

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.Санчир4

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

*Кэйтa 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 уулиш 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 уулишын 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 урсамттай шинж чанартай байсан нь энэ бүс нутагт лаавын тавцан үүсгэх гол нөхцөл болжээ. Шилийн Богд галт уулын тогооны дундаж налуу 41° , 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 морфологигоор харьцуулан тогтоолоо. Судлаачдын материалуудаас үндэслэн Шилийн Богд галт уулын хүрмэн чулуулгийн нас нь хожуу дөрөвдөгчийн мацадгүй 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 41°, 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 деформц 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

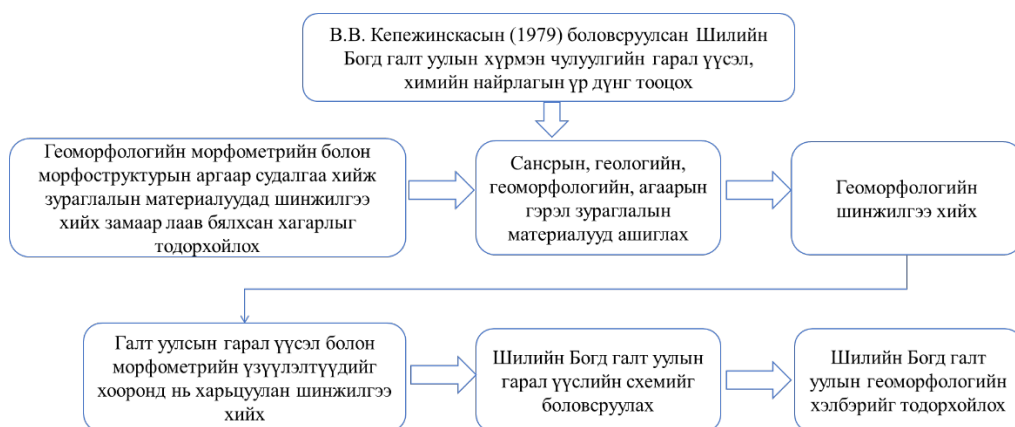
судалгаанд Шилийн Богд болон харьцуулагдан жишиж буй Таал галт уулын морфометрийн бүх үзүүлэлтүүдийг тооцож гарган хооронд нь харьцуулж үр дүнгээ гаргасан болно.

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)

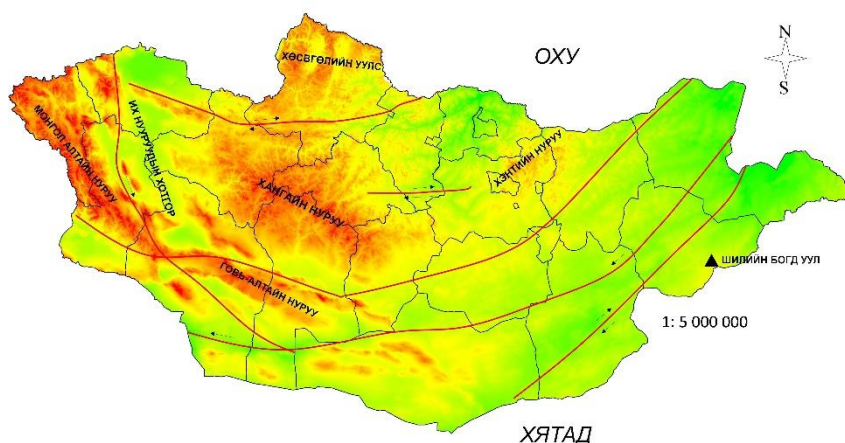
Байгалийн шинжлэх ухааны хувьд харьцуулах арга гэдэг нь хоёр ба түүнээс дээш тооны өгөгдлийг харьцуулан шинжлэх замаар өгөгдлийн цувааг хооронд жиших, дүгнэх, байдлаар ашиглаж иржээ. Энэхүү арга нь ерөнхийдөө өгөгдлийн нэгдсэн дүн шинжилгээ юм (Rihoux, 2006). Газарзүйн судалгаанд орон зай, цаг хугацааны 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 $X\Theta 45^{\circ} 28' 35''$, $ЗУ 115^{\circ} 35' 35''$ 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

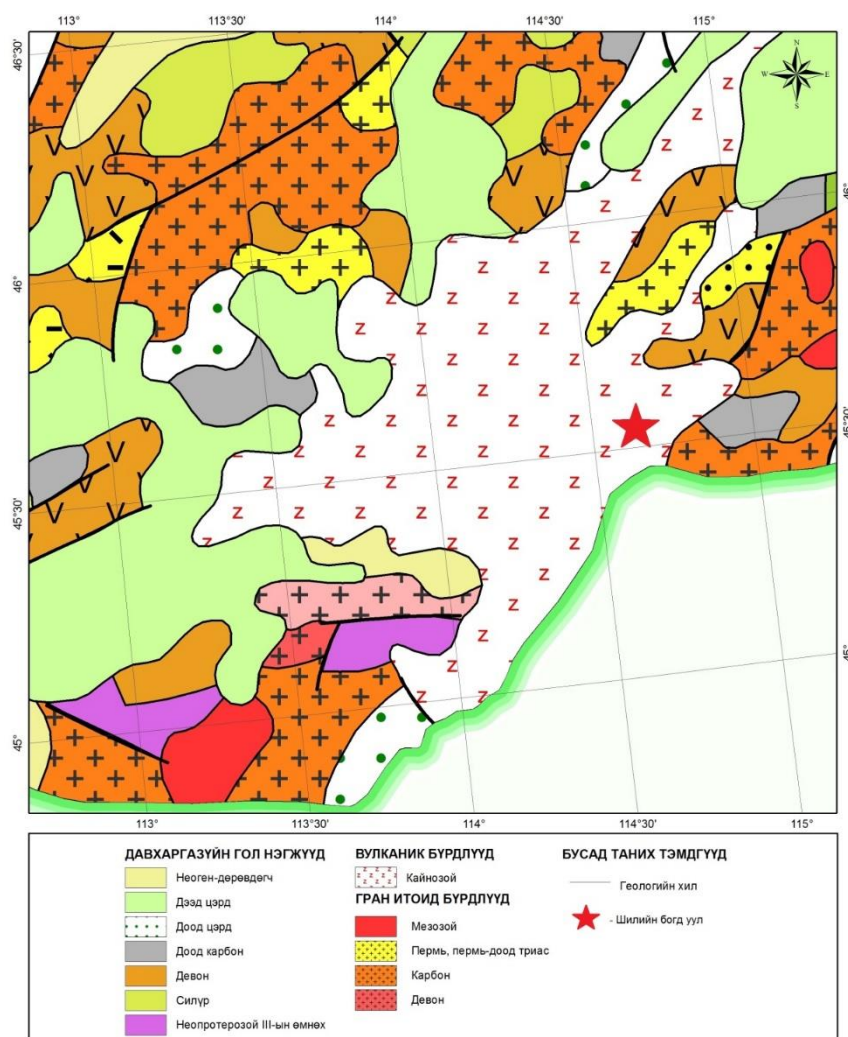
№	Химийн нэгдэл	Химийн дундаж найрлага (%)
1	SiO ₂	47,77
2	TeO ₂	2,72
3	Ае ₂ О ₃	12,21
4	Fe ₂ О ₃	3,71
5	FeO	8.40
6	MnO	0.24
7	MgO	8,60
8	CaO	9,34
9	Na ₂ O	4,13
10	K ₂ O	1,95
11	Нийлбэр	99,47

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).

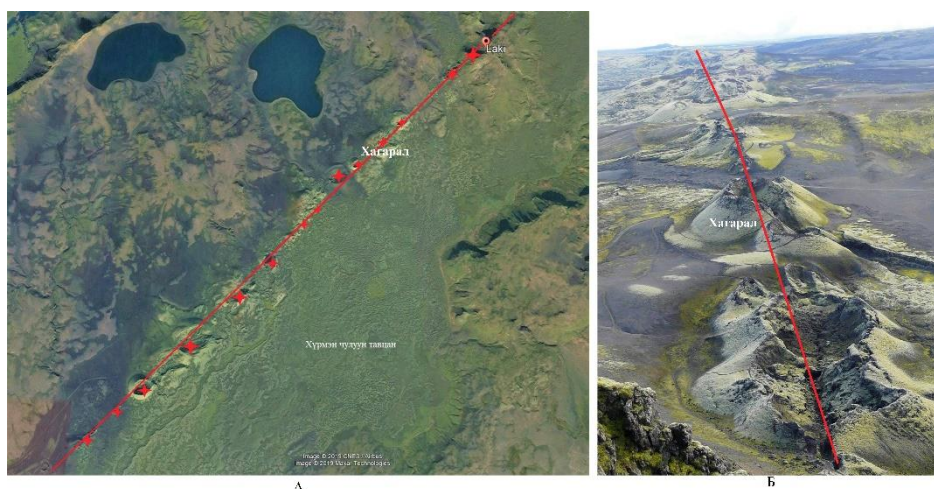


Зураг 3. Дарьганга орчмын геологийн тогтоц
Эх сурвалж: Монгол Улсын Үндэсний атлас, 2009

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

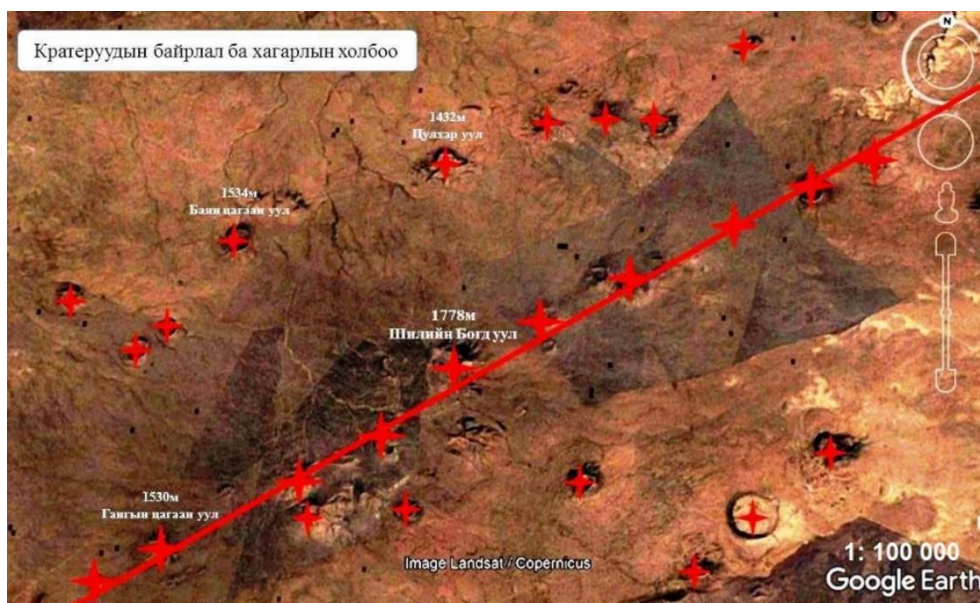
Сансрын зураглалын шинжилгээ ба хагарлын тайлал: Аливаа тогоонуудын байрлал нь нэгэн шулуунд зэрэгцэн орших нь нэг хагарлын дагуу бялхсан болохыг тодорхойлсон судалгаа 1980-аад оноос Исландын Лаки галт уул дээр хийгдсэн байдаг (Sigurdsson, 1982; Chenet *et al.*, 2005; Oman *et al.*, 2006). Лаки галт 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).

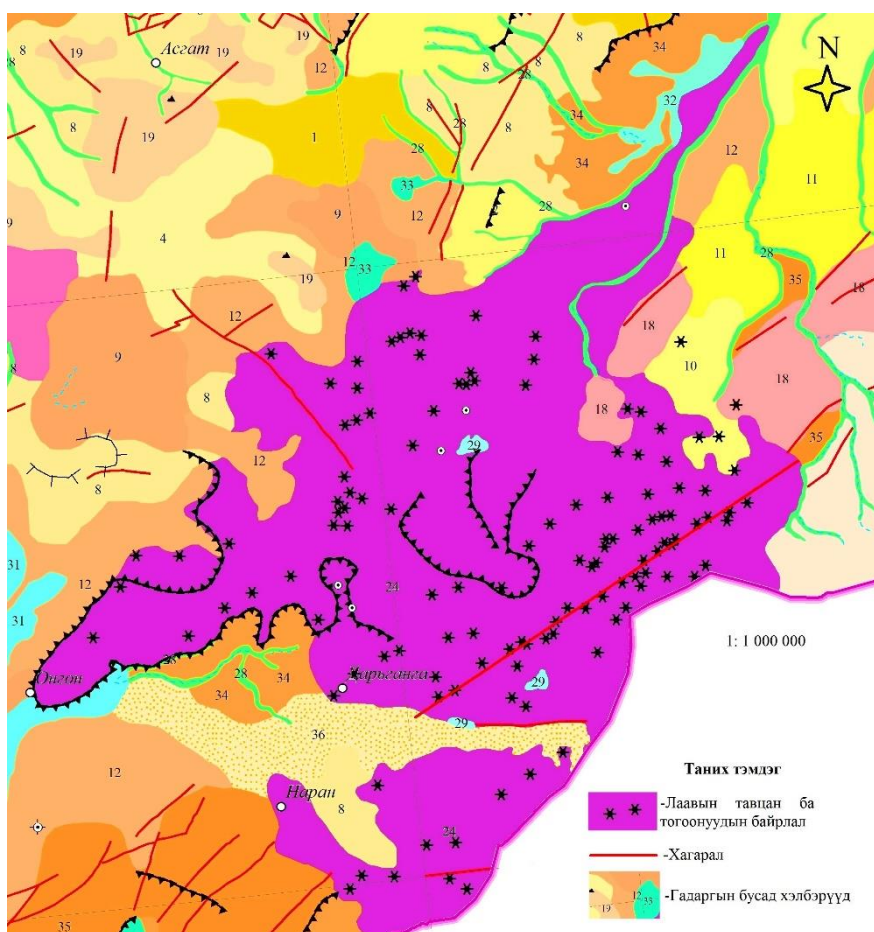


Зураг 6. Нэг хагарлын шулуунд оршиж буй зарим тогоонуудын байрлал

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).



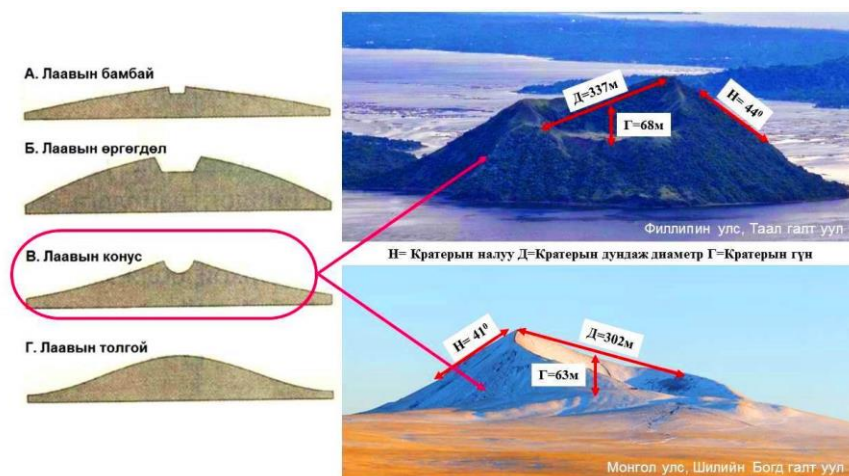
Зураг 7. Геоморфологийн зураглалаар илэрхийлэгдэж буй тогоонуудын байрлал ба хагарлын холбоо

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

Судалгааны талбайн геоморфологийн зурагт ялгагдаж буй тогоонуудын байрлалыг хар цацрагаар, лаавын тавцанг ягаан өнгөөр, хагарлын шулуунуыг 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.

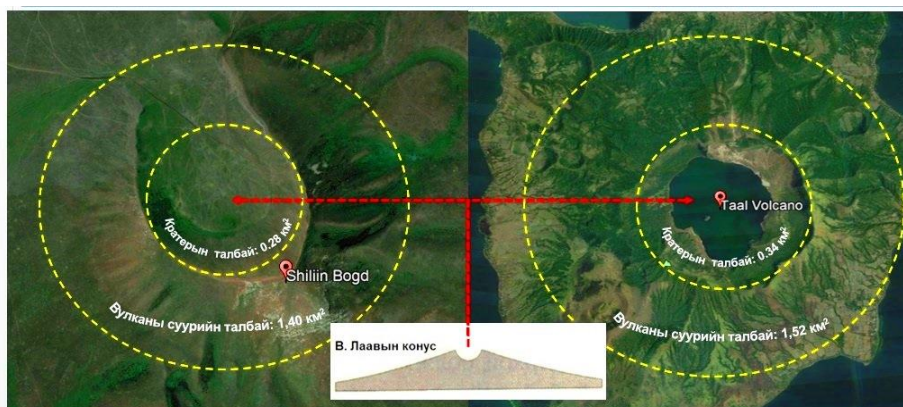
Морфологи ба морфометрийн харьцуулалт: Олон Улсад суурилаг найрлагатай лаавын бялхалтаас үүсэх морфологийн үндсэн 4 хэлбэр буюу Лаавын бамбай, Лаавын өргөгдөл, Лаавын конус, Лаавын толгой гэж ялгаж үздэг байна (Holland *et al.*, 2011; Huggett, 2016). Лаавын бамбай нь бүрхүүл

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 (Huggett, 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	+

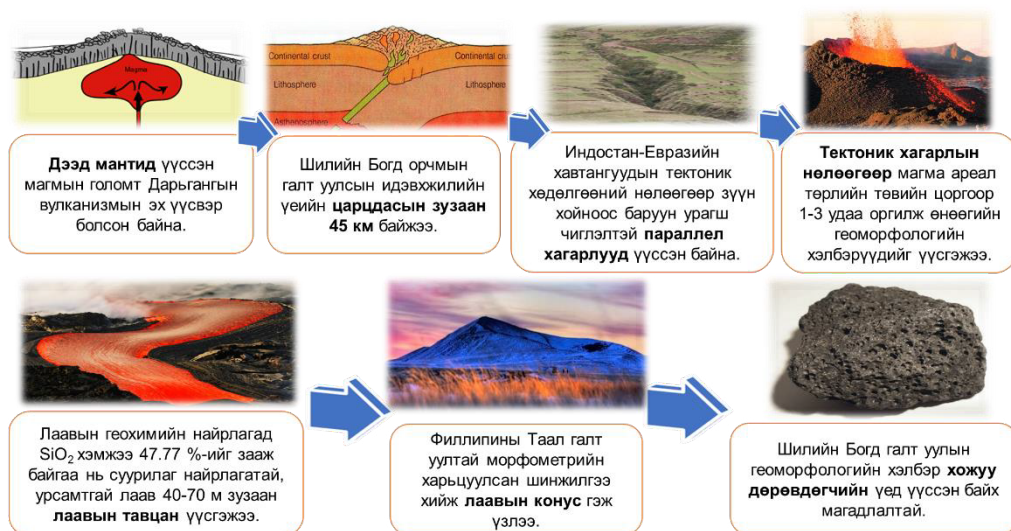
Эх сурвалж: Кепежинскас, 1979; Miklius *et al.*, 1991; Stosch *et al.*, 1995; Kononova *et al.*, 2002

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 SiO_2 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 асуудалд. 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.

Десяткин, 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.

Кепежинская, 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.

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

Э.Алтанболд^{1*}, Я.Гансүх², Э.Амаасүрэн¹

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

²Цэвдэг судлалын салбар, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Шинжлэх
Ухааны Академи, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Харилцагч зохиогч: altanbold@num.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Өнөөгийн байдлаар Монгол орны нууруудын хотгорын морфологийн гарал үүслийн талаарх судалгаа нэлээд хангалтгүй түвшинд байна. Тэдгээрийн нэг жишээ бол Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийн асуудал шийдэгдээгүй байгаа юм. Өгий нуур нь Архангай аймгийн нутагт, Орхон голын хөндийд байрлах цэнгэг устай нуур билээ. Судалгааны үндсэн зорилго бол Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийг тодруулах явдал юм. Энэ өгүүлэлд геоморфологийн гипсометрийн интегралын шинжилгээний арга, Зайнаас тандан судлалын орон зайн сайжруулалтын арга, геоморфологийн морфоструктурын арга, морфогеографийн аргуудыг ашигласан. Судалгааны гол үр дүнгээ топографийн, геологийн, сансрын болон бусад зураглалын материалд шинжилгээ хийх замаар тодорхойлсон. Өгий нуурын ус нь тектоникийн хагарлаар болон голын урсцын нөлөөгөөр тэжээгддэг цэнгэг устай нуур болох нь тогтоогдож байна. Өгий нуурын хотгорын дундуур баруунаас зүүн тийш нэвт огтолсон тектоник хагарал байгааг судалгаагаар тогтоолоо. Судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн үзэхэд Өгий нуурын хотгор нь тектоникийн болон флювиаль процессын нөлөөгөөр үүссэн болох нь илэрхий байна. Энэ судалгаа нь геоморфологийн хосолсон аргууд, тэдгээрийн шинжилгээгээр нуурын хотгорын хэв шинжид нь тулгуурлан гарал үүслийг тодруулахад Өгий нуур түлхүүр судалгаа болж байгаа нь онцлог юм.

Түлхүүр үгс: Нуурын хотгор, геоморфологи, хагарал, флювиаль процесс

ABSTRACT

The study of the origin of lake depressions is very important. Data on the origin and morphology of the lakes in Mongolia is relatively rare. The origin of the Lake Ugii depression is contested. The lake is one of the fresh water lakes on the Arkhangai valley, Arkhangai province. The main purpose of the present research is to explore the origin of the Lake Ugii depression. The study applied the Hypsometric Integral analysis, spatial improvement method, morphostructural and morphogeographic methods. Integrated the results in the topographic map, geological map, satellite images, and other materials. The Lake Ugii is supplied with the tectonic fault and river discharge. Depression in the middle of the Lake Ugii may relate to the tectonic fault from west to east and seem to originated from fluvial and tectonic actions. The study applied the geomorphometric approach combined with detailed geomorphology analysis that allows to refine the structural geometry of this key area of the Lake Ugii.

ОРШИЛ

Монгол орны газрын гадарга, ландшафтын онцлог нь Сибирийн өмнөд уулсаас Төв Азийн тал хээр, говь цөлд шилжих шилжилтийн мужид, умард зүгийн хүйтэн чийглэг уур амьсгалаас өмнө зүгийн хэт хуурай уур амьсгалд шилжих алгуур шилжилтийн нөхцөлд бүрэлдэн тогтсон онцлогтой (Цэгмид, 1969) тул нуурын хотгорын дүр төрх, нууруудын байршил нь тодорхой зүй тогтолд захирагдаж байдаг. Төв Монголын нуурын хотгорууд үүсэхдээ ихэвчлэн Хангайн нурууны өргөгдөл түүнтэй холбоотой хагарлуудтай холбоотой байдаг (Мөнхөө, 1979). Дорнод Хангайн бэсрэг уулсаар хүрээлэгдсэн Өгий нуур орчмын уур амьсгал, ландшафтын хувьд хээрийн бүсэд хамаарна (Даш, 2015). Орхон, Тамир, Хөгшин Орхон голын гадаргын ба гүний урсцын нөлөөнд орших Өгий нуур нь Хангайн нурууны дорнод хэсгийн нам уулс, ухаа толгод бүхий бүс нутагт байршдаг билээ. Уг нуурын баруун хэсгээр голын хөндийн болон флювиаль үйл явц болон чийгт гарлын үйл явцын нөлөөгөөр намагжсан шинжтэй. Нуур орчмын бүс нутгийн хотгор гүдгэрийн хэв шинжүүд нь хойд хэсэгтээ оройн хэсгээрээ хадархаг дундаж өндөр уулс зонхилох бол нуурын зүүн болон өмнөд хэсгээр ухаа гүвээт толгод зонхилдог онцлог шинжтэй.

Өгий хэмээх нэрний тайллыг Монгол хэлний зөв бичих дүрмийн журамласан толь (2018) -д “Эгч, эмэгтэй хүнийг хүндэтгэн дуудах” нэршил гэж тайлбарлажээ. Энэ нуурыг 1998 онд Дэлхийн ус намгархаг газрын хамгаалах Рамсарын конвенцод бүртгэгдсэн (Ramsar, 2004) тул байгаль-газарзүйн онцгой ач холбогдолтой нуур юм. Өгий нуурын хурдаст тулгуурлан палеогазарзүйн болон ус зүйн судалгаанууд нилээд хийгджээ. Өгий нуурын ус зүйн болон бүс нутгийн уур амьсгал болон физикийн уялдаа холбооны талаар Хосбаяр (2003) нарын судалгаагаар голоцены эхэн ба дунд үед Өгий нуурын түвшин одоогийнхоос ойролцоогоор 5-6 метр өндөрт байсныг нуурын хурдаст задлан шинжилгээ хийх замаар тодорхойлжээ. Энэ судалгаагаар голоцений цаг үед ангилагдах нь үр тоосны задлан шинжилгээний үр дүнгээр ургамлын үр тоосны тархалт нь нуурын хурдаст тогтмол биш хуримтлагдсан нь уур амьсгалын хувьсал богино хугацаанд хурдан өөрчлөгдөж байсны ул мөр болно гэж үзсэн (Khosbaya et al., 2003). Германы судлаач Вальтер (2005) нарын голоцены үеийн уур амьсгалын өөрчлөлт ба Өгий нуурын усны түвшний хэлбэлзлийн судалгаагаар Өгий нуурт ялгарах 13 хурдсын давхрааг ялгаж үзсэн. Энэ судалгаанаас үзэхэд голоцены эхэн ба дунд үед уур амьсгал сэрүүн, Голоцены хожуу үед энэ бүс нутагт уур амьсгал харьцангуй хуурайшиж эхэлсэн болохыг тогтоосон байна. Германы судлаач Вольфранг (2008) нар Өгий нуурын ёроолын хурдаст өрөмдлөгийн дээжинд задлан шинжилгээ хийх замаар хожуу плейстоценоос эхлэн голоцены үед хуримтлагдсан элсэн давхарга түүний зөөгдөл, хуримтлалын зүй тогтлыг тодруулсан. Уур амьсгалын динамик өөрчлөлтийг нуурын хурдаст агуулагдах химийн элементүүдийн зүй тогтолд тулгуурлан судалж, голоцены эхэн үед нуурын түвшин харьцангуй бага, дундад голоцены үед нуурын түвшин дээд хэмжээндээ хүрсэн бол хожуу голоцены үед нуурын түвшин багасч эхэлсэн болохыг тодорхойлсон байна (Schwanghart et al., 2008). Хятадын судлаач Ван Вей (2009 & 2011) нарын голоцены үед Өгий нуурт хуримтлагдсан ургамлын болон амьтны үлдэгдэл бүхий хурдаст задлан

шинжилгээ хийж төв Монголын ургамалжилтын болон уур амьсгалын хувирал, өөрчлөлтийн динамикийг тодруулан судалсан. Энэ судалгаагаар голоцены эхэн үеэс дунд үе хүртэл тухайн бүс нутгийн уур амьсгал чийглэг сэрүүн нөхцлөөс хуурайших хандлагатай болж хожуу голоцены үеэс уур амьсгал эрчимтэй хуурайшиж өнөөг хүрсэн болохыг уг судалгааны ажлаараа тодорхойлжээ (Wang et al., 2009; Wang et al., 2011). Энэ судалгаатай төстэй ажлыг Японы судлаач Юу Фукумото (2012) нарын судалгаагаар Өгий нуурт хуримтлагдсан ургамлын болон амьтны үлдэгдэлд тулгуурлан шинжилгээ хийж голоцены эхэн үеэс хойших хүрээлэн буй орчны өөрчлөлтийг тодруулж судалсан байна. Судалгааны үр дүнгээр голоцены эхэн үед чийглэг сэрүүн, голоцены дунд үеэс хуурайших хандлагатай болсон ба газар орон бүр харилцан адилгүй өөрчлөлтөд орж байсан тухай өгүүлжээ. Энэ судалгаанд бүс нутгийн уур амьсгалын өөрчлөлт нь зөвхөн Монголд төдийгүй Евразийн хүрээг хамарч байсан болохыг тодруулсан байна (Fukumoto et al., 2012). Харин хожуу голоцены үед бага хүйтрэлийн болон богино хугацааны хуурайшлын үеүүд ээлжлэн солигдож байсан тухай энэ судалгаанд дурдагджээ. Харин ус зүйн хувьд Ус, Цаг уур Орчны Шинжилгээний газраас хийгддэг нуурын усны түвшний хэмжилтүүдээр 1980-аад оноос хойш хамгийн бага хэлбэлзэлтэй байгаа хээрийн бүсийн цэнгэг уст нуур гэж үзсэн байна (Даваа, 2018). Нуур судлаач Цэрэнсодном (1971 & 2000)-ын бүтээлүүдэд Өгий нуурын ус хуралдуулах сав газар нь Хөгшин Орхон голын усаар тэжээгддэг. Уг нуурын ус 7.3 метр гүн харагдах орчинтой, олиготрофоос мезотрофын цэнгэг устай нууранд хамаарагдах болохыг тодорхойлсон. Нуурын тэжээлийн урсац нь Орхон голоор зохицуулагддаг гэж үзсэн. Харин хамгийн сүүлд Эрдэнэсүх (2020) нарын Өгий нуурын ус зүйн болон уур амьсгалын хамаарлын судалгаагаар уг нуурын талбай сүүлийн 30 орчим жилийн хугацаанд Дэлхийн уур амьсгалын дулаарлын нөлөөгөөр 10 гаруй хувиар багассан болохыг тодорхойлсон байна. Энд нуурын тэжээлд цутгал голуудын урсцын хэмжээ буурч, ууршилтын хэмжээ нэмэгдэж, хур тунадасны хэмжээ харьцангуй тогтвортой байсан болохыг тодорхойлсон (Erdenesukh et al., 2020).

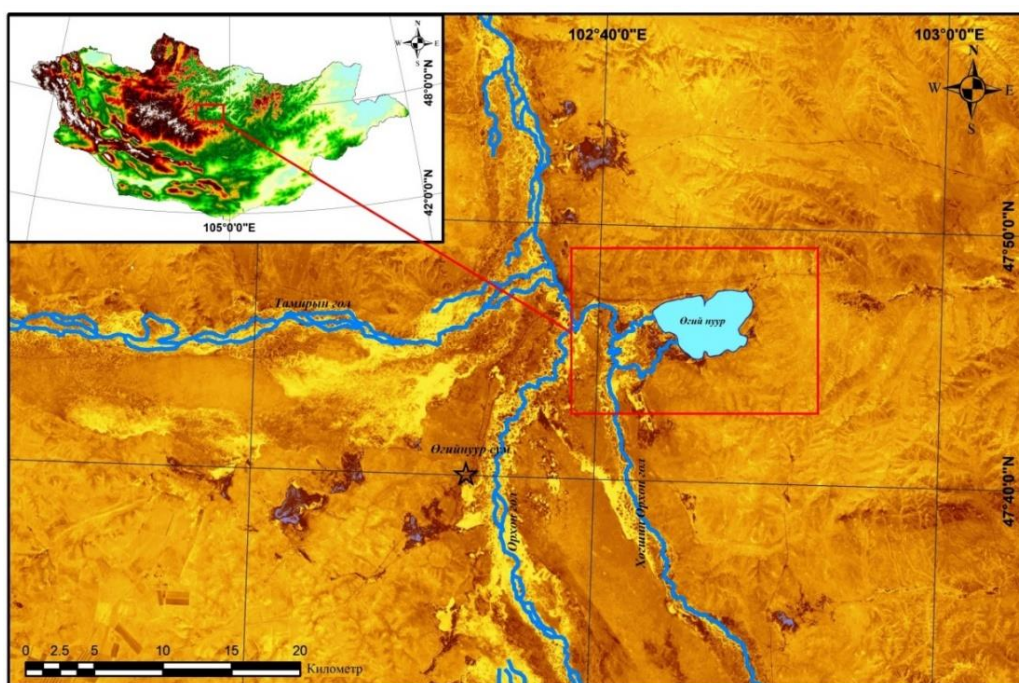
Ус зүйн зарим судалгаанаас үзвэл нуурын ус хагарлын нөлөөгөөр гүний ундаргатай байх боломжтой. Учир нь усны балансын тэнцвэр алдагдаж байгаа нь тодорхой ажиглагдаж байхад нуур харьцангуй тогтвортой хадгалагдаж байгаа нь гүний тэжээлтэй холбоотой байж болох юм. Тэрхүү гүний тэжээл нь нуурын хотгорыг үүсгэхэд нөлөөлөгч тектоникийн хагарал байх боломжтой юм.

Өгий нуурт хийгдсэн судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн дүгнэж үзэхэд нуурын хурдсын задлан шинжилгээ, усзүй уур амьсгалын нөлөөллийн талаас нь судалж ирсэн бол Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийн талаар тодорхой судалсан үр дүн одоогоор хэвлэгдээгүй байна. Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийн талаар Цэрэнсодном (2000)-ын үзсэнээр Орхон голын флювиаль динамикийн шууд нөлөөллийн бүсэд хамаарагдах ба Хөгшин Орхон голын урсац тахираа үүсгэж, тахираанаас хар усан цээл байдлаар тогтсон гэж үзжээ. Энэ үр дүнг нь тодорхой судалгааны баримтаар батлаагүй байгаа юм. Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийг тодруулан шинэчлэх нь судалгааны үндсэн зорилго юм. Өгий нуурын

хотгорын гарал үүсэл нь өмнөх ангиллын хувилбараар морфологи ангилал тодорхой бус, судалгааны баримт материал дутмаг, зарим талаар ташаа байгаа нь бидний судалгааны үр дүнгээр нотлогдож байна.

Судалгааны талбай

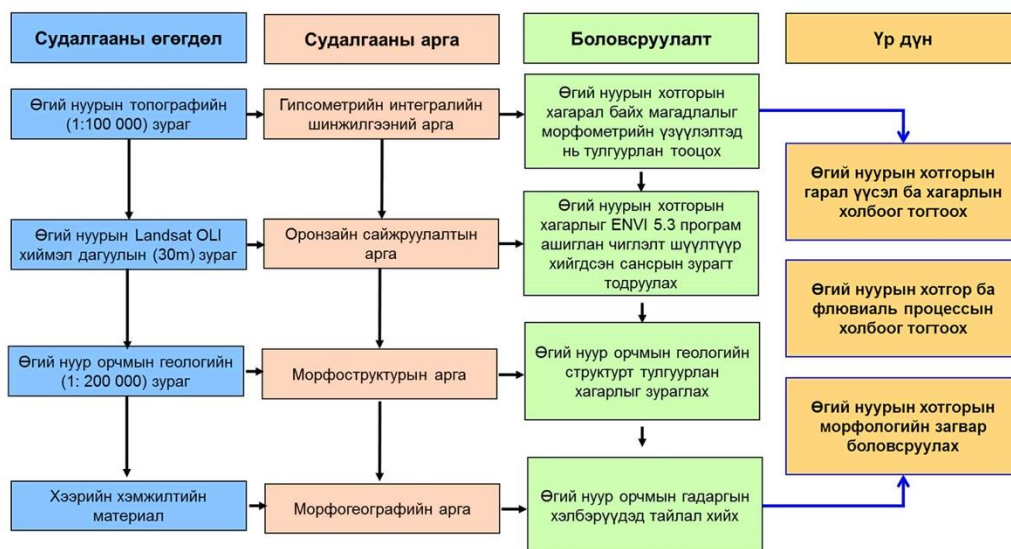
Өгий нуур нь Дорнод Хангайн нурууны төгсгөлийн нам уулс, толгодоор хүрээлэгдсэн хотгорт Орхон голын хөндийгөөс зүүн тийш 10 орчим км зайтай, хойд өргөргийн $47^{\circ}46'$, зүүн уртрагийн $102^{\circ}44'$ газарзүйн солбицолд байрладаг, Хөгшин Орхон голын салаа цутгалтай юм. Нуурын баруунаас зүүн тийш 7.9 км, хойноосоо урагш өргөн хэсэгтээ 5.3 км, эргийн шугамын урт 24.7 км, талбайн хэмжээ $25.3\text{--}25.7\text{ км}^2$, дундаж гүн 6.6 м, хамгийн гүн цэг нуурын төв хэсэгт 15.2 м, усны эзлэхүүн 0.17 км^3 , усны дундаж эрдэсжилт 0.499 г/л, морфометрийн үзүүлэлтээр авсааргын зэрэг 0.64, хэлбэр суналын зэрэг 1.40, харьцах талбай 195.0 (Цэрэнсодном, 2000) болно. Нуурын усны мандлыг судлаачид янз бүрээр тодорхойлж ирсэн байна. Цэрэнсодномын (2000) хэмжилтээр д.т.д 1332 м, Вальтер (2005) нарын хэмжилтээр д.т.д 1332 м, Вольфранг (2008) нарын хэмжилтээр д.т.дээш 1328 м, Ус, Цаг уур Орчны Шинжилгээний Газрын (2018) хэмжилтээр д.т.д 1335 м, бидний хээрийн судалгааны хэмжилтээр д.т.д 1331 м өндөрт орших болохыг тодорхойлсон. Өгий нуур нь өргөргийн дагуу бага зэрэг сунаж тогтсон, эргийн хэрчигдэл багатай, ёроолын гадарга хүнхэр маягийн морфологи үүсгэдэг. Нуурын талбайн 50 орчим хувь нь 3 метрээс бага гүнтэй (Цэрэнсодном, 1971; Walther and Gegeensuvd, 2005) болохыг тогтоосон байна (Зураг 1).



Зураг 1. Өгий нуурын газарзүйн байршил

Судалгааны материал, аргазүй

Энэхүү судалгаанд Өгий нуурын хотгорын 1:100 000 масштабын топографийн зураг, нуурын батиметрийн зураг (Цэрэнсодном, 1971 & 2000), Сансрын Landsat OLI (30 m) хиймэл дагуулын зураг, Орхон-Тамирын гол, Өгий нуур орчмын геологийн (1: 200 000) зураглалын материалуудыг ашигласан. Өгий нуур орчимд 2018 оны VIII сард геоморфологийн хээрийн хэмжилт, судалгаа хийж судалгаанд ашиглагдах материалуудаа бүрдүүлсэн. Судалгаанд ашиглах нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлтүүдийг сансрын болон топографийн зураглалын материал ашиглан тооцон гаргаж судалгаандаа ашиглав. Судалгааны аргазүйн схемийг харуулав (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны аргазүйн схем

Гипсометр интегралын шинжилгээний арга. Талархаг гадаргад орших нуурын хотгорт морфометрийн шинжилгээгээр хагарал тодорхойлох нь нэлээд төвөгтэй боловч чухал асуудлын нэг юм. Үүнд гарах хүндрэл нь ихэнх тохиолдолд тэдгээр нь залуу сэвсгэр хурдсаар хучигдсан байх явдал бөгөөд үүгээр авч үзвэл дарагдмал гадаргын хэлбэр илрүүлэх судалгаа болох боломжтой. Гэвч тодорхой хэмжээгээр гадаргад нөлөө үзүүлсэн байх шалгуурыг нарийвчлан шинжилж хагарлыг тодорхойлох шалгуур үзүүлэлт бий болгох нь зүйд нийцнэ. Талархаг гадаргад орших нуурын хотгорын хувьд хагарлыг тодорхойлох үндсэн зарчим нь морфометрийн үзүүлэлтүүдийн (Singh *et al.*, 2008) онцлог дээр тулгуурлах нь чухал ач холбогдолтой юм. Талархаг гадаргад орших нуур нь тектоникийн хагаралтай холбоотой болохыг тодорхойлохын тулд уг нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлтийг ашиглах нь зүйтэй гэж үзлээ. Энэ судалгаанд Өгий нуурын тектоник хагарлыг илэрхийлэх нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлтүүдийг тооцон гаргав (Хүснэгт 1). Энэхүү

үзүүлэлтүүдийг ашиглаж Гипсометр интегралын (НИ) шинжилгээгээр Өгий нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлтэд тулгуурлан тектоникийн хагарлыг тодорхойлсон.

Хүснэгт 1. Өгий нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлт

№	Хотгорын морфометрийн үзүүлэлт	Нэгж / Томьёо	Хэмжилтийн утга			Тайлбар
			Бага	Дундаж	Их	
1	Урт	км	3.81	7.64	15.27	
2	Өргөн	км	2.83	5.67	11.33	
3	Талбай	$S=((a+b)/2)*h$	35.94	71.88	143.76	Тэгш буй
4	Периметр	$P=2(a+b)$	11.01	22.03	44.05	өнцөгтийн талбай, периметр тооцох томьёо
5	Өндөршил	м	1316	1453	1544	
6	Рельефийн энерги	$R_e=h_{max}-h_{min}$	137	182.5	228	Харьцангуй өндрийн зөрүү

Гипсометр интеграл (НИ) нь дэлхийн гадаргын хэлбэрийг тодорхойлоход өргөн ашигладаг геоморфологийн шинжилгээний аргуудын нэг юм. Энэ арга нь тухайн гадаргын гарал үүсэл, хэлбэр, хэмжээг илүү тодруулж өгдгөөрөө онцлог юм (Strahler, 1952). Гадаргын морфометрийн үзүүлэлтэд тулгуурлан гипсометрийн интегралаар тооцож тектоникийн хагарлыг ялгах хамгийн сайн арга юм (Pike and Wilson, 1971; Kelle and Pinter, 2002).

Гипсометр интеграл (НИ) тооцох тэгшитгэл нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно (Pike and Wilson, 1971; Mayer, 1990; Keller and Pinter, 2002)

$$NI(\%) = H_{mean} - H_{min} / H_{max} - H_{min} \quad (I)$$

Энд NI- Гипсометр интеграл (хувиар), H_{mean} - Тухайн хотгорын дундаж өндөр (м), H_{min} - Хотгорын хамгийн нам өндөр (м), H_{max} - Хотгорын өндрийн дээд хэмжээ (м) болно.

Гипсометрийн интегралын утга нэмэгдэх тутам тектоникийн гаралтай хагарал байх магадлал нэмэгдэнэ. Харин гипсометрийн интегралын утга багасах тутам элэгдлийн гаралтай (Hassen *et al.*, 2014) гадаргыг илэрхийлдэг байна. Гипсометрийн интегралын утгаар хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлтийг дараах байдлаар авч үзнэ. Үүнд: NI (%) утга нь дараах байдлаар хагарал байх магадлалыг илэрхийлнэ. $NI < 0,35$ -Хагарал байх магадлал бага, $0,35 < NI < 0,60$ - Хагарал байх боломжтой, $0,60 < NI$ - Хагарал байх магадлал их гэж үзнэ. Энэ судалгаанд гипсометрийн интегралаар Өгий нуурын хотгорыг морфометрийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Нуурын хотгорыг морфометрийн үзүүлэлтэд тулгуурлан гадаргын хэлбэрт үүсч буй янз бүрийн морфологид шинжилгээ хийх замаар тектоник хагарлыг тодорхойлох боломжтой юм.

Орон зайн сайжруулалтын арга. Сансраас авсан төрөл бүрийн зургуудад тайлал хийж, рельеф үүсгэгч процессуудын талаар илүү нарийвчилсан үр дүнгүүдийг гарган авч болдог. Энэ арга нь орчин үед их дэвшилттэй бөгөөд судалгааг хямд төсөр болгож цаг хугацааг хэмнэдэг (Canty, 2014). Сансраас авсан төрөл бүрийн зургуудад геоморфологийн тайлал хийх замаар буюу гадаргын өнгийн ялгарал дээр тулгуурлан тайлал хийдэг арга юм (Launay and Guerif, 2005). Хиймэл дагуулаас авсан дэлхийн гадаргын тодорхой хэсгийн тоон мэдээлэл түүний дотор сансрын зургийг ашиглан хийх геологийн тайлал нь түүний дээр дүрслэгдсэн геоморфологийн хэлбэрийг үндэслэн тэдгээрийн тайлагдаж болох бүхий л шалгууруудаар тодруулан тэдгээрийн үр дүнг нэгтгэн дүгнэх арга дээр тулгуурлана (Nixon and Aguad, 2019). Орон зайн сайжруулалтын аргын тэгшитгэл нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно. Үүнд:

$$G_{jk} = /G_x / + /G_y / \quad (II)$$

$$G_X = F_{j+1, k+1} + 2F_{j+1, k} + F_{j+1, k-1} - (F_{j-1, k+1} + 2F_{j-1, k} + F_{j-1, k-1}) \quad (III)$$

$$G_Y = F_{j-1, k-1} + 2F_{j, k-1} + F_{j+1, k-1} - (F_{j-1, k+1} + 2F_{j, k+1} + F_{j+1, k+1}) \quad (IV)$$

Энд (j, k) нь сансрын зураг дээрх пиксел бүр Fjk -ийн нарийвчилсан утгууд болно. Энэ нь дараах матрицын маскуудыг ашиглан зурагт буулгах замаар тодорхойлдог.

$$Y \text{ mask} = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix} \quad X \text{ mask} = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (V)$$

Орон зайн сайжруулалтад пиксел тус бүрийн утгыг эргэн тойрных нь пикселүүдийн тусламжтайгаар өөрчилдөг. Үүний тулд, кернел хэмээн нэрлэгдэх янз бүрийн хэмжээтэй цонхнуудыг сонгоно. Цонх нь зургийн мөр, баганын дагуу явж, тодорхой пиксел дээр ирж зогсох бүрд уг кернелийн төвийн утгыг түүнд багтаж байгаа бусад пикселийн утгыг ашиглан шинээр тодорхойлно. Ийм замаар зургийн пиксел тус бүрийн радиометрийн утгыг өөрчлөн, уг зурган дээр дүрслэгдсэн байгалийн болон хүний гараар бий болсон биетүүдийг орон зайн хувьд сайжруулна (Амарсайхан ба Ганзориг, 2010).

Чиглэлт шүүлтүүр 1: Анхны үүсмэл хязгаарыг сайжруулдаг функц бөгөөд тухайн зургийн бүрдэл хэсгүүдийг тодорхой нэг чиглэлийн дагуу тодруулан сайжруулдаг байна. Чиглэлт шүүлтүүрийн кернелийн элементүүдийн нийлбэр тэгтэй тэнцүү байна. Үр дүнд нь шинээр гарч буй зургийн жигд утга бүхий пикселүүд нь тэг байх бөгөөд тодорхой чиглэлээр илэрч буй элемент нь хурц, тод утгатай хувьсагч болно.

Чиглэлт шүүлтүүр 2: Чиглэлт шүүлтүүр гэдэг нь зах ирмэгийг тодруулагч бөгөөд зургийн анхны үүсмэлийг тооцоолох замаар ашигладаг. Анхны үүсмэл

нь зэргэлдээ пикселүүдийн хооронд том ялгаа үүсгэх бөгөөд энэ нь зураг дээр маш тодорхой ялгарна.

Үйл ажиллагаа: Landsat OLI хиймэл дагуулын (30m) нарийвчлалтай сансрын зураг ашиглан ENVI 5.3 зайнаас тандан судлалын программ хангамж дээр Convolution and Morphology цэсний Directional filter командаар Өгий нуурын хотгорын хагарлыг зураглаж гаргасан.

Морфоструктурын арга. 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 геологийн зурагт 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 (Философов, 1967). Энэ арга нь дараах үндсэн хоёр хэсэгт шинжилгээ хийдэг. Үүнд:

1. Гадаргын ус урсах жижиг сувгаас эхлээд том голын хөндийг хамарсан усан сүлжээний дүрс зүйн зурагт шинжилгээ хийх замаар
2. Гадаргын элементүүд тэдгээрийн хэлбэрүүдэд гарч байгаа эрс өөрчлөлтүүдийг илрүүлэх замаар хагарлыг тодорхойлно.

Энэ судалгаанд гадаргын элементүүд тэдгээрийн хэлбэрүүдэд гарч буй өөрчлөлт, тэдгээрийн шинж тэмдэгт нь тулгуурласан. Гадаргын морфологи эрс өөрчлөгдөж байвал тэдгээрийн зааг хагарлын шугамтай тохирч байдаг. Энэ шинж чанарыг үндэслэн морфоструктурын аргаар нуурын хотгорт хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлт (Хүснэгт 2)-ийг дараах байдлаар боловсруулав.

Хүснэгт 2. Морфоструктурын аргаар нуурын хотгорт хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлт

№	Шалгуур үзүүлэлт	Тодорхойлолт (Нийцэл +, Үл нийцэл –)	Тайлбар
1	Нуурын хотгорт хоёр өөр гарал үүсэлтэй эх чулуулгаар хиллэж байгаа эсэх	+	Судалгааны талбайд хагарал тодорхойлох 5 шалгуур үзүүлэлтийг авч нийцэх, үл нийцэх байдлаар нь тэмдэглэнэ.
2	Нуурын хотгорын сэвсгэр хурдас эх чулуулгаар зааглагдсан эсэх	+	Нийцлийн утга олон байх тусам хагарал байх магадлал нэмэгдэнэ.
3	Зэрэгцээ байрласан хоёр хотгорын үнэмлэхүй өндрийн эрс зөрүү үүссэн эсэх.	+	
4	Нуурын хотгорын аль нэг хэсэгт илэрсэн булгууд нэг шулууныг дагаж үүссэн эсэх	+	
5	Талархаг гадаргад цуварч байрласан жижиг нуурууд үүссэн эсэх	+	

Морфоструктурын аргаар топо болон геологийн зурагт хийж түүнд дүн шинжилгээ хийснээр туслах чанарын болон тодорхой чиглэлийн үр дүнгүүдийг ихэвчлэн гарган авдаг. Энэ аргыг ашиглан нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологи хэлбэрийг тодруулж болно. Бид энэ судалгаанд Өгий нуур орчмын геологийн зураглалын материалд шинжилгээ хийж Өгий нуурын хагарлыг тодорхойлов.

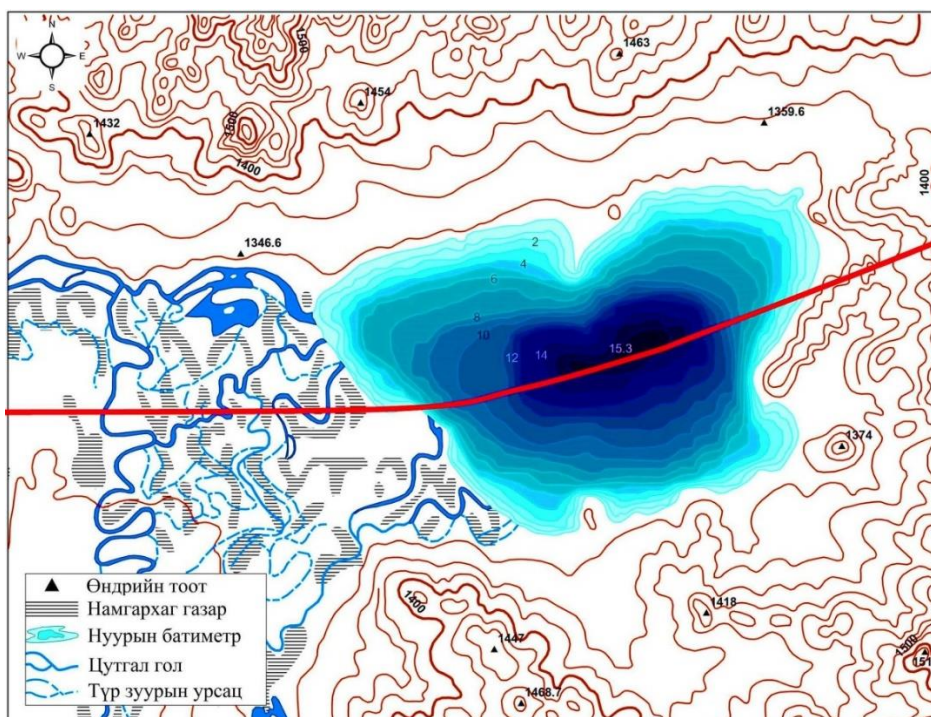
Морфогеографийн арга. Гадарга дээр явагдах үйл явцуудаас хамаарч рельеф хэрхэн хувирч өөрчлөгдөж байдгийг энэ аргаар тодорхойлно. Энэ арга нь рельеф үүсэх гадаад хүчин зүйлсийг тодруулж өгдөг (Vošeník, 2003). Энэ аргаар нэн түрүүнд тухайн хуримтлалын болон базисын гадаргын тодорхой илэрч буй хурдсын дээжид задлан шинжилгээ хийх замаар тухайн гадаргын хөгжлийн түүх, цаашдын чиг хандлагыг илэрхийлэх тооцооллыг хийж болно (Мөнхөө, 1979). Бид энэ судалгаанд Морфогеографийн аргаар хээрийн хэмжилт, судалгаа хийж Өгий нуурын хотгорын флювиаль гаралтай геоморфологийн хэв шинжүүдэд тайлал хийсэн болно.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Өгий нуурын хотгор ба тектоник хагарлын холбоо

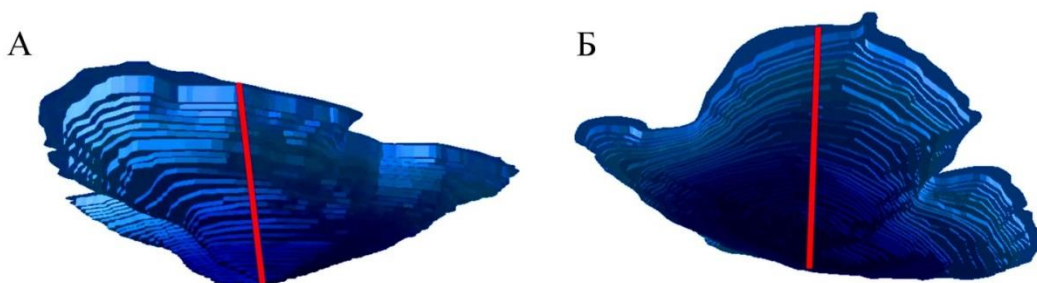
Өгий нуурын хотгорын геологийн бүтцэд рифей, хожуу палеозой, мезозой, кайнозойн хурдас чулуулаг зонхилох бөгөөд боржингийн тарамцаг биетүүд нь атираат-цулдамт өргөгдөл идэвхжихтэй уялдан үүссэн (Dobretsov *et al.*, 1996) болохыг тодорхойлжээ. Нуурын хотгор нь мезозойн алевролит, кайнозойн конгломерат хурдас өнөөгийн нуурын ёроол болон зүүн хэсгийг бүрдүүлсэн (Мөнхөө, 1979) байна.

Өгий нуурын хотгорт тектоникийн хагаралтай, тэрхүү хагарал нь усзүйн системд нь нөлөөлж байгаа эсэхийг тодорхойлох нь чухал юм. Нуурын хотгорын хэмжээнд үүссэн хагарлыг тодруулахын тулд хотгорын морфометрийн үзүүлэлтэд нь тулгуурлан гипсометрийн шинжилгээ хийж үзэхэд гипсометрийн интегралын утга $HI (\%) = \frac{H_{mean} - H_{min}}{H_{max} - H_{min}}$ буюу **0.60%** $= 1453 - 1316 / 1544 - 1316$ байна. Үүнийг гипсометрийн интегралын утгаар хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлттэй (Keller and Pinter, 2002; Hassen *et al.*, 2014) харьцуулж үзэхэд гипсометрийн интегралын утга $0,60 < HI$ дээш байгаа нь хагарал байх магадлал ихтэй утгатай тохирч байна. Эндээс Өгий нуурын усан гадаргыг 3 хэмжээст байдлаар зүсэлтээр харуулж нуурын хотгорын гипсометрийн зүсэлтийн үзүүлэлтээс үзэхэд нуурын хотгорын хамгийн нам буюу нуурын усны хамгийн гүн цэгийг дайрсан хагарал байх шинж тэмдэг нь гипсометрийн интегралын утгатай тохирч байна. Энэ нь рельефийн морфологид хагарал нь тодорхой өөрчлөлт бүхий хэлбэр үүсэх маягаар илэрдэг зүй тогтолтой (Болд, 1987) давхцаж байгаа болно. Өгий нуурын хагарлыг топографийн зурагт буулгаж үзэхэд дараах байдалтай байна (Зураг 3).



Зураг 3.Өгий нуурын хотгор ба хагарлын холбоо (Топографийн 1:100 000 масштабын зураг)

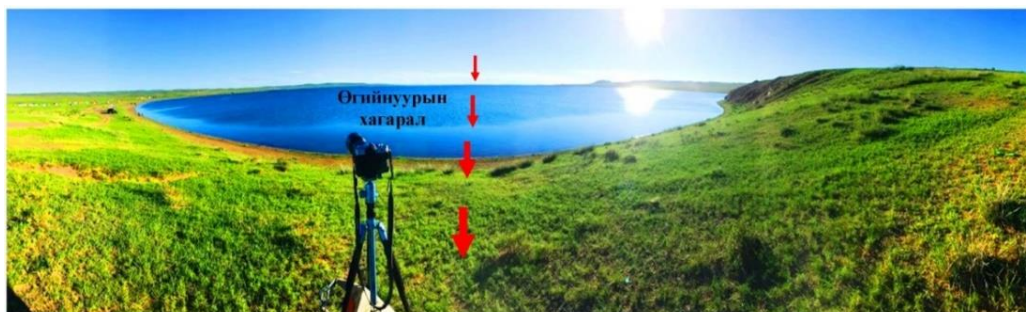
Өгий нуур орчмын хотгорын дагуу гипсометрийн интегралын утгад нь тулгуурлан хагарлын шулууныг татаж үзэхэд нуурын баруун талаас зүүн тийш хөндлөн огтолсон хагарал байгаа нь илэрхий байна. Топографийн зургийн өгөгдөлд тодорхойлсон Өгий нуурын хотгорыг ArcGIS 10.3 програм хангамж ашиглан Arc Scene цэсний тусламжтайгаар нуурын батиметрийг 1 метрийн нарийвчлалтай зураглаж (Зураг 4) үзэхэд хагарлын шулуун нуурын хотгорын хамгийн нам цэгийн дагуу хөндлөн гарсан нь гипсометрийн шинжилгээгээр тодорхойлогдсон.



Зураг 4. Өгий нуурын хотгор, нуурын усны хамгийн гүн цэгийг дайрсан хагарлын холбоо

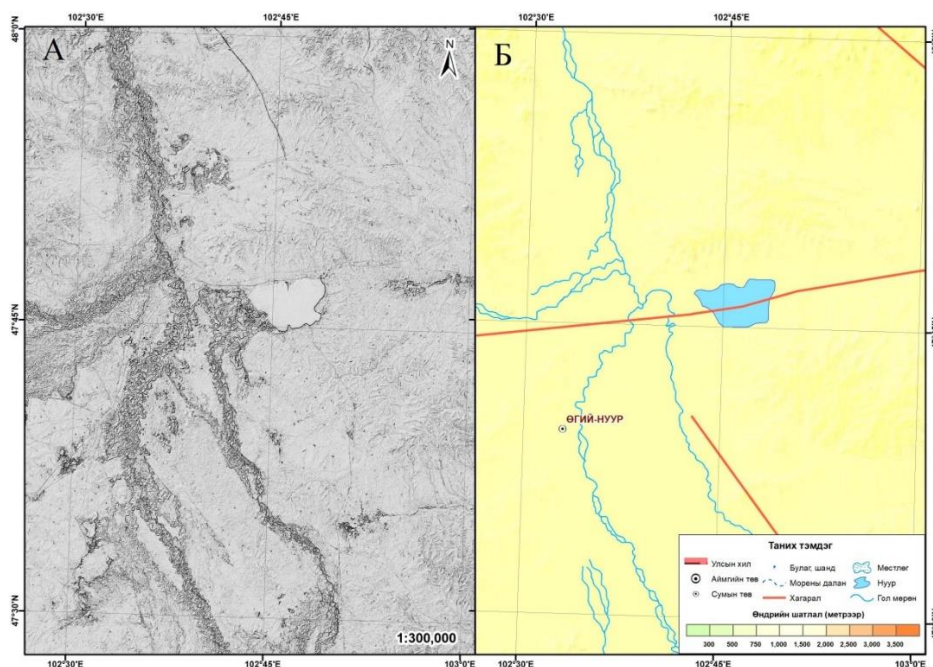
А.Нуурын баруун талаас Б. Нуурын зүүн талаас харагдах 3 хэмжээст батиметрийн зураглал.

Эндээс Өгий нуурын хотгорын дундуур хөндлөн гарсан хагарлыг фото зурагт илэрхийлэгдэх байдлыг тодруулж (Зураг 5) үзлээ.



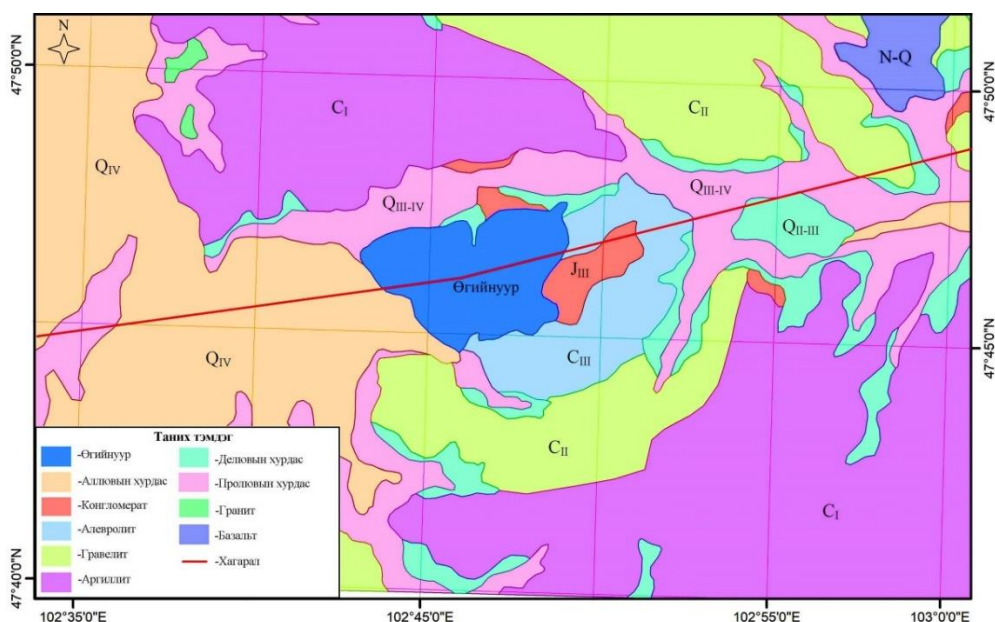
Зураг 5. Өгий нуурын хотгорын хагарал
Эх сурвалж: Caroline Pang, 2018

Өгий нуурын хагарлын чиглэл нь Тамир голын голдирлын чиглэлтэй зүг зовхисын хувьд тохирдог. Эндээс үзвэл Өгий нуурын хотгорын хамгийн нам цэгийг дайрсан энэхүү хагарал нь Хөгшин Орхон, Орхон, Тамир голын гүний урсацтай холбоотой байж болох ба үүнийг Зайнаас Тандан Судлалын арга ашиглан хагарлын үндсэн чиглэлийг тодорхойлж (Зураг 6) үзэхэд дараах байдалтай байв.



Зураг 6. А. Өгий нуурын хотгорын орон зайн сайжруулалтын аргаар сансрын зурагт боловсруулалт хийсэн байдал (USGS, 2018) Б. Өгий нуурын хотгорын өндрийн зурагт хагарлыг буулгасан байдал

Топографийн зурагт тогтоосон хагарлын шугамаа Зайнаас Тандан Судлалын ENVI 5.3 програм дээр шалгаж орон зайн сайжруулалтын аргаар сансрын зурагт шугаман спектрийг тодруулах замаар нуурын хагарлыг тодруулж (Aqrawi, 2014; Canty, 2014) топографийн зурагт тодорхойлсон хагарлын шугамаа бататгав. Судалгааны талбайд хагарлын тайлал хийж үзэхэд Өгий нуурын дундуур буюу нуурын усны хамгийн гүн цэгийг дайрсан хагарлын шугам илэрч байгаа нь тодорхойлогдож, топографийн зурагт хийсэн тайлалтай нийцэж байгаа болно. Өгий нуур орчмын геологийн структурт нь тулгуурлан морфоструктурын аргаар хагарлыг дараах байдлаар (Зураг 7) тодорхойлов.



Зураг 7. Өгий нуурын хотгорын геологи ба хагарлын холбоо
Эх сурвалж: Архангай аймгийн газарзүйн атлас, 2014

Морфоструктурын аргаар нуурын хотгорт хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлттэй тулгаж үзэхэд Өгий нуурын хотгорт хоёр өөр гарал үүсэлтэй эх чулуулгаар хиллэж байгаа, Нуурын хотгорын сэвсгэр хурдас эх чулуулгаар зааглагдсан, Зэрэгцээ байрласан хоёр хотгорын үнэмлэхүй өндрийн эрс зөрүү үүссэн зэрэг шалгуур үзүүлэлт хагарлын шулуунтай тохирч байна. Өгий нуурын дундуур баруунаас зүүн тийш чиглэсэн хагарал нь Хойд Тамирын голын голдирлын чиглэлд, Орхон голыг хөндлөн огтолсон нь Өгий нуурын усны томоохон тэжээгдэл байж болно. Уг хагарал нь Хойд Тамир, Орхон голын гүний урсацтай шууд холбоотойгоор Өгий нуурын усны тэжээгдэлд нөлөө үзүүлэх боломжтой юм.

Өгий нуурын хотгор ба флювиаль процессын холбоо

Өгий нуураас зүүн, зүүн хойд талд Неоген-Дөрөвдөгчийн базальт, түүнчлэн флювиаль процессын хуримтлалын хэлбэр болох конгломерат ба голын урсцын нөлөөгөөр үүссэн элсэн хуримтлалтай, Нуурын баруун гар талаас Хөгшин

Орхон голын хөндийн дагуу хожуу дөрөвдөгчийн ба голоцены настай алювын сэвсгэр хурдсаар хучигдсан байна.

Хангайн нурууны зүүн хэсэгт дээд плиоцен, доод дөрөвдөгчийн үед тектоникийн блок хөдөлгөөний үр дүнд голын урсгал зарим газраар боогдож жижиг нуурууд үүсч байсан болохыг судлаачид тогтоосон байдаг. Орхон, Тамир, Хөгшин Орхон голын голдирлыг хааж шинэ тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр блок өргөлт болсон учраас Өгий нуурын хотгор үүссэн болохыг Грецкая болон Моссаковский (1969), Кожевников болон Савин (1970) нарын судалгааны материалд тодорхойлогдсон байна.

Цаг хугацааны хувьд уг хотгор нь дээд миоцен, плиоцены үед бүрэлдэж эхэлсэн болохыг Чичагов (1971) нарын судлаачид элювийн (конгломерат) хурдаст өрөмдлөгийн дээжид задлан шинжилгээ хийх замаар тогтоожээ.

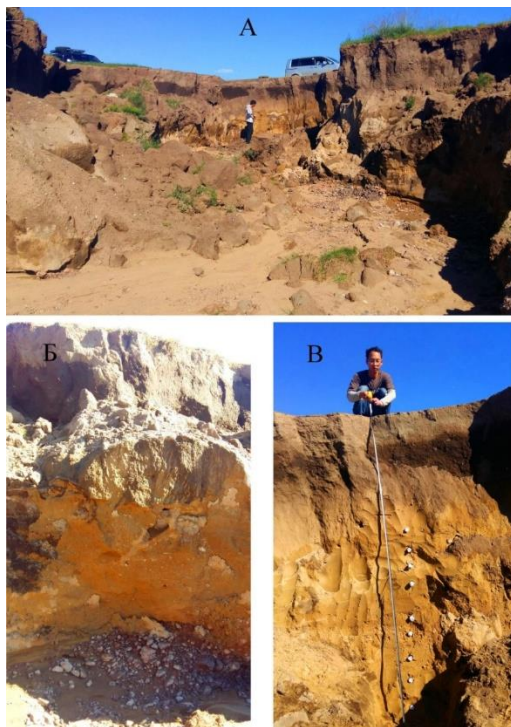
Судлаачдын материалд задлан шинжилгээ хийж үзэхэд нуурын өнөөгийн хотгорын хэлбэр Неоген, Дөрөвдөгчийн цаг үед шинэ тектоник хөдөлгөөний улмаас хотгорын структурын байрлал хэлбэрээ олсон байна. Энэ нь дунд Неоген, Дөрөвдөгчийн үеийн галт уулын идэвхжлийн үр дүнд базальтын (200 хүртэл метрийн зузаан) давхарга Хөгшин Орхон голын эртний флювиаль гаралтай хөндийг дүүргэж Өгий нуурын хотгорын зүүн хойд талд боолт үүсгэж өнөөгийн нуур тогтоход (Мөнхөө, 1979) нөлөөлсөн гэж үзэж болохоор байна (Зураг 8).



Зураг 8. А. Нуурын зүүн эрэг орчмын флювиаль гаралтай Миоцен-Доод Плиоцены настай конгломерат Б. Нуурын зүүн хойд чиглэлд орших Неоген-Дөрөвдөгчийн настай базальт.

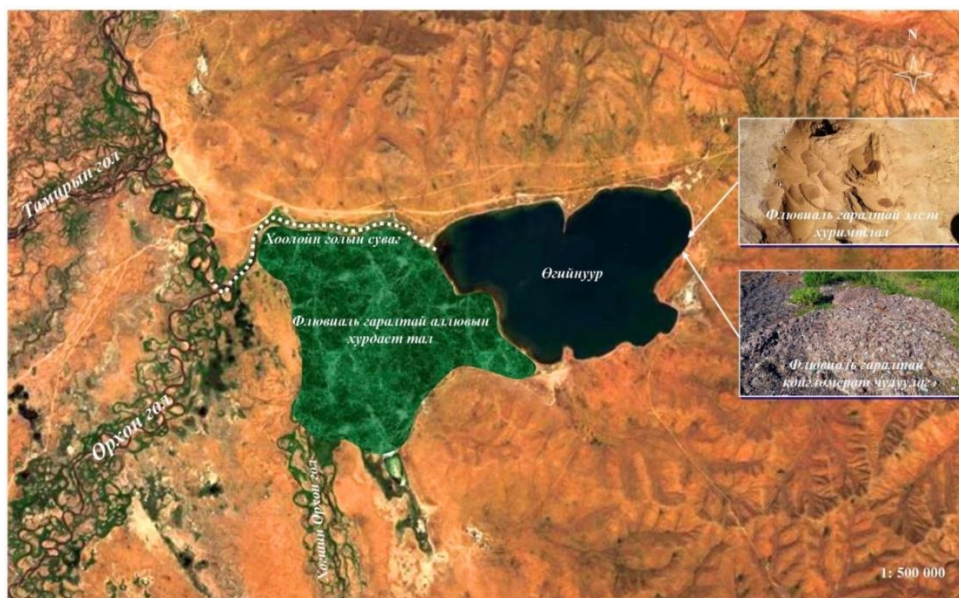
Орхон, Хөгшин Орхон, Тамир голуудын урсгалын чиглэл нэг бус удаа өөрчлөгдөхөд шинэхэн тектоникийн хөдөлгөөн нөлөөлсөн болохыг Кузнецов (1955), Селиванов (1972) нар тэмдэглэсэн байдаг. Эндээс дээрх голуудын голдирол нь ихэнхдээ мезозойн структуруудын байрлалтай тохироогүй ба

тэдгээр нь голдуу хагарлын дагуу чиглэсэн болохыг (Мөнхөө, 1979) мөн тэмдэглэжээ. Тэгвэл Хөгшин Орхоны голын хөндий доод плиоцены үед гүнзгийлэгдэн идэгдэх ба хуримтлалын процессын нөлөөгөөр конгломератын зузаан давхарга үүссэн (Чичагов, 1971) нь одоогийн Өгий нуурын зүүн эрэгт гадаргад илэрч байгаа нь (Зураг 8А) дээрх үзлийг баталдаг. Дөрөвдөгчийн үед шинэ тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр Өгий нуурын хотгорт тектоникийн блок өргөлтийн хурд жигд бусаас үүссэн хэсгийг дагаж голын голдирол шилжих явцад элсэн давхарга хуримтлагдсан (Селиванов, 1972) нь нуурын зүүн эрэгт 30-35 метр зузаантай тогтжээ (Зураг 9). Оросын геоморфологич Селиванов (1970)-ын судалгаагаар Өгий нуурын галт уулын бүс идэвхжиж, лаавын бялхалт болохоос өмнө одоогийн Өгий нуур оршиж байгаа хотгор Хангайн зүүн хойд хажуугийн ай савын олонх голын усыг хурааж байсан ба тэдний дотор Тамирын гол голлох үүрэг гүйцэтгэн, Орхон гол түүний цутгал нь байв. Галт уул дэлбэрч, бялхсан базальтын зузаан давхарга хотгорын зүүн хойд хэсэгт үүсч (Зураг 8Б) Тамирын гол, Орхон голын дорнод зүгийн чиглэлд нөлөөлж, голуудын голдиролд өөрчлөлт орсноор голын урсцын эрэмбэ өөрчлөгдсөн нь ажиглагдлаа. Энэ эрэмбээс шалтгаалж Өгий нуурын флювиаль процессын идэвхжил буурч эхэлсэн байна. Хөгшин Орхон, Орхон голын голдирлын чиглэл хойд зүгт шилжиж Тамирын гол Орхоны цутгал болсон болохыг (Мөнхөө, 1979) структур геоморфологийн баримтуудад тулгуурлан баталсан байна.



Зураг 9. А. Элсэн хуримтлал түр зуурын урсцаар ухрах эрозид орсон байдал Б. Хөрс ба элсэн хуримтлалын зааг (Хөрсний зузаан 1 метр) В. Элсэн хуримтлалын зузааныг хэмжиж буй байдал. Фотог Э.Алтанболд

Орхон, Хөгшин Орхон голын флювиаль процессын нөлөөгөөр үүссэн хуримтлалын гаралтай сэвсгэр хурдсаар хучигдсан нь энд флювиаль ба тектоникийн хосолмол үйл явцын үр дүнд уг орчин үеийн дүр төрх, нуурын хотгор бүрэлдэн бий болсон нь тодорхой байна (Зураг 10).

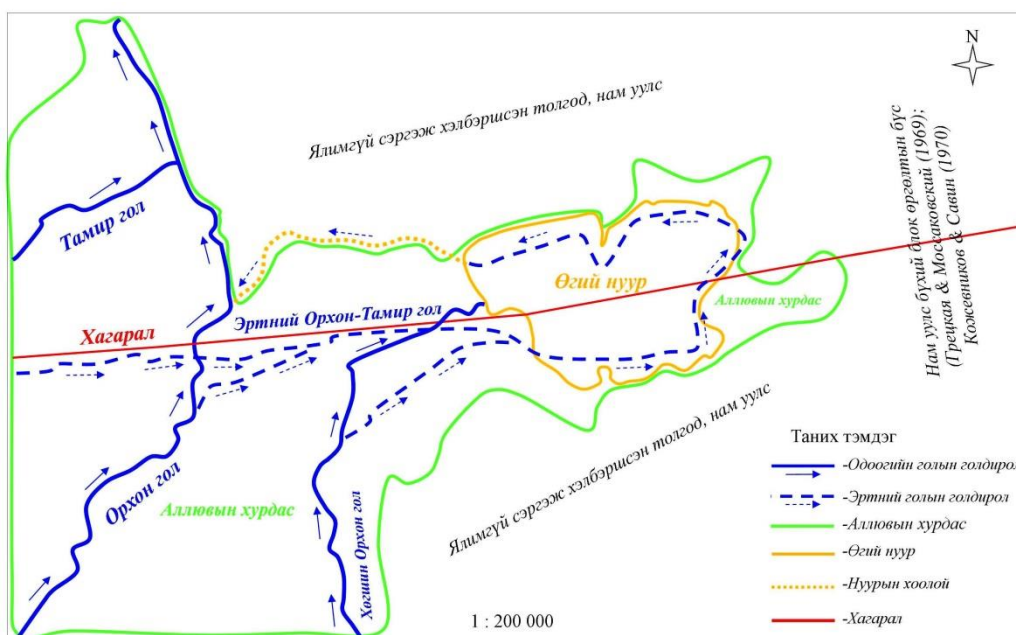


Зураг 10. Өгий нуурын хотгор ба флювиаль процессын хамаарал

Өгий нуурын хотгорын баруун хэсэгт бараг бүхэлдээ флювиаль процессын нөлөөгөөр хуримтлагдсан аллювийн сэвсгэр хурдсаар хучигдсан (Зураг 8,10) бол нуурын зүүн талд плиоцены настай конгломерат ба дөрөвдөгчийн настай элсэн хуримтлалын давхаргууд тогтсон. Өгий нуурын баруун хойд чиглэлд Хоолойн голын суваг флювиаль процессоор үүссэн нь нуурын хотгорт усны динамик хэлбэлзэл харьцангуй ихтэй байсныг гэрчилж байна. Энэ нь нуурын хотгороос хальсан ус Хоолойн голын сувгийг үүсгэсэн нь флювиаль процессын гол илэрхийлэл болно. Морфогеографийн аргаар тодруулсан геоморфологийн шинж тэмдгүүдээс үзэхэд Өгий нуурын өнөөгийн хэв шинж, хотгорын гарал үүсэлд флювиаль процесс шууд нөлөөлсөн болох нь илэрхий байна.

Өгий нуурын хотгорын морфологийн загвар

Өгий нуурын хотгорын хэмжээнд ялгагдаж буй геологийн болон геоморфологийн элементүүдэд тайлал хийж үзэхэд тектоникийн болон флювиаль процессын нөлөө уг хотгорын гарал үүсэлд нөлөөлсөн болох нь тогтоогдож байна. Өнөөгийн Өгий нуурын дундуур гарсан баруунаас зүүн чиглэлтэй тектоникийн хагарал нь гидрологийн хувьд нуурын усны гүний тэжээлийн эх үүсвэр болохоор байна. Уг хагарлын дагуу Орхон, Хөгшин Орхон, Тамир голын гүний урсцын нөлөөгөөр нуурын хотгорыг дайрсан хагарлын дагуу Өгий нуур усаар тэжээгддэг зүй тогтол илэрч байгааг Өгий нуурын хотгорын морфологийн загвараар (Зураг 11) илэрхийлэв.



Зураг 11. Өгий нуурын хотгорын морфологийн загвар

Гүний усны тэжээлийн эх үүсвэр нь флювиаль процессын хүрээтэй давхцаж байгаа нь нуурын усны тэжээлийн эх үүсвэрийг улам бүр тодруулан өгч байна. Энэ нь Хөгшин Орхон голын меандрлалтын нөлөөгөөр энэхүү флювиаль гаралтай геоморфологийн элементүүд үүссэн байна. Өгий нуурын флювиаль процессын хүрээ нь нуурын хотгорын хэмжээнд геоморфологийн элементүүд, тэдгээр нь тодорхой хэв шинжээрээ ялгарч байна (Зураг 11). Тектоникийн хагарал ба голын меандрлалтын нөлөө Өгий нуурын хотгорт тод тусгалаа олсон болохыг тодорхойллоо.

Төв Азийн нууруудын хотгорын гарал үүсэл, түүхэн динамик хөгжлийн талаар гадаадын судлаачид нэлээд олон судалгааны ажлуудыг хэвлүүлсэн байдаг (Grosswald *et al.*, 1994; Thomas *et al.*, 2002; Mats *et al.*, 2011). Хэдий тийм ч Монгол орны нууруудын гарал үүслийн талаар хийсэн судалгааны ажил манай орны хувьд хомс тул Өгий нуурын хотгорын гарал үүсэлд нөлөөлсөн тектоникийн болон флювиаль процесс тэдгээрийн хоорондын хамаарлыг тооцон гаргасан нь бидний судалгааны гол онцлог, шинэлэг тал болж байна. Бидний судалгааны аргачлал, үр дүнгээс санаа авч олон улсын хэмжээнд энэ төрлийн судалгаа хийх боломжтой болохыг энэ судалгаа тодруулан өгч байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэ судалгаагаар Өгий нуурт хийгдсэн судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн дүгнэж үзэхэд нуурын хурдсын задлан шинжилгээ, ус зүйн горим, уур амьсгалын нөлөөллийн талаас нь судалж ирсэн бол Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийн талаар тодорхой судалсан үр дүн одоогоор хэвлэгдээгүй байгаа тул Өгий нуурын хотгорын гарал үүслийг тодруулсан.

Судалгаанд геоморфологийн гипсометрийн интегралын шинжилгээний арга, Зайнаас тандан судлалын орон зайн сайжруулалтын арга, геоморфологийн морфоструктурын арга, морфогеографийн аргуудыг ашигласан. Судалгааны гол үр дүнгээ топографийн, геологийн, сансрын болон бусад зураглалын материалд шинжилгээ хийх болон хээрийн судалгааны материалуудад тулгуурлах замаар тодорхойлсон.

Өгий нуурын ус нь тектоникийн хагарлаар болон голын урсцын нөлөөгөөр тэжээгддэг цэнгэг устай нуур болох нь тогтоогдож байна. Өгий нуурын хотгорын дундуур баруунаас зүүн тийш нэвт огтолсон тектоник хагарал байгааг судалгаагаар тогтоолоо. Судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн үзэхэд Өгий нуурын хотгор нь тектоникийн болон флювиаль процессын нөлөөгөөр үүссэн болох нь илэрхий байна. Өгий нуурын хотгорын гарал үүсэлд нөлөөлсөн тектоникийн болон флювиаль процесс тэдгээрийн хоорондын хамаарлыг тооцон гаргасан нь бидний судалгааны гол онцлог, шинэлэг тал болж байна.

Цаашид Монгол орны нууруудын хотгорын гарал үүслийг шинэчлэн тогтоох шинжлэх ухааны шаардлага тулгарч байна. Энэ нь нуурын байгалийн нөхцөл, нөөц, даацыг зөв зохистой ашиглахад нуурын хотгорын гарал үүслийн хэв шинжийг тодруулж түүнд тохирсон ашиглалтын нөхцөлийг сонгох нь чухал ач холбогдолтой билээ.

Талархал

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

НОМ ЗҮЙ

Aqrawi, A. A. (2014). Adaptive Sobel Based Edge Detection for Enhanced Fault Segmentation. In ITC 2014: *International Petroleum Technology Conference*, European Association of Geoscientists & Engineers.No. 1, pp. 1-6.

Canty, M. J. (2014). *Image analysis, classification and change detection in remote sensing: with algorithms for ENVI/IDL and Python*. Crc Press.

- Dobretsov, N. L., Buslov, M. M., Delvaux, D., Berzin, N. A., and Ermikov, V. D. (1996). Meso-and Cenozoic tectonics of the Central Asian mountain belt: effects of lithospheric plate interaction and mantle plumes. *International Geology Review*, 38(5), pp. 430-466.
- Erdenesukh, S., Dorjsuren, B., Yan, D., Dorligjav, S., Wang, H., Enkhbold, A., ... & Dambaravjaa, O. (2020). Changes in Water Surface Area of the Lake in the Steppe Region of Mongolia: A Case Study of Ugii Nuur Lake, Central Mongolia. *Water*, 12(5), pp. 1470.
- Fukumoto, Y., Kashima, K., Orkhonselenge, A., & Ganzorig, U. (2012). Holocene environmental changes in northern Mongolia inferred from diatom and pollen records of peat sediment. *Quaternary International*, 254, pp. 83-91.
- Grosswald, M. G., Kuhle, M., and Fastook, J. L. (1994). Würm glaciation of Lake Issyk-Kul area, Tian Shan Mts.: a case study in glacial history of Central Asia. *GeoJournal*, 33(2-3), pp. 273-310.
- Hassen, M. B., Deffontaines, B., & Turki, M. M. (2014). Recent tectonic activity of the Gafsa fault through morphometric analysis: Southern Atlas of Tunisia. *Quaternary International*, 338, pp. 99-112.
- Keller, E.A., Pinter, N., (2002) *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape*, 2nd ed. Prentice Hall, New York.
- Khosbayar, P. Peck, J. Ariyunbileg, S and Fowell, S. (2003), Lake systems and paleoclimate investigation of the Holocene, Mongolia. Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences, Vol.02. pp. 67-89.
- Launay, M., and Guerif, M. (2005). Assimilating remote sensing data into a crop model to improve predictive performance for spatial applications. *Agriculture, ecosystems & environment*, 111(1-4), pp. 321-339.
- Mats, V. D., Shcherbakov, D. Y., and Efimova, I. M. (2011). Late Cretaceous-Cenozoic history of the Lake Baikal depression and formation of its unique biodiversity. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19(4), pp. 404-421.
- Mayer, L. (1990). *Introduction to quantitative geomorphology: an exercise manual*. Prentice-Hall International, Inc.
- Nixon, M., and Aguado, A. (2019). Feature extraction and image processing for computer vision. Academic Press.
- Pang, C. (2018). Google Earth Pro image. Available: <https://www.google.com/earth/versions/> (accessed on 17 August 2018).
- Pike, R. J., and Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. *Geological Society of America Bulletin*, 82(4), pp. 1079-1084.

Ramsar, C. (2020). The list of wetlands of international importance. RAMSAR Secretariat: Gland, Switzerland.

Schwanghart, W., Schütt, B., Walther, M. (2008). Holocene climate evolution of the Ugii Nuur basin, Mongolia. *Advances in atmospheric sciences*, 25(6), pp. 986-998.

Singh, O., Sarangi, A., & Sharma, M. C. (2008). Hypsometric integral estimation methods and its relevance on erosion status of north-western lesser Himalayan watersheds. *Water Resources Management*, 22(11), pp. 1545-1560.

Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), pp. 1117-1142.

Thomas, J. C., Lanza, R., Kazansky, A., Zysin, V., Semakov, N., Mitrokhin, D., and Delvaux, D. (2002). Paleomagnetic study of Cenozoic sediments from the Zaisan basin (SE Kazakhstan) and the Chuya depression (Siberian Altai): tectonic implications for central Asia. *Tectonophysics*, 351(1-2), pp. 119-137.

USGS, Global Visualization Viewer. Available online: <https://glovis.usgs.gov> (accessed on 17 August 2018).

Vošenilek, V. (2003). Integration GIS and GPS within geomorphological mapping. In *Proceedings of 21th International Cartographic Conference*, Cartographic Renaissance, pp. 10-16.

Walther, M., and Gegeensuvd, T. (2005). Ugii Nuur (Central Mongolia) Paleo Environmental Studies of Lake Level Fluctuations and Holocene Climate Change, *Geographica-Oekologica*, Vol. 2. MOLARE Research Centre, Ulaanbaatar city, pp.36-47.

Wang, W., Ma, Y., Feng, Z., Meng, H., Sang, Y., & Zhai, X. (2009). Vegetation and climate changes during the last 8660 cal. a BP in central Mongolia, based on a high-resolution pollen record from Lake Ugii Nuur. *Chinese Science Bulletin*, 54(9), pp. 1579-1589.

Wang, W., Ma, Y., Feng, Z., Narantsetseg, T., Liu, K. B., & Zhai, X. (2011). A prolonged dry mid-Holocene climate revealed by pollen and diatom records from Lake Ugii Nuur in central Mongolia. *Quaternary International*, 229(1-2), pp. 74-83.

Амарсайхан, Д., Ганзориг, М., (2010). *Зайнаас Тандан Судлал болон Дүрс Мэдээнд Тоон Боловсруулалт Хийх Зарчмууд*, Улаанбаатар хот.

Болд, Я. (1987) *Геоморфологийн Үндэс ба судалгаа*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн газар.

Грецкая, Т.А., & Моссаковский, А.А. (1969). Некоторые вопросы стратиграфии и структурных соотношений карбона и триаса на севере Центральной Монголии. *Изв. АН СССР журнал, серия геология*, Москва, сс. 156-159.

Даваа, Г. (2018). Газар, Сансрын мэдээлэлд тулгуурласан Монгол Орны Нууруудын усны нөөцийн үнэлгээ, Түүнд байнгын хяналт-шинжилгээ хийх боломжийн судалгаа. *Зөвлөх үйлчилгээний ажлын тайлан*. Улаанбаатар хот, х. 30-37

Даш, Д. (2015) *Монгол орны Ландшафт экологийн зарим асуудлууд*, Улаанбаатар хот.

Кожевников, А.В., & Савин, В.Е. (1970). История развития Хангайского нагорья в мезозое и кайнозое. Геология мезозоя и Кайнозоя Западной Монголии. *Наука журнал*, Москва, сс.151-155.

Кузнецов, Н. Т. (1955). Некоторые данные о новейшей тектонике в Монголии. Вопросы геоморфологии и палеогеографии Азии. *Изв. АН СССР журнал*, Москва, сс. 188-192.

Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн дэргэдэх Хэлний Бодлогын Үндэсний Зөвлөл, (2017). Монгол хэлний зөв бичих дүрмийн журамласан толь, Электрон толь.

Мөнхөө, З. (1979). *Дорнод Хангайн структур-геоморфологийн онцлогууд*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн Газар.

Селиванов, Е. И. (1970). Влияния новейших движений и вулканизма на развитие речной сети некоторых районов Монголии — В кн: Геология мезозоя и Кайнозоя Западной Монголии. *Наука журнал*, Москва, сс. 134-141

Селиванов, Е. И. (1972). Неотектоника и геоморфология Монгольской народной республики. *Недра журнал*, Москва, сс. 234-239

Философов, В. П. (1967). Значение карты потенциальной энергии рельефа для геоморфологических и неотектонических исследований. *Методы геоморфология*. Новосибирск, сс. 88-96

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

Цэрэнсодном, Ж. (1971). *Монгол орны нуур*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн Газар.

Цэрэнсодном, Ж. (2000). *Монгол Орны Нуурын Каталоги* (Цэс). Улаанбаатар хот.

Чичагов, В.П. (1971). Палеографические особенности Северной Монголии в плиоцене и раннем плейстоцене, *Геоморфология*, вып. 5. Москва, сс. 145-155.

ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн (ер.ред С.Шийрэв-Адъяа), (2014). *Архангай аймгийн атлас*, Архангай аймгийн геологийн 1: 200 000 масштабын зураг, Улаанбаатар хот.

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

Б.Болормаа^{1,2*}, Фүрст.К², М.Буяндэлгэр³

^{1,2}Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль,
Улаанбаатар хот, Монгол Улс

²Тогтвортой Ландшафт Хөгжлийн тэнхим, Газарзүйн хүрээлэн, Мартин
Лютерийн нэрэмжит Халле-Виттенбергийн Их Сургууль, Халле хот, ХБНГУ

³Газар зохион байгуулалтын тэнхим, Агроэкологийн Сургууль, Хөдөө Аж Ахуйн
Их Сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Харилцагч зохиогч: bolor_8315@yahoo.com

ХУРААНГУЙ

Өнөө цагийн дэлхийн олон хотуудад тулгамдаад буй хотын тэлэлт нь эмх замбараагүй суурьшил, амьдрах орчны чанарын доройтол, замын хөдөлгөөний ачаалал, түгжрэл, шаардлага хангаагүй барилгууд, агаарын бохирдол зэрэг олон хүндрэл бэрхшээлүүдийг бий болгохоос гадна үер ус, намаг, хөрсний нуралт, гулгалт, цахилгаан эрчим хүч, шугам сүлжээний аюултай нөхцөл бүхий хүн амьдрахад тохиромжгүй бүсэд суурьшлын бүсийг үүсгээд байна. Улаанбаатар хотын газар зохион байгуулалтын ерөнхий төлөвлөгөөнд суурьшлын бүсийн хүн амын амьдрахад таатай бүсийг 33698 га байхаар тогтоосон хэдий ч хүн амын механик өсөлтөөс үүдсэн хяналтгүй тэлэлтийн нөлөөгөөр суурьшлын бүсийн хэмжээ 39235 га-д хүрч 5537 га талбайгаар хэтрээд байна. Тус асуудлыг шийдвэрлэхээр Улаанбаатар хотын хот төлөвлөлтийн үйл ажиллагаанд хот байгуулалтын олон үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлэхээр төлөвлөсөн хэдий ч өнөөгийн нөхцөл байдал болон төлөвлөлтийн төсөөлөлд орон зайн тоон үзүүлэлтүүд тус бүрээр хотыг бүхэлд нь хэмжиж, дүн шинжилгээ хийхгүй байгаагийн улмаас тодорхой үзэл баримтлалын сонголт хийх боломж хязгаарлагдмал байна. Хот суурин газрын төлөвлөлтөд аливаа үзэл баримтлалыг сонгон ашиглахад шаардлагатай чухал алхмуудын нэг нь өнөөгийн нөхцөл байдлыг үнэлэх, улмаар нөлөөллийн үр дүн, тэдгээрийн тоон үзүүлэлтийг харьцуулан хэмжих явдал юм. Энэхүү судалгаагаар Улаанбаатар хотын тэлэлтийг тодорхойлохдоо тэлэлт эхэлсэн үе болох 1990 оныг суурь болгон авч 1990, 1995, 2000, 2005 оны тэлэлтийг Landsat TM-5, 2010 оны тэлэлтийг Quickbird, 2015 оны тэлэлтийг World View, 2020 оны 3 сарын тэлэлтийг Sentinel2 хиймэл дагуулын зураг дээр суурилан харьцуулж үр дүнгээ боловсрууллаа. Хотын тэлэлтийг орон зайн үзүүлэлтүүдээр тодорхойлсны үндсэн дээр өнөөг хүртэл хэрэгжүүлээд байгаа хот байгуулалтын үзэл баримтлалуудыг газар ашиглалтын эрчимжилт, газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтөөр харьцуулан дүгнэж, хотын дотоод нягтралыг нэмэгдүүлэх замаар хотын хяналтгүй тэлэлтийг багасгах асуудлыг хөндлөө. Судалгааны дүнгээс харахад компакт сити үзэл баримтлалыг газар дахин төлөвлөх 4604 га талбайд хэрэгжүүлснээр гэр хорооллын тэлэлтийг 3 дахин багасгаж хотын бүтцийг сайжруулах, одоогийн суурьшлыг 12479 га талбайд багтаан газар ашиглалтын эрчимжилтийг нэмэгдүүлэх боломжтой байна.

Түлхүүр үгс: хотын тэлэлт, хот байгуулалтын үзэл баримтлал, газар ашиглалтын эрчимжилт, газар ашиглалтын бүтэц

ABSTRACT

One of the most serious problems in the 21st century is urban sprawl. Due to that, many cities in the world today are facing the problem of chaotic settlement, traffic congestion, inadequate buildings and air pollution apart from that it has created settlement on floods, swamps, landslide and hazardous zone. Although the general land use planning of Ulaanbaatar city, is estimated to be 33698 hectares, which is suitable for the population of the settlement area, because of population increase the urban sprawl, it has reached to 39235 hectares as of today, exceeding 5,537 hectares. Although many urban development concepts are suggested to use in Ulaanbaatar, it is difficult to choose urban concept due to the lack of measurement and analysis of the city as a whole for each of the spatial indicators in the current situation and planning. In a specific urban setting, the most important step in performing this task is to evaluate current situation and compare planning results. In this study, the urban sprawl of Ulaanbaatar started in the 1990s, was determined by using geographic information system based on the satellite data of 1990, 1995, 2000, 2005 Landsat TM- 5, 2010 Quickbird, 2015 World View, and the March 2020 Sentinel2. This study measures the urban sprawl of Ulaanbaatar with spatial indicators and compares the urban development concepts with land use efficiency and land use form, and researches the issue of reducing urban sprawl by increasing the city's internal density. According to the study, the implementation of compact city concept of land readjustment on 4604 hectares will allow to improve the land use form by reducing the sprawl of the settlement threefold, and increase the efficiency of land use by allocating the settlements in 12479 hectares.

Танилцуулга

Нийслэл Улаанбаатар хот анх 1639 онд байгуулагдсанаас хойш цаг хугацаатай уралдан өөрчлөгдөн шинэчлэгдэж, хөгжин дэвшсээр 381 жил болжээ. Өнгөрсөн зууны дунд үе хүртэл Улаанбаатар хотын хот байгуулалтын хөгжлийн үйл явц нь нүүдлийн соёл иргэншилтэй уялдан өөрийн өвөрмөц шинж төрхтэйгөөр хөгжиж ирсэн ба анхны шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөг 1954 онд Москва хотын “Гипрагор” институтэд боловсруулснаас хойш эдүгээг хүртэл 6 удаа шинэчлэгдсэн. Монгол улс төвлөрсөн төлөвлөгөөт эдийн засгийн нийгмээс зах зээлийн эдийн засаг бүхий нийгэмд шилжих шилжилтийн үеийн туршид буюу 2002 онд 5 дахь ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулагдах хүртэл 10 гаруй жилийн хугацаанд Улаанбаатар хотын хэмжээнд газар ашиглалт үндсэндээ төлөвлөлт, нэгдсэн бодлогогүй байсан (Наранцацралт, 1998) нь өнөөгийн хяналтгүй тэлэлтийн суурь үндэс болсон юм (Цахиур ба бусад, 2013). Хүн ам өсөн нэмэгдэхийн хэрээр өндөр нягтшилт бий болдог (Чинбат, 2019).

Улаанбаатар хотын тэлэлт хэвтээ болон босоо чиглэлд үсчсэн, бүх хэлбэрээр эрчимтэй явагдаж, баруунаас зүүн тийшээ 30-40 км, урдаас хойшоогоо 20-30 км үргэлжилсэн байдалтай байна (Чинбат, 2017). 1990 оноос хойш хотын барилгажсан талбай 2.4 дахин нэмэгдсэн бөгөөд энэ хэрээр 2040 он хүртэл байна гэвэл дахиад мөн хэмжээгээр нэмэгдэж, одоо байгаагаас маш их замбараагүй тэлэлт үүснэ (Чинбат, 2019). Хотын тэлэлтийг хязгаарлахгүй бол 2040 он гэхэд 60000 орчим га талбайд хүрэхээр таамаглаж байна (Мөнхнаран ба бусад, 2018). Өнөөдрийн байдлаар Улаанбаатар хотын хот байгуулалтын төлөвлөгөөнд нэг төвт, олон төвт болон компакт сити үзэл баримтлалуудыг хослуулан ашиглаж байна.

Улаанбаатар хотын өмнө тулгамдаж буй хяналтгүй тэлэлтийг орон зайн үзүүлэлтүүдээр тодорхойлсны үндсэн дээр тэлэлтэд нөлөө үзүүлж буй хот байгуулалтын үзэл баримтлалуудын нөлөөллийг газар ашиглалтын бүтэц болон газар ашиглалтын эрчимжилтийн үзүүлэлт бүрээр харьцуулан хэмжиж дүн шинжилгээ хийхэд судалгааны ажлын зорилго оршино. Судалгааны ажлын хүрээнд дараах зорилтуудыг дэвшүүлэв. Үүнд:

1. 1990 оноос хойш одоог хүртэлх хугацаанд Улаанбаатар хотод үүссэн хяналтгүй тэлэлтийн өнөөгийн байдлыг судлан талбайг хэмжээг тодорхойлох
2. Улаанбаатар хотын ерөнхий төлөвлөгөөнүүдэд баримталсан хот байгуулалтын үзэл баримтлалуудын хот тэлэлтэд үзүүлсэн нөлөөллийг орон зайн сонгосон үзүүлэлтүүдээр дүн шинжилгээ хийх
3. Хотын хяналтгүй тэлэлтийн хотын ерөнхий бүтэцэд үзүүлсэн нөлөөллийг хот байгуулалтын үзэл баримтлалууд тус бүрээр нэгтгэн тоон үзүүлэлтүүдээр харьцуулан дүгнэх.

Судалгааны аргазүй

Улаанбаатар хотын одоогийн тэлэлтийн хэмжээг орон зайн үзүүлэлтүүдээр харуулахын тул 1990, 1995, 2000, 2005 оны тэлэлтийг Landsat TM-5, 2010 оны тэлэлтийг Quickbird, 2015 оны тэлэлтийг World View, 2020 оны 3 сарын тэлэлтийг Sentinel2 хиймэл дагуулын мэдээг үндэслэн Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн газрын хэмжээг 1990-2020 оны хооронд тус тус 5 жилийн үечлэлтэйгээр тогтоож суурь өгөгдлөө бэлдлээ. Тус өгөгдөлд үндэслэн газарзүйн мэдээллийн системийн вектор давхцуулалтын аргыг ашиглан хотын тэлэлтийн талбайн өөрчлөлтийг Arc GIS 10.5 программыг ашиглан гаргалаа.

Хот байгуулалтын үзэл баримтлал тус бүрийн хот тэлэлтэд үзүүлэх нөлөөллийг тооцоход орон зайн дүн шинжилгээний газар ашиглалтын эрчимжилт (Yu *et al.*, 2010; Pan *et al.*, 2008; Wei *et al.*, 2018) болон газар ашиглалтын бүтцийн (Liding and Bojie, 1996; Xiao *et al.*, 2005; Wei *et al.*, 2018) 6 шалгуур үзүүлэлтийг сонгон авч, хослуулан хэрэглэх боломжийг судлан, харьцуулалт хийлээ. Мөн Улаанбаатар хотын тэлэлтийн шалтгааныг тогтоох зорилгоор нэг сэдэвт бүтээлүүд болох хот байгуулалтын 6 удаагийн ерөнхий төлөвлөгөөнд монограф болон дедукцийн аргаар дүн шинжилгээ хийсэн болно.

Улаанбаатар хотын өнөөгийн хотжилтын бүтэц болон газар ашиглалтын эрчимжилтийг дээшлүүлээд зогсохгүй тэлэлтийг багасгах гол үзэл баримтлалыг сонгохын тулд өнөөдрийн байдлаар хамт ашиглагдаж буй нэг төвт, олон төвт болон компакт үзэл баримтлалуудыг тус бүрээр нэгтгэн тоон үзүүлэлтүүдээр харьцуулан дүгнэлээ.

Газар ашиглалтын эрчимжилтийг (land use efficiency) хэмжих

Газар ашиглалтын эрчимжилтийг тодорхойлохдоо давхар талбайн харьцаа, хүн амын нягтшил, барилгажилтын бүрхэц гэсэн шалгуур үзүүлэлтийг ашигласан бөгөөд үүнийг газар ашиглалтын үр өгөөжийн хэмжүүр болгон сонгосон (Yu *et al.*, 2010). Барилга, байгууламжийн талбайн хэмжээ нэмэгдсэний улмаас дотогшоо тэлж буй үйл явцыг барилгын бүрхцийн харьцаагаар тодорхойлдог (Pan *et al.*, 2008).

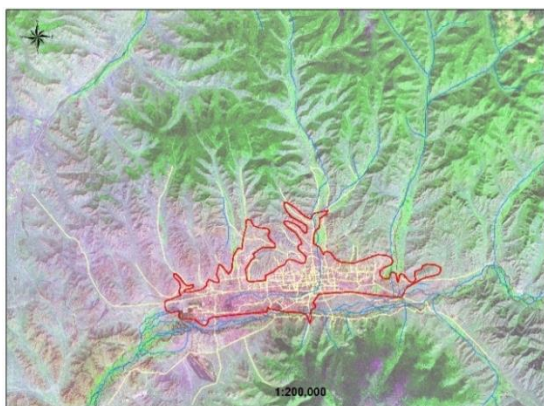
Газар ашиглалтын бүтцийн (land use form) өөрчлөлтийг хэмжих

Газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтийн хувьд түүнийг илэрхийлэх хэмжээс нь газрын зураг, агаарын болон сансрын зураг дээр хялбархан үзүүлэх боломжтойг харгалзан үзсэний үндсэн дээр фрактал хэмжээс, нягтшилын индекс, феретийн харьцаа гэсэн 3 шалгуур үзүүлэлтээр харьцуулалт хийлээ. Феретийн диаметрийг хамгийн захын хоёр координатын хоорондох зай (Kaye, 1989) болон газар ашиглалтын захын цэгүүдийн хамгийн их зай (Batty and Longley, 1986)-аар тодорхойлдог. Хэрэв хот гадагшаа тэлж байвал хэлбэршлийн харьцаа буурах бөгөөд хотын дотоод нягтрал ихсэж байвал хэлбэршлийн харьцаа ихэснэ. (Fan *et al.*, 2012).

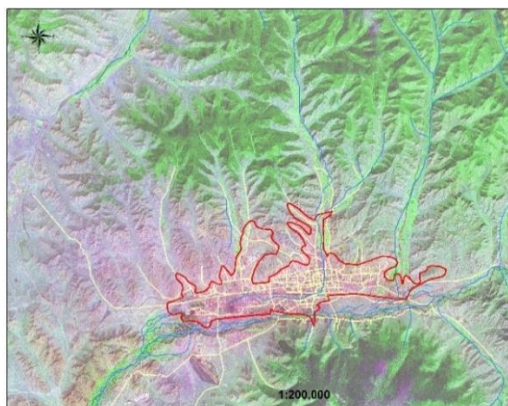
СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Улаанбаатар хотын хяналтгүй тэлэлтийн байдалд орон зайн дүн шинжилгээ хийх

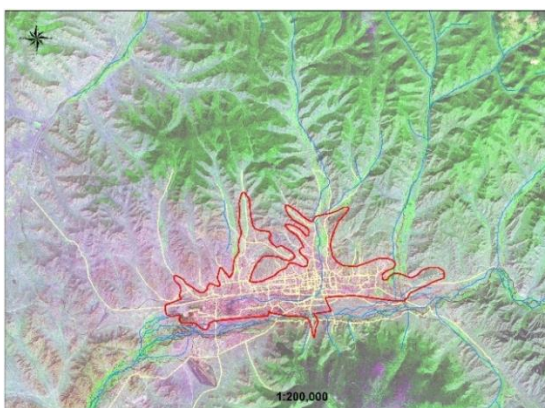
Улаанбаатар хотын одоогийн тэлэлтийн хэмжээг 1990-2020 оны хооронд тус тус 5 жилийн үечлэлтэйгээр тогтоож суурь өгөгдлөө бэлдэн хиймэл дагуулын мэдээг үндэслэн хотын замбараагүй тэлэлтийн хэмжээг тооцоолон гаргалаа.



Зураг 1а. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 1990 оны байдлаар 10730 га.



Зураг 1б. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 1995 оны байдлаар 11270 га.



Зураг 1в. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 2000 оны байдлаар 15141 га.



Зураг 1г. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 2005 оны байдлаар 17326 га.



Зураг 1д. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 2010 оны байдлаар 26541 га.



Зураг 1е. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 2015 оны байдлаар 36025 га.



Зураг 1ё. Улаанбаатар хотын тэлэлтийн зураг 2020 оны байдлаар 39235 га.

Хүснэгт 1. Улаанбаатар хотын тэлэлт (1990 – 2020 он)

Он	Талбай /га/	Өмнөх онтой харьцуулсан тэлэлтийн талбайн зөрүү /га/	Периметр /м/	Өмнөх онтой харьцуулсан тэлэлтийн периметр зөрүү /м/
1990	10730		112600	
1995	11270	540	115300	2700
2000	15141	3871	155927	40627
2005	17326	2185	220076	64149
2010	26541	9215	483850	263774
2015	36025	9484	697519	213669
2020	39235	3210	772190	74671

Дээрх хүснэгтээс харахад 1990-2020 оны хооронд Улаанбаатар хотын суурьшлын хэсгийн талбайн хэмжээ 28505 га-аар буюу 3.6 дахин, периметр нь 659590 м-ээр буюу ойролцоогоор 6.8 дахин тэлсэн байна.

Дээрх өгөгдөлд үндэслэн газар ашиглалтын орон зайн өөрчлөлтийг тодорхойлоход дараах үр дүн гарсан.

Хүснэгт 2. Улаанбаатар хотын газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтийн үзүүлэлтүүд (1990 - 2020 он)

Он	Талбай /га/	Пери- метр	Фере- тийн диаметр /max/	Фере- тийн диаметр /min/	Фере- тийн харьцаа (F)	Газар ашиглал- тын нягтралын зэрэг (C)	Фракта- лын хэмжээ (D)
1990	10370	112600	27321	12183	0.44	0.32	1.11
1995	11270	115300	27606	12184	0.44	0.33	1.11
2000	15141	155927	25955	12155	0.47	0.28	1.12
2005	17326	220076	27270	26390	0.97	0.21	1.15
2010	26541	483850	45880	27580	0.60	0.12	1.21
2015	36025	697519	48370	33140	0.69	0.1	1.23
2020	39235	772190	50321	36932	0.73	0.09	1.23

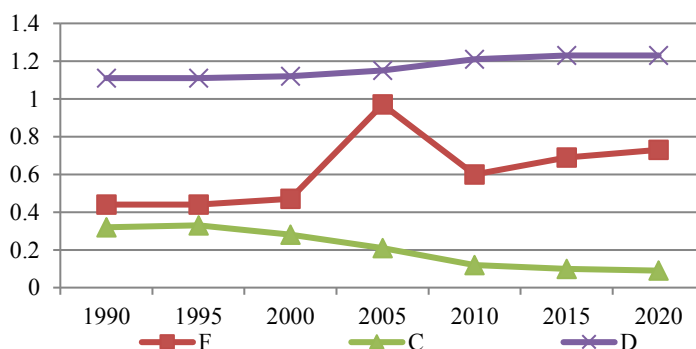


График 1. Газар ашиглалтын бүтцийн хэмжээсийн өөрчлөлт (1990-2020 он)

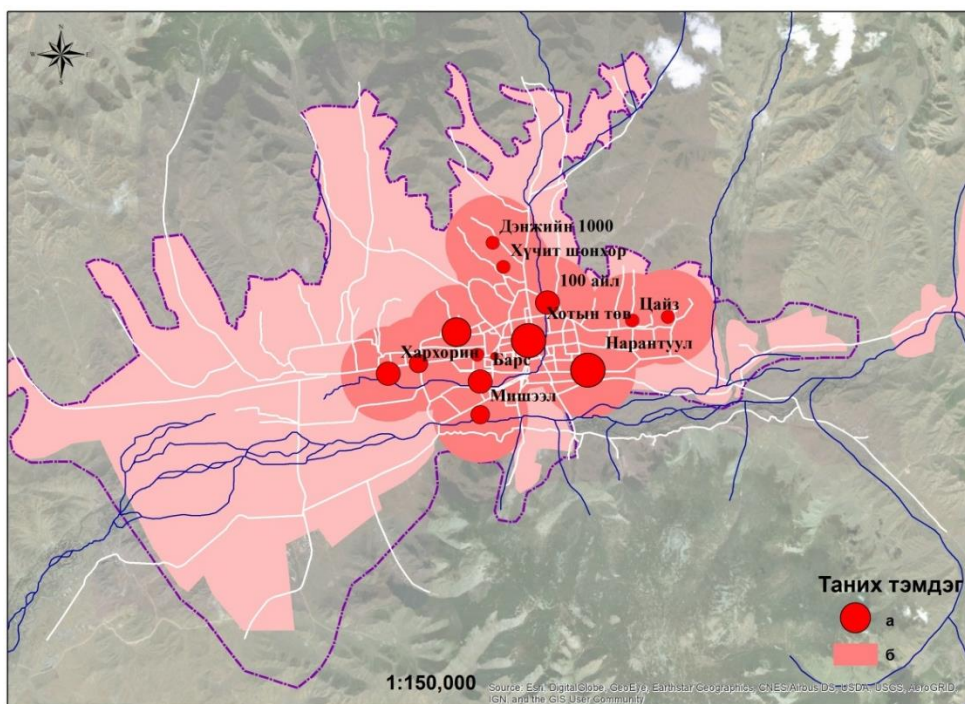
Дээрх судалгааны үр дүнгээс харахад Феретийн харьцаа нь 1990 онд 0.44 байгаа нь Улаанбаатар хот хөндлөн сунасан бүтэцтэй байсныг харуулж байгаа бөгөөд тус харьцаа 2020 онд 0.73 болсон нь газар ашиглалтын орон зайн тэлэлт сүүлийн 20 жилд босоо тэнхлэгтээ ихэвчлэн өссөнийг илэрхийлж байна. Гэхдээ тус харьцааг 5 жил тус бүрээр үзэхэд 1990-1995, 1995-2000 онд 0.44-0.47 хооронд хэвтээ тэнхлэгтээ тэлж, хотын бүтэц уртаашаа сунасан хэлбэртэй байсан бол 2000-2005 оны хооронд тус харьцаа 0.97 буюу хотын тэлэлт босоо тэнхлэгтээ тэлж, хотын бүтэц харьцангуй зөв хэлбэртэй болсон байна. 2005-2010 онд 0.60 болж хэвтээ тэнхлэгтээ чиглэлдээ илүү тэлсэн бол 2010-2015 онд 0.69, 2015-2020 онд 0.73 болж буцаад босоо чиглэлдээ тэлэлт явагдсан байна. Тэгвэл нягтралын зэргээр тооцоолоход сүүлийн 15 жилд хотын газар ашиглалтын нягтралын зэрэг 0.28-0.09 хүртэл тасралтгүй буурсан байгаа нь Улаанбаатар хот хүрээгээ нягтрал багатайгаар маш эрчимтэй тэлснийг харуулж байна. Мөн Фракталын хэмжээнээс хамаарсан газар ашиглалтын түвшин нь 1.23 байгаа нь АНУ-ын Флоридагийн их сургуулийн газарзүйн сургуулиас ангилсан 4 түвшний (Sun *et al.*, 2013) ангиллын 2 дахь түвшинд хамаарч байна. Энэ нь хэсэг бүлгээр бөөгнөрсөн, эмх замбараагүй хэлбэртэй хотын тэлэлт явагдаж байгааг харуулж байна.

Хот төлөвлөлтийн үзэл баримтлалууд тус бүрийн орон зайн дүн шинжилгээнд хийсэн харьцуулалт

Нэг төвт үзэл баримтлалд хийсэн орон зайн дүн шинжилгээний үр дүн

Өнөөгийн Улаанбаатар хот нь нэг төвт хот юм. Улаанбаатар хотын одоогийн нэг төвт хот болон хөгжих үндэс суурь болсон анхны ерөнхий төлөвлөгөө нь 1954 онд батлагдаж, улмаар түүний хэрэгжих 20 жилийн хугацаанд буюу 1954-1974 оны хооронд хүн ам нь 125 мянга хүрэхээр тооцоолжээ. Гэвч энэхүү төлөвлөгөө нь 6 жилийн хугацаанд хэрэгжсэн байдаг ба 1960 он гэхэд хотын төв хэсэг баригдаж дуусах үед хотын хүн ам 180 мянгад хүрсэн тул ерөнхий төлөвлөгөөг дахиж шинэчлэхээс өөр аргагүйд хүрсэн байна. Ийнхүү 2 дахь ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулагдаж 1961 онд батлагдсан бөгөөд хугацаа нь мөн л 20 жилээр төлөвлөгдөж, хүн амын тоо 250 мянга байхаар тооцоолжээ. Тус төлөвлөгөө нь анхны төлөвлөгөөтэй харьцуулахад харьцангуй удаан буюу 14 жилийн хугацаанд хэрэгжсэн ба энэ үед Улаанбаатар хот нь Туул голын хөндий дагуу 20 км урт, 6-8 км өргөнтэй болж өргөжин 3900 га талбай барилгажсан талбайтай болсон байна. Хотын хүн амын тоо 1975 онд 348.7 мянгад хүрснээр гурав дахь ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулагдаж, орон сууцны 19 хороолол төлөвлөгдсөнөөр орон сууцны нөөц 1960 оныхтой харьцуулахад 79%-иар нэмэгдсэн байна (Цахиур ба бусад, 2013). Энэ төлөвлөлтийн хэрэгжилтийн явцад Улаанбаатар хот нь одоогийн дүр төрхтэй болсон байдаг хэдий ч гол дутагдал нь өмнөх төлөвлөгөөний адил хүн амын урьдчилсан өсөлтийн

буруу тооцоо юм. Гурав дахь ерөнхий төлөвлөгөө хэрэгжих хугацаанд хүн амыг тухайн үеийнхээсээ 50-80 мянгаар нэмэгдэнэ хэмээн тооцсон ч бодит амьдрал дээр нийслэлийн хүн ам 492.2 мянга болж 2 дахин өссөнөөр тус ерөнхий төлөвлөгөөг цагаас нь өмнө шинэчлэх шаардлагатай болсон байна. Улаанбаатар хот нь 1986 он хүртэл хийгдсэн гурван удаагийн ерөнхий төлөвлөгөөний дагуу барилгажиж гэр хороолол, засаг захиргаа, орон сууц, олон нийтийн байгууламж, үйлдвэр агуулахын бүс, ногоон байгууламж бүхий одоогийн нэг төвт бүтцийг бий болгосон байна. Хэдий 1986 онд дараагийн ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулагдсан ч нийгмийн шилжилтийн үеэс шалтгаалж тус үзэл баримтлал нь 2012 он хүртэл голлох үүрэгтэй байжээ.



Зураг 2. Нэг төвт үзэл баримтлалын газрын зураг

(а) хүн амын төвлөрлийн цэг; (б) хүн амьдрахад тохиромжтой талбай
Эх сурвалж. Цахиур ба бусад, 2013

Газар ашиглалтын эрчимжилтийн шинжилгээ. Тус үзэл баримтлалын хүрээнд бий болсон суурьшлын бүсийн 19 хорооллоос санамсаргүй түүврийн аргаар суурьшлыг төлөөлөхүйц хорооллыг сонгон авч газар ашиглалтын эрчимжилтийн шинжилгээг хийж үзэхэд дараах үр дүн гарсан болно.

Хүснэгт 3. Нэг төвт үзэл баримтлалын газар ашиглалтын эрчимжилт

№	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Төслийн өмнө
1	Барилгажилтын бүрхэц (BCR)	%	33,7
2	Хүн амын нягтшил (d)	хүн/га	65,6
2	Давхар талбайн харьцаа (FAR)	нэгж	1,6

Хүснэгтээс үзэхэд нэг төвт үзэл баримтлалын үед үүссэн суурьшлын бүс дэх барилгын бүрхэц нь 33,7% байгаа нь сул талбай ихтэй, давхар талбайн харьцаа нь 1,6 байгаа нь намхан барилга ихтэй, хүн амын нягтшил 65.6 хүн/га байгаа нь оршин суугч цөөтэй байгааг тус тус харуулж байна. Өөрөөр хэлбэл энэ бүсэд хоорондоо зай ихтэй 1-5 давхар голлосон оршин суугч цөөтэй намхан барилгууд байна гэсэн үг юм. Дээрх судалгааны дүнгээс үзэхэд нэг төвт үзэл баримтлал нь харьцангуй их талбайг хамарсан нягтрал багатай хотжилтыг дэмжиж байна. Ийм ч учраас 17326 га талбай буюу Улаанбаатар хотын хүн амьдрахад таатай бүсийн талаас илүү хувьд нь 65.6 хүн/га буюу харьцангуй цөөн хүн амьдарч байна.

Газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтийн шинжилгээ. Нэг төвт үзэл баримтлалд хийсэн дүн шинжилгээгээр тус үзэл баримтлалын үед боловсруулагдсан ерөнхий төлөвлөгөөний шийдэл 1986 онд өөрчлөгдсөн хэдий ч нийгмийн шилжилтийн үеэс шалтгаалж 2010 он хүртэл голлох үүрэгтэй байсан тул тэлэлтийн хэмжээг авахдаа 2010 оны тоон утгыг ашиглалаа.

Хүснэгт 4: Нэг төвт үзэл баримтлалын фракталын хэмжээс

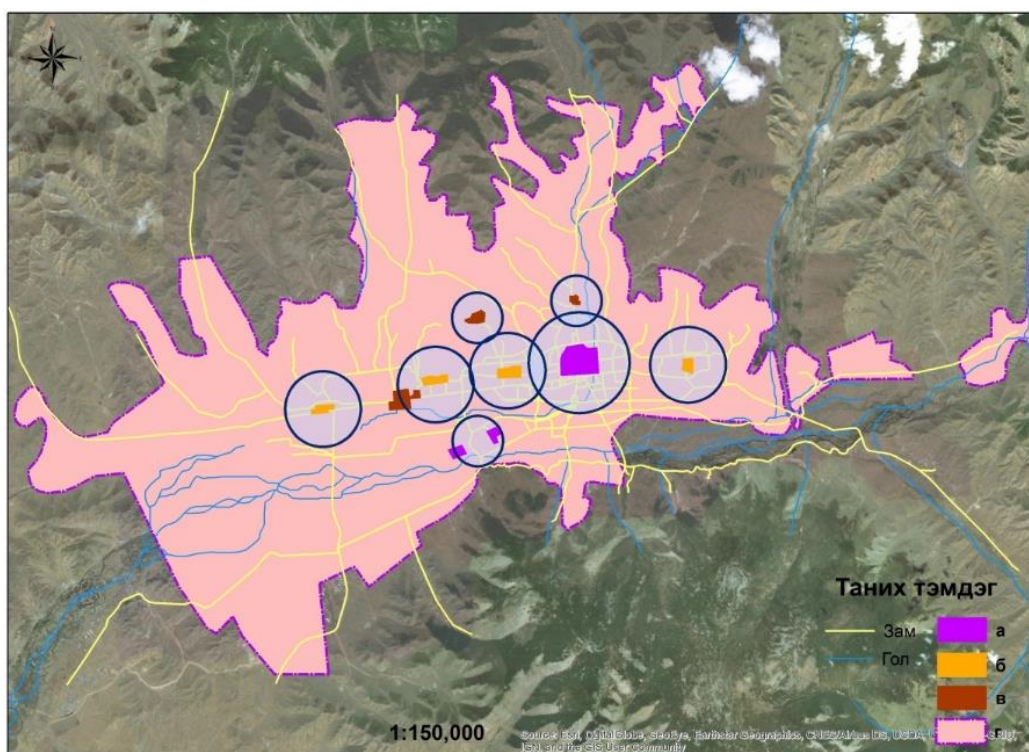
Нэр	Тал- бай /га/	Пери- метр	Фере- тийн диаметр /max/	Фере- тийн диаметр /min/	Фере- тийн харьцаа (F)	Газар ашиглалтын нягтралын зэрэг (C)	Фрак- талын хэмжээ (D)
Нэг төвт	26541	483850	45880	27580	0.60	0.12	1.21

Улаанбаатар хот нь голын хөндийн дагуудаа байрласан байдаг тул тэлэлт нь 1 төвтэй холбогдох зам тээврийн гол сүлжээ болон орон зайнаас хамаарч хөндлөн чиглэлдээ тархсан нь феретийн харьцаанаас (0.60) харагдаж байна. Нягтшилын индексийн хувьд бага буюу 0.12 байгаа нь гадагшаа тэлэлтийг, фрактал хэмжээс нь 1.21 байгаа нь бүлгээр бөөгнөрсөн хэлбэрийг илэрхийлж байна. Ерөнхийлж үзвэл тус үзэл баримтлалын үед үүссэн тэлэлт нь хөндлөн чиглэлдээ сунасан, эмх замбараагүй хэлбэртэй, нягтшил багатай суурьшлыг үүсгэсэн байна.

Олон төвт үзэл баримтлалд хийсэн орон зайн дүн шинжилгээний үр дүн

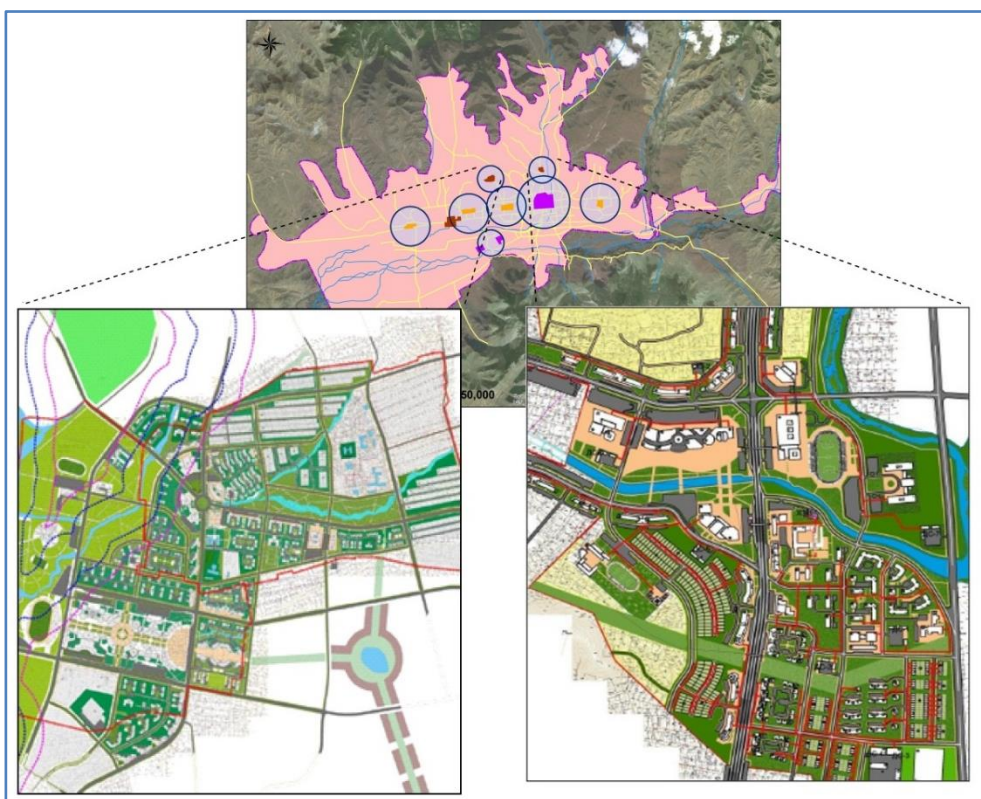
Хотын хүн ам нь 1986 онд 492.2 мянгад хүрч гурав дахь ерөнхий төлөвлөгөөний үзүүлэлтүүд өөрчлөгдсөн учир дөрөв дэх ерөнхий төлөвлөгөөг боловсруулсан байна. 1986 онд батлагдсан тус төлөвлөгөөнд хотын хүн амын бөөгнөрлийг сааруулж, хот орчмын суурин газруудад шилжүүлэн бүлэг суурьшлын системээр хөгжүүлэх олон төвт үзэл баримтлалыг дэвшүүлсэн боловч 1990 он гарч төр засаг солигдсон, эдийн засаг шилжилтийн хямралд орсон тул хэрэгжүүлж чадаагүй төдийгүй ерөнхий төлөвлөгөөг хэрэгжүүлэх асуудал нэг хэсэгтээ буюу 10 гаруй жилийн турш мартагдсан байна (Цахиур ба бусад, 2013). Энэ хугацаанд нийслэлийн хэмжээнд газар ашиглалт үндсэндээ ямар ч хяналт, зохицуулалтгүй, эмх замбараагүй өрсөлдөөний хэлбэртэй үргэлжилсээр ирсэн нь түүний цаашдын төлөвлөлт, менежментэд үнэлэлт дүгнэлт өгөх, газар ашиглалтын чиг хандлагыг тодорхойлохыг улам илүү шаардах болжээ (Наранцацралт, 1998). Энэхүү шаардлагын үүднээс 5 дахь ерөнхий төлөвлөгөө буюу нийслэл Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулагдаж 2002 онд батлагдсан. Энэ төлөвлөгөө нь Монголчууд анх удаа өөрсдөө гар бие оролцон хийсэн төлөвлөгөө гэдгээрээ онцлогтой юм (Цахиур ба бусад, 2013).

Нийслэлийн нийгэм эдийн засгийн эрчимтэй тэлэлт, хүн амын бөөгнөрөл, машин, техникийн хэрэглээ нэмэгдсээр цаашдаа Улаанбаатар нэг төвт хотын загвараар хөгжих боломжгүй болсон бөгөөд олон төвт тогтвортой хотын загварт шилжсэн (Чинбат, 2017). Тийм ч учраас Улаанбаатар хотыг төлөвлөлтийн хугацаанд 15 дагуул, хаяа хот тосгодтой, 4 бүс бүхий өөрөө өөрийгөө тэтгэн бие даан хөгжиж, өрсөлдөх чадвар бүхий дэвсгэр нутгийн орон зай, эдийн засгийн цогцолбор бүтэц байхаар тооцжээ. Ерөнхий төлөвлөгөө хэрэгжиж эхэлснээс хойш 10 жилийн хугацаа өнгөрсөн ч Улаанбаатарын бүсийн хөгжлийг тэнцвэржүүлэх гол хөшүүрэг болсон хаяа, дагуул хот тосгодын хөгжил хоцрогдсоноос Улаанбаатар хотоос хараат нэг төвт байдал хэвээр хадгалагдаж, улмаар шилжин ирэгсдийн урсгалыг тогтоох боломжгүй болж Улаанбаатар хотын гэр хорооллын тэлэлт явагдаж, орчин цагийн хотжилтод тулгарч буй агаарын бохирдол, автозамын түгжрэл, хөрсний бохирдол зэрэг сөрөг нөлөөлөл нэмэгджээ. Энэ байдал нь төлөвлөгөөний хэрэгжилт хангалтгүй байгааг харуулж, тодотгох хэрэгцээ шаардлагыг үүсгэсэн байна. Ийнхүү 2012 онд Улаанбаатар хотыг 2025 он хүртэл хөгжүүлэх 6 дахь ерөнхий төлөвлөгөө боловсруулагдсан бөгөөд тус төлөвлөгөөнд Улаанбаатар хотын хүн ам 1400.0 мянга байхаар тооцсон байна. Мөн хотын өнөөгийн нэг төвт тогтолцооноос зайлсхийхийн тулд дагуул тосгодыг хөгжүүлэх асуудал нь хэрэгжих боломжгүй нь тодорхой болсон тул хотын өмнө тулгарч буй олон хүндрэлтэй асуудлуудыг хэсэгчилж шийдвэрлэх зорилгоор хотын дотоод архитектур орон зайг 8 дэд төв болгон хөгжүүлэхээр төлөвлөжээ (Цахиур ба бусад, 2013).



Зураг 3. Төлөвлөсөн олон төвт үзэл баримтлалын газрын зураг
 (а) хотын төв; (б) дүүргийн төв; (в) төлөвлөсөн дэд төвүүд,
 (г) тохиромжтой суурьшлын талбай
 Эх сурвалж: Цахиур ба бусад, 2013

Төлөвлөлтийн дэд төв бүр нь өөрийн засаг захиргаа, худалдаа, үйлчилгээ, соёл боловсрол, спорт, нийгмийн дэд бүтцийн үйлчилгээ бүхий иж бүрэн цогцолбор, төвүүдтэй байх бөгөөд тэлэлтийн үр дүнд үүссэн гэр хорооллыг нийгмийн дэд бүтцээр хангах үүргийг өөртөө хүлээж буй аж. Ийм төвтэй болбол иргэд заавал хотын төв орох шаардлагагүй. Ингэснээр олон асуудлыг шийдэх боломжтой. Сөүл хот гэхэд 25 дүүрэгтэй. Дүүргийн төв нь ажил хэрэг, бизнесийн хувьд бие даасан, хүчирхэг байдаг билээ. Хөгжингүй орнуудад хотын төвлөрлийг ингэж сааруулдаг (Чинбат, 2017).



Зураг 4а. Төлөвлөсөн
Баянхошуу дэд төв

Зураг 4б. Төлөвлөсөн Сэлбэ
дэд төв

Эх сурвалж: Цахиур ба бусад, 2013

Одоогийн байдлаар тус төлөвлөгөөний дагуу Сэлбэ болон Баянхошуу дэд төв байгуулах ажил хэрэгжээд 4 жилийн хугацаа өнгөрсөн ба одоогийн байдлаар нийгмийн дэд бүтцийн ажлууд хийгдээд байна. Үүнээс бусад үзүүлэлтийг тус 2 төлөвлөгөөний төсөөллөөс тооцож дүн шинжилгээ хийлээ.

Газар ашиглалтын эрчимжилтийн шинжилгээ. Дээр дурдсанчлан 9 жилийн хугацаанд хэрэгжих тул төлөвлөлтийн төсөөлөл дээр нь дүн шинжилгээ хийлээ.

Хүснэгт 5. Олон төвт үзэл баримтлалын газар ашиглалтын эрчимжилт

№	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Төслийн өмнө
1	Барилгажилтын бүрхэц (BCR)	%	43,7
2	Хүн амын нягтшил (d)	хүн/га	50
2	Давхар талбайн харьцаа (FAR)	нэгж	1,8

Хүснэгтээс үзэхэд олон төвт үзэл баримтлалын дагуу төлөвлөгдөн хэрэгжүүлж буй суурьшлын бүс дэх барилгын бүрхэц нь 43,7% байгаа нь сул талбай ихтэй, давхар талбайн харьцаа нь 1,8 байгаа нь намхан барилга ихтэй, хүн амын нягтшил 50 хүн/га байгаа нь оршин суугч цөөтэй байгааг тус тус харуулж байна. Хэдий барилгын бүрхэц, давхар талбайн харьцаа өссөн ч хүн амын нягтшил нь нэг төвт хотын үед үүссэн нягтшилаас бага байна. Энэ нь тус 2 дэд төв нь хойд бүсийн нийт гэр хорооллын нийгмийн дэд бүтцийг хангах үүргийг өөртөө хүлээснээс шалтгаалсан байна.

Газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтийн шинжилгээ. Олон төвт үзэл баримтлалын хувьд өнөөгийн хэрэгжиж буй ерөнхий төлөвлөгөөний үндсэн шийдэл тул тоон утгыг 2020 оны хэмжээсээр авсан болно.

Хүснэгт 6. Олон төвт үзэл баримтлалын фракталын хэмжээс

Нэр	Талбай /га/	Пери- метр	Фере- тийн диаметр /max/	Фере- тийн диаметр /min/	Фере- тийн харьцаа (F)	Газар ашиглалтын нягтралын зэрэг (C)	Фрак- талын хэмжээ (D)
Олон төвт	39235	772190	50321	36932	0.73	0.09	1.23

Олон төвт үзэл баримтлалын үед замбараагүй үүссэн тэлэлтийг нийгмийн дэд бүтцээр хангах зорилгоор дэд төвүүдийг төлөвлөснөөр хотын бүтцийн хувьд босоо чиглэлдээ тэлж феретийн харьцаа нь 0.73, нягтшилын индекс нь 0.09 болж нягтшил багатай эрчимтэй гадагшаа тэлэлтийг илэрхийлж байна. Тус үйл явцаас шалтгаалан хэлбэршилтийн үзүүлэлт болох фрактал хэмжээс нь 1.23 болж хотын хэлбэр нь хэсэг бүлгээр бөөгнөрсөн, эмх замбараагүй хэлбэртэй болсныг харуулж байна.

Компакт сити үзэл баримтлалд хийсэн орон зайн дүн шинжилгээний үр дүн

Компакт сити нь хотын тогтвортой хөгжлийн загварын нэг гэдгээрээ хамгийн сайн танигдсан үзэл баримтлал юм (Pradhan, 2017). Орчин үед компакт сити үзэл баримтлалыг хотын хүн ам огцом өсөж байгаа нөхцөлд хотын тэлэлтийг хязгаарлаж, хотын бүтцийг нягт суурьшуулах тогтолцоо руу хөтлөх төлөвлөлтийн хандлага гэдэг утгаар ойлгож байна (Çalışkan, 2004). Хотын онцлог шинж, төлөвлөлтийн зорилтуудаас шалтгаалан хэлбэр нь өөр байх хэдий ч хот нь нягтрал сайтай, автомашины хамаарал багатай, өдөр тутмын амьдралын бие даасан нийтлэг шинжтэй байна хэмээн Данзвик, Саати нар (1978) тус үзэл баримтлалын анхны тодорхойлолтыг хийсэн байдаг (Kaji *et al.*, 2003). Энэ утгаараа тус үзэл баримтлалын гол шийдэл нь газар дахин төлөвлөх бүсэд нягт суурьшил бүхий өндөр давхар хороолол үүсгэх замаар хотын эмх замбараагүй тэлэлтийг хумих асуудал бөгөөд Япон, Турк зэрэг улсуудад амжилттай ашиглагдаж байна. Газар дахин төлөвлөлт нь компакт сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлэх гол арга хэрэгсэл юм (Doebele, 1982; Dunkerley, 1983; Kitay, 1985).

Улаанбаатар хотын төв хэсгийн 4604,87 га талбайд нэг төвт хот үзэл баримтлалын үед баригдсан 1413 барилга байдаг бөгөөд үүнээс Нийслэлийн Мэргэжлийн хяналтын газрын 2014 оны 01-01/05, 2016 оны 01-01/08, 2017 оны 02-01/03, 02-01/04 дүгээр шийдвэрээр ашиглалтын шаардлага хангахгүй, газар хөдлөлтөд тэсвэргүй нь тогтоогдсон нийтийн орон сууцны зориулалттай 808 барилгын ашиглалтыг хориглон эдгээр барилгыг буулган газар дахин төлөвлөлт хэрэгжүүлэх тухай шийдвэр гарсан байдаг. Энэхүү бүсэд компакт сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлэх замаар хотын тэлэлтийг багасгах боломжтой юм. Тэлэлтийг багасгах тоон утгыг тодорхойлохын тулд тус бүсэд баримтлах орон зайн үзүүлэлтүүдийг Улаанбаатар хотын 9-16 давхар өндөртэй орон сууцны хорооллуудын дунджаар тооцлоо.

Газар ашиглалтын эрчимжилтийн шинжилгээ. Судалгааны суурь үзүүлэлтийг тооцохдоо Улаанбаатар хотын нягт суурьшил бүхий 9-16 давхар өндөржилттэй орон сууцны 10 хорооллын дундаж мэдээллийг ашиглалаа.

Хүснэгт 7. Компакт сити үзэл баримтлалын газар ашиглалтын эрчимжилт

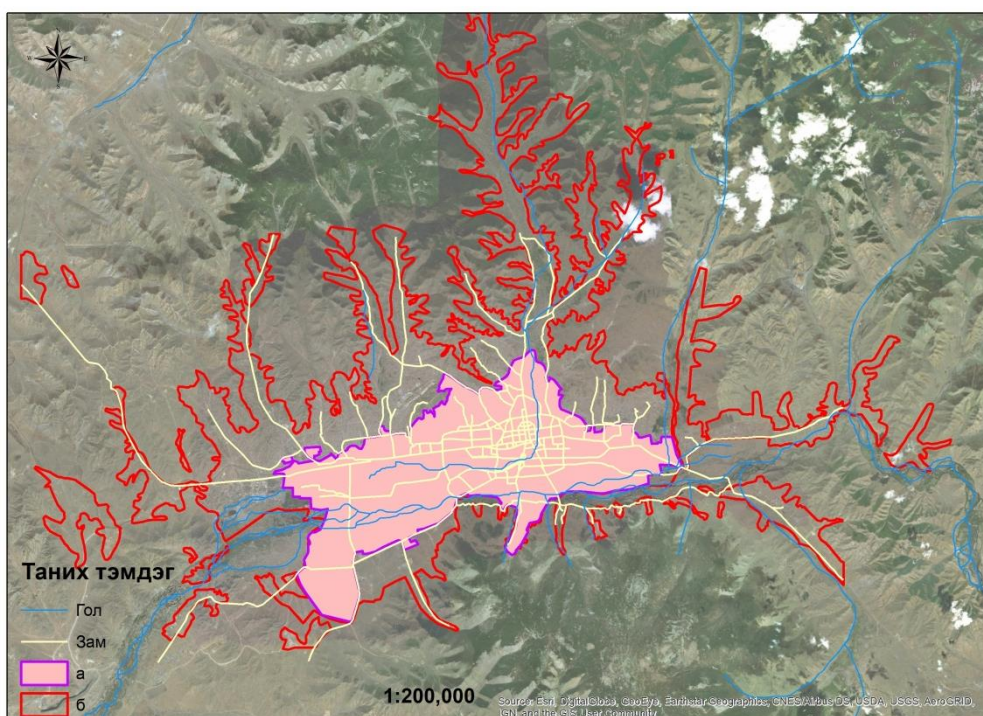
№	Үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Төслийн өмнө
1	Барилгажилтын бүрхэц (BCR)	%	57,8
2	Хүн амын нягтшил (d)	хүн/га	316
2	Давхар талбайн харьцаа (FAR)	нэгж	4,9

Хот дахин хөгжүүлэх, газар шинэчлэн төлөвлөх төсөл, хөтөлбөрүүд нь компакт сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлэх гол арга хэрэгсэл болох юм. Тиймээс газар дахин төлөвлөлт хэрэгжүүлэх 4604,87 га талбайд компакт сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлэн хүн амын нягтшилын мэдээлэл болох 316 хүн/га үзүүлэлтийг тооцоолон үзэхэд тус бүсийн хүн амын багтаамжийн талаар дараах үр дүн гарлаа.

Хүснэгт 8. Хүн амын багтаамжийн өсөлтийн тооцоолол

№	Бүс	Дундаж нягтрал /өмнө хүн/га/	Дундаж нягтрал /дараа хүн/га/	Талбайн хэмжээ /га/	Хүн ам /одоо/	Хүн ам /төслийн дараа/	Зөрүү
1	Газар дахин төлөвлөх бүс	65.6	316	4604.87	302079	1455139	1153060

Компакт сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлснээр газар дахин төлөвлөлтийн бүсэд нийт 1153060 хүн нэмж суурьших боломжтой байна. Тус мэдээллийг Улаанбаатар хотын газар зохион байгуулалтын ерөнхий төлөвлөгөөнд нийцүүлэн тооцоолоход нийт талбайн хэмжээ 12479 га болж, тэлэлтийг 26756 га талбайн хэмжээгээр багасгах боломжтой үр дүн гарлаа.



Зураг 5. Компакт сити үзэл баримтлалын газрын зураг.

- а) Компакт сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлсний дараа;
 б) Улаанбаатар хотын тэлэлт 2020 оны байдлаар

Газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтийн шинжилгээ. Компакт сити үзэл баримтлалын хувьд дээр дурдсан жишиг болгон авсан нягт суурьшилтай, өндөр давхаржилттай орон сууцны бүсэд хийсэн дүн шинжилгээний үр дүнд үндэслэлээ.

Хүснэгт 9. Компакт сити үзэл баримтлалын фракталын хэмжээс

Нэр	Талбай /га/	Пери- метр	Фере- тийн диаметр /max/	Фере- тийн диаметр /min/	Фере- тийн харьцаа (F)	Газар ашиглалтын нягтралын зэрэг (C)	Фрак- талын хэмжээ (D)
Компакт сити	12479	97837	22300	13600	0.61	0.40	1.08

Компакт сити үзэл баримтлалын хувьд дээр дурдсанчлан хотын төвийн нягтралыг 4 дахин нэмэгдүүлэн барилгажих талбайн хэмжээг 12479.7 га болтол бууруулахаар тооцсон хэдий ч хотын бүтцийн хувьд зохистой хэмжээг барьж чадалгүй хөндлөн чиглэлд сунасан байгааг феретийн харьцаа харуулж байна. Гэсэн хэдий ч хэлбэршилтийн үзүүлэлт болох фрактал хэмжээс нь хотын тэлэлтийн хэлбэр нь сайжирсныг харуулж байна.

Хот төлөвлөлтийн үзэл баримтлалуудын хооронд хийсэн орон зайн дүн шинжилгээний харьцуулалт

Хот төлөвлөлтийн үзэл баримтлалуудын тэлэлтэд үзүүлсэн нөлөөллийг харьцуулахын тулд тэдгээрийн хэрэгжиж байх үеийн хотын бүтцийн болон газар ашиглалтын эрчимжилтийн харгалзах тоон утгуудыг нэгтгэн холбох шаардлагатай. Ингэхэд суурьшлын бүсийн тэлэлтийн байдалд хамаарах тоон утга дараах байдалтай гарлаа.

Хүснэгт 10. Орон зайн дүн шинжилгээний харьцуулалт

Нэр	Тал-бай /га/	Пери- метр	Феретийн диаметр /max/	Феретийн диаметр /min/	Феретийн харьцаа (F)	Газар ашиглалтын нягтралын зэрэг (C)	Фракталын хэмжээ (D)	Барилгын бүрхцийн харьцаа (BCR)	Давхар талбайн харьцаа (FAR)	Хүн амын нягтшил (d)
Нэг төвт	26541	483850	45880	27580	0.60	0.12	1.21	33,7	1,6	65,6
Олон төвт	39235	772190	50321	36932	0.73	0.09	1.23	43,7	1,8	50
Ком-пакт сити	12479	97837	22300	13600	0.61	0.40	1.08	57,8	4,7	316

Хүснэгтээс харахад компакт сити үзэл баримтлалын барилгажих талбай нь одоогийн урсгалаараа тэлэх хувилбар буюу олон төвт үзэл баримтлалаас 26756 га-аар, нэг төвт үзэл баримтлалын үед тогтсон тэлэлтээс 14062 га-аар тус тус бага байгаа нь хотын замбараагүй тэлэлтийг багасгах чиглэлээр ашиглахад үр дүнтэй байж болохоор байна.

Газар ашиглалтын эрчимжилтийн шинжилгээ. Дээрх судалгааны дүнгээс харахад хүн амын нягтшил нь нэг төвт үзэл баримтлалын хувьд 65.6 хүн/га байсан бол олон төвт үзэл баримтлалын хувьд багасаж 50 хүн/га, компакт сити үзэл баримтлалын хувьд нягтрал нэмэгдэж 316 хүн/га болсон байна.

Давхар талбайн харьцаа нь нэг төвт үзэл баримтлалын хувьд 1.6 байсан бол олон төвт үзэл баримтлалын хувьд бага зэрэг нэмэгдэж 1.8, компакт сити үзэл баримтлалын хувьд 2.6-2.9 дахин нэмэгдэж 4.7 болж байна.

Барилгын бүрхэц харьцаа нь нэг төвт үзэл баримтлалын хувьд 33.7 байсан бол олон төвт үзэл баримтлалын хувьд бага зэрэг нэмэгдэж 43.7, компакт сити үзэл баримтлалын хувьд 1.3-1.7 дахин нэмэгдэж 57.8 болсон байна.

Газар ашиглалтын бүтцийн өөрчлөлтийн шинжилгээ. Судалгааны дүнгээс үзвэл Феретийн харьцаа нь нэг төвт үзэл баримтлалын хувьд 0.60, компакт сити үзэл баримтлалын хувьд 0.61 буюу дээрх 2 үзэл баримтлалын хувьд адилхан хөндлөн чиглэлд илүү сунасан хотын бүтцийг гаргасан бол олон төвт үзэл баримтлалын хувьд 0.73 буюу босоо чиглэлд бүтцийг тэлж засах хандлагатай байна.

Хотын газар ашиглалтын нягтшилын үүднээс авч үзвэл нэг төвт үзэл баримтлалын үед хотын нягтрал нь 0.12 буюу сийрэг байсан бол олон төвт үзэл баримтлалын үед нягтшил улам багасаж 0.09 болсон байна. Харин компакт сити үзэл баримтлалын хувьд 0.4 болж нягтшил нэмэгдэж байна.

Фрактал хэмжээсийн дүнг харьцуулан харвал нэг болон олон төвт үзэл баримтлалын үед 1.21-1.23 буюу хэсэг бүлгээр бөөгнөрсөн, эмх замбараагүй тархалтын хэлбэрийг үүсгэж байсан бол компакт сити үзэл баримтлалын хувьд 1.08 болж тархалтыг мушгираа нь багасаж хэлбэр нь сайжирсан байна.

Шүүн хэлэлцэхүй

Улаанбаатар хотын орон зайн төлөвлөлтийн ихэнх ажлыг газарзүйн мэдээллийн систем (GIS)-ийн технологид суурилсан хотын газар ашиглалтын бүтцийн болон газар ашиглалтын эрчимжилтийн үзүүлэлтүүдийг тооцохгүйгээр хийж байгаа бөгөөд ингэснээр тус төлөвлөлтүүдийн нөлөөллийн үр дүнг хэмжин харьцуулах болон хотын бүтцэд дүгнэлт өгөх боломжгүй байна. Нэгэнт хотын одоогийн бүтцэд орон зайн дүгнэлт өгч хүндрэлтэй асуудлаа тодорхойлоогүй тохиолдолд цаашдын төлөвлөлтөд ямар үзэл баримтлал, шийдэл сонгох нь хялбар биш байсаар байхыг өнөөгийн Улаанбаатар хотын бүтцээс харахад тодорхой ойлгогдоно. Өнөөдрийн байдлаар Улаанбаатар хотын төлөвлөгөөнд нэг төвт, олон төвт болон компакт сити үзэл баримтлалуудыг хослуулан ашиглаж байгаа бөгөөд аль нэгийг нь гол болгон сонгох шаардлагатай юм.

Судалгааны дүнгээс харахад компакт сити үзэл баримтлал нь замбараагүй тэлэлтийг 3 дахин багасгаж, хотын эдэлбэр газрыг цомхон болгож байгаа тул Улаанбаатар хотын одоогийн нөхцөлд авч хэрэгжүүлэх боломжтой байж болох юм гэж үзсэн. Цомхон болгож буй шалтгаан нь нягтралыг хотын 9-16 давхар барилгуудтай орон сууцны хорооллын мэдээллийг суурь болгосонтой холбоотой. Гэвч компакт сити үзэл баримтлалын орон зайн шинжилгээний бүх үзүүлэлт нь сайн үр дүнтэй гараагүй. Тухайлбал хотын газар ашиглалтын бүтэц болон дотоод орон зайн тэлэлтийг илэрхийлдэг Феретийн харьцаа болон барилгын бүрхцийн харьцаа гэсэн 2 үзүүлэлт нь тийм ч таатай үр дүн гаргаагүй нь эргэлзээ төрүүлж байна. Үүний нэг болох Феретийн харьцаа нь 0.61 гарснаар хотын газар ашиглалтын бүтцийн харьцааг хангаж чадахгүй байгааг илэрхийлсэн. Энэ үзүүлэлтийн хувьд олон төвт үзэл баримтлалын үед сайжирч 0.73 болсноор хотын газар ашиглалтын бүтцийн харьцаа сайжирч байсан. Харин хотын дотогшоо тэлэлтийг харуулдаг барилгын бүрхцийн харьцаа компакт сити үзэл баримтлалын хувьд 57.8 байгаа нь хотын төвийн ногоон байгууламж, нийтийн эдэлбэр талбай багасаж, үүний улмаас оршин суугчдын ая тухтай амьдрах орчин муудах сул талтайг харуулж байна. Хэрэв хотын бүтцийн харьцаа болон барилгын бүрхцийн харьцаанд хязгаарлалт тавина гэж үзвэл тэлэлтийг 3 дахин багасгах боломжгүй байна. Энэ нь дангаараа компакт

сити үзэл баримтлалыг хэрэгжүүлэх нь учир дутагдалтай байж болохыг сануулж байгаа юм.

Мөн 3 үзэл баримтлалуудын нягтралыг тооцохын тулд хотын зарим орон сууц, гэр хорооллын мэдээллийг хэсэгчлэн авч давхар талбайн харьцаа болон барилгын бүрхцийн харьцааг тооцсон. Учир нь хотын нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тус харьцааг тооцож гаргасан судалгааны ажил байгаагүй болно. Тиймээс цаашид тус харьцааг Улаанбаатар хотын хэмжээнд тодорхойлж, өндрийн тоон загвар гаргах шаардлага урган гарч байна.

ДҮГНЭЛТ

1990-2020 оны хооронд Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн талбайн хэмжээ 28505 га-аар буюу 3.6 дахин, периметр нь 659590 м-ээр буюу ойролцоогоор 6.8 дахин тэлсэн нь хүн амьдрахад таатай бүсээс 5537 га талбайгаар хэтэрсэн байна. 2020 оны сансрын зургийн өгөгдлөөс харахад Улаанбаатар хот нь 1990-2020 оны хугацаанд босоо тэнхлэгтээ эмх замбараагүй, хэсэг бүлгээр бөөгнөрсөн хэлбэртэйгээр эрчимтэй тэлсний улмаас хотын бүтэц нь алдагдсан байна.

Нэг төвт үзэл баримтлалын үед хэсэг бүлгээр бөөгнөрсөн, нягтрал багатай тэлэлт явагдаж, хөндлөн сунасан бүтцийг үүсгэсэн байна. Харьцангуй их талбайг 26541 га хамарсан нягтрал багатай хотжилтыг дэмжиж байгаа тул хүн амьдрахад таатай бүсийн 70 орчим хувьд нь харьцангуй цөөн хүн амьдарч байгаагийн улмаас хот суурин газар бараадаж шилжин ирэгсдийг таатай бүсэд суурьшуулах боломж хязгаарлагдаж, улмаар замбараагүй тэлэлт үүсэх нөхцөл бүрдсэн байна.

Олон төвт үзэл баримтлалын хувьд нэгэнт үүссэн замбараагүй суурьшлыг дэд бүсүүдэд хувааж, түүнийг инженерийн болон нийгмийн дэд бүтцээр хангах замаар хотын төвд үзүүлж буй дарамтыг бууруулж, хотын бүтцийн харьцааг сайжруулах боломжийг өгч байгаа хэдий ч хотын тэлэлт улам бүр эмх замбараагүй эрчимтэй нэмэгдсэн байна. Хотын тэлэлт нэмэгдсэн шалтгаан нь нэгэнт үүссэн замбараагүй суурьшлыг нийгмийн болон инженерийн дэд бүтцээр хангахад анхаарсантай холбоотой байж болох юм.

Компакт сити үзэл баримтлалын хүрээнд Улаанбаатар хотын төвийн 4604,87 га талбайн нягтралыг нэмэгдүүлэх замаар одоогийн тэлэлтийг 3 дахин багасгах боломжтой байна. Хотын тэлэлтийг нягтаршуулах замаар одоогийн хэлбэрийг засаж байгаа хэдий ч хотын оновчтой газар ашиглалтын бүтцийн харьцааг хангаж чадахгүй байна. Гэсэн хэдий ч хотын газар ашиглалтын бүтцийн харьцаа болон барилгын бүрхцийн харьцааг зохистой хэмжээнд төлөвлөн хэрэгжүүлбэл тэлэлтийг багасгаж, ингэснээр хөдөөнөөс эдийн засгийн боломж бараадаж шилжин ирэгсдийг хүн амьдрахад таатай бүсэд суурьшуулах боломжийг илүү бүрдүүлж байна.

HOM ЗҮЙ

Pradhan, B. (2017) Urban Compactness Assessment. *Spatial Modeling and Assessment of Urban Form*. Springer.

Batty, M. and Longley, P.A. (1986) The Fractal Simulation of Urban Structure. *Environmental and Planning a: Economy and Space*, 18(9), pp. 1143–1179.

Çalışkan, O. (2004) Urban compactness: A Study of Ankara Urban Form, *MSc thesis*, Ankara, Turkey: Middle East Technical University.

Liding, C. and Bojie, F., 1996. Analysis of impact of Human activity on landscape structure in yellow river delta-a case study of dongying region. *Acta Ecologica Sinica*, 16(4), pp.337-344.

Doebele, W.A. (1982) *Land Readjustment: A Different Approach to Financing Urbanization*, Massachusetts: D.C. Heath and Company, Lexington Books.

Fan, W., Shi, Y. and Liu, Y. (2012) Application of GIS in quantifying the urban form: A case study of Shanghai. *Journal of Digital Content Technology and its Applications* 6 (23), pp. 344-353

Kaji, H. Kanegae, H. Ishibashi, K. Hara, N. (2003) Compact city and developing countries. *The Open Meeting of the Global Environmental Change Research Community*. Montreal, Canada.

Pan, X.Z., Zhao, Q.G., Chen, J., Liang, Y. and Sun, B., (2008) Analyzing the variation of building density using high spatial resolution satellite images: the example of Shanghai City. *Sensors*, 8(4), pp.2541-2550.

Sun, J., Huang, Z., Southworth, J. and Qiu, Y., (2013) Mapping fractality during the process of deforestation in an Amazon tri-national frontier. *Remote sensing letters*, 4(6), pp.589-598.

Wei, C., Shenglu, Z. and Shaohua, W., (2018) Measuring Smart Land Use in Urban–Rural Regions of China: A Case Study of Pukou, Nanjing City. *Growth and Change*, 49(1), pp.189-202.

Xiao, D.N, Li, X.Y. and Song, D.M. (2005) Landscape changes and ecological reconstruction in Minqin Huqu oasis. *Acta Ecologica Sinica* 25(10), pp. 2478–2483.

Yu, B., Liu, H., Wu, J., Hu, Y. and Zhang, L., (2010) Automated derivation of urban building density information using airborne LiDAR data and object-based method. *Landscape and Urban Planning*, 98(3-4), pp.210-219.

Мөнхнаран,С., Энхтуяа,Н., Өсөхбаяр,Г., Чинбат,Б., Гантулга,Г., Болормаа,Б., Заяа,Ч., Ганпүрэв,Д., Дорлигжав,Д. (2018) Хот тэлэлтийг SLEUTH загвараар таамаглах нь, *Газарзүйн асуудлууд*, 18 (1), хх. 18–38.

Наранцацралт,Ж. (1998) Нийгэм эдийн засгийн шинэ нөхцөл байдал дах газрын менежментийн асуудлууд Улаанбаатар хотын жишээн дээр, *Газарзүйн ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл*, МУИС,УБ. хх. 34-68.

Цахиур, С., Нарангэрэл, Г., Ганбат, Л. (2013) *Улаанбаатар хотыг 2020 хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 он хүртэлх хөгжлийн чиг хандлага* . БХБЯ, НЗДТГ, хх. 39-49.

Чинбат, Б. (2017) Улаанбаатарыг нүүлгэх хамгийн төсөр арга энэ л байна. Боломжтой:<http://itoim.mn/article/%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B1%D0%B0%D1%82%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B1%D0%B0%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%8B%D0%B3%D0%BD%D2%AF%D2%AF%D0%BB%D0%B3%D1%8D%D1%85%D1%85%D0%B0%D0%BC%D0%B3%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D1%82%D3%A9%D1%81%D3%A9%D1%80%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0/8867>.(Нэвтэрсэн: 2019.10.28)

Чинбат, Б. (2019). Улаанбаатар хотын орон зайн бүтэц, зохион байгуулалт хөгжлийн чиг хандлага. Хот байгуулалтын түүхэн үйл явц: Өнгөрсөн, одоо, ирээдүй. *Эрдэм шинжилгээний хурал*. НЗДТГ, ШУА-ын Түүх, угсаатны зүйн хүрээлэн, нийслэлийн Архивын газар, Улаанбаатар, 2019.10.28

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

**Кэйта Шима¹, Бухо Хошино¹, Инь Тянь¹, Э.Золжаргал², Сайшаалт³,
Наянтай⁴, И.Мягмаржав⁵, П.Мягмарцэрэн⁶, Б.Төрөмч⁶**

¹Байгаль орчны зайнаас тандан судалгааны лаборатори, Ракуно Гакуэн Их
Сургууль, Эбецу, Япон

²Ус, цаг уур, орчны шинжилгээний газар, Сайнишанд хот, Монгол улс

³Газарзүйн сургууль, Өвөр Монголын Багшийн Их Сургууль, Хөх хот, БНХАУ

⁴Өвөр Монголын Санхүү, Эдийн Засгийн Дээд Сургууль, Хөх хот, БНХАУ

⁵Газрын менежментийн тэнхим, Агроэкологийн сургууль, Хөдөө Аж Ахуйн Их
Сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол улс

⁶Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль,
Улаанбаатар хот, Монгол улс

Харилцагч зохиогч: land_management@num.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Говь цөлийн ургамалил нь асар уудам газар дээр алаг цоог мөртлөө тачир сийрэг тархдаг тул хиймэл дагуулаас нарийвчлан ажиглахад хүндрэлтэй байдгийн гол шалтгаан нь зайнаас тандсан мэдээнд хуурай нүцгэн хөрсний маш өндөр гэрлийн ойлтын нөлөөгөөр тачир сийрэг ургамлын сул ойлт, шингээлт нь дарагдаж илэрдэггүй байдал юм. Үүний үр дүнд цөлийн ургамлын хиймэл дагуулын зураг дээрх индексийн утга нь газрын гадаргуу дээр шууд хийсэн хэмжилтээс бага утгыг харуулж байдаг. Энэхүү судалгаанд бид хиймэл дагуулын мэдээг спектр үл холих аргыг ашиглан боловсруулж, говийн ургамалил Тюрингийн хэлбэршилтийн дагуу тархаж байгаа зүй тогтлыг батлав. Спектр үл холих аргаар тогтоосон ургамлан бүрхэвчийн зайнаас тандсан мэдээ нь газрын бодит хэмжилтийн утгатай харьцангуй сайн хамааралтай (Ландсат-8-д $R2 = 0.51$, Сентинел 2-м $R2 = 0.41$) байна.

Түлхүүр үгс: Спектр үл холих арга, Говь цөлийн ургамлын бүрхэц, Ландсат-8, Сентинел-2 хиймэл дагуул, Тюрингийн хэлбэршил, ургамлын өөрчлөлтийн нормчилсон индекс (NDVI).

ABSTRACT

Since the plants in the Gobi desert region are sparsely distributed on a vast bare field, it is extremely difficult to accurately observe from the satellite. For this reason, the reflectance of dry soil is very high and the reflectance of slightly distributed plants is eliminated by soil reflection. As a result, the pixel's Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) value of desert plants shows a smaller value than the ground measurement. In this study, we succeeded to analyze the Turing (1952) pattern of vegetation abundance using the method of spectral un-mixing for satellite data of the Gobi plants. It is shown that the fraction of the vegetation endmember after pixel un-mixing has a remarkably high correlation ($R2=0.51$ in Landsat-8 and $R2=0.41$ in Sentinel-2) with the ground truth value of vegetation coverage.

ОРШИЛ

Гандуу, гандуувтар бүс нутаг нь дэлхийн хуурай газрын 41.3%-ийг эзэлдэг. Мөн түүнчлэн хуурай газрын гандуу, гандуувтар бүс нь өнөөдөр дэлхийн гурван хүн тутмын нэгнийх нь өлгий нутаг буюу нийт 2,1 тэрбум хүн ам амьдарч байгаа бүс нутаг билээ. НҮБ-ийн Хабитат байгууллагын мэдээлснээр “гандуу бүс нутагт хүн амын жилийн дундаж өсөлт 18.5% байгаа нь бусад бүс нутгуудаас хавьгүй илүү хурдан өсөлт юм ...” гэжээ (World Resources Institute, 2005; GEF-STAP, 2010).

Цөлжилтийг ихээхэн товчоор ерөнхийлөн тайлбарлавал: гандуу, гандуувтар бүс нутагт цаг уурын өөрчлөлт, хүний үйл ажиллагаа зэрэг янз бүрийн хүчин зүйлээс үүдэлтэй хөрсний доройтол гэж үзэж байна. Дэлхийн хуурай гандуу газар нутагт газрын доройтол тохиолдвол энэ нь ихэвчлэн цөлтэй төстэй газарзүйн нөхцөлийг бүрдүүлдэг. Дэлхийн хэмжээнд өнөөдрийн байдлаар газар нутгийн 24% нь талхлагдсан байна. 1.5 тэрбум орчим хүний амь амьжиргаа эдгээр доройтсон газруудаас шууд хамаардаг. Дэлхийн доройтсон газрын 20 орчим хувийг тариалангийн талбай, 20-25% нь бэлчээр нутаг эзэлж байна. Энэ талхлагдсан бэлчээр газрын нэг нь тал нутгийн нүүдэлчдийн амьжиргааны гол эх үүсвэр болсон Монголын тэгш өндөрлөгийн жинхэнэ үетэнт хээр тал юм (GEF-STAP, 2010; Sofue *et al.*, 2017a).

Гандуу бүс нутагт ургамлын бүрхэвч хомс тачир байдаг. Гэсэн хэдий ч дэлхийд нэн ховор ургамлын төрөл зүйлүүд Монголын Говьд ургаж байна. Говь цөлийн бүс дэх ургамлан нөмрөг нь асар уудам нутагт алаг цоог мөртлөө тачир сийрэг тархсан тул хиймэл дагуулаас нарийвчлан судлахад төвөгтэй судлагдахууны нэг байдаг. Цөлийн бүс дэх ургамлын орон зайн болон газарзүйн шинж чанарыг зайнаас тандсан аргаар нарийвчлан судалж үзэх нь унаган буюу эндемик болон үлдвэр буюу реликт зүйлүүдийн байршлыг тогтоох, хадгалан хамгаалах, гандуу газар нутагт цөлжилтийн эсрэг ойжуулах арга хэмжээ авах, түүний үр ашгийг дээшлүүлэх чухал ач холбогдолтой юм (Sofue *et al.*, 2017a; Demura *et al.*, 2017). Мөн түүнчлэн зайнаас тандсан мэдээгээр говийн ургамлын дунд, жижиг масштабын зураглал хийхэд гарч болох хүндрэлийг багасгахад хувь нэмэр оруулж буй ач холбогдолтой ажил хэмээн үзэж байна.

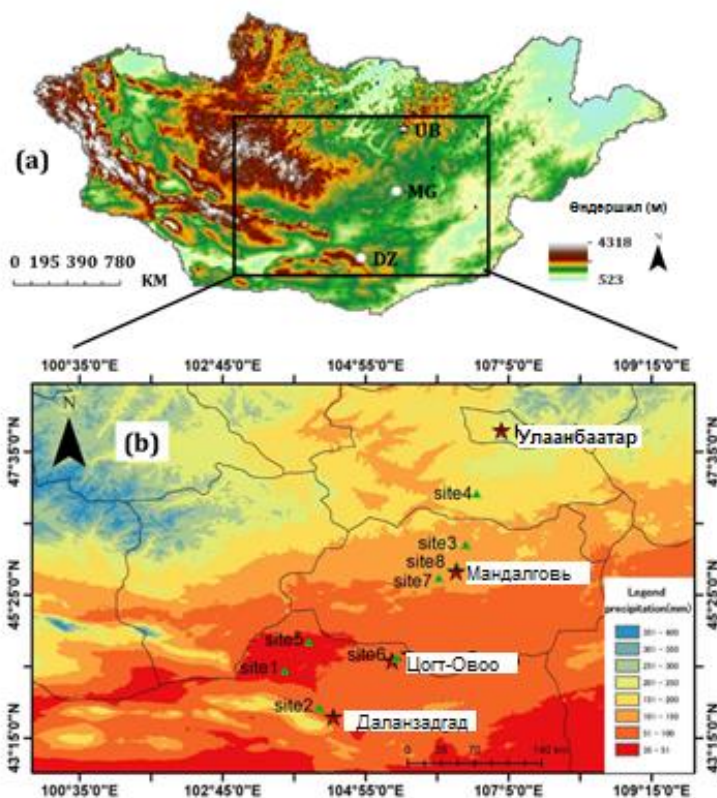
Судалгааны гол зорилго бол хэлбэршил буюу матери өөрөө хэлбэр хээнд орох үйл явцыг томьёолсон бүтээлээс санаа авч гандуу нутаг буюу Говь цөлийн бүсэд ургамлан бүрхэвчийн орон зайн тархалтын хэлбэр нь Тюрингийн хэлбэршлийн дагуу үүсэн тогтож байгааг хиймэл дагуулын мэдээнд тулгуурлан тогтоож газрын бодит хэмжилтийн мэдээгээр шалгаж батлах юм (Turing, 1952). Уг судалгаанд анх удаа шугаман спектрийн үл холих аргыг ургамлын арви, ханац болон тохиолдол багатай нөхцөлд олон сувгийн хиймэл дагуулын мэдээгээр гандуу бүс нутагт ургамлын мэдээ боловсруулахад ашигласан туршилт хийлээ. Энэхүү арга зүйн суурь нь битүү ургамалтай пиксел, ургамалгүй нүцгэн хөрстэй пиксел, гадаргын усны пикселүүдийн спектрийн ялгаатай шинж чанарууд дээр үндэслэн олон сувгийн хиймэл дагуулын тоон зурган мэдээгээр ургамлын харьцангуй ханац, бүрхэц зэргийг тодорхойлох арга

зүй юм. Мөн түүнчлэн харилцан өөр хэмжээтэй хур тунадас унадаг, газарзүйн өөр байршил бүхий 4 нутгийн 40 талбарыг сонгон хээрийн хэмжилт судалгааг газар дээр нь хийж Говь цөлийн бүсийн ургамлын бүрхэвч, ургамлын өндөр, спектрийн тусгалыг бүх талбар бүрд хэмжив. Бид хээрийн судалгаагаар тогтоосон газрын бодит өгөгдлөө спектр үл холих аргаар зайнаас тандсан мэдээнийхээ үр дүнтэй харьцуулж шалгахад эдгээр мэдээнүүд хоорондоо дунд зэргийн хамааралтай буюу үнэмшил сайтай үр дүн гарч байна.

СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгааны талбар

Энэхүү судалгаанд харилцан адилгүй жилийн нийлбэр хур тунадас бүхий 4 газрыг (250 м² хэмжээтэй) судалгаа хийх түлхүүр (төлөөлөл) талбай болгон сонгосон бөгөөд 10 м² хэмжээтэй 10 хэмжилтийн талбаруудыг 4 газар болгонд байрлуулсан (Зураг 1, Зураг 2). Эдгээр талбайнууд нь Цаг уур, орчны шинжилгээний газрын маршрутын хэмжилтэд ашиглагддаг талбаруудын нэг хэсэг бөгөөд Улаанбаатараас Даланзадгад хүртэл тууш трансект үүсгэн хур тунадас газарзүйн байрлалын хувьд хойноос урагш жигд буурах зүй тогтлын дагуу сонгосон.

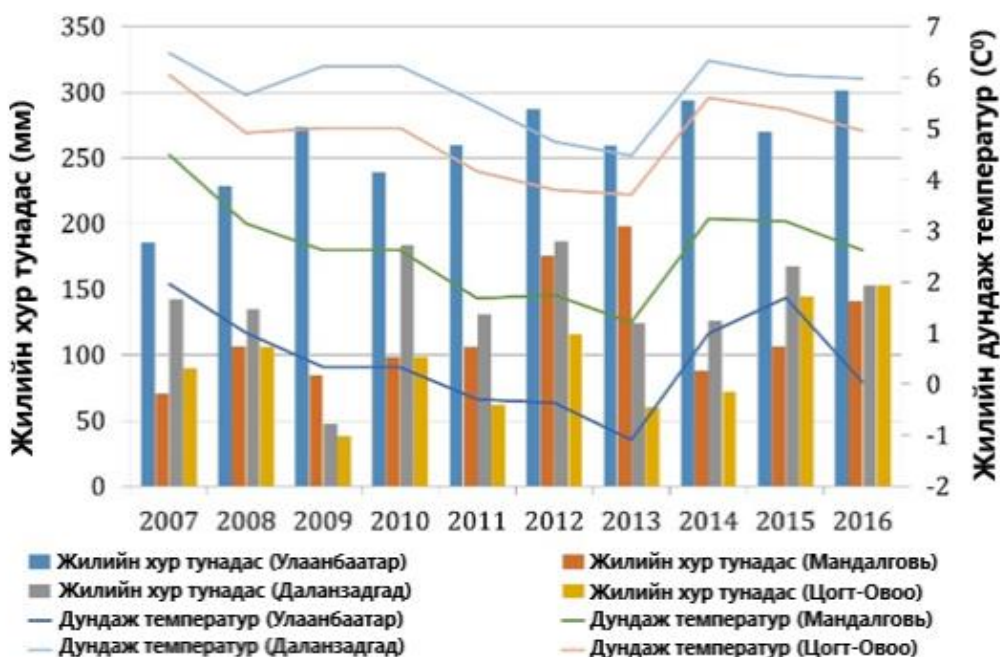


Зураг 1 (а) Монгол орны гадаргын өндөршлийн зураг;

1(б) Жилийн нийлбэр хур тунадасны зураг (хур тунадасны хэмжээ бага байх тусам улаан өнгө тод байна). Эх сурвалж: Aosier *et al.*, 2007

UB-Улаанбаатар хот (4-р талбай); MG-Мандалговь (3-р талбай); DZ-Даланзадгад (2-р талбай); TO-Цогт-Овоо (1-р талбай).

Улаанбаатар орчимд байрлах хамгийн хойд талбай нь гандуувтар бүсийн жилийн хур тунадас 300 мм ордог нутаг бол хамгийн өмнөд хэсгийн Говь цөлийн талбайнууд нь хэт гандуу бүс нутгийг төлөөлж жилийн хур тунадасны хэмжээ 40 мм ба түүнээс бага байх талбайнуудыг сонгосон.



Зураг 2. Судалгааны талбайн жилийн дундаж температур, жилийн нийлбэр хур тунадас.

Судалгааны талбайнуудаас хамгийн их хур тунадас Улаанбаатар хот орчимд 301 мм, хамгийн бага хур тунадас 38 мм Цогт-Овоод орсон байна.

Мэдээ боловсруулалт

Ургамал ургалтын хугацаа тодорхойлолт (GP)

3-р сараас 5-р сарын хоорондох хугацааг соёололтын улирал (СУ), 6-р сараас 9-р сар хүртэлх хугацааг ургалтын улирал (УУ) гэж үзсэн.

Газрын бодит хэмжилт

Бид навчны талбайн спектрийн тусгал (навчны фотосинтетик идэвхжил), ургамлын эзлэхүүн (ургамлын өндөр болон бүрхцийн хэмжээ, м³), талбайн хөрсний чийгийг 2015 оноос 2018 он хүртэл хавар, зуны улиралд хэмжсэн.

Хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалт

Ургамлын бүрхэвчийн өөрчлөлт хандлагыг тодруулахын тулд бид Ландсат-5, Ландсат-8 (30 м шийдтэй) болон Сентинел-2 (10 м шийдтэй) хиймэл дагуулуудын өгөгдлийг ашиглан NDVI-ийн хамгийн их утга болон нийлбэр хур тунадасны хамаарлыг 2007 оноос 2016 он хүртэлх ургамал соёололтын болон ургамал ургалтын улиралд тооцоолсон. Мөн тухайн үеийн хамгийн их ургамлын өөрчлөлтийн нормчилсон индекс (tNDVImax) ба тухайн үеийн нийлбэр хур тунадасны хэмжээ ($\sum$ Хур тунадас_ (3-р сараас 5-р сар) $\wedge$ (6-р сараас 9-р сар) хоорондох хамаарлыг тооцсоны үндсэн дээр ургамал нөмрөг хур тунадасны хоорондох харилцан үйлчлэлийг тодорхойлов.

Ургамлын борог үлдэгдлийн харьцааг тооцоолох

Хэлбэршил буюу матери өөрөө хэлбэлзэлт урвалаар зохион байгуулагдаж хэлбэр хээнд орох үйл явцыг анх удаа математик аргаар томьёолсон бүтээлээс санаа авч биологи, хими, хэрэглээний инженерийн олон загвар, томьёоллууд гарсан байдаг (Turing, 1952). Бидний дэвшүүлж буй гол санаа нь гандуу нутаг буюу Говь цөлийн бүсэд ургамлан бүрхэвчийн орон зайн тархалтын хэлбэр нь Тюрингийн хэлбэршлийн дагуу үүсэн тогтож байгааг хиймэл дагуулын мэдээнд тулгуурлан тогтоож газрын бодит хэмжилтийн мэдээгээр шалгаж батлах юм.

Ус гачигдалтай экосистемд ургамал алаг цоог толбо, бут бүхий орон зайн тархалтаар хэлбэрших загварыг боловсруулсан (Rietkerk *et al.*, 2004; Hardenberg *et al.*, 2001; Kéfi *et al.*, 2007) .

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\gamma\omega}{1+\sigma\omega}n - n^2 - \mu n + \nabla^2 n \quad (\text{I})$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = P - (1 - \rho n)\omega - \omega^2 n + \delta \nabla^2 (\omega - \beta n) - v \frac{\partial (\omega - \alpha n)}{\partial x} \quad (\text{II})$$

Загварт биомассын бүрхэвч (нягтралын)-ийн $n(x, t)$ тэгшитгэл нь (1-р тэгшитгэл) ургамлын масс (n) хөрсний чийгтэй (ω) хамааралтайгаар тооцсон. Ургамлан бүрхэвчийн нягтрал нь ургамлын ургалтаас ($\frac{\gamma\omega}{1+\sigma\omega}n$)

хагдарсан өвс ба өвс тэжээлийн хэрэглээний $(-\mu n)$ хэмжээ, тэжээлийн дутагдлаас ханасан агууламж (n^2) -ийг хасаж үр болон ургалт үржлийг $(V^2 n)$ нэмж тогтоогдоно. Тэгшитгэл 1-д агуулагдах хөрсний чийг хуримтлал ω -г 2-р тэгшитгэлээр бодно. Үүнд: хөрсний чийг $w(x, t)$ хуримтлалыг (Харденберг нарынхаар (2001) газрын доорх усны нөөц нягтрал) хур тунадас (P)-аас ууршилт $(-(1 - \rho n)\omega)$, үндсээр сорогдох ус $(-\beta n)$, ургамлын эрхтнээр уурших буюу транспирацийн хэмжээ $(-\omega^2 n)$, гадаргуугийн урсац $(-v \frac{\partial(\omega - \alpha n)}{\partial x})$ зэргийг хасаж олно. $\beta, \delta, \alpha, \rho, \gamma$ нь ургамлын биомасс болон хөрсний чийг хоорондын эерэг харьцааг илэрхийлэх итгэлцүүрүүд юм. Транспирацийг ургамал сүүдэрлэлт ба хөрсний хөвхийн хэмжээ (ρn) багасгах нөлөөтэй байна. Ландшафтын хувьд тэгш тал газарт $P = 800$ мм, $n = 1,25$ кг/м² байх хязгаарын нөхцөлд $\beta = 3$; $\delta = 100$; $\alpha = 3$; $\rho = 1.5$; $\gamma = 1.6$; $\mu = 0.2$; $\sigma = 1.6$ байхаар ургамлын биомасс болон хөрсний чийг хоорондын харьцааг илэрхийлэх итгэлцүүрүүдийг тогтоосон байдаг (Hardenberg *et al.*, 2001). 2015 оноос 2018 оны хооронд судалгааны талбаруудад дээрх тэгшитгэлийг турших хөрсний чийгийн ба ургамлын бүрхэц, навчны талбайн спектр хэмжилтүүдийг хийсэн. Үр дүнгийн хэсгийн зураг 7-д жилийн хур тунадас нь 150 мм ба түүнээс доош ордог нутагт (цөл, заримдаг цөлийн бүсэд) газрын гадаргуугийн ургамалжилт нь олон наст өвслөг амьдралын хэлбэртэй бүрхцээс илүүтэйгээр олон наст бут сөөг, олон наст модлог ургамал давамгайлах хэлбэртэй бүрхэц ажиглагдсан. Энэ судалгаагаар зун ургасан ургамлын биомасс намраас өвлийг дамжин хаврын улиралд хэр удаан хадгалагдаж үлдэхийг тооцоолсон. Дараах томъёог ашиглан ургамлын борог үлдэгдлийн харьцааг зайнаас тандсан мэдээгээр тооцоолсон (Sofue *et al.*, 2017б).

Борог үлдэгдлийн харьцаа:

$$(NDVI) = NDVI_{\text{хавар}} / NDVI_{\text{урьдзун}} \quad (\text{III})$$

Үр дүнгийн хэсгийн 3.2-т газрын бодит хэмжилтийн үр дүн (Томьёо 1) болон зайнаас тандсан мэдээ (Томьёо 3)-г харьцуулан гол үр дүн болох Тюрингийн хэлбэршлийг 7-р зурагт харууллаа.

Шугаман спектр үл холих арга

Зургийн пиксел тус бүрийн тусгал нь пиксел дотор байгаа материал бүрийн (эсвэл эндмемберийн) тусгалын шугаман хослол гэж үздэг. Хиймэл дагуулын олон сувгийн мэдээний хольцод газар дээрх зөвхөн ганц объект, материалыг агуулсан пикселийг ялган эндмембер / төгсгөлийн гишүүн гэж тогтооход бидний судалгааны хувьд дан ус тусгасан, битүү ургамал тусгасан, дан нүцгэн хөрс тусгасан гэх мэтээр тогтоосон болно. Шугаман спектр үл холих аргын тооцооллын үндэс нь хэмжсэн спектрийг $(M(\lambda))$ хувь (P) болгон хуваах тохиолдолд спектрийн дүрсний пиксел бүрийг эндмембер

гишүүний дохионы холимог эрчмийг төлөөлүүлэн бодит хувь спектр ($R(\lambda)$) бүрийн утгуудыг тооцоолох үйлдэл юм. Тиймээс эндмемберийн газрын бодит спектр бүрийг $R_i(\lambda)$ $i = 1, 2, 3 \dots$ гэж дугаарлан тайлбарлавал N нь эндмемберийн индексийг (P_i) илэрхийлнэ. Тодорхой тооны эндмемберийн (n) хувьд энэ харилцааг дараах байдлаар илэрхийлж болно (Garini *et al.*, 2006). Үүнд:

$$M(\lambda) = \sum_{i=1}^N (P_i \cdot R_i(\lambda)) \quad (IV)$$

Энд: $M(\lambda)$ холимог пикселийн идэвхтэй тусгал ; P_i бол i дугаар материалаар бүрхэгдсэн орон зайн фракц; $R_i(\lambda)$ i дугаар эндмемберийн тусгал; N пиксел дэх материалын тоо; λ нь суваг (эсвэл долгионы урт) юм.

Эндмемберийн спектрийг харгалзсан шугаман спектр үл холих арга нь пиксел бүрийн хувьд агуулаагүй эндмемберүүдийн утгыг тогтоодог. Эндмемберүүд буюу төгсгөлийн гишүүдийн тоо нь спектрийн сувгуудын тооноос бага байх ёстой бөгөөд сансрын зураг дээрх бүх эндмемберүүдийг ашиглах ёстой. Спектр үл холих аргын үр дүн нь мэдээ боловсруулалтад оруулсан эндмемберүүдээс ихээхэн хамааралтай байдаг буюу эндмемберийн тоог өөрчилбөл үр дүн дагаж өөрчлөгддөг.

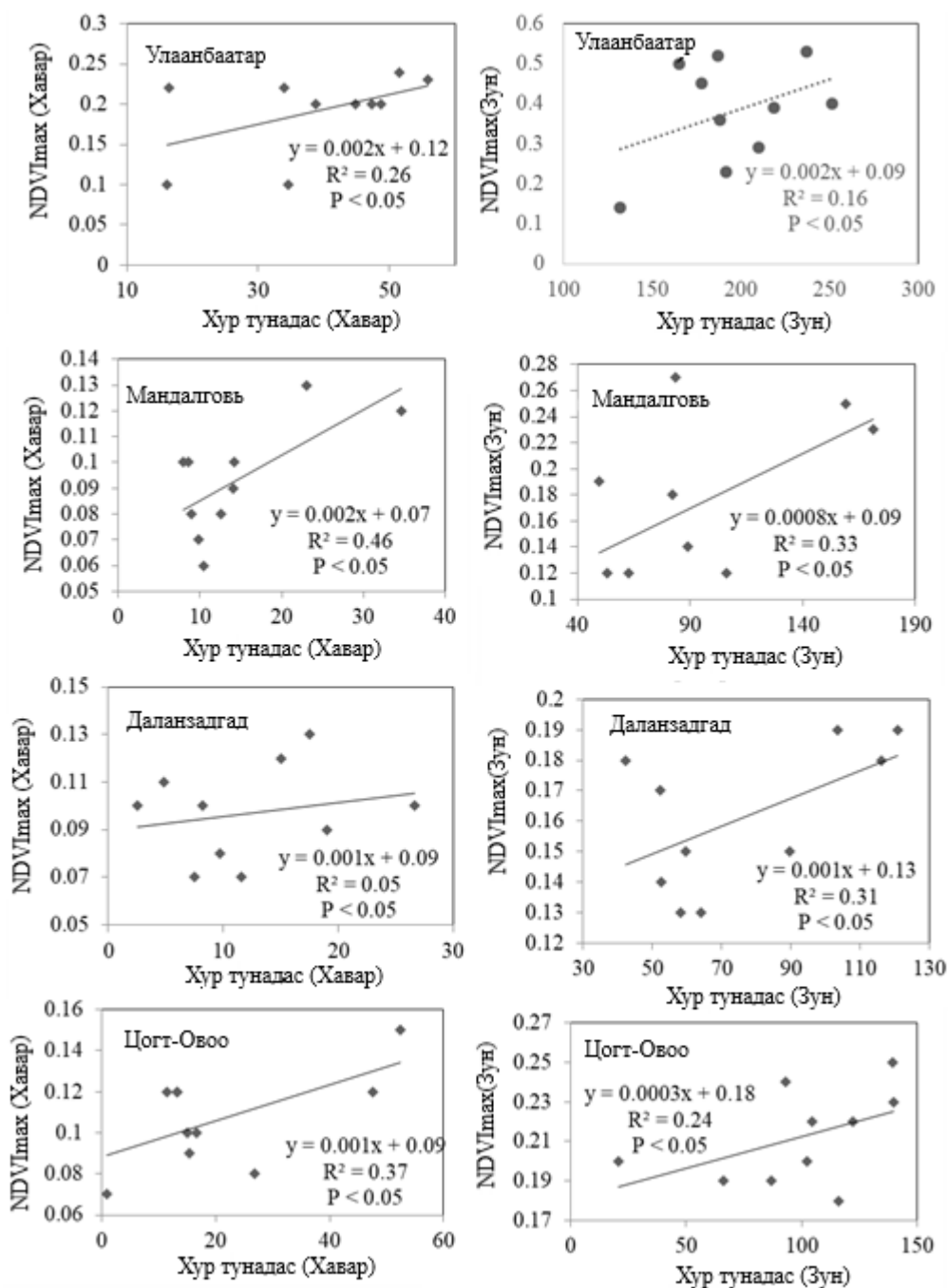
Шугаман спектр үл холих аргыг тандан судалгааны програм хангамжаар тооцоолохдоо газрын бодит / лавлагаа спектрийн утгуудыг оруулж, хэмжсэн ба тооцоолсон спектрүүдийн хоорондох зөрүүг багасгадаг хамгийн бага урвуу квадрат зөрүүг холбох аргыг ашиглана. Шугаман спектр үл холих арга нь хязгаарлалтгүй эсвэл хэсэгчлэн хязгаарлагдсан гэсэн хоёр сонголттой байдаг. Хязгаарлалтгүй үл холих аргад эндмембергүй үед хасах утга авч нийт нийлбэрт багтах боломжтой байдаг. Энэхүү судалгаанд бид © ENVI програм хангамжийн шугаман үл холих аргачлалыг ашигласан. Хувьсагчийг жигнэх, нэгжийн нийлбэр хязгаарлах алгоритм агуулсан шугаман үл холих аргууд ENVI програм хангамжид төрөл бүрийн сонголттой байдаг. Жишээлбэл: нэгжийн нийт нийлбэрт жигнэсэн утгаар эндмембергүй фракцыг тогтоох хязгаарлалт сонгох, дундаж тэг утгатай сувгийн мэдээллийг үл холих шилжүүлэлт хийх боломжтой байдаг.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Ус гачигдалтай нутаг дахь хур тунадас, ургамлын борог хэгдны харилцан хамаарал

2007-2016 оны хавар, зуны улирал дахь хамгийн их ургамлын өөрчлөлтийн нормчилсон индекс болон хур тунадас хоорондын хамаарлыг Зураг 3-т харуулав. Зургаас харахад олон наст ургамал давамгайлж буй Мандалговь, Цогт-Овоогийн талбайнуудад хавар бусад нутагтай харьцуулахад дунд

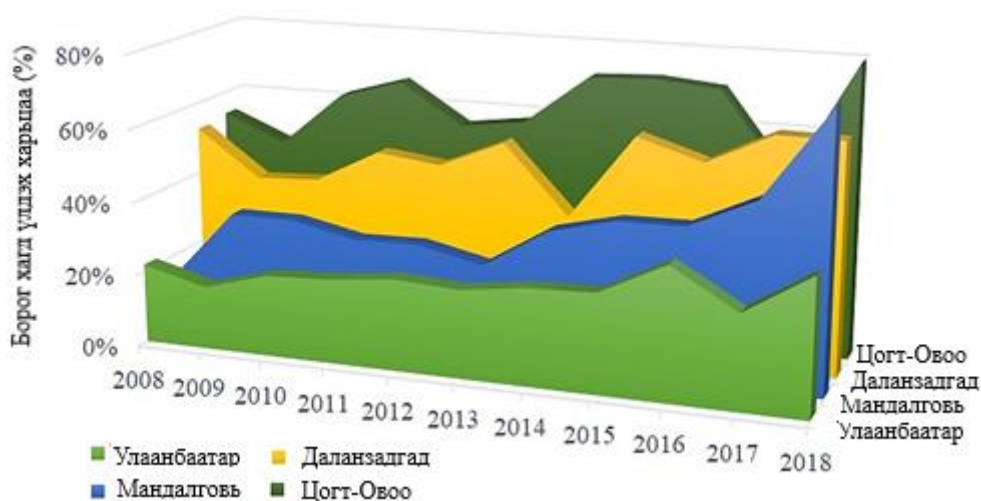
зэргийн хамаарал ($R^2 = 0.26-0.37$) гарч байна. Дан өвслөг ургамалтай Улаанбаатарын талбайд бусад нутгаас их хэмжээний хур тунадас орсон боловч бэлчээрийн даац ихтэй болон нэг наст бүлэг давамгайлсан шалтгаанаас үүдэн хамаарал бага гарсан байх магадлалтай байна.



Зураг 3. 2007-2016 оны хоорондох хаврын улирлын (3-р сараас 5-р сар хүртэл) болон зуны улирлын (6-р сараас 9-р сар хүртэл) хамгийн их NDVI_{max} ба хур тунадасны хоорондох хамаарал.

Хавар: SP ба MAM; зун: SM ба JJAS; Улаанбаатар: 4 -UB; Мандалговь: 3-MG; Даланзадгад 2-DZ; Цогт-Овоо: 1-TO; NDVI_{max} - хамгийн их ургамлын өөрчлөлтийн нормчилсон индекс, $\sum$ Precipitation- нийлбэр хур тунадас.

Газрын гадаргуугаас ургамал алдагдах нь юуны түрүүнд мал, ан амьтан идээшлэх, чийг алдагдах, салхинд хийсэх зэргээс үүдэлтэй. Зураг 4-т тэгшитгэл 3-аар тооцоолсон ургамлын борог хагд үлдэх харьцааг харуулав. Зурагт үзүүлснээр олон наст сөөг, бутлаг ургамал зонхилдог говь, цөлийн газруудад (ТО- Цогт-Овоо, DZ- Даланзадгад) борог хагдны үлдэгдэл тоо хэмжээ их байхад нэг наст ургамал давамгайлсан нутагт (UB- Улаанбаатар) борог хагд бага байгаа зүй тогтол ажиглагдлаа.

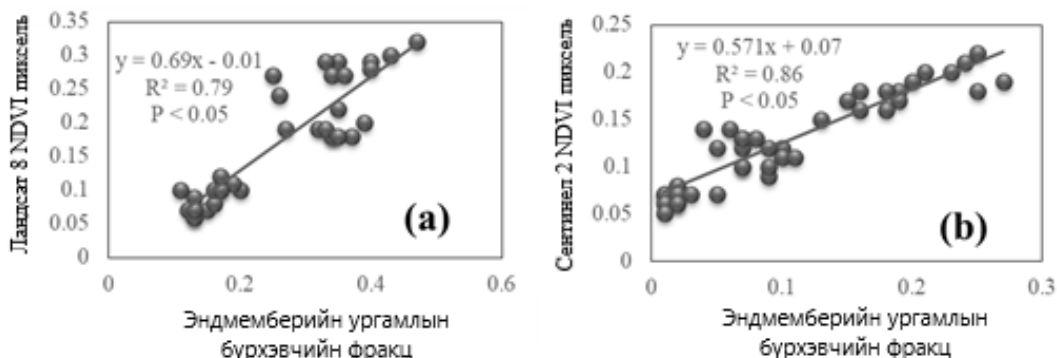


Зураг 4. Ургамлын борог хагд үлдэгдлийн түвшин (3-р тэгшитгэлээс тооцоолсон) буюу борог хагд үлдэх хувь (%).

Говийн ургамлын орон зай дахь бүрхэвчийн фракц

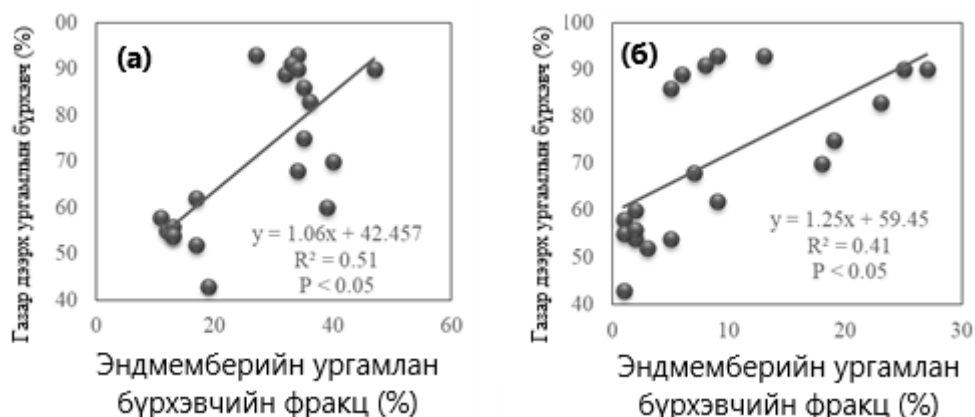
Говийн цөлийн бүсэд өргөн уудам халцгай газарт тачир сийрэг ургамал алаг цоог тархан байрлана. Ийм газарт Ландсат эсвэл Сентинел-2 гэх мэт олон сувгийн хиймэл дагуулаас авсан тоон мэдээгээр ургамлын хэмжээг нарийвчлалтай тооцоолоход хүндрэлтэй байдаг. Энэхүү судалгаанд Ландсат-8 ба Сентинел-2 хиймэл дагуулын зураглалыг шинжилж, үр дүнг судалгааны 4 талбайд хээрийн хэмжилт хийн баталгаажуулсан болно. Зураг 5-т үзүүлсэн Ландсат-8 ба Сентинел-2 хиймэл дагуулын пикселийн NDVI-тай хэмжилтийг газрын бодит мэдээгээр засаж тохируулан (пикселийн

тусгал) тооцоолсон мэдээтэй харьцуулж үзүүллээ. Сентинел-2 хиймэл дагуулын зураглал дахь спектр үл холих аргаар тогтоосон ургамалтай пикселүүд болон шууд тооцсон NDVI-ийн пикселийн хооронд өндөр ($R^2=0.79-0.86$) хамаарал байгаа нь тандан судалгааны энэ аргачлал үнэмшил сайн, баталгаатай гэж үзэх үндэслэл болж байна.



Зураг 5. (a) Ландсат-8 болон (b) Сентинел-2 хиймэл дагуулаас авсан зураг дахь пикселийн NDVI ба мөн энэ пикселүүдийг үл холих аргаар тооцсон эндмемберийн ургамлын бүрхэвчийн фракцийг харьцуулсан үр дүн.

Ургамлан бүрхэвчийн фракц (VGT)-ыг дөрвөн нутгийн 40 талбайн бодит хэмжилтээр тогтоосон ургамлын бүрхэвчтэй харьцуулж үзэхэд Ландсат-8 хиймэл дагуулын зураг дээрх спектр үл холих аргаар тооцсон ургамлын пиксел болон талбайн хэмжилтийн бодит мэдээ хооронд дунд зэргийн ($R^2=0.41-0.51$) хамаарал гарсан. Харин хээрийн судалгаагаар 10 км² 40 талбайд ургамлан бүрхэвч өндөр ($40\% \leq n(x, t)$) үр дүн гарсан байсан боловч Сентинел-2 хиймэл дагуулын хэмжилтийн пикселийн ногоон бүрхүүлт фракцын утга хээрийн хэмжилтийн мэдээнээс бага гарч байв (Зураг 6). Пикселийг үл холих аргаар тогтоосон ургамлан бүрхэвчийн зайнаас тандсан мэдээ нь газрын бодит хэмжилтийн утгатай дунд зэрэг хамааралтай (Ландсат 8-д $R^2 = 0.51$, Сентинел-2-т $R^2 = 0.41$) байна.



Зураг 6. (а) Ландсат-8 болон (b) Сентинел-2 хиймэл дагуулаас авсан зураг дахь пикселүүдийг үл холих аргаар тооцсон эндмемберийн ургамлан бүрхэвчийн фракц (VGT)-тай аргачлалын дагуу (Томьёо 1, 2) хээрийн хэмжилтээр тооцсон ургамлан бүрхэвчийг харьцуулсан үр дүн.

Эх сурвалж: Hardenberg *et al.*, 2001.

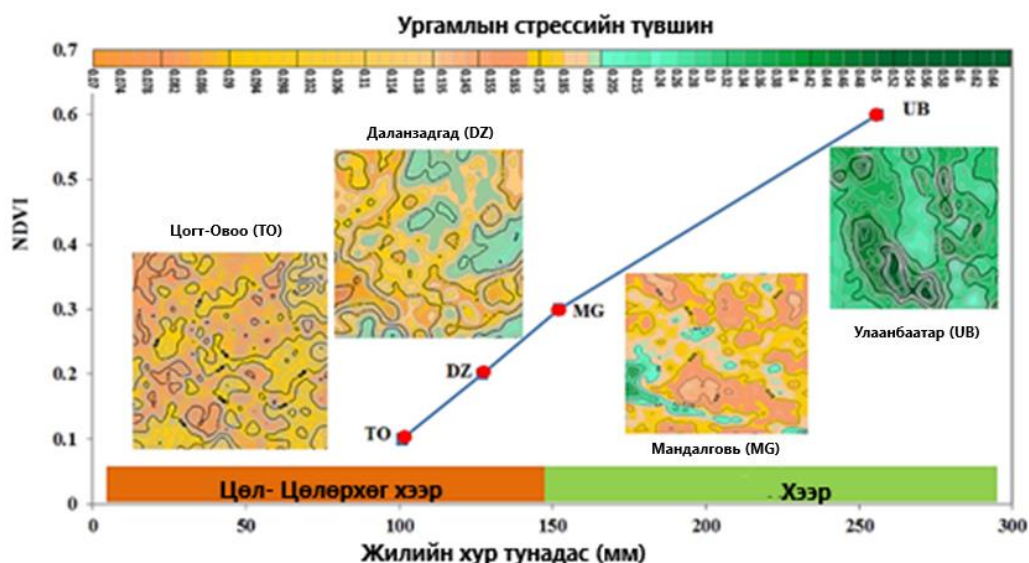
ДҮГНЭЛТ

Говь цөлд ургамал халцгай газар ихээхэн таруу алаг цоог ургасан байдаг тул хиймэл дагуулын пикселийн утгад нүцгэн буурь хөрсний хүчтэй тусгал ихээхэн нөлөөлдөг (Aosier *et al.*, 2007). Ургамлын өөрчлөлтийн нормчилсон индексийн улирлын чанартай өөрчлөлт нь нэг наст ургамлын бүлэг бүрхцэд дийлэнх болсон талбайд (Улаанбаатар, Мандалговь дахь талбарууд) их, олон наст ургамлын бүлэг давамгайлж ургасан талбайд (Цогт-Овоо, Даланзадгад дахь талбарууд) бага байгаа үр дүн ажиглагдлаа.

Ландсат 8 болон Сентинел-2 хиймэл дагуулаас авсан зураг дахь пикселийн NDVI ба мөн энэ пикселүүдийг үл холих аргаар тооцсон эндмемберийн ургамлын бүрхэвчийн фракц VGT-ийг судалгааны бүх талбаруудад харьцуулахад бүгд хүчтэй хамааралтай үр дүн гарлаа (Ландсат-8-д $R^2 = 0.79$, Сентинел-2-т $R^2 = 0.86$).

Ургамлан бүрхэвч ($n(x, t)$) хур тунадасны (P) харилцан хамаарал нь нэг наст ургамал давамгайлж буй нутагт хүчтэй (Улаанбаатар, Мандалговь дахь талбарууд) байхад олон наст ургамлууд бүрхэвчид дийлэнх хувийг эзэлж буй газруудын (тухайлбал Цогт-Овоо, Даланзадгад дахь талбарууд) хамаарал үүнээс эрс ялгаатай байгаа бөгөөд хаврын улирал нь бага, зуны улирал нь их хамааралтай байгаа үр дүн гарлаа.

Говь газарт хур тунадас, хөрсний чийг хуримтлалаас гадна ургамлан бүрхэвч дэх ургамлын амьдралын хэлбэр, аж ахуйн болон экологийн бүлэг, бэлчээрийн талхагдал зэргээс хамаарч ургамлан бүрхэвчийн орон зайн тархалт, нягтрал ялгаатай хэлбэршдэг зүй тогтол ажиглагдлаа (Зураг 7).



Зураг 7. Гандуу нутаг дахь ургамлын орон зайн тархалт буюу Тюрингийн хэлбэршлийг хиймэл дагуулын мэдээгээр тодорхойлсон үр дүн.

Зурагт доод хэвтээ тэнхлэгт жилийн хур тунадсыг тал хээр, заримдаг цөл, цөлийн бүсээр, дээд хэвтээ тэнхлэгт эдгээр газарзүйн бүсүүдийн усны стресс түвшинг, босоо тэнхлэг нь Сентинел-2 хиймэл дагуулын зуны улирал дахь NDVI-ийг, дөрвөлжин нүдэнд 4 нутгийн 250 м² хэмжээтэй судалгаа хийх түлхүүр талбайн нэгийг төлөөлөл болгон Тюрингийн хэлбэршлийг харууллаа.

Газарзүйн байрлалын хувьд хойноос урагшлах тусам хур тунадас жил бүр хэлбэлзэлтэй багасаж ус гачигдалтай болох тусам Тюрингийн хэлбэршлийг ургамлын орон зайд тархсан алаг цоог хээ бүхий бүрхэвчээс илүү тод харж болохоор байна.

Талархал

Энэхүү ажлыг JSPS KAKENHI сангийн JP19H04362; JP26281003; JP16H02703 ба JP18H03608 дугаар тэтгэлгийн санхүүгийн дэмжлэгээр хийж гүйцэтгэв. Мөн түүнчлэн БНХАУ-ын Байгалийн шинжлэх ухааны үндэсний сангийн 41561009 дугаар төслийн болон МУИС-ийн судалгааны лабораторийн дэмжлэгийг ашигласан болно.

НОМ ЗҮЙ

Aosier, B., Tsuchiya, K., Kaneko, M., Ohtaishi, N., and Halik, M. (2007) Land cover of oases and forest in XinJiang, China retrieved from ASTER data. *Advances in Space Research*, 39(1), pp.39-45.

Demura, Y., Hoshino, B., Baba, K., McCarthy, C., Sofue, Y., Kai, K., Purevsuren, T., Hagiwara, K., and Noda, J. (2017) Determining the frequency of dry lake bed formation in semi-arid Mongolia from satellite data. *Land*, 6(4), pp.88.

Garini, Y., Young, I.T., and McNamara, G. (2006) Spectral imaging: Principles and Applications. *Cytometry Part A*, 69(8), pp.735–747.

Global Environment Facility- the Scientific and Technical Advisory Panel (GEF-STAP), (2010) *Report of the Scientific and Technical Advisory Panel to the Fourth GEF Assembly*. UNEP, 25-26 May. Punta Del Este: Uruguay. Боломжтой: https://www.thegef.org/sites/default/files/council-meeting-documents/GEF-A.4-3_-_Report_of_STAP_0_1.pdf (Нэвтэрсэн: 2019.02.20).

Hardenberg, J., Meron, E., Shachak, Moshe and Zarmi, Y. (2001) Diversity of vegetation patterns and desertification. *Physical Review Letters*, 87(19), pp. 198101-02.

Kéfi, S., Rietkerk, M., Alados, C. L., Pueyo, Y., Papanastasis, V.P., ElAich, A., and de Ruiter, P. C. (2007) Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems, *Nature*, 449(7159), pp.213-217.

Rietkerk, M., C. Dekker, S. C., de Ruiter, P. C., van de Koppel, J. (2004) Self-Organized Patchiness and Catastrophic Shifts in Ecosystems, *Science*, 305 (5692), pp.1926-1929.

Sofue, Y., Hoshino, B., Demura, Y., Nduati, E., and Kondoh, A. (2017a) The interactions between precipitation, vegetation and dust emission over semi-arid Mongolia, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Боломжтой: <https://www.atmos-chem-phys-discuss.net/acp-2017-83/acp-2017-83.pdf> (Нэвтэрсэн: 2019.02.20).

Sofue, Y., Hoshino, B., Nduati, E., Kondoh, A., Kai, K., Purevsuren, Ts., and Baba, K. (2017b) *Remote sensing methodology for detection of environment regime shifts in semi-arid region*, International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Боломжтой: DOI: 10.1109/IGARSS.2017.8128153 (Нэвтэрсэн: 2019.02.20).

Turing, A. M. (1952) The Chemical Basis of Morphogenesis, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 237(641): pp.37–72.

World Resources Institute. (2005) *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press. Боломжтой: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> (Нэвтэрсэн: 2019.02.20).

