааны асуудал учраас Дарьгангын тавцан дахь хамгийн өндөр морфологийн тогтоц болох Шилийн Богд галт уулыг сонгон авч асуудлыг хөндлөө.

Шилийн Богд галт уулын гарал үүсэлтэй нь уялдуулан геоморфологийн хэлбэрийг тодорхойлох зорилготой. Геологийн болон геоморфологийн судалгааны өмнөх үр дүнгүүдийг нэгтгэн анализ, синтез хийх, лаав бялхсан хагарлын зүй тогтлыг тодруулж зураглах, цаашид Дарьгангын тавцан дахь 220 орчим галт уулын тогоонуудыг морфометрийн харьцуулалт хийх замаар морфологи хэлбэрийг тодорхойлох боломжийг тодруулахаар зорилоо.

Судалгааны материал ба Аргазүй

Судалгааны талбайн геологийн тогтоц, Монгол орны кайнозойн эриний галт уулсын талаар хийгдсэн өмнөх судалгааны материалын үр дүнг нэгтгэн анализ, синтез хийсэн. Хээрийн судалгаагаар 2017 оны VIII сард морфометрийн хэмжилтээр баталгаажуулалт хийж судалгааны талбайн геологийн (1: 1000 000), геоморфологийн (1: 500 000), сансрын (USGS) зургууд болон агаарын гэрэл зурагт морфологийн тайлал хийв.

Морфометрийн шинжилгээний арга (Morphometric analysis method)

Рельефийн тасралтад эвдрэл буюу хагарал, хэвтээ ба босоо хэрчигдэл, хэрчигдлийн идэвхийн зэрэг, зүсэлтийн деформац зэрэг морфометр үзүүлэлтээр неотектоник хөдөлгөөнийг илрүүлж болдог. Морфометрийн судалгааны аргууд дотроос неотектоник хөдөлгөөнийг илрүүлэх зорилготой Философовын (1967) боловсруулсан морфометрийн шинжилгээгээр Базисын гадаргын топо, Үлдэгдэл рельефийн топо зурагт шинжилгээ хийж гадаргын гарал үүсэл, рельефийн хэлбэрүүдэд тайлал хийдэг арга юм. Галт уулсын чулуулаг бүрхүүлийн дотор үүссэн төрөл бүрийн хэмжээтэй хагарал нь газрын гадаргын рельефт тусгалаа олсон байдаг (Болд, 1987). Рельефийн элементүүд, тэдгээрийн хэлбэрүүдэд гарч байгаа огцом өөрчлөлт, давтагдах шинж чанарт тулгуурлан хагарлыг илрүүлж болдог (Jordan, 2003). Судалгааны зорилгоос шалтгаалан хагарлын чиглэл, урт, үүссэн дэс дараалал, рельеф үүсэх онцлог зэргээр нь системчлэн ангилж өгдөг байна. Хагарлуудыг буулгахдаа геологи, геоморфологи, геофизикийн олон чиглэлийн судалгаагаар практик дээр нотлогдсон шууд ба шууд бус шинж тэмдэг бүхий шалгуурыг ашигладаг байна (Florinsky, 1996). Дарьгангын тавцан дахь унтарсан галт уулсын байрлал, тэдгээрийн морфометрийн үзүүлэлтүүд нь Шилийн Богд галт уулын хагарал ба геоморфологийн хэлбэрийг тодруулах гол шинж тэмдгүүд юм. Бид

энэхүү судалгаанд Шилийн Богд болон харьцуулагдан жишиж буй Таал галт уулын морфометрийн бүх үзүүлэлтүүдийг тооцож гарган хооронд нь харьцуулж үр дүнгээ гаргасан болно.

Морфоструктурын шинжилгээний арга (Morphostructural analysis method)

Сүүлийн үед геоморфологийн судалгаанд олон шинэ арга барил боловсрогдон, өргөн хэрэглэгдэх болжээ. Эдгээрийн дотроос хамгийн үр ашигтай, хямд арга бол морфоструктурын арга юм (Болд *нар.*, 1981). Тектоник хөдөлгөөн рельеф үүсгэхэд чухал үүрэгтэй бөгөөд рельеф ба тектоник хөдөлгөөн хоёрын холбоог тогтооход морфоструктурын арга онцгой үүрэгтэй. Газрын гадаргын рельефийн томоохон элементүүд ямагт чулуулаг бүрхүүлийн геологийн тогтоц, тектоник хөдөлгөөнтэй шууд холбоотой байдаг (Болд, 1987). Энэ аргаар рельефийн төрөл бүрийн элементүүдийн гадаад шинж тэмдгийг Сансрын, агаарын гэрэл зураг, геологийн, геоморфологийн болон топо зургуудад илэрч буй шинж тэмдгүүдийг ашиглан зураглал бүрийг хооронд нь харьцуулан шалган, тайлал хийх замаар рельефт илэрч буй морфологи, хэлбэр дүрсийг тодруулан төрөл ангийг тогтоож, гарал үүслийг нь тодорхойлоход морфоструктурын арга чиглэгдэнэ (Dumont and Fournier, 1994). Дарьгангын тавцан дахь Шилийн Богд галт уул орчмын сансрын, агаарын, геологийн, геоморфологийн зураглалын материалд задлан шинжилгээ хийж хээрийн хэмжилт, судалгаагаар үр дүнгээ баталгаажуулсан болно.

Харьцуулсан шинжилгээний арга (Comparative analysis method)

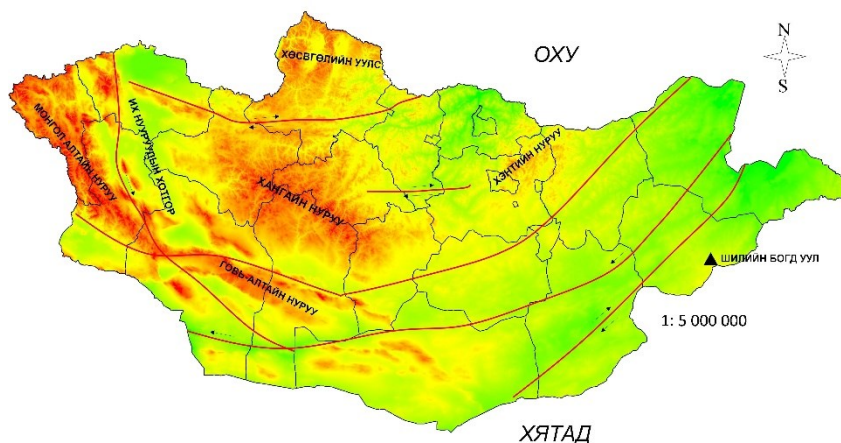
Байгалийн шинжлэх ухааны хувьд харьцуулах арга гэдэг нь хоёр ба түүнээс дээш тооны өгөгдлийг харьцуулан шинжлэх замаар өгөгдлийн цувааг хооронд жиших, дүгнэх, байдлаар ашиглаж иржээ. Энэхүү арга нь ерөнхийдөө өгөгдлийн нэгдсэн дүн шинжилгээ юм (Rihoux, 2006). Газарзүйн судалгаанд орон зай, цаг хугацааны хувьд өөрчлөгдөж ирсэн өгөгдлийг харьцуулж дүгнэх нь хамгийн чухал асуудал байдаг (Losos and Glor, 2003). Тоон өгөгдлүүдийг хооронд нь харьцуулах байдлаар хоёрдогч дүн шинжилгээний үр дүнг гарган авах нь харьцуулсан судалгаанд өргөн ашиглагддаг (Kolb, 2012). Бид энэ судалгаанд Шилийн Богд болон Таал галт уулсын магмын гарал үүсэл, геохимийн найрлага, галт уулсын морфометрийн үзүүлэлтийг тооцон гаргаж хооронд нь харьцууллаа. Шилийн Богд галт уулын үүсэлтэй нь уялдуулан геоморфологийн хэлбэрийг тодорхойлохдоо онолын үр дүнгүүдийг нэгтгэж лаав бялхсан хагарлын шугамыг тодорхойлох, лаавын гарал үүсэл, нас, хүрмэн чулуулгийн урсгалын үр дагаврыг тодорхойлох, геоморфологийн хэлбэрийг олон улсын жишиг галт уултай морфометрийн хувьд. Судалгааны аргазүйн ерөнхий схемийг Зураг 1-т үзүүлэв.



Зураг 1. Судалгааны аргазүйн ерөнхий схем

Судалгааны талбайн газарзүй-геологийн нөхцөл

Газарзүйн байршил. Монгол орны зүүн өмнөд хэсэгт Сүхбаатар аймгийн Баруун-Урт хотоос зүүн урагш 200 гаруй км зайтай, Дарьганга сумын төвөөс зүүн урагш 60 орчим км, Монгол, Хятадын хилээс 30 орчим км зайтай $X\Theta 45^{\circ} 28' 35''$, $3У 115^{\circ} 35' 35''$ солбилцолд орших Дарьганга орчмын унтарсан галт уулсаас хамгийн өндөр морфологийн тогтоц билээ. Галт уулын тогоо бүхий гадаргын хэлбэрүүд нь ерөнхийдөө д.т.дээш 1200-1500 метрийн өндөртэй бол Шилийн Богд галт уул 1778 м хүрнэ (Цэгмид, 1969; Шагдар, 2007). Монголчууд "Шивээт шил" "Агшуна" хэмээн нэрийддэг байсан ба тал нутгийн их хайрхан хэмээн тахин шүтэж иржээ. Уг уулын Агшуна хэмээх нэр Монголын түүхийн бичгүүдэд гардаг бол Шилийн Богд гэх нэр хэзээ үүссэн талаар тодорхой баримт, мэдээ одоогоор үгүй байна (Шагдар, 2007). Богд уул гэх нэршил нь Буддын шашны нөлөөгөөр нэрлэгдсэн байх магадлалтай. Шилийн Богд уулыг улсын хамгаалалтад 2004 оноос Байгалийн Нөөц газрын ангилалд авсан. Монгол орны аялал жуулчлалын зорих газрын онцгой бүс нутаг юм.



Зураг 2. Монголын тектоникийн голч хагарлууд ба Шилийн Богд галт уулын байршил

Галт уулын нас: Дарьгангын тэгш өндөрлөгийн хэмжээнд геологийн өөр өөр цаг үед үүссэн галт уулс, хүрмэн чулуулгийн хучаас илэрдэг. Галт уулсын геологийн судалгааны үр дүнд энэ бүсэд галт уулын идэвхжил нийт 3 удаа явагдсаныг тогтоожээ (Степанов и Волхонин, 1969; Дашдаваа, 1984). Дарьганга орчмын эхний галт уулын дэлбэрэлт идэвхжих үйл ажиллагааг авч үзвэл лаавын хучааст миоцен, плиоцений сүүн тэжээлтэн амьтны үлдэгдэл агуулдаг. Үүнээс үзэхэд Дарьгангын лаав нь миоцений цаг үеэс бялхсан байж болох юм. Тухайн цаг үед энэ бүс нь ганц төвийн галт уулын үйл ажиллагаа явагдаагүй хэд хэдэн бие даасан голомттой галт уул байжээ (Devyatkin and Smelov, 1980). Дарьгангын тавцангийн хойд хэсэгт орших Молцог элсний урд хэсэг дэх лаавын хүрмэн чулуулгаас авсан дээжид Кали-Аргоны хагас задралын аргаар тодорхойлсон насны судалгаагаар 18 ± 0 сая жил (Genshaft and Saltykovsky, 1985) гэж тооцоолжээ. Эндээс үзвэл Дарьгангын галт уулын үйл ажиллагаа нь дунд миоценээс эхлэн идэвхэжсэн гэж үзэж болохоор байна. Хүрмэн чулуулаг нь миоцен, плиоцений тунамал хурдсыг хучдаг бөгөөд Дарьгангын хүрмэн чулуулаг нь миоценээс хожуу үед бялхсан (Мурзаев, 1952; Десяткин и Никифорова, 1981; Дашдаваа, 1984; Basu *et al.*, 1991; Barry and Kent, 1998; Harris *et al.*, 2010) гэж ихэнх судлаачид үзжээ. Хоёр дахь түвшнийх нь дэлбэрэлтийн үйл ажиллагаагаар үүссэн том хэмхдэслэг бүтэцтэй пирокласт материалаас тогтсон болохыг Кепежинскас (1979) тодорхойлж, тэдгээр пирокласт материалын зузааныг 30-40 м гэж тогтоосон. Уг пирокласт материалын дотор улаан өнгийн тунамал чулуулгийн үеийг ялгажээ. Хүрмэн чулуулгийн нас нь Их уул, Баруун нарт уул, Асгат Уул, Мухрын булаг уулаас авсан дээжүүдэд Кали-Аргоны хагас задралын аргаар тодорхойлсон насны судалгаагаар 3-6 сая жил гэж тогтоогдсон (Basu *et al.*, 1991; Stosch *et al.*, 1995).

Сүүлийн түвшний дэлбэрэлтийн хүрмэн чулуулаг нь өмнөх үеийн хүрмэн чулуулгаа зүсэн гарч ирсэн дэл судал бүхий биетүүдийг үүсгэсэн (Barry and Kent, 1998) байдаг. Эдгээр нь Шилийн Богд, Алтан Овоо, Асгат, Баян, Баян хүрээ уулын орчимд илэрсэн (Дашдаваа, 1984; Harris, *et al.*, 2010) байна. Сүүлийн түвшний дэлбэрэлтээс үүссэн морфологи нь сайн хадгалагдаж үлдсэн бөгөөд галт уулын сүүлийн шатны үнс шааргатай лааваас тогтдог (Кепежинскас, 1979). Энэхүү сүүлийн түвшний хүрмэн чулуулгийн нас нь дөрөвдөгчийн магадгүй бүр голоцены настай (Десятки и Никифорова, 1981; Harris *et al.*, 2010) гэж үзсэн байна. Дээрх судлаачдын материалыг нэгтгэж үзвэл сүүлчийн идэвхжил бүхий дэлбэрэлтээр Шилийн Богд орчмын бүлэг галт уулын морфологи үүсчээ. Эдгээр галт уулууд нь байршил, чулуулгийн төрлөөрөө эхний хоёр идэвхжил бүхий дэлбэрэлтээс нэлээд ялгаатай. Геоморфологийн ба изотопын судалгаагаар нь баруун хойд талаасаа урагшлах тусам залуужиж байгаа зүй тогтлыг судлаачид (Мурзаев, 1952; Кепежинскас, 1979; Геншафт и Салтыковский, 1979; Devyatkin, and Smelov, 1980; Дашдаваа, 1984; Basu *et al.*, 1991; Barry and Kent, 1998; Harris *et al.*, 2010) баталжээ. Шилийн Богд галт уулаас зүүн урагш чиглэлд 100 орчим км зайд орших Зүүн хойд Хятадын Жинфоху орчмын бүлэг галт уулсын нас 8740 ± 400 болохыг тогтоосон (Chuvashova *et al.*, 2007) бол 1721-1722 оны үед Шилийн

Богдоос 100 гаруй км зайд Хятадын Өвөр Монголын нутагт орших Богд нэртэй галт уул (Намнандорж, 1976) дэлбэрсэн нь Дарьгангын өмнөд хэсгийн унтарсан галт уулуудын нас залуухан болохыг гэрчилнэ.

Хүрмэн чулуулгийн химийн найрлага: Шилийн Богд галт уулын хүрмэн чулуулгийн геохимийн найрлагыг (Кепежинскас, 1979) тодорхойлсон үр дүнг дараах хүснэгтэд харуулав.

Хүснэгт 1. Шилийн Богд галт уулын хүрмэн чулуулгийн геохимийн найрлага

№	Химийн нэгдэл	Химийн дундаж найрлага (%)
1	SiO ₂	47,77
2	TeO ₂	2,72
3	Al ₂ O ₃	12,21
4	Fe ₂ O ₃	3,71
5	FeO	8,40
6	MnO	0,24
7	MgO	8,60
8	CaO	9,34
9	Na ₂ O	4,13
10	K ₂ O	1,95
11	Нийлбэр	99,47

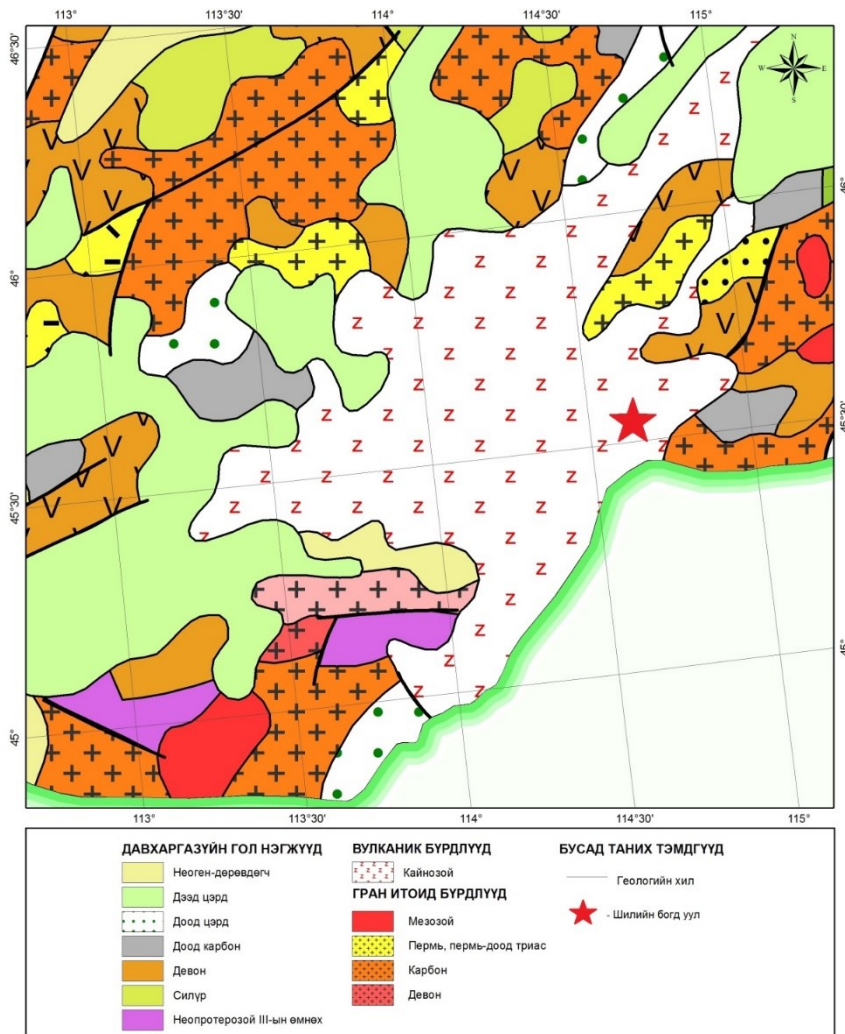
Эх сурвалж: Кепежинскас, 1979

Шилийн Богд (Баянцагаан, Гурван Хүрээт) галт уулын хүрмэн чулуулгийн геохимийн дундаж найрлагыг авч үзвэл цахиурын ислийн хэмжээ 47,77% байгаа (Хүснэгт 1) нь суурилаг найрлагатай, урсамтгай шинж чанартай тул томоохон хэмжээний хүрмэн чулуун тавцан үүсгэсэн байна. Лаавын найрлагад цахиурын ислийн хэмжээ 50 хувиас бага тохиолдолд урсамтгай шинж чанартай шингэн лаавын урсгалаар тавцан (Кепежинскас, 1979; Huggut, 2016) үүсдэг аж.

Магмын гарал үүсэл ба геологийн тогтоц: Дарьгангын тэгш өндөрлөг хэдийгээр геологийн, харилцан өөр цаг үед бялхаж дэлбэрсэн галт уулс, хучааснуудаас бүрдэх боловч 45 км (Степанов и Волхонин, 1969; Бямба, 2012) гүнд анх дээд мантийн дээд хэсэгт үүссэн магмын голомтын бүтээгдэхүүн болох төрөл бүрийн чулуулгаас тогтжээ. Эдгээр чулуулгийн өөр хоорондын гол ялгаа нь цахиурын исэл, магнийн исэл болон төмрийн ислүүдийн хэлбэлзэлд оршдог (Ионов *и др.*, 1983; Wiechert *et al.*, 1997) болохыг тодорхойлсон байна.

Шилийн Богд орчмын хүрмэн чулуулаг нь дээд мантийн гаралтай неоген-дөрөвдөгчийн цаг үед ареал төрлийн олон тооны (220 орчим) төвийн цоргоор 1-3 удаа оргилсон бялхалт, зарим газраараа бага хэмжээний дэлбэрэлтээр үүсч тогтсон геологийн биет (Дашдаваа, 1984; Basu *et al.*, 1991; Barry and Kent, 1998; Геншафт и Салтыковский, 2000; Kononova *et al.*, 2002; Harris *et al.*, 2010) гэж тодорхойлсон байна. Шилийн Богд орчмын хүрмэн чулуулгийн

суурь чулуулаг нь палеозойн болон мезозойн кварцит элсэн чулуу, хайрга, шавраас тогтсон хурдаснууд дээр лаавын тавцан 40-70 метр (Девятки и Никифорова, 1981) зузаан болохыг тогтсон. Талбайн хэмжээгээр 10 000 км² талбайг эзлэн орших (Бямба, 2009) томоохон лаавын тавцан юм (Зураг 3).

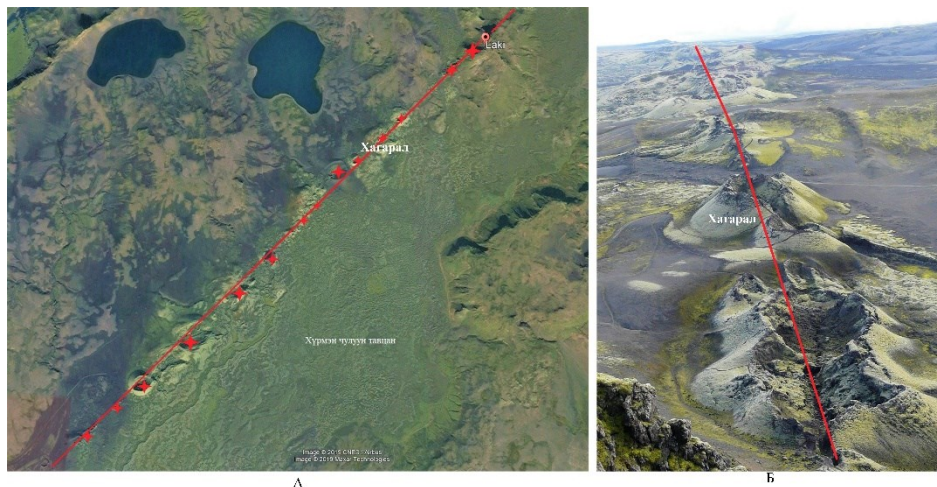


Зураг 3. Дарьганга орчмын геологийн тогтоц
Эх сурвалж: Монгол Улсын Үндэсний атлас, 2009

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

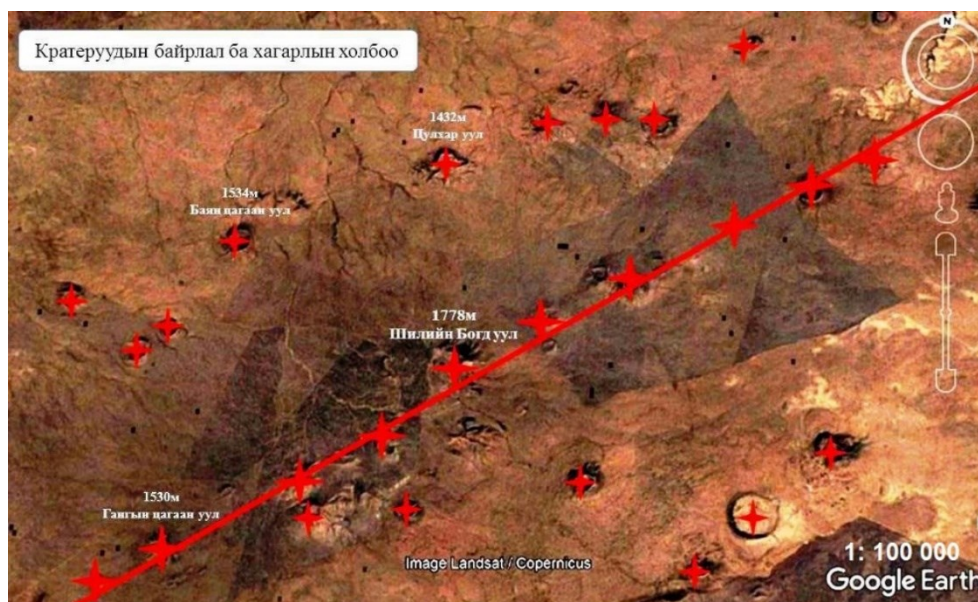
Сансрын зураглалын шинжилгээ ба хагарлын тайлал: Аливаа тогоонуудын байрлал нь нэгэн шулуунд зэрэгцэн орших нь нэг хагарлын дагуу бялхсан болохыг тодорхойлсон судалгаа 1980-аад оноос Исландын Лаки галт уул дээр хийгдсэн байдаг (Sigurdsson, 1982; Chenet *et al.*, 2005; Oman *et al.*, 2006). Лаки галт уулын тогоонуудын байрлал зүүн хойноос баруун урагш чиглэлд нэг шулууны дагуу олон тооны тогоонууд үүссэн нь тодорхой хагарлын зүй

тогтлыг илэрхийлдэг (Зураг 4). Исланд улсад орших Лаки галт уулс нь 1873 оноос эхлэн 240 орчим хоног бялхаж маш их хэмжээний лаавын урсгалыг үүсгэж томоохон тавцанг үүсгэсэн. Галт уулсаас ялгарах хий агаар мандалд их хэмжээний нүүрстөрөгчийн давхар исэл ялгаруулсан байна (Lanciki *et al.*, 2012).



Зураг 4. А. Сансрын зурагт Исландын Лаки галт уулын тогоонуудын байрлал (улаан од) ба хагарлын (улаан зураасаар) холбоог, Б. Агаарын гэрэл зурагт тогоонуудын байрлал ба хагарлын шулууныг харуулав.

Монгол орны зүүн өмнөд хэсэгт байрлах Дарьгангын унтарсан галт уулсын тогоонууд нь хагарлын дагуу Шилийн Богд галт уулаас зүүн хойноос, баруун урагш чиглэлд нэгэн шулуун шугамд үүссэн нь хагарлын шулууныг илэрхийлж байна (Зураг 5).



Зураг 5. Шилийн Богд орчмын тогоонуудын байрлал ба хагарлын холбоо Судалгааны талбайд (улаан одоор) Шилийн Богд болон түүнтэй нэг шулуунд болон параллель байдалтай орших тогоонуудын байрлалуудыг тодруулж хагарлын шулууныг (улаан зураасаар) тэмдэглэв. Шилийн Богд орчмын тогоонуудын байрлал ба хагарлын холбооноос үзэхэд хэд хэдэн параллель хагарлууд үүссэн нь сансрын зурагт тодорхойлогдож байна. Цаашид Дарьгангын тавцангийн хэмжээнд морфологи хэлбэр нь ялгагдаж буй тогоонуудын морфологи хэлбэрийг харьцуулан тодорхойлох шаардлагатай тулгарч байна. Шилийн Богд галт уулаас зүүн хойш чиглэлтэй тогоонуудын байрлал ба хагарлын холбоог агаарын гэрэл зургаар тодруулж хагарлын шулуунтай холбож үзэв (Зураг 6).

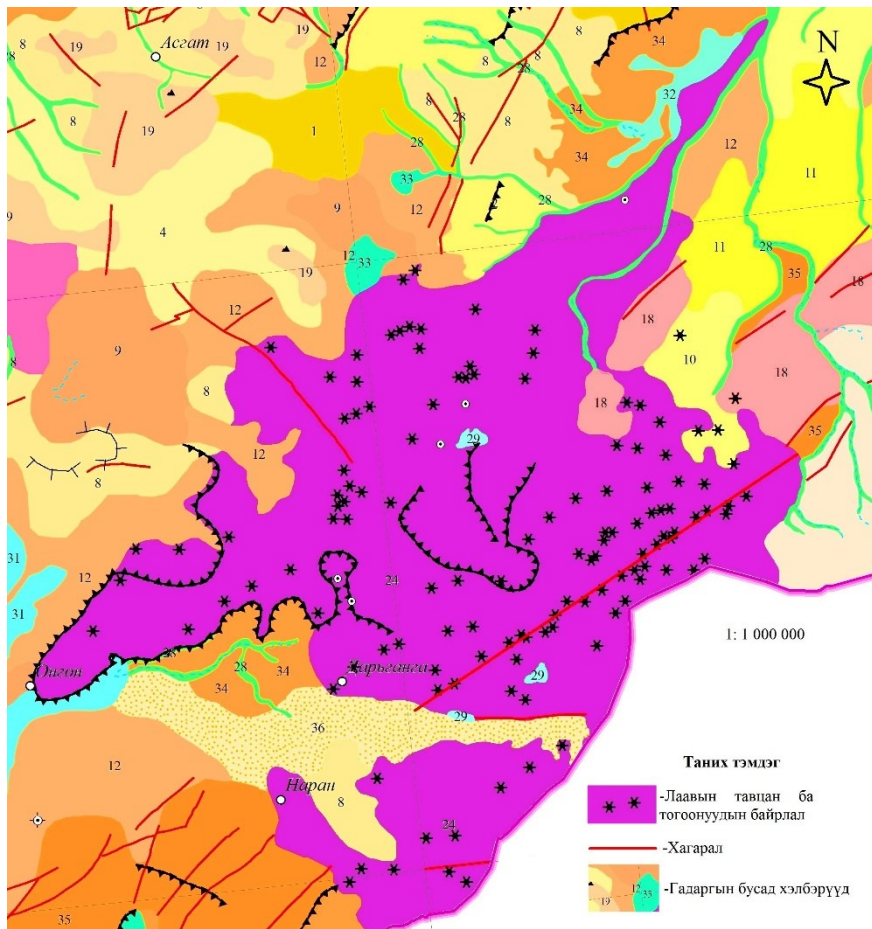


Зураг 6. Нэг хагарлын шулуунд оршиж буй зарим тогоонуудын байрлал

А. Шилийн Богд галт уулаас баруун өмнөд чиглэлд орших тогоонуудын байрлал Б. Шилийн Богд галт уулаас зүүн хойш чиглэлд орших тогоонуудын байрлал (Фотог Э.Алтанболд, 2017)

Фото зурагт илэрхийлэгдэх тогоонуудын байрлал нь Шилийн Богд уулын зүүн хойноос баруун урд чиглэлд орших тогоонуудын байрлал нь сансрын зурагт хийсэн тайллыг бататгаж байна.

Геоморфологийн тайлал: Газрын гадаргад илрэх геоморфологийн элементүүдийн илрэл нь ямагт газрын гүний геологийн үйл явцтай нягт уялдаатай байдаг (Селиванов, 1972; Бямба, 2009). Дарьганга орчимд хагарлын чиглэл нь зүүн хойноос баруун урагш чиглэлд царцдасыг нэвт огтолсон хэд хэдэн хагарал үүсч дээд мантийн дээд хэсгээс суурилаг найрлагатай лаав бялхах нөхцөл бүрдсэн болох нь геоморфологийн зураглалын материалд тусгагджээ. Геоморфологийн зураглалаар Дарьганга орчмын тогоонуудын байрлалд нь тулгуурлан нь хагарлын чиглэлийг бататгалаа (Зураг 7).



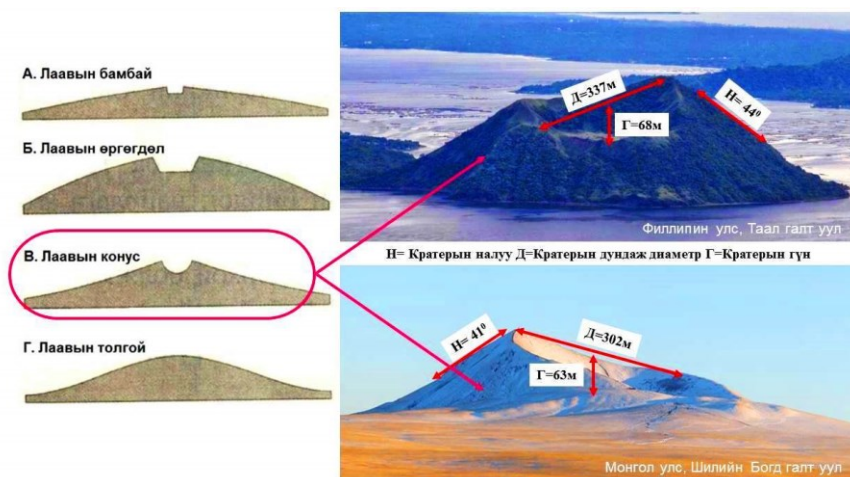
Зураг 7. Геоморфологийн зураглалаар илэрхийлэгдэж буй тогоонуудын байрлал ба хагарлын холбоо

Эх сурвалж: Д.Нямхүү ба Б.Баянжаргал, 2017

Судалгааны талбайн геоморфологийн зурагт ялгагдаж буй тогоонуудын байрлалыг хар цацрагаар, лаавын тавцанг ягаан өнгөөр, хагарлын шулууныг улаан зураасаар татаж тодруулав. Энд тодорхойлогдож буй хагарлын чиглэлээс үзэхэд Шилийн Богд галт уулыг дайрсан хагарал нь хамгийн олон тогоотой нэг шулуунд байрлаж байгаа бөгөөд хагарлын хэмжээ орших хагарлуудаас хамгийн том байх боломжтой. Энэ нь морфологийн хувьд хамгийн том, өндөр хэлбэрийг үүсгэхэд нөлөөлсөн байх боломжтой гэж үзлээ. Дээрх үр дүнгээс үзэхэд Монгол Улсын үндэсний атлас (2009)-ын геологийн зурагт Дарьгангын галт уулын хагарлуудыг таамагласан хагарал гэж тодорхойлсон бол энэхүү геоморфологийн судалгааны үр дүнд тогтоогдсон хагарал ангилалд оруулах боломжтой юм.

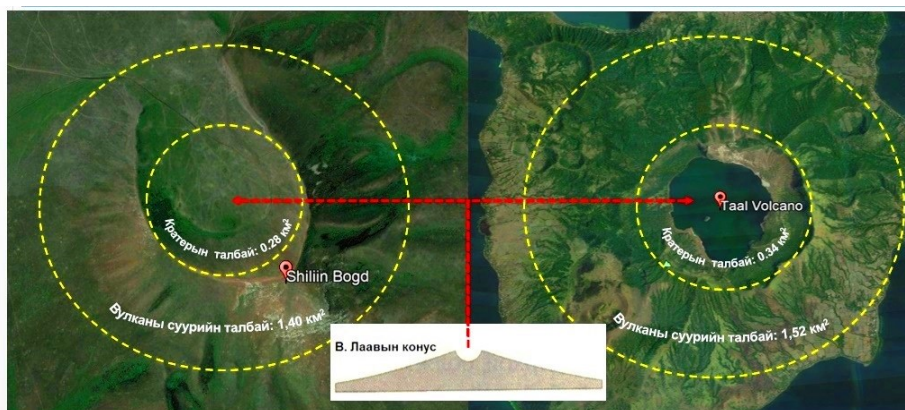
Морфологи ба морфометрийн харьцуулалт: Олон Улсад суурилаг найрлагатай лаавын бялхалтаас үүсэх морфологийн үндсэн 4 хэлбэр буюу Лаавын бамбай, Лаавын өргөгдөл, Лаавын конус, Лаавын толгой гэж ялгаж үздэг байна (Holland *et al.*, 2011; Huggett, 2016). Лаавын бамбай нь бүрхүүл

хэлбэрийн лаавын тавцан үүсгэдэг онцлогтой бол лаавын өргөгдөл нь лаавын бамбайгаас талбайгаараа бага хагарлын дагуу хүчтэй бялхаж тодорхой уул хэлбэрийн морфологи үүсгэдэг байна. Лаавын өргөгдөл бүхий галт уулын жишээ нь Хавайн Мауна Кеа юм. Лаавын конус нь лаавын өргөгдлөөс морфометрийн хувьд 2-3 дахин жижиг хэмжээтэй бөгөөд сонгодог жишээ нь Австралийн Хамилтон, Филиппины Таал галт уулс юм (Nuggett, 2016). Харин лаавын толгой нь тогоо бүхий хэлбэр үүсгэдэггүй толгод маягийн хэлбэр үүсгэдэг онцлогтой. Морфометрийн хувьд Шилийн Богд галт уултай нь морфологийн хувьд хамгийн тохирох хувилбар нь лаавын конус байх магадлалтай гэж үзээд дараах байдлаар морфометрийн харьцуулалт хийж үзэв (Зураг 8).



Зураг 8. Шилийн Богд ба Таал галт уулын морфометрийн харьцуулалт

Морфометрийн хэмжилтийг 2017 оны 8-р сарын 17-нд Шилийн Богд ууланд GPS-ээр хээрийн хэмжилт хийж Google Earth программ ашиглаж хэмжилтийн үр дүнгээ баталгаажуулсан. Филиппины Таал галт уулын морфометрийн үзүүлэлтийг Google Earth програм ашиглаж гүйцэтгэв.



Зураг 9. Шилийн Богд ба Таал галт уулын сансрын зураг дахь морфометрийн хэмжилт, харьцуулалт

Суурилаг лааваас үүсэх морфологийн хэлбэрүүдээс (Зураг 9) Шилийн Богд галт уулыг лаавын конусын сонгодог жишээ болох Филлипин улс дахь Таал галт уулын магмын гарал үүсэл, хүрмэн чулуулгийн химийн найрлага болон морфометрийн үзүүлэлттэй нь харьцуулсан шинжилгээ хийв.

Хүснэгт 2. Магмын гарал үүсэл ба хүрмэн чулуулгийн химийн найрлагын харьцуулалт

№	Галт уулс	Магмын гарал үүсэл	Хүрмэн чулуулгийн геохимийн найрлагад эзлэх SiO ₂ хэмжээ	Лаавын найрлага	Харьцуулалт тохирсон "+", Ул тохирсон "-" эсэх
1	Шилийн Богд, Монгол	Дээд манти	47,77	Суурилаг	+
2	Таал, Филлипин	Дээд манти	46,89	Суурилаг	+

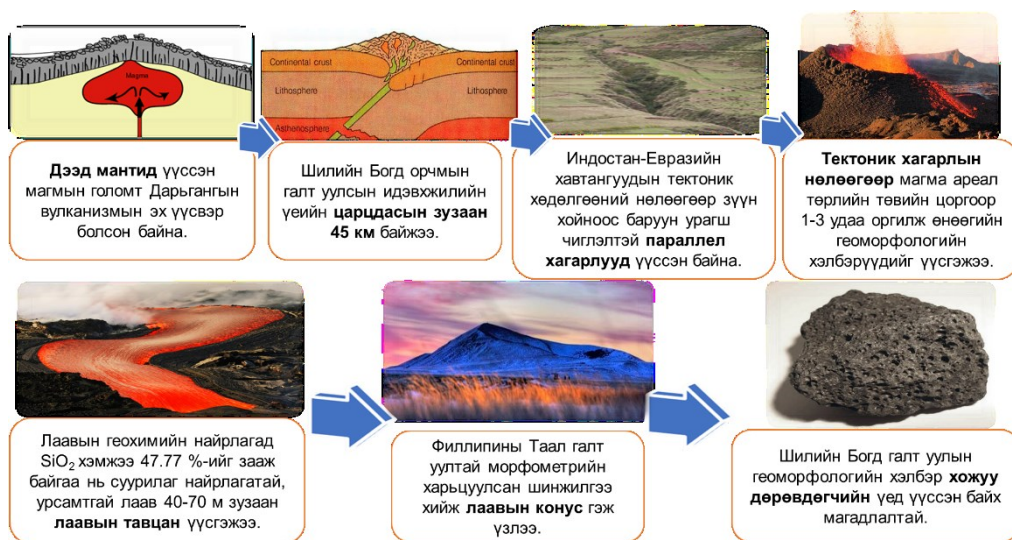
Эх сурвалж: Кепежинскас, 1979; Miklius *et al.*, 1991; Stosch *et al.*, 1995; Kononova *et al.*, 2002

Хүснэгт 3. Галт уулсын морфометрийн үзүүлэлт, харьцуулалт

№	Морфометрийн үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Шилийн Богд, Монгол	Таал, Филлипин	Харьцуулалт тохирсон "+", Ул тохирсон "-" эсэх
1	Галт уулын тогооны дундаж диаметр	м	302	337	+
2	Тогооны гүн	м	63	68	+
3	Тогооны дундаж налуу	градус	41	44	+
4	Тогооны ирмэгийн талбай	км ²	0.28	0.34	+
5	Галт уулын суурийн талбай	км ²	1.40	1.52	+

Галт уулсын магмын гарал үүсэл, Хүрмэн чулуулгийн геохимийн найрлагад эзлэх SiO₂ хэмжээ, лаавын найрлагын харьцуулалт (Хүснэгт 2) болон морфометрийн харьцуулалтуудаас (Хүснэгт 3) үзэхэд Шилийн Богд ба Таал галт уулсын үзүүлэлтүүд маш ойролцоо байна. Энэ харьцуулалтын үр дүнгээр Шилийн Богд галт уулын геоморфологийн хэлбэрийг тодорхойлж болохоор байна. Шилийн Богд галт уулын тогооны амсар баруун хойш сэтэрсэн нь тогооны гүнд нуур тогтох боломжийг хаажээ. Тогооны амсар нэлээдгүй элэгдэлд орж ургамлаар бүрхэгдсэн байна. Магмын гарал үүсэл, хүрмэн чулуулгийн химийн найрлага, морфологийн хэлбэрийг харьцуулан үзэхэд Шилийн Богд уулын морфологийн хэлбэр лаавын конус болон ялгагдаж байна.

Шилийн Богд галт уулын гарал үүслийн схем: Монгол орны зүүн өмнөд талд Дарьгангад кайнозойн цаг үеийн суурилаг найрлагатай лаавын бялхалт нь томоохон талбайг хучсан тавцан үүсгэсэн ба түүний хэмжээнд 220 орчим унтарсан галт уулын тогоо хадгалагдан үлджээ (Цэгмид, 1969; Дашдаваа, 1984; Шагдар, 2007). Дарьганга орчмын томоохон хэмжээний лаавын тавцан нь зүүн урагшаа үргэлжлэх тусам зузаарсаар 1400 м хүрдэг. Энд янз бүрийн хэмжээтэй хэдэн арван галт уулын конус байдаг. Тэдгээрийн харьцангуй өндөр нь 100-300 м, морфологийн хадгалалт нь янз бүр байдаг онцлогтой. Галт уулын конусууд нь ерөнхийдөө ижил (суурийн диаметр нь 700-1500 м, тогооны дундаж диаметр 100-300м хүртэл) дунджаар 10-16 км хоорондоо зайтай цуваа байршилд оршиж байгаа нь царцдасны хагарлын шугамтай давхацдаг зүй тогтолтой байна.



Зураг 10. Шилийн Богд галт уулын гарал үүслийн схем

Монголд тархсан кайнозойн галт уулс нь 97-р уртрагаас 105-р уртрагийн хооронд 500-600 км өргөнтэй босоо бүс, Дарьгангын тавцанг бүрхсэн хоёр том галт уулсын морфологи хадгалагдаж буй бүсэд хувааж болох юм (Бямба, 2009 & 2012). Энд Хөвсгөлийн рифт болон түүний эргэн тойрон дахь унтарсан галт уулс, Хангайн нурууны төвийн хэсэг, Орхон-Сэлэнгийн бэсрэг уулс орчимд, Нууруудын хөндий, Говь-Алтай ба Өмнөд говийн цөл гэсэн хэсгүүдээр лаавын талбай багатай боловч унтарсан галт уулын морфологи хэлбэрээ хадгалж үлдсэн унтарсан галт уулс байна. Дарьгангын галт уулсын бүсэд хамгийн олон буюу 220 орчим галт уулын морфологи хадгалагдан үлджээ. Монгол орны хэмжээнд нийтэд нь тооцож үзвэл 400 орчим галт уулсын морфологи хэлбэр байна. Эдгээр хэлбэрүүдийг хооронд нь харьцуулах, гарал үүсэлтэй нь уялдуулах, гадаадын жишиг галт уулсын морфометрийн үзүүлэлттэй харьцуулан судлах замаар Монгол орны хэмжээнд нэгдсэн геоморфологийн ангилал хийх шаардлага тулгарч байна.

ДҮГНЭЛТ

Шилийн Богд орчмын галт уулын тогооны байрлалууд нь зүүн хойноос баруун урагш чиглэсэн 100 гаруй км урт бараг нэг шулуунд байрлаж байгаа нь энд тектоникийн хагарал байгааг нотолно. Хагарлыг геологийн, сансрын, геоморфологийн болон агаарын гэрэл зурагт галт уулын тогоонуудын байрлалтай нь харьцуулан хээрийн судалгааны морфографийн болон морфометрийн аргаар хэмжилт хийж тогтоолоо.

Дарьгангын галт уулс анх дээд мантийн дээд хэсэгт үүссэн магмын голомтын бүтээгдэхүүн болох цахиурын исэл давамгайлсан төрөл бүрийн чулуулгаас тогтжээ. Шилийн Богд галт уулын хүрмэн чулуулгийн химийн дундаж найрлагыг авч үзвэл SiO_2 хэмжээ 47,77 хувийг зааж байгаа нь суурилаг найрлагатай, урсамтгай шинж чанартай тул галт уулын тогоо баруун хойш чиглэлд сэтэрч лаавын тавцан үүсгэсэн байна. Ер нь Дарьгангын ихэнх галт уулын тогоо нь баруун хойш сэтэрч лаавын урсгалаар томоохон тавцан үүсгэдэг нийтлэг онцлог хадгалагдан үлджээ. Судлаачдын материалд задлан шинжилгээ хийж үзэхэд Дарьгангын галт уулсын нас нь баруун хойд талаасаа урагшлах тусам залуужих хандлагатай байна. Шилийн Богд галт уулын нас нь хожуу дөрөвдөгч, магадгүй голоцены настай гэж үзэж болохоор байна.

Шилийн Богд галт уулын морфологийн хэлбэрийг гаргахын тулд талбайн хэмжээнд тархсан хүрмэн чулуулгийн найрлага, геологи, геоморфологийн хэв шинж, сансрын зураглалд тайлал хийж, жишиг галт уулын морфометрийн үзүүлэлтүүдийг харьцуулан Шилийн Богд галт уул нь суурилаг лаавын бялхалтын явцад үүсэх лаавын конус гэх хэлбэр болохоор тодорхойлогдож байна. Энэ судалгааны үр дүн нь Дарьгангын тавцан дахь 220 орчим унтарсан галт уулын морфометрийн үзүүлэлтийг геоморфологийн судалгааны ерөнхий болон ахисан түвшний аргазүй ашиглан галт уулсын морфологийн ангилал хийх боломжтой болохыг илэрхийлж байна.

Талархал

Энэхүү судалгааг Монгол Улсын Их Сургуулийн Залуу Судлаачийн Грант (P2018-3568) төслийн хүрээнд хээрийн хэмжилт судалгааны ажлын үр дүнг ашиглан гүйцэтгэв.

НОМ ЗҮЙ

Barry, T. L., and Kent, R. W. (1998). Cenozoic magmatism in Mongolia and the origin of central and East Asian basalts. *Mantle dynamics and plate interactions in East Asia*, 27, pp. 347-364.

Basu, A. R., Junwen, W., Wankang, H., Guanghong, X., and Tatsumoto, M. (1991). Major element, REE, and Pb, Nd and Sr isotopic geochemistry of Cenozoic volcanic rocks of eastern China: implications for their origin from

suboceanic-type mantle reservoirs. *Earth and Planetary Science Letters*, 105(1-3), pp. 149-169.

Chenet, A. L., Fluteau, F., and Courtillot, V. (2005). Modelling massive sulphate aerosol pollution, following the large 1783 Laki basaltic eruption. *Earth and Planetary Science Letters*, 236(3-4), pp. 721-731.

Chuvashova, I. S., Rasskazov, S. V., Yasnygina, T. A., Saranina, E. V., & Fefelov, N. N. (2007). Holocene volcanism in central Mongolia and northeast China: asynchronous decompressional and fluid melting of the mantle. *Journal of Volcanology and Seismology*, 1(6), pp. 372-396.

Devyatkin, Y. V., and Smelov, S. B. (1980). Position of basalts in the Cenozoic sedimentary sequence of Mongolia. *International Geology Review*, 22(3), pp. 307-317.

Dumont, J. F., and Fournier, M. (1994). Geodynamic environment of Quaternary morphostructures of the subandean foreland basins of Peru and Bolivia: characteristics and study methods. *Quaternary International-Journal of the International Union for Quaternary Research*, 21, pp. 129-142.

Florinsky, I. V. (1996). Quantitative topographic method of fault morphology recognition. *Geomorphology*, 16(2), pp. 103-119.

Genshaft, Y., and Saltykovsky, A. (1985). Geophysical fields of Cenozoic intracontinental volcanism and petrological models of the Earth's crust and the upper mantle (Mongolia). *Zeitschrift für geologische Wissenschaften*, 13(4), pp. 463-472.

Harris, N., Hunt, A., Parkinson, I., Tindle, A., Yondon, M., and Hammond, S. (2010). Tectonic implications of garnet-bearing mantle xenoliths exhumed by Quaternary magmatism in the Hangay dome, central Mongolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 160(1), pp. 67-81.

Holland, A. P., Watson, I. M., Phillips, J. C., Caricchi, L., and Dalton, M. P. (2011). Degassing processes during lava dome growth: Insights from Santiaguito lava dome, Guatemala. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 202(1-2), pp.153-166.

Huggett, R., (2016). *Fundamentals of Geomorphology*, Simultaneously published in the USA and Canada, Routledge.

Ivanov, M.S. and Rogazinskii, S.V., (1988). Comparative analysis of algorithms of the direct statistical simulation method in rarefied gas dynamics. *ZVMMF*, 28, pp. 1058-1070.

Jordan, G. (2003). Morphometric analysis and tectonic interpretation of digital terrain data: a case study. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 28(8), pp. 807-822.

Kolb, S.M., (2012). Grounded theory and the constant comparative method: Valid research strategies for educators. *Journal of emerging trends in educational research and policy studies*, 3(1), pp. 83-86.

Kononova, V. A., Kurat, G., Embey-Isztin, A., Pervov, V. A., Koeberl, C., and Brandstaetter, F. (2002). Geochemistry of metasomatised spinel peridotite xenoliths from the Dariganga Plateau, South-eastern Mongolia. *Mineralogy and Petrology*, 75(1-2), pp. 1-21.

Lanciki, A., ColeDai, J., Thiemens, M. H., and Savarino, J. (2012). Sulfur isotope evidence of little or no stratospheric impact by the 1783 Laki volcanic eruption. *Geophysical research letters*, 39(1).

Losos, J.B. and Glor, R.E., (2003). Phylogenetic comparative methods and the geography of speciation. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(5), pp. 220-227.

Miklius, A., Flower, M. F., Huijsmans, J. P., Mukasa, S. B., and Castillo, P. (1991). Geochemistry of lavas from Taal Volcano, southwestern Luzon, Philippines: evidence for multiple magma supply systems and mantle source heterogeneity. *Journal of Petrology*, 32(3), pp. 593-627.

Oman, L., Robock, A., Stenchikov, G. L., Thordarson, T., Koch, D., Shindell, D. T., and Gao, C. (2006). Modeling the distribution of the volcanic aerosol cloud from the 1783–1784 Laki eruption. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D12).

Rihoux, B., (2006). Qualitative comparative analysis (QCA) and related systematic comparative methods: Recent advances and remaining challenges for social science research. *International Sociology*, 21(5), pp. 679-706.

Sigurdsson, H. (1982). Volcanic pollution and climate: the 1783 Laki eruption. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 63(32), pp. 601-602.

Stosch, H. G., Ionov, D. A., Puchtel, I. S., Galer, S. J. G., and Sharpouri, A. (1995). Lower crustal xenoliths from Mongolia and their bearing on the nature of the deep crust beneath central Asia. *Lithos*, 36(3-4), pp. 227-242.

Wiechert, U., Ionov, D. A., and Wedepohl, K. H. (1997). Spinel peridotite xenoliths from the Atsagin-Dush volcano, Dariganga lava plateau, Mongolia: a record of partial melting and cryptic metasomatism in the upper mantle. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 126(4), pp. 345-364.

Баянжаргал, Б., & Нямхүү, М. (2017). *Дунд масштабын геоморфологийн зураг боловсруулах аргазүйн асуудал*. Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences.

Болд, Я. (1987). *Геоморфологийн үндэс ба судалгаа*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэх Үйлдвэр.

Болд, Я., Чулуун, Д., Дугараа, П. (1981). *Геологийн сургалтын хээрийн дадлагууд*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэх Үйлдвэр.

Бямба, Ж. (2009). *Интрузив чулуулаг, Монголын геологи ба ашигт малтмал. III боть*, Улаанбаатар хот, Соёмбо принтинг.

Бямба, Ж. (2012). *Геотектоник*, Улаанбаатар хот, Соёмбо принтинг.

Геншафт, Ю. С., & Салтыковский, А. Я. (1979). Проблемы глубинного строения Монголии. *Геология и магматизм Монголии*, ис. 183-194.

Геншафт, Ю. С., & Салтыковский, А. Я. (2000). Кайнозойский вулканизм Монголии. *Российский журнал наук о Земле*, 2(2), ис. 267-309.

Дашдаваа, З. (1984). Шинэ төрмөлийн эриний натрийн шүлтэт хүрмэн чулуулгийн муж, *Монгол Орны Газарзүйн асуудлууд эрдэм шинжилгээний сэтгүүл*, 24, хх.160-166.

Девяткин, Е. В., & Никифорова, К. В. (1981). Кайнозой Внутренней Азии. *Наука*. 27, ис. 123-133.

Ионов, Д. А., Борисовский, С. Е., Коваленко, В. И., & Рябчиков, И. Д. (1983). Слюды из мантийных нодулей в щелочных базальтах МНР. In *Доклады АН СССР*, 269(5), ис. 1189-1192.

Кепежинскас, В.В. (1979). *Кайнозойские щелочные базальтоиды монголий и их глубинные включения*. Москва.

Мурзаев, Э. М. (1952). *Монгольская Народная Республика: физико-географическое описание*. Гос. изд-во геогр. лит-ры.

Намнандорж, О. (1967). *Монгол орны газарзүйн гайхам сонин*, Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн Газар.

Селиванов, Е.И. (1972). *Неотектоника и геоморфология МНР*, Москва.

Степанов, П. П., & Волхонин, В. С. (1969). Современная структура и глубинное строение земной коры Монголии по геофизическим данным. *Сов. геология*, 5, ис. 47-63.

Философов, В. П. (1967). Значение карты потенциальной энергии рельефа для геоморфологических и неотектонических исследований. Методы геоморфологич. исслед. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние.

Цэгмид, Ш. (1969). *Монгол орны физик газарзүй*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн Газар.

Шагдар, Ш. (2007). *Монголын газарзүйн нэрийн толь бичиг*, Улаанбаатар хот, Старт лайн хэвлэх үйлдвэр.