



ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ
ГАЗАРЗҮЙ-ГЕОЭКОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН

**ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ,
ТҮҮНД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛС**

СУУРЬ СУДАЛГААНЫ ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН

УЛААНБААТАР 2021

Байгууллагын
бүртгэл: 9107797
Аравтын бүрэн ангилал

Улсын бүртгэлийн
дугаар
Нууцын зэрэглэл: Б

ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ, ТҮҮНД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛС

СУУРЬ СУДАЛГААНЫ ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН

Сэдвийн удирдагч:

Очирбат БАТХИШИГ Доктор (PhD), ЭШТ Ажилтан
Хөрс судлалын салбарын эрхлэгч

Зөвлөх:

Дэчингунгаа ДОРЖГОТОВ Академич

Гүйцэтгэгчид:

Хавтгай	ЗОЛЖАРГАЛ	Доктор (Ph.D)	ЭША	Ажилтан
Пүрэвсүрэн	ОЮУНБАТ	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Өлгийчимэг	ГАНЗОРИГ	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Ганбат	БЯМБАА	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Цэдэн-Иш	БОЛОРМАА	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Маамхүү	ЗОЛЗАЯА	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Дамба	ИХБАЯР	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Ганхуяг	ЭЛБЭГЗАЯА	Докторант	ЭШД	Ажилтан
Маналжав	САМДАНДОРЖ	Магистр	ЭШДад.	Ажилтан
Төрмөнх	ТЭЛМЭН	Магистрант	ЭШДад.	Ажилтан
Цэрэнгүнсэн	ПҮРЭВДОРЖ	Бакалавр	ЭШДад.	Ажилтан

Санхүүжүүлэгч байгууллага: *Шинжлэх ухаан технологийн сан*

Захиалагч байгууллага: *Боловсрол Шинжлэх Ухааны Яам*

Тайлан өмчлөгч: *Шинжлэх Ухааны Академи*

Хэрэгжүүлсэн хугацаа: *2018.04-2021.12*

Гүйцэтгэгч байгууллага: *ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн
15170 УБ, Чингэлтэй дүүрэг, 4-р хороо
Утас: 325487, 359583, 99712339
Email: batkhisig@gmail.com*

Улаанбаатар хот 2021 он

РЕФЕРАТ

Монгол орны хөрсний судалгааны дүн материалуудыг нэгтгэн боловсруулж хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний хэвшинж төрөл, нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тооцоолж, хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлж, хөрсний органик нөөцийг хамгаалах талаар арга зүй зөвлөмж боловсрууллаа. Монгол орны нутагт тархсан 35 хэвшинж, 110 төрлийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нэгж талбайд оногдох дундаж нөөцийг тодорхойлсон. Хүлэрлэг хөрс хамгийн их буюу дунджаар 0-30 см хөрсөнд 156-167 т/га, 0-100 см зузаан хөрсөнд 289-239 т/га хүртэл органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Харшороон хөрс 100-103 т/га, Хархүрэн хөрс 45-58 т/га (0-30см) органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй. Дунджаар манай улсын 1 га талбайн 0-30 см зузаан хөрс 43.0 тн, 0-100см хөрс дунджаар 65.2 тн органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийг тодорхойлохын тулд Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зургийг шинэчлэн зохиож хэвлүүлсэн. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зургийг 1 : 2 500 000 масштабтай зохиож улсын хэмжээнд ХОНН хэмжээг тодорхойлсон. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц 0-30 см хөрсөнд 6553.1 Mt, 0-100 см хөрсөнд 9937.3 Mt байна. Дэлхийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 0.94 %-ийг Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгч эзэлнэ. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцөөр манай улс дэлхийн улсуудаас 14-р байранд орно. Хөрсний бүлгүүдээр авч үзвэл ой тайгын бүлэг хөрс хамгийн их буюу 1510 Mt (0-30см), хээрийн бүсийн хөрс 1005 Mt (0-30см) органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Аймгуудаас ХОНН хамгийн их нь Хөвсгөл аймаг 1027.4 Mt (0-30 см), 1352.5 Mt (0-100 см) байгаа нь Өмнөговь, Дорноговь, Дундговь, Баянхонгор, Говь-Алтай аймгийн нийлбэрээс их байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийн талаар харьцуулсан судалгаа хийлээ. Монгол орны төв хэсгийн хээрийн хөрсний органикийн агууламж сүүлийн 35 жилд дунджаар 12.3 %-иар буурсан байна. Регрессийн болон фактор анализ аргуудаар тооцож үзэхэд хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад нийт малын тоо толгойн ихсэлт голлох нөлөө үзүүлж уур амьсгал, дулаарлын нөлөө бага байна. Хүний үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөлөл болох уул уурхай, ой мод огтлолт, гал түймэр, авто замын талхагдал, газар тариалан, хот суурин газрын талхагдлын нөлөөгөөр хөрс элэгдэл эвдрэлд орж хөрсний органикийн нөөц алдралд орж байгааг судалгаагаар тогтоолоо. Бэлчээрийн хөрсний үржил шимийн хамгийн гол үндсэн үзүүлэлт болох органикийн агууламж сүүлийн жилүүдэд багасаж байгаа нь малын тоо толгойн огцом өсөлттэй холбоотой байна. Сэдэвт ажлын хүрээнд *"Монгол орны хөрсний зураг тайлбар"* 13 х.х., *"Хөрс хамгаалал, хөрсний органикийн нөөц. Арга зүй, зөвлөмж"* 12 х.х. ном товхимлыг бичиж хэвлүүлсэн.

АГУУЛГА

ОРШИЛ.....	5
Бүлэг - 1 СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ, СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ	8
1.1. Судлагдсан байдал	8
1.2. Судалгааны аргазүй.....	18
1.3. Лабораторийн судалгааны арга зүй	26
Бүлэг - 2 МОНГОЛ ОРНЫ ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧ.....	29
2.1. Өндөр уулын хөрс	29
2.2. Ой, тайгын хөрс.....	34
2.3. Уулын хээрийн хөрс	40
2.4. Харшороон хөрс	45
2.5. Хархүрэн хөрс.....	48
2.6. Хуурай хээрийн хөрс	54
2.7. Говийн хөрс.....	59
2.8. Цөлийн хөрс.....	67
2.9. Нуга-намгийн хөрс	72
2.10. Голын татмын хөрс.....	74
2.11. Давсархаг хөрс.....	79
Бүлэг - 3 ХӨРСНИЙ ЗУРАГ, ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН НӨӨЦ.....	84
3.1. Монгол орны хөрсний зураг, масштаб 1 : 800 000	84
3.2. Хөрсний зураглалын арга зүй	85
3.3. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг	88
3.4. Геостатистик аргаар органик нүүрстөрөгчийн нөөц тодорхойлох	91
3.5. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц	97
Бүлэг - 4 ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ	102
4.1. Хөрсний органикийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс.....	102
4.2. Ойн хөрсний шинж чанарын өөрчлөлт	109
4.3. Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт.....	112
4.4. Хээрийн хөрсний органикийн өөрчлөлт	114
4.5. Говийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт	119
4.6. Голын татмын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт	121
4.7. Хөрсний гадаргаас ялгарах нүүрстөрөгч.....	123
4.8. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтөд түймрийн нөлөө.....	127
4.9. Автозамын эвдрэл ба хөрсний органик нүүрстөрөгч.....	132
4.10. Хот суурин газрын хөрсний органик нүүрстөрөгч.....	137
4.11. Газар тариалангийн хөрсний эвдрэл	140

4.12. Уул уурхайн газрын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал	148
4.13. Хөрс хамгаалал	154
Дүгнэлт	157
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ	159
ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛҮҮД	168
ХАВСРАЛТ	172
Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг. М 1:2 500 000 172	

ОРШИЛ

Дэлхийн хөрсөнд агуулагдах нүүрстөрөгчийн нийт хэмжээ нь агаар ба хуурай газрын ургамлын нүүрстөрөгчийн нийлбэрээс их бөгөөд хөрсний нүүрстөрөгч нь уур амьсгалын дулаарлын гол хүчин зүйлийн нэгэнд тооцогддог. Хуурайшилт, цөлжилт, хүний үйл ажиллагааны нөлөөллийн улмаас хөрс эвдрэлд орж хөрсний органик бодис задарч агаар мандлын нүүрстөрөгчийн хэмжээг нэмэгдүүлдэг. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн судалгаа одоо болтол бүрэн гүйцэд хийгдээгүй байна. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийг хөрсний хэвшинж, төрөл тус бүр, нийт улсын хэмжээнд тодорхойлох, ХОНН-ийн 1 : 2 500 000 масштабын зураг зохиох, хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийг судалж, хөрс хамгаалах талаар зөвлөмж боловсруулах зорилго бүхий судалгааны ажил болно.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцох судалгааг хийхдээ Уур амьсгалын өөрчлөлтийг судлах Олон улсын хороо (IPCC, 2006)-оос боловсруулсан арга зүйн зарчмыг баримтлан гүйцэтгэсэн. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолоход чулуу, эзлэхүүн жин зэрэг үзүүлэлтийн мэдээллүүд хангалтгүй байсан ба дутуу мэдээллийг тодорхойлоход педотрансфер функцүүдийг ашигласан.

Монгол орны хэмжээнд 1920-оод оноос хойш хийгдсэн хөрсний судалгааны 12000 орчим зүсэлтийн дүн мэдээ байдаг боловч ихэнх мэдээллүүд нь чулуу, эзлэхүүн жин зэрэг үзүүлэлтүүдгүй, хөрсний дээж авсан цэгийн байрлал тодорхойгүй эсвэл нарийвчлал муу байгаа учраас ашиглахад хүндрэлтэй байсан. Харьцуулсан судалгаа хийх, эсвэл мэдээлэл бага хөрсний хэвшинж, бага судлагдсан газруудаас хөрсний дээж авах зорилгоор нэмэлт хээрийн судалгаа хийсэн. Нийт 3260 хөрсний зүсэлтийн 14500 ширхэг хөрсний дээжийн дүн материалд боловсруулалт хийсэн. Олон улсын аргачлалын дагуу 0-30, 60-100 см стандарт гүнүүдэд судалгааны дүнг жигнэсэн дунджийн аргаар хөрвүүлсэн.

Монгол орны хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн талаар хэвлэгдсэн мэдээ материал хомс байдаг бөгөөд эдгээр ажлуудад ХОНН тооцохдоо чулууны агууламжийг оруулдаггүй байсан учраас нарийвчлал сайн биш байна. Бид олон улсын аргачлалын дагуу чулууны агууламжийг тооцож ХОНН тооцоолсон нь урьд өмнөх судалгаануудтай харьцуулахад илүү дэвшилттэй болсон гэж үзэж болно.

Нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тодорхойлохын тулд сайн чанарын хөрсний зураг байх шаардлагатай. Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зургийг шинэчлэн зохиож хэвлүүлсэн. Хөрсний зураг зохиох нь ихээхэн хүн хүч, цаг хугацаа шаардсан ажил болсон. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зургийг 1 : 2 500 000 масштабтай зохиож улсын хэмжээнд ХОНН хэмжээг тодорхойлсон.

Тайлангийн “Судалгааны арга зүй”, “Хархүрэн хөрс”, “Хөрсний зураг, ХОНН”, “Хөрсний органикийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс”, “Хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт” хэсгүүд, хөрсний зургуудыг зохиох, нийт тайланг нэгтгэн хянаж, эмхэтгэх ажлуудыг О.Батхишиг, “Судлагдсан байдал”, “Хуурай хээрийн хөрс”, “Уул уурхайн газрын хөрсний эвдрэл” хэсгүүд, хөрсний зургуудыг зохиох ажлуудыг П.Оюунбат, “Ой, тайгын хөрс”, “Хөрсний зураг, ХОНН”, “Ойн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт”, “Автозамын эвдрэл ба хөрсний органик нүүрстөрөгч” хэсгүүд, хөрсний зургуудыг зохиох, тайланг эмхэтгэх ажлуудыг Г.Бямбаа, “Говийн хөрс”, “Хөрсний зураг, ХОНН”, “Говь цөлийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт”, “Хот суурин газрын хөрсний органик нүүрстөрөгч” хэсгүүд, хөрсний зургуудыг зохиох, тайланг эмхэтгэх ажлуудыг Ө.Ганзориг, “Лабораторийн судалгааны арга зүй”, “Давсархаг хөрс”, “Газар тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгч”, “Хөрс хамгаалал” хэсгүүдийг Х.Золжаргал, “Уулын хээрийн хөрс”, “Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтөд гал түймрийн нөлөө”, “Газар тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгч” хэсгүүдийг Ц.Болормаа, “Өндөр уулын хөрс” хэсгийг М.Золзаяа, “Судалгааны арга зүй”, “Голын татмын хөрс”, “Газар тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгч” хэсгүүдийг Д.Ихбаяр, “Харшороон хөрс”, “Хөрсний гадаргаас агаарт ялгарах нүүрстөрөгчийн судалгаа” хэсгүүдийг Г.Элбэгзаяа, “Геостатистикийн аргаар хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцох” хэсгийг М.Самдандорж, “Нуганамгийн хөрс”, “Автозамын эвдрэл ба хөрсний органик нүүрстөрөгч” хэсгүүдийг Т.Тэлмэн, “Цөлийн хөрс”, “Геостатистикийн аргаар хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцох” хэсгийг Ц.Пүрэвдорж нар тус тус бичлээ.

Сэдвийн нэгдсэн тайлан нийт 4 бүлэг, 172 хуудас бөгөөд тайланд 72 ш хүснэгт, 85 ш. зураг график орж ашигласан материал 260 ш. болно.

“Хөрсний органик нүүрстөрөгч, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс” судалгааны ажилд манай оронд зонхилон тархсан хөрсний хэв шинж, төрлийг аль болох бүрэн хамруулахыг хичээсэн бөгөөд ХОНН-д нөлөөлж буй хүчин зүйлүүдийн талаархи хэд хэдэн судалгааны үр дүнг оруулсан. ХОНН-ийг хамгаалах, сэргээн сайжруулах зөвлөмж, аргазүйн талаар тусдаа товхимол хэвлэгдсэн нь хөрс хамгаалах чиглэлээр ажиллаж буй иргэн аж ахуйн нэгж, байгууллагуудад практик зөвлөмж болно байх гэж найдаж байна.

Цаашид хөрсний нүүрстөрөгчийн судалгааг улам гүнзгийрүүлэх органик биш нүүрстөрөгч, хөрсний элэгдэл эвдрэлийн судалгаатай уялдуулах, хөрсний судалгааны ажлуудад зөвхөн ерөнхий хими, физик шинж чанарын үзүүлэлтүүдээс гадна чулууны агууламж, эзлэхүүн жин зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлдог байх нь чухал байна.

Товчилсон үгийн жагсаалт

ADB	Asian Development Bank
BD	Bulk Density
C	Carbon
FAO	Food and Agriculture Organisation
GPS	Global positioning system
GSOC	Global Soil Organic Carbon
GWR	Geographically weighted regression
GWRK	Geographically weighted regression kriging
HWSD	Harmonized World Soil Database
IPCC	International Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
Mt	Megaton (10^6 ton)
Pg	Petagram (10^{15} gram)
PCA	Principal component analysis
PTF	Pedotransfer function
SOC	Soil organic carbon
SOCD	Soil organic carbon density
SOCS	Soil organic carbon stock
SOM	Soil organic matter
TC	Total carbon
WISE	World Inventory of Soil Emission Potentials
WRB	World reference base
БОАЖЯ	Байгаль орчин аялал жуулчлалын яам
ХОБ	Хөрсний органик бодис
ХОНН	Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц
ХОН	Хөрсний органик нүүрстөрөгч
ХХААЯ	Хүнс Хөдөө Аж Ахуйн Яам

БҮЛЭГ - 1 СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ, СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1.1. Судлагдсан байдал

Олон улсад

Дэлхийн хөрсөнд агуулагдах органик нүүрстөрөгчийн (SOC) нийт хэмжээ нь агаар ба эх газрын ургамлын нүүрстөрөгчийн нийлбэрээс их байдаг (Ciais et al., 2013). Хөрс нь хуурай газрын нүүрстөрөгчийн хамгийн их нөөцийг бүрдүүлдэг (Scharlemann et al., 2014). Хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нийт нөөц нь хуурай газрын нүүрстөрөгчийн хуримтлалын чухал бүрэлдэхүүн хэсэг болох бөгөөд дэлхийн нүүрстөрөгчийн эргэлтэд шууд нөлөөлнө (Schlesinger, 1982). Хуурай газрын нүүрстөрөгч (C)-ийн хөдлөл зүйг үнэлэх, нөөцийг нь тодорхойлохын тулд хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламж, бусад хүчин зүйлүүдийг нарийвчлан хэмжих шаардлагатай байдаг (Lal, 2008). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хэмжээ болон өөрчлөлт нь дэлхийн уур амьсгалын хувьслыг таамаглахад чухал үүрэгтэй. Органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг үнэн зөв тооцоолсноор агаар мандал болон хуурай газрын нүүрстөрөгчийн хоорондын хамаарлыг тодорхойлоход дөхөм болдог (Friedlingstein et al., 2014). Хэдийгээр эх газрын буюу хөрс, ургамлын нүүрстөрөгчийн нөөц далай тэнгисийнхтэй харьцуулахад бага боловч богино хугацаанд илүү тогтвортой байх магадлалтай.

Хүний буруутай үйл ажиллагааны нөлөө, тэр тусмаа газар ашиглалт, ой хээрийн түймэр, хүрээлэн буй орчны бохирдол зэрэг нь эх газрын экосистемийн нүүрстөрөгчийн балансыг өөрчилж, хүлэмжийн хийг нэмэгдүүлж байна (Bolin, 1981; Trabalka & Reichle, 1986). Хуурайшилт, бэлчээрийн талхагдлын нөлөөгөөр хөрс эвдрэл, доройтолд орж хөрсний үржил шимийн үндсэн элемент болох органик бодисын хэмжээ багасаж байна. Хүний үйл ажиллагаанаас үүсэж буй хүлэмжийн хийн 14.5% нь мал аж ахуйтай холбоотой байдаг (Gerber et al., 2013). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн эрдэсжилтийн үйл явц улам бүр эрчимжиж хөрс нь агаарын нүүрсхүчлийн хийг нэмэгдүүлэх томоохон эх үүсвэр болж байна (FAO, 2017).

Хөрс бол хуурай газрын нүүрстөрөгчийн хамгийн том нөөц гэж үздэг ба олон улсын судлаачид дэлхийн хөрсөнд нийт 1220 Pg C (Sombroek et al, 1993), 1115-2200 Pg C (Batjes, 1992), 1576 Pg C (Eswaran et al., 1993), 1500 Pg C (Jobbágy & Jackson, 2000) органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй гэж тус тус тооцсон байдаг. Дэлхийн хөрсний нийт нүүрстөрөгчийн нөөц 2500 Pg үүнээс хөрсний органик нүүрстөрөгч (SOC) 1550 Pg, органик биш нүүрстөрөгч 950 Pg гэж тооцоолсон (Lal, 2004). Дэлхийн хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөцийг эвдрэлгүй үеийн 1 м гүнд 1457 Pg, хөрс бүрэн эвдрэлд орсны дараа 504 Pg C болж буурна гэж таамагласан байдаг (Meentemeyer et al., 1985).

Хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц хөрсний үе давхарга бүрд харилцан адилгүй хуримтлагддаг. N.H. Batjes 1996 онд World Inventory of Soil Emission Potentials (WISE) төслийн хүрээнд хийгдсэн гео-дата мэдээллийн санг ашиглаж дэлхийд жигд тархсан 4353 цэгийн хөрсний мэдээллийг ашиглаж хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцсон. Дэлхийн нийт хуурай газрын хөрсний нүүрстөрөгчийн (C) нийт нөөц 100 см гүнд 2157-2293 Pg, харин хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 30 см гүнд 684-724 Pg, 100 см гүнд 1462-1548 Pg, 200 см-н гүнд 2376-2456 Pg гэж тооцсон байна (Batjes, 1996).

Дэлхийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн 11% нь ойн хөрсөнд агуулагддаг (Eswaran et al., 1999). Хөрсний нүүрстөрөгчийн 40% гаруй нь ойн хөрсөнд байдаг. Дэлхийн бөмбөрцгийн хойд хагас дахь ойн хөрс нь хуурай газрын хүлэмжийн хийн тэнцвэрт байдалд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг (Janssens et al., 2003). Европын нүүрстөрөгчийн эргэлтэд ойн хөрсний ач холбогдол ирээдүйд улам бүр нэмэгдэх төлөвтэй байна (Smith et al., 2006).

Дэлхийн хуурай газарт тархсан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тогтоох судалгаагаар Харшороон (Chernozems) хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см гүнд 60 т га⁻¹, 0-50 см гүнд 86 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 125 т га⁻¹, 0-200 см гүнд 126 т га⁻¹, Хүрэн хөрс (Kastanozems) 0-30 см гүнд 54 т га⁻¹, 0-50 см гүнд 75 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 96 т га⁻¹ гэж тооцсон байдаг (Batjes, 1992).

William H. Schlesinger 1977 онд хийсэн судалгаагаараа цөлийн экосистемийн хөрсөнд органик нүүрстөрөгчийн дундаж агууламж 5.6 кг C/м² байна гэж тооцсон. Дэлхийн цөлийн экосистемийн хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц дэлхийн нийт хөрсний 7% буюу (1456×10¹⁵ g C) орчмыг ойролцоогоор эзэлдэг (Schlesinger, 1982). Цөлийн хөрсний органик нүүрстөрөгч Намибийн элсэн цөлийн 0-10 см-ийн гүнд 0.22-0.44 %-ийн хооронд байжээ (Sherman et al., 2019). Харин Сахарын элсэн цөлд 0-30 см-ийн гүнд 0.42 %-тай байсан гэсэн судалгаа хийгджээ (Emohamed & Chuxia, 2015). Хятадын Гансу мужийн Heihe голын сав газраас хойд зүгт цөлд хийсэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгаагаар 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см-ийн гүнүүдэд тус бүр 0.16 %, 0.15%, 0.14, 0.14 % -ийн агууламжтай (Zhang, 2014), Хятадын баруун хойд хэсгийн цөлөрхөг нутагт хөрсний органик нүүрстөрөгч 0-5 см-ийн гүнд дунджаар 1.7 % (Song et al., 2020), Хятадын хойд хэсэгт 0-20 см-т дунджаар 1.07 % (Wang et al., 2019) гэсэн үр дүнгүүдээс харахад цөлийн хөрс нь маш бага органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай гэдэг нь харагдаж байна.

Хүлэрлэг хөрс Дэлхийн газрын гадаргын ердөө 3%-ыг хүлэрлэг газар эзэлдэг боловч нийт хөрсөнд агуулагдах нүүрстөрөгчийн 30%-г өөртөө агуулдаг. Энэ нь нийт агаар мандалд байгаа нүүрстөрөгчөөс 75%-аар, нийт ойн биомасс агуулж буй нүүрстөрөгчөөс 2 дахин их гэсэн үг (ADB, 2017). Мөн доройтсон хүлэрлэг хөрснөөс ялгарах нүүрстөрөгчийн хэмжээ их байдаг ба дэлхийн нийт хүний үйл

ажиллагаанаас болж үүссэн CO₂-н 6%-тай тэнцдэг (Joosten, 2010). Хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламж, задрал, хуримтлалын чиглэлээр нарийвчилсан судалгаа хангалтгүй байна (FAO, 2018).

Монгол улсад

Манай орны хөрс, хөрсөн бүрхэвчийн судалгааг анх хийж эхэлсэн үеэс эхлэн хөрсний органик, ялмагийн агууламжийн мэдээллүүд хэвлэгдэж эхэлсэн байдаг (Прасолов, 1927., Пологинов, 1926). Оросын хөрс судлаач эрдэмтэн С.И.Андреев, Ю.С.Неуструев, О.Н.Михайловская, В.И.Лисовский, В.Ф.Щубин 1930-1940 онуудад нар Монгол оронд тариаланд ашиглаж болох газар нутаг сонгох, тухайн газар орны хөрс-агрохимийн чиглэлийн судалгаануудыг хийж, хөрсний үржил шимийн төлөв байдал, ялмагийн агууламжийг тодорхойлж байсан (Андреев, 1935).

1937 оноос Д.Санжаа Судар бичгийн болон Шинжлэх Ухааны Хүрээлэнгийн газарзүй, хөдөө аж ахуйн кабинетад ажиллаж, тариаланд ашиглаж болох хөрстэй газар нутгийг сонгож олох зорилгоор хээрийн хайгуул судалгаа явуулж, хөрсний лабораторийн задлан шинжилгээний дүн баримтаар баяжуулан хөрсний үржил шим, ялмагийн агууламжийн талаар бүтээлүүд хэвлүүлсэн байдаг (Санжаа, 1937).

1940-1942 онд хөрс судлаач Н.Д.Беспаловын удирдсан хөрсний судалгааны баг Монголын орны газар нутгийн нутгийн хамарсан судалгаа хийж 3000 гаруй хөрсний дээж цуглуулж лабораторийн шинжилгээ хийсний үр дүнд 13 бүлэг хөрснийг ялган тус бүрийн дэлгэрэнгүй тодорхойлолт, хөрсний органик бодис, ялмагийн агууламжийн талаар бичсэн байна (Беспалов, 1951).

1953 онд Х.Банзрагч Төв аймгийн Жаргалантын сангийн аж ахуйн хөрсний агрохимийн шинж чанар, 1955-1957 онуудад С.Ичинхорлоо Хангайн бүсийн Хүрэн хөрсний тэжээлийн зарим шим бодисуудын хэмжээг тодорхойлсон (Ичинхорлоо, 1957). 1961-1964 онд Ө.Бэхтөр Монголын хойд хэсэг, тухайлбал Хараа голын сав газрын хөрс үүсэх нөхцөл, тэнд тархсан хүрэн хөрсний морфологи шинж тэмдэг, физик химийн шинж чанар, хөрсний ялмагийн бүрэлдхүүн зэргийг судалсан нь тэр үед бага судлагдсан Монголын хүрэн хөрсний онцлогийг танин мэдэхэд ихээхэн ач холбогдолтой ажил болжээ (Бэхтөр, 1991).

1962 онд ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн байгуулагдсан цагаас эхлэн Д.Доржготов, Д.Батбаяр, Г.Ундрал нарын судлаачид Монгол орны хөрсний гарал үүсэл, газарзүйн ангилал, зураглал зэрэг олон чиглэлээр судалгааг явуулж байсны зэрэгцээ хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн динамик сэдвүүдээр хээрийн суурин судалгаа, лабораторийн ажлууд гүйцэтгэж байсан байна.

1963-1969 онд Манай орны нутаг дэвсгэрт тариаланд тохиромжтой атар газрыг сонгон илрүүлэх, сангийн аж ахуй, хөдөө аж ахуйн нэгдлүүдийн дотоод газар зохион байгуулалтыг тогтоох экспедицийн бүрэлдэхүүнд оролцсон зөвлөлтийн

мэргэжилтэн О.А.Чубаров, И.М.Гаджиев, В.М.Костецкий, Л.И.Асмаев, Э.С.Кулиненко, А.Н.Сердюк, үндэсний мэргэжилтэн хөрс судлагч, агрохимич Ж.Гарьдхүү, Ш.Биндэрья, Ш.Доржсүрэн, Ч.Сүрэн, Т.Мөнхбат, Д.Аваадорж, Д.Алтанцэцэг нар хөрсний агрохимийн үзүүлэлттэй холбогдсон тодорхойлолтуудыг хээрийн ба лабораторийн нөхцөлд хийжээ.

1970 онд Монгол-Оросын хамтарсан биологийн иж бүрэн экспедиц үйл ажиллагаагаа эхэлж Н.А.Ногиагийн удирдсан хөрс шинжилгээний анги (В.Л.Андроников, Д.Доржготов, Ю.Г.Евстифеев, С.Н.Максимович, Л.П.Рубцова, К.А.Уфимцев, Д.Балжид, К.А.Умаров, О.И.Худяков, Г.И.Якунин) улсын бүх нутгийг хамарсан хөрс газарзүйн судалгааг хийж 1:2500000 масштабтай хөрсний зургийг шинээр зохиосон бөгөөд “Почвенный покров основных природных зон Монголии” ба “Почвенный покров и почвы Монголии” эрдэм шинжилгээний нэг сэдэвт бүтээлүүдэд хөрсний морфологи, хими-физикийн шинж, хөрс үүсвэрийн онцлогийн талаар дэлгэрэнгүй тодорхойлолт өгсөн байдаг (Ногина, 1984).

Түүний дараагаар Монгол-Орос хамтарсан болон Монголын ШУА дангаараа суурин судалгааны газруудыг шинээр байгуулж ойн сууринд (Тосонцэнгэл, Мөнгөнморьт) уулын ойн хөрсний үүсэл хөгжил, ой ургуулах чанар, чийг-дулааны горим, эвдрэлийн явц (Ю.Н.Краснощеков, А.В.Огородников, Н.Гомбосүрэн), цөлийн сууринд (Эхийн гол) давсархаг хөрсний горим, хэт хуурай цөлийн хөрс үүсвэрийн онцлог (Ю.Г.Евстифеев, Е.И.Панкова, Ж.Мандахбаяр), нугын сууринд (Шаамар) голын татмын хөрсний тогтворжилт, чийг-дулааны болон тэжээлийн бодисын горим, түүнийг зохицуулах арга зам (Г.А.Гармаш, Л.Л.Убугунов, Р.Баатар, Ж.Хишигжаргал), Дорнод хээрийн сууринд (Түмэнцогт) хөрсөн бүрхэвчийн бүтэц, хүрэн хөрсний чийг-дулааны горим, агрохимийн болон агрофизикийн шинжийг (Д.Батбаяр, О.Батхишиг) судлах ажлуудыг тус тус гүйцэтгэж үр дүнг эрдэм шинжилгээний нэг сэдэвт зохиол, өгүүлэл хэлбэрээр нийтэлжээ.

1980-аад оноос эхлэн манай орны бүх аймаг, сумдын нутагт ХААЯ-ны харьяа Улсын Газар зохион байгуулалт, хайгуул зураг төслийн институтээс хөрсний судалгаа явуулж хөрсний морфологи болон агрохими шинж чанар, органикийн агууламжийг тодорхойлсон тайлан, хөрсний зураглал (сумдын зургийг М1:100 000-200 000-ын масштабтай, харин аймгийн зургийг М1:200 000-500 000-ын масштабтаар) хийсэн.

1991 онд Ш.Пүрэвсүрэн Монгол орны тариалангийн талбайн хүрэн хөрсний үржил шимийн өөрчлөлтийн талаар Дарханы САА, Халх голын САА-д судалгаа хийж тариалангийн хүрэн хөрс нь ашигласан жилээсээ хамааран үржил шимийн цөм болсон ялзмагийн хэмжээ жилээс жилд буурсаар байгааг тогтоосон ба хүрэн хөрсний ялзмагийн хэмжээ нь дунджаар 100-200 т га⁻¹ байснаа ашигласан жилээсээ хамааран 9.2-34.6% хүртэл буурсан талаар дүгнэсэн байна.

2008-2010 онд ШУА, Газарзүйн Хүрээлэнгийн Хөрс судлалын салбар “Монгол орны хөрсний чанарын үнэлгээ” нэгэн сэдэвт бүтээл туурвисан. Уг судалгааны хүрээнд урд өмнө хийгдсэн хөрсний судалгааны хөрсний ялзмагийн агууламж өөрсдийн хээрийн судалгаа, лабораторийн шинжилгээний үр дүн, органикийн агууламжид үндэслэн үнэлсэн (Батхишиг, 2010).

Манай улс 1960-аад оноос атар газар эзэмшиж эхэлсэн бөгөөд нийт нутаг дэвсгэрийн 1.1%-д газар тариалан эрхэлж байгаа бөгөөд сүүлийн 50 жилд нийт тариалангийн талбай элэгдэл эвдрэлийн нөлөөгөөр 14.6-43.6%-аар ялзмагийн агууламж нь буурсан байна (Туул, 2016).

Өндөр уулын хөрсний тухай анхны мэдээлэл Н.Д.Беспалов (1951) нарын бүтээлд дурдагдсан байдаг. Оросын хөрс судлаач С.В.Максимович Монгол орны өндөр уулын хөрсний чиглэлээр голчлон судалгаа явуулсан бөгөөд Уулын тундрийн ширэгт хөрс, Өндөр уулын нугын хөрс, Өндөр уулын хээрийн бүдүүн ялзмагт хөрс хэв шинжийн хөрснүүдийг судалсан судалгааны үр дүн нийтлэгдсэн байна (Максимович, 1983). Өндөр уулын хөрсний судалгааны үр дүнгээр “Хангай-Хэнтийн уулархаг нутгийн өндөр уулын нугын хөрсний тухай” МОГЗА, №14 (Доржготов ба бусад, 1974), “Монгол орны уулын тундрын хөрс” МОГЗА, №16 (Доржготов, 1976), “Монгол орны Уулын тагийн хөрсний тархалт” Шинжлэх ухаан амьдрал сэтгүүл, №4 (Батбаяр, 1971) зэрэг өгүүллүүд хэвлэгдсэн.

Ой, тайгын бүлгийн хөрс бусад бүлгийн хөрснөөс ялгарах хамгийн том онцлог нь хөрсний өнгөн хэсэгт ургамлын хагас задарсан үлдэгдэл бүхий органик хуримтлалын давхарга байна. Монгол орны ой, тайгын хөрсийг *Тайгын цэвдэгт хөрс, Тайгын ширэгт хөрс, Чандруулаг, сул чандруулаг элсэн хөрс, Ойн бараан хөрс* гэж ангилна. Органикийн агууламж 20%-аас их байвал хүлэрлэг (Н) давхарга, 10-20% байвал органик хуримтлалын (О) давхарга гэж үзнэ (Батхишиг ба бусад., 2013).

А.В.Огородниковын бичсэн “*Почвы горных лесов МНР*” (1981) бүтээл нь Монгол орны бараг нийт ой бүхий нутаг дэвсгэрийн хөрсний дэлгэрэнгүй тодорхойлолтыг оруулсан томоохон судалгааны ажлын үр дүн гэж үзэж болно. Энэхүү номонд орсон ойн хөрсний ангилал нь 1984, 1986, 2003 оны хөрсний ангилалтай бага зэрэг зөрдөг ч гэсэн тодорхой зүсэлтийн дүн материал нь чухал ач холбогдолтой юм (Огородников, 1981).

1974 онд Доржготов, Батбаяр, & Ундрал нар Монгол орны хөрсний 1:2,500,000 масштабтай зураг, хөрс газарзүйн мужлал боловсруулах ажлын хүрээнд Хөвсгөл орчмын уулс, Хэнтийн нуруу, Хангайн гол нурууны зүүн хойд хажуу зэрэг нутагт уулын тайгын цэвдэгт ба уулын чандруулаг гэсэн хоёр хэв шинжийн хөрс тархсан гэж илрүүлжээ (Доржготов ба бусад, 1974). Мөн Монгол-Зөвлөлтийн биологийн хамтарсан экспедицээс ойт хээрийн хөрсийг төлөөлүүлэн Түвшрүүлэхийн сангийн аж ахуйд хөрсний судалгаа хийсэн (Рубцова & Андронников, 1974). Хөвсгөл орчмын

уулт-тайгын бүсэд чандруулаг хөрс зонхилох суурийг эзлэхээс гадна глейт-чандруулаг хөрс, тайгын ялзмагт хөрс, ялзмагт-карбонатлаг хөрс, цэвдэгт тайгын чийгт хэлбэршлийн глейт хөрс тархана (Батжаргал, 1974). Хэнтийн уулсын хөрсөн дэх органик хуримтлал Хангай, Хөвсгөлийн уулсын хөрснөөс арай илүү байна (Батхишиг, 2016). Зүүн Хөвсгөлийн уулсын Хөнгөн шавранцар *Тайгын цэвдэгт* (Greuzems) хөрсний органик хуримтлагдсан өнгөн үе давхарга 80-92%, харин үржил шимт үе давхаргадаа 5.6% -ийн ялзмагтай, *Ойн бараан* (lithezems) хөрсний дээд үе давхаргын органик хуримтлал нь 2-8%, доод үе давхаргад 1-4% органикийн агууламжтай байна (Krasnoshchekov, 2008). Хангайн нурууны төв хэсгийн *Ойн бараан* (lithezems) хөрс нь органик материалаар баялаг органик хуримтлалын өнгөн үе давхаргад 38.4-86.8% органик материал хуримтлагдсан бол үржил шимт үе давхаргад 1.2% -аас хэтрэхгүй байн а (Krasnoshchekov, 2010).

Харшороон хөрсний тухай анхны судалгаа Л.И.Прасоловын бүтээлд тэмдэглэгдсэн байдаг (Прасолов, 1927). Харшороон хөрс органикийн агууламжаар баялаг ялзмагийн агууламж >10%, дундаж 6-10%, ялзмагийн агууламжаар бага 4-6% байна (Беспалов, 1951). Максимович, Балжид, Худяков нар Хангайн нурууны зүйн хойд хэсгийн Харшороон хөрс нь ялзмагийн хуваарилалт, түүний бүрэлдэхүүн, карбонатын орших байдал, ус чийгийн горим болон бусад олон шинжээрээ Байгалийн өмнөт нутгийн Харшороон хөрстэй адил төсөөтэй гэж үзсэн (Максимович, 1983). Тал хөндийн харшороон хөрс байгалийн үржил шимээр сайн, ялзмагийн нөөц нь 0-20 см үед 130-180 т га⁻¹, 0-50 см үед 220-260 т га⁻¹ нөөцтэй (Доржготов, 2003). Мөн 2017 онд Туул-Тэрэлж голын бэлчирт Харшороон хөрсний шинж чанарын өөрчлөлтийн 30 жилийн (1987, 2017) харьцуулсан судалгааг хийсэн бөгөөд 1987 онд Харшороон хөрсний органикийн агууламж дунджаар 7.9% байсан бол 2017 оны байдлаар дунджаар 6.4% болж, 18.6% буурчээ (Батхишиг, 2017).

Уулын хээрийн хөрс Монгол орны нутгийн хойд хэсгээр элбэг тархалттай болохыг тодорхойлсон (Ногина ба бусад, 1964). Мөн уулын хүрэн хөрс түүний органикийн агууламжийн анхны дүн Прасолов (1927), Польшов (1926) нарын бүтээл мөн (Панкова, 1964, Андроников, Рубцова ба бусад 1978, Максимович 1983, Гарьдхүү 1974) бүтээлд нэлээд материал нийтлэгджээ.

1972 онд Г.Ундрал “Монгол оронд тархсан зарим хэв шинжийн хөрсөнд агуулагдах ялзмагийн хэмжээ” сэдэвт бүтээлдээ уулын хээрийн хөрсөнд уулын харшороон, хархүрэн, хүрэн хөрс багтахыг дурдаад Уулын харшороон хөрс ойн захаас доош нугат хээрийн өвслөг ургамалшил доор тархах ба ялзмагийн хэмжээ нь дээд хэсэгтээ 9.2%, уулын хүрэн хөрсний дээд давхарга дахь ялзмагийн хэмжээ 2.6-4.1%-ийн хооронд хэлбэлзэх тул түүнийг хархүрэн, хүрэн гэсэн бага хэв шинжид хуваах боломжтой гэсэн санал дэвшүүлсэн байна. Мөн эдгээр хөрсөн дэх ялзмагийн

хуваарилалт ерөнхийдөө дээрээсээ доошоо аажмаар багасах байдалтайг онцолжээ (Ундрал, 1972).

МУИС, Эрхүү хотын Их сургууль хамтарсан Хөвсгөлийн иж бүрэн экспедицийн хүрээнд 1974 онд Б.Батжаргал “Хөвсгөл орчмын уулархаг нутгийн хөрс” сэдэвт бүтээл хэвлүүлсэн бөгөөд энд уулын хээрийн харшороон, уулын хээрийн хархүрэн хөрсний био-геохимийн судалгааны материалууд орсон байдаг (Батжаргал, 1974).

Хүрэн хөрсний анхны судалгаа шинжилгээний баримт мэдээ материал М.И.Прасолов (1927), Л.И.Полынов (1926) нарын бүтээлд бий. Түүнээс хойш Монголд хөрсний судалгаа шинжилгээ хийсэн олон эрдэмтэд байдаг (Беспалов 1951, Панкова 1964, 1965, Бэхтөр 1965, 1991, Данилов 1981, Кашанский 1961, Гарьдхүү 1975, Балжид 1977, Батбаяр 1981, Баатар 1984, Ногина, Евстифеев, Уфимцева 1977, Рубцова 1978, 1982, Андроников, Шершукова 1978, Худяков 1978, Умаров, Якунин 1978, Максимович 1983, 1986, Лыков, Корзун, 1978, 1979, Балабко, Панкова, Востокова болон бусад 1990).

Монгол орны хуурай хээрийн хөрсний чиглэлээр судалгаа хийж эрдмийн зэрэг хамгаалсан судлаачдын судалгаа, шинжилгээний дүнг түүвэрлэн энэхүү судалгааны үр дүнд ашигласан болно. Тухайлбал: Хүрэн хөрсний ус чийгийн хөдөлгөөн ба тэнцвэрийн байдал (Түмэн-Өлзий, 1965). Монгол орны хойд хэсгийн хөрсний газарзүйн үндсэн шинж, хээрийн хөрсний тодорхойлолт (Доржготов, 1973). Хангайн ойт хээр нутгийн хээрийн ба нугын хөрс, тэдгээрийн агрохимийн шинж (Балжид, 1977).

Говь цөлийн бүс нутгийн хөрсөн бүрхэвчийн анхны судалгааг Б.Б.Полынов хийсэн (Полынов, 1926). Түүнээс хойш олон судлаачид Говь цөлийн хөрсний судалгааг үргэлжлүүлсэн. 1940-1942 онд Өмнөговь, Баянхонгор, Өвөрхангай, Говь алтай аймгуудын Говь цөлийн бүс нутгийг хамруулан судалгаагаа явуулсан байдаг (Беспалов, 1951) И.П Герасимов, Е.М.Лавренки нар Монгол орны Говийн хөрсний онцлог шинжийг Евро-азийн тивийн баруун хэсэгт байрладаг ижил нөхцөлд тархсан хөрсний шинж чанаруудтай харьцуулан судалсан (Герасимов & Лавренко, 1952).

ШУА, Газарзүйн хүрээлэн 1970-аад оноос Оросын судлаачидтай хамтран ойт хээр, хээр, говь цөлийн бүсийг хамарсан судалгаанууд явуулж ирсэн байдаг бөгөөд судалгааны материалаа нэгтгэн дүгнэж “Монгол орны хөрс, 2003” бүтээлдээ тодорхой тусгасан. Энэхүү бүтээлд Заримдаг цөлийн Бор хөрсний мэдээллийг 160 орчим зүсэлтийн мэдээлэлд үндэслэн бичсэн талаар дурдсан байдаг (Доржготов, 2003). 1977-1978 онд Говийн нам толгодын хөрсний судалгаа хийгдсэн (Ногина, 1980)

Цөлийн хөрсийг 1969, 1970 онд Алтайн өвөр говьд явуулсан хээрийн судалгаагаар анх илрүүлж судалсан (Батбаяр, 1970) бөгөөд үүнээс хойш бусад судлаачдын (Ногина & Евстифеев, 1977; Евстифеев, 1984; Якунин, 1986; Ногина, 1989) бүтээлд энэ хөрсний тухай багагүй тусгагджээ (Доржготов, 2003). Манай орны цөлийн хөрсний ялзмагийн агууламж 0.2-0.5% орчим байх ба түүний хэмжээ В давхаргад арай илүү байна. Хөрсөн дэх ялзмагийн бодисын нөөцийг бодож үзэхэд 0-20 см үед 5-6 т га-1 орчим байна (Доржготов, 2003). Алтайн өвөр хэсэгт хийгдсэн (Lebedeva et al, 2006) судалгаагаар 0-2 см дахь хөрсний органик нүүрстөрөгч 0.32 % байсан байна.

Нуга, намгийн бүлгийн хөрсийг Хүлэрлэг ба Бараан гэсэн 2 хэв шинжид хуваах ба Хүлэрлэг хөрсний органикийн агууламж 20%-иас их, хүлэрлэг органик давхаргатай, чулууны агууламж 40%-иас бага, 1 метр хүртэл хад чулуугүй байдаг бол Бараан хөрс 40 см-аас зузаан ялзмагт давхаргатай, карбонат хуримтлалгүй, 40%-иас бага чулуутай, 1 метр хүртэл хад асгагүй, сууриар ханасан зэрэг 50%-иас бага байдаг гэх үндсэн шинж чанаруудтай (Батхишиг, 2016).

Монгол орны Хүлэрлэг хөрс 27200 км² талбайг буюу нийт нутаг дэвсгэрийн 1.74%-г (Minayeva, 2005) хамардаг байсан. Joosten (2010) болон Bonn et al (2016) нарын судалгаагаар Монгол орны хүлэрлэг хөрснөөс ялгарч буй CO₂-н агууламж дэлхийн бусад улстай харьцуулахад дээгүүрт орсон (Joosten, 2010), (Bonn, 2016). 2017 онд хийгдсэн судалгаагаар Хүлэрлэг хөрсийг нарийвчлан судлан тархалтыг зурагласан ба энэ судалгааны үр дүнгээр Minayeva et al (2005) тогтоосноор 27000 км² байсан Хүлэрлэг хөрсний талбайн хэмжээ 2 дахин буурсан (ADB, 2017) үр дүн гарчээ.

Монгол оронд Хөвсгөл орчмын хөрс нэлээд сайн судлагдсан ба тухайн орчмын чийгт гарлын хөрсийг Нугын, Нуга-намгийн, Намгийн гэж ангилан авч үзэхэд органикийн агууламж нугын хөрсөнд 8-20%, нуга намгийн хөрсөнд 20-30%, намгийн хөрсөнд 40-80% тус тус байжээ (Отгонтуяа, 2010). Мөн Murray et al (2004) Хөвсгөл нуурын биологийн олон янз байдлын багасалт, цэвдгийн судалгаандаа Хөвсгөл нуурын өмнөд хэсэгт байрлах Борсог хөндийн Хүлэрлэг хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж (16.33-32.08%)-ыг Далбаа хөндийнхтэй (2.34-9.58%) харьцуулсан үр дүнг гаргасан байна (Murray, 2004).

Одоогоор Монгол оронд олж тогтоогдоод байгаа хамгийн зузаан хүлэр нь Сэлэнгэ аймгийн Хүдэр суманд байх ба 100 см хүртэл органик бодисын агууламж 60.7-74.4%-тай ба хүлэрлэг газрыг эртий газарзүйн талаас нь судалж 0-2800 жилийн насжилттайг (Fukumoto et al., 2014) тогтоосон байна.

Голын татмын хөрс нь өмнө нь харьцангуй сайн судлагдсан хөрс юм. Анх 1910-аад оны үед Оросын эрдэмтэн Л.И.Прасолов Бороо, Хараа голын хөндийн хөрсний судалгаа хийж өөрийн бүтээлдээ хэвлүүлж байжээ. 1958-1959 онд оросын хөрс судлаач эрдэмтэд Е.И.Панкова, В.И.Гусенков нар Зүүн Монголын хөрсний ус-физик

шинжийн судалгааны ажлыг явуулсан бөгөөд Хэрлэн гол орчмын хөрс хамрагджээ. 1976-1977 онд Ш.Доржсүрэн, О.Бэхтөр, В.А.Соловьёв, А.И.Кадочников нарын Монгол, Орос хөрс судлаачид Халх голын сав нутгийн хөрсний судалгаа, 1979 онд О.С.Лыков, М.А.Корзун нар Сэлэнгийн сав газрын хөндийн хөрсний судалгаа, 1980 онд Д.Батбаяр, З.Санжмятав нар Хангал голын сав нутгийн зарим хөрсний ус нэвтрүүлэх чанарын судалгаа хийж байжээ. 1995 онд Оросын эрдэмтэн Л.Л.Убугунова “Сэлэнгийн сав газрын Аллювийн хөрсний агрохимийн үндэс” сэдвээр докторын зэрэг хамгаалсан ба судалгаандаа Аллювийн хөрсний өнгөн хэсгийн 0-20 см үе дэх ялзмагийн нөөц $160-170 \text{ т га}^{-1}$, 0-50 см зузаан үед $270-325 \text{ т га}^{-1}$ гэж тооцжээ.

1999 онд О.Батхишиг Туул голын хөндийн хөрсний геохимийн онцлог (Батхишиг, 1999), 2002 онд О.Батхишиг, Н.Нямсамбуу, О.Мөнхбат нар Онон голын хөндийн хөрсний судалгаагаар голын хөндийн хөрсний онцлогийн талаар судалсан бол, 2009 онд Д.Даваадорж Туул болон Сэлбэ голын хөндийн татмын хөрсний чийгийн горимын судалгаагаар магистрын зэрэг хамгаалсан. 2012 онд О.Батхишиг, Ц.Болормаа, Г.Бямбаа, Д.Ихбаяр нар Буянт голын ай савын хөрсөн бүрхэвчийн судалгаа тус тус хийжээ. 2017 онд С.Баянбилэг, А.Саулегуль нар Хараа голын эрэг орчмын хөрсний судалгаагаар тус сав газарт ялзмагийн агууламж 0-12.7% хооронд хэлбэлзэх ба дунджаар 3% байна гэжээ. 2017 онд О.Батхишиг Туул голын Аллювийн хөрсний шинж чанарын өөрчлөлтийн 30 жилийн (1987, 2017) харьцуулсан судалгааг хийсэн бөгөөд 1987 онд Аллювийн хөрсний органикийн агууламж дунджаар 4.2% байсан бол 2017 оны байдлаар дунджаар 3.1% болж, 18.7% багассан гэж дүгнэсэн байна (Батхишиг, 2018).

Давстай хөрсийг манай оронд тусгайлан анхаарч нарийн судалсан нь ховор байдаг. Харин говийн баян бүрдийн давстай хөрсийг Эхийн голын баян бүрдээр төлөөлүүлэн судалсан байдаг. Монгол орны бүх нутгийг хамарсан хөрсний судалгааг анх Н.Д.Беспалов (1951) гүйцэтгэж, говь цөлийн хөрсийг 2 хэв шинж, 5 дэд хэв шинжид хувааж анх удаа давстай хөрсний химизмын талаар мэдээ материалыг гаргажээ. 1971-1978 онд Ю.Г.Евстифеев, Е.И.Панкова нар Орос Монголын биологийн хамтарсан экспедицэд ажиллан Монгол орны говийн бүсийн давстай хөрсийг судлахад олон жилийн судалгаагаа зориулсан.

Е.И.Панкова (1980) Монгол орны 1:6000000-ны масштабтай хөрсний давсжилтын зургийг зохиосон нь манай орны давстай хөрсний гарал үүсэл, ангилал, тархалтын талаар тодорхойлсон анхны дорвитой бүтээлийн тоонд ордог. Эхийн голын баян бүрдийн хөрсөн бүрхэвчийн 1:10000 -ны масштабтай зургийг анх удаа Е.И.Панкова, Ж.Мандахбаяр (1977-1978) нар зохиосон нь баян бүрдийн давстай хөрсний тархалт, морфологи болон химизмийн талаар дэлгэрэнгүй тодорхойлолтыг гаргасан. Монгол оронд тархсан давсархаг хөрсний холбогдолтой багагүй материал

бий бөгөөд Монгол Алтайн уулс, Их нууруудын хотгор, Алтайн өвөр говь, Шаргын хотгорын хөрсөн бүрхэвч давсжилтын талаар Н.Д.Беспалов, Н.А.Ногин, Ю.Г.Евстифеев, Л.П.Рубцова, Д.Доржготов, Д.Батбаяр, О.Батхишиг нарын олон эрдэмтэд судалгаа шинжилгээний ажил хийсэн байдаг (Доржготов, 2003).

“Монгол орны хөрс” номд Д.Доржготов 60 гаруй зүсэлтийн дүнг үндэслэн давсархаг хөрс буюу хужир, мараа хөрсийг уугуул хэлбэрийн хужир хөрс, чийгт хэлбэрийн хужир хөрс, уугуул хэлбэрийн мараа хөрс, чийгт хэлбэрийн мараа хөрс гэсэн 4 хэв шинж болгон ангилж чийгт хэлбэрийн глейт хужир хөрс ялзмагийн агууламж багатай 0.4-0.8 %, чийгт хэлбэрийн глейрхэг хужир хөрс 0.9-2.2 %, уугуул хэлбэрийн мараа хөрсний өнгөн хэсэг дэх ялзмагийн агууламж тухайн бүсийн нийтлэг хэв шинжийн хөрснийхтэй адил буюу цайвар хүрэн хөрсний бүсэд 1%, цайвар бор хөрсний бүсэд 0.5 %, цөлийн бор саарал хөрсний бүсэд 0.3 %, чийгт хэлбэрийн мараа хөрсний дээд давхарга дахь ялзмагийн хэмжээ хээрийн бүсэд 1-3 %, заримдаг цөлийн бүсэд 0.4-1% болохыг тогтоожээ (Доржготов, 2003).

Хөрсний давсжилтын задлан шинжилгээний тоо баримтад үндэслэн О.Батхишиг Шаргын хотгорын давсжилт (2002) эрдэм шинжилгээний өгүүлэл бичиж түүндээ Монгол Алтайн уулс дунд орших Шаргын хотгорын хөрс нь маш их давсжилттай боловч содын давсжилт байхгүй, Шаргын хотгорын цайвар хүрэн хөрсний дээд давхаргад ялзмагийн агууламж 2.2 %, цөлөрхөг хээрийн бор хөрсөнд 1.51-1.70 %, хээржүү цөлийн цайвар бор хөрсөнд 0.32-0.62 %, цөлийн гөлтгөнөт бор саарал хөрсөнд 0.58 %, Аллювын нугын хужирлаг хөрсөнд ялзмагийн агууламж өндөр 5.66-7.69 % тус тус байгааг тогтоожээ (Батхишиг, 2002).

Ж.Мандахбаяр (2004) Эхийн голын баян бүрдийн хөрсний давсжилт нэгэн сэдэвт бүтээлдээ Алтайн Өвөр говийн Эхийн голын баян бүрдэд хөрсний давсжилт 2-3 дахин нэмэгдэж хужирлаг нугын бараан болон хужирлаг нугат намгийн хөрсний өнгөн хэсэгт хүчтэй давсжих голомт үүсэж үүний улмаас хөрсөн дэх ялзмагийн хэмжээ 40-50% буурч ялзмагийн алдрал явагдсаныг тогтоожээ (Мандахбаяр, 2004).

Хөрсний гадаргаас ялгарах нүүрсхүчлийн хийн судалгааг Ш.Анармаа Хөвсгөл орчмын ой, нуга, хээрийн хөрсөн дээр гүйцэтгэж, хээрийн хөрсөнд хур тунадасны нөлөө илүү байхад ойн хөрсөнд дулаарал илүү нөлөөтэй байгааг тогтоосон байна (Sharkhuu et al, 2013). А.Саруулзаяа нар Монгол орны цэвдэгтэй газрын хүлэмжийн хийн ялгарлыг газар дээрх судалгаа болон GOSAT хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан харьцуулан судалж хөрсний гадарга орчмын хүлэмжийн хийн ялгарал ихсэж байгааг тогтоосон бөгөөд уур амьсгалын дулаарал, цэвдгийн гэсэлт гол нөлөө үзүүлж байна гэж дүгнэсэн байна (Saruulzaya et al., 2021).

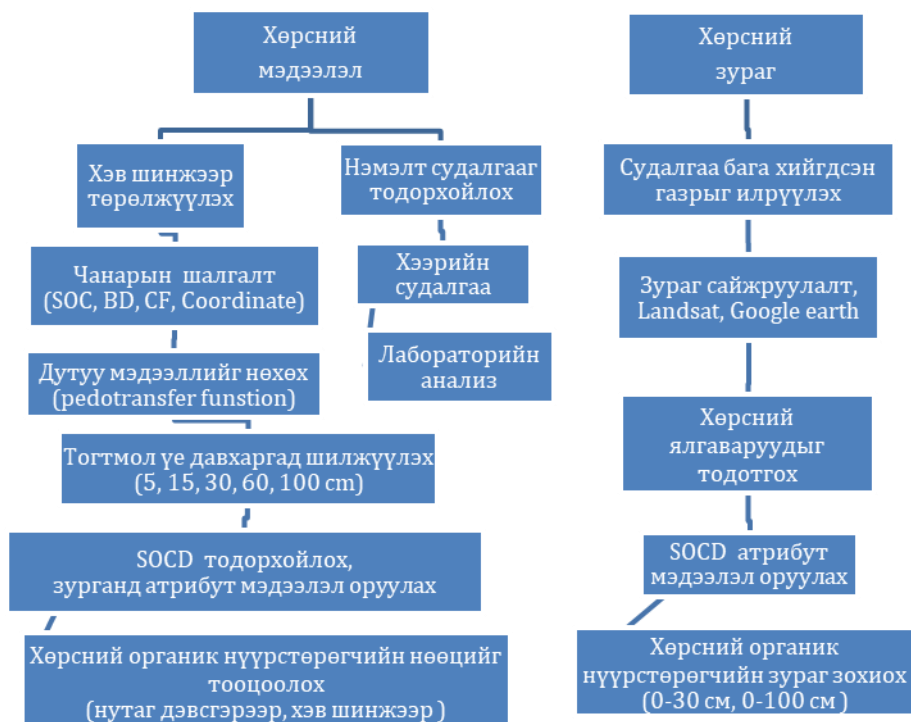
1.2. Судалгааны аргазүй

Хөрс нь органик нүүрстөрөгчийн томоохон эх үүсвэр нөөц болох бөгөөд уур амьсгал, газрын бүрхэвчийн өөрчлөлтөд чухал нөлөөтэй (Jobbagy & Jackson, 2000). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийг тодорхойлох судалгааны ажлууд сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй хийгдэж, судалгааны онол арга зүй хөгжиж, тооцооны нарийвчлал улам бүр сайжирч байна. Гэхдээ ХОНН-ийн нөөцийг зөв тодорхойлоход эзлэхүүн жин, чулууны агууламжийн мэдээлэл дутмаг байдал байсаар байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгаа нь тухайн хэвшинж, төрлийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тодорхойлох болон хөрсний зураглалын судалгаа гэсэн үндсэн хоёр хэсэгт хувааж болно. Эдгээр судалгааны хоёр хэсэг нь дотроо маш олон тооны үе шат арга зүй, аргачлалуудаас бүрдэнэ. Зөвхөн хөрсний хээрийн судалгаа, дээж авалт, лабораторийн анализын арга зүйнүүд гэхэд л олон арав болох бөгөөд хөрсний зураглалын судалгаа нь томоохон бие даасан судалгааны чиглэл гэж хэлж болно.

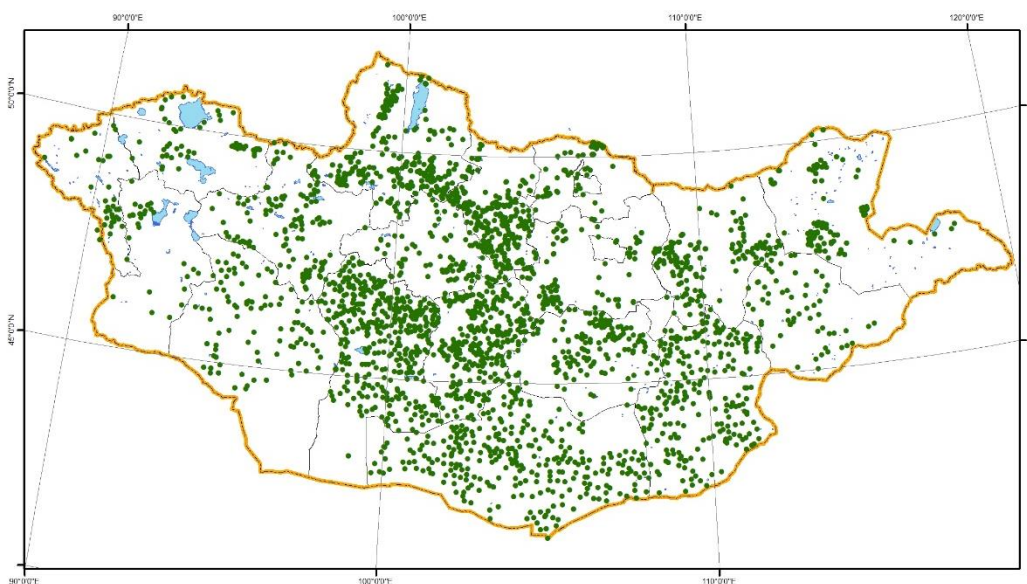
2006 онд Уур амьсгалын өөрчлөлтийг судлах Олон улсын хороо (IPCC-International Panel on Climate Change) хүлэмжийн хийн тооллого явуулах нэгдсэн арга зүйн зарчмыг боловсруулж гаргасан бөгөөд энэ арга зүйн дотор ХОНН-ийг тодорхойлоход Profile-based арга зүйн ерөнхий зарчим, аргачлалыг ашиглан тооцоолно гэж заасан байдаг (IPCC, 2006) бөгөөд бид судалгаандаа энэ арга зүйн зарчмыг удирдлага болгосон. НҮБ-ийн Уур амьсгалын өөрчлөлтийн асуудлаарх Олон улсын хороо (IPCC) нь уур амьсгалын өөрчлөлтийн тухай шинжлэх ухааны үндэслэл, цаашид авах арга хэмжээний асуудлаарх тодорхой шийдвэр болон дэлхийн эрдэмтдийн судалгааны ажлын үр дүнг нэгтгэн, 4 удаагийн нэгдсэн тайланг 1990, 1995, 2001, 2006 онуудад гаргасан байдаг. IPCC-ээс гаргасан “Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” тайланд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц тооцох аргазүйг тодорхой заасан байдаг (IPCC, 2006).

Улс орны нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд ХОНН-ийг тодорхойлох ажил нь үндсэн хоёр хэсгээс бүрдэнэ. 1) Хөрсний мэдээлэл боловсруулах, 2) Хөрсний зураг ашиглан ХОНН-ийг тооцох (Зураг 1.1). Хөрсний анхдагч мэдээллүүдийг нэгтгэн дүгнэх, хөрсний хэвшинж төрлөөр нь ангилах, нэмэлт судалгаа хийх шаардлагатай газруудыг тодотгох зэрэг ажлууд нь ихээхэн цаг хугацаа шаардсан судалгааны үндсэн суурь хэсэг болно. Урьд өмнөх хөрсний зүсэлтийн мэдээллүүд нь ихэвчлэн судалгаа хийсэн цэгийн координат байхгүй, ХОНН тооцоход зайлшгүй шаардлагатай эзлэхүүн жин, чулууны агууламжийн мэдээлэл дутмаг байдаг учраас шууд ашиглахад хүндрэлтэй.



Зураг 1.1. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгааны ажлын үе шатууд

Монгол орны хэмжээнд 1920-оод оноос хойш хийгдсэн хөрсний судалгааны 12,000 орчим зүсэлтийн мэдээллүүд байдаг бөгөөд эдгээрээс органикийн агууламж, чулуу, эзлэхүүн жин, зүсэлтийн байрлал, судалгаа хийсэн он зэрэг үзүүлэлтүүдийг ашиглах боломжтой нийт 3260 хөрсний зүсэлтийн 14500 ширхэг хөрсний дээжийн дүн материалд боловсруулалт хийсэн.



Зураг 1.2. Хөрсний зүсэлтийн цэгийн зураг

Эдгээрээс 1200 гаруй хөрсний зүсэлт нь бидний сүүлийн жилүүдэд хийсэн зүсэлтийн координатыг GPS ашиглан тодорхойлсон дүн мэдээ болно.

Ерөнхийдөө Баянхонгор, Өвөрхангай, Өмнөговь, Дорноговь зэрэг аймгуудын нутаг дэвсгэрийг бүхэлд нь хамарсан бол Хөвсгөл аймгийн дархадын хотгор болон өмнөд хэсэг мөн Булган аймгийн өмнөд хэсгээр нилээд их судалгаа хийгдэж байжээ. Бусад аймгуудын хувьд цэгийн тоо цөөхөн боловч жигд тархалттай судалгаа хийгдсэн байна. Дорнод аймгийн урд хэсэг, Говь-Алтай, Баянхонгор аймгийн урд хэсэг Говийн их дархан газар (Б), Хэнтийн нурууны тайга зэрэг газруудад хөрсний судалгааны материал хомс байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолох

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний 0-10см, 0-30см, 0-60см, 0-100 см гэх мэт олон үе давхаргуудад тооцдог боловч IPCC байгууллагын (IPCC, 2006) хүлэмжийн хийн тооллогын арга зүйн удирдамжид 0-30 см зузаан хөрсийг хөрсний үндсэн гол үе давхарга гэж үздэг.

Хөрсний органикийн нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцохож гаргахдаа зүсэлт тус бүрийн 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200 см гүн бүрд жигнэсэн дунджийг олох аргаар бодож дундажлан, тэдгээрийг хөрсний хэв шинж, төрөл тус бүрээр ангилан, дараах томъёог ашиглан тооцооллоо (Batjes, 1996).

$$SOC_{stock} = \sum_{i=1}^k OC_i \times BD_i \times D_i \times (1 - S_i) \quad (1)$$

SOC_{stock} – Хөрсний нийт органик нүүрстөрөгчийн нөөц ($t\ ga^{-1}$), *OC_i*–хөрсний органик нүүрстөрөгч (%), *BD_i* – эзлэхүүн жин (gp/cm^3), *D_i*– тухайн үе давхаргын зузаан (см), *D_i*–нөөц тооцох зузаан (см), *S_i*–хөрсний > 2 мм дээш хэмжээтэй чулууны агууламж.

2000 оноос өмнөх судалгаанд хөрсөн дэх элемент бодисын нөөцийг тогтооход чулууны агууламжийг тооцдоггүй дутагдалтай тал байсан. Энэ томъёоны давуу тал нь чулууны эзлэх хувийг органик нүүрстөрөгчийн нөөцөөс хасаж тооцдог явдал юм.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тодорхой гүнд тооцоолоход хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж, эзлэхүүн жин, чулууны агууламж, болон хөрсний үе давхаргын зузааны мэдээлэл шаардлагатай (Batjes, 1996).

Эзлэхүүн жин, чулууны агууламжийн мэдээлэл дутуу үед дараах хоёр арга замаар хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тооцсон:

- Эдгээр үзүүлэлт дутуу хөрсний зүсэлтийг дүн мэдээг хасах. Монгол орны нутагт 2000 оноос өмнө хийгдсэн хөрсний судалгааны дүн материалын дийлэнх нь хасагдсан.
- Педотрансфер функц ашиглан хөрсний бусад үзүүлэлтүүдээс дутуу байгаа үзүүлэлтүүдийг тооцоолж олох (IPCC, 2006).

IPCC-ын тайлангийн Хавсралт 2-т, хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тодорхойлогч статистикүүд нь тэг таамаглал (n_0) болон альтернатив таамаглал (n_1), хамгийн их (max) ба бага утга (min), дундаж (avg), стандарт хазайлт (SD), вариацийн коэффициент (CV), медиан (med), дундаж үнэмлэхүй хазайлт (mad) байна.

Хөрсний стандарт гүн

Хөрснөөс хэд хэдэн аргаар дээж авдаг ба тухайн судалгааны зорилгоос хамааран дээж авах гүн нь янз бүр байдаг. Их хэмжээний хөрсний зүсэлтийн дүн мэдээллийг боловсруулахад хөрсний үе давхаргын гүний хэмжээг нэгэн жигд үе тогтмол болгох шаардлагатай.

Монгол орны хэмжээнд хийгдсэн хөрсний судалгааны мэдээлэл дийлэнхдээ хөрсний генетик үе давхаргын зузаанд тулгуурласан байна. Олон улсын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгаанд 0 - 5, 5 - 15, 15 - 30, 30 - 60, 60 - 100 болон 100 - 200 см гүнүүдийг стандарт гүнээр ашигладаг (Arrouays et al., 2014; FAO & ITPS, 2020). Стандарт гүнийг ашиглаж хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолоход хялбар, хөрсний хэвшинж төрлөөр нь харьцуулах, органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг боловсруулах боломжтой зэрэг давуу талтай. Хүн болон байгалийн хүчин зүйлийн нөлөөнд хөрсний өнгөн хэсэг хялбар өртдөг учир хөрсний дээд хэсгийг харьцангуй ойр давтамжтай буюу 0-5, 5-15, 15-30 см гүнүүдэд хуваасан, харин 30 см-ээс дооших гүнд хөрсний үржил шимийн үзүүлэлтүүд бага, мөн хөрсний шинж чанар өөрчлөлт багатай, хурдас чулуулаг геологийн шинж давамгайлдаг учраас харьцангуй тойм хуваасан байна (Pasztor et al., 2020).

IPCC байгууллагын (IPCC, 2006) хүлэмжийн хийн тооллогын арга зүйн удирдамжид 0-30 см зузааныг хөрсний үндсэн гол үе давхарга гэж үздэг. Мөн 0-100 см гэсэн тогтмол үе давхаргад хөрсний элементүүдийн нөөц хэмжээг тооцдог.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгаа хийхэд дээж авсан үе давхаргын зузаан жигд биш учир олон тооны зүсэлтийн нүүрстөрөгчийн нөөцийн тооцоог нэгтгэх, харьцуулан дүгнэхэд хүндрэлтэй байдаг. Иймээс органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолохдоо янз бүрийн зүсэлтийн дүн мэдээллийг олон улсад түгээмэл ашиглагддаг (Arrouays et al., 2014) стандарт гүн (0-30см, 30-100 см) рүү жигнэсэн дунджийн арга ашиглан хөрвүүлсэн.

Педотрансфер функц

Хөрсний судалгааны үр дүнгийн өгөгдлийг ашиглан, тооцоолж, хөрсний зарим шинж чанарыг урьдчилан таамагладаг функцийг педотрансфер функц (pedotransfer PTF) гэнэ. Педотрансфер функц ашиглан хөрсний шинж чанаруудыг тооцоолж гаргах нь цаг хугацаа хэмнэсэн, үр дүнтэй арга юм (IPCC, 2006). Хээрийн судалгааны үед хөрсний эзлэхүүн жингийн дээж авагдахгүй орхигдох, тохиолдол гарах нь хөрсний нөөцийн тооцоон дээр хүндрэл учруулдаг. Хөрсний эзлэхүүн жин, хөрсний шинж чанаруудын хоорондын хамаарлыг шууд тайлбарлах боломжгүй ч, хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн, органикийн агууламжтай холбож тайлбарлаж болно (Canache, 1990).

Олон судлаачид хөрсний голлох шинж чанарын үзүүлэлтүүд дээр тулгуурлан педотрансфер функц ашиглан хөрсний эзлэхүүн жинг тооцоолон гаргасан судалгаа хийсэн байдаг. Хөрсний хими болон физик үзүүлэлтүүдээс эзлэхүүн жинг урьдчилан таамаглан олдог маш олон загваруудыг боловсруулсан байдаг (Adams, 1913; Alexander, 1980; Benites et al; 2007). Судлаачдын судалгааны үр дүнгээс харахад хөрсний эзлэхүүн жин нь органик нүүрстөрөгчийн агууламж, болон хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнээс хамаардаг (Tomasella & Hodnett, 1998) мөн хөрсний гүн болон хөрсний хэвшинж, газар ашиглалт, ургамалжилтаас хамаардаг (Manrique & Jones, 1991,) болохыг харуулсан байдаг.

Педотрансфер функц ашиглан хөрсний эзлэхүүн жинг тооцохдоо Монгол орны бүх хэвшинжийн хөрсөнд хэрэглэх боломжгүй юм.

Бид тухайн хөрсний хими, физик шинж чанарын онцлогоос хамаарч Adams (2), Tomasella, Hodnett (3) нарын гаргасан тэгшитгэлийг сонгон, хөрсний органикийн агууламж, ширхэгийн бүрэлдэхүүнээс эзлэхүүн жинг тооцоолон гаргасан. Tomasella, Hodnett нар Амазоны сав газрын хөрсний органик нүүрстөрөгч, элс, тоос, шаврын агууламж болон хөрсний бусад үзүүлэлтүүдтэй хөрсний эзлэхүүн жинг хамааруулж сайн тооцсон функц. Органикийн агууламж өндөртэй ойн, хар шороон, хүлэрлэг, хүлрэнцэр хөрсөн дээр Tomasella, Hodnett нарын тэгшитгэлийг, бусад хөрсөн дээр Adams-ын тэгшитгэлийг ашигласан.

$$BD = \frac{100}{\frac{1.72 \times \%OC}{OBD} + \frac{100 - 1.72 \times \%OC}{MBD}} \quad (2)$$

BD- эзлэхүүн жин, *гр/см³*; *OC*- органик нүүрстөрөгчийн агууламж; *MBD*- Эрдсийн нягт, *OBD*- Органикийн нягт- органикийн агууламж нь 0-75% байх үед тохирох утга нь 0.223 *гр/см³* (Adams, 1973) ба бидний ашигласан үр дүнд 75%-с их органиктай дээж байгаагүй учир энэ тогтмолыг ашигласан.

Эрдсийн нягт MBD ихэвчлэн 1.33гр/см³ гэсэн тогтмолоор тооцдог ч хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн мэдэгдэж байгаа тохиолдолд Rawls, Brakensiek (1985) нарын эрдсийн нягтын хүснэгтийг ашиглан илүү нарийвчлалтай тоог ашигладаг.

Хүснэгт 1.1. Эрдсийн нягтын хүснэгт (Rawls and Brakensiek, 1985)

	%	Элс									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Шавар	10	1.4	1.2	1.25	1.27	1.4	1.52	1.58	1.69	1.65	1.53
	20	1.4	1.25	1.35	1.45	1.53	1.6	1.67	1.72		
	30	1.4	1.3	1.4	1.5	1.57	1.63	1.68			
	40	1.4	1.35	1.44	1.55	1.61	1.68				
	50	1.4	1.35	1.44	1.53	1.62					

$$P_b = 1.578 - 0.058 * OC - 0.006 * silt - 0.004 * clay \quad (3)$$

OC-органик нүүрстөрөгчийн агууламж, silt-моосны агууламж, clay-шаврын агууламж

Эзлэхүүн жин

Байгальд нийцээрээ байгаа нэгж эзлэхүүн дэх хөрсний жинг эзлэхүүн жин гэнэ. Чулуу болон органикийн агууламжаас хөрсний эзлэхүүн жин шууд хамаардаг. Органикийн агууламж харьцангуй өндөр хөрсний дээд үе давхаргад хөрсний эзлэхүүн жин 0.8-1.2 гр/см³, эрдэс чулуулаг ихтэй хөрсний доод үе давхаргуудад 1.4-1.6 гр/см³ хооронд хэлбэлздэг (Vasiliniuc & Patrice, 2015).

Манай улсад 2000 оноос өмнөх хөрсний ихэнх судалгааны тайлан, материалуудад эзлэхүүн жингийн үр дүн огт байхгүй байсан тул хөрсний бусад шинж чанарын утгыг ашиглан Adams (1973) болон Tomasella, Hodnett (1988) нарын гаргасан педотрансфер функц ашиглан тооцсон, харин 2000 оноос хойших хөрсний судалгааны эзлэхүүн жинг цилиндрийн аргаар (core method, ISO 11272) тодорхойлсон.

Цилиндрийн арга: Хээрийн нөхцөлд зориулалтын төмөр цилиндрийн тусламжтайгаар хөрсний бүтцийг алдагдуулахгүйгээр авна. Лабораторид 105⁰C-д 6 цаг хатааж, доорх томъёогоор тооцсон.

$$BD = \frac{P}{V} \quad V = \pi r^2 h \quad (4)$$

BD-эзлэхүүн жин гр/см³, P-хөрсний хуурай жин, гр, V-цилиндрийн эзлэхүүн, см³, π- 3,14 тогтмол тоо, r- цилиндрийн радиус, см, h- цилиндрийн өндөр, см

Чулуу

Монгол орны хөрсний онцлог бол чулууны агууламж ихтэй байдаг. 2000 оноос өмнө хийгдсэн хөрсний судалгаа, тайлангийн зүсэлтийн морфологи бичиглэлээс чулууны агууламжийг тооцож гаргасан бол, үүнээс хойш хээрийн судалгаагаар авагдсан хөрсний чулууг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлсон дүнгүүд ашигласан.

Хөрсний чулууны агууламжийг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлохдоо хөрсний чулууг (>2 мм) шигшүүрээр шигшин жингийн аргаар тооцсон (Eriksson & Holmgren, 1996).

$$cf(\text{weight}\%) = \frac{\text{soil fraction} > 2 \text{ mm}}{\text{weight of the total oven dry soil}} \times 100 \quad (5)$$

cf(weight%)-чулууны агууламж %, *soil fraction >2mm*-чулуу гр, *weight of the total oven dry soil*-хөрсний жин гр.

Хөрсний чулууны агууламжийг жингийн аргаар тооцсоны дараа эзлэхүүнээр илэрхийлэхдээ дараах томъёог ашиглана.

$$cf(\text{vol}\%) = \frac{BD_s}{BD_{ef}} \times cf(\text{weight}\%) \quad (6)$$

Cf (vol %)-хөрсний чулууг эзлэхүүний аргаар үзсэн хэмжээ %, *BD_s* -хөрсний эзлэхүүн жинг кг/м³, *BD_{ef}* – Чулууны эзлэхүүн жинг ойролцоогоор 2650 кг/м³, *Cf (weight %)*-хөрсний чулууг жингийн аргаар үзсэн хэмжээ %.

Нийт хөрсний зүсэлтийн мэдээний 60% орчимд нь хөрсний зүсэлтийн морфологи бичиглэлээс чулууны агууламжийг тооцоолж гаргасан бол 40% орчимд нь лабораторид тооцсон чулууны агууламжийн дүнг ашиглан, хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц тооцсон.

Статистик аргазүй

Хөрсний лабораторийн үр дүн болон хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн тооцооллын эцсийн үр дүн боловсруулалтыг SPSS 23, SAS 9.4, RStudio, Microsoft office программ ашиглаж ерөнхий статистик, вариацийн шинжилгээ (ANOVA) болон олон хүчин зүйлийн регресс, фактор анализ, гол компонентийн шинжилгээ (PCA), ковариацийн шинжилгээ (ANCOVA) зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон.

Ерөнхий статистик дундаж (mean), хамгийн их (max), хамгийн бага (min), стандарт хазайлт (standard division), вариацийн коэффициент (CV) зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон.

Дундаж хэмжигдэхүүн нь нэг төрлийн үзүүлэлтийн дундаж түвшинг илэрхийлэх, дундажаас хэлбэлзэх хэлбэлзэлийг тодорхойлдог. Судалгаанд энгийн ба жигнэсэн дундаж гэсэн хоёр өөр аргыг ашигласан. Ерөнхий статистикийн үзүүлэлтэнд

энгийн дундаж аргыг ашигласан бол хөрсний органик бодис, чулуу, эзлэхүүн жин, органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц зэрэг үзүүлэлтүүдийг (0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200) тогтмол гүнүүдэд шилжүүлэхийн тулд жигнэсэн дунджийн аргыг ашигласан.

Хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлтийн нөлөөллийг тогтооход олон хүчин зүйлийн регресс, фактор анализ, гол компонентийн шинжилгээ (PCA)-ний аргуудыг SPSS 23 программ ашиглаж тодорхойлов.

Хамаарах үзүүлэлтүүдийн утгаас үл хамаарах үзүүлэлтийн нөхцөлт дундаж утга хэрхэн хамаарч байгааг олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээгээр илэрхийлнэ (Calvin, 2011; МУҮСГ, 2007). Олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээг томъёолбол:

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+\dots+b_kX_k \quad (7)$$

b_0 - constant буюу сул гишүүн, X_k - хувьсагч утгууд, b_k - beta буюу өнцгийн коэффициент.

Фактор анализаар олон нөлөөлөгч үзүүлэлтүүдийг ганц дүгнэгч (score) утгаар жинлэж илэрхийлэх боломжтой. Энэ арга нь гол компонентын арга, фактор судалгааны арга гэсэн 2 гол чиглэлд хэрэглэгдэнэ. Энэ аргын тусламжтайгаар аль үзүүлэлт илүү их оноотой буюу хамаарал ихтэй байгааг тооцох боломжтой. Тус аргазүйн дагуу хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн бууралтад ямар үзүүлэлтүүд илүү сөргөөр нөлөөлж байгааг тодорхойлсон.

Вариацийн шинжилгээ (ANOVA) нь судалгааны үр дүнгүүд хоорондоо ялгаатай эсэхийг тодорхойлдог. Тэхдээ яг аль дүн нь бусдаас өөр байгааг тодорхойлдоггүй. Харин ANOVA Duncan's multiple range test нь үр дүнгийн дундаж утгыг эрэмбээр нь жагсааж аль үр дүн өндөр (эсвэл бага) ойролцоо байгааг харуулдаг байна (SAS Institute Inc, 2013). Байгалийн бүсүүдийн хэмжээнд өндөржилтээс хамаарч нүүрстөрөгч агууламжид өөрчлөлт байгааг ковариацийн шинжилгээ (ANCOVA) ашиглан тооцоолсон. Коварианцын шинжилгээ (ANOVA-ийн өргөтгөсөн хэлбэр бөгөөд регрессийн шинжилгээ болон ANOVA-ийн хоршил.) нь вариацийн шинжилгээтэй төстэй статистикийн арга бөгөөд судалгааны үр дүнг илүү нарийвчлалтай боловсруулах зорилгоор шугаман регресс (Regression)-ийн шинжилгээг R studio 351 хувилбар ашиглаж боловсруулсан (RStudio Team, 2016).

1.3. Лабораторийн судалгааны арга зүй

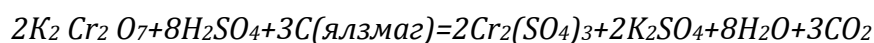
Хөрсний дээжийг хатаах, шигшиж (2мм), задлан шинжилгээнд бэлтгэх, хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн, урвалын орчин, цахилгаан дамжуулах чанар буюу давшилт, органик нүүрстөрөгч зэрэг хими, физикийн шинжилгээг Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрсний лабораторид тодорхойлсон (Хүснэгт 1.2).

Хүснэгт 1.2. Хөрсний шинжилгээний арга, стандарт, багаж хэрэгсэл

Үзүүлэлтүүд	Аргазүй	Баримтлах стандарт	Хэмжих багаж хэрэгсэл
Хөрсний дээж хатаах	Агаарын хуурай нөхцөл Хатаах шүүгээ	ISO 11464:2006 Soil quality - Pretreatment of samples for physic-chemical analysis	VWR хатаах шүүгээ
Хөрсний дээж шигших	Шигшүүрийн арга Автомат болон гар аргаар-2 мм		Retsch sieve machine
Механик бүрэлдэхүүн (элс 2-0.05 мм, тоос 0.05-0.002 мм, шавар < 0.002 мм)	Гидрометрийн арга	ISO 11277:2009 Soil quality - Determination of particle size distribution in mineral soil material	Гидрометр
Урвалын орчин	хөрс :ус (1 : 2.5), рН метр	Хөрсний чанар. рН-ыг тодорхойлох MNS ISO 10390 : 2001	Orion 5 star Thermo scientific
Карбонат	Эзэлхүүний арга	Хөрсний агрохимийн үзүүлэлтийг тодорхойлох арга. MNS 3310 : 1991	Кальциметр
Цахилгаан дамжуулах чанар	хөрс : ус (1 : 2.5) EC meter	Conductivity meter method	Orion 5 star Thermo scientific
Органик нүүрстөрөгч	Бихроматын исэлдэлтийн арга	Тюрины арга Хөрсний агрохимийн үзүүлэлтийг тодорхойлох арга. MNS 3310 : 1991	Дижитал брютка

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тодорхойлох Тюрины арга (Walkley Black)

Хөрсний үржил шим, агрохимийн гол үзүүлэлт болох органик нүүрстөрөгч буюу ялзмагийг голчлон И. В. Тюрины аргаар тодорхойлох бөгөөд үндсэн зарчим нь хөрсний органик бодисын нүүрстөрөгчийг бихроматаар исэлдүүдэхэд оршино. Энэ нь олон улсад хэрэглэдэг Walkley Black аргатай зарчмын хувьд адилхан. Хөрсний ялзмагыг исэлдүүлэхэд дараах урвал явагдана.



Калийн бихроматын илүүдлийг Морийн давсны уусмалаар титрлэхэд дараах урвал явагдана.



Шинжилгээг хийхдээ Хуурай 100мл-н колбонд дээж (аналитик жин дээр ялзмаг хэдий их бол төдийчинээ бага дээж буюу ойролцоогоор >10 (ялзмагын агуулга – 0.1г, 10 – 5% - 0.2г 5 – 1% - 0.3г, 1 – 0.5% - 0.4г, < 0.5% - 0.5г) жигнэн авч хийн дээр нь 10 мл 0.4н $K_2Cr_2O_7$ 1:1 H_2SO_4 -н уусмал болгоомжтой хийнэ. Колбоны аман дээр жижигхэн юүлүүр тавин асбестан тор тавьсан плиткан дээр буцалгана. Эхний цэврүү үүсч эхлэнгүүт элсэн цагаа эргүүлж 5 минут зөөлөн гал дээр буцалгана. 5 минутаас илүү буцалгаж болохгүй шинжилгээний дүн буруу гарах буюу мөн хүчтэй буцалгавал хүхрийн хүчлийн концентраци нэмэгдэж хромын хүчил задрахад хүрнэ. Шатаасныхаа дараа нэрмэл усаар жижиг юүлүүрээ сайтар угаагаад хөргөнө. Ойролцоогоор 10-20 мл нэрмэл усаар угаана. Хөрсөн уусмал дээрээ 4 дусал 0.2% ФАК (фенилантранилын хүчил) хийн 0.2н Морийн давсны уусмалаар титрлэнэ. Титрлэлтийн төгсгөлд калийн бихроматын үлдэгдлийг титрлэхэд зарцуулагдсан Морийн давсны хэмжээг (мл-г) тэмдэглэн авна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг дараах томъёогоор олно.

$$C, \% = \frac{(V1 - V2) * M * 0.003 * 100 * f * mcf}{w} \quad (8)$$

C-органик нүүрстөрөгч (%), V1-хоосон тодорхойлолтонд зарцуулсан (мл), V2-дээж тодорхойлоход зарцуулсан (мл), M-титрлэхэд зарцуулсан $(NH_4)_2 Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ уусмалын концентраци, f- засварын фактор, 1.3, mcf- хөрсний чийгийн фактор, w- хөрсний жин, мг

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тодорхойлох шатаалтын алдагдлын арга

Органик нүүрстөрөгч нь 360° -т шатаах зууханд 2 цаг шатаахад нүүрсхүчлийн хий болж бүрэн исэлддэг. Энэ урвалаас үүссэн жингийн алдагдал буюу шатаахын өмнөх ба дараах дээжний жинг хэмжихэд хялбар байдаг. Шатаахад гарах алдагдлын аргыг хөрсний нийт нүүрстөрөгчийн хэмжээг тооцоолоход өргөнөөр ашигладаг.

Шинжилгээ хийх: Урьдчилан бэлтгэсэн 2 мм-ээр шигшсэн агаарын хуурай хөрснөөс 5-10 гр-ийг жинлэн авч жинг нь тогтмолжуулсан шаазан тигельд хийж $105^\circ C$ -т 6 цаг хатаана. Хөргөөд аналитик жин дээр жигнэж жинг тэмдэглэж аваад $360^\circ C$ -т 2 цаг шатаана. Хөргөөд мөн аналитик жин дээр жигнэнэ. Шинжилгээний үр дүнг тооцохдоо дараах томъёог ашиглана.

$$\text{ШГА, \%} = \frac{(M1 - M2) * 100}{(M1 - M_c)} \quad (9)$$

M1- Шатаахын өмнөх хөрстэй тигелийн жин гр, M2- Шатаасаны дараах хөрстэй тигелийн жин гр, M_c- тигелийн жин, гр

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тодорхойлох спектрофотометрийн арга

Энэ арга нь органик нүүрстөрөгчийн хэмжээг 600 нм долгионы уртад өнгөт нэгдлийн гэрлийн нягтыг үүссэн хромын ионы (Cr^{3+}) хэмжээнээс тооцно. Урьдчилан бэлтгэсэн 2 мм-ээр шигшсэн агаарын хуурай хөрснөөс 0.5 гр-ийг

жинлэн авч 50мл-ийн хэмжээст колбонд хийж калийн бихроматын 10%-ийн уусмал 2 мл-ийг хийж холино. Дараа нь концентрацитай хүхрийн хүчлээс 5 мл-ийг хийж 30 минут тавьж хөргөнө. Дээр нь нэрмэл уснаас 20 мл-ийг нэмж холиод нэг хонуулна. Спектрофотометр дээр сорьцыг хэмжихийн өмнө хөдөлгөж болохгүй. Бэлтгэсэн сорьцын гэрлийн нягтыг 600 нм долгионы уртад хэмжинэ. Хоосон уусмалыг хөрсгүй нэрмэл усанд тодорхойлно. Жиших муруй байгуулах. 50 мл-ийн 9 ширхэг хэмжээст колбонд стандарт уусмалыг бэлтгэнэ. Үүний тулд колбо бүрт сахарозын 4 мг С/мл сахарозын стандарт уусмалаас 0.00, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4 мл авч, нэрмэл усаар 20 мл хүртэл шингэлнэ. Энэ уусмал нь 20 мл уусмалд 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.5, 1.75, 2.00 мг С/мл агуулна. Энэхүү шингэлсэн уусмал дээр бихромат калийн уусмалаас 2 мл, хүхрийн хүчлийн концентрацитай уусмалаас 5 мл-ийг нэмж 24 цаг тавиад гэрлийн нягтыг 600 нм долгионы уртад хэмжинэ. Стандарт муруйн корреляцийн коэффициент 0.9990 тэнцүү буюу их байвал дүн шинжилгээг үргэлжлүүлнэ. Жиших муруйг стандарт бүлэг уусмалын 3-5 удаагийн хэмжилтийн дунджаар байгуулна.

Хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг дараах томъёогоор олно.

$$C, \% = \frac{(a - b) * K * 100 * f * tcf}{w} \quad (10)$$

C-органик нүүрстөрөгч, %, a- сорьцын гэрлийн нягт, b- хоосон сорьцын гэрлийн нягт, K- жиших муруйгаас олсон коэффициент, f- засварын фактор, 1.3, tcf- хөрсний чийгийн фактор, w- хөрсний жин, мг

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тодорхойлох Dry Combustion арга

Аргын үндэслэл: Энэ арга нь хөрсний нийт нүүрстөрөгчийг (ТС) 950°C-д шатаан нүүрсхүчлийн хий болгон хэмжихэд оршино. Энэ нь уламжлалт аргуудаас хурдан хүний хөдөлмөр хөнгөвчилсөн давуу талтай бүтэн автомат арга юм. Давуу тал нь нарийвчлал сайтай загвараасаа хамаарч N, S зэрэг олон төрлийн элемент тодорхойлдог, сул тал нь их үнэтэй учраас дэлхий нийтээрээ ашиглаж чаддаггүй цөөн тооны лабораторид хэрэглэдэг.

Шинжилгээ хийдэг багаж нь хүчилтөрөгч болон Гели хийгээр ажилладаг. Багажны тохиргоонд 2-3 мг ВВОТ стандарт (6.51% N, 72.53% C, 6.09% H and 7.44% S) бодисыг ашигладаг. Шинжилгээнд хөрсний дээжнээс 10-15 мг хэмжиж авч хэрэглэнэ. Хөрсний дээж болон стандарт дээр ванадын пентоксид нэмэн 950 °C-д хөрсний төрлөөс хамаарч 12-15 минутанд шатаан хөрсний С тодорхойлно. Шинжилгээний үр дүнг г/кг нэгжээр илэрхийлнэ.

БҮЛЭГ - 2 МОНГОЛ ОРНЫ ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧ

2.1. Өндөр уулын хөрс

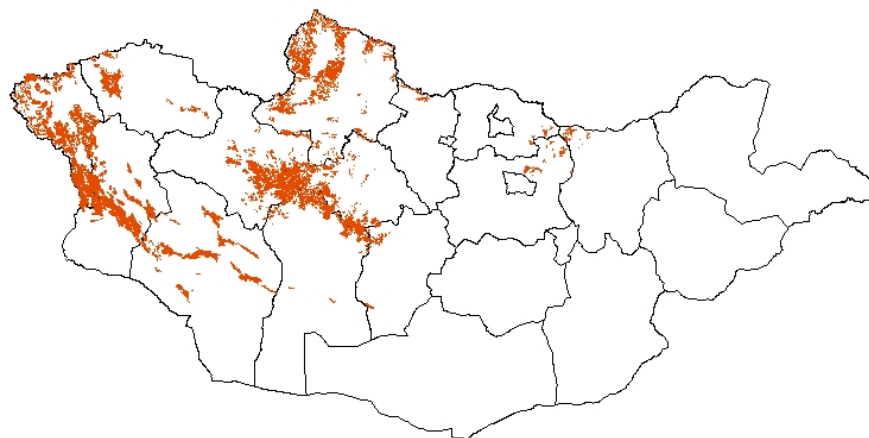
Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Өндөр уул, цармын хөрс нь ДТД 2000м-ээс дээших өндөрт, температур багатай, харьцангуй их тунадас унадаг, байнгын хүйтэн сэрүүн уур амьсгалтай, тундрын байгалийн төрх байдалтай өндөр уулын тагийн бүслүүрт, уулын нуга, хад асга, хаг хөвд, өвс сөөг тарлантсан уулсын орой, уулсын урд болон ар хажуугийн дээд хэсгээр тархана. Хангай, Хэнтий, Хөвсгөлийн уулс, Монгол-Алтайн нуруунд энэ хэвшинжийн хөрс тохиолдох ба Монгол орны нийт нутгийн 4.5 % орчим талбайд тархсан (Доржготов, 2003).

Уулын Хүлэрлэг хөрс нь Монгол орны уулархаг нутгийн хамгийн өндөрлөг хэсэг болох өндөр уулсын царамд буюу уулын таг тундрийн бүслүүрт хүйтэн, чийглэг уур амьсгал бүхий мөнх цэвдэгтэй дов сондуулт цармын бүсэд ус чийг илүү хуримтлагдах боломжтой тэгшивтэр болон хотос хонхордуу газраар тархдаг. Олон жилийн цэвдгийн нөлөөллөөс шалтгаалан хөрсөн дэх органикийн хуримтлал зузаан биш 0.5 метрээс хэтрэхгүй. *Уулын хүлэрлэг* хөрс Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 1.2 % орчим талбайд тархсан. Хангайн нуруунд 2600-2800м, Хөвсгөл, Хэнтийн уулст 2200 метрээс дээш өндөрт тархана.

Уулын бараан хөрс нь өндөр уулсын хавтгайдуу орой болон хажуугийн дээд хэсгээр уулын нугын бүсэд тогтворжих ба Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 3.2 % орчмыг эзлэн тархана. Энэ хөрс Хангайн нуруу болон түүний салбар уулст хамгийн түгээмэл тохиолдоно. Хангайн өмнөд хэсгээр 2600м, хойт хэсгээр 2200м, Хөвсгөл, Хэнтийд 2000м, Алтайн нуруунд 2800 метрээс дээших өндөрт тархах бөгөөд уулсын өмнөд хажууд уулын хээрийн хөрстэй хиллэн уулсын орой хүртэл, хойд хажууд ойн хилээс дээш уулсын орой хүртэл тархах ерөнхий зүй тогтолтой.

Уулын Бүдүүн ялмагт хөрс нь Өндөр уул, цармын хөрснүүд дундаа хамгийн дулааны хангамж сайтай, цэвдгийн нөлөөлд арай бага өртдөг хөрс юм. Энэ хэвшинжийн хөрс хүйтий хэлбэлзэл ихтэй хэдий ч харьцангуй наранд ээвэр дулаавтар хотос газар юмуу, тэгш төвгөрдүү газарт тогтворжино. Өндөр уулын Бүдүүн ялмагт хөрс нь Монгол Алтай болон Хангайн уулсын 2400-3000 метр хүртэлх өндөрт тархана (Золзаяа, 2020).

Уул нуруудын газарзүйн байрлал, өндөршил, тухайн уулархаг нутгийн төв хэсэгт байна уу, захад байрлаж байна уу гэдгээс хамааран уулын хөрсний тархалт, хэвшинжийн онцлог янз бүр, тэр ч байтугай нэг уулын ар, өвөр хажууд ч эрс тэс ялгаатай байна. Хангайн нуруу, Хэнтийн захын уулст уулсын ар хажууд ой тайгын хөрсний хилээс дээш, өвөр хажууд нь уулын хээрийн хөрсний дээд хэсгээс уулын орой хүртэлх уулын тундр болон уулын нугын бүслүүрт өндөр, уул цармын хөрс тархсан байдаг (Доржготов, 2003).



Зураг 2.1. Монгол орны Өндөр уул, цармын хөрсний тархалт

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Энэхүү судалгаагаар Монгол орны өндөр уул, цармын хөрсний чиглэлээр урьд өмнө хийгдсэн судалгааны үр дүнгүүд болон Хангайн зүүн хэсэгт явуулсан өөрсдийн судалгааны нийт 100 орчим зүсэлтийн лабораторийн шинжилгээний үр дүнг ашиглав. Эдгээр үр дүнг хөрсний зүсэлт тус бүрийн 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200 см гүнд жигнэсэн дунджийн аргаар дундажлан, 0-30, 0-60, 0-100, 0-200 см гүн дэх хөрсний органикийн нөөцийг зүсэлт тус бүр дээр гаргаж нэгтгэсэн болно.

Органикийн агууламж. Уулын Бараан хөрсний ялзмагийн агууламж өнгөн үе давхаргад 1.68 - 14.0 %-ийн хооронд хэлбэлзэх ба хамгийн их нь Хангайн төв болон зүүн хойд хэсгийн Уулын бараан хөрсөнд 14 %, харин Говь-Алтайн нурууны Зүүнсайхан уулын баруун урагш харсан хажуу дахь Уулын Бараан хөрсөнд хамгийн бага буюу 1.68 % ялзмагийн агууламжтай. Нийт зүсэлтүүдийн жигнэсэн дунджаар тооцоход Уулын Бараан хөрсний ялзмагийн агууламж 0-5 см гүнд 8.27 %, 0-30 см гүнд 6.16 % байна.

Чулууны агууламж. Өндөр уул, цармын хөрс нь маш их чулуурхаг, чулууны агууламж 0-20 см гүнд 5-20% байснаа 20-30 см орчмоос огцом ихсэж 70-80% болох нь түгээмэл тохиолдоно. Энэ нь тухайн хөрсний органикийн нөөцийг тооцоход томоохон нөлөө үзүүлэх бөгөөд, өндөр уул цармын хөрсөнд чулууны агууламжийг тооцолгүй органикийн нөөцийг тооцож гаргавал бодит байдлаас хэт зөрүүтэй үр дүн гарна.

Эзлэхүүн жин. Хөрсний эзлэхүүн жин нь ялзмагийн агууламжтай урвуу пропорциональ, чулууны агууламжтай шууд пропорциональ хамааралтай буюу хөрсний органикийн агууламж ихсэх тусам эзлэхүүн жин нь багасаж, эрдэс чулуулгийн хэмжээ ихсэх тусам эзлэхүүн жин ихсэх зүй тогтолтой. Өндөр уул, цармын бүлэг хөрснөөс хамгийн бага эзлэхүүн жинтэй нь Уулын Хүлэрлэг хөрсний өнгөн давхаргад 0.44-0.9 г/см³, 20 см гүнд 1 г/см³, 30 см-ээс доош 1.3 г/см³ байна. Уулын Бараан хөрсний эзлэхүүн жин ялзмаг хуримтлалын давхаргад 0.78-1.22

г/см³, эрдэс чулуулагт давхаргад 1.13-1.58 г/см³, Бүдүүн Ялзмагт хөрснийх ялзмагт давхаргад 0.88-1.2 г/см³, эрдэс чулуулагт давхаргад 1.21-1.5 г/см³ тус тус байна.

Уулын Бараан хөрс. Өндөр уул, цармын хөрснүүд дундаа Уулын Бараан хөрс хамгийн их тархалттай. Нийт 60 орчим зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр Монгол орны Уулын Бараан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 124.8 т га⁻¹ буюу ялзмагийн нөөц 215.1 т га⁻¹ байна. Хамгийн их үзүүлэлт Хангайн нурууны төв хэсэг, Эгийн даваа орчимд 255.8 т га⁻¹, хамгийн бага нь Завхан аймгийн Шилүүстэй сум орчимд 54.7 т га⁻¹, Зүүнсайхан ууланд 72.73 т га⁻¹ байна.

Хүснэгт 2.1. Уулын Бараан хөрсний органикийн нөөц (жигнэсэн дундаж)

Уулын Бараан хөрс	Гүн (см)			
	0-30	0-60	0-100	0-200
Органик С нөөц (т га ⁻¹)	95.7	119.5	124.6	124.8
Ялзмагийн нөөц (т га ⁻¹)	164.9	205.9	214.7	215.0

Олон улсын хэмжээнд 0-30 см гүн дэх хөрсийг Topsoil гэж нэрлэх ба хөрсний судалгаанд голлох чухал ач холбогдолтой гэж үздэг. Тус ялзмаг хуримтлалын давхаргын ялзмагийн агууламж, шим тэжээлийн макро, микро элементүүдийн агууламж, хими физикийн шинж чанар нь тухайн хөрсний онцлог, ангилал, нэршилд томоохон нөлөө үзүүлдэг. Монгол орны Уулын Бараан хөрсний 0-30 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц нь 472.4 Mt байна, харин 0-100 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь 622.7 Mt болно.

Уулын Хүлэрлэг хөрс. Нийт 30 орчим зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр Монгол орны Уулын Хүлэрлэг хөрсний органик С-ийн нөөц 191.1 т га⁻¹ буюу ялзмагийн нөөц 329.4 т га⁻¹, үүнээс хамгийн их үзүүлэлт Хорьдол Сарьдагийн нуруу, Тарвагатайн нуруу, Хангайн нурууны төв хэсэгт органик С-ийн нөөц 500 т га⁻¹ орчим, хамгийн бага органикийн нөөцтэй нь Уулын тундрын ухаа шороон хөрс байна. Монгол орны Уулын Хүлэрлэг хөрсний 0-30 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь 156.4 т га⁻¹ буюу хөрсний 0-200 см гүний нийт органикийн нөөцийн 82 % орчим нь 30 см хүртэлх гүнд агуулагдаж байна. Мөн 16 % нь 30-60см гүнд, 2.3 % нь 60-100 см гүнд агуулагдаж байна.

Хүснэгт 2.2. Уулын Хүлэрлэг хөрсний органикийн нөөц (жигнэсэн дундаж)

Уулын Хүлэрлэг хөрс	Гүн (см)			
	0-30	0-60	0-100	0-200
Органик С нөөц (т га ⁻¹)	156.4	186.7	191.1	191.1
Ялзмагийн нөөц (т га ⁻¹)	269.6	321.9	329.4	329.4

Уулын Хүлэрлэг хөрс нь органик хуримтлалын О болон А давхаргуудад маш их органикийн агууламжтай, уур амьсгалын хувьд дулаан хангамжийн дутагдалтай, чийгийн илүүдэлтэй нөхцөл байдлаас шалтгаалан дутуу ялзарсан хүлэрлэг давхарга үүсдэг. Хүлэрлэг үе давхарга дахь ялзмагийн агууламж 5-60% хүртэл хэлбэлзэлтэй. Олон улсын хөрсний ангиллын шалгуур үзүүлэлтийн дагуу Уулын

Хүлэрлэг хөрс нь органик С-ийн агууламж 12% буюу ялмагийн агууламж 20%-иас дээш байдаг. Уулын Хүлэрлэг хөрсний 0-30 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц нь 495.8 Mt байна, харин 0-100 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь 607.8 Mt болно.

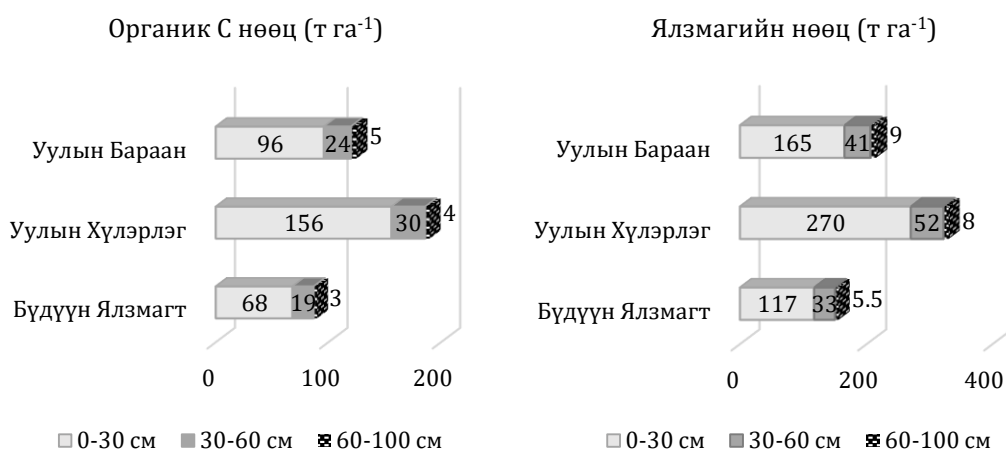
Уулын Бүдүүн ялмагт хөрс. Бүдүүн ялмагт хөрс нь дээрх 2 хэвшинжийн хөрсийг бодвол бага судлагдсан тул харьцангуй цөөн зүсэлтийн мэдээллийг ашиглан органикийн агууламж болон нөөцийг тооцов. Өндөр уул цармын бүлэг хөрс дотроо хамгийн бага ялмагийн нөөцтэй байгаа юм.

Хүснэгт 2.3. Уулын Бүдүүн ялмагт хөрсний органикийн нөөц (жигнэсэн дундаж)

Бүдүүн ялмагт хөрс	Гүн (см)			
	0-30	0-60	0-100	0-200
Органик С нөөц (т га ⁻¹)	67.9	87.1	90.3	90.3
Ялмагийн нөөц (т га ⁻¹)	117.1	150.1	155.6	155.6

Бүдүүн Ялмагт хөрсний органик С-ийн нөөц 90.3 т га⁻¹ буюу ялмагийн нөөц 155.6 т га⁻¹. Хөрсний 0-30 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь 67.9 т га⁻¹ буюу хөрсний нийт органикийн нөөцийн 75 % нь 30 см хүртэлх гүнд, 21 % нь 30-60см гүнд, 3.4 % нь 60-100 см гүнд агуулагдаж байна.

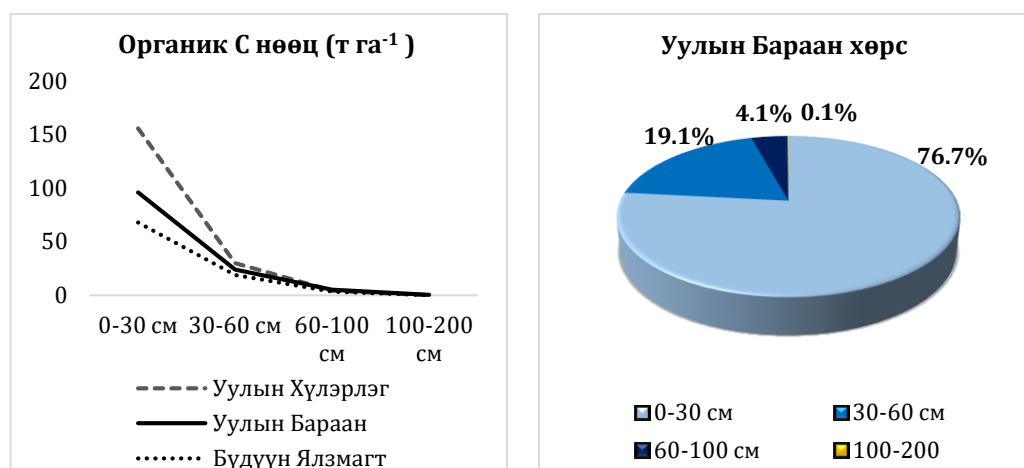
Өндөр уул, цармын хөрснөөс хамгийн их органикийн нөөцтэй нь Уулын Хүлэрлэг, дараа нь Уулын Бараан хөрс, хамгийн бага органикийн нөөцтэй нь Бүдүүн Ялмагт хөрс байна.



Зураг 2.2. Өндөр уул, цармын хөрсний органикийн нөөц

Тухайлбал: Уулын Хүлэрлэг хэвшинжийн хөрсний органик С-ийн нөөц 191.1 т га⁻¹ буюу ялмагийн нөөц 329.4 т га⁻¹, Уулын Бараан хөрсний органик С-ийн нөөц 124.8 т га⁻¹ буюу ялмагийн нөөц 215.1 т га⁻¹, Бүдүүн Ялмагт хөрсний органик С-ийн нөөц дунджаар 90.3 т га⁻¹ буюу ялмагийн нөөц 155.6 т га⁻¹ байна. Монгол орны өндөр уулын хөрсний нийт органикийн нөөцийн 75-80 % нь 0-30 см гүн дэх үе давхаргад агуулагдаж байна. Монгол орны Уулын Бүдүүн ялмагт хөрсний 0-30 см гүн дэх

органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц нь 93.0 Mt байна, харин 0-100 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь 123.5 Mt болно.



Зураг 2.3. Хөрсний үе давхаргууд дахь органикийн нөөц

Хүснэгт 2.4. Өндөр уул, цармын хөрсний органикийн агууламж, органикийн нөөц

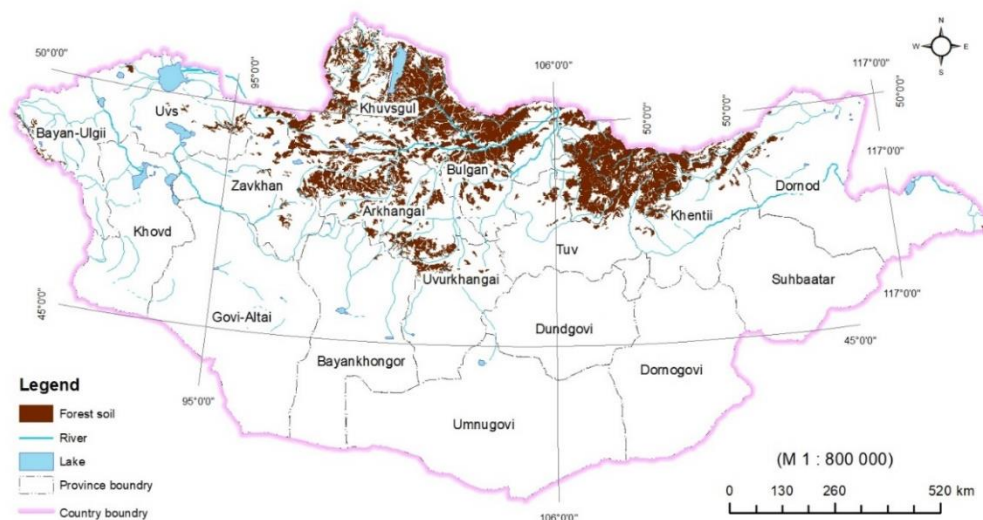
Хөрсний гүн (см)	Зузаан (см)	Органик С (%)	Ялзмаг (%)	Орг.С нөөц (т га ⁻¹)	Ялзмаг нөөц (т га ⁻¹)
<i>Уулын Бараан хөрс</i>					
0-5	5	4.80	8.27	21.8	37.6
5-15	10	4.09	7.05	37.1	64.0
15-30	15	2.82	4.86	36.7	63.3
30-60	30	1.19	2.05	23.8	41.0
60-100	40	0.36	0.62	5.1	8.8
100-200	100	0.004	0.007	0.2	0.3
0-200	200			124.7	215.1
<i>Уулын Хүлэрлэг хөрс</i>					
0-5	5	13.31	22.95	43.5	75.1
5-15	10	9.60	16.56	63.9	110.2
15-30	15	5.11	8.82	48.9	84.4
30-60	30	1.85	3.19	30.3	52.3
60-100	40	0.42	0.73	4.3	7.5
100-200	100	0.0	0.0	0.0	0.0
0-200	200			191.1	329.4
<i>Бүдүүн Ялзмагт хөрс</i>					
0-5	5	3.82	6.58	16.9	29.1
5-15	10	2.92	5.03	26.5	45.6
15-30	15	1.88	3.25	24.6	42.4
30-60	30	0.93	1.60	19.1	33.0
60-100	40	0.31	0.54	3.2	5.5
100-200	100	0.0	0.0	0.0	0.0
0-200	200			90.3	155.6

2.2. Ой, тайгын хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Тайгын цэвдэгт болон Тайгын ширэгт хөрс олон жилийн цэвдэг үргэлжилсэн тархалттай Хангай, Хэнтийн нуруу, Хөвсгөл орчмын уулс, Сэлэнгийн савын дундаж өндөр уулсын ар хажуу, уулсын нарийн ам хөндийгөөр, уулт-тайгын бүсийн дан хушин, хуш-шинэсэн, шинэсэн ойд тархана. Тайгын цэвдэгт хөрс тайгын бүсийн дээд ба дунд хэсгээр гадарга дээр хөвдөн бүрхэвч голлож алирс, сөөгөнцөр ургасан (Максимович, 1983), цэвдгийн гэсэлт, түүн дээр тогтсон борооны усны нөлөөгөөр зуны турш хөрс ус чийгээр ханасан, дулаанаар дутмаг хүйтэн нөхцөлд тархана. Тайгын ширэгт хөрс тайгын бүсийн дунд ба доод хэсгээр дан шинэсэн, нарс-шинэсэн, хус холилдож ургасан өвслөг бүрхэвч бүхий холимог ойд тархана. Тайгын ширэгт хөрсөнд дулаан нэвтрэх гүн тайгын цэвдэгт хөрснийхөөс гүнд, хөрсөн дэх микробиологийн үйл явц нь сайн нөхцөлд тогтворжино (Краснощеков & Гомбосурэн, 1988). Чандруулаг хөрс Хэнтийн нурууны төв хэсэг, Хөвсгөл орчмын уулст алаг цоог байдлаар, манай орны тайгад түгээмэл биш тархалттай хөрс. Өвлийн улиралд цас зузаан хунгарлаж тогтдог, зун гадаргын усаар нэмэгдэл чийг авах боломжтой налуу, хотос газраар, доороо сайр чулуутай, ус нэвтрүүлэх чадвар сайтай, хөнгөн шавранцар болон элсэнцэр хурдастай уулын хажуугийн хуш, гацуур-хуш, болон гацуур ургасан ойд тогтворжино. Ойн бараан хөрс ойн бүсийн доод захаар тархаж, доогуураа чулуурхаг харшороон, харшороон, бараан хөрстэй хиллэнэ (Ундрал, 1978). Ой, тайгын бүлгийн бусад хэв шинжийн хөрснөөс ойн бараан хөрсний гол ялгаа нь ялзмаг хуримтлалын давхарга сайн хөгжсөн, хөрсний биологийн идэвхи өндөр. Элсэрхэг сул чандруулаг хөрс Сэлэнгэ-Орхон голын адаг орчмын элсэн тарамцаг, Сэлэнгэ, Онон, Улз голын хөндий дагуух дэнж газар, нам уулсаар тархсан элсэн хурдас дээрх нарсан ойд тогтворжино. Ойн хөрс нь Хөвсгөл орчмын уулс, Хэнтийн нурууны төв, Орхон Сэлэнгийн сав, мөн Монгол Алтайн нуруу, Хянганы уулст ой мэр сэр бий.

Ойн бүрхэвчийн өргөргийн ялгаа Хангайн нурууны төв хэсгийн Тарвагатай, Булнайн нуруунд хамгийн тод ажиглагддаг. Хангайн нурууны ойн доод хил зааг нь 1700-1800 метр, харин дээд хил зааг нь 2200-2500 метр өндөрт тархдаг (Krasnoshchekov, 2010). Зүүн Хөвсгөлийн уулс нь баруун Хөвсгөл болон Хангайн уулсаас өндөршилийн хувьд харьцангуй нам болохыг тэмдэглэх нь зүйтэй. Тус бүс нутгийн хамгийн өндөр нь 2000 метр, нутгийн хойд хэсэг, зарим өндөр оргилууд 2500-2750 метр хүртэл тархалттай байна (Krasnoshchekov, 2008).

Ойн дээд хил Хангай, Монгол Алтайн нуруунд 2450-2500 метрийн үнэмлэхүй өндөрт, хамгийн доод түвшин нь Орхон-Сэлэнгийн адаг, Онон-улзын бэлчэр орчоор 850-900 метрийн үнэмлэхүй өндөрт оршдог. Шинэсэн ойн тархалтын хамгийн урд цэг манай оронд умард өргөргийн 46°40" -ын орчимд байдаг.



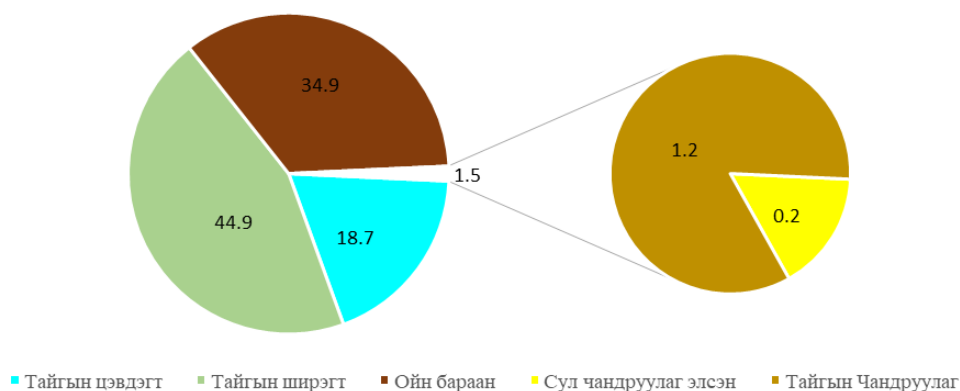
Зураг 2.4. Монгол орны ойн хөрсний тархалт

Тайгын цэвдэгт хөрс нь Хангай, Хэнтийн нуруу, Хөвсгөлийн уулс, Сэлэнгийн сав газрын дундаж өндөр уулсын ар хажуугаар, уулын тайгын бүсийн дээд ба дунд хэсгээр тархдаг. Тайгын ширэгт хөрс нь уулт тайгын бүсэд уулын ар хажуугийн дунд ба доод хэсгээр, мөн өвөр хажууд нь, уулт-ойт хээрийн бүсэд уулын ар хажуугаар тархдаг. Ойн бараан хөрс нь дундаж өндөр уулсын ар хажуугаар 850-900 метрээс 1600-1700 метрийн үнэмлэхүй өндөрт, Хангайн нурууны захын уулст 1800-2000 метрийн өндөрт ойн бүсийн доод захаар хээрийн, нугын хөрсүүдтэй хиллэж оршдог (Хүснэгт 2.5).

Хүснэгт 2.5. Ойн хөрсний тархалтын газарзүйн нөхцөл

Хөрсний хэвшинж	Өндөр (m) д.т.д		Цэвдэг илрэх гүн	Модны төрөл
	Дээд хил	Доод хил		
Тайгын цэвдэгт	2200-2400	1500-1600	0.5-1	Хуш, хуш-шинэс, шинэс
Тайгын ширэгт	1900-2000	1300-1400	1.0-1.5	Шинэс, нарс-шинэс, шинэс-хус
Тайгын чандруулаг	~	~	~	Хуш, гацуур-хуш, гацуур
Ойн бараан	1600-1700	850-900	1.5-2	Шинэс, шинэс-хус, шинэс-нарс-хус, хус-улиас
Чандруулаг	800-900	600-700	no	Нарс

Н.Д.Беспалов 1940-1942 онд Монгол оронд явуулсан хөрсний тойм судалгаагаар Харшороорхуу ба ширэгт хүлэрлэг хөрс Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 2.19%, Ойн саарал ба Уулын харшороон хөрс 6.73%-д тархсан болохыг анх удаа тодорхойлсон (Беспалов, 1951). 1981 онд Агаар, сансрын гэрэл зураг ашиглан Оросын мэргэжилтүүдтэй хамтран зохиосон Монгол орны хөрс ашиглалтын 1:1 000 000 масштабтай зургаар Ой, тайгын хөрсний талбай Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 8.9%-тай тэнцэж байна (Абрамян и др, 1981).



Зураг 2.5. Ой, тайгын хөрсний хэвшинжийн Ойн талбайд тархсан хэмжээ (%)

ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэнгийн хөрс судлаачдын сансрын “Landsat” зураг дээр суурилсан 1:500 000 масштабтай Монгол орны хөрсний зургаар Ой тайгын хөрс нь Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 11%-тай тэнцэх 180.2 км² талбайд тархдагыг тогтоосон байна (Батхишиг ба бусад., 2013). Ой, Тайгын хөрсний хэвшинжийг тархсан талбайн хэмжээгээр нь авч үзвэл хамгийн их тархалттай нь *Тайгын ширэгт* хөрс 44.9% (81.0 мян км²)-ийг дангаар эзэлж байгаа бол *Ойн бараан* хөрс 34.9% (62.9 мян км²), Тайгын цэвдэгт хөрс 18.7% (33.7 мян км²)-ийн талбайд тархсан байна. Харин *Тайгын чандруулаг*, *Сул чандруулаг элсэн* зэрэг хэвшинжүүд нь хамгийн бага тархалттай буюу нийлээд 1.4% (2.6 мян км²) талбайд тархсан байна (Зураг 2.5).

Хүснэгт 2.6. Физик газарзүйн мужлал дахь Ой, тайгын хөрсний тархалт (мян.га)

Хөрс	Хянганы муж	Алтайн уулархаг их муж	Хөвсгөлийн муж	Хэнтийн муж	Хангайн муж
Тайгын цэвдэгт	-	44.3	1307.9	1473.5	553.6
Тайгын ширэгт	104.2	24.2	1502.3	1174.6	5297.1
Тайгын Чандруулаг	-	1.8	3.5	219.0	-
Ойн бараан	-	39.6	63.4	1647.8	4544.0
Сул чандруулаг элсэн	-	-	-	7.2	35.9
Хувиар (%)	0.6	0.6	15.9	25.1	57.8

Хөвсгөл, Хангай, Хэнтий, Алтай, Хянганы зэрэг уулсад тархсан Ой, Тайгын хөрсийг ангилах, ялгахад хүндрэлтэй тул физик газарзүйн мужлалыг үндэс болгон Ой, Тайгын хөрсний тархалтыг физик газарзүйн мужлалаар ангилж үзлээ. Физик газарзүйн мужлалаар ангилж үзэхэд ой, тайгын хөрсний тархалтын талбайн 1.2% Хянганы болон Алтайн уулархаг их муж, 15.9% Хөвсгөлийн муж, 25.1% Хэнтийн муж, харин Монгол оронд тархаж буй ой, тайгын хөрсний тархалтын талбайн талаас илүү буюу 57.8% нь зөвхөн Хангайн мужид тархсан байна (Хүснэгт 2.6).

Ой, тайгын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Ойн хөрснийн 150 зүсэлтийн мэдээлэлд үндэслэн ойн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хэв шинж бүрээр нь тодорхойлов. Ойн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц дараах үзүүлэлттэй байсан (Хүснэгт 2.7).

Хүснэгт 2.7. Ойн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн ерөнхий статистик

	Mean	SD	CV (%)	SE	Median	Max	Min
Тайгын цэвдэгт	162.8	77.1	48.9	11.1	137.0	350.7	40.5
Тайгын ширэгт	121.3	51.8	42.7	10.1	106.2	233.2	36.0
Тайгын чандруулаг	87.0	29.4	33.7	9.3	78.9	138.1	51.9
Ойн бараан	111.6	40.5	36.3	5.6	107.6	232.3	43.6
Чандруулаг элсэн	62.7	25.0	42.9	5.9	60.9	93.6	12.9

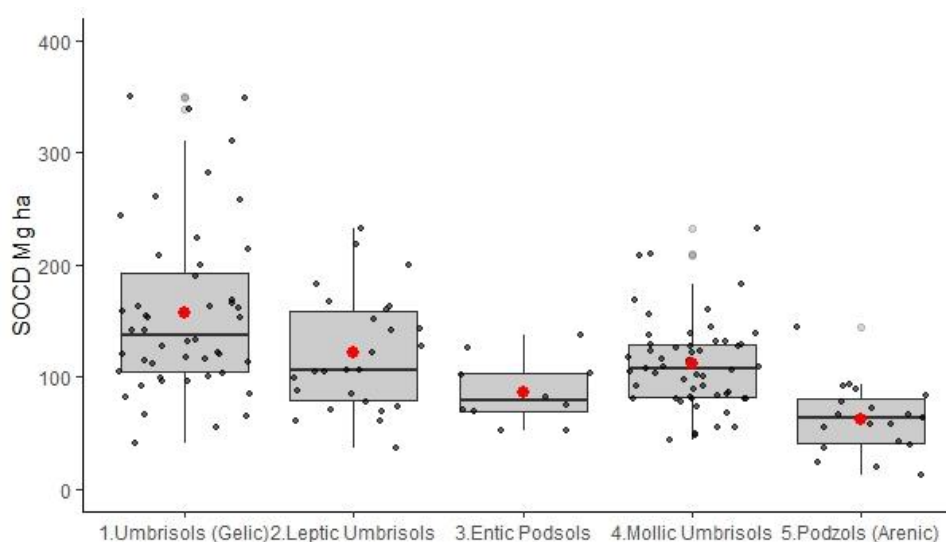
Ой, тайгад тархсан 5 төрлийн хэвшинжийн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийг хөрсний 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200 см гүнүүдэд тодорхойлов. Тус үр дүнгээс харахад *Тайгын цэвдэгт* хөрсний 0-30 см хүртэлх гүнд органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц өндөр байна. Энэ нь *тайгын цэвдэгт* хөрсний 0-30 см гүний дийлэнх д нь хүлэрийн агууламж их, мөн дутуу задарсан органикийн үлдэгдэл цэвдэгийн нөлөөгөөр их хуримтлагддагтай холбоотой байж болох юм. Харин *Ойн бараан* хөрс 30-60 см гүнд ойн бусад хэвшинжийн хөрснөөс арай илүү нөөцтэй буюу 36.1 т га⁻¹ байна. Энэ нь магадгүй ойн бараан хөрс уулын бэл, налуу багатай газар ихэвчлэн тархдаг бөгөөд үржил шимт үе давхарга зузаан байдагтай холбоотой байх боломжтой. Ойн хөрс нь уулархаг газар тархдаг, үе давхарга нимгэн, доошлох тусам чулууны агууламж нэмэгддэг зэргээс шалтгаалан 60 см доош органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц эрс багасаж 9.3-13.9 т га⁻¹ болсон бол *Сул чандруулаг элсэн* хөрс 60-100 см гүнд хамгийн өндөр буюу 16.2 т га⁻¹ байна. 100-200 см гүнд ойн бүх хэвшинжийн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц 1.5-2.6 т га⁻¹ байхад *Сул чандруулаг элсэн* хөрсөнд 9.2 т га⁻¹ буюу тус хөрс нь гүндээ органикийн нөөц ихтэй байна.

Хүснэгт 2.8. Хөрсний үе давхарга бүрийн органикийн нөөц дундажаар

Хөрсний хэвшинж	SOC stock (t/ha ⁻¹)							
	0-30 cm		0-60 cm		0-100 cm		0-200 cm	
Тайгын цэвдэгт	139.7	(86%)	155.9	(96%)	161.9	(99%)	162.8	(100%)
Тайгын ширэгт	101.1	(83%)	114.9	(95%)	120.3	(99%)	121.2	(100%)
Тайгын чандруулаг	76.1	(87%)	84.1	(97%)	86.2	(99%)	87.0	(100%)
Ойн бараан	82.2	(74%)	103.1	(92%)	110.2	(99%)	111.6	(100%)
Чандруулаг элсэн	32.7	(52%)	47.6	(76%)	57.6	(92%)	62.7	(100%)

Тайгын цэвдэгт, *Тайгын ширэгт*, *Тайгын Чандруулаг* хөрсөнд 0-30 см гүнд, *Ойн бараан* хөрсний 0-60 см гүнд, *Сул чандруулаг элсэн* хөрсний 100 см хүртэлх гүнд нийт органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн 80-90% нь агуулагдаж байна. *Сул чандруулаг элсэн* хөрсний 0-30 см гүн дэх органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц нийт органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн ердөө 50%-ийг эзлэж байна (Хүснэгт 2.8).

Тайгын цэвдэгт хөрсний нийт нөөц дунджаар 162.8 т га⁻¹ буюу хамгийн их нөөцтэй байна. Тайгын ширэгт хөрс 121.2 т га⁻¹, Ойн бараан хөрс 111.6 т га⁻¹, Харин Тайгын чандруулаг хөрс 87.0 т га⁻¹, Сул чандруулаг элсэн хөрс хамгийн бага буюу 62.7 т га⁻¹ тус тус нөөцтэй байна. Тайгын цэвдэгт хөрс нь Тайгын ширэгт, Тайгын чандруулаг, Ойн бараан хөрснөөс 1.3-1.8 дахин их, Харин Сул чандруулаг элсэн хөрснөөс 2.9 дахин их нөөцтэй байна. Сул чандруулаг элсэн хөрс хамгийн бага нөөцтэй байна (Зураг 2.6). Тайгын цэвдэгт хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц их байгаа боловч маш их хэлбэлзэлтэй байна.



Зураг 2.6. Хөрсний 0-200 см гүний органикийн нийт нөөц (т га⁻¹)

Ой тайгын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (C)-ийн нөөц хөрсний хэвшинж, хөрсний гүнээр өөр хоорондоо ялгаатай болох нь харагдаж байна. 0-200 см гүний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн дундаж үр дүнгээс харахад Тайгын цэвдэгт хөрс 162.8 т га⁻¹ бусдаас эрс ялгаатай байсан бол Тайгын ширэгт, Ойн бараан хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц ойролцоо хэмжээтэй, Тайгын чандруулаг, Сул чандруулаг элсэн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц хоорондоо ойролцоо хэмжээтэй боловч бусад хэвшинжийн хөрснөөс органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн хэмжээгээр эрс ялгаатай байна (Хүснэгт 2.9).

Хүснэгт 2.9. Ойн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (т га⁻¹)

	Ойн хөрсний хэвшинж					Mean square	F value
	Тайгын цэвдэгт	Тайгын ширэгт	Тайгын чандруулаг	Ойн бараан	Чандруулаг элсэн		
Mean±	162.8±12.1a	121±10.1b	87.0±9.29c	111±5.5b	62.7±7.17c	6925.9	24.8*
SE							**
SD	84.4	51.7	29.3	40.4	31.2		

Тайгын цэвдэгт, Тайгын ширэгт, Ойн бараан зэрэг хэвшинжийн хөрснүүдийн органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц доошлох тусам буурч байгаа буюу үе давхаргуудын органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц эрс ялгаатай байгааг статистик

харуулж байна (Хүснэгт 2.10). Харин Тайгын чандруулаг хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц 30-60 см болон 60-200 см гүнд, Сул чандруулаг элсэн хөрсний 0-30 см болон 60-200 см гүний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц тус тус ижилхэн буюу ойролцоо байгааг статистик баталж байна.

Хүснэгт 2.10. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (SOCs) нөөцийн гүний ялгаа

Хөрсний хэвшинж	Дээж тоо	Хөрсний гүн (см)			ANOVA statistic			
		0-30cm	30-60cm	60-200cm	CV	SD	MS	F value
Тайгын цэвдэгт	294	46.6±2.75a	16.2±1.96b	3.46±0.63c	90.5	31.5	58165.8	96.5****
Тайгын ширэгт	156	33.7±2.13a	13.8±2.10b	3.17±0.59c	70.5	19.9	15178.8	74.8****
Чандруулаг	60	25.4±2.97a	8.1±1.66b	1.45±0.28b	81.3	16.1	3678.2	26.4****
Ойн бараан	318	27.4±0.99a	20.9±2.08b	4.26±0.50c	59.9	15.2	17202.2	138.3****
Чандруулаг элсэн	114	10.9±0.85b	14.9±2.30a	7.56±0.77b	63.9	7.08	356.8	7.99***

Монгол орны ойн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нийт нөөцийг тооцож гаргалаа (Хүснэгт 2.11). Монгол орны ойн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нийт нөөц 0-30 см-ийн гүнд 1.51 Pg C, 0-100 см гүнд 1.82 Pg C тус тус байна. Дэлхийн нийт органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн тооцоогоор 0-100 см гүнд 1462 - 1548 Pg C (Batjes, 1996). 2020 онд гаргасан Дэлхийн хүнс хөдөө аж ахуйн олон улсын байгууллагын тайланд Монгол орны нийт нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийг 8.2 Pg гэж тодорхойлжээ (FAO and ITPS, 2020). Batjes, 1996 судалгааны Дэлхийн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нийт нөөцийн 0.11%, FAO and ITPS, 2020 судалгааны үр дүнгийн 22.1% -ийг тус тус монгол орны ойн хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөц эзэлж байна. Монгол оронд тархсан ойн хэмжээ нийт нутгийн 10% орчмыг эзэлдэг ч гэсэн бидний судалгааны органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн үр дүнгийн 27% -ийг ойн хөрс дангаараа бүрдүүлж байна.

Хүснэгт 2.11. Ойн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц

Хөрсний хэвшинж	Дундаж SOC нөөц (т га ⁻²)		Талбайн хэмжээ (га)	SOC нөөц (тонн)		SOC нөөц (Pg C)	
	0-30	0-100		0-30 cm	0-100 cm	0-30	0-100
	cm	cm				cm	cm
Тайгын цэвдэгт	139.7	161.9	3,732,680	521,455,396	604,320,892	0.52	0.60
Тайгын ширэгт	101.1	120.3	7,082,150	716,005,365	851,982,645	0.72	0.85
Тайгын чандруулаг	76.1	86.2	172,770	13,147,797	14,892,774	0.01	0.01
Ойн бараан	82.2	110.2	2,659,850	218,639,670	293,115,470	0.22	0.29
Ойн глейрхэг бараан	90	115	396,018	35,641,620	45,542,070	0.04	0.05
Чандруулаг элсэн	32.7	57.6	190,159	6,218,199	10,953,158	0.01	0.01
Монгол орны нийт ойн хөрсний SOC нөөц				1,511,108,047	1,820,807,009	1.51	1.82

1 Pg = 10⁹ тонн

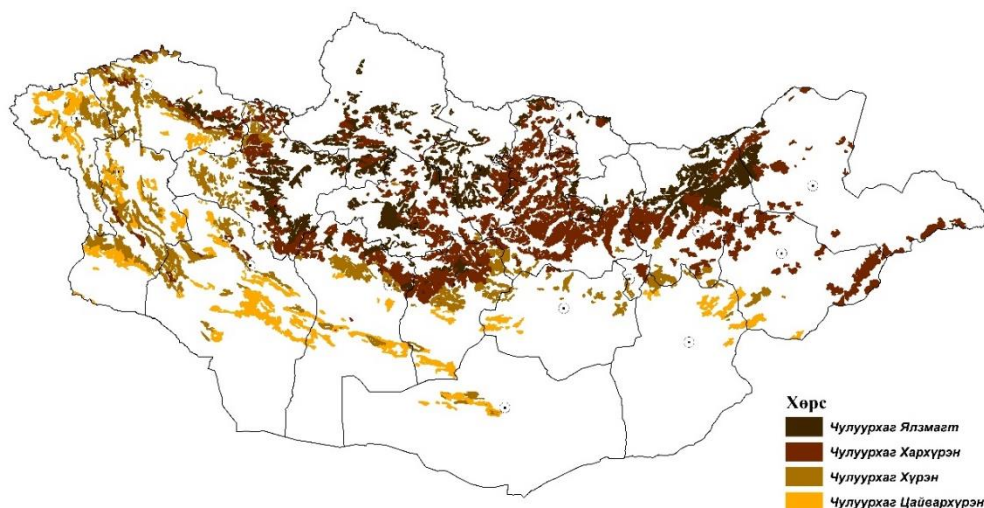
2.3. Уулын хээрийн хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Уулын хээрийн хөрс нь Хангай, Хэнтийн нурууны захын уулс, Монголын төв, дорнод хэсгийн бэсрэг уулс, Монгол Алтай, Говь-Алтайн нуруу, Хархираа, Түргэний уулсын ар, өвөр хажуугаар энэ бүлгийн хөрс тохиолдох ба бусад хэв шинжийн хөрстэй харьцуулахад харьцангуй их талбайд буюу улсын нийт нутаг дэвсгэрийн 26.76%-ийг эзэлнэ (Батхишиг ба бусад, 2017). Монгол орны хөрсний ангилал 1950-иад оноос хойш хэд хэдэн хувилбараар боловсрогдож ирсэн (Батхишиг, 2016) ба Беспалов (1951), Ногина, Доржготов (1980), Ногина (1984), Доржготов, Батбаяр (1986) хувилбаруудад энэ бүлгийн хөрсийг Уулын Харшороон (Горные черноземы), Уулын Хархүрэн (Горные темно-каштановые), Уулын Хүрэн (Горные каштановые), Уулын Цайвархүрэн (Горные светло-каштановые), академич Д.Доржготов (2003) Монгол орны хөрс номондоо Өндөр уулын толбот хээрийн бүдүүн ялзмагт, Уулын Харшороон, Уулын Хүрэншороон гэсэн үндсэн 3 хэвшинжид хувааж, Уулын Хархүрэн, Уулын Хүрэн, Уулын Цайвархүрэн хөрсийг Уулын Хүрэншороон хөрсний дэд хэв шинжид багтаасан байдаг. Харин 2016 онд Монгол орны хөрсний ангилалыг олон улсын жишигт нийцүүлж Хөрс үүсвэрийн үйл явц, Шинж чанарын зарчмыг баримталсан ангиллыг шинээр боловсруулсан ба энэ шинэчилсэн ангиллын дагуу Уулын хээрийн хөрсийг *Чулуурхаг Ялзмагт, Чулуурхаг Хархүрэн, Чулуурхаг Хүрэн, Чулуурхаг Цайвархүрэн* гэсэн үндсэн 4 хэвшинжид хуваан ангилсан (Батхишиг, 2016).

Уулын хээрийн хөрс уулын ар, өвөр хажуугийн налуу газраар тархах учраас гадаргаасаа эхлэн хад чулуутай, хөрсний нийт давхарга зузаан биш, хатуу суурь чулуу гадаргад ойрхон оршдог, нимгэн хөрс.

Чулуурхаг Ялзмагт хөрс нутгийн хойт хэсэг уулын ойт хээрийн бүсийг бүрдүүлэгч гол хөрсний нэг бөгөөд ойтой хиллэх газраар уулын өвөр хажууд, хуурай хээртэй хиллэх газраар уулын ар хажууд, нугат-хээрийн ба өвслөг-үетэн чийгэрхэг хээрийн ургамалшил доор тогтворжино. Орхон, Сэлэнгэ, Онон, Улзын сав нутгийн дундаж өндөр уулсын 1000-1100 метрээс 1700-1800 м, Хан Хөхий, Хархираа Түргэний уулсын ар хажуугаар 1600-1700 метрээс 1900-2000 м хүртэл үнэмлэхүй өндөрт тархжээ.

Чулуурхаг Хархүрэн хөрс Хангай, Хэнтийн нурууны захын уул болон тэдгээрийг тойрсон бэсрэг, дундаж өндөр уулсын өвөр хажуу, Монгол Алтай, Хан Хөхий, Хархираа Түргэний уулс, Булнайн нурууны ар өвөр хажуугийн хээрт зонхилон тархах ба үнэмлэхүй өндрийн дээд түвшин нь төв, дорнод хэсгээр 1700-1800 м, Монгол Алтай, Хангайн баруун, баруун өмнөд хэсгээр 2500-2600 м хүрнэ.



Зураг 2.7 Уулын хээрийн хөрсний тархалт

Чулуурхаг Хүрэн хөрс Хангайн нурууны баруун, буруун өмнөд ба зүүн урд захын уулс, Монгол Алтай, Хархираа Түргэний уулс, Хан Хөхийн нурууны өвөр, Хэнтийн нурууны урд, зүүн урд захын уулсаар тархах ба үнэмлэхүй өндрийн дээд түвшин нутгийн төв хэсгээр 1100-1800 м, Монгол Алтай, Говь-Алтайн уулсаар 2500-2600 м, Хангайн нуруунд 2000-2100 м хүрнэ. Чулуурхаг Цайвархүрэн хөрс Монгол Алтай, Говь-Алтайн уулсаар зонхилон тархах бөгөөд нутгийн төв хэсгээр харин Дундговь аймгийн Дэлгэрхангай, Сайхан-Овоо сумын баруун хойд хэсгийн 1400-1900 м үнэмлэхүй өндөртэй уулс, Дорноговь аймаг Алтанширээ, Дэлгэрэх сумын зүүн хойд хэсгийн 1000-1200 м үнэмлэхүй өндөртэй уулсаар тархжээ.

Уулын хээрийн хөрсний органикийн нөөцийг тооцохдоо судлаачдын урьд өмнө хийсэн судалгааны үр дүн болон сэдэвт ажлын хүрээнд хийгдсэн нийт 439 зүсэлтийн 829 ш.дээжний үр дүнг ашиглав. Үүнд: Чулуурхаг Хархүрэн (70 зүсэлт), Чулуурхаг Нимгэн Хархүрэн (21 зүсэлт), Чулуурхаг Хүрэн (194 зүсэлт), Чулуурхаг Нимгэн Хүрэн (74 зүсэлт), Чулуурхаг Цайвархүрэн (45 зүсэлт) болон Чулуурхаг Нимгэн Цайвархүрэн (35 зүсэлт).

Энэ бүлгийн хөрснөөс органикийн агууламжаар хамгийн их нь Чулуурхаг Хархүрэн хөрс. Чулуурхаг Хархүрэн хөрсний ялзмагт давхаргын зузаан 10 см орчим, ялзмагт давхаргын органикийн агууламж 2.5-7.1%, нийт дээжний дундаж нь 3.3%. Чулуурхаг Хүрэн хөрс нь Чулуурхаг Хархүрэн хөрснөөс органикийн агууламжаар бага, ялзмагт давхаргын органикийн агууламж 2.3-5.6% ба нийт дээжний дундаж нь 2.9%. Хамгийн бага органикийн агууламжтай нь Чулуурхаг Цайвархүрэн хөрс. Чулуурхаг Цайвархүрэн хөрсний ялзмагт үе давхаргын органикийн агууламж 1.3-3.9%, нийт дээжний дундаж нь 1.4% байна.

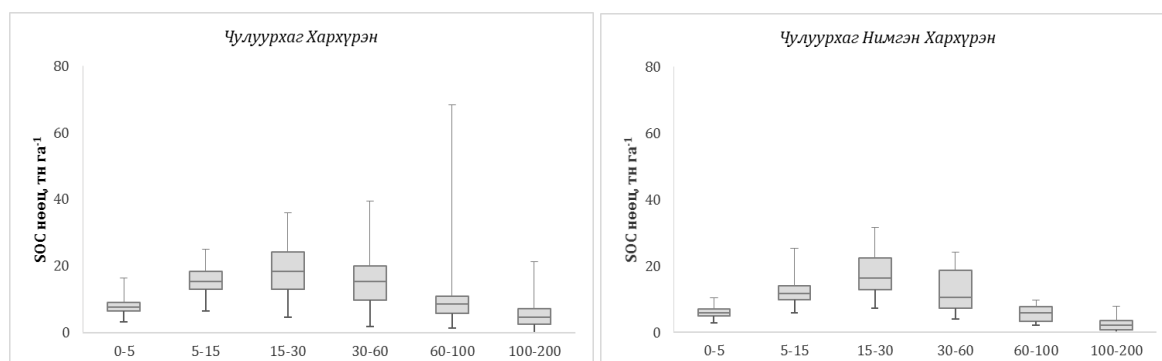
Хүснэгт 2.12. Уулын хээрийн хөрсний органикийн (SOM) нөөц, т га⁻¹

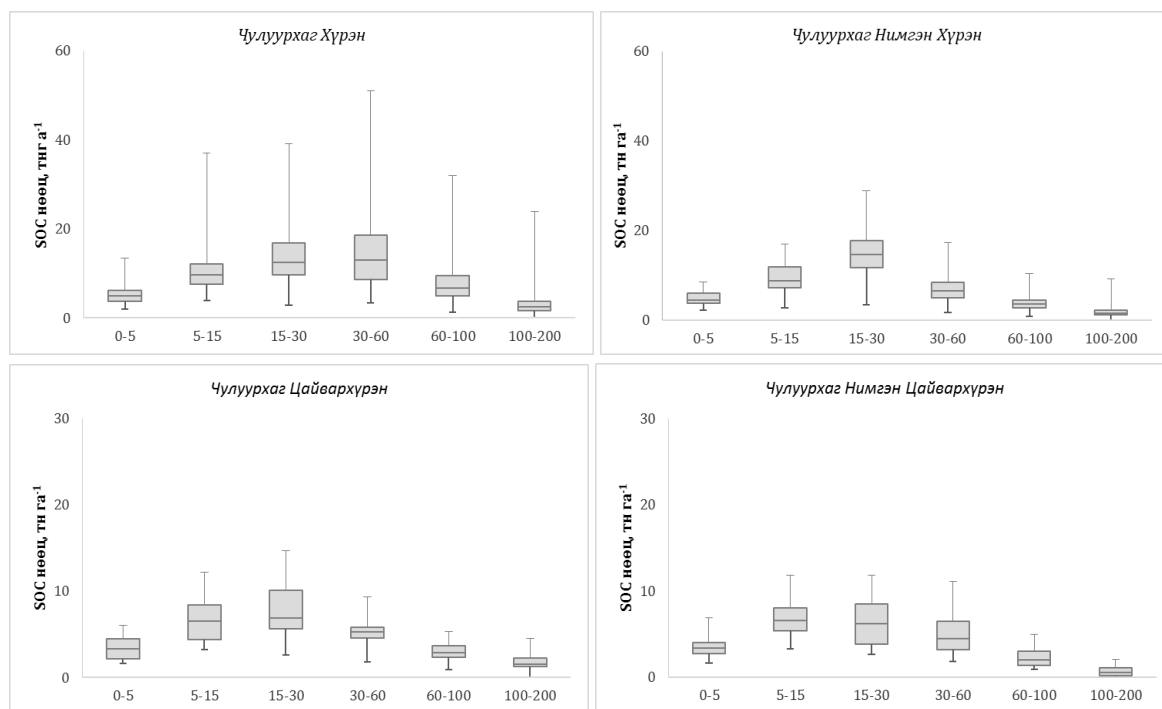
Хэвшинж	n	Гүн, см					
		0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Чулуурхаг Хархүрэн	141	13.3	26.3	31.8	26.3	16.7	8.6
Чулуурхаг Нимгэн Хархүрэн	40	10.4	21.3	29.9	21.4	10.0	4.3
Чулуурхаг Хүрэн	372	9.1	17.9	23.6	25.1	13.6	6.8
Чулуурхаг Нимгэн Хүрэн	132	8.2	16.2	20.8	12.2	6.5	3.8
Чулуурхаг Цайвархүрэн	73	5.8	11.3	11.9	9.1	5.0	2.6
Чулуурхаг Нимгэн Цайвархүрэн	71	4.7	9.2	11.4	8.3	4.2	2.0

Чулууны агууламж. Органикийн нөөцийг тооцоход чулууны агууламж маш чухал. Лабораторийн задлан шинжилгээний дүнгээр уулын хээрийн хөрсний ялзмагт давхаргын чулууны агууламж 22.2-81.7%-ийн хооронд хэлбэлзэж дундаж нь 63.1% байна. Өнгөн хөрсний (0-30 см) чулууны агууламж дунджаар 61.2%, доод үе давхаргын (30-60 см) дундаж нь 59.8%.

Эзлэхүүн жин. Уулын хээрт тархсан хөрснүүдийн эзлэхүүн жин ерөнхийдөө ойролцоо. Ялзмагт давхаргын чулууны агууламж 1.28-1.45 г см⁻³ хооронд хэлбэлзэж, дундаж нь 1.32 г см⁻³ байна. Өнгөн хөрсний (0-30 см) эзлэхүүн жингийн дундаж 1.48 г см⁻³, доод үе давхаргын (30-60 см) дундаж нь 1.89%. Уулын хээрийн хөрсний бусад хэвшинжийн хөрснөөс ялгарах онцлог нь гадаргаасаа эхлэн хад чулуутай, хөрсний нийт үе давхарга зузаан биш учраас хөрсний зүсэлтийн гүн 70 см-ээс хэтрэхгүй. Мөн хөрсний доод үе давхаргаас авсан эзлэхүүн жингийн дээж тун ховор.

Органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тогтмол гүнүүдэд тооцож үзэхэд хамгийн их нөөцтэй нь Чулуурхаг Хархүрэн хөрс. Нийт улсын хэмжээнд Чулуурхаг Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 416,6 Mt, 0-100 см хөрсөнд 659,0 Mt байна.





Зураг 2.8. Уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (SOC) нөөц, т га⁻¹

Нийт 70 зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр 0-200 см зузаан хөрсний SOC-ийн нөөц 71.2 т га⁻¹, үүнээс хамгийн их нөөцтэй нь Хангайн нурууны төв хэсэг Өвөрхангай аймгийн Уянга сумын нутагт хийсэн 0V-21 зүсэлтийн SOC-ийн нөөц 159.7 т га⁻¹. Энэ зүсэлтийн 40-60 см-ийн гүнд дарагдмал А үе давхаргатай, нийт үе давхаргын органикийн агууламж харьцангуй жигд (3.2-5.0%) байсан. Манай оронд тархсан Чулуурхаг Хархүрэн хөрсний SOC-ийн нөөцийн дундаж өнгөн хөрсөнд харьцангуй жигд, доод үе давхаргуудад нилээд ялгаатай. Чулуурхаг Нимгэн Хархүрэн хөрсний нийт 21 зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр 0-200 см зузаан хөрсний SOC-ийн нөөц 56.5 т га⁻¹, нийт нөөцийн 63.3% нь өнгөн хөрсөнд агуулагдаж байна.

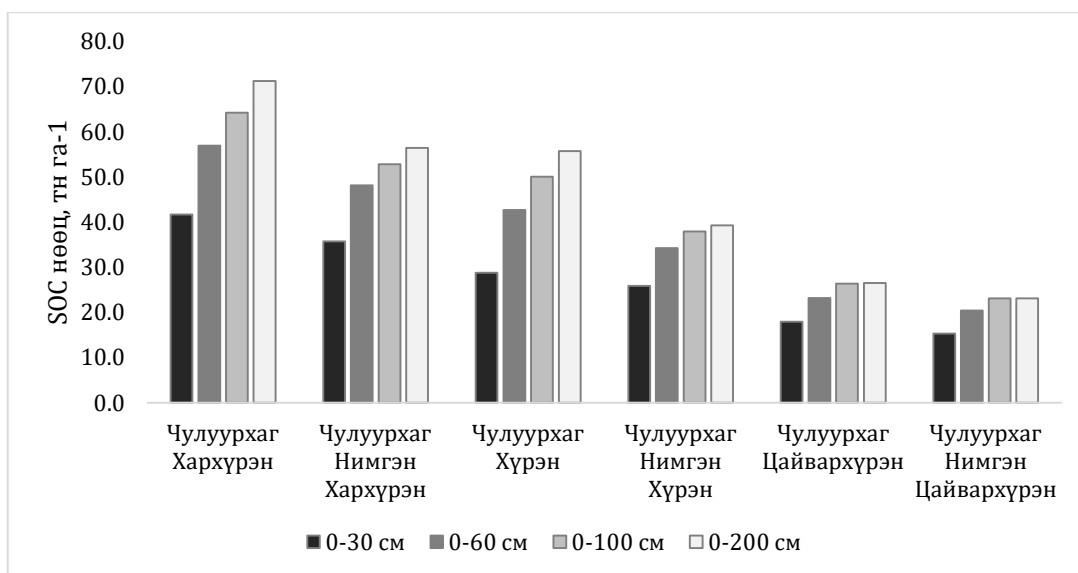
Хүснэгт 2.13 Уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (SOC) нөөц, т га⁻¹

Хэвшинж	n	Гүн, см					
		0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Чулуурхаг Хархүрэн	141	7.7	15.2	18.4	15.2	9.7	5.0
Чулуурхаг Нимгэн Хархүрэн	40	6.1	12.4	17.3	12.4	5.8	2.5
Чулуурхаг Хүрэн	372	5.3	10.4	13.7	14.5	7.9	3.9
Чулуурхаг Нимгэн Хүрэн	132	4.7	9.4	12.1	7.1	3.7	2.2
Чулуурхаг Цайвархүрэн	73	3.4	6.6	6.9	5.3	2.9	1.5
Чулуурхаг Нимгэн Цайвархүрэн	71	2.7	5.3	6.6	4.8	2.4	1.2

Чулуурхаг Хүрэн хөрсний нийт 194 зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр 0-200 см зузаан хөрсний SOC-ийн нөөц 55.7 т га⁻¹, SOC-ийн нөөцөөр хэвшинж дотроо нилээд ялгаатай байна. Чулуурхаг Нимгэн Хүрэн хөрсний нийт 74 зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр 0-200 см зузаан хөрсний SOC-ийн нөөц 39.3 т га⁻¹.

Чулуурхаг Цайвархүрэн хөрсний нийт 45 зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр 0-200 см зузаан хөрсний SOC-ийн нөөц 26.5 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Цайвархүрэн хөрсний нийт 35 зүсэлтийн жигнэсэн дундаж үзүүлэлтээр 0-200 см зузаан хөрсний SOC-ийн нөөц 23.1 т га⁻¹.

Мөн Монгол орны уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (SOC) нөөцийг 0-30, 0-60, 0-100, 0-200 см хөрсөнд тооцоолж үзэхэд хөрсний хэвшинжээс шалтгаалан гүн тус бүрт харилцан адилгүй байна. Тухайлбал 0-30 см гүнд Чулуурхаг Хархүрэн 41.1 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Хархүрэн 35.7 т га⁻¹, Чулуурхаг Хүрэн 29.3 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Хүрэн 26.2 т га⁻¹, Чулуурхаг Цайвархүрэн 16.8 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Цайвархүрэн 14.7 т га⁻¹ байна. Уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 52.7-66.8% нь 0-30 см гүнд, 18.1-26.1% нь 30-60 см, 9.5-14.2% нь 60-100 см, 4.4-7.1% нь 100-200 см-ийн гүнд байна.

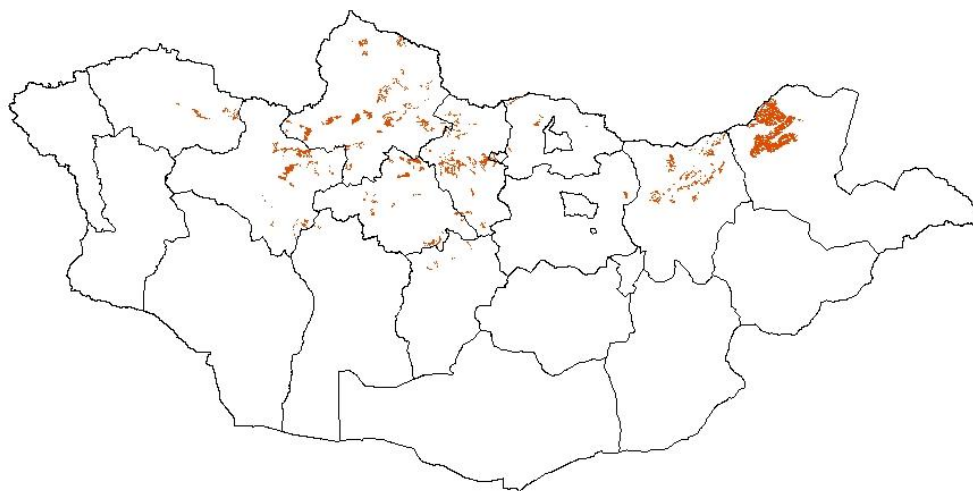


Зураг 2.9. Уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн (SOC) нөөц, т га⁻¹

Монгол орны уулын хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцсон үр дүн хараахан байхгүй учраас ялзмагийн нөөцийн дүнг органик нүүрстөрөгчийн нөөц рүү шилжүүлэн тооцож үзэхэд 0-20 см зузаан Уулын хар шороон хөрс 58-87 т га⁻¹, Уулын хар хүрэн 40-52 т га⁻¹, Уулын хүрэн 29-41 т га⁻¹, Уулын цайвар хүрэн 17-23 т га⁻¹ (Доржготов, 2003). 0-100 см зузаан Уулын хар шороон хөрс 113.1 т га⁻¹, Уулын хар хүрэн 77.7 т га⁻¹, Уулын хүрэн 36.5 т га⁻¹, Уулын цайвар хүрэн 23.2 т га⁻¹ (Батхишиг ба бусад., 2010) байна. Харин бидний судалгаагаар 0-100 см зузаан Чулуурхаг Хархүрэн 64.2 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Хархүрэн 52.8 т га⁻¹, Чулуурхаг Хүрэн 50.0 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Хүрэн 37.9 т га⁻¹, Чулуурхаг Цайвархүрэн 26.4 т га⁻¹, Чулуурхаг Нимгэн Цайвархүрэн 23.1 т га⁻¹ байна. Нийт улсын хэмжээнд Чулуурхаг ЦайварХүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 61,2 Мт, 0-100 см хөрсөнд 91,1 Мт байна.

2.4. Харшороон хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Харшороон хөрс нь Монгол орны ойт-хээрийн бүсийн ойн захаас доош нугат хээр, уулын ар хажуугийн доод хэсэгт гол төлөв тогтворжино. Ургамал бүрхэвч 80%-иас илүү бүрхэцтэй үетэн, алаг өвс-үетэнт, уулын нугын хээрийн ургамлын бүлгэмдэл зонхилно. Хангай хэнтий болон Орхон, Сэлэнгийн сав газрын дундаж өндөр уулс, Онон, Улз голын сав газар, Хянганы уулс, Дарьганга орчимд мөн тархана. Харшороон хөрс нь Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 0.6% орчим газар нутгийг эзлэн тархана. Хамгийн үржил шим сайн хөрсөнд тооцогдох бөгөөд газар тариаланд ашиглагдана.



Зураг 2.10. Харшороон хөрсний тархалт

Харшороон хөрс нь хар бараан үе давхаргатай байх ба органикийн агууламж өндөр байдаг. Харшороон хөрс дэлхийн хуурай газрын 1.8%-ийг эзэлдэг. Монгол орны хээрийн бүсийн 969 мян.га талбайг эзэлдэг (Батхишиг, 2017). Энэ хөрс манай орны хувьд хамгийн өндөр үржил шимтэйд тооцогддог. Ялзмагт давхаргын зузаан 40 см-аас багагүй, ялмагийн дундаж агууламж 5-10%, өнгөн хөрсний 30 см хүртэл чулуугүй, карбонат хуримтлалтай. Бараан хөрстэй төстэй боловч олон улсын (WRB) ангиллаар сууриар ханасан зэрэг 50%-иас их байдгаараа ялгаатай.

Хөрсний шинэчилсэн ангилалаар Харшороон хөрсийг: *Сайргархаг Харшороон, Чулуурхаг Харшороон, Карбонатгүй Харшороон, Глейрхэг Харшороон, Чулуурхаг ялмагт, Нимгэн чулуурхаг ялмагт* гэсэн 6 хэвшинжид хуваадаг.

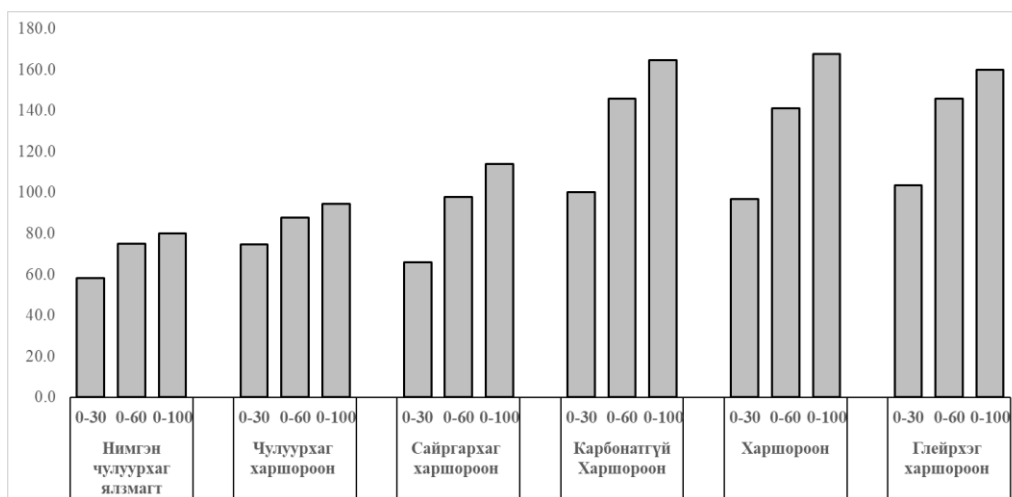
Монгол орны *Харшороон* хөрсний чиглэлээр хийгдсэн зарим судалгаа, шинжилгээний дүнг түүвэрлэн энэхүү судалгааны үр дүнд ашигласан. Тухайлбал: Монгол оронд тархсан зарим хэвшинжийн хөрсөнд агуулагдах ялмагийн хэмжээ судалгааны ажилд хээрийн харшороон хөрсөний ялмагийн агууламж өнгөн үедээ 8.2% гэж үзсэн (Ундрал, 1972). Дархадын хотгорын баруун хэсэг улаан-тайга орчмын хөрсний судалгаагаар карбонатгүй *Харшороон* хөрсний ялмагийн

агууламж өнгөн үед 9.3-10.8% (Батхишиг & Ганзориг, 2010). Хөвсгөл орчмын чийгт гарлын хөрс судалгааны ажилдаа нугархаг харшороон хөрс хуурай ойн захаар тархсан (Отгонтуяа, 2010). Харшороон хөрсний чийгийн динамик судалгааны ажилд *Харшороон* хөрс нь зузаан хар бараан үе давхаргатай байх ба органикийн агууламж өндөр 0-5 см үе давхаргын ялзмагийн агууламж 10.02% байна (Бямбаа & Тэлмэн, 2018). Ойн ба хээрийн хөрсний хоорондох үүсэл хөгжлийн холбоог судлах асуудал судалгааны ажилд *карбонатгүй Харшороон* хөрсний ялзмагийн агууламж өнгөн үедээ 8.8% (Доржготов & Ундрал, 1980). Улсын Газар Зохион Байгуулалт, Хайгуул Зураг Төслийн Хүрээлэн 1976-1989 оны хооронд Монгол орны хэмжээнд хөрсний судалгаа, шинжилгээ, зураглалын ажлыг хийж гүйцэтгэсэн дүнгүүдийг ашигласан.

Хүснэгт 2.14. Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (т га⁻¹)

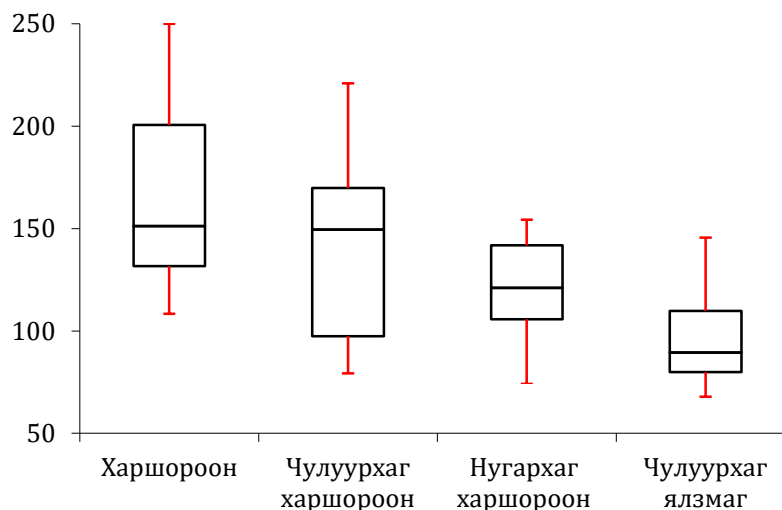
Хэвшинж	Төрөл	n		0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Харшороон	Глейрхэг харшороон	5	Min	16.8	23.7	17.4	14.4	2.2	0.6
			Max	36.3	64.8	52.5	72.5	29.4	14.7
			Median	23.5	41.9	38.1	42.3	14.1	6.2
	Харшороон	23	Min	15.3	22.9	19.1	18.4	6.5	3.3
			Max	30.8	56.3	55.4	78.2	47.6	23.8
			Median	21.6	37.1	37.9	44.6	26.2	13.1
	Карбонатгүй Харшороон	11	Min	16.7	21.0	18.9	28.5	9.3	7.8
			Max	24.3	46.2	66.8	67.2	29.4	14.7
			Median	20.3	34.8	44.9	45.6	18.9	9.4
Сайргархаг Харшороон	4	Min	7.8	15.2	2.7	16.6	8.3	3.1	
		Max	27.6	40.2	41.0	49.7	24.9	12.4	
		Median	15.8	27.8	22.3	31.9	16.0	8.0	
Чулуурхаг Харшороон	15	Min	15.3	23.8	15.5	12.4	6.2	4.6	
		Max	19.7	36.6	45.0	53.1	41.5	20.8	
		Median	14.7	31.9	33.7	42.9	21.5	10.7	
Чулуурхаг Ялзмагт	13	Min	11.7	17.9	13.3	7.2	3.6	1.8	
		Max	17.3	24.5	26.4	28.1	14.0	7.0	
		Median	15.5	34.8	26.3	13.2	6.6	3.3	
Нимгэн чулуурхаг ялзмагт	6	Min	8.3	10.7	7.6	5.9	4.0	2.0	
		Max	10.3	21.9	16.6	13.9	6.9	3.4	
		Median	10.6	26.4	21.1	16.8	5.0	2.5	

Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-5 см гүнд *глейрхэг Харшороон* хөрс хамгийн их буюу 23.5 т га⁻¹, *Нимгэн чулуурхаг ялзмагт* 10.6 т га⁻¹ буюу хамгийн бага, 30-60 см гүнд *карбонатгүй Харшороон* хөрс 45.6 т га⁻¹ буюу хамгийн их, *Чулуурхаг ялзмагт* 13.2 т га⁻¹ буюу хамгийн бага, 60-100 см гүнд *Харшороон* 26.2 т га⁻¹ хамгийн их, *Нимгэн чулуурхаг ялзмагт* 5.0 т га⁻¹ буюу хамгийн бага органикийн нөөцтэй байна (Хүснэгт 2.14).



Зураг 2.11. Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см гүнд (т га⁻¹)

Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см гүнд глейрхэг Харшороон 113.5 т га⁻¹ буюу хамгийн их, Нимгэн чулуурхаг ялзмагт 58.1 т га⁻¹ хамгийн бага органикийн нөөцтэй, 0-60 см гүнд глейрхэг Харшороон 145.8 т га⁻¹ буюу хамгийн их, Нимгэн чулуурхаг ялзмагт 74.9 т га⁻¹ хамгийн бага органикийн нөөцтэй, 0-100 см гүнд Харшороон 167.4 т га⁻¹ буюу хамгийн их, Нимгэн чулуурхаг ялзмагт 79.9 т га⁻¹ хамгийн бага органикийн нөөцтэй гарсан байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, хөрсний үе давхаргын зузаан, чулуу, механик бүрэлдэхүүн, эзлэхүүн жин зэргээс шалтгаалж харилцан адилгүй байна (Зураг 2.12).

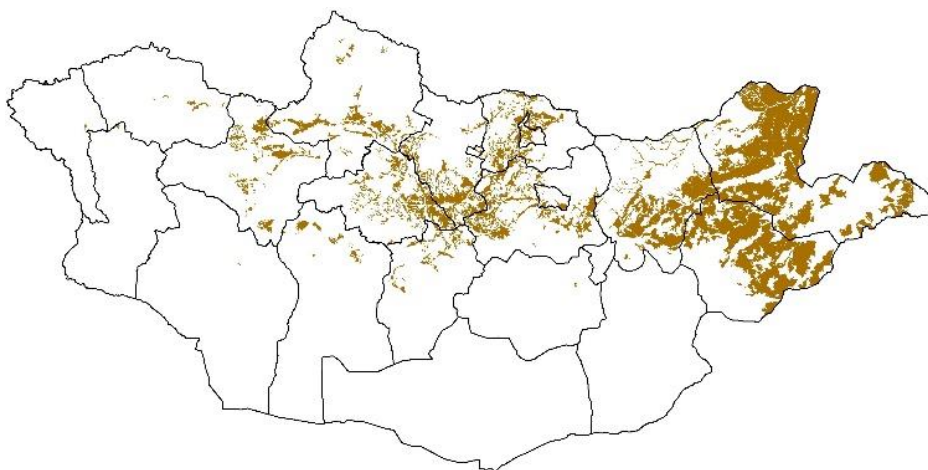


Зураг 2.12. Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (т га⁻¹)

Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-100 см гүнд Харшороон хөрс 151 т га⁻¹, чулуурхаг Харшороон 149 т га⁻¹, нугархаг Харшороон 121 т га⁻¹, чулуурхаг Харшороон 90 т га⁻¹ нөөцтэй байна (Зураг 2.12). Нийт улсын хэмжээнд Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 172,2 Mt, 0-100 см хөрсөнд 292,5 Mt байна.

2.5. Хархүрэн хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Хархүрэн хөрс нь Монгол орны хээр, ойт-хээрийн бүсийн үндсэн гол хөрс болно. Хархүрэн хөрс нь дээд хэсэгтээ органик хуримтлалын давхаргатай, үржил шимийн түвшин харьцангуй сайн хөрс болно. Хээрийн бүсийн хөрс нь органик хуримтлал чухал эх үүсвэрийн нэг гэж тооцогддог (Butterbach-Bahl, 2011). Монгол орны хээрийн хөрсний талаар тодорхой судалгаанууд (Уфимцева, 1984; Бэхтөр, 1991; Батбаяр, 1994; Доржготов, 2003) байдаг боловч хөрсний органик бодис, органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн талаар нэгтгэн дүгнэсэн мэдээ материал хомс байна. Дорнод Монголын талархаг газар Хархүрэн хөрс нь зонхилон тархах бөгөөд Хангай, Хэнтий, Хөвсгөлийн уулархаг нутаг, Орхон-Сэлэнгийн дундаж өндөрлөг уулархаг газрын хээрийн ургамалтай тэгшивтэр тал, өргөн бэл хажуу газраар тархана. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 11 % буюу нийт 171562.7 км² газар нутагт Хархүрэн хөрс тархана.



Зураг 2.13. Монгол орны Хархүрэн хөрсний тархалт



Зураг 2.14. Хархүрэн хөрсний зүсэлт, хөрс үүсвэрийн орчин, дорнод Монгол
Хархүрэн хөрсний ялзмагт давхаргын зузаан 30 см-аас багагүй, түүнээс доош завсрын шинж чанар бүхий шилжилтийн "В" давхаргатай. Ялзмагийн агууламж 2-

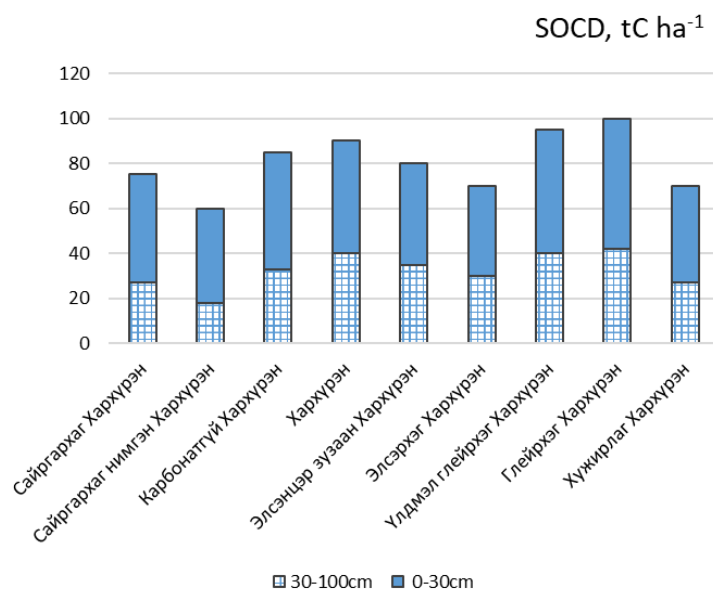
5%, өнгөн хөрсний 30 см хүртэл чулууны агууламж 40 %-иас бага байна. Хөрсний зүсэлтийн дунд хэсгээс доош карбонат хуримтлалын давхаргатай.

1970-аад оноос хойш хийгдсэн хөрсний судалгааны үр дүн эрдэм шинжилгээний өгүүлэл, тайлан материалуудаас нийт 860 ш. хөрсний зүсэлтийн 2200 ш. хөрсний дээжийн дүн материалд боловсруулалт хийж хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг 0-30, 30-100 см гүнээр Batjes (1996) томъёо ашиглан тооцооллоо.

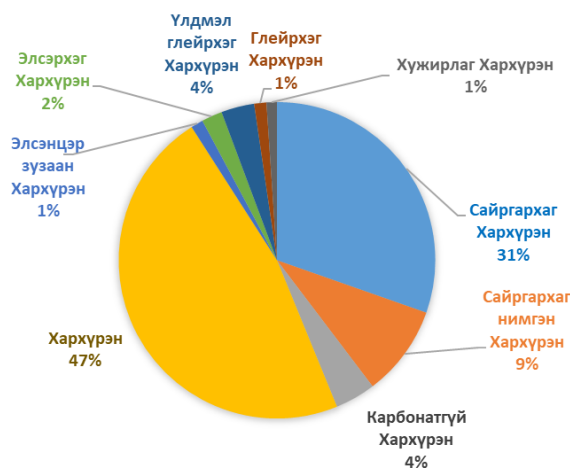
Хүснэгт 2.15. Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц

Хөрс	т га ⁻¹			SOCS, Mt*		
	0-30cm	30-100cm	0-100cm	0-30cm	30-100cm	0-100cm
Сайргархаг Хархүрэн	48	27	75	252.4	142.0	394.4
Сайргархаг нимгэн Хархүрэн	42	18	60	77.3	33.1	110.4
Карбонатгүй Хархүрэн	52	33	85	34.3	21.8	56.1
Хархүрэн	50	40	90	391.6	313.2	704.8
Элсэнцэр зузаан Хархүрэн	45	35	80	10.4	8.1	18.5
Элсэрхэг Хархүрэн	40	30	70	17.6	13.2	30.7
Үлдмэл глейрхэг Хархүрэн	55	40	95	28.1	20.4	48.5
Глейрхэг Хархүрэн	58	42	100	10.4	7.5	17.9
Хужирлаг Хархүрэн	43	27	70	8.8	5.5	14.4
ДҮН	48.1	32.4	80.6	830.9	564.9	1395.8

*Mt=10⁶ ton



Зураг 2.15. Нэгж талбайд агуулагдах Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц



Зураг 2.16. Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн эзлэх хувь

Хархүрэн хөрсний хамгийн түгээмэл тархалттай 9 төрлийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хэмжээг тодорхойллоо (Хүснэгт 2.15). Глейрхэг Хархүрэн, Улдмэл глейрхэг Хархүрэн хөрснүүд 1 га талбайд хамгийн их буюу 58-55 т/га (0-30 см) хүртэл органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Элсэрхэг Хархүрэн, Сайргархаг нимгэн Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгч 1 га талбайд хамгийн бага 40-42 т орчим байна. Чулуу хайрга ихтэй хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж хөрсний доод хэсэгт харьцангуй бага байна.

Хархүрэн хөрс бүс нутгийн ялгаа

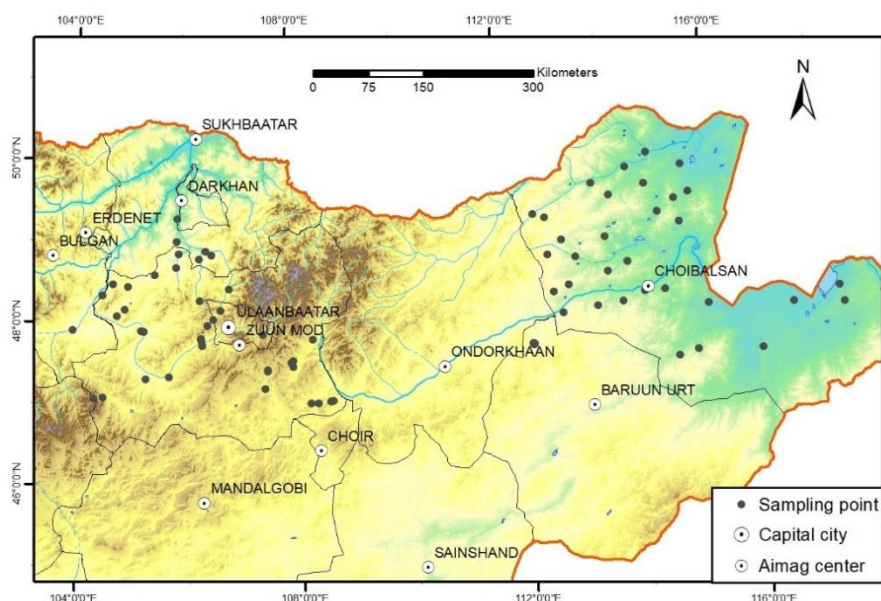
Монгол орны төв хэсэг болон зүүн хэсгийн хээрийн бүсийн жишээн дээр Хархүрэн хөрсний органикийн агууламж, органик нүүрстөрөгчийн нөөц, хөрсний зүсэлтийн гүний дагуух тархалт, бүс нутгийн онцлог ялгааг тодорхойлох судалгааг хийлээ.

Судалгаа явуулсан газар нь Монгол орны төв ба зүүн хэсгийн хээрийн бүс нутаг болно (Зураг 2.13). Дорнод аймгийн нутаг бүхэлдээ, Сүхбаатар аймгийн хойд хэсэг, Төв аймгийн нутаг бүхэлдээ Булган, Сэлэнгэ аймгийн урд хэсгийн нутаг бага зэрэг хамрагдсан. Судалгаа явуулсан төвийн бүс нутгийн дундаж өндөр 1171 метр д.т.д. зүүн бүсээс 300 гаруй метр илүү өндөрлөг уулархаг газрын гадаргатай (Хүснэгт 2.16). Зүүн бүс нь талархаг (852 метр д.т.д.) нам дор өндрийн түвшинтэй.

Хүснэгт 2.16. Судалгаа явуулсан газрын өндөр, уур амьсгалын үзүүлэлтүүд

Судалгаа явуулсан газар	Өндөр, метр д.т.д		Агаар, t C ⁰		Жилийн нийлбэр хур тунадас, mm		Станц, он
	Average	Range	Mean	Change (1975-2018)	Mean	Change (1975-2018)	
Төв	1171	721-1673	-1.8	+1.7	246.3	+35.7	Улаанбаатар 1975-2018
Дорнод	852	620-1070	+1.5	+1.5	228.1	-11.6	Чойбалсан 1975-2018

Уур амьсгалын нөхцөлийн хувьд судалгаа явуулсан газар нутаг нь хоорондоо ялгаатай байна. Төвийн бүс нутаг нь зүүн бүсээс илүү хүйтэн сэрүүн, олон жилийн дундаж агаарын температур 3.2°C -ээр хүйтэн байна. Олон жилийн дундаж нийлбэр хур тунадасны хэмжээ бараг ойролцоо (228.1-246.3 мм) төвийн бүс арай илүү хур тунадастай. Сүүлийн 55 жилд агаарын температур $+1.5^{\circ}+1.7^{\circ}\text{C}$ дулаарсан байхад, жилийн нийлбэр хур тунадас төвийн бүсэд 35.7 мм нэмэгдэж, зүүн бүсэд -11.6 мм багассан. Малын тоо толгой энэ хугацаанд бараг 4 дахин өссөн. Уур амьсгалын өөрчлөлт, хүний үйл ажиллагааны нөлөө сүүлийн 50 гаруй жилд ихсэж байна.



Зураг 2.17. Судалгаа явуулсан газар, дээж авсан цэгүүдийн байршил

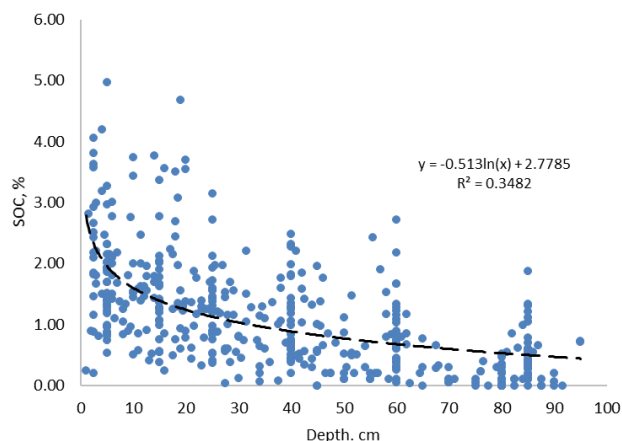
Хээрийн бүсийн Хархүрэн хөрсний 83 ш. хөрсний зүсэлтийн 419 ш. хөрсний дээжийн лабораторийн задлан шинжилгээний дүн материалд боловсруулалт хийлээ. Монгол орны төвийн бүсийн нутаг дэвсгэрээс 42 ш. хөрсний зүсэлтийн 228 ш. дээж, зүүн хэсгийн газар нутгаас 41 ш. хөрсний зүсэлтийн 191 ш. хөрсний дээжийн дүн материалыг тус тус ашигласан.

Хүснэгт 2.17. Судалгаа явуулсан газрын хөрсний органик бодис (SOM), %

Гүн, см	Нийт (n=419)	Дорнод (n=191)	Төв (n=228)
5	3.37	3.80	2.80
15	2.40	2.79	1.91
30	1.78	2.14	1.35
60	1.17	1.50	0.78
100	0.72	1.03	0.37

Хөрс үүсгэгч хүчин зүйлийн нөлөөнөөс шалтгаалан Хархүрэн хөрс нь дотроо олон төрөлд хуваагдана. Бид судалгаандаа талархаг газар тархсан Хархүрэн хөрсийг сонгосон бөгөөд карбонаттай, карбонатгүй, элсэнцэр шавранцар гэх мэт харилцан адилгүй шинж чанартай хөрснүүд тохиолдож байсан.

Хархүрэн хөрсний ялзмаг буюу органик бодисын агууламж өнгөн хэсэгт илүү хуримтлалтай буюу 5 см-ийн гүнд дунджаар 3.37% байснаа зүсэлтийн гүний дагуу доошоо буурч байна. Монгол орны төв ба зүүн хэсгийн Хархүрэн хөрсний ялзмагийн агууламж бага зэрэг ялгаатай байна. Дорнод Монголын хээрийн Хархүрэн хөрсний ялзмагийн агууламж Монгол орны төв хэсгээс илүү байгаа нь хээрийн ургамлын биомассын нөлөөнөөс шууд хамаарна гэж үзэж болно. Хөрсний 5, 15 см-ийн гүнд 35.8-45.9 % илүү байсан бол хөрсний зүсэлтийн доод хэсэгт энэ ялгаа улам ихсэж 60 см-д 91.4 % байсан бол 100 см-ын гүнд 178.3 % илүү байна.



Зураг 2.18. SOC and soil depths relation (n=419)

Судалгаа явуулсан газар нутгийн нийт 83 ш. хөрсний зүсэлтийн 419 ш. дээжийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг хөрсний зүсэлтийн гүнтэй харьцуулахад натурал логарифм хамааралтай байна (Зураг 2.18). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг хөрсний гүнээс хамааруулан ($R^2=0.3482$) дараах томъёогоор тооцоолж болно.

$$\text{SOC, \%} = -0.512\ln(h) + 2.7785 \quad (11)$$

SOC – Хөрсний органик нүүрстөрөгч, h - хөрсний зүсэлтийн гүн см.

Төвийн бүс нутгийн 42 ш. хөрсний зүсэлтийн 228 ш. хөрсний дээжийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн хөрсний зүсэлтийн гүнээс хамаарсан хамаарлыг тооцоход детерминацын коэффициент ($R^2=0.4163$) арай илүү байна. Төвийн бүсийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг дараах томъёогоор бодож болно.

$$\text{SOCc, \%} = -0.471\ln(h) + 2.3828 \quad (12)$$

Монгол орны хөрсний судалгааны дүнг нэгтгэн дүгнэсэн голлох бүтээлийн нэг болох “Почвенный покров и Почвы Монголии” номонд Монгол орны Хархүрэн хөрсний ялзмагийн агууламжийг “А” давхаргад дунджаар 3.2 %, “АВ” давхаргад 1.3 % гэж бичсэн байдаг (Уфимцева ба бусад, 1984). Бидний судалгааны дүнгээр “А”

давхаргын ялзмагийн агууламж 3.37-1.78 % (Хүснэгт 2.18) байгаа нь Оросуудын судалгааны дүнтэй ойролцоо байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нэгж талбай дахь нөөцийг (Soil Organic Carbon Densuty - SOCD) тооцооллоо. Хархүрэн хөрсний SOCD дунджаар 0-30 см хөрсөнд 50.0 т га⁻¹, 0-60 см хөрсөнд 77.5 т га⁻¹, 0-100 см хөрсөнд 97.8 т га⁻¹ байна (Хүснэгт 2.18). Хамгийн их хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нэгж талбай дахь нөөц Дорнод аймгийн Дашбалбар суманд хийсэн D1804-р зүсэлтэд 0-30 см хөрсөнд 86.5 т га⁻¹ байсан бол хамгийн бага үзүүлэлт (SOCD) нь Сүхбаатар аймгийн Түмэнцогт сумын нутаг дахь Нимгэн Чулуурхаг Хархүрэн хөрсний 0-30 см гүнд 19.4 т га⁻¹ байна.

Хүснэгт 2.18. Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгч, t ha⁻¹

Study area	Statistics	0-30cm	0-60cm	0-100
Total (n=83)	Mean	50.0	77.5	97.8
	Max	86.5	165.5	271.9
	Min	19.4	19.4	19.4
	STD	17.9	33.1	50.3
Central (n=42)	Mean	43.8	62.4	69.1
	Max	85.5	126.0	129.3
	Min	20.6	26.6	29.6
	STD	16.1	24.7	27.4
East (n=41)	Mean	56.2	93.0	127.2
	Max	86.5	165.5	271.9
	Min	19.4	19.4	19.4
	STD	17.6	33.8	51.6

IPCC байгууллагын хүлэмжийн хийн тооллогын арга зүйн удирдамжид сэрүүн хуурай бүс нутгийн 0-30 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нэгж талбайн нөөцийг 50 т га⁻¹ гэж тодорхойлсон (IPCC, 2006) байгаа нь бидний судалгааны дүнтэй тохирч байна. Монгол орны зүүн хэсгийн Хархүрэн хөрсний SOCD дунджаар 0-30 см хөрсөнд 56.2 т га⁻¹, 0-60 см хөрсөнд 93.0 т га⁻¹, 0-100 см хөрсөнд 127.2 т га⁻¹ байгаа нь Монгол орны төв хэсгийн хөрсний үзүүлэлтээс 28.3 %, 49.1%, 84.1 % тус тус илүү байна. Дисперсийн шинжилгээгээр (Хүснэгт 2.18) төв ба зүүн бүсийн 0-30 см хөрсний нөөцийн дундаж үзүүлэлтүүд ялгаатай ($p=0.001$), харин вариацийн хувьд ялгаагүй ($p=0.626$) байна. Дорнод Монгол нь уур амьсгалын хувьд арай дулаан, бэлчээрийн талхагдал бага учраас ургамлын биомасс ихтэй, хээрийн хөрсний органикийн агууламж ба нөөцийн хэмжээ Монгол орны төв хэсгээс илүү байна.

2.6. Хуурай хээрийн хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Монгол орны хуурай хээрийн бүс нутаг нь Сибирийн шинэсэн ойн бүсээс Төв Азийн хуурай гандуу говь цөлийн бүс рүү шилжих эрс тэс уур амьсгалтай экосистемийн хувьд маш эмзэг, зааг бүс нутаг юм (Доржготов, 2003). Байгалийн бүсээс хамаарсан цаг уур, уур амьсгалын хүчин зүйл тэр дундаа агаарын температур, хур тунадасны хэмжээ хөрсний органикийн агууламжид шууд нөлөөлдөг (Оюунбат, 2016). Олон жилийн дундаж агаарын температур хээрийн бүсэд (-1.6)-2.2 °C, жилийн нийлбэр хур тунадас 140-250 мм байна. Хуурай хээрийн бүс нутагт Монголчууд бэлчээрийн мал аж ахуй голлон эрхэлдэг. Тэр тусмаа бог малын гол бэлчээр нутаг юм. Энэхүү бүс нутагт хуурай хээрийн индикатор ургамал болох хялгана, хиаг, таана, хөмөл, мангир зэрэг давссаг ургамлууд уул толгод хоорондох хөндий хотос газраар голлон тархана. Хуурай хээрийн бүс нутагт томоохон гол мөрөн, нуур байхгүй ч дулааны улирлын хур тунадсаар тэжээгддэг тойром, жижиг нуур бүхий усан сан элбэг тохиолдоно. Энэхүү бүс нутгийн байгаль газарзүйн онцлогт зохицсон цагаан зээр, хулан, бөхөн, хар сүүлт, үлийн цагаан огото зэрэг амьтад уур амьсгал, улирлын шилжилт, ургамлын гарц даган нүүдэллэх өвсөн тэжээлтэн түүний дагасан араатан жигүүртэн амьтад (чоно, үнэг, хярс, шонхор г.м) гээд жинхэнэ нүүдлийн экосистемийн бүс нутаг юм.

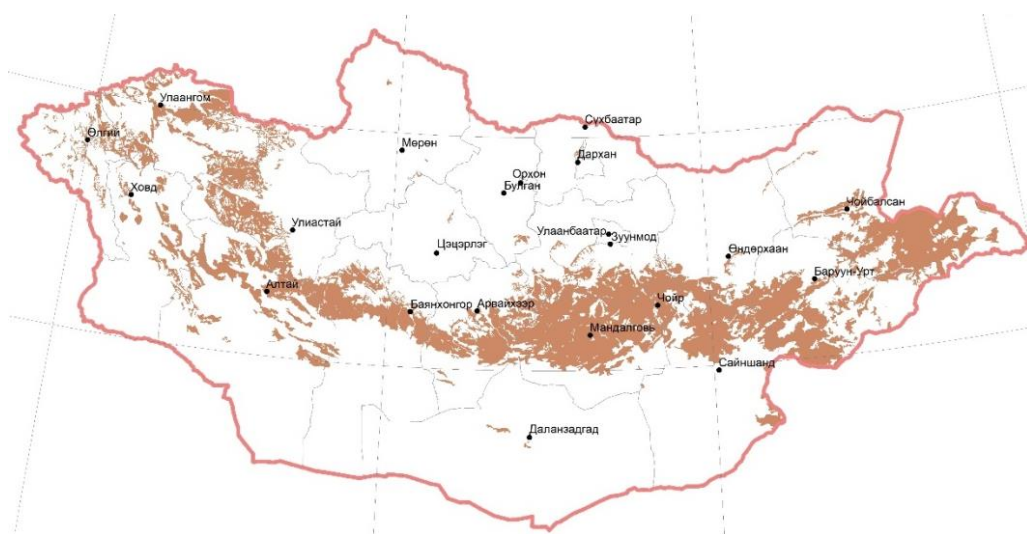
Энэхүү бүс нутагт Хүрэн, Цайвархүрэн хөрс тархах бөгөөд хойд талаараа ойт хээрийн Хархүрэн урд талаараа Говийн Бор хөрстэй хиллэнэ. Хүрэн ба Цайвархүрэн хөрсний нэг онцлог нь хөрсний доод үе давхаргад органик бус (CaCO_3) нүүрстөрөгч ихтэй. Тиймээс хуурай хээрийн Хүрэн ба Цайвархүрэн хөрсний органик ба органик бус нүүрстөрөгчийн нөөц, түүний өөрчлөлтийг тодорхойлох нь уур амьсгалын өөрчлөлт, цөлжилтийн эрчим, түүнд нөлөөлөх байгалийн болон хүний нөлөөллийг илрүүлэх чухал ач холбогдолтой. Дэлхийн хуурай газарт тархсан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тогтоох судалгаагаар Хүрэн хөрс (Kastanozems) (0-30 см гүнд 40 т га^{-1} , 0-50 см гүнд 62 т га^{-1} , 0-100 см гүнд т га^{-1}) гэж тооцсон байдаг (Batjes, 1992).

Монгол орны хэмжээнд Хүрэн ба Цайвархүрэн хөрс 1000-2100 (д.т.д) метрийн үнэмлэхүй өндөрт голчлон орших боловч Хангай, нурууны урд тал, Алтайн нурууны зүүн захаар 2300-2400м хүртэл дээшилж тархсан байдаг. Хотгор гүдгэрийн байдал, элэгдэл эвдрэлийн үйл явцаас шалтгаалж хөрсөн бүрхэвч бас жигд биш хөрсний үе давхаргын зузаан, сайр чулуурхаг шинж, механик бүрэлдэхүүн, давсжилтын хэмжээ газар бүрд харилцан адилгүй байдаг.

Гадагш урсгалгүй хонхор, хөндий ёроолд тогтсон хужир тойрмын нөлөөгөөр тэр орчны хөрс давсархаг шинжтэй болж хужирлаг, мараалаг хөрс бага сага дайралдана. Түүнчлэн ухаа гүвээ, цав толгодын оройд хатуу суурь чулуулаг нь ил

гарч хад чулуурхаг нимгэн хөрстэй байх бөгөөд харин тэдгээрийн хажуу хормойд нэлээн зузаавтар хөрс тогтворжсон байдаг.

Хүрэн ба Цайвархүрэн хөрс нь Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 17.6 % орчимд буюу 274603.6 км² талбайд тархах бөгөөд уртрагийн дагуу сунаж тогтсон байдаг. Тухайлбал: Дорнод аймгийн зүүн болон өмнөд хэсэг, хэрлэн голоос урагш орших ухаа гүвээт долгиорхог хээр, мэнэнгийн тал, халх гол орчмын талархаг нутаг, Сүхбаатар аймгийн төв болон баруун тал, Хэнтийн нурууны өмнөд гүвээрхэг нам уулын хэсгээр болон Төв, Хэнтий, Дундговь аймгийн хил залгаа бэсрэг уулс болон нам уулс, ухаа гүвээт талархаг хэсгээр, Өвөрхангай аймгийн төвийн хэсэг болон зүүн баруун өмнөд хэсгийн гүвээрхэг тал болон нам уулархаг хэсгээр, Баянхонгорын хойд, Завханы урд хэсэг буюу Хангайн нурууг тойрсон бэсрэг болон дундаж өндөр уулсын өвөр хажуу ба тэдгээрийн хоорондох хөндий хотосын хэсэгт хар хүрэн хөрсний доод хэсгээр хуурай хээрийн бүсэд зонхилон тархана. Мөн Завхан аймгийн баруун болон баруун өмнөд хэсгээр дундаж өндөр уулс болон уулс хоорондын хөндийн хэсэгт, Увс аймгийн зүүн хэсэг болон Ханхөхийн нурууны хойд болон өмнөд хажуугийн хэсгээр Ховд, Баян өлгий, Увс аймгийн нутагт дундаж өндөр уулсаар болон зарим уулс хоорондын хөндийн болон хажуугийн хэсэгт түгээмэл тархалттай байна.



Зураг 2.19. Монгол орны Хүрэн ба Цайвархүрэн хөрсний тархалт

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Хүрэн хөрсний органик үе давхарга дунджаар 20-30 см, ялзмагийн агууламж 1.5-2.8%, өнгөн хөрсний чулууны агууламж 10-50% байдаг. Хүрэн хөрсний өнгөн үелэл тод илэрдэг, хөрсний үе давхаргын шилжилтүүд хөрсний бусад хэв шинжтэй харьцуулбал эрс шилжилттэй, карбонатын агууламж дийлэнх хүрэн хөрсний хэв шинжид илэрдэг онцлогтой. Хүрэн хөрсийг Хүрэн, Сайргархаг, Нимгэн сайргархаг, Карбонаттай, Элсэнцэр зузаан, Элсэн хучаастай, Элсэрхэг, Үлдмэл глейрхэг, Глейрхэг, Хужирлаг, Мараалаг гэж ангилна. Цайвархүрэн хөрсний органик үе давхарга дунджаар 10-20см,

ялзмагийн агууламж 1.0-1.5%. Карбонатын давхарга А үе давхаргын доор залгаж оршдог ба CO₂-ийн агууламж 0.7-14% хүртэл хэлбэлзэх ба түүний хэмжээ тогтворгүй байдаг. Цайвархүрэн хөрсийг Сайргархаг, Нимгэн сайргархаг, Чулуун хучаастай, Карбонаттай, Элсэнцэр зузаан, Глейрхэг, Хужирлаг, Мараалаг гэж ангилна (Батхишиг, 2016).

Хүснэгт 2.19. Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га⁻¹ (гүн, см)

Хөрсний нэр	0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Хүрэн	9.7	15.3	20.3	6.1	4.1	5.3
Сайргархаг Хүрэн	8.5	12.7	15.0	18.0	3.2	0.9
Карбонаттай Хүрэн	7.9	12.8	15.0	18.0	3.2	0.9
Элсэнцэр зузаан Хүрэн	7.0	11.8	13.3	26.7	22.0	24.5
Элсэрхэг Хүрэн	6.7	15.0	13.6	19.2	11.4	14.4
Үлдмэл глейрхэг Хүрэн	5.6	11.5	18.5	33.9	23.6	16.3
Глейрхэг Хүрэн	7.5	11.5	13.6	7.7	13.9	7.4
Хужирлаг Хүрэн	7.0	11.9	11.0	22.0	14.2	7.7
Мараалаг Хүрэн	6.2	9.0	23.1	42.0	8.5	5.3
Mean	7.3	12.4	15.9	21.5	11.6	9.2
Maximum	9.7	15.3	23.1	42.0	23.6	24.5
Minimum	5.6	9.0	11.0	6.1	3.2	0.9

Хөрсний органик нүүрстөрөгч нь тухайн хөрсний зузаан, чулууны агууламж, эзлэхүүн жин, органикийн агууламж зэрэг үзүүлэлтээс шалтгаалан хөрсний төрөл бүр; харилцан адилгүй агууламжтай байна (Хүснэгт 2.19, Хүснэгт 2.20). Тухайлбал: 0-30 см гүнд Хүрэн хөрс 45.3 т га⁻¹, 30-60 см гүнд Мараалаг Хүрэн хөрс 42.0 т га⁻¹, 60-100 см гүнд Үлдмэл глейрхэг Хүрэн 23.6 т га⁻¹, 100-200 см гүнд Мараалаг Хүрэн хөрс 13.3 т га⁻¹ хамгийн их органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна.

Хүснэгт 2.20. Цайвархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га⁻¹ (гүн, см)

Хөрсний нэр	0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Цайвархүрэн	5.2	7.8	9.6	12.6	5.9	3.6
Сайргархаг Цайвархүрэн	4.9	6.4	9.6	12.5	7.0	4.5
Сайргархаг нимгэн Цайвархүрэн	5.4	5.5	4.0	0.5	0.0	0.0
Чулуун хучаастай Цайвархүрэн	1.0	5.9	9.8	6.3	4.0	4.2
Карбонаттай Цайвархүрэн	4.6	7.9	7.9	8.1	5.4	5.3
Элсэн хучаастай Цайвархүрэн	2.2	6.0	13.3	8.2	5.5	7.0
Элсэрхэг Цайвархүрэн	3.1	6.3	7.6	12.3	7.8	6.5
Хужирлаг Цайвархүрэн	3.4	5.8	7.1	8.1	4.9	5.2
Мараалаг глейрхэг Цайвархүрэн	5.8	7.0	13.0	13.9	4.9	3.2
Mean	4.0	6.5	9.1	9.2	5.0	4.4
Maximum	5.8	7.9	13.3	13.9	7.8	7.0
Minimum	1.0	5.5	4.0	0.5	0.0	0.0

Хөрсний өнгөн хэсгийн 0-5 см гүнд Хүрэн хөрсний дундаж органик нүүрстөрөгчийн нөөц 7.3 т га⁻¹, хамгийн ихдээ Хүрэн хөрс 9.7 т га⁻¹, хамгийн багадаа Үлдмэл глейрхэг Хүрэн 5.6 т га⁻¹ агууламжтай байна. Цайвархүрэн хөрс дунджаар 4.0 т га⁻¹, хамгийн их нь Мараалаг глейрхэг Цайвархүрэн 5.8 т га⁻¹, хамгийн бага нь Чулуун хучаастай Цайвархүрэн хөрс 1.0 т га⁻¹ органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай.

Ялзмагт давхаргын 5-15 см гүнд Хүрэн хөрсний дундаж органик нүүрстөрөгчийн агууламж 12.4 т га⁻¹, хамгийн ихдээ Хүрэн хөрс 15.3 т га⁻¹, хамгийн багадаа Мараалаг Хүрэн хөрс 9.0 т га⁻¹ агууламжтай байна. Цайвархүрэн хөрс дунджаар 6.5 т га⁻¹ органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай байна.

15-30 см гүнд Хүрэн хөрсний дундаж органик нүүрстөрөгчийн агууламж 15.9 т га⁻¹, хамгийн ихдээ Мараалаг Хүрэн хөрс 23.1 т га⁻¹, хамгийн багадаа Хужирлаг Хүрэн хөрс 11.0 т га⁻¹ агууламжтай байна. Цайвархүрэн хөрс дунджаар 9.1 т га⁻¹, хамгийн их нь Элсэн хучаастай Цайвархүрэн 13.3 т га⁻¹, хамгийн бага нь Сайргархаг нимгэн Цайвархүрэн 4.0 т га⁻¹ органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай.

Хөрсний зүсэлтийн дунд хэсэг буюу 30-60 см гүнд Хүрэн хөрсний дундаж органик нүүрстөрөгчийн нөөц 21.5 т га⁻¹, хамгийн ихдээ Мараалаг Хүрэн хөрс 42.0 т га⁻¹, хамгийн багадаа Ердийн Хүрэн хөрс 6.1 т га⁻¹ агууламжтай байна. Цайвархүрэн хөрс дунджаар 9.2 т га⁻¹, хамгийн их нь Мараалаг глейрхэг Цайвархүрэн 13.9 т га⁻¹, хамгийн бага нь Сайргархаг нимгэн Цайвархүрэн 0.5 т га⁻¹ органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй. 60-100 см гүнд Хүрэн хөрсний дундаж органик нүүрстөрөгчийн нөөц 11.6 т га⁻¹ байна.

Хүснэгт 2.21. Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, сая.т (гүн, см)

Хөрсний нэр	0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200	Талбай, га
Ердийн Хүрэн	51.1	80.6	106.9	32.1	21.6	27.9	5265251.9
Сайргархаг Хүрэн	34.2	51.1	60.3	72.4	12.9	3.6	4019846.5
Карбонаттай Хүрэн	2.5	4.1	4.8	5.7	1.0	0.3	319247.7
Элсэнцэр зузаан Хүрэн	2.5	4.2	4.7	9.5	7.8	8.7	354834.5
Элсэрхэг Хүрэн	9.8	21.9	19.8	28.0	16.6	21.0	1458083.0
Үлдмэл глейрхэг Хүрэн	10.1	20.7	33.3	61.0	42.4	29.3	1798483.3
Глейрхэг Хүрэн	2.4	3.6	4.3	2.4	4.4	2.3	315139.7
Хужирлаг Хүрэн	2.8	4.8	4.4	8.8	5.7	3.1	400593.3
Мараалаг Хүрэн	4.4	6.4	16.4	29.9	6.0	3.8	711423.2
Нийт	119.7	197.2	254.9	249.8	118.5	100.0	14642902.9

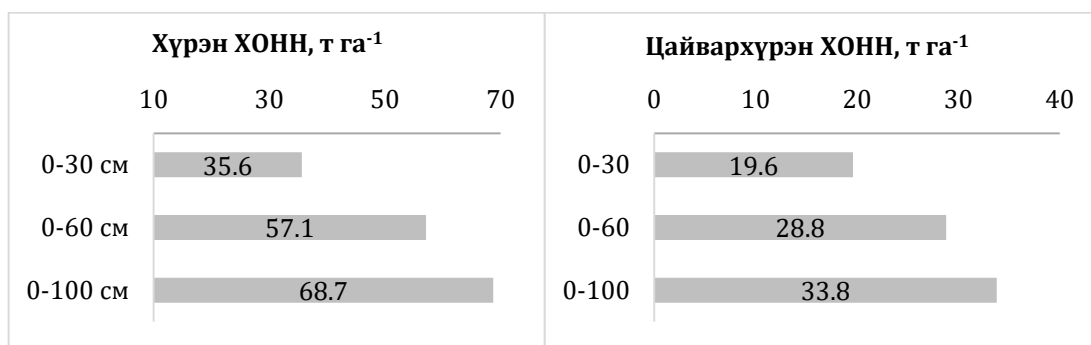
100-200 см гүнд Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн дундаж нөөц 9.2 т га⁻¹, хамгийн ихдээ Элсэнцэр зузаан Хүрэн 24.5 т га⁻¹, хамгийн багадаа Сайргархаг Хүрэн 0.9 т га⁻¹ нөөцтэй байна. Цайвархүрэн хөрс дунджаар 4.4 т га⁻¹ органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй.

Монгол оронд тархсан Хүрэн хөрсний талбайн хэмжээ 14 642 902.9 га ба органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-5 см гүнд 119.7 сая т, 5-15 см гүнд 197.2 сая,т, 15-30 см гүнд 254.9 сая.т 30-60 см гүнд 249.8 сая т, 60-100 см гүнд 118.5 сая,т, 100-200 см гүнд 100.0 сая.т байна (Хүснэгт 2.21). Цайвархүрэн хөрсний талбайн хэмжээ 11 552 154.2 га ба органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-5 см гүнд 53.0 сая т, 5-15 см гүнд 77.7 сая,т, 15-30 см гүнд 106.8 сая.т 30-60 см гүнд 116.6 сая т, 60-100 см гүнд 60.3 сая,т, 100-200 см гүнд 44.7 сая.т (Хүснэгт 2.22).

Хүснэгт 2.22. Цайвархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, сая.т

Хөрсний нэр	0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200	Талбай, га
Цайвархүрэн	18.2	27.3	33.6	44.1	20.7	12.6	3500003.3
Сайргархаг Цайвархүрэн	13.8	18.1	27.1	35.3	19.8	12.7	2823892.2
Сайргархаг нимгэн Цайвархүрэн	8.5	8.7	6.3	0.8	0.0	0.0	1582749.7
Чулуун хучаастай Цайвархүрэн	0.5	2.8	4.7	3.0	1.9	2.0	480368.7
Карбонаттай Цайвархүрэн	1.8	3.1	3.1	3.1	2.1	2.0	386598.4
Элсэн хучаастай Цайвархүрэн	2.4	6.4	14.2	8.8	5.9	7.5	1071150.1
Элсэрхэг Цайвархүрэн	1.7	3.5	4.2	6.8	4.3	3.6	553921.0
Хужирлаг Цайвархүрэн	0.8	1.4	1.7	2.0	1.2	1.3	246133.1
Мараалаг глейрхэг Цайвархүрэн	5.3	6.4	11.8	12.6	4.4	2.9	907337.7
Нийт	53.0	77.7	106.8	116.6	60.3	44.7	11552154.2

Монгол орны хуурай хээрийн бүсийн Хүрэн, Цайвархүрэн хөрсний 327 зүсэлтийн 600 орчим органикийн агууламжийг тодорхойлсон шинжилгээний дүн материалд үндэслэн боловсрууллаа. Монгол орны хуурай хээрийн бүсийн Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOC_D) дунджаар 0-30 см гүнд 35.6 т га⁻¹, 0-60 см гүнд 57.1 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 68.7 т га⁻¹ байна. Цайвархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOC_D) дунджаар 0-30 см гүнд 19.6 т га⁻¹, 0-60 см гүнд 28.8 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 33.8 т га⁻¹ байна.



Зураг 2.20. Хуурай хээрийн хөрсний тогтмол гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га⁻¹

Монгол орны хуурай хээрийн Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж дэлхийн Хүрэн (Kashtanozem) хөрсний дундаж агууламжтай тун ойролцоо ба (0-30 см гүнд 40 т га⁻¹, 0-50 см гүнд 62 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 71 т га⁻¹) арай бага байна. Энэ нь манай орны хур тунадас багатай, хүйтэн хуурай уур амьсгалтай холбоотой. Мөн энэхүү хуурай хээрийн бүсэд Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тусад нь тооцсон тул дундаж үзүүлэлтийг хуурай хээрийн хөрсний дунджид тооцож оруулаагүй зэргээс шалтгаалсан байж болно.

Нийт улсын хэмжээнд Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 551,0 Mt, 0-100 см хөрсөнд 843,6 Mt байна. Цайвархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 260,9 Mt, 0-100 см хөрсөнд 663,0 Mt байна.

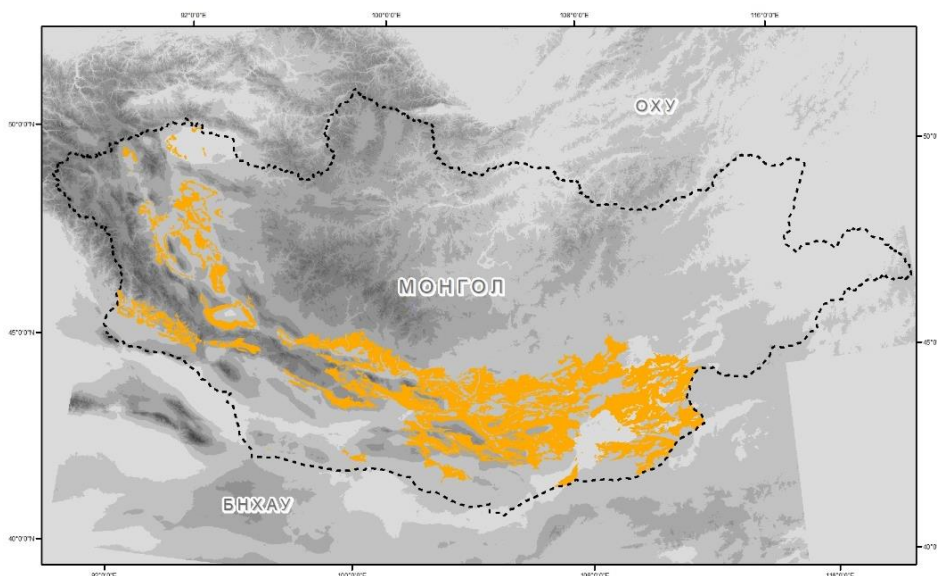
2.7. Говийн хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Манай орон ерөнхийдөө өндөрлөг газар байрласан нь хөрсний шинж чанарын хувьд ижил өргөрөг болон адил уур амьсгалтай газар орноос ялгагдах нэг онцлог болж байна. Монголын говь, цөл нь дэлхий дээрх хамгийн өндөрт байрладаг (Petrov, 1952) ба уулархаг газар оронд үнэмлэхүй өндрийн нөлөөлөл хөрсний онцлог шинж, тархалтад ихээхэн нөлөөтэй (Ahmad Dar & Somaiah, 2015). Монгол орон европ эх газрын төв дунд далайн түвшнээс дээш ихээхэн өндөр уулархаг газар байрладгаас гадна геологийн түүхэн хөгжлийн онцлог, уур амьсгалын эрс тэс эх газарлаг шинж зэргээс хамаарч хөрс үүсэх өвөрмөц нөхцөл бүрдэнэ (Доржготов, 2003). Говийн Бор, Цайварбор хөрсний зарим онцлог шинжүүдээс дурдвал:

- Хөрсний гадарга нь 2-5 см зузаан элс-сайр чулуун хучаастай
- Хөрсний механик бүрэлдэхүүн ерөнхийдөө элсэнцэр цөөн тохиолдолд хөнгөн шавранцар
- Хөрсний органик бодисын хэмжээ 1%-иас бага. Өнгөн үе ялзмагийн агууламж бага, доод үе өндөр
- Хөрс дийлэнхдээ нунтаг карбонатлаг
- Хөрсний өнгөн үе давхаргад цахиур болон манганы агууламж өндөр (Bespalov, 1951) зэрэг онцлог шинжтэй.

Мөн түүнчлэн Бор болон Цайварбор хөрс илүү эх газарлаг шинжтэй буюу температурын эрс тэс байдлын нөлөө их (хэт халж, гүн хөлддөг), салхины эвдлэх үйл ажиллагааны нөлөөн дор байдгаараа онцлогтой.

Бор, Цайварбор (Calcisols and Yermisols) хөрс хуурай болон гандуу бүс нутаг 1 тэрбум га талбайд тархсан (WRB, 2014). Манай оронд тархсан Бор болон Цайварбор хөрс нь агь-хазаар өвс-говийн хялганат, таана говийн хялганат, хазаар өвс-говийн хялганат, баглуур-таана-говийн хялганат бүлгэмдэл бүхий 15-25% бүрхэцтэй цөлөрхөг хээрийн ургамалшил бүхий газраар тархах ба манай орны Говийн дорнод хэсгийн ухаа гүвээт тал, Нууруудын хөндий, Их нууруудын хотгор, Монгол алтай болон Говь алтайн нурууны хоорондох хөндийн хэсгээр нийт нутгийн 13-17 % (Доржготов, 2003). Энэ талбай нь Чулуурхаг болон Сайргархаг Бор, Цайварбор хөрсний талбай орсноор тооцсон. Харин Чулуурхаг, сайргархаг Бор, Цайварбор хөрсний талбайг энгийн Бор болон Цайварбор хөрсний талбайгаас хасаад тооцож үзэхэд 12.1 % гарч байна (Зураг 2.21).



Зураг 2.21. Бор болон Цайварбор хөрсний тархалт

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Говийн бүсийн хэмжээнд хөрсний судалгаа уул уурхайн үйл ажиллагаа эхлэхтэй холбоотой томоохон уурхайн Байгаль орчны нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээ, Газрын төлөв байдал, чанарын хянан баталгааны ажлын хүрээнд хөрсний нилээд дээжлэлтийг авсан байна. Мөн түүнчлэн хөрс судлалын салбарын 2000 оноос хойш хийгдсэн хөрсний хээрийн судалгаануудын дүн мэдээлэл болон хөрсний салбарын гадны судлаачидтай хамтарсан судалгааны үр дүнг нэгтгэн боловсруулсан болно. Дээрх хөрсний судалгаануудын мэдээллийг нэгтгэхэд 530 орчим цэгийн 1500 орчим цэгэн мэдээлэл бүрдсэн бөгөөд өмнөх судалгаануудад 1 зүсэлтээс дунджаар 3 дээжлэлт авсан байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг 2016 оны Монгол орны хөрсний шинэчилсэн ангиллын төрлүүдэд тооцооллоо (Батхишиг, 2016). Говийн ландшафтад түгээмэл тархалттай *Бор* болон *Цайварбор* хөрсний хувьд дээрх ангиллын хүрээнд 11-13 төрөлд хуваагдсан байна. Бор хөрсний хувьд хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл, хэв шинжийн төстэй байдлыг харгалзан доорх 4 төрөлд багцлан хуваасан болно (Хүснэгт 2.23). Хөрсний хэв шинжийн доторх ижил төстэй байдал болон хөрсний зүсэлтийн мэдээллүүд дийлэнхдээ нь дараах 4 ангиллаар нэрлэгдсэн байдал зэрэг нь гадаргын нөхцөл хөрсний нэршлийг олон хувилбартай өгөхөд хүндрэлтэйг илтгэж байгаа ба говь, цөлийн бүсийн хөрсний онцлог бол үе давхаргын ялгарал тод биш, чулуу болон элсний нөлөө ихтэй байдгаас үүдэн хөрснүүд дийлэнхдээ нэлээд төсөөтэй байдаг. Харин зарим онцлог шинжүүдээр нь тухайн хөрсний шинж чанарыг ялгахад хялбар үүнд: гөлтгөнө, карбонат нунтаг, мараа зэрэг.

Бид судалгаагаараа хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг Бор хөрсний төрөл Чулуурхаг Бор, Сайргархаг Бор, Элсэрхэг Бор, Хужир, Мараалаг Бор хөрс тус бүрт тооцоолон гаргалаа. Говь, цөлийн хөрсний нэг онцлог нь үржил шимт үе давхарга маш нимгэн дийлэнх тохиолдолд үржил шимт үе давхаргагүй байдаг. Дээрх нөхцөл байдлийг харгалзан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200 см гүнд тооцсон. Цөлөрхөг хээрийн бүсийн хэмжээнд хийгдсэн 351 зүсэлтийн 830 орчим хөрсний дээжний мэдээлэлд үндэслэн органик нүүрстөрөгчийн нөөц тооцсон.

Хүснэгт 2.23. Бор хөрсний статистик үзүүлэлтүүд

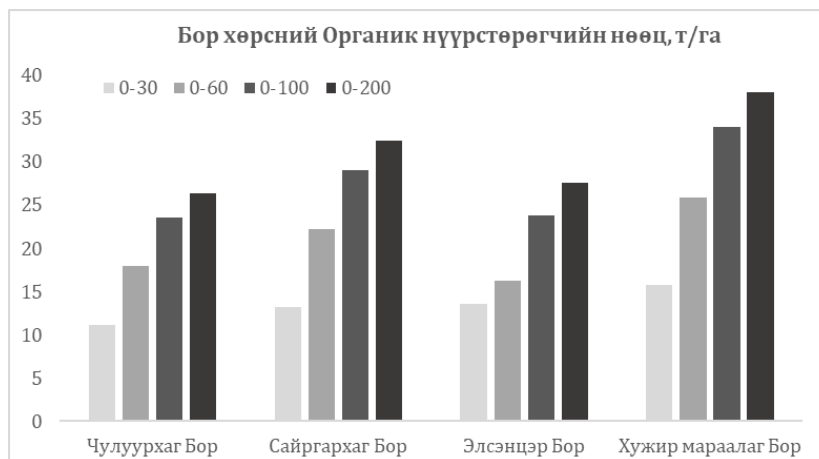
Хөрсний төрөл	Үзүүлэлт	S/N	Дундаж	Стандарт хазайлт	Min	Max	Median
Чулуурхаг Бор хөрс	Органик карбон	41	0.5	0.3	0.1	1.5	0.4
	Эзэлхүүн жин	41	1.2	0.2	0.6	1.7	1.1
	Чулуу	41	34.3	20.0	3.5	83.0	35.0
Сайргархаг Бор	Органик карбон	81	0.5	0.3	0.1	1.4	0.4
	Эзэлхүүн жин	81	1.3	0.3	0.5	1.9	1.3
	Чулуу	81	23.9	16.9	0.00	80.0	20.0
Элсэнцэр Бор	Органик карбон	189	0.4	0.2	0.01	1.0	0.3
	Эзэлхүүн жин	189	1.3	0.2	0.7	1.8	1.3
	Чулуу	189	2.5	4.6	6.4	9.8	7.6
Хужир мараалаг Бор	Органик карбон	30	0.5	0.3	0.1	1.5	0.4
	Эзэлхүүн жин	30	1.4	0.2	0.5	1.7	1.4
	Чулуу	30	16.9	15.5	0.0	68.0	10.9

Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0.4-0.5%-ийн хооронд хэлбэлзэж байна (Max-1.5, Min-0.) (Хүснэгт 2.23). Говийн хөрсний хувьд Монгол орны бусад хэв шинжийн хөрснөөс ялгагдах онцлог шинж чанар нь чулууны агууламж. Хөрсний үе давхаргад болон хөрсний өнгөн үе давхаргад чулуун хучаастай байдаг нь говь, цөлийн хөрсөнд нийтлэг (Доржготов, 2003). Бор хөрсний чулууны агууламж 20 %, Чулуурхаг Бор хөрс үе давхаргадаа хамгийн их чулуутай буюу 34.3% байна. Эзэлхүүн жингийн хувьд 0.5-1.7 гр/см³. Элсэнцэр Бор хөрсний эзэлхүүн жин бусад хөрсний дүнтэй харьцуулбал жигд өндөр байна.

Хүснэгт 2.24. Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т/га

Хөрсний төрөл	Тоо, ш	Гүн, см					
		0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Чулуурхаг Бор хөрс	41	2.1	4.3	4.7	6.9	5.6	2.8
Сайргархаг Бор хөрс	81	2.3	4.7	6.3	9.0	6.9	3.4
Элсэнцэр Бор хөрс	189	2.5	4.6	6.4	9.8	7.6	3.8
Хужирлаг Бор хөрс	30	3.0	5.3	7.5	10.1	8.1	4.0

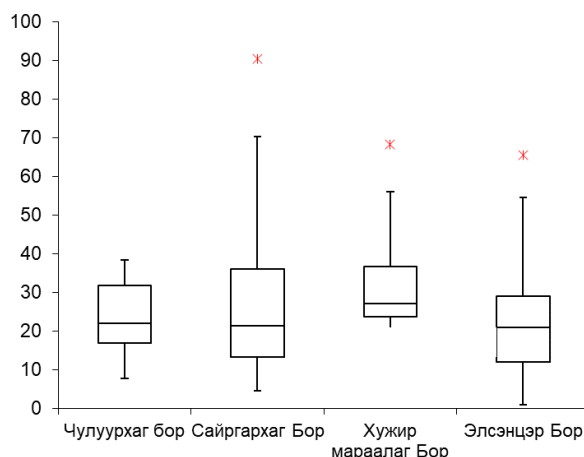
Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн хэмжээ тогтмол гүнд харилцан адилгүй бөгөөд 0-5 см 2.1 -3.0 т га⁻¹, 5-15 см-т 4.3-4.7 т га⁻¹, 15-30 см-т 4.7-7.5 т га⁻¹, 30-60 см-т 6.9-10.1 т га⁻¹, 60-100 см-т 5.6-8.1 т га⁻¹, 100-200 см –т 2.8-4.0 т га⁻¹ хооронд хэлбэлзэж байна (Хүснэгт 2.24).



Зураг 2.22. Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (0-200 см)

Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хэв шинжүүдэд харилцан адилгүй бөгөөд хужир мараалаг Бор хөрсний нөөц хамгийн өндөр байна. Хужир мараалаг бор хөрсний нөөц 0-30 см-т 15.8 т га⁻¹, 0-100 см-т 34 т га⁻¹ говийн бүсийн хэмжээнд өндөр органик нүүрстөрөгчийн хуримтлалтай хөрсөнд хамаарагдана. Хөрсний тархалтын онцлог тухайлбал хүрээлэн буй орчноосоо харьцангуй нам доор гадаргад дийлэнхдээ тархсан дулааны улиралд үер усны түр зуурын хуримтлалын гадарга болдогтой холбоотой хөрс хэт шүлтлэг шинжтэй, хужир марааны хуримтлалтай, органик хуримтлал орчны гадаргатай харьцуулбал харьцангуй өндөр байдаг. Харин ХОН-ийн хуримтлал хамгийн бага хөрс нь Чулуурхаг Бор. Чулууны агууламж хэт их, үржил шимт үе давхаргын нөөц нимгэн зэрэг хүчин зүйлсээс шалтгаалан Чулуурхаг Бор хөрсний нөөц 0-30 см- 11.1 т га⁻¹, 0-100 см-т 23.6 т га⁻¹. Бусад хэв шинжүүдийн хувьд авч үзвэл сайргархаг Бор хөрсний нөөц 0-30 см- 13.2 т га⁻¹, 0-100 см-т 29.1 т га⁻¹, Элсэнцэр Бор хөрсний 0-30 см- 13.5 т га⁻¹, 0-100 см-т 23.8 т га⁻¹ байна. Органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хөрсний төрлүүдэд харилцан адилгүй байгааг харуулж байна (Зураг 2.23). Чулуурхаг бор хөрсний нөөц харьцангуй хэлбэлзэл багатай, Сайргархаг болон элсэнцэр Бор хөрсний нөөц хэлбэлзэл өндөртэй. Хөрсний төрлүүдээс Хужир мараалаг Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хамгийн өндөр байна. Нийт улсын хэмжээнд Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 186,3 Мт, 0-100 см хөрсөнд 368,8 Мт байна.

Цайварбор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Цайварбор хөрсний 4 төрөлд органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцсон. Тус хөрсний төрлүүдэд нийт 440 хөрсний дээж буюу 174 орчим зүсэлтийн мэдээлэл ашигласан.



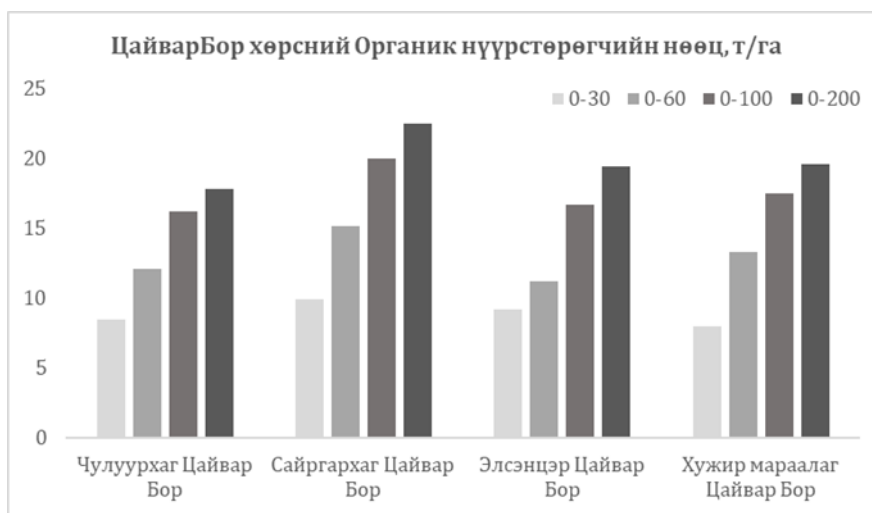
Зураг 2.23. Органик нүүрстөрөгчийн нөөц хөрсний төрлөөр, т га⁻¹ (0-30 см)

Цайвар бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж хөрсний хэв шинжүүдэд харилцан адилгүй байна (0.3-0.5%). Бор хөрстэй харьцуулбал хэлбэлзэл харьцангуй өндөр. Эзлэхүүн жин 1.0-1.2 гр/см³ буюу хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүн нийт дээжийн 90 орчим хувь нь элсэнцэр. Чулууны агууламж 9.2-31.4%. Бор хөрстэй харьцуулбал чулууны агууламж жигд өндөр байна.

Хүснэгт 2.25. Цайварбор хөрсний статистик үзүүлэлтүүд

Хөрсний төрөл	Үзүүлэлт	S/N	Дундаж	Стандарт хазайлт	Min	Max	Median
Чулуурхаг	Органик карбон	12	0.5	0.4	0.1	1.3	0.4
Цайвар Бор хөрс	Эзэлхүүн жин	12	1.1	0.2	0.8	1.5	1.1
	Чулуу	12	31.4	15.3	15.0	60.0	30.0
Сайргархаг Цайвар Бор	Органик карбон	28	0.4	0.2	0.03	1.1	0.3
	Эзэлхүүн жин	28	1.2	0.2	0.9	1.6	1.2
	Чулуу	28	29.9	20.6	0.9	66.5	28.4
Элсэнцэр Цайвар Бор	Органик карбон	115	0.3	0.2	0.001	1.0	0.3
	Эзэлхүүн жин	115	1.2	0.2	0.6	1.8	1.2
	Чулуу	115	16.4	15.9	0.0	75.1	10.0
Хужир, мараалаг Цайвар Бор	Органик карбон	19	0.3	0.2	0.1	0.8	0.4
	Эзэлхүүн жин	19	1.0	0.1	0.7	1.3	1.0
	Чулуу	19	9.2	13.5	0.0	60.0	5.0

Цайварбор хөрсний төрөл Чулуурхаг Цайварбор, Сайргархаг Цайварбор, Элсэрхэг Цайварбор, Хужир, Мараалаг Цайварбор хөрсний хэв шинж тус бүрт тооцоолон гаргалаа. Цайварбор хөрсний нийт хэв шинжийн дундаж нь 0-30 см-т 8.8 т га⁻¹, 0-60 см-т 13.1 т га⁻¹, 0-100 см-т 17.6 т га⁻¹ ба 0-200 см-т 19.8 т га⁻¹ байна. Цайварбор хөрсний хэв шинжүүдэд органик нүүрстөрөгчийн нөөц хэв шинжүүдэд харилцан адилгүй ба сайргархаг Цайварбор хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц хамгийн өндөр байна (0-30 см-т 9.8 т га⁻¹, 20.0 т га⁻¹). Харин хужир, мараалаг Цайварбор хөрсний нөөц 0-30 см-т хамгийн бага буюу 7.97 т га⁻¹ байна (Зураг 2.24). Говийн бүсийн бусад хөрсний хэв шинжтэй харьцуулбал Цайварбор хөрсний нөөц бүс нутгийн бусад хөрснөөс бага нөөцтэй байна.



Зураг 2.24. Цайварбор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т/га.

0-30 см-ийн гүн дэх Цайвар бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг (8.9 т га⁻¹) Шалархуу хөрсний нөөц (20 т га⁻¹)-тэй харьцуулбал 0-30 см-т 2 дахин бага, Говийн Улаан хөрсний нөөцөөс 1.7 дахин бага (15.4 т га⁻¹), Бор хөрсний нөөц (13.4 т га⁻¹)-өөс 1.5 дахин бага нөөцтэй байна. 0-60, 0-100, 0-200 см -т гүнүүдэд нөөцийн хэмжээ бусад хөрсний нөөцтэй харьцуулбал 2.1-3.2 дахин бага.

Нийт улсын хэмжээнд *Цайварбор* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 90,6 Мт, 0-100 см хөрсөнд 151,8 Мт байна.

Хүснэгт 2.26. Цайварбор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, 0-200 см

Хөрсний төрөл	Тоо, ш	Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га ⁻¹					
		0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Чулуурхаг Цайварбор хөрс	12	1.6	2.8	4.1	4.3	3.3	1.7
Сайргархаг Цайварбор хөрс	28	1.6	3.6	4.6	5.3	4.9	2.4
Элсэнцэр Цайварбор хөрс	115	1.5	3.1	4.7	6.6	5.5	2.7
Хужирлаг Цайварбор хөрс	19	1.5	2.8	3.6	5.3	4.2	2.1

Шалархуу болон Говийн улаан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц:

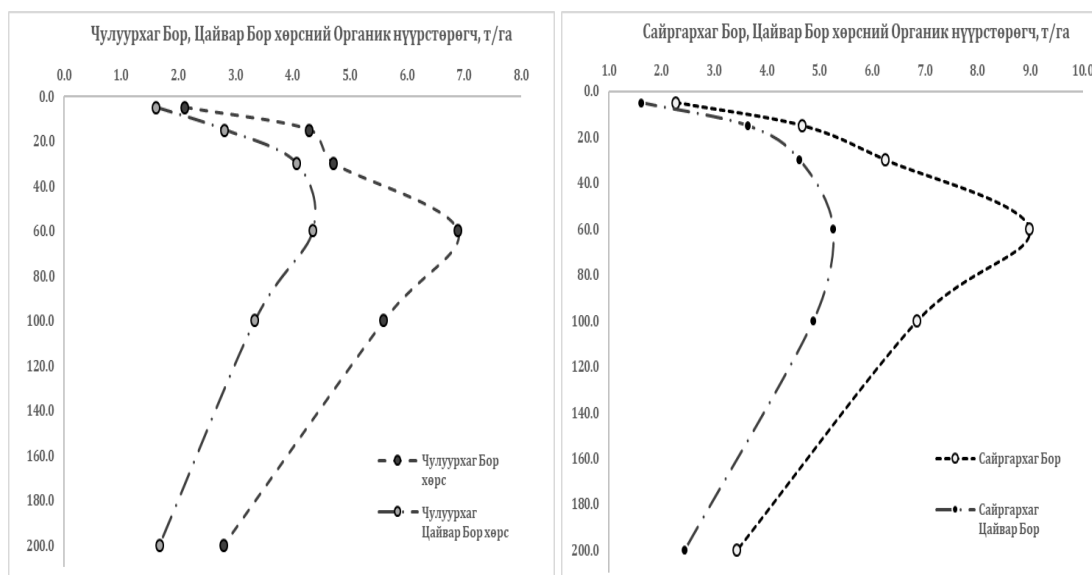
Нүүрстөрөгчийн өндөр хуримтлалтай хөрс Говийн бүс нутагт Шал, Шалархуу хөрс байна. Шалархуу хөрсний органик нүүрстөрөгчийн 1 га дахь хуримтлал 15.5-20.89 т байна (0-30 см-т). Энэ нь говийн бусад хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцөөс 2-3 дахин өндөр хэмжээ юм. Шал хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц өндөр, нүүрстөрөгчийн агууламж үе давхаргад жигд тархалттай байгаа нь орчны өндөрлөг гадаргын угаагдал, түүний хуримтлалтай холбоотой.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн гүний тархалт: Органик нүүрстөрөгчийн гүний тархалт Говийн хөрсний төрөл бүрт харилцан адилгүй бөгөөд нөөцийн 60-72 хувь нь хөрсний 0-60 см гүнд хуримтлалтай.

Хүснэгт 2.27. Шалархуу болон Говийн Улаан хөрсний ХОНН, 0-200 см

№	Хөрсний хэв шинж	Хөрсний төрөл	Тоо, Ш	Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га ⁻¹					
				0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
1	Шал	Шал, Шалархуу хөрс	13	4.1	7.2	9.6	11.5	8.4	4.3
2	Говийн улаан	Улаан хөрс	4	2.5	5.6	7.4	13.6	9.6	4.8

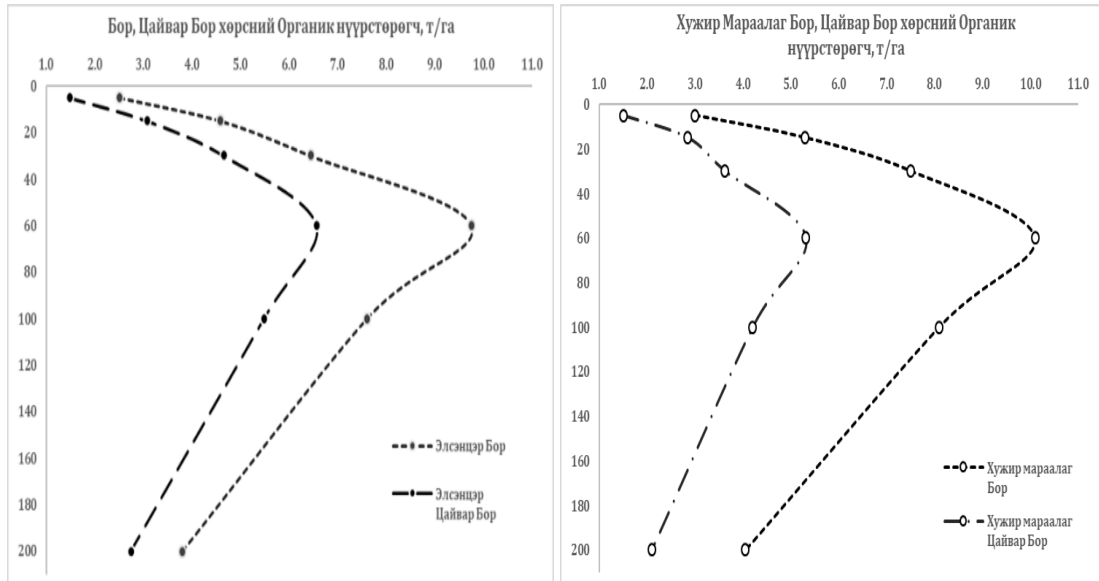
Шалархуу хөрсний хувьд органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 72% нь 0-60 см гүнд хуримтлагдсан байна. Энэ үзүүлэлтээс харахад 60-200 (140) см гүнд 28-40% нь хуримтлагдсан (Хүснэгт 2.27). Харин Говь, цөлийн хөрсний нэг онцлог нь үржил шимт үе давхарга маш нимгэн дийлэнх тохиолдолд үржил шимт үе давхаргагүй байдаг Шалархуу болон Говийн улаан хөрсний хувьд байршлын онцлогоос хамааран бүс нутгийн хөрсний онцлог шинжээс өөр байна.



Зураг 2.25. Чулуурхаг, Сайргархаг Бор, Цайварбор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн гүний тархалт

Сайргархаг болон чулуурхаг Бор, Цайварбор хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц 0-60 см-ийн гүнд нийт нөөцийн 60-65 хувь хуримтлагдсан (Зураг 2.25). Хөрсний үе давхарга нимгэн, чулуурхаг шинжтэй холбоотой өнгөн хэсэгт нүүрстөрөгчийн хуримтлал өндөртэй. Харин элсэнцэр болон хужир мараалаг Бор, Цайварбор хөрсний 0-60 см гүнд нөөцийн хувиарлалт жигд биш, тухайлбал, 15-60 см-ийн гүнд 90 орчим хувь нь хуримтлагдсан байна (Зураг 2.26). Харин 60-200 см гүнд органик нүүрстөрөгчийн хуримтлал огцом буурч байна.

Говийн хөрсний өнгөн үе давхарга салхи, усны нөлөөлөлд их ордогтой уялдан хөрсний дээд үе давхаргад үржил шимийн элементүүдийн хуримтлал бага байдаг (Zhibao et al., 2000).



Зураг 2.26. Элсэнцэр болон хужир мараалаг Бор, Цайварбор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн гүний тархалт

Органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хэмжээг бусад судалгааны дүнтэй харьцуулсан байдал:

Говийн бүсэд тархсан Бор болон Цайварбор хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см- 8.8-16.7 т га⁻¹, 0-100 см-т 17.6- 33.1 т га⁻¹ байна. Говь, цөлийн бүс нутагт хийгдсэн органик нүүрстөрөгчийн судалгааны дүнтэй харьцуулбал, Өвөр монголын говь, цөлийн хөрсний 0-30 см-т органик нүүрстөрөгчийн нөөц 17.6 т га⁻¹ (Zhao et al., 2009), мөн Альшаа мужийн говийн хөрсөнд 28 т га⁻¹ (Zhou et al., 2011) буюу ижил өргөрөг, байгалийн бүсэд тархсан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хэмжээ манай судалгааны дүнтэй ойролцоо байна.

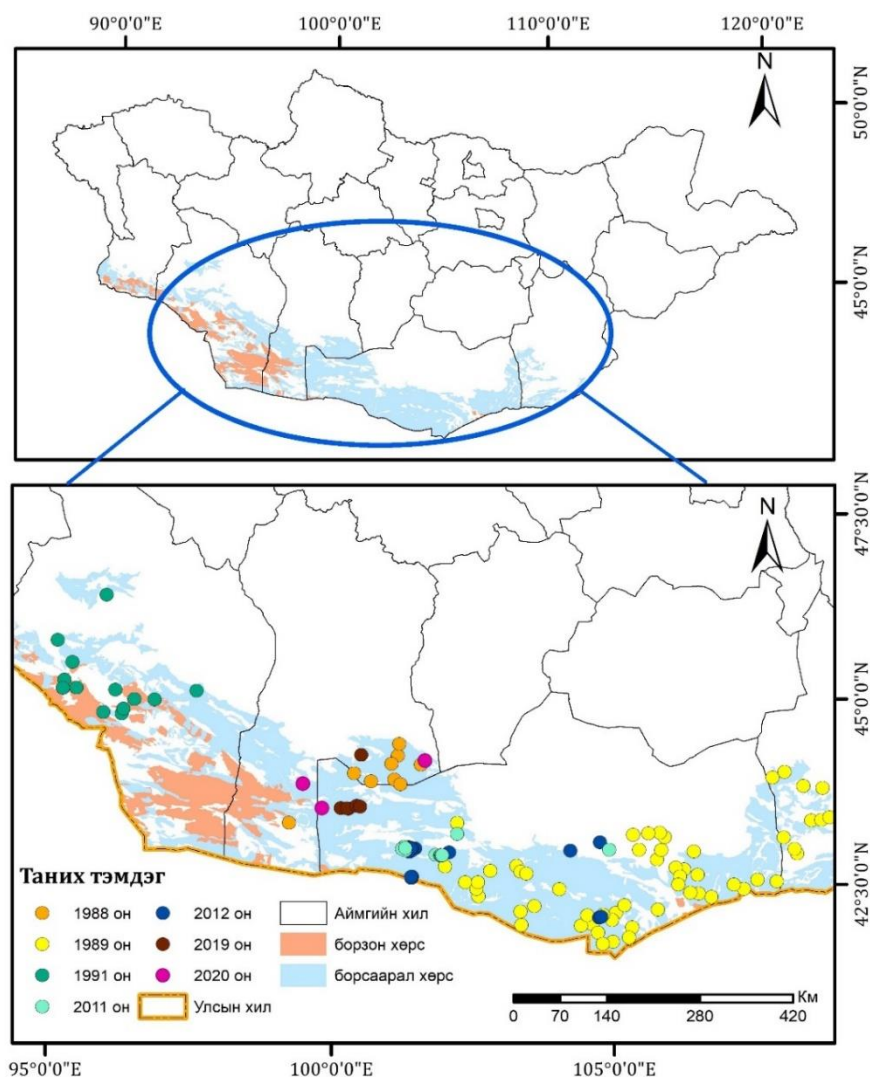
Мөн түүнчлэн дэлхийн хэмжээнд хийгдсэн Говь, цөлийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см-т дунджаар 13 т га⁻¹, 0-100 см-т 30 т га⁻¹ (Batjes, 1996) байгаа нь бидний судалгааны дүнтэй ижил хэмжээтэй байна.

Говийн бүсийн хөрсний ангилал, нэршлийн асуудалд анхаарал хандуулах шаардлагатай. Бор, Цайварбор хөрсийг хээрийн нөхцөл ялган танихад бэрх, шинж чанарын хувьд ижил учир цаашид дан ганц Бор хөрс гэж нэрлэх нь ангилах явцыг ихээхэн хялбаршуулах болно.

Судалгааны үр дүнгээр говийн бүсэд тархсан хөрснөөс хамгийн өндөр нүүрстөрөгчийн агууламжтай хөрс нь Шалархуу хөрс 0-100 см-ийн гүнд 54 т га⁻¹. Бусад хөрсний хувьд 0-100 см-ийн гүнд Бор хөрсний нөөц 27.6 т га⁻¹ Цайвар бор хөрсний нөөц 17.5 т га⁻¹, Говийн улаан хөрсний нөөц 38.6 т га⁻¹ байна. Нөөцийн тархалтыг гадаргын хувьд авч үзвэл уул, толгод, талархаг газрын хөрс бага нүүрстөрөгчтэй, хөндий хотосын хөрс ахиу органик нүүрстөрөгчийг хуримтлуулсан байна.

2.8. Цөлийн хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Жинхэнэ цөлийн хөрс манай орны урд хэсгээр тархаж улсын бүх нутгийн 8.85 % -тай тэнцэх талбайг эзэлнэ (Батхишиг ба бусад, 2017). Түүний 74 % нь хөндийн хотгор, тал газраар, үлдсэн 26 % нь уул толгодоор тархана. Сөөг, сөөгөнцөр, бутлаг ургамал зонхилсон цөлийн ургамалшил маш сийрэг тархай байдалтай, газрын гадаргын дөнгөж 5-10 %-ийг бүрхэнэ (Доржготов, 2003).



Зураг 2.27. Цөлийн хөрсний тархалт, зүсэлт хийсэн онууд

Манай орны цөлийн хөрсний ялзмагийн агууламж 0.2-0.5% орчим байх ба түүний хэмжээ В давхаргад арай илүү байна. Хөрсөн дэх ялзмагийн бодисын нөөцийг бодож үзэхэд 0-20 см үед 5-6 т га⁻¹ орчим байна (Доржготов, 2003). Алтайн өвөр хэсэгт хийгдсэн (Labeledeva et al, 2006) судалгаагаар 0-2 см дахь хөрсний органик нүүрстөрөгч 0.32 % байсан байна. Цөлийн бүсэд хөрс үүсэх биологийн үйл явц маш сул явагддаг бөгөөд хөрсний ялзмаг 0.2-0.6 %, шингэсэн сууриудын нийлбэр 6-9 мг-экв зэргээс харж болно (Батбаяр, 1970).

Энэхүү хөрс тогтворжих уур амьсгалын нөхцөл туйлын хуурай юм. Жилийн дундаж температур 4°C - 8°C орчим, хур тунадасны жилийн нийлбэр хэмжээ дунджаар 50-90 мм, зарим газартаа 50 мм-с ч бага хур тунадас ордог байна. Уур амьсгалын мужлалаар гандуу дулаан зунтай бүсийн хахирдуу, хүйтэн өвөлтэй мужид орно. Энэ нутаг ургамлын чийг хангамжаар их хуурай дэд бүсэд, дулааны хангамжийн хувьд сэрүүн бүсийн хожуу ургах сортын ургамал тариалах дэд бүслүүрт багтана (Монгол улсын үндэсний атлас, 2009).

Цөлийн бүсийн зарим газраар ширгэдэг жижиг гол горхитой бөгөөд ихэнх нь Монгол Алтайн нуруунаас эх аван урсаж нам доор хотгор хэсгийн хөрсөнд шингэж алга болно. Бусад бүх нутагт гадаргын урсгал ус байхгүй юм. Харин хуурай сайрууд нэлээдгүй тааралдана. Гүний ус гол төлөв уулсын бэлийг дагаж орших учраас сайрын ёроолоор булаг шанд болж ундарна. Төрөл бүрийн бударгана, баглуур, таана, хармаг, заг бүхий газрын гадаргын 5-10 %-ийг бүрхэх төдий сийрэг ургамалжилттай. Цөлийн хөрсөнд ургамлын биомассын нөөц маш бага, нөгөө талаар органик үлдэгдлийн эрдэсжилт хүчтэй байдаг учраас ялзмагийн хуримтлал бараг байхгүй гэхэд болно. Цөлийн бор саарал хөрс механик бүрэлдэхүүнээр гол төлөв хөнгөн шавранцар, элсэнцэр шинжтэй байдаг (Доржготов, 2003).

Хөрс үүсгэгч эх чулуулаг нь голдуу пролюви, делюви-пролювийн гаралтай сайр чулуурхаг хөнгөн шавранцар, элсэнцэр хурдас байх тул хөрсний бүх үе давхарга сайр чулуутай. Эрс хуурай гандуу энэ нутаг дахь өгөршлийн болоод хөрс үүсэх үйл явцын ялгааг салгаж үзэхэд нэн төвөгтэй. Хөрс үүсэх үйл явцад салхи үлэмж үүрэг гүйцэтгэдэг зэрэг нь хөрсөн бүрхэвч батжин тогтворжих боломжийг эрс доройтуулдаг байна. Иймээс энд тогтворжсон бор саарал хөрсний үе давхаргын нийт хэмжээ нимгэн, сайргархаг, хөрс үүсгэх эх чулуулаг нь гадаргад ойр оршино (Батбаяр, 1970).

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Өмнө нь хийгдэж байсан зүсэлтийн мэдээлэл дээр тулгуурлан цөлийн бор саарал болон цөлийн борзон хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тооцсон.

Хүснэгт 2.28. Цөлийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж ба нөөц

Хөрс	n	Хөрсний органик нүүрстөрөгч, %				нөөц, т/га	
		0-10 см	10-20	20-30 см	0-30 см	0-10 см	0-30 см д
Борсаарал	110	0.59	0.51	0.48	0.53	9.79	8.80
Борзон	10	0.23	0.18	0.14	0.18	3.81	3.05

Ийнхүү тооцоход цөлийн бор саарал хөрсний 0-30 см гүнд $8,8 \text{ т га}^{-1}$, цөлийн борзон хөрсний 0-30 см гүнд 3.05 т га^{-1} хөрсний органик нүүрстөрөгч байна гэж гарч ирж байна. Энэхүү тооцооллоо баталгаажуулахын тулд 2019, 2020 онуудад хээрийн судалгаагаар явж цөлийн хөрсний дээжээ 0-10 см, 10-30 см, 30-50 см, 50-100 см

гэсэн гүнүүдээр дээж авсан. Нөөцийг тооцохдоо гүн тус бүрээр чулуу, эзлэхүүн жингийн эзлэх хувийг тооцсон. Ийнхүү цөлийн борсаарал хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг бодоход таамаглаж байсан, өмнө нь цуглуулсан дээжийн нөөцөөс бага нөөцтэй нь тогтоогдсон.

Хүснэгт 2.29. Лабораторийн задлан шинжилгээний дүнгийн дундаж үзүүлэлтүүд

	pH	CaCO ₃ , %	EC _{2.5} dS m ⁻¹	Ялзмаг, %	Ширхгийн бүрэлдэхүүн (%)		
					Элс	Тоос	Шавар
0-10	8.50	5.64	0.36	0.28	63.75	14.27	21.98
10-30	8.36	5.75	0.43	0.15	61.74	17.01	21.25
30-50	7.86	1.76	1.06	0.28	69.61	10.97	19.42
50-100	7.97	1.99	1.31	0.32	74.36	9.88	15.76

Хөрсний урвалын орчны хувьд өнгөн хэсэгтээ илүү шүлтлэг байдал ажиглагдаж байна. Угаас энэ хэв шинжийн хөрс нь сул шүлтлэгээс шүлтлэг байдаг онцлогтой. Ширхгийн бүрэлдэхүүний хувьд үе давхарга доошлох тусам элсний агууламж нэмэгдэж тоос, шаврын агууламж буурч байна. Хөрсний органикийн хувьд үе давхаргуудын хооронд тийм ч ялгаа байхгүй бүгд жигд бага агууламжтай байна.

Хүснэгт 2.30. Хөрсний чулуу, эзлэхүүн жин

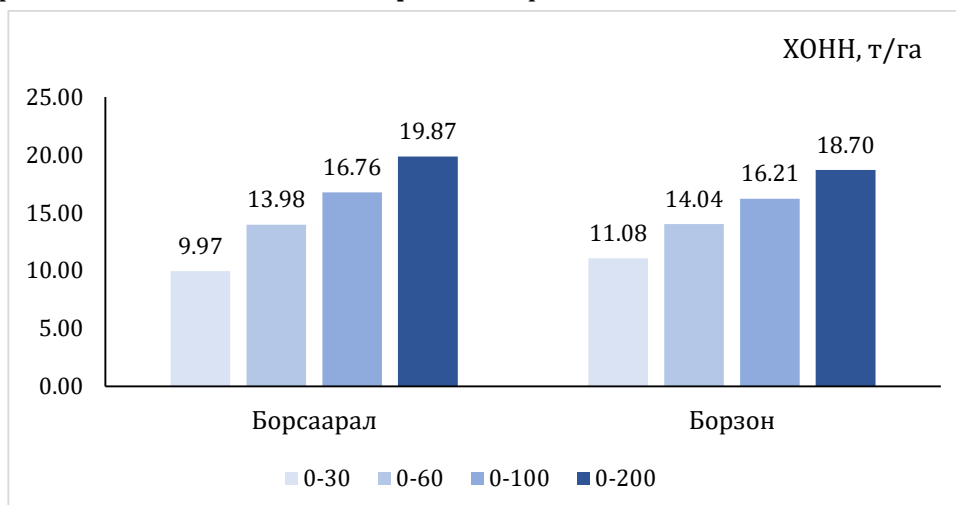
	n	0-10 см	10-30 см	30-50 см	50-100 см
Чулуу, %	27	13.81	54.46	51.84	50.14
Эзлэхүүн жин, г см ⁻³	14	1.51	1.71	1.77	

Өмнөх тооцоон дээрээ чулуу болон эзлэхүүн жингийн агууламжийг монгол орны дундаж хэмжээ гэж үзэн тооцсон бол энэ удаад гүн тус бүрийн агууламжийг тус тусад нь тооцсон нь үнэмшлийг нэмэгдүүлсэн. 0-10 см дахь чулуу бага байгаа бол доошоо гүнүүдэд жигдхэн 50 % орчим байна. Эзлэхүүн жингийн хувьд монгол орны дунджаас өндөр байна. Чулууны адил гүн нэмэгдэх тусам нэмэгдэж байна.

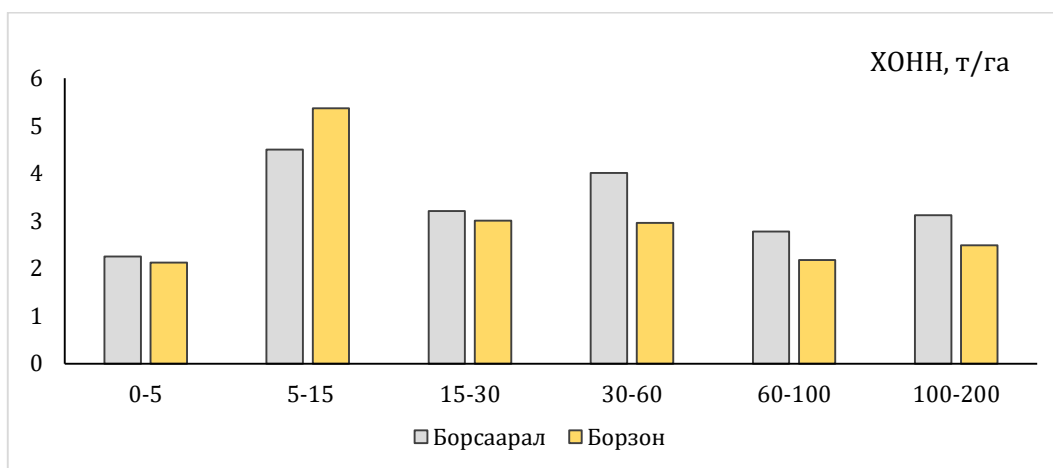
Цуглуулсан бүх зүсэлт, дээжийн дүнгээ ашиглан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг бодохдоо 0-5 см, 5-15 см, 15-30 см, 30-60 см, 60-100 см, 100-200 см гэсэн гүнүүдээр тухайн хөрсний төрөл бүрээр нь нөөцийг тооцлоо. Борсаарал, Борзон хөрсний төрөл бүрийн хөрсний 0-30 см, 0-60 см, 0-100 см, 0-200 см дахь хөрсний органик нүүрстөрөгчийг тооцлоо. Цөлийн бүсэд өмнө нь хийгдэж байсан зүсэлтийн мэдээлэл цуглуулж 0-30 см-д нөөцийг тооцоход 8.8 т га⁻¹ байсан бол энэ удаад цөлийн борсаарал хөрсний 0-30 см-д 9.97 т га⁻¹, борзон хөрсний 0-30 см-д 9.54 т га⁻¹ нөөцтэй байна гэсэн дүгнэлтэд хүрлээ. 0-200 см хүртэлх нийт нөөцийн талаас их буюу ихэнх хувь нь 0-30 см-д хадгалагдаж байна.

Борзон хөрсний хувьд 0-30 см дахь органикийн нөөц Борсаарал хөрстэй ойролцоо байгаа ч 0-200 см дахь нийт нөөцийн хувьд бага байлаа. Үе давхарга нэмэгдэх тусам Борзон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц маш бага болж байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцохдоо Борсаарал хэв шинжид 127 ширхэг, Борзон хэв шинжид 16 ширхэг хөрсний зүсэлт ашигласан. Мөн Борзон хөрсний

оршин байгаа газар алс хол, тэр бүр очих боломж тааруу байдгаас органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг нь цөөн зүсэлт дээр тооцсон болно.



Зураг 2.28. Харгалзах гүн тус бүрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц



Зураг 2.29. Харгалзах гүн тус бүрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц

Органик нүүрстөрөгч агуулж байгаа агууламжийн хувьд маш бага агууламжтай байна. Хөрсний үе давхаргын гүн нэмэгдэх тусам тухайн 1 см-т агуулагдаж байгаа органик нүүрстөрөгч багасаж байна. Ийнхүү харахад 0-200 см дахь ХОНН-ийн нөөц нь Борзон, Элсэнхучаастай Борзон төрлийн хөрсөнд бусдаасаа арай бага буюу 13.40-17.44 т га⁻¹ байгаа бол бусад төрлийн Борсаарал, Борзон хөрсний нөөц нь 17.80-25.26 т га⁻¹ хооронд хэлбэлзэж байгаа бөгөөд Борсаарал, Борзон хөрсний органикийн нөөц хоорондоо бараг ялгаа байхгүй байна.

Нийт улсын хэмжээнд *Борсаарал* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 126,1 Mt, 0-100 см хөрсөнд 207,6 Mt байна. *Борзон* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 12,6 Mt, 0-100 см хөрсөнд 24,3 Mt байна.

Хүснэгт 2.31. Цөлийн хөрсний ХОНН, төрөл тус бүрээр (т га⁻¹)

Хөрс	n	0-5 см	5-15 см	15-30 см	30-60 см	60-100см	100-200см
Борсаарал	30	2.28	4.65	2.76	3.15	2.55	2.48
Сайргархаг Борсаарал	28	2.48	4.96	3.27	4.02	2.64	3.02
Сайргархаг нимгэн Борсаарал	9	2.37	4.74	3.41	3.81	2.55	3.19
Чулуун хучаастай Борсаарал	15	2.23	4.46	3.23	3.17	2.13	2.59
Элсэнхучаастай Борсаарал	8	2.19	4.37	3.33	4.13	2.65	3.28
Элсэрхэг Борсаарал	29	2.14	4.29	2.96	3.81	2.64	3.13
Мараалаг Борсаарал	8	2.10	4.19	3.31	5.14	4.37	4.08
Гөлтгөнөт Борсаарал	10	2.22	4.44	3.40	4.83	2.70	3.16
Борзон	11	1.39	3.68	1.33	1.86	2.37	2.27
Сайргархаг Борзон	3	2.91	8.29	4.69	3.70	1.98	2.47
Элсэн хучаастай Борзон	2	2.07	4.14	3.01	3.33	2.18	2.72

Бусад орнуудад байх цөлийн хөрсний органикийн дүнг харахад Намибийн элсэн цөлийн органик нүүрстөрөгч 0-10 см-ийн гүнд 0.22-0.44 %-ийн хооронд байжээ (Sherman et al, 2019). Харин Сахарын элсэн цөлд 0-30 см-ийн гүнд 0.42 %-тай байсан гэсэн судалгаа хийгджээ (Maryol & Lin, 2015). Хятадын Гансу мужийн Heihe голын сав газраас хойд зүгт цөлд хийсэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгаагаар 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см-ийн гүнүүдэд тус бүр 0.16 %, 0.15 %, 0.14 %, 0.14 % -ийн агууламжтай (Zhang & Shao, 2014), Хятадын баруун хойд хэсгийн цөлөрхөг нутагт хөрсний органик нүүрстөрөгч 0-5 см-ийн гүнд дунджаар 1.7 % (Song et al, 2020), Хятадын хойд хэсэгт 0-20 см-т дунджаар 1.07 % (Wang et al, 2019) гэсэн үр дүнгүүдээс харахад цөлийн хөрс нь нийтдээ маш бага органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай гэдэг нь харагдаж байна.

Газар ашиглалтын хувьд хязгаарлагдмал нөөцтэй, байгаль цаг уурын тааламжгүй нөхцөлөөс болоод зөвхөн бэлчээрт ашиглагддаг ба бусад хөрсний хэв шинжтэй харьцуулахад цөлийн хөрс тархсан нутаг нь Дархан цаазат, Байгалийн цогцолбор газарт нэлээдгүй талбай эзлэн орсон байна. Энэ нь Говийн Их Дархан газар, Говийн Бага Дархан газар, Говь-Гурвансайханы Байгалийн цогцолбор газар зэрэг том талбайтай тусгай хамгаалалттай газар нутгуудтай холбоотой юм. Манай оронд төдийгүй дэлхийн хэмжээнд цөл, цөлийн бүсийн энэхүү хөрс нь хамгийн бага органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байдаг төдийгүй гаднын нөлөөнд өртөхдөө илүү эмзэг хөрс байдаг байна.

2.9. Нуга-намгийн хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Нуга, намгийн бүлгийн хөрсийг Хүлэрлэг ба Бараан гэсэн 2 хэв шинжид хуваах ба дотроо нийт 7 төрлийн хөрстэй. Хүлэрлэг хөрсний органикийн агууламж 20%-иас их, хүлэрлэг органик давхаргатай, чулууны агууламж 40%-иас бага, 1 метр хүртэл хад чулуугүй байдаг бол Бараан хөрс 40 см-аас зузаан ялзмагт давхаргатай, карбонат хуримтлалгүй, 40%-иас бага чулуутай, 1 метр хүртэл хад асгагүй, сууриар ханасан зэрэг 50%-иас бага байдаг гэх үндсэн шинж чанаруудтай (Батхишиг, 2016). Хүлэрлэг хөрс нь олон улсын ангиллын Histosols хөрстэй дүйцнэ. Энэ хэв шинжийн хөрс нь голчлон дэлхийн хойд хэсгээр тархсан ба нийт 327-375 сая га талбайг эзэлдэг. Histosols хөрс нь голдуу тогтуун уур амьсгалтай нам дор газар болон хүйтэн уулархаг бүсүүдээр тархах бөгөөд ердөө 1/10 нь тропикын бүсүүдэд оршино. Харин Бараан хөрс нь олон улсын ангиллын Phaeozems хөрстэй дүйцнэ. Бараан хөрс жилийн ихэнх үед хөрсөнд нэвчиж байх чийгтэй үед үүсэх ба нийт 190 сая га талбайг хамардаг (FAO, 2001).

Дэлхийн газрын гадаргын ердөө 3%-ыг Хүлэрлэг газар эзэлдэг боловч нийт хөрсөнд агуулагдах нүүрстөрөгчийн 30%-г өөртөө агуулдаг. Энэ нь нийт агаар мандалд байгаа нүүрстөрөгчөөс 75%-иар, нийт ойн биомасс агуулж буй нүүрстөрөгчөөс 2 дахин их гэсэн үг (ADB, 2017). Мөн доройтсон хүлэрлэг хөрснөөс ялгарах нүүрстөрөгчийн хэмжээ их байдаг ба дэлхийн нийт хүний үйл ажиллагаанаас болж үүссэн нүүрстөрөгчийн хий (CO₂)-н 6%-г эзэлдэг (Joosten, 2010). Хүлэрлэг хөрс нь органик нүүрстөрөгчийн нөөц ихтэй, ус чийгийн хуримтлал үүсгэдэг ач холбогдолтой учраас олон улсын хэмжээнд (Рамсарын конвенц) Хүлэрлэг хөрстэй намгархаг газруудыг тусгай хамгаалалтад авдаг.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц: Монгол орны Нуга, намгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний төрөл бүрээр 0-5 см, 5-15 см, 15-30 см, 30-60 см, 60-100 см, 100-200 см гэсэн хөрсний стандарт гүнүүдэд тооцон Хүснэгт 2.32-т харууллаа.

Монгол орны Нуга, намгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц өнгөн 0-5 см-т дунджаар 24.5 т га⁻¹ байх ба Хүлэрлэг төрлийн хөрсөнд хамгийн их 32.8 т га⁻¹ байна. 5-15 см-т дунджаар 42.6 т га⁻¹ байх ба Карбонаттай Хүлэрлэг хөрсөнд хамгийн их 58.7 т га⁻¹, 15-30 см-т дунджаар 47.9 т га⁻¹ байх ба Хүлэрлэг Бараан Цэвдэгт (59.8 т га⁻¹) болон Карбонаттай Хүлэрлэг (76.8 т га⁻¹) хөрсөнд тус тус хамгийн их байна. Цэвдэгт Бараан хөрсөнд 30-60 см гүнд 103.3 т га⁻¹ хөрсний органик нүүрстөрөгч агуулагдаж байна. Энэ нь бусад төрлийн Нуга, намгийн хөрснөөс болон бусад гүнүүдээс хамгийн их нь болж байна. Мөн 60-100 см-н гүнд Цэвдэгт Бараан хөрсөнд бусад хөрснөөс харьцангуй их буюу 54.5 т га⁻¹ хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц байна.

Хүснэгт 2.32. Нуга, намгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц гүнээр, т га⁻¹

Хэв шинж	Төрөл	Гүн, см					
		0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Хүлэрлэг	Хүлэрлэг, n=5	32.8	53.5	45.2	46.3	17.4	3.2
	Карбонаттай Хүлэрлэг, n=4	31.5	58.7	76.8	82.8	13.8	5.3
Бараан	Бараан, n=10	18.5	35.7	47.0	56.0	27.5	13.9
	Хүлэрлэг Бараан, n=3	19.8	20.8	32.9	20.3	6.5	2.2
	Хүлэрлэг Бараан цэвдэгт, n=5	31.7	55.3	59.8	60.8	31.7	10.9
	Хужирлаг Бараан, n=12	10.9	21.0	21.7	31.5	19.9	5.1
	Цэвдэгт Бараан, n=2	26.4	52.8	52.0	103.3	54.5	5.9

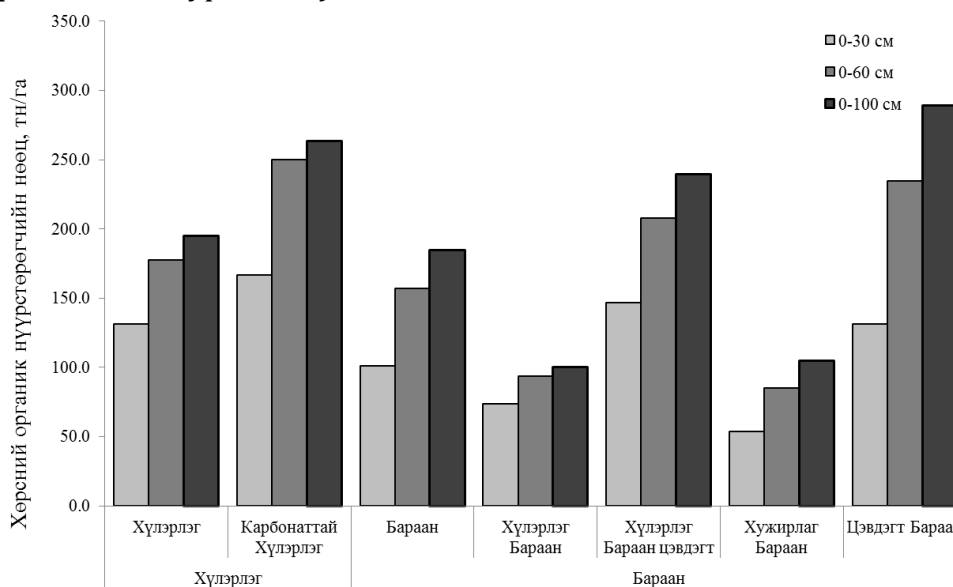
Ихэнх 100-200 см дахь хөрсний органикийн агууламжийг педотрансфер загвараар гарган органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолсон ба 2.2 – 13.9 т га⁻¹ хооронд хэлбэлзэж дунджаар 6.6 т га⁻¹ байна (Хүснэгт 2.32). Дээрх утгууд нь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний стандарт 6 гүн тус бүрээр тооцон гаргасан үр дүн ба хүснэгт 2.33-т 0-30 см, 0-60 см, болон 0-100 см гүнүүдэд хуримтлагдах нөөцөөр тооцон тодорхойлогч статистикийн хамтаар харууллаа.

Хүснэгт 2.33. Нуга, намгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, статистик үзүүлэлт.

Хэв шинж	Төрөл	Гүн, см	Дундаж, т га ⁻¹	Стандарт хазайлт	Вариацийн Коэффициент
Хүлэрлэг	Хүлэрлэг, n=5	0-30	131.5	62.2	47.3
		0-60	177.8	61.5	34.6
		0-100	195.2	54.5	27.9
	Карбонаттай Хүлэрлэг, n=4	0-30	167.0	61.2	36.6
		0-60	249.8	92.7	37.1
		0-100	263.6	104.4	39.6
Бараан	Бараан, n=10	0-30	101.1	36.7	36.3
		0-60	157.1	38.8	24.7
		0-100	184.6	38.6	20.9
	Хүлэрлэг Бараан, n=3	0-30	73.6	34.0	46.2
		0-60	93.8	36.9	39.3
		0-100	100.3	37.4	37.3
	Хүлэрлэг Бараан цэвдэгт, n=5	0-30	146.8	40.5	27.6
		0-60	207.7	54.0	26.0
		0-100	239.3	69.2	28.9
Хужирлаг Бараан, n=12	0-30	53.6	30.4	56.7	
	0-60	85.1	45.0	52.8	
	0-100	105.1	60.0	57.1	
Цэвдэгт Бараан, n=2	0-30	131.2	11.9	9.0	
	0-60	234.5	54.3	23.2	
	0-100	289.0	32.3	11.2	

Нуга, намгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хуримтлагдах гүнээр нь тооцоход дунджаар 0-30 см-т 115 т га⁻¹, 0-60 см-т 172.3 т га⁻¹, 0-100 см-т 196 т га⁻¹

тус тус байна. Хөрсний төрлөөр нь авч үзвэл 0-30 см болон 0-60 см-т *Карбонаттай Хүлэрлэг* хөрс хамгийн их органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй (167 т га^{-1} ба 249 т га^{-1}) байсан бол 0-100 см-т *Цэвдэгт Бараан* хөрс хамгийн их буюу 289 т га^{-1} органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Харин *Хужирлаг Бараан* хөрс бүх гүндээ бусад Нуга, намгийн хөрстэй харьцуулахад хамгийн бага органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна (Хүснэгт 2.32; Зураг 2.30).



Зураг 2.30. Нуга, намгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, 0-30 см, 0-60 см, 0-100 см-т хөрсний хэв шинж, төрлөөр.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг Хүлэрлэг болон Бараан гэсэн хэв шинжээр нь авч үзвэл 0-30 см-т Хүлэрлэг хөрсөнд 149 т га^{-1} , Бараан хөрсөнд 101 т га^{-1} тус тус байна. Энэ дүнг FAO & ITPS (2020) тооцоолсон Histosols (138.7 т га^{-1}) болон Phaeozems (62.2 т га^{-1}) хөрсний дэлхийн дундаж органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй харьцуулахад Хүлэрлэг хөрсөнд ойролцоо, Бараан хөрсөнд 60%-иар их гарчээ.

Нийт улсын хэмжээнд Хүлэрлэг хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 63,5 Mt, 0-100 см хөрсөнд 97,7 Mt байна. Бараан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 260,2 Mt, 0-100 см хөрсөнд 513,6 Mt байна.

2.10. Голын татмын хөрс

Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Голын татмын хөрс нь Дэлхийн хөрсний ангиллаар Fluvisol (FAO, 2015) Fluvisol хөрс нь аллювийн хурдсан дээр тогтворжсон, гарал үүслийн хувьд харьцангуй залуу хөрс юм (FAO, 2001). Энэ хөрсөнд хуримтлалын үйл явц илт давамгайлах хандлагатай байдаг ба үе давхаргууд сул хөгжсөн хэдий ч хөрсний өнгөн үе давхарга сайн ялгарсан байдаг. Бусад оронд Fluvisol хөрсийг газар тариалан, бэлчээрт өргөн ашигладаг. Голын татам, хуурай сайрын хөрс 3.787 мян.га талбайг эзлэх ба нийт нутаг дэвсгэрийн 2.42%-д, голын хөндий, татам дэнж, нуур

цөөрмийн хөвөө орчмын нам дор чийглэг гадаргад тархана (Батхишиг ба бусад, 2013). Голын татмын хөрс нь ялзмагт давхарга 20-40 см хүртэл зузаан, глейрхэг шинжтэй, 1 метр хүртэл үелсэн бүтэцтэй, шим тэжээлийн бодисоор баялаг, үржил шимээр сайн, чийг ихтэй.

Манай орны голууд ихэнхдээ уулынх учраас урсгалын эхэн ба дунд хэсэг нь хавцал маягийн нарийн хөндийгөөр урсаж татам төдий л хөгжөөгүй, харин голуудын адаг орчмын уудам хөндийд татмын дэнжүүд сайн ялгарч татмын үйл явц байнга илэрсэн байна. Татмын хөрсөнд хуримтлалын үйл явц илт давамгайлах хандлагатай байна. Голын татмын хамгийн нам, залуу дэнжийг татмын дэнж гэх бөгөөд жилдээ хэд хэдэн удаа үерт автдаг. Үерийн усаар зөөгдөж ирсэн хөвмөл эрдэс шорооны зүйлс татмын хөрсний гадарга дээр тунаж хуримтлагдсаар аллювийн нимгэн хурдас тогтож, дээшээ зузаардаг онцлогтой (Доржготов, 2003). Аллювийн хөрсний үүсэл хөгжилд, газрын гадарга, үелсэн элс хайргархаг хурдаснаас гадна олон жилийн цэвдэг тодорхой нөлөө үзүүлдэг (Батхишиг, 2015).

Голын татмын нуга нь зун, намрын улирлын малын бэлчээрийн үндсэн гол нутаг болно. Сүүлийн жилүүдэд голын татам орчмын бэлчээр талхлагдаж хөрсний үржил шим доройтож байна.

Хөрсний шинэчилсэн ангиллаар голын татам, хуурай сайрын хөрсийг: Аллювийн, Аллювийн хүлэрлэг, Аллювийн хайрган, Сайрын гэсэн 4 хэвшинж, 14 төрөлд хуваасан байна (Батхишиг, 2016). Голын татмын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний 144 зүсэлтийн 464 үе давхаргын үр дүнг ашиглан хөрсний төрөл, хэвшинжүүдээр тогтмол гүнүүдэд аргачлалын дагуу тооцов (Хүснэгт 2.36).

Хэвшинж: Аллювийн, Төрлүүд: *Аллювийн, Аллювийн ширэгт, Аллювийн элсэнцэр, Аллювийн давсархаг, Аллювийн глейт, Аллювийн цэвдэгт*

Аллювийн хөрс нь голын татмын нугад тогтворждог үржил шим сайтай, гарал үүслийн хувьд харьцангуй залуу хөрс бөгөөд малын бэлчээр, газар тариаланд ашигладаг. Аллювийн хөрсний ялзмагт давхарга 20-40 см хүртэл, глейрхэг шинжтэй, 1 метр хүртэл үелсэн үе давхаргуудтай, ихэнхдээ чийгтэй. Аллювийн хөрс үүсвэрийн үйл явцад газрын доорх болон гадаргын ус чухал үүрэгтэй. Татмын газрын гадарга өндөр, нам, хотос, хотгор цэвдгийн дов сондуул ихтэй олон янз учраас Аллювийн хөрсний олон төрлүүд хам бүрдэл үүсгэнэ.

Аллювийн хөрс нь манай орны гол мөрний хөвөө, төв, хаяа татмуудын гадарга, булан тохой, адаг орчимд аллювийн элс хайргархаг хурдас дээр тогтворжиж тархана. Голын үерийн урсцаар зөөгдөн ирэх хурдсаар байнга сэлбэгдэн үе давхарга нь зузаарч үелсэн үе давхаргыг үүсгэдэг онцлогтой. Орхон, Сэлэнгэ, Хэрлэн, Онон, Завхан, Ховд зэрэг томоохон голуудын татмаар Аллювийн хөрсний

хэвшинж, төрлүүд нэлээд их талбайг эзлэн тархана. Ургамалшлын хувьд ширэг улалж, алаг өвс зонхилж, 60%-иас илүү ургамал бүрхэцтэй.

Хэвшинж: Аллювийн хүлэрлэг. Төрлүүд: *Аллювийн хүлэрлэг, Аллювийн хүлрэнцэр*

Аллювийн хүлэрлэг хөрс нь бараан өнгөтэй, хүлэрлэг органик давхаргатай, глейрхэг шинжтэй учраас доод үеүдэд төмрийн зосорхог толбо ажиглагдана. Хүлэрлэг давхарга, ялмаг хуримтлалын давхаргууд тод ялгарч, түүнээс доош аллювийн үелсэн бүтэцтэй. Хүлэрлэг органик давхаргын зузаан 6-15 см, органикийн агууламж 15-25% хүрнэ (Хүснэгт 2.34). Заримдаа дарагдмал хөрсний үе тохиолддог.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц:

Хүснэгт 2.34. Аллювийн хүлэрлэг хөрсний үе давхарга дахь ХОНН. (Хөвсгөл, Гулзгайн гол)

Хөрсний үе давхарга, см	Ялмаг, %	Хөрсний органик нүүрстөрөгч, %	Чулуу, %	Эзлэхүүн жин, гр/см ³	Үе давхаргын зузаан, см	ХОНН, т га ⁻¹
0-10	21.7	12.5	0.0	1.10	10	138.5
20-30	4.2	2.4	0.0	1.20	10	29.2
30-35	2.6	1.5	0.0	1.25	15	28.3
70-80	0.4	0.2	0.0	1.30	10	3.0
86-92	5.0	2.9	0.0	1.35	6	23.5

Хэвшинж: Аллювийн хайрган. Төрлүүд: *Аллювийн хайрган, Аллювийн элсэрхэг*

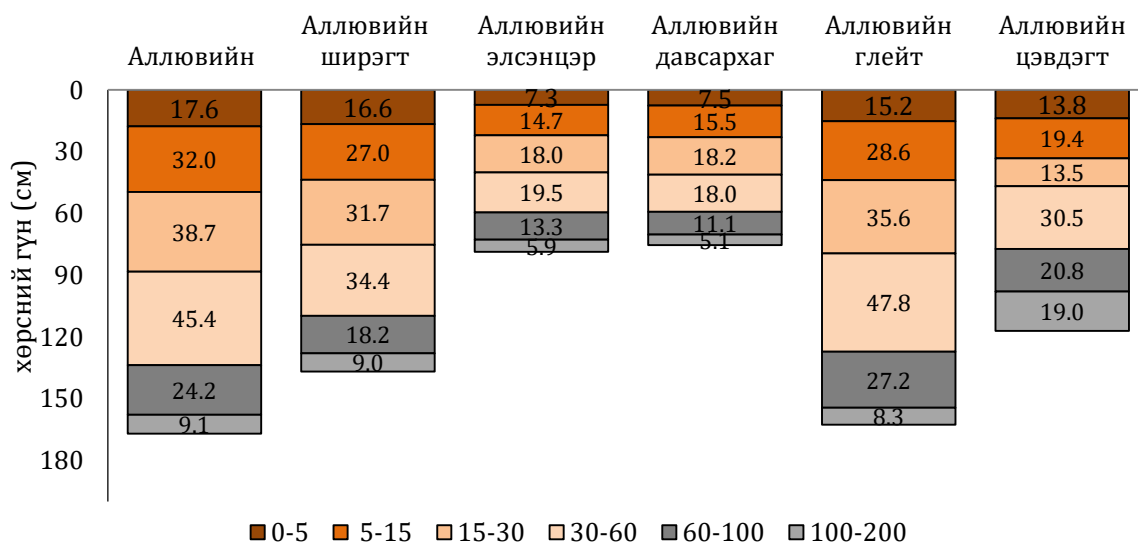
Аллювийн хайрган хөрсний ялмагт давхарга нь 10 см-аас багагүй зузаантай, өнгөн хөрсний 30 см хүртэл элс хайргатай, 1 метр хүртэл үелсэн бүтэцтэй, нимгэн хөрс болно. Хайрга чулууны агууламж 40%-иас их байна. Хөрсний дээд хэсэгт элс хайргархаг ялмагт давхаргатай, ялмагийн агууламж 2-4 % орчим, гүнрүүгээ огцом буурна. Ялмагт давхаргаас доош ихэвчлэн элс хайрган хурдастай. Аллювийн хайрган хөрс нь голын татмын өндөрлөг хэсэг, голдирол орчмын хөвөө татмаар голчлон тархана. Томоохон голын усны уналт багасаж талархаг болж буй хэсэгт аллювийн элс хайрган хурдас ихээр хуримтлагдаж Аллювийн хайрган хөрсийг үүсгэнэ. Газрын гадарга дээр ихэвчлэн элс хайрган хурдас ил гарсан байдаг. Ховд аймаг Буянт голын адаг орчмын садраагаар Аллювийн элс хайрган хөрстэй газар малын бууц ашиглан усалгаатай тариаланд ашигладаг. Улаанбаатар хотын баруун хэсэг Сонгино, Шувуу орчим Туул голын өргөн татамд Аллювийн хайрган хөрстэй бөгөөд энд элс хайрганы карьерууд олон жил үйл ажиллагаа явуулж байна.

Хэвшинж: Сайрын. Төрлүүд: Сайрын, *Сайрын хайргархаг, Сайрын элсэрхэг, Сайрын чулуурхаг*. Сайрын хөрс нь тод илэрсэн ялмагт давхаргагүй, 1 метр хүртэл үелсэн тогтоцтой, сайр чулууны агууламж 40%-иас их, гадаргадаа сайр чулуун хучаастай (Хүснэгт 2.35). Түр зуурын хур тунадас, уруйн үерийн усаар зөөгдөж ирсэн элс шавар, сайр чулуунууд сайрын хөрсөнд үелсэн тогтоц үүсгэдэг. Хөрсний урвалын орчин

голдуу шүлтлэг шинжтэй, карбонатын хуримтлал багатай. Ширхэгийн бүрэлдэхүүний хувьд элсэнцэр зонхилох ба хөрсний доод хэсэгтээ сайр чулууны агууламж нэмэгддэг. Гадаргын онцлог, налуу, чулуулгийн шинж чанараас хамааран Сайрын хөрсөнд чулуу, хайрга, элсэрхэг материалын аль нэг нь давамгайлдаг. Сайрын хөрс нь гадаргын урсацаар нэмэгдэл чийг авах боломжтой говь цөлийн бүсийн хуурай сайр, голдирол орчмын газраар тогтворжино. Сайрын хөрс хур бороотой үед гадаргын урсацаар чийглэгддэг тул ургамал бүрхэц нь 20-30% хүрнэ. Алтайн уулархаг газар, Их нууруудын хотгор, Нууруудын хөндий, Өмнөговь, Дорноговь, Дундговь аймгийн нутгийн уулс, дов толгодын бэл хажуугаар голчлон тархана.

Хүснэгт 2.35. Сайрын хайргархаг хөрсний үе давхарга дахь ХОНН (Өмнөговь, Номгон сум)

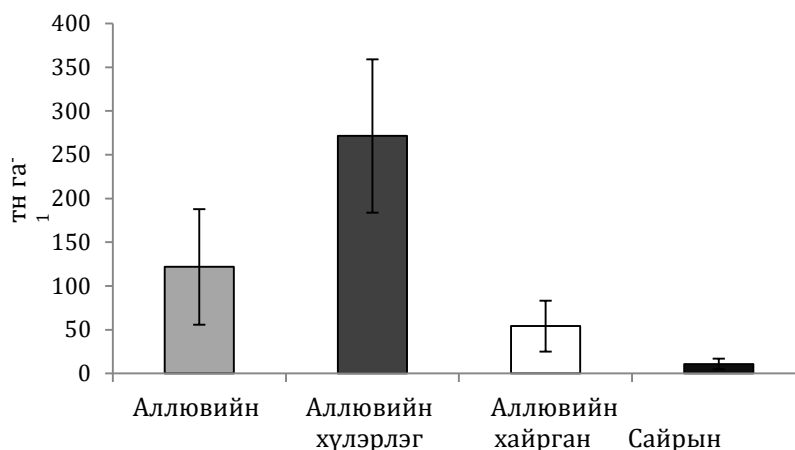
Хөрсний морфологи үе давхарга, см	Ялзмаг, %	Хөрсний органик нүүрстөрөгч, %	Чулуу, %	Эзлэхүүн жин, гр/см ³	Үе давхаргын зузаан, см	Үе давхарга дахь ХОНН, т га ⁻¹
0-6	0.155	0.090	50.9	1.30	6	0.34
6-24	0.144	0.084	55.9	1.40	18	0.93
24-48	0.124	0.072	43.6	1.36	24	1.33
48-60	0.038	0.022	53.0	1.34	12	0.17



Зураг 2.31. Аллювийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га⁻¹.

Хөрсний органикийн нөөцийг тооцоход хөрсний органик нүүрстөрөгч, эзлэхүүн жин, чулууны агууламж чухал. Хөрсний гүнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийг харьцуулан жигнэсэн дунжийг тооцож, хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний төрөл тус бүрээр гаргахад (0-100 см-т) хамгийн их Аллювийн хүлэрэнцэр 223.7 т га⁻¹, Аллювийн цэвдэгт 158 т га⁻¹, Аллювийн 154.5 т га⁻¹ тус тус байна. Аллювийн хүлэрлэг хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц их байгаа нь хүлэрлэг давхарга дунджаар 6-14 см байх ба энэ давхаргын органик нүүрстөрөгчийн

агууламж 9.1-14.5%, гүн рүүгээ алгуур буурч, хагас метрийн гүнд 1.2-3.6% байдагтай холбоотой. Бага нөөцтэй хөрснүүд *Аллювийн элсэрхэг* 34.5 т га⁻¹, *Сайрын элсэрхэг* 17.8 т га⁻¹, *Сайрын* 12.7 т га⁻¹, *Сайрын чулуурхаг* 8.6 т га⁻¹, *Сайрын хайргархаг* 3.5 т га⁻¹ тус тус байна (Зураг 2.32).



Зураг 2.32. Голын татмын ХОНН, хэв шинжүүдээр. (дунджаар т га⁻¹, 0-100 см-т)

Эдгээр хөрсний ялзмагт давхаргын зузаан 5 см-аас ихгүй нимгэн, элс, чулууны агууламж ихтэй, органик нүүрстөрөгчийн агууламж багатай байдаг нь органик нүүрстөрөгчийн нөөц тооцоход нөөцийг багасгаж байгаа хүчин зүйл болж байна. Аллювийн хөрс нь үелсэн бүтэцтэйгээс стандарт гүн тус бүр дэх нөөц харилцан адилгүй байна (Хүснэгт 2.36). Нийт улсын хэмжээнд *Аллювийн* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 264,9,5 Mt, 0-100 см хөрсөнд 454,1 Mt байна.

Хүснэгт 2.36. Голын татмын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, стандарт гүнээр.

Хэвшинж	Төрөл	n	Стандарт гүнээр, см					
			0-5	5-15	15-30	30-60	60-100	100-200
Аллювийн	Аллювийн	38	17.6	32.0	38.7	45.4	24.2	9.0
	Аллювийн ширэгт	13	16.6	27.0	31.7	34.4	18.2	9.0
	Аллювийн элсэнцэр	22	7.3	14.7	18.0	19.5	13.3	5.9
	Аллювийн давсархаг	11	7.5	15.5	18.2	18.0	11.1	5.0
	Аллювийн глейт	11	15.2	28.6	35.6	47.8	27.2	8.3
	Аллювийн цэвдэгт	5	13.8	19.4	13.5	30.5	20.8	19.0
Аллювийн хүлэрлэг	Аллювийн хүлэрлэг	5	67.0	92.1	52.1	47.1	66.0	13.6
	Аллювийн хүлрэнцэр	5	27.6	48.2	60.8	64.5	22.7	8.0
Аллювийн хайрган	Аллювийн хайрган	6	6.4	13.3	15.6	22.6	11.7	5.3
	Аллювийн элсэрхэг	7	5.1	8.2	8.1	7.8	5.2	1.7
Сайрын	Сайрын	5	1.2	2.3	3.2	3.8	2.1	0.0
	Сайрын хайргархаг	6	0.4	0.7	1.0	1.2	0.3	0.0
	Сайрын элсэрхэг	5	1.8	3.6	5.1	6.6	0.8	0.0
	Сайрын чулуурхаг	5	0.9	1.3	0.9	4.9	0.5	0.2

2.11. Давсархаг хөрс

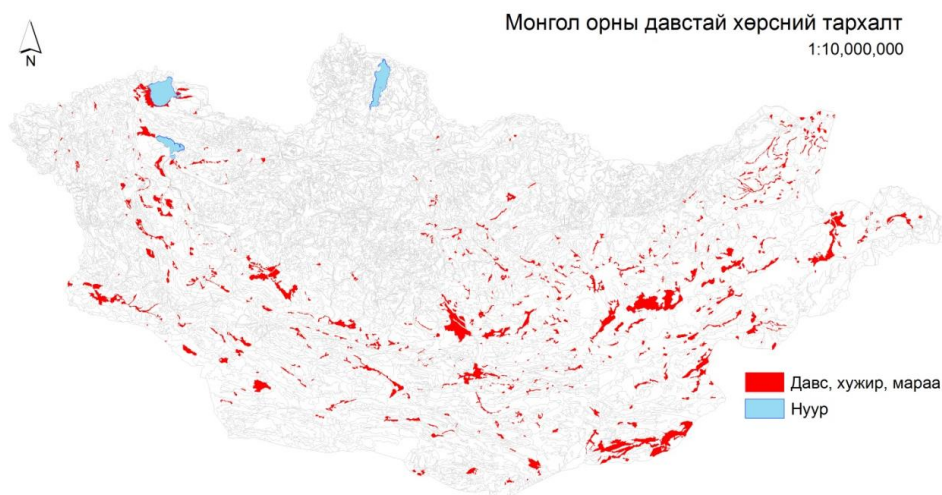
Хөрсний тархалт, онцлог шинж: Манай орны газар дэвсгэрийн 10.5% буюу 162,200 кв.км газрыг давсажсан ба хужирт хөрс эзлэнэ. Давсажсан ба хужирт хөрс манай улсын газар зүйн бүсний муж бүхэнд харилцан адилгүй тархсан байдаг. Говь нутгийн газар дэвсгэрийн бүх талбайн 19%, Их нуурийн хонхрын 17.9%, Дорнод-монголын тал нутгийн 11.5%, Хэнтийн бүсийн 4%, Хангайн бүсний 3%, Монгол алтайн 2.5%-ийг давсажсан ба хужирт хөрс эзлэнэ. Давсажсан ба хужирт хөрс ихэвчлэн хуурай цөл нутгийн нам дор газраар тархах боловч 2000-2500 метр өргөгдсөн Монгол-Алтайд ч тохиолддог байна. Хангай ба Хэнтийн уулархаг нутгийн өмнүүр говь нутгаар хужирт тойром, ширгэсэн жижиг нуурнууд маш олон тоотойгоор байдаг бөгөөд эдгээрийн тоонд давсны баялаг нөөцтэй Их цайдам нуур, Шар бүрдийн нуур, Бигэр нуур, Их төхмийн нуур, Сэрвээ нуур зэрэг орно.

Усанд хялбар уусах давсны хэмжээ хөрсөнд 0.2 хувиас дээш болоход түүнийг давстай хөрс гэнэ. Хөрсний давсжилт гэж хөрсөнд Na, K, Mg, Ca, хлорид, сульфат, карбонат, бикарбонат зэрэг ионууд усанд хялбар уусдаг давснуудын (голчлон натрийн хлорид, натрийн сульфат) олон хэлбэрээр хуримтлагдан хөрсийг хуурайшуулан үржил шимийг нь багасгахыг хэлнэ.

Хөрсний үе давхаргуудын аль нэгд нь буюу эсвэл бүгдэд нь хялбар уусах давсны нэгдлүүд их хэмжээгээр хуримтлагдаж цайвар өнгөр бөөгнөрөл үүсгэн, хөрсний гадарга дээр давсны талст, ширхэгүүд бурзайж тогтсоныг хужир (saline) гэдэг. Хужир хөрс нь 30 см хүртэлх давс буюу хуурай үлдэгдлийн хэмжээ 1%-иас их эсвэл цахилгаан дамжуулах чанар (EC) 2 dS/m-ээс их байна. Хөрсний үе давхаргуудад усанд хялбар уусдаг давсны нэгдлүүд их хэмжээгээр хуримтлагдаж, хөрсний гадарга дээр давсны талст цайвар өнгийн өнгөр үүснэ. Хужир хөрс нь шүлтлэг урвалын орчинтой $pH > 8.5$, ялзмагийн агууламж 0.5-2.0 %, бүх үе давхаргадаа карбонаттай байдаг. Хужир хөрс нь хуурай хээр, говь, цөлийн бүсэд хөндий хотгорын ёроол, давстай нууруудын орчим, гадагшаа урсгалгүй хонхор бүхий гүний ус гадаргад ойрхон газар үүсэж тогтворжино. Хужирлаг хөрстэй газар ихэнх тохиолдолд ургамал бүрхэвчгүй байх бөгөөд дэрс, цахилдаг, хиаг, бударгана зэрэг давссаг ургамал зонхилно. Хужир хөрс нь Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 1% газар нутгийг эзлэх бөгөөд сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын хуурайшилттай холбоотой усалгаатай тариалангийн хөрс давсжих үзэгдэл түгээмэл ажиглагдах болжээ. Ялзмагт давхаргын доод хэсэгт солилцоот (Na^+) натрийн агууламж нилээд хэмжээтэй байдгаас шалтгаалж сода ($NaHCO_3$), шүлтлэг орчин бий болж, органик бодисын уусах чадвар нэмэгдэх, хөрсний наанги шороо жижигрэн бутрах нь ихэсч, хөрс чийгтэй үедээ нялцайн наалдангиших, эзлэхүүнээ тэлж хөөх, хуурай үедээ маш нягтарч хатуурахыг хөрс мараажих (Sodic soil) гэдэг. Мараа хөрс нь 40 хүртэл см мараалаг давхаргатай, солилцоот натрийн агууламж (ESP)% ≥ 15 , натрийн

шингээлтийн зэрэг $SAR \geq 13$, урвалын орчин хэт шүлтлэг $pH > 8.5$ шинжтэй. Мараа хөрс нь хатуу нягт учраас ургамлын үндэс нэвтрэхэд саадтай, ус чийг шим тэжээлийн элементүүдийн солилцоо муу, бэлчээрийн зориулалтаар ашиглах боломжтой ба газар тариаланд тохиромжгүй байна. Мараа хөрс нь хуурай хээр, говь цөлийн бүсэд дэрстэй хотгор хонхордуу газраар тархана. Гүний ус ойрхон байрлах учраас хөрсөнд давсжилт үүсдэг. Хужир хөрсний давсжилт багасаж угаагдалд орсноор Мараа үүсдэг гэж мөн үздэг. Газрын гадарга нь ихэвчлэн бичил овон товон дов сондуултай байх бөгөөд Хужир хөрстэй ихэвчлэн хам бүрдэл үүсгэнэ. Хээрийн бүсэд хиаг, ширэг улалж, дэрс зонхилон ургах бол говь цөлд улаан бударгана, таана, бударгана ургана. Мараа хөрс нь Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 0.2 % орчим газар нутгийг эзлэн оршино. Шалархуу хөрс нь гадаргадаа хатаж хагарсан тод илэрсэн шаварлаг өнгөртэй, бага зэрэг давсархаг, үелсэн тогтоцтой. Түр зуурын үерийн урсацаар зөөгдөж ирсэн жижиг хэсгүүд, шавранцар хурдас нь шал хөрсийг үүсгэнэ. Шалархуу хөрс дийлэнхдээ том цул бүтэцтэй, хуурай үедээ маш нягт, шавранцар, хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй байдаг. Шалархуу хөрсний үе давхаргын зузаан харилцан адилгүй, үелсэн бүтэцтэй, дээд үе давхаргын ялзмагийн агууламж дунджаар 0.30-2.0 %, нийт гүнд жигд хуримтлалтай. Хөрсний дээд хэсэгт өнгөр үе тод илэрдэг. Шалархуу хөрс нь говь, цөлийн бүсийн хөндий хотосын ёроол болон элс бүхий тойрмуудаар алаг цоог тархдаг. Ургамлын бүрхэвчид давс бүхий орчинд дасан зохицсон сөөг, сөөгөнцөр ургамал голчлон тохиолдоно.

Хөрсний давсжилт нь ургамлын ургалтад муугаар нөлөөлснөөс хөрсний нүүрстөрөгч түүнчлэн микробиологийн идэвх болон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн задрал багасдаг. Хөрсний гадарга болон үе давхаргад давс хуримтлагдахад гүний усны түвшин дээшилдэг. Хөрсөнд агуулагдах их хэмжээний уусдаг давснууд нь ургамал өөрт хэрэгцээт усаа хөрснөөс авахад саад болдог бөгөөд энэ нь ургамлын үндэс хөрсний уусмал хоёрын дунд үүссэн осмос даралтын ялгаанаас болдог байна. Хөрсөнд натри агуулагдсанаас болж хөрсний бүтэц нягтарч, үүний улмаас ургамлын үндэс нэвтрэх мөн ус болон тэжээлийн элементүүдийн урсгалд саад болдог. Хөрс, усанд давс хуримтлагдах процесс нь удаан хугацааны турш явагддаг байгалийн үзэгдэл юм. Энэ нь уусдаг давс агуулсан эх чулуулаг өгөрших, салхи бороогоор давс зөөгдөх гэсэн байгалийн 2 үзэгдлээс шалтгаалдаг. Хөрсөнд хэв шинжээс нь хамаарч давс харилцан адилгүй хуримтлагдах бөгөөд элсэрхэг хөрсөнд бага, шаварлаг эрдэс хөрсөнд их хэмжээгээр байна. Мөн жилийн дундаж хур тунадаснаас шууд хамаарна.



Зураг 2.33. Монгол орны давсархаг хөрсний тархалт

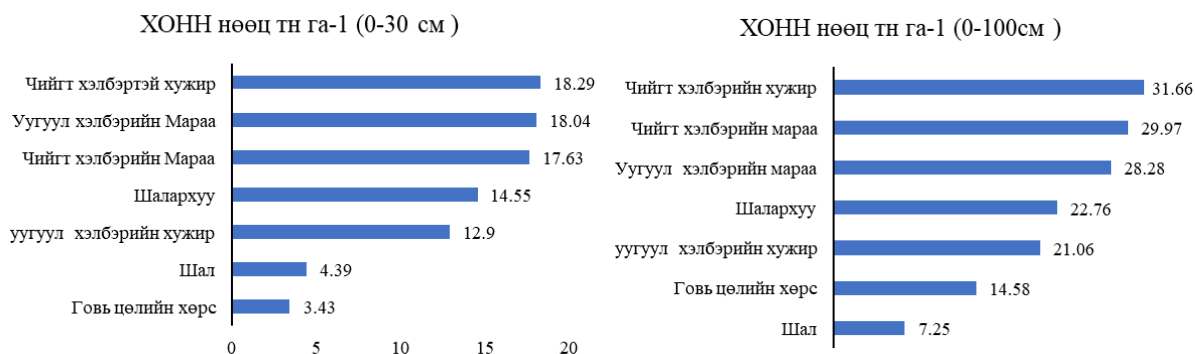
Хээрийн судалгааг Баянхонгор аймгийн Баянговь, Баянлиг сумд, Зулганайн баянбүрд, Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сум, Архангай Хашаат сумын нутаг болно.

Давсархаг хөрсний ХОНН-ийг тооцохдоо эхлээд хөрсний зүсэлтийн мэдээлэлээ олоод (66 зүсэлтийн 231 хөрсний дүнг ашигласан) хийгдээгүй шинжилгээний утгыг тухайлбал эзлэхүүн жинг педотрансфер аргыг ашиглан бодож олсон.

Давсархаг хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOC stock)-ийг Уугуул хэлбэрийн хужир, Чийгт хэлбэрийн хужир, Уугуул хэлбэрийн Мараа, Чийгт хэлбэрийн Мараа, Шалархуу, Шал хөрс мөн хээрийн судалгаагаар авсан Говь цөлийн давсархаг хөрсөнд 0-5, 5-15, 15-30, 30-60, 60-100, 100-200 см-ын стандарт 6 гүнд тооцооллоо (Хүснэгт 2.37). 0-5, 15-30, 60-100 см гүнд Чийгт хэлбэрийн хужир хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хамгийн их байна. Мараа хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц $0.4-30.5 \text{ т га}^{-1}$ хооронд, хужир хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц $0.4-35.62 \text{ т га}^{-1}$ хооронд шалархуу хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц $0.7-24.45 \text{ т га}^{-1}$ шал хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц $0.84-2.40 \text{ т га}^{-1}$ судалгааны дээжнийх $0.16-17.57 \text{ т га}^{-1}$ хооронд тус тус хэлбэлзэж байна. Харин 5-15, 100-200 м -д Чийгт хэлбэрийн Мараа хөрсний нөөц хамгийн өндөр байна. Хөрсний 0-30 см гүнд органик нүүрстөрөгчийн нөөц 3.43 (Говь цөл, Шал)- 18.29 (Чийгт хэлбэрийн хужир) т га^{-1} , 0-60 см гүнд 6.23 (Шал)- 26.25 (Чийгт хэлбэрийн хужир) т га^{-1} , 0-100 см гүнд 7.25 (Шал) - 31.66 (Чийгт хэлбэрийн хужир) т га^{-1} хооронд тус тус хэлбэлзэж байна (Зураг 2.34).

Хүснэгт 2.37. Стандарт 6 гүн дэх хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц т га⁻¹

Хөрсний нэр	Гүн,см	тоо	Min	Max	Mean	СтХаз*
Уугуул хэлбэрийн хужир	0-5	21	0.66	5.41	2.7	1.79
	5-15	21	1.68	10.35	4.7	3.05
	15-30	21	1.5	10.96	5.5	3.49
	30-60	21	1.35	9	5.13	2.63
	60-100	21	0.88	5.4	3.04	1.47
	100-200	21	0.5	2.2	1.28	0.69
Чийгт хэлбэрийн хужир	0-5	70	1.08	18.87	4.57	4.43
	5-15	70	1.52	14.23	5.92	3.87
	15-30	70	1.74	26.53	7.14	6.31
	30-60	70	0.9	35.62	8.62	8.95
	60-100	70	0.4	23.91	5.41	6.67
	100-200	70	0	21.46	3.8	4.81
Уугуул хэлбэрийн мараа	0-5	45	1	9.01	3.85	2.63
	5-15	45	1.7	18.31	6.82	4.71
	15-30	45	2.13	19.08	7.37	4.71
	30-60	45	0.6	15.1	7.03	4.01
	60-100	45	0.4	7.2	3.21	2.04
	100-200	45	0	9	4	2.57
Чийгт хэлбэрийн мараа	0-5	33	0.7	9.73	3.32	2.93
	5-15	33	1.69	18.47	7.42	6.14
	15-30	33	1.33	24.45	7.55	8.69
	30-60	33	1.05	30.5	6.69	9.38
	60-100	33	0.7	22.6	4.99	7.55
	100-200	33	0.8	29.9	6.38	9.89
Шалархуу	0-5	30	1.4	7.97	3.82	2.06
	5-15	30	2.2	13	5.61	3.27
	15-30	30	1.65	17.26	5.1	5.05
	30-60	30	0.81	15.8	4.58	4.73
	60-100	30	0.56	16.15	3.66	5.14
	100-200	30	0.7	24.45	4.96	7.96
Шал	0-5	8	1.03	1.31	1.17	0.19
	5-15	8	1.35	1.41	1.38	0.04
	15-30	8	1.8	1.87	1.84	0.05
	30-60	8	1.29	2.4	1.85	0.78
	60-100	8	0.84	1.2	1.02	0.25
	100-200	8	1.1	1.5	1.3	0.28
Говь цөлийн хөрс	0-5	24	0.16	1.44	0.82	0.44
	5-15	24	0.36	2.15	1.27	0.61
	15-30	24	0.44	2.59	1.37	0.84
	30-60	24	1.05	6.92	4.11	2.1
	60-100	24	0.7	17.57	7.02	6.66
	100-200	24	0.9	22	8.8	8.3



Зураг 2.34. Давсархаг хөрсний 0-30, 0-100 см гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц т га⁻¹

Давсархаг хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц дунджаар 4.43 т га⁻¹ байна. Мараалаг Цайварбор, шал хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хамгийн бага, Чийгт хэлбэртэй хужир хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хамгийн их байна. Мараа хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0.4-30.5 т га⁻¹ хооронд, хужир хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0.4-35.62 т га⁻¹ хооронд шалархуу хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0.7-24.45 т га⁻¹ шал хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0.84-2.40 т га⁻¹ судалгааны дээжнийх 0.16-17.57 т га⁻¹ хооронд тус тус хэлбэлзэж байна. Хөрсний ялгаруулсан CO₂ нь мөн Чийгт хэлбэрийн Хужир хөрсөнд хамгийн их, Цайварбор, Шал хөрсөнд хамгийн бага байна.

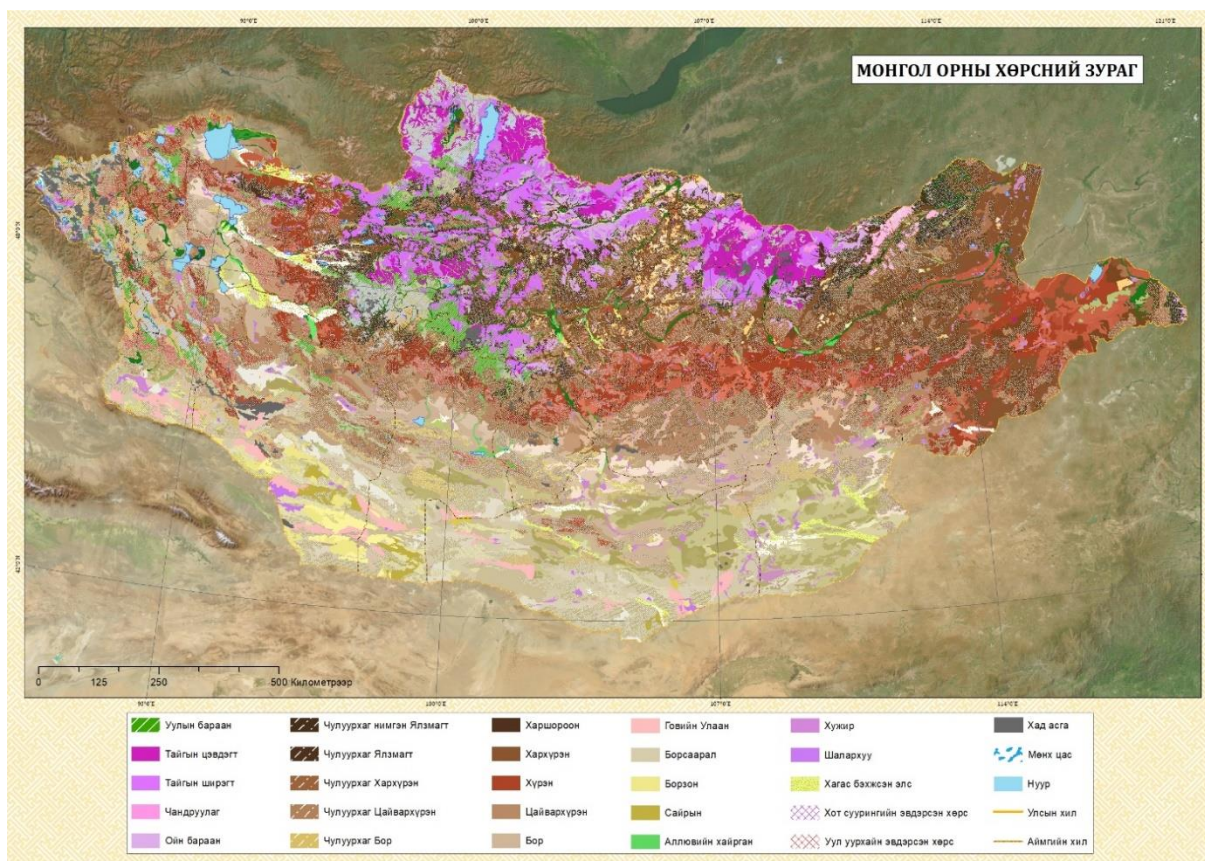
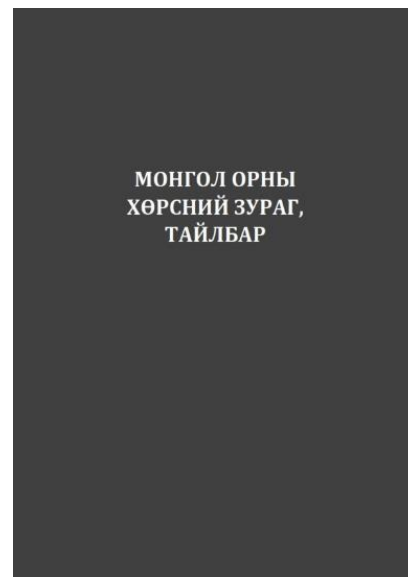
Нийт улсын хэмжээнд Хужир, Мараа, Шалархуу зэрэг давсархаг хэвшинжийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см хөрсөнд 40,8 Mt, 0-100 см хөрсөнд 67,2 Mt байна.

БҮЛЭГ - 3 ХӨРСНИЙ ЗУРАГ, ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН НӨӨЦ

3.1. Монгол орны хөрсний зураг, масштаб 1 : 800 000

Хөрсний органик нөөцийг тодорхойлох ажлын үндсэн гол суурь дэвсгэр нь хөрсний зураг болно. Хөрсний хэв шинж, төрөл тус бүрийн органик нөөцийн агууламжийг тодорхойлсны дараагаар хөрсний зургийг ашиглан тухайн газар нутгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөцийг тооцоолдог.

Бид Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөцийг тодорхойлох ажилд зориулан Монгол орны хөрсний зургийг 1 : 800 000 масштабээр шинэчлэн зохиож (Зураг 3.1), хөрсний зургийн тойм болон хөрсний хэвшинжүүдийн танилцуулга бүхий бүтээл хэвлүүлсэн (Батхишиг ба бусад, 2020).



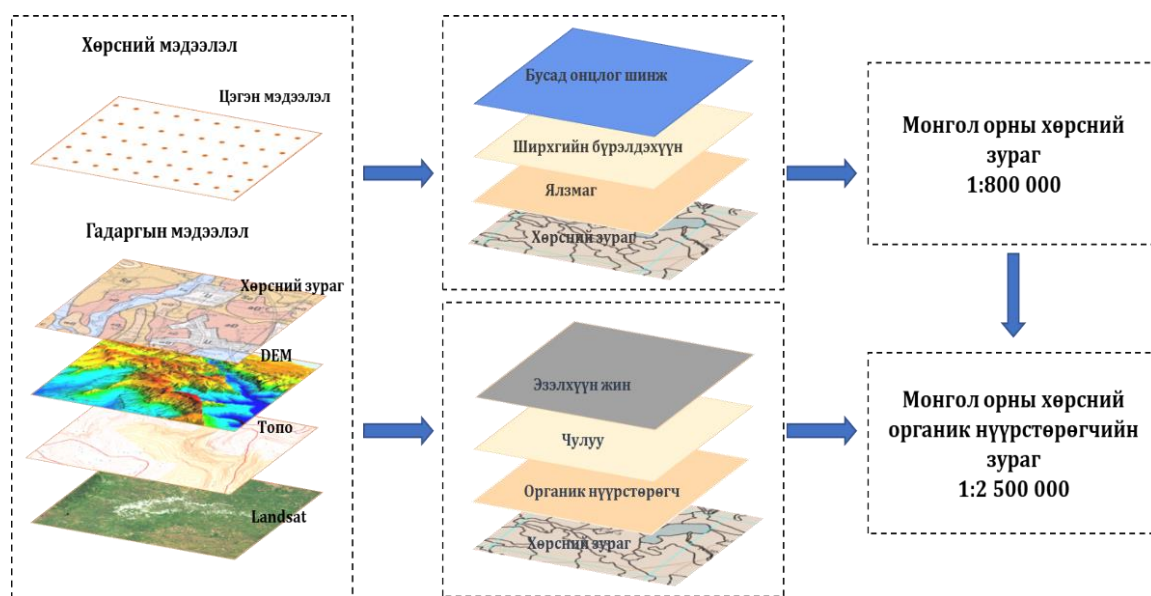
Зураг 3.1. Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зураг

3.2. Хөрсний зураглалын арга зүй

1960-аад оноос эхлэн ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэнгийн хөрс судлаачид Монгол орныг бүхэлд нь хамарсан болон тодорхой газар нутгийн янз бүрийн масштабын хөрсний зургуудыг зохиож ирсэн. Хөрсний зураглалын судалгааны арга зүй хөгжихийн хирээр хөрсний зургийн нарийвчлал улам илүү сайжирч байна. 2000 оноос хойш хөрсний зураглалын судалгаанд зайнаас тандах судалгаа, газрын зургийн программ хангамжуудыг ашиглах болсноор илүү чанар сайтай хөрсний зургийг хийх бололцоотой болсон. Нөгөө талаас хөрсний зүсэлтийн ихээхэн хэмжээний мэдээллүүд бий болж хөрсний зургийн чанар улам илүү сайжирч байна.

Хөрсний зургийг зохиоход Profile-based, Model-based, арга зүйнүүдийг ашигладаг. Profile-based арга нь хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг арга бөгөөд хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл дээр үндэслэн хөрсний хэвшинж, төрөл тус бүрийн тархалтыг полигон байдлаар зурагладаг (Homann et al, 2000., Batjes, 2000., Wu et al., 2001). Энэ арга нь дотроо Soil Profile Statistics (SPS), GIS based Soil Type (GST), professional knowledge based (PKB) хувилбаруудад хуваагдана.

Хөрсний М1:800 000 масштабтай зураг боловсруулахад гадаргын тоон загвар (DEM), Landsat 8 хиймэл дагуул, М1:500 000 масштабтай байр зүйн зураг, М1:1 000 000 масштабтай хөрсний тархалтын зураг тус тус ашигласан. Гадаргын тоон загвар ашиглан гадаргын хэлбэр дүрс бүхий (Raster) тоон мэдээлэл (өндөржилт, налуу, зүг зовхис)-ийг буюу морфометрийн ангиллыг нарийн гаргаж авах замаар Landsat 8 хиймэл дагуулын зураг болон топо зургийг хослуулан ашигласнаар тухайн тоон зураг дээр хөрсний хил заагийг хотгор гүдгэр, налуу, өндөршил, зүг зовхисын онцлогийг харгалзан өндөр нарийвчлалтай ялгах боломжтой болдог.



Зураг 3.2. Хөрсний зураглалын схем

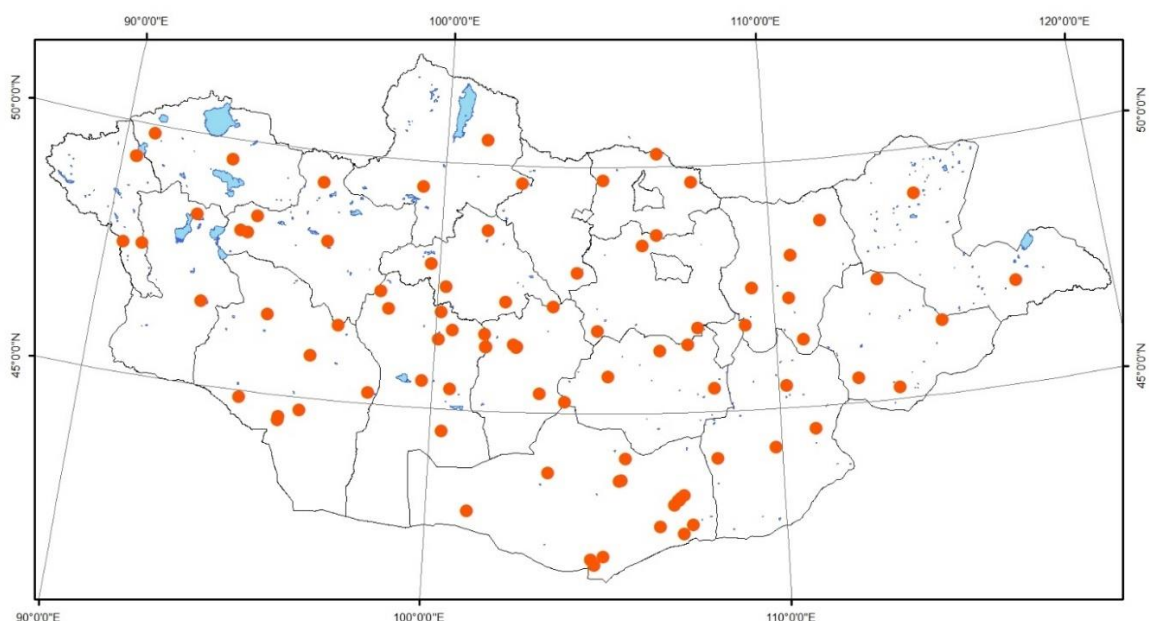
Хөрсний хэв шинжийг ялгахдаа дан ганц хиймэл дагуулын мэдээг суурь зургаар ашиглавал хэлбэр дүрсийн хил заагийг ялгах боловч өндрийн ялгаа төдийлөн сайн ялгардаггүй сул талтай (Зураг 3.2). Хөрсний зураглалд дээрх агаар сансрын болон топо зургийг ашиглаж хөрсний хил заагийг нарийн ялгах боломжтой байдаг ч хөрсний хэв шинжийн нэршлийг тодорхойлох боломжгүй байдаг. Харин хээрийн судалгааны мэдээ материал, лабораторийн үр дүн бүхий гадаргын цэгэн мэдээлэл болон өмнөх жилүүдэд зохиогдсон хөрсний жижиг, дунд масштабын зургийн мэдээллийг өөрсдийн боловсруулсан хөрсний зургийн хил заагтай хослуулан ашиглах нь хөрсний нэршлийг үнэн зөв нэрлэх боломжийг олгодог.

Бид 2011 оноос Монгол орны хөрсний дижитал зураг зохиох судалгааны ажлыг эхлүүлж зургийн тодотголыг байнга хийж ирлээ. Энэхүү хөрсний зургийг зохиоход хөрс ашиглалтын 1 : 1 000 000 масштабын зургийг үндсэн суурь болгож, Газар зохион байгуулах институтээс гүйцэтгэсэн аймаг сумдын хөрсний зургууд, Landsat-8 хиймэл дагуулын зургийг ашиглан хөрсний контуруудыг нарийвчлан тодотгосон. Тариалангийн талбай, уул уурхай, хот суурин гэх мэт зарим газруудад илүү нарийвчлалтай Ikonos, Quickbird зэрэг сансрын зураг ашигласан. 2016 онд зохиогдсон Монгол орны хөрсний шинэчилсэн ангиллыг ашиглалаа. Хөрсний 12 бүлэг 33 хэвшинжид хамрагдах 108 төрлийн хөрсийг зураг дээр гаргасан. Бага талбай эзлэн тархдаг хөрсний төрлүүдийг нэгтгэсэн. Талархаг газруудад нэг төрлийн хөрс давамгайлдаг бол уулархаг газар болон давсархаг, нуга намгархаг хөрстэй газруудад хоёроос олон төрлийн хөрс тархдаг онцлогтой. Хэрэглэгчдэд ашиглахад хялбар байх үүднээс хөрсний зургийн контурд зонхилж буй зөвхөн нэг төрлийн хөрсний нэршил өгсөн. Тариалангийн хөрс (Antrosols), техногенийн эвдрэлд орсон хот суурины (Urbic Technosols) болон уул уурхайн хөрс (Leptic Technosols)-үүдийг ялгасан нь урьд өмнө зохиогдсон хөрсний зургуудаас илүү дэвшилттэй болсон. Олон улс (WRB-2014)-ын хөрсний ангилалд хүний үйл ажиллагаагаар үүссэн хөрсийг бие даасан томоохон нэгж (Reference Group)-ийн түвшинд ялгасан байдаг. Уулын тайгын бүс нутагт Тайгын цэвдэгт болон Тайгын ширэгт хөрс, Говь хээрийн зааг нутгийн хөрсийг ялгах, Хархүрэн, Хүрэн, Цайвархүрэн зэрэг хөрсний хил заагийг ялгах нь нэлээд төвөгтэй хэвээр байна. Өндөр уул, дорнод Монголын талархаг газар, говь цөлийн бүсийн доторх хөрсийг хээрийн нөхцөлд оношилж тодорхойлох зэрэг хүндрэлтэй асуудлууд байсаар байна. Хөрсийг хээрийн нөхцөлд хурдан шуурхай тодорхойлох шалгуур үзүүлэлтүүдийг энгийн хялбар болгох нь хөрсний ангиллын асуудалтай шууд холбоотой.

Монгол орны газар нутаг том учраас нийт нутаг дэвсгэрийг бүрэн дүүрэн хамарсан хөрсний зураглалын судалгааны ажил хийх боломжгүй байна. Өндөр уулархаг газар, говь цөл, ой тайга, алслагдсан хээрийн бүс нутагт хөрсний судалгаа хангалттай хийгдэхгүй хэвээр байна.

Хөрсний зургийн чанарын баталгаажуулалт

Хөрсний зургийн чанарын баталгаажуулалт хийх нь (хөрсний тархалт, органик нүүрстөрөгчийн нөөц) зургийн үнэмшил, чанарыг ямар түвшинд зурагласныг илтгэдэг. Бид Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зургийн чанарыг шалгах зорилгоор нийт нутгийн хэмжээнд жигд тархалттай байдлыг харгалзан 89 цэгэн мэдээллийг сонгон авч зургийн чанарын баталгаажуулалт хийсэн (Зураг 3.3). Зонхилон тархсан 9 хэсэг бүлэг (Өндөр уул, ой-тайга, уулын хээр, говь-цөлийн уул, хээр, хуурай хээр, говь, цөл, нуга-намаг) хөрсний зураглалын нарийвчлалыг Producer Accuracy, User Accuracy шалгуураар шалгаж нийт зургийн нарийвчлал (Overall Accuracy), Kappa coefficient тооцооллоо.



Зураг 3.3. Хөрсний зургийн чанарын баталгаажуулалт хийсэн цэгүүдийн байршил

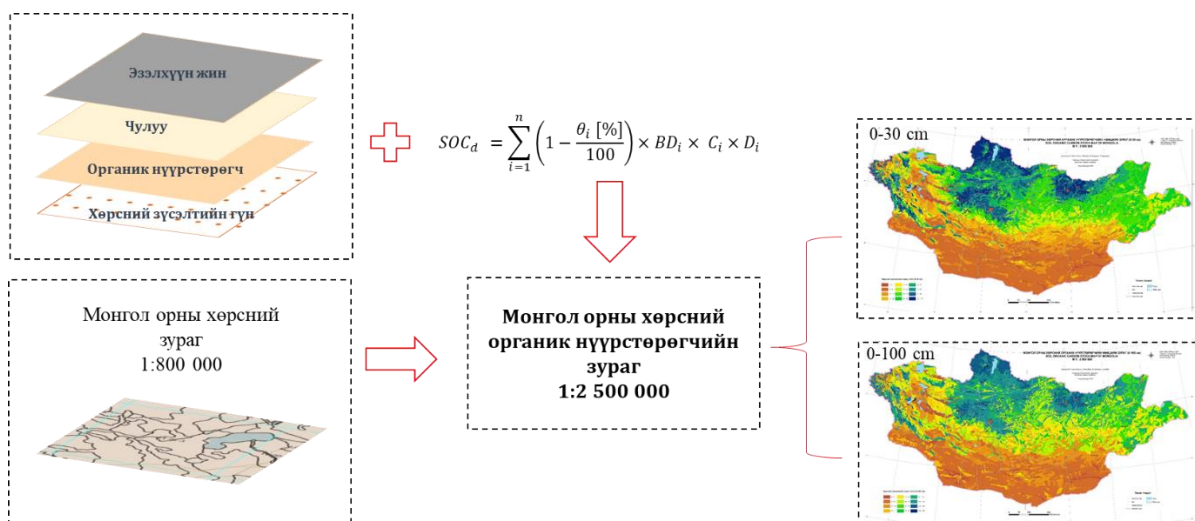
Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зургийн нийт нарийвчлал (Overall accuracy) 83 %, Kappa коэффициент 0.81 буюу боломжийн түвшинд байна гэж үзэж болно (Хүснэгт 3.1). Хөрсний зургийн чанарыг шалгасан аргазүйн үр дүнг томоохон бүлэг хөрс тус бүрээр харьцуулбал хуурай хээр, хээрийн бүлэг хөрснүүд хамгийн өндөр нарийвчлалтай (100-92.9), говь цөлийн бүлэг хөрснүүд мөн нарийвчлал өндөртэй (81.3-83.3) байна. Эдгээр хөрснүүд талархаг газар томоохон талбай эзлэн тархдаг учраас бага байна. Харин бага талбайд тархсан хөрсний бүлгүүдийн алдаа өндөр (Нуга, намаг, уулын хээр, ой тайга) байна. Мөн түүнчлэн дээрх алдаа өндөр бүлгүүдэд хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл дутмаг байгаатай холбоотой. Алаг цоог, болон зурваслан тархсан хөрсийг зураглахад алдааны нарийвчлал ихсэж байна. Мөн зургийн масштаб жижиг болох тусам алдааны нарийвчлал ихсэх магадлалтай ба харин түүнийг сансрын зургийн мэдээллээр тогтмол шалгаж зураглах нь алдааг багасгадаг.

Хүснэгт 3.1. Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зургийн нарийвчлал, чанарын шалгуур

Хөрсний бүлэг	Producers accuracy	Users accuracy	Overall Accuracy	Kappa coefficient
Өндөр уул, царам	83.3	100.0		
Ой, тайга	60.0	50.0		
Уулын хээр	60.0	55.6		
Говь, цөлийн уул, толгод	83.3	100.0		
Хээр	92.9	92.9	83.1	0.81
Хуурай хээр	100.0	79.2		
Говь (цөлөрхөг хээр)	81.3	100.0		
Цөл	83.3	100.0		
Нуга, намаг	50.0	60.0		

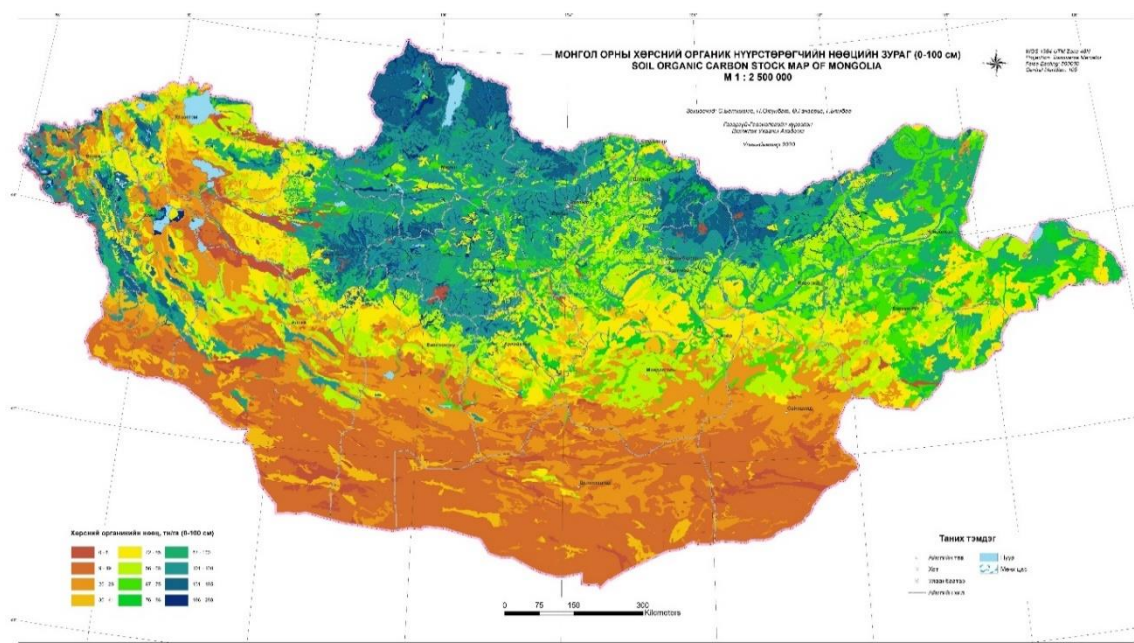
3.3. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн судалгааны дүн болон Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 зургийг нэгтгэн боловсруулж нийт улсын нутгийн хэмжээнд 1:2 500 000 масштабтай хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн зураг зохиолоо. Уг зургийг боловсруулахад IPCC 2006 зааварчилгааны Profile-based арга зүйг баримталсан. 2006 онд Уур амьсгалын өөрчлөлтийг судлах олон улсын хороо (IPCC-International Panel on Climate Change) хүлэмжийн хийн тооллого явуулах нэгдсэн арга зүйн зарчмыг боловсруулсан бөгөөд энэ арга зүйд хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийг тодорхойлоход Profile-based арга зүйн ерөнхий зарчим, аргачлалыг ашиглан тооцоолно гэж дурдсан байдаг (IPCC, 2006) бөгөөд бид судалгаандаа энэ арга зүйн зарчмыг удирдлага болгосон. IPCC Profile-based аргазүйн үндсэн зарчим нь хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл дээр үндэслэн хөрсний зургийг зохиодог. Бид хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураглалыг боловсруулахад 1970-2020 оны хооронд хийгдсэн хөрсний судалгаагаар цуглуулсан 3260 хөрсний зүсэлтийн 14500 ширхэг хөрсний дээжийн дүн мэдээ ашигласан. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц тодорхойлоход хөрсний үе давхаргын зузаан, ялзмаг, эзлэхүүн жин, чулууны эзлэх хувь зэрэг мэдээллүүд чухал байдаг. Зүсэлтүүдийн нөөцийн хэмжээг тодорхойлсон үндсэн дээр хөрсний хэвшинж бүрийн органик нүүрстөрөгч (C)-ийн дундаж нөөцийг тооцоолсон (Зураг 3.4).



Зураг 3.4. Хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн нөөцийн зураглалын схем

Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын хөрсний зурган дээр суурь болгон Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 1 : 2 500 000 масштабын зургийг хөрсний 0-30 см, болон 0-100 см зузаан гэсэн 2 хувилбараар зохиосон (Зураг 3.5).



Зураг 3.5. Хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн зураг (0-100см)

Органик нүүрстөрөгчийн зураглалын чанарын баталгаажуулалт

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зургийн үнэмшлийг шалгахдаа дундаж алдаа (mean error-ME), дундаж квадрат алдааны язгуур (root mean squared error-RMSE), нийлэмжийн индекс (Index of agreement-IOA) загварыг ашигласан (Willmott et al., 2012). Нийлэмжийн индекс (index of agreement-IOA) нь дундаж квадратын алдаа ба боломжит алдааны харьцааг илэрхийлдэг. Нийлэмжийн индекс (index of

agreement-IOA) загвар нь 0-1 хооронд гарах нь статистикийн хувьд тохиромжтой гэж үздэг бөгөөд 1 гэсэн утгад ойр байх нь тухайн мэдээллийг алдаа багатай гэж үздэг.

$$d = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (O_j - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{O} + O_j - \bar{O})^2}, 0 \leq d \leq 1 \quad (13)$$

O_i - хэмжсэн утга, P_i - таамагласан утга, \bar{O} - дундаж хэмжсэн утга, \bar{P} - дундаж таамагласан утга

Дундаж алдаа нь ихэнхдээ загварын дундаж хазайлтыг тооцоход ашигладаг бөгөөд таамаглал дахь дундаж хазайлтыг илэрхийлдэг. Тооцооллоос гарсан аливаа үр дүнгийн алдаа бага, корреляцийн хамаарал өндөр байх тусмаа чухал байдаг.

$$dME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i) \quad (14)$$

O_i - хэмжсэн утга, P_i - таамагласан утга

Дундаж квадрат алдааны язгуур (root mean squared error-RMSE) нь таамагласан утга болон хэмжилтийн утга 2-ийн хооронд хэр их алдаа байгааг хэмждэг. Дундаж квадрат алдааны язгуур (RMSE) -ийн утга багасах тусам зургийн нарийвчлал илүү сайн байгааг илэрхийлдэг.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}} \quad (15)$$

$X(obs,i)$ - хэмжсэн утга, $X(model,i)$ таамагласан утга

Монгол орны 1:2 500 000 масштабтай ХОНН-ийн зургийн баталгаажуулалтыг статистикийн хэд хэдэн үзүүлэлтээр шалгаж үзэхээс гадна олон улсын хөрсний зургийн алдаа шалгасан үр дүнтэй харьцуулж үзлээ ХОНН-ийн зургийн алдааг дээрх статистикийн аргуудаар шалгахад нийлэмжийн индекс (IOA) органик нүүрстөрөгчийн зурагт 0.72-0.79 буюу олон улсын хөрсний зургийн нийлэмжийн утга (0.3-0.5)-тай харьцуулбал алдаа багатай (Хүснэгт 3.2).

Хүснэгт 3.2. ХОНН-ийн зургийн алдаа шалгасан үзүүлэлтүүд

Map	ME	RMSE	IOA
GSOCmap (FAO & IPTS, 2020)	-0.39	60.7	0.50
SoilGrids (Hengl et al, 2017)	31.12	67.9	0.30
HWSD (Kochy et al., 2015)	12.22	75.4	0.37
SOCS30 Mon (Batkhisig et al., 2021)	6.19	11.4	0.79
SOCS100 Mon (Batkhisig et al., 2021)	11.3	13.9	0.72

Мөн түүнчлэн 0-30, 0-100 см-ийн зургийн нийлэмжийн индексийн (IOA) утга харилцан адилгүй байгаа нь хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл, чанар харилцан адилгүй байгаагаар шууд холбоотой. Тухайлбал, Монгол орны хэмжээнд урьд өмнө хийгдсэн судалгааны дүн материал хөрсний өнгөн хэсэгт түлхүү хийгдсэн байгаа нь 0-30 см-ийн зургийн нийлэмжийн индекс өндөр гарахад нөлөөлсөн байх боломжтой.

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зургийн дундаж алдаа 6.19-11.4 т га⁻¹ буюу бусад судалгааны дундаж алдаатай (12.21-31.12 т га⁻¹) харьцуулбал бага байна. Дундаж квадрат алдааны язгуур (RMSE) ч гэсэн дундаж хазайлтын үр дүнтэй ойролцоо утга илэрхийлж байсан. Бидний судалгааны үр дүнд боловсруулагдсан Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн зургууд нь дэлхийн хэмжээнд боловсруулсан хөрсний органик нүүрстөрөгч (C)-ийн зургийн чанартай харьцуулахад нарийвчлалтай сайтай, алдаа багатай байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураглалын ажлын чанарыг сайжруулахад хөрсний зүсэлтийн мэдээ, материалын чанар ихээхэн чухал ач холбогдолтой. GPS хэрэглээнд байгаагүй учраас 2000 оноос өмнөх хөрсний зүсэлтийн цэгийн координат нарийвчлал муутай, байрлалыг баримжаа тойм төдий илэрхийлсэн байдаг. Мөн нийт хөрсний зүсэлтийн мэдээ материалын дийлэнх хувь нь эзлэхүүн жин, чулууны агууламж үзүүлэлт байдаггүй учраас хөрсний нөөцийг тогтоох ажлын чанарыг бууруулж байна.

3.4. Геоистатистик аргаар органик нүүрстөрөгчийн нөөц тодорхойлох

Сүүлийн жилүүдэд хөрсний зураглалын судалгаанд зайнаас тандан судлал болон геоистатистик аргуудыг өргөнөөр хэрэглэх болсон. Геоистатистикийн аргаар хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн утгыг нэмэлт өгөгдлүүдтэй нэгтгэж түүний орон зайн өөрчлөлтийн ялгааг илрүүлэх боломжтой. Гэсэн хэдий ч хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хэмжээг тооцоход ашиглагддаг төрөл бүрийн аргуудын хооронд ихээхэн ялгаа ажиглагддаг. Тухайлбал олон хүчин зүйлийн шугаман регресс (multiple linear regression) ба регрессийн кригинг (regression kriging) аргууд нь цаг хугацаа, зардал хэмнэхээс гадна орчны хувьсагчдын нөлөөг тооцдоггүй энгийн кригинг (ordinary kriging) аргатай харьцуулахад нарийвчлал сайтай (Kumar et al., 2012; Kumar & Lal, 2011; Odeha et al., 1994). Харин регрессийн кригинг нь регрессийн ба кригингийн нэгдмэл арга учраас олон хүчин зүйлийн шугаман регресс (MLR), энгийн кригингийн (OK) аргаас илүү нарийвчлалтай байдаг (Hengl et al., 2007; Odeha et al., 1994). Гэхдээ эдгээр аргуудын (MLR, RK) сул тал нь хамаарах ба таамаглах хувьсагчдын хоорондох хамаарлыг орон зайн хувьд тогтмол гэж үздэг.

Сүүлийн үед хөрсний шинж чанарын зураглалд зориулсан GWR, GWRK аргууд судлаачдын анхаарлыг ихэд татаж байна (Brunsdon et al., 2010; Fotheringham et al., 2002; Kumar et al., 2012). Geographically weighted regression (GWR) арга нь орон зайн

статистикийн арга төдийгүй өөр өөр байршил дахь хувьсагчдын зөрүүний хоорондох хамаарлыг тодорхойлж орон зайн тогтворгүй шинжийг тооцдог (Fotheringham et al., 2002). Geographically weighted regression kriging (GWRK) нь GWR аргын сайжруулсан загвар буюу GWR болон регрессийн үлдэгдлийн кригингээс бүрдэнэ (Harris et al., 2012).

Ordinary Kriging (OK)

Ordinary Kriging (OK) арга нь мэдэгдэж буй цэгийн утгын жигнэсэн дунджаар үл мэдэгдэх цэгийн утгыг тооцоолдог. Кригинг аргууд орон зайн тасралтгүй шинжийг тооцохдоо семивариограм ашигладаг. Семивариограм нь статистикийн хамаарлын хүчийг хэмждэг. Далайц нь холдох тусам орон зайн хамаарал буурдаг. Энгийн кригингийг доорх тэгшитгэлээр олно.

$$\hat{y}_{OK}(S_0) = \sum_{|x_i - x_0| \leq r_i} \lambda_i y(S_i) \quad (16)$$

Энд $\hat{y}_{OK}(S_0)$ - S_0 газарзүйн байршил дээрх тооцоолсон утга, $y(S_i)$ - S_i газарзүйн байршил дээрх хэмжсэн утга, λ_i - хэмжилтийн цэг бүр дээрх жин, r - хайлтын радиусыг заана.

Экспоненциал вариограмыг дараах тэгшитгэлээр олдог.

$$\gamma(h) = c_0 + c[1 - e^{(-h/r)}] \quad (17)$$

Энд $\gamma(h)$ - h зай (лагранж) дээрх семиварианс, c_0 - наггет, c - силл, r - ашигтай далайцыг хэлнэ.

Geographically weighted regression (GWR)

GWR нь хамаарах ба үл хамаарах хувьсагчдын хоорондох хамаарлаас гадна орон зайн олон янз байдлыг харгалзан үздэг (Brunsdon et al., 2010). GWR аргыг дараах тэгшитгэлийг ашиглан тооцсон (Brunsdon et al., 2010; Fotheringham et al., 2002).

$$\hat{C}_{GWR}(S_0) = \beta_0 + \sum_{k=0}^p \beta_k(S_0) \times X_k(S_0) + \varepsilon(u) \quad (18)$$

Энд \hat{C}_{GWR} - S_0 газарзүйн байршил дээрх хөрсний органик нүүрстөрөгчийн GWR аргаар тооцоолсон нөөц, $X_k(S_0)$ - S_0 газарзүйн байршил дээрх үл хамаарах хувьсагчид, β_0 - сул коэффициент, $\beta_k(S_0)$ - үл хамаарах хувьсагчдын регрессийн коэффициент, p - нийт үл хамаарах хувьсагчдын тоо, $\varepsilon(u)$ - үлдэгдлийг илэрхийлнэ.

Geographically weighted regression kriging (GWRK)

GWRK нь GWR, түүний үлдэгдлийн кригингээс бүрдэх ба доорх тэгшитгэлийг ашиглан тооцсон.

$$\hat{C}_{GWRK}(S_0) = \hat{C}_{GWR}(S_0) + \hat{\varepsilon}_{OK}(S_0) \quad (19)$$

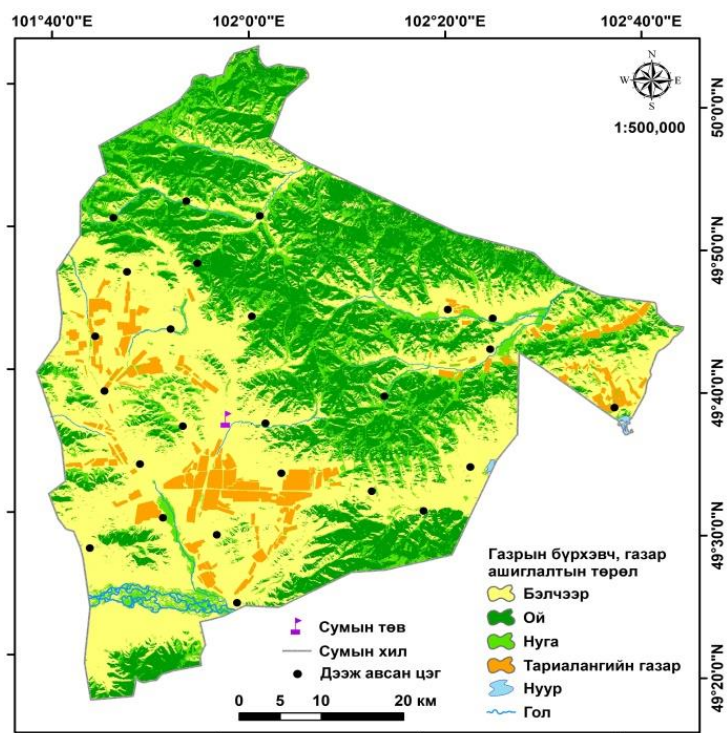
Энд $\hat{C}_{GWRK} - S_0$ газарзүйн байршил дээрх хөрсний органик нүүрстөрөгчийн GWRK аргаар тооцоолсон нөөц, $\hat{\epsilon}_{OK}(S_0)$ - энгийн кригингээр интерполяцлагдсан үлдэгдлийн утгуудыг заана.

Хамгийн ойр орших хөршийн тоог Акайки шалгуураар (Akaike Information Criterion) тогтоодог. Акайкигийн шалгуурыг доорх тэгшитгэлээр олдог (Hurvich et al., 1998).

$$AIC_c = 2n \log_e(\hat{\sigma}) + n \log_e(2\pi) + n \left(\frac{n + \text{tr}(S)}{n - 2 - \text{tr}(S)} \right) \quad (20)$$

Энд n - дээжний тоо, $\hat{\sigma}$ - алдааны стандарт хазайлт, $sr(S)$ - матрицын (hat matrix) үлдэгдлийг хэлнэ.

Хөрсний дээж авалт. Хөвсгөл аймгийн Тариалан сумын нийт нутгийг хамарсан хээрийн судалгааг 2018 оны 07-р сарын 12-18-ны өдрүүдэд явуулж нийт 25 цэгт үндсэн болон хагас зүсэлт хийж 0-30 см гүнээс хөрсний дээж авсан (Зураг 3.6). ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын лабораторид хөрсний дээжийг авчирч агаарын хуурай нөхцөлд хатааж 2 мм-ийн шигшүүрээр шигшсэний дараа хөрсний органик нүүрстөрөгчийн шинжилгээг И.В.Тюрины аргаар тодорхойлсон.



Зураг 3.6. Судалгааны талбайн газрын бүрхэвч, дээж авсан цэгүүд

Энэ аргын үндсэн зарчим нь хөрсний органик бодисын нүүрстөрөгчийг бихроматаар исэлдүүлэхэд оршино. Хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг 95 см³ эзлэхүүнтэй цилиндр ашиглан хөрсний зүсэлт бүрийн 5-10 см, 20-25 см гүнээс авч 105°C-д 6 цагийн турш хатааж эзлэхүүн жинг тодорхойллоо.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн (SOCD) утгын муж 0.80–12.14 кг м⁻², дунджаар 5.16 кг м⁻², стандарт хазайлт 2.76 кг м⁻² байна.

Энэ судалгаанд 3 аргын үр дүнг харьцуулж үзсэн бөгөөд регрессийн кригингийн (RK) аргыг GWRK, GWR аргуудтай харьцуулахад хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтыг зураглахад хамгийн бага таамаглалын алдаатай байсан (Хүснэгт 3.3). Бусад аргуудын (GWRK, GWR) үнэмшлийг шалгах үзүүлэлтийн дүнтэй харьцуулахад регрессийн кригингийн (RK) аргын RMSE буюу алдааны квадратын дунджийн язгуурын утга (0.69 кг м⁻²) бага, ME буюу дундаж алдаа (0.17 кг м⁻²) бага байгаагаас гадна R² (0.94), Adj R² (0.93), r буюу пирсоны корреляцын коэффициентын (0.97) утга өндөр байна (Хүснэгт 3.3).

Гэвч GWRK, GWR аргын RMSE (1.38 кг м⁻², 1.48 кг м⁻²), ME (0.28 кг м⁻², -0.22 кг м⁻²), R² (0.76, 0.72), Adj R² (0.75, 0.71), r (0.87, 0.85) тус тус байгаагаас үзэхэд регрессийн кригингийн (RK) аргын адил хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтыг зураглахад таамаглалын алдаа багатай, хамаарлын хүч ихтэй буюу тохиромжтой аргууд болох нь харагдана. Эдгээр аргуудын RMSE-ийн утгууд бага байгаа нь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хэтрүүлэн эсвэл дутуу үнэлээгүй болохыг батална.

Хүснэгт 3.3. GWRK, GWR, RK аргуудын үнэмшлийн үзүүлэлтийн харьцуулалт (n=25).

	GWRK	GWR	RK
RMSE (kg m ⁻²)	1.38	1.48	0.69
ME (kg m ⁻²)	0.28	-0.22	0.17
R ²	0.76	0.72	0.94
Adj R ²	0.75	0.71	0.93
r	0.87	0.85	0.97

GWRK, GWR, RK аргуудаар хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтыг зураглахад GWRK, GWR аргаар тооцсон утгын муж 0.28 – 16.26 кг м⁻², 0.72 - 15.24 кг м⁻², дунджаар 4.99 кг м⁻², 3.86 кг м⁻², стандарт хазайлт 1.95 кг м⁻², 2.10 кг м⁻² тус тус байв. Харин RK аргаар тооцсон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн утгын муж 0.16 – 15.83 кг м⁻², дундаж утга 3.93 кг м⁻², стандарт хазайлт 2.11 кг м⁻² байв (Хүснэгт 3.4).

Газрын бүрхэвч, газрын ашиглалтын хэлбэрээр хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц нугад хамгийн их, дараа нь ой, бэлчээрийн газарт, хамгийн бага нь тариалангийн газарт оногдож байна

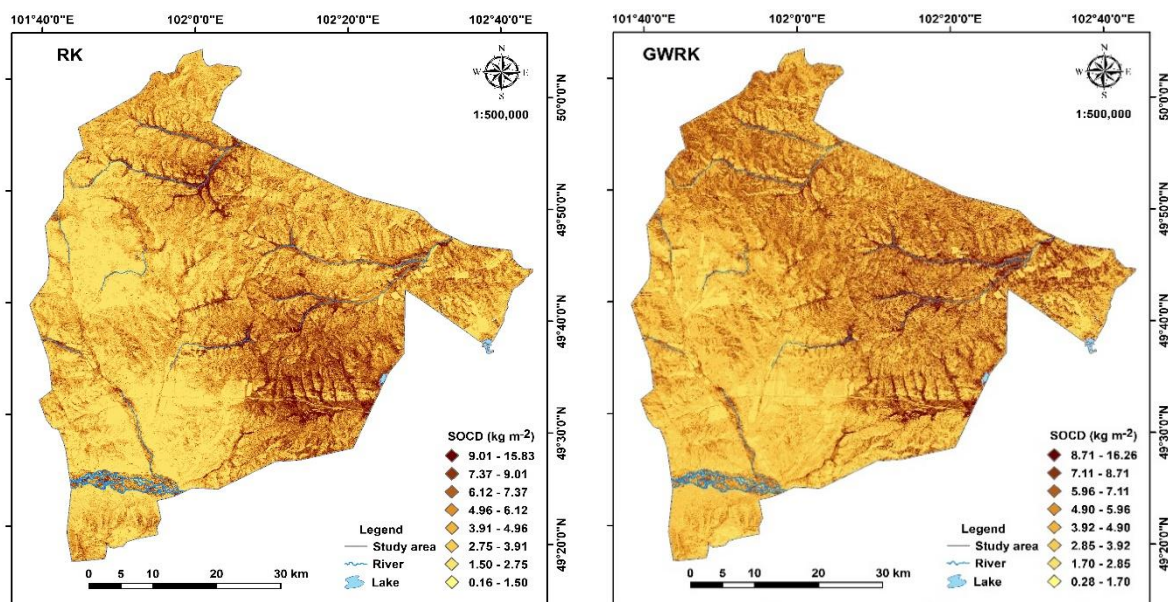
Хүснэгт 3.4. ХОНН-ийг тооцсон аргуудын статистикийн тойм үзүүлэлтүүд.

	GWRK	GWR	RK
Max (kg m ⁻²)	16.26	15.24	15.83
Mean (kg m ⁻²)	4.99	3.86	3.93
Min (kg m ⁻²)	0.28	0.72	0.16
StDev (kg m ⁻²)	1.95	2.10	2.11

Хүснэгт 3.5. Газрын бүрхэвч, ашиглалтын хэлбэр бүрт оногдох ХОНН (кг м⁻²).

	Талбай		GWRK		GWR	RK
	(км ²)	(%)	(кг м ⁻²)			
Бэлчээр	1599.03	46.93	4.01	3.43	4.19	
Ой	1068.44	31.35	4.72	4.25	3.57	
Нуга	551.51	16.18	6.47	6.08	6.44	
Тариалан	185.32	5.43	1.63	1.48	1.80	
Ус	2.96	0.08	0.00	0.00	0.00	

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтыг GWRK, GWR, RK аргаар зурагласан (Зураг 3.7). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц нутгийн хойд, зүүн, зүүн урд хэсгийн уулын ам, ойн зах, голын хөндий зэрэг нуга намгархаг газраар их, нийт нутгийн хэмжээнд уулын энгэр, бэл, ойд дунд зэрэг тархалттай. Харин тариалангийн газарт хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц бага байна.



Зураг 3.7. GWRK, RK аргаар тооцоолсон ХОНН-ийн (SOCD) тархалт.

Zhang et al. (2011) нар Ирландад хөрсний органик нүүрстөрөгчийн зураглалыг GWR аргыг ашиглан хийсэн бөгөөд GWR арга нь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн геохимийн орон зайн загварчлалыг хийх болон бусад геохимийн үзүүлэлтүүдийг зураглахад үр дүнтэй байжээ (Zhang et al., 2011). Энэ нь бидний судалгаагаар ч мөн ялгаагүй батлагдсан юм.

АНУ-ын Пеннсилвани мужийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтын зураглалд GWRK, RK аргыг хэрэглэжээ (Kumar et al., 2012). Тэд GWRK аргаар хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг таамаглахад RK аргаас илүү нарийвчлалтай байсан нь тус арга нь үлдэгдлийн орон зайн автокорреляц болон орон зайн хөдөлгөөнт шинжийг харгалзан үздэгтэй холбоотой гэжээ.

Энэ нь бидний судалгааны регрессийн кригингийн (RK) арга бусад 2 аргаас (GWRK, GWR) ялимгүй илүү нарийвчлалтай гэснээс зөрүүтэй байна.

Регрессийн кригингийн аргын дутагдалтай тал нь үл хамаарах хувьсагчийг тайлбарлагч хувьсагчдаас тогтмол хамааралтай гэж үздэг(Hengl et al., 2007). Хөрсөнд тогтворгүй, хөдөлгөөнт шинж чанар өргөн ажиглагддаг (Fotheringham et al., 2002). Үүнийг GWR арга харгалзан үздэг.

Эндээс үзэхэд судалгааны хамрах хүрээ, зураглалын масштаб, газарзүйн нөхцөл, геостатистикийн аргуудын онцлог, хөрсний дээж авалт, хөрсний лабораторийн шинжилгээний арга зүйн ялгаатай байдлын улмаас бага зэрэг зөрүү ажиглагдаж болно. Монголд энэ судалгааны чиглэл хангалттай хэмжээнд хүртэл хөгжиж амжаагүй учраас бид зарим нэр томъёог орчуулахыг чухалчлаагүй бөгөөд алдаа мадагтай зүйл байхыг үгүйсгэхгүй.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн орон зайн тархалтын зургийн нарийвчлалыг сайжруулахын тулд гадаргын болон хүрээлэн буй орчны хувьсагчдыг ашигладаг. Зайнаас тандан судалгаа, газарзүйн мэдээллийн системийн технологийг хослуулан хэрэглэж янз бүрийн таамаглагч хувьсагчдыг гарган авч болно. Энэ судалгаагаар регрессийн кригингийн (RK) арга бусад (GWRK, GWR) аргаас ялимгүй илүү үр дүн гаргаснаас үзэхэд Хөвсгөл аймгийн Тариалан сумын нийт нутгийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтад нөлөөлөгч газрын гадарга, бүрхэвч, ашиглалт, чийг, ургамлан нөмрөгийн нөхцөл харьцангуй жигдэвтэр байна гэж болно. Гэхдээ GWRK, GWR аргууд ч орон нутгийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг зураглахад тохиромжтой. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг GWRK, GWR, RK аргаар зураглахад түүний дундаж утга нь нуга, намгархаг газарт хамгийн их (6.47 кг м^{-2} , 6.08 кг м^{-2} , 6.44 кг м^{-2}), тариалангийн талбайд хамгийн бага (1.63 кг м^{-2} , 1.48 кг м^{-2} , 1.8 кг м^{-2}) хэмжээтэй байна.

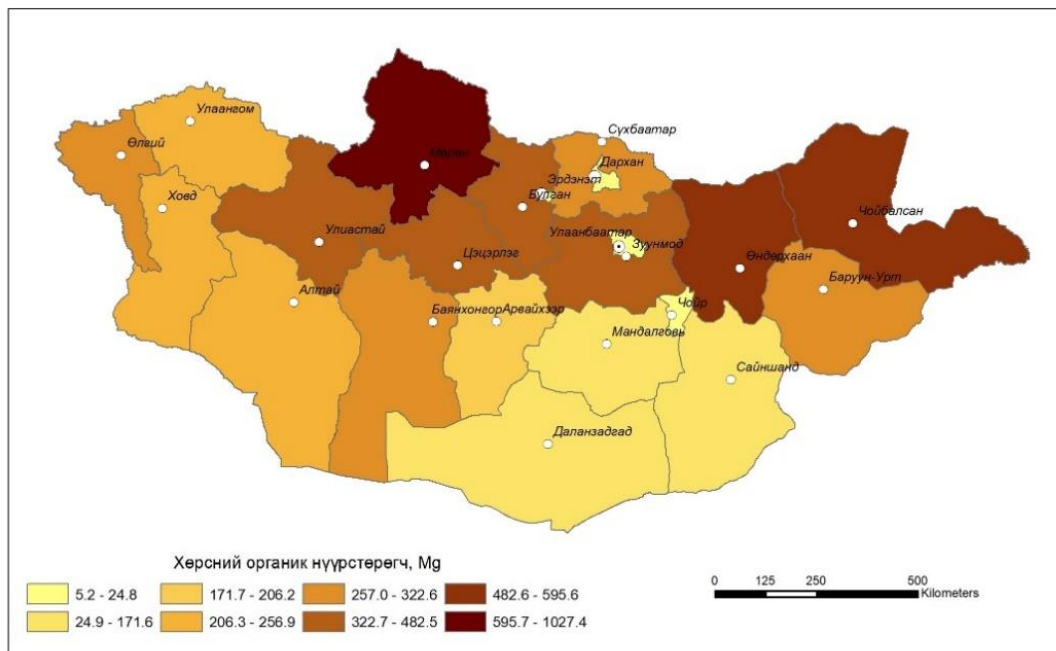
3.5. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц

Хөрс нь органик нүүрстөрөгчийн томоохон эх үүсвэр нөөц болох бөгөөд уур амьсгал, газрын бүрхэвчийн өөрчлөлтөд чухал нөлөөтэй (Jobbagy & Jackson, 2000). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОHN)-ийг тодорхойлох судалгааны ажлууд сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй хийгдэж, судалгааны онол арга зүй хөгжиж, тооцооны нарийвчлал улам бүр сайжирч байна. Гэхдээ ХОHN-ийг зөв тодорхойлоход эзлэхүүн жин, чулууны агууламжийн мэдээлэл дутмаг байдал байсаар байна. Дэлхийн хойд хагас (Hugelius et al, 2013) болон нийт дэлхийн хэмжээнд ХОHN-ийг тодорхойлох хэд хэдэн судалгааны ажлууд сүүлийн жилүүдэд хийгдсэн. Дэлхийн хөрсний HWSO (Harmonized World Soil Database) мэдээллийн сангийн хөрсний хэвшинжийн полигон дээр үндэслэн (Kochy et al., 2015) дэлхийн ХОHN-ийг тооцсон бол Soilgrid мэдээлэл, машин сургалт аргыг ашиглан тооцсон хувилбар (Hengl et al., 2015) байдаг. GSOCmap (Global Soil Organic Carbon map v1.5) төслийн шугамаар 2020 онд дэлхийн ХОHN-ийг 0-30 см-д 694 Pg гэж тооцоолсон байна (FAO & ITPS, 2020). Эдгээр судалгааны үр дүн нь хоорондоо бага зэрэг зөрөөтэй байдаг боловч сүүлийн үеийн судалгааны үр дүн илүү нарийвчлал сайтай болж байна.

Монгол орон 1,564 мян. км² буюу дэлхийн хуурай газар нутгийн талбайн 1.05 %-ийг эзлэх томоохон нутагтай. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн хэмжээ нь хөрсний төрлөөс гадна газар нутгийн хэмжээтэй шууд хамааралтай болохоор манай улсын ХОHN нь дэхийн уур амьсгалын өөрчлөлт, нүүрстөрөгч шингээлт ялгаруулалт зэрэг үйл явцад багагүй нөлөөтэй гэж үзэж болно. Монгол оронд хийгдсэн хөрсний судалгааны дүн материалуудад ялзмагийн агууламжийн дүн бараг 100 % байдаг боловч, 2000 оноос өмнөх материалуудад зүсэлтийн байрлал тодорхойгүй, хөрсний дээж авсан он байхгүй зэрэг асуудлууд түгээмэл байдаг. Ихэвчлэн зүсэлтийн байрлалын координат тодорхойгүй, бичиглэл хэлбэрээр байдаг бол Газар зохион байгуулалтын хүрээнд хийгдсэн хөрсний судалгааны тайланд (УГЗБХЗТИ, 1990) зүсэлтийн цэгийг зурган дээр тэмдэглэсэн байдаг нь ашиглахад дөхөмтэй байна. Нийт хөрсний зүсэлтийн мэдээ материалын 80 %-д хөрсний чулууны агууламж, 95 %-д эзлэхүүн жингийн дүн байхгүй. Сүүлийн жилүүдэд хийгдсэн хөрсний судалгааны мэдээ материал илүү бүрэн гүйцэд, хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл чанарын шаардлага хангасан байна.

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тодорхойлох үндсэн гол суурь мэдээллийн нэг болох Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын хөрсний зургийг бид 2020 онд зохиож хэвлүүлсэн (Батхишиг ба бусад, 2020). Энэ зургийг зохиоход 2016 онд зохиогдсон Монгол орны хөрсний шинэчилсэн ангиллыг ашиглаж хөрсний 12 бүлэг 33 хэвшинжид хамрагдах 108 төрлийн хөрсийг зураг дээр гаргасан. Энэ зургийг үндэс болгон Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 1 : 2 500 000 масштабын зургийг зохиосон (Зураг 3.8).

бүлэг хөрс хамгийн их буюу 1510 Mt органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Өндөр уул, хээр, уулын хээр, хуурай хээрийн бүсийн бүлэг хөрснүүд мөн ХОНН ихтэй байна (Зураг 3.9). Говь цөлийн бүс талбай их эзэлдэг ч гэсэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц бага байхад талбай багатай нуга, намгийн бүлэг хөрсний ХОНН 324 Mt буюу багагүй хэмжээтэй байна.



Зураг 3.10. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, аймгуудаар

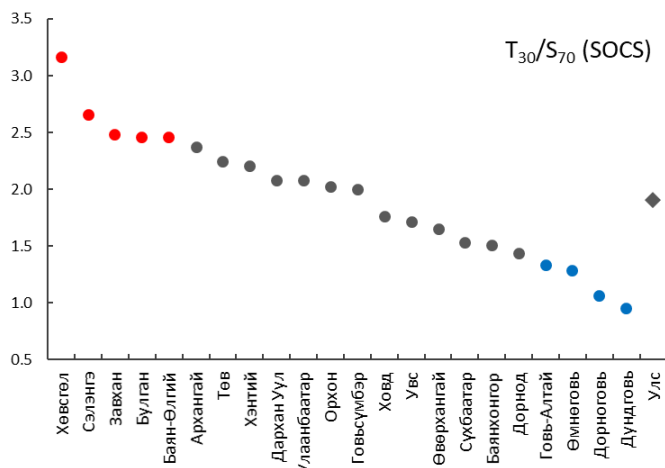
Аймгуудын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолж зураг зохиосон (Зураг 3.10). Хамгийн их ХОНН-тэй аймаг нь Хөвсгөл аймаг 0-30 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 1027.4 Mt, 0-100 см хөрсөнд 1352.5 Mt байгаа нь Өмнөговь, Дорноговь, Дундговь, Баянхонгор, Говь-Алтай аймгийн нийлбэрээс их байна (Хүснэгт 3.6). Дорнод, Хэнтий аймгийн ХОНН мөн их. Газар нутгийн хэмжээ багатай Орхон аймгийн ХОНН 5.2 Mt буюу хамгийн бага байна. Нэгж талбай дахь ХОНН (0-30см) үзүүлэлтээр Хөвсгөл аймаг хамгийн өндөр 102.1 т га⁻¹ хүрч Булган, Архангай, Сэлэнгэ аймгууд мөн өндөр байна. Хамгийн бага нэгж талбай дахь ХОНН үзүүлэлтээр Өмнөговь (10.4 т га⁻¹), Дорноговь, Говь-Алтай, Дундговь аймгууд орно. Уулархаг болон ой тайгын хөрсний өнгөн хэсэгт (0-30 см) ХОНН харьцангуй их байхад хөрсний доод хэсэгт 30-70 см дахь ХОНН бага байна. Өнгөн хөрсний ХОНН хуримтлалыг T30/S70 коэффициентоор илэрхийлэн үзүүлдэг (Хүснэгт 3.6, Зураг 3.11). Хөвсгөл, Сэлэнгэ, Завхан, Булган аймгууд T30/S70 коэффициент 2.5-аас их байна. Харин хөрсний өнгөн хэсэгт органик нүүрстөрөгчийн хуримтлал багатай буюу T30/S70 коэффициент 1.3-аас бага аймгуудад Дундговь, Дорноговь, Өмнөговь, Говь-Алтай аймгууд багтана.

Хүснэгт 3.6. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, аймгаар

Аймаг	Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOCS), Мт			T ₃₀ /S ₇₀ * (SOCS)	Нэгж талбай дахь ХОНН (SOCD), тC ha ⁻¹	
	0-30 см	30-100 см	0-100 см		0-30 см	0-100 см
Архангай	430.5	181.1	611.5	2.4	77.9	110.6
Баян-Өлгий	284.4	115.9	400.4	2.5	60.4	85.0
Баянхонгор	281.7	186.7	468.4	1.5	24.3	40.3
Булган	380.3	154.9	535.2	2.5	78.1	109.9
Говь-Алтай	252.4	190.0	442.4	1.3	17.6	30.9
Говьсүмбэр	20.8	10.4	31.2	2.0	37.5	56.3
Дархан Уул	19.6	9.4	29.1	2.1	61.5	91.1
Дорноговь	142.9	134.8	277.7	1.1	13.0	25.3
Дорнод	595.6	414.4	1,010.0	1.4	47.5	80.6
Дундговь	148.1	155.9	304.1	1.0	19.8	40.7
Завхан	482.5	194.5	677.0	2.5	57.9	81.3
Орхон	5.2	2.6	7.7	2.0	61.6	92.1
Өвөрхангай	206.2	124.6	330.8	1.7	32.8	52.6
Өмнөговь	171.6	133.4	305.0	1.3	10.4	18.5
Сүхбаатар	322.6	210.5	533.1	1.5	38.8	64.1
Сэлэнгэ	313.9	118.3	432.2	2.7	76.1	104.8
Төв	431.8	191.9	623.7	2.3	57.4	82.9
Увс	236.4	137.9	374.3	1.7	33.4	52.8
Ховд	256.9	145.6	402.5	1.8	33.0	51.7
Хөвсгөл	1,027.4	325.1	1,352.5	3.2	102.1	134.4
Хэнтий	517.5	234.3	751.8	2.2	64.0	92.9
Улаанбаатар	24.8	11.9	36.8	2.1	62.7	92.8
Улс	6,553.1	3,384.7	9,937.8	1.9	43.0	65.2

*- Өнгөн хөрс (0-30см) ба доод хөрс(70-100см)-ний ХОНН-ийн харьцаа (Topsoil/Subsoil)

GSOCmap (Global Soil Organic Carbon map v1.5) төслийн шугамаар 2020 онд дэлхийн улс орнуудын ХОНН-ийг тооцоолсон байдаг бөгөөд Монгол орны 0-30 см өнгөн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг 8.2 Pg, нэгж талбайн ХОНН-ийг 52.6 т га⁻¹ тодорхойлсон байдаг (FAO & ITPS, 2020). Бидний судалгаагаар Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц 0-30 см өнгөн хөрсөнд 6.55 Pg, нэгж талбайн ХОНН 43 т га⁻¹ байна. GSOCmap төсөл Монгол орны ХОНН-ийн нийт нөөцийг тодорхойлоход 512 ш. хөрсний дээжийн дүн ашигласан байхад бидний судалгаанд 14500 ш. хөрсний дээжийн дүн ашиглан тооцоо хийсэн.



Зураг 3.11. T_{30}/S_{70} (SOCS) коэффициент, аймгуудаар

Монгол орны говь, цөл, ой, өндөр уулын хөрсний мэдээллийг GSOCmap төсөл бараг ашиглаагүй учраас ХОНН нөөц арай илүү өндөр гарсан байх магадлалтай.

Монгол орны ХОНН-ийг тогтооход хөрсний чулууны агууламж, эзлэхүүн жин зэрэг үзүүлэлтүүд ихээхэн дутагдалтай байсан. Мөн Монгол орны нийт нутгийг хамарсан чанарын шаардлага хангасан хөрсний зүсэлтийн мэдээлэл хангалтгүй хэвээр байна. Зураглалд ашигласан 3260 ш. хөрсний зүсэлтийн бараг 70 % орчим нь координатын нарийвчлал бага буюу GPS ашиглаагүй мэдээлэлтэй байна. Цаашдаа нийт нутгийг хамарсан чанарын шаардлага хангасан хөрсний зүсэлтийн мэдээлэлтэй болох, хөрсний зургийн нарийвчлалыг сайжруулах шаардлагатай.

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц 0-30 см хөрсөнд 6553,1 Mt байна. Дэлхийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 0.94 %-ийг Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгч эзэлнэ. Дунджаар манай улсын 1 га талбайн 0-30 см зузаан өнгөн хөрс 43.0 т органик нүүрстөрөгчтэй байна. 0-100 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт хэмжээ 9937.3 Mt, нэгж талбай буюу 1 га талбай (0-100см) дунджаар 65.2 т органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Хөрсний бүлгүүдээр авч үзвэл ой тайгын бүлэг хөрс хамгийн их буюу 1510 Mt (0-30см) органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй, өндөр уул, хээр, уулын хээр, хуурай хээрийн бүсийн бүлэг хөрснүүд мөн ХОНН их байна. Аймгуудаас ХОНН хамгийн их нь Хөвсгөл аймаг 0-30 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 1027.4 Mt, 0-100 см хөрсөнд 1352.5 Mt байгаа нь Өмнөговь, Дорноговь, Дундговь, Баянхонгор, Говь-Алтай аймгийн нийлбэрээс их байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц нь байгалийн чухал баялаг нөөцийн нэг болох бөгөөд хөдөө аж ахуйн салбарын хөгжлийн чухал суурь дэвсгэр болно.

БҮЛЭГ - 4 ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ

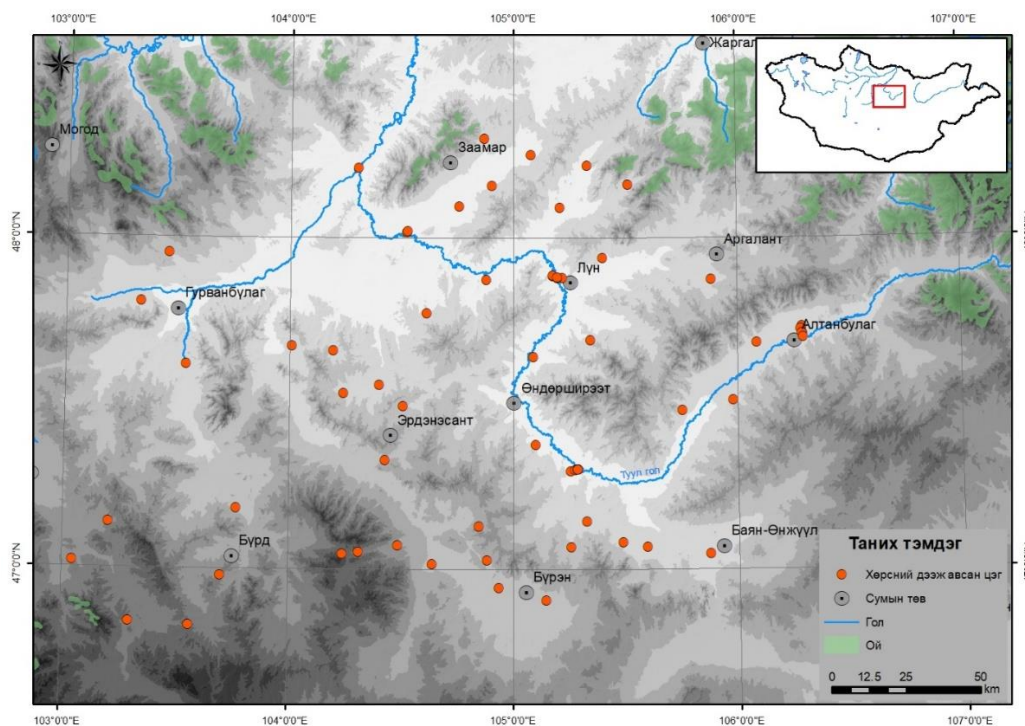
4.1. Хөрсний органикийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс

Сүүлийн жилүүдэд дэлхий даяар хөрсний үржил шим муудах, эвдрэл доройтолд орох үйл явц эрчимжиж байна (FAO, 2017). Бэлчээрийн мал аж ахуй зонхилон эрхэлдэг Монгол орны өргөн уудам тал хээр нутгийн хөрсний үржил шим хэдэн зуун жилийн турш харьцангуй тогтвортой байсаар ирсэн. Зах зээлийн эдийн засагт шилжин орсон 1990-ээд оноос хойш малын тоо толгой ихсэж, бэлчээр талхлагдаж хөрс доройтож байгаа талаар судлаачид бичих болсон (Батхишиг ба бусад, 2017; Энх-Амгалан, 2021). Бэлчээрийн хөрс нь газар тариалангийн хөрстэй харьцуулахад харьцангуй бага эвдрэлд ордог боловч ихээхэн хэмжээний газар нутгийг хамардаг учраас сөрөг нөлөөллийг бага гэж үзэж болохооргүй юм. Нийт хүний үйл ажиллагаанаас үүсэж буй хүлэмжийн хийн 14.5 % нь мал аж ахуйтай холбоотой байна (Gerber et al, 2013). Монгол орны уур амьсгалын дулаарал, малын тоо толгойн өсөлтөөс шалтгаалж бэлчээрийн талхагдал эрчимжиж, төв болон хойд хэсгийн нутаг илүү муудах хандлагатай байна (МОБТБҮТ, 2015).

Монгол орны төв хэсгийн хээрийн бүсийн бэлчээрийн хөрсний органикийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлж буй уур амьсгал, мал аж ахуйн нөлөөллийг тодорхойлох зорилготой энэ судалгааг гүйцэтгэлээ. 1987 онд Төв аймгийн нутаг Туул голын хөндийн дагуу хийгдсэн судалгааны ажлаас хөрсний 34 ш. зүсэлт (Батхишиг, 1999), 1970-80-аад онуудад Улсын газар зохион байгуулалт, хайгуул зураг төслийн институтээс зохион байгуулсан аймгуудын хөрсний судалгааны ажлын тайлангаас хөрсний 25 ш. зүсэлт (УГЗБХЗТИ, 1990), Оросын хөрс судлаачдын судалгааны ажлаас (Полынов, & Крашенников, 1926; Андронников & Шершукова, 1978) хөрсний 7 ш. зүсэлтийн дүн материалыг тус тус ашиглаж нийт хөрсний 66 ш. цэг дээр харьцуулсан судалгаа хийлээ.

Судалгаа явуулсан газар. Төв аймгийн баруун болон урд, Булган аймгийн урд, Өвөрхангай аймгийн хойд хэсгийг хамарсан нам уулс, ухаа гүвээрхэг хээрийн бүс нутагт судалгаа хийлээ (Зураг 4.1). Баруунаас зүүн тийш 200 км орчим, хойноос урагш 150 км орчим болно. Төв аймгийн Алтанбулаг, Лүн, Бүрэн Эрдэнэсант, Заамар, Булган аймгийн Гурванбулаг, Дашинчилэн, Баяннуур, Өвөрхангай аймгийн Хархорин, Бүрд, Есөнзүйл зэрэг сумдын нутаг хамрагдсан ($46^{\circ}40' - 48^{\circ}25'N$, $103^{\circ}14' - 106^{\circ}21'E$). Газрын гадарга нь далайн түвшнээс дээш 870-2535 метр хооронд буюу дундаж өндөр 1700 метр байна. Хөрсөн бүрхэвчийн хувьд Хүрэн, Хархүрэн хөрс, голын татам орчим Аллювийн хөрс голчлон тархана (Доржготов, 2003). Туул голын хөндийн урд хэсэг, Булган аймгийн урд хэсгээр элсэнцэр хөрс зонхилно. Бэлчээрийн эдэлбэр газар зонхилох бөгөөд Заамар, Угтаал орчим бага зэрэг тариалангийн талбайтай.

Монгол орны төв хэсгээр жилийн нийлбэр хур тунадас 256 мм, агаарын дундаж температур -0.7°C болно. Монгол орны агаарын дундаж температур 1940-2016 оны хооронд дунджаар 2.26°C дулаарсан, хур тунадас бага зэрэг буурсан байна (Нацагдорж & Гомболүүдэв, 2017.) Буянт-Ухаа, Булган, Хужирт зэрэг томоохон цаг уурын станцуудын сүүлийн 40 жилийн мэдээг судалгаанд ашигласан.



Зураг 4.1. Судалгаа явуулсан газар, хөрсний дээж авсан цэгүүдийн байрлал

Төв аймгийн Алтанбулаг, Лүн, Угтаал, Аргалант сумдын нутагт Буянт-Ухаа цаг уурын станцын мэдээг; Төв аймгийн Өндөрширээт, Эрдэнэсант, Бүрэн, Баян-Өнжүүл болон Өвөрхангай аймгийн Хархорин, Хужирт, Бүрд сумдын нутагт Хужирт цаг уурын станцын мэдээг; Төв аймгийн Заамар, Цээл болон Булган аймгийн Гурванбулаг, Дашинчилэн, Баяннуур сумдын нутагт Булган цаг уурын станцын мэдээг тус тус ашигласан. Монгол улсын нийт малын тоо сүүлийн 30-40 жилд 2.6-2.8 дахин өсөж 2020 оны байдлаар 67.0 саяд хүрсэн байна (ҮСХ, 2021). Харин судалгааны талбай орчмын нийт малын тоо 2020 оны байдлаар 4.2 сая мал тоологдсон бөгөөд 1970-1980 оны малын тоо толгойтой харьцуулахад 3.5-4.1 дахин өссөн буюу Монгол улсын дунджаас 0.9-1.3 дахин их өсөлттэй байна. Сүүлийн жилүүдэд мал сүргийн бүтцэд өөрчлөлт орж ямааны эзлэх хувь 1970-1980 онд 19.0 % байсан бол одоо 41.0 % болсон байна.

Судалгааны арга зүй. Монгол орны төв хэсгийн хээрийн болон татмын хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлт, уур амьсгал, мал аж ахуйн нөлөөллийг нийт 66 ш хөрсний зүсэлтийн материал дээр тулгуурлан судаллаа. 1970-1985 онуудад буюу 30-50 жилийн өмнө судалгаа хийж байсан хөрсний цэгүүдээс 2017-2021 онуудад

дахин хөрсний дээж авч хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлтийг харьцууллаа. Хөрсний органикийн агууламжийн дүнг 0-30 см тогтмол жигд үе давхаргад жигнэсэн дундаж арга ашиглан хөрвүүлсэн. Хөрсний дээжийг ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын лабораторид ISO 11464:2006 стандартын дагуу агаарын хуурай нөхцөлд хатааж, 2 мм-ээр шигшиж лабораторийн анализад оруулсан (ISO, 2006). Хөрсний органик (SOM)-ийн агууламжийг тодорхойлоход дэлхий даяар нийтлэг хэрэглэдэг исэлдэлтийн аргыг ашигласан. Үүнийг Тюриний эсвэл Валкли Блакын арга гэж нэрлэдэг (Walkley & Black, 1934).

Статистик боловсруулалтад SPSS 23 программ ашиглаж, ерөнхий статистик, дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) болон бусад үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлтийн нөлөөллийг тогтооход олон хүчин зүйлийн регресс, фактор анализ, гол компонентийн шинжилгээ (PCA)-ний аргуудыг ашигласан. Хамаарах үзүүлэлтүүдийн утгаас үл хамаарах үзүүлэлтийн нөхцөлт дундаж утга хэрхэн хамаарч байгааг олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээгээр илэрхийлнэ [21, 22]. Олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээг томъёолбол:

$$Y=b_0+b_1X_1+b_2X_2+\dots+b_kX_k \quad (21)$$

b_0 - constant буюу сул гишүүн, X_k - хувьсагч утгууд, b_k - beta буюу өнцгийн коэффициент.

Фактор анализаар олон нөлөөлөгч үзүүлэлтүүдийг ганц дүгнэгч (score) утгаар жинлэж илэрхийлэх боломжтой. Энэ арга нь гол компонентын арга, фактор судалгааны арга гэсэн 2 гол чиглэлд хэрэглэгдэнэ. Энэ аргын тусламжтайгаар аль үзүүлэлт илүү их оноотой буюу хамаарал ихтэй байгааг тооцох боломжтой.

Судалгааны үр дүн. Хөрсний органикийн агууламж, агаарын температур, хур тунадас, нийт малын тоо, ямааны тоо зэрэг үзүүлэлтүүдийн дундаж (Mean), стандарт хазайлт (STD), 30 болон 40 жилийн ялгаа, дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) зэрэг үзүүлэлтүүдийг тооцооллоо (Хүснэгт 4.1).

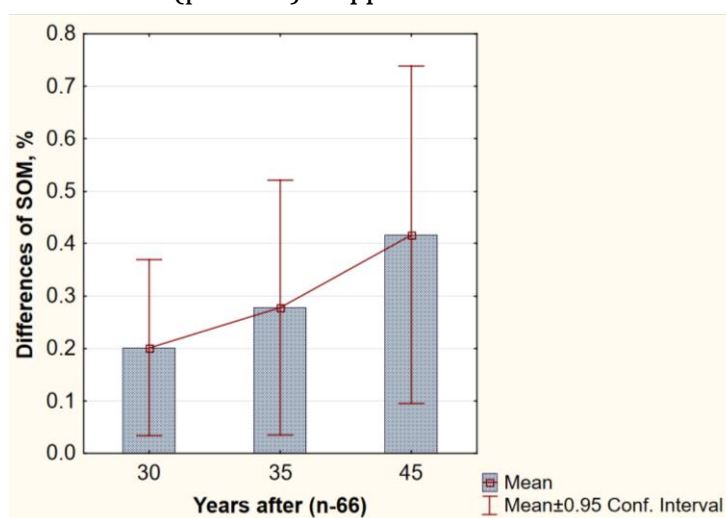
Хүснэгт 4.1. Нийт 30 ба 40 жилийн ялгаатай үзүүлэлтүүдийн статистик ба дисперс (ANOVA)

Variables	Total (n-66)			30 year (n-34)		40 year (n-32)		F ratio
	Mean	STD	CV,%	Mean	STD	Mean	STD	
SOM	-0.27	0.51	-185.9	-0.20	0.48	-0.35	0.53	1.4
Air temp.	1.25	0.34	27.0	1.03	0.17	1.47	0.32	54.1***
Prec.	-5.0	22.7	-456.6	4.9	21.6	-15.5	19.0	2.6
Livestock	194,672	59,197	30.4	183,507	45,202	206,534	73,149	16.3***
Goat	81,421	19,677	24.2	77,478	17,454	85,610	21,799	2.9*

* $p<0.1$, *** $p<0.001$

Нийт 66 цэгийн дүнгээр хөрсний органикийн агууламж 30-40 жилд дунджаар 0.27 % буюу анхны жилтэй харьцуулахад 12.3 % багасаж буурсан байна. Хөрсний органикийн бууралт 30 жилд дунджаар 0.20 %, 40 жилд 0.35 % тус тус багасаж буурсан байна. Харьцуулсан судалгаа хийсэн 30-40 жилийн хугацаанд дунджаар агаарын температур 1.25° С нэмэгдэж, жилийн нийлбэр хур тунадас 5.0 мм багасаж, нийт малын тоо 2.6 дахин, ямааны тоо 10.9 дахин нэмэгдсэн байна. Хур тунадас үзүүлэлт хамгийн их хэлбэлзэлтэй байхад жилийн ялгаа үзүүлэлт бага байна.

Агаарын температур, малын тоо толгойн өөрчлөлт үзүүлэлтүүдийн вариацийн коэффициент 24.2-30.4 % орчим буюу харьцангуй тогтвортой байна. Агаарын температур ба нийт малын тоо толгойн дундаж үзүүлэлтийн 30 ба 40 жилийн хоорондох статистик ялгаа ($p < 0.001$) илүү их байна.



Зураг 4.2. Хөрсний органикийн агууламжийн дундаж өөрчлөлт, 30, 35, 45 жилээр

Судалгааны үзүүлэлтүүдийн 35 ба 45 жилийн хоорондох ялгааг нарийвчлан тооцооллоо (Хүснэгт 4.2). 35 (35.7) жилийн дараа хөрсний органикийн агууламж 0.28 % буюу анхны жилтэй харьцуулахад 13.8 % ($n=34$), 45 (44.6) жилийн дараа 0.42 % буюу анхны жилтэй харьцуулахад 19.6 % ($n=16$) тус тус багасжээ. Хөрсний агууламжийн бууралт сүүлийн 30-45 жилд мэдэгдэхүйц тодорхой байна (Зураг 4.2).

Монгол орны төв хэсгийн хээрийн бүсийн нийт 66 цэгийн хөрсний задлан шинжилгээний харьцуулсан дүн дээр үндэслэж хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлтөд нөлөөлж буй уур амьсгал, мал аж ахуйн хүчин зүйлийн нөлөөллийг тодорхойлоход фактор анализ шинжилгээ хийлээ (Principal Component Analysis).

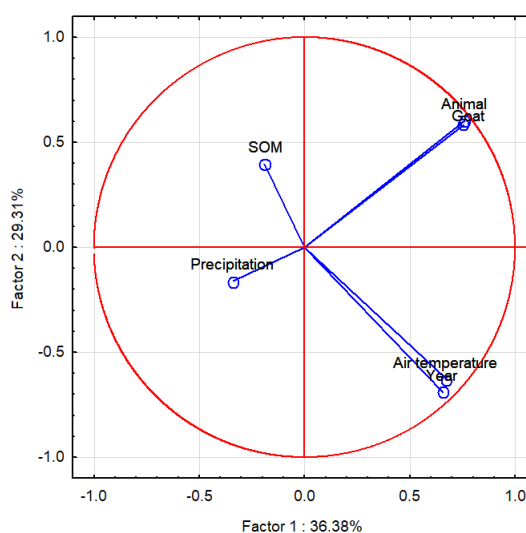
Хүснэгт 4.2. 35 ба 45 жилийн ялгаатай үзүүлэлтүүдийн статистик ба дисперс (ANOVA)

Variables	35 year (n-16)			45 year (n-16)			F ratio
	Mean	STD	CV,%	Mean	STD	CV,%	
SOM	-0.28	0.46	-163.8	-0.42	0.60	-144.8	0.3
Air temp.	1.40	0.02	1.3	1.54	0.45	29.2	3.0*
Prec.	-18.17	0.24	-1.3	-12.77	27.10	-212.2	1.7
Livestock	222,788	69,477	31.2	83,852	75,283	89.8	3.1*
Goat	87,368	18,556	21.2	83,852	25,123	30.0	4.5**

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$

Нөлөөлөх хүчин зүйлд агаарын температур, хур тунадас, малын тоо толгой, ямааны тоо толгой үзүүлэлтүүдийн цэг тус бүрийн 30-50 жилийн өөрчлөлт үзүүлэлт дээр тооцооллоо. Жишээ нь 39-р цэг Төв аймгийн Өндөрширээт суманд байрлах ба 1987, 2017 онд хөрсний дээж авч шинжилгээ хийсэн.

Хөрсний органикийн агууламж 30 жилд 0.47 % буурсан, агаарын температур дунджаар 1.18° С нэмэгдсэн, хур тунадас 15.3 мм буурч, Өндөрширээт сумын малын тоо 156, 967 болж нэмэгдсэн байх жишээтэй. Нийт хөрсний дээж авсан 66 цэг тус бүр дээр үзүүлэлтүүдийг тооцоолсон.



Зураг 4.3. Хөрсний органикийн өөрчлөлтийн гол компонентийн анализ (PCA)

Гол компонентийн анализийн КМО, Bartlett test утга 0.699 буюу боломжийн гэж үзэж болно. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization хувилбараар тооцоолоход Factor Score coefficient хамгийн их нь малын тоо толгойн өөрчлөлт (0.347), ямааны тоо толгойн өөрчлөлт (0.345) үзүүлэлтүүд зонхилох нөлөөтэй байна. Агаарын температурын өөрчлөлт (0.308), хур тунадасны өөрчлөлт (-0.156) бага байна. Фактор анализын дүнгээр хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад малын тоо толгойн ихсэлт гол нөлөө үзүүлсэн байна.

Олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээ (Multivariate regression analysis) статистик арга зүйгээр хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлт үзүүлэлт нь

таван нөлөөлөх хүчин зүйлүүд болох агаарын температурын өөрчлөлт, жилийн нийлбэр хур тунадасны өөрчлөлт, нийт малын тоо толгойн өөрчлөлт, ямааны тоо толгойн өөрчлөлт, жилийн өөрчлөлт үзүүлэлтээс хамаарсан тэгшитгэл (22)-ийг тооцоолж бодлоо.

$$Y=0.341-X_1*0.300+X_2*0.251-X_3*0.194+X_4*0.082+X_5*0.041 \quad (22)$$

Y – хөрсний органик бодисын өөрчлөлт, X_1 – жилийн ялгаа, X_2 – малын тоо толгойн өөрчлөлт, X_3 – ямааны тоо толгойн өөрчлөлт, X_4 – агаарын температурын өөрчлөлт, X_5 – хур тунадасны өөрчлөлт.

Тэгшитгэлийн Beta коэффициентуудад стандарт засварласан утгыг ашигласан (Хүснэгт 4.3). Регрессийн тэгшитгэл дэх хувьсагч утгуудын Beta коэффициент нийт малын тоо толгойн өөрчлөлт үзүүлэлтэд 0.251, ямааны тоо толгойн өөрчлөлт үзүүлэлтэд 0.194 буюу уур амьсгалын коэффициентуудаас их байна. Жилийн өөрчлөлт үзүүлэлт нь уур амьсгал, мал аж ахуйн нөлөөлөлтэй холбоогүй үзүүлэлт болно.

Хүснэгт 4.3. Олон хүчин зүйлийн регрессийн анализын коэффициентууд^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.341	.431		.791	.432
Air temperature differences	.127	.432	.082	.293	.771
Precipitation differences	.001	.003	.041	.293	.770
Livestock number differences	2.144E-6	.000	.251	.726	.471
Goat number differences	-4.989E-6	.000	-.194	-.595	.554
Year differences	-.022	.021	-.300	-1.067	.290

a-Dependent Variable: SOM differences

Уур амьсгалын дулаарал болон малын тоо толгойноос шалтгаалан бэлчээрийн талхагдал ихсэж байгаа талаар судлаачид (Батхишиг ба бусад, 2017; Энх-Амгалан, 2021; МОБТҮТ, 2015) бичиж байгаа боловч хөрсний органик бодисын багасалтын талаар тодорхой нарийвчилсан судалгааны дүн хомс байна. Бидний судалгаагаар Монгол орны төв хэсгийн хээрийн бүсийн хөрсний органик бодисын агууламж сүүлийн 35 жилийн хугацаанд дунджаар 12.3 % багассан гэсэн дүн гарсан. Хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлтөд хамгийн их нөлөөлж буй үзүүлэлт нь нийт малын тоо толгой болон ямааны тоо толгойн өөрчлөлт байна. Нийт 66 цэгийн харьцуулсан судалгаа учраас статистикийн хувьд харьцангуй боломжтой гэж үзэж болно. Хөрсний органик бодисын бууралт энэ эрчмээрээ цаашид үргэлжилбэл бэлчээрийн хөрсний доройтол ихээхэн ноцтой хэмжээнд хүрч болох юм. Хөрсний шинж чанар нь харьцангуй тогтвортой үзүүлэлтүүд боловч нэгэнт эвдэрч доройтсон хөрсийг нөхөн сэргээх нь урьдчилан хамгаалахаас илүү их зардалтай байдаг (Calvin, 2017).

Фактор анализ, гол компонентын шинжилгээ (PCA), олон хүчин зүйлийн регрессийн анализ (*Multivariate regression analysis*) зэрэг статистик аргуудаар тооцож үзэхэд хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад нийт мал, ямааны тоо толгойн өөрчлөлт голлох нөлөө үзүүлж агаарын температур, хур тунадасны нөлөөлөл арай бага байна.

Сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын дулаарал болон бэлчээрийн талхагдлын нөлөөг таамаглах байдлаар дүгнэх, эсвэл аль нэг хүчин зүйлийг нь 51% гэж баримжаалах байдал харагдах болсон. Бидний судалгааны дүн бэлчээрийн хөрсний доройтлын шалтгаанд малын тоо толгойн өсөлт гол нөлөө үзүүлж байгааг тогтоосон нь чухал ач холбогдолтой юм.

2000 оноос өмнөх хөрсний судалгааны дүн материалд хөрсний дээж авсан цэгийн координат байхгүй байгаа нь харьцуулсан судалгаа хийх цэгийг зөв сонгоход хүндрэлтэй байна. Иймээс судалгааны нарийвчлалыг сайжруулахын тулд дээж авах цэгийн тоог нэмэгдүүлж статистик үнэмшлийг сайжруулах шаардлага тулгарч байна. Монгол оронд хөрсний мониторингийн судалгааны тогтолцоо бүрэн гүйцэд хөгжиж бий болоогүй учраас хөрсний шинж чанарын өөрчлөлтийг зөв үнэлж дүгнэх хянах үйл ажиллагаа хангалтгүй түвшинд хийгдэж байна.

Дүгнэлт. Монгол орны төв хэсгийн хээрийн болон татмын хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлт, уур амьсгал, мал аж ахуйн нөлөөллийг нийт 66 ш хөрсний зүсэлтийн материал дээр тулгуурлан судаллаа. 1970-1985 онуудад буюу 30-50 жилийн өмнө судалгаа хийж байсан хөрсний цэгүүдээс 2017-2021 онуудад дахин хөрсний дээж авч хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлтийг харьцууллаа. Хөрсний органикийн агууламжийн дүнг 0-30 см тогтмол гүнд жигнэсэн дундажийн арга ашиглан хөрвүүлсэн. Нийт 66 цэгийн хөрсний органикийн агууламж 30-50 (34.8) жилийн дараа 12.3 % багасаж буурсан байна. 30 (29.7) жилийн дараа хөрсний органикийн агууламжийн бууралт 8.5% (n=34), 35 (35.7) жилийн дараа 13.8 % (n=34), 45 (44.6) жилийн дараа 19.6 % (n=16) тус тус багасаж буурсан байна. Хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад үзүүлж буй нөлөөллийг тооцоход олон хүчин зүйлийн регрессийн анализ, фактор анализ, гол компонентын шинжилгээ зэрэг статистик аргуудыг ашиглалаа. Агаарын температур, хур тунадас, нийт малын тоо, ямааны тоо, жилийн өөрчлөлт зэрэг 5 хүчин зүйлийн нөлөөллийг тооцлоо. Харьцуулсан судалгаа хийсэн 35 жилийн хугацаанд дунджаар агаарын температур 1.25° C нэмэгдэж, жилийн нийлбэр хур тунадас 5 мм багасаж, нийт малын тоо 2.6 дахин, ямааны тоо 10.9 дахин нэмэгдсэн байна. Олон хүчин зүйлийн регрессийн анализ, фактор анализ, гол компонентын шинжилгээ зэрэг статистик аргуудаар тооцож үзэхэд хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад нийт мал, ямааны тоо толгойн өөрчлөлт голлох нөлөө үзүүлж агаарын температур, хур тунадасны нөлөөлөл арай бага байна. Хөрсний үржил шимийн хамгийн гол үндсэн

үзүүлэлт болох органикийн агууламж сүүлийн 50 жилд багасаж байгаа нь малын тоо толгойн огцом өсөлттэй холбоотой байна. Иймээс хөрсний доройтол, бэлчээрийн талхагдлыг бууруулахын тулд малын тоо толгойг багасгах, цөөн тооны өндөр ашиг шимтэй эрчимжсэн мал аж ахуйг хөгжүүлэх, бэлчээрийн менежментийг сайжруулах зэрэг арга хэмжээг авах шаардлагатай байна.

4.2. Ойн хөрсний шинж чанарын өөрчлөлт

Сэлэнгэ аймгийн Тужийн нарсанд 1990 оны эхэн үед хавтгайруулан огтлолт явуулсан талбай мөн 1990 оны эхэн үед огтлолт явуулж 2003 онд ойжуулалт хийсэн талбайн хөрсний шинж чанарыг харьцуулан судаллаа (Бямбаа & Элбэгзаяа, 2020). Хавтгайруулсан огтлолт (logged area), ойжуулалт явуулсан (reforestation) талбай хоорондын зай 350 метр, тус талбайд сул чандруулаг элсэн хөрс (Arenic podzols) тархсан. Сул чандруулаг элсэн хөрс нь саармаг (6.52-6.58) урвалын орчинтой, чулуугүй, карбонатгүй, элсэн механик бүрэлдэхүүнтэй, нягтавтар (1.41-1.49 г/см³) байна. Огтлолт хийгдсэн талбайг, ойжуулалт хийгдсэн талбайтай харьцуулахад статистикийн хувьд давшилт ЕС, хөдөлгөөнт фосфор, чийг, температур зэрэг үзүүлэлтээр 2 талбай хоорондоо ялгаатай байна (Хүснэгт 2.9).

Ойжуулалт хийгдсэн болон огтлолт явуулсан талбайн хөрсний үе давхаргууд гүнээрээ өөр хоорондоо ялгаатай болох нь харагдаж байна. Хөрсний рН, органик бодис, органик нүүрстөрөгчийн нөөц, элс, тоос, эзлэхүүн жин, чийг, температурын хувьд гүнээрээ эрс ялгаатай байгаа нь ANOVA тестээр батлагдаж байна (Хүснэгт 4.5). Харин давшилт (ЕС), азот (N-NO⁻³), фосфор (P₂O₅), кали (K₂O) зэрэг үзүүлэлтүүд гүний хооронд ялгаа байхгүй жигд тархалттай байна. 0-30 м гүний хөрсний шинж чанар доод үе давхаргуудаасаа ялгаатай байна. Үүнд рН илүү хүчиллэг, органик бодис (1.4%) болон органик нүүрстөрөгчийн нөөц (3.9 т га⁻¹) их, элсний агууламж 6.6%-иар бага, тоосны агууламж (11%-иар) их, эзлэхүүн жин болон нягт (0.2 г см⁻³) сийрэг, чийгийн агууламж (2.29%-иар) их, температур (2.5°C) дулаахан байна.

Ойжуулалт хийсэн талбайн хөрсний 5-50 см гүнд дэх ялзмагийн хэмжээ 40.5-68.7%-аар, органикийн нөөц 6.3-23.8 т га⁻¹-аар хавтгайруулан огтлолт хийгдсэн талбайгаас их байна. 0-50 см хүртлэх үе давхарга дахь нийт органикийн нөөц ой модтой талбайд 126.7 т га⁻¹байхад хавтгайруулан огтолсон талбайд 2 дахин бага буюу 64.51 т га⁻¹байна.

Хүснэгт 4.4. Ойн хөрсний хими, физик шинж чанар (n=22)

	Unit	Reforestation	logged area	MS	F value
pH		6.52±0.11 ^a	6.58±0.03 ^a	0.03	4.1
Carbonate (CaCO ₃)	%	0.00	0.00	-	-
AN (N-NO ⁻³)	ppm	2.86±0.22 ^a	2.47±0.12 ^a	0.84	1.97
Organic matter	%	1.35±0.41 ^a	0.78±0.25 ^a	0.61	3.04
SOC s	t ha ⁻¹	8.00±1.59 ^a	4.53±0.71 ^b	66.02	12.65*
EC (1:2.5)	dS/m	0.06±0.01 ^a	0.03±0.002 ^b	0.02	46.57***
AP (P ₂ O ₅)	mg/100g	3.41±0.29 ^a	2.11±0.17 ^b	9.48	18.31***
AK (K ₂ O)	mg/100g	12.4±1.83 ^a	8.73±0.94 ^a	76.78	4.13*
Sand (2-0.05mm)	%	75.6±2.28 ^b	79.3±1.93 ^a	74.19	6.53*
Silt (0.05-0.002mm)	%	12.1±2.21 ^a	10.1±1.67 ^a	22.81	2.29
Clay (<0.002mm)	%	12.2±0.68 ^a	10.6±0.4 ^b	14.73	11.95**
Stone (>2mm)	%	0.00	0.00	-	-
Bulk density	g/cm ³	1.41±0.03 ^a	1.49±0.03 ^a	0.06	2.87
Soil moisture	%	7.78±0.52 ^a	4.87±0.29 ^b	70.11	29.34***
Soil temperature		16.1±0.41 ^b	19.2±0.31 ^a	82.72	81.16***

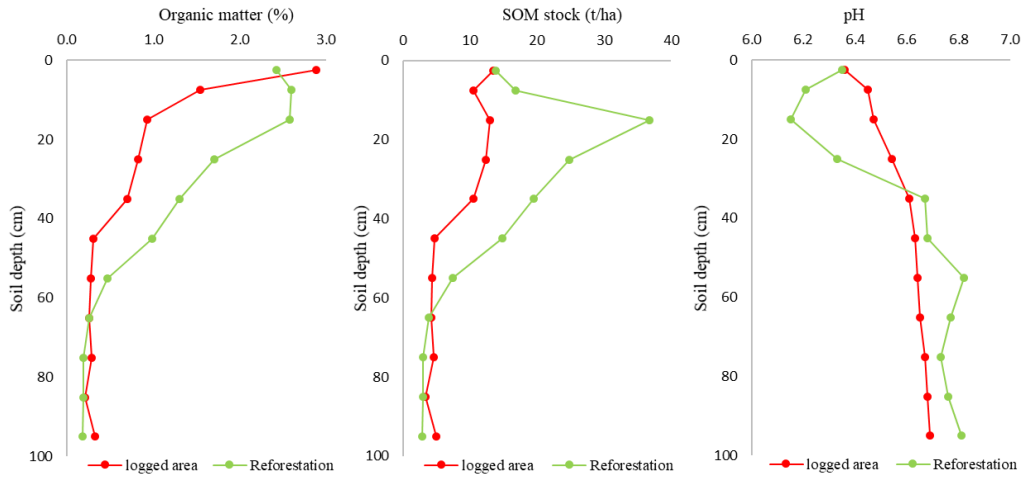
Notes: Value of mean ± standard error, *p<0.05; **p<0.01; ***p <0.001; Different letters within a row indicate significant differences (P<0.05) among the different treatments based on the one-way ANOVA result, followed by the Duncan's multiple range test result. AN available nitrogen, SOC_s Soil organic carbon stock, EC Electrical conductivity, AP available phosphorous, AK available potassium.

Хүснэгт 4.5. Хөрсний шинж чанар, гүний ялгаа (n=22)

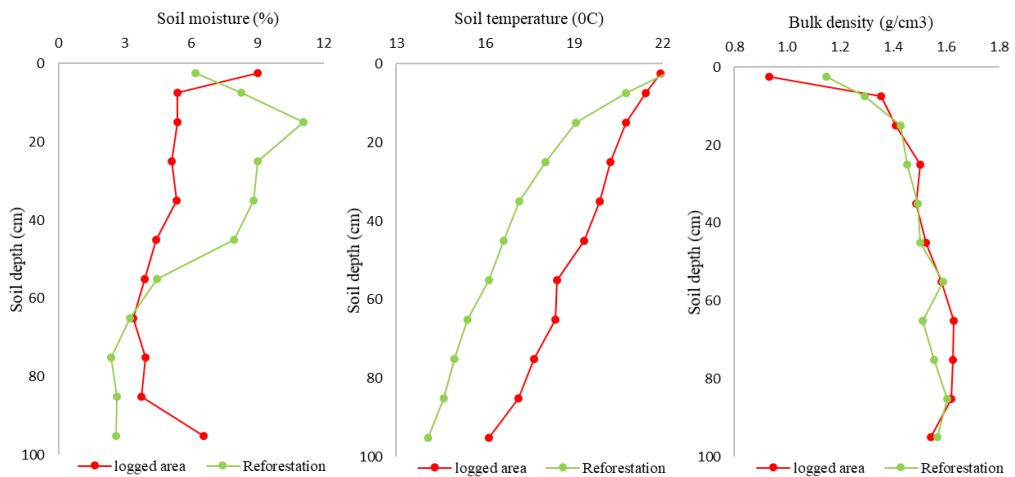
	Unit	Soil depth (cm)			ANOVA statistic	
		0-30	30-60	60-100	MS	F value
pH		6.28±0.08 ^c	6.63±0.04 ^b	6.78±0.04 ^a	0.50	78.02***
EC	dS/m	0.051±0.01 ^a	0.037±0.01 ^a	0.039±0.23 ^a	0.0003	0.75ns
AN (N-NO ⁻³)	ppm	2.82±0.2 ^a	2.48±0.26 ^a	2.62±0.25 ^a	0.20	0.47ns
OM	%	2.11±0.46 ^a	0.71±0.15 ^b	0.29±0.04 ^c	2.39	11.82***
SOC s	t ha ⁻¹	10.0±1.53 ^a	6.1±1.22 ^b	2.6±0.32 ^c	108.45	20.78***
AP (P ₂ O ₅)	mg/100g	2.24±0.34 ^{ab}	3.12±0.36 ^a	2.98±0.38 ^{ab}	1.67	3.22ns
AK (K ₂ O)	mg/100g	13.8±2.65 ^a	9.0±0.59 ^{ab}	8.52±0.41 ^b	66.51	3.57*
Sand	%	70.9±1.33 ^c	77.5±2.62 ^b	84.0±1.12 ^a	342.57	30.16***
Silt	%	17.7±1.6 ^a	9.7±1.52 ^b	5.5±0.91 ^c	305.17	30.6***
Clay	%	11.3±0.44 ^b	12.7±1.13 ^a	10.4±0.53 ^b	9.34	7.58**
BD	g cm ⁻³	1.29±0.04 ^b	1.49±0.02 ^a	1.58±0.01 ^a	0.27	13.3***
SM	%	8.39±0.57 ^a	6.10±0.43 ^b	4.55±0.34 ^c	44.55	18.64***
ST	°C	19.9±0.37 ^a	17.2±0.44 ^b	15.6±0.39 ^c	55.35	54.3***

Notes: Value of mean ± standard error, *p<0.05; **p<0.01; ***p <0.001; Different letters within a row indicate significant differences (P<0.05) among the different treatments based on the one-way ANOVA result, followed by the Duncan's multiple range test result. AN available nitrogen, EC Electrical conductivity, OM organic matter, SOC_s Soil organic carbon stock, AP available phosphorous, AK available potassium. BD Bulk density, SM soil moisture, ST soil temperature.

Хавтгайруулан огтолсон талбайн 5-40 см гүний хөрс хүчиллэг шинжээ алдаж саармаг шинжтэй болж өөрчлөгдсөн байна (Зураг 4.4).



Зураг 4.4. Ойн хөрсний химийн шинж чанарт гарсан өөрчлөлт



Зураг 4.5. Ойн хөрсний физик шинж чанарт гарсан өөрчлөлт

Ургамлын үндэс идэвхтэй тархдаг 5-50 см-ийн гүн дэх ойн хөрсний чийг хавтгайруулан огтлолт хийсэн талбайгаас 34.9-51.3%-аар өндөр байна. Хавтгайруулан огтлолт хийсэн талбайн хөрсний температур ойн хөрсний температураас 0.7-3.0 °C аар дулаан байна. Эзлэхүүн жин 2 талбайд ижилхэн буюу бараг өөрчлөлтгүй байна (Зураг 4.5). Огтлолт хийгдсэн талбайг, ойжуулалт хийгдсэн талбайтай харьцуулахад статистикийн хувьд давсжилт ЕС, хөдөлгөөнт фосфор, чийг, температур зэрэг үзүүлэлтээр 2 талбай өөр хоорондоо ялгаатай байна. Мөн хөрсний pH, органик бодис, органик нүүрстөрөгчийн нөөц, элс, тоос, эзлэхүүн жин, чийг, температурын хувьд гүнээрээ эрс ялгаатай байсан. Хавтгайруулан огтлолт хийсэн талбайн хөрсний шинж чанар их алдарсан байна. Хөрсний дээд үе давхарга дахь ялзмагийн агууламж 40.5-68.7%-аар хөрсний чийг 34.9-51.3%-аар тус тус алдарсан бол органикийн нөөц 2 дахин буурсан мөн хүчиллэг шинжээ алдаж саармаг шинж чанартай болсон байна. Ой байхгүй болсоноор хөрсний шинж чанар ихээхэн алдардаг бол ойжуулалт хийснээр хөрсний шинж чанар сайжирдаг байна (Бямбаа & Элбэгзаяа, 2020).

4.3. Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт

Ойт хээрийн бүсийг төлөөлж Харшороон хөрсний судалгааг Архангай аймгийн Түвшрүүлэх сумын нутагт хийлээ.



Зураг 4.6. Харшороон хөрсний зүсэлт.

Хөрсний зүсэлтийн гүйцэтгэсэн газар нь 1954 онд Түвшрүүлэх сум-сангийн аж ахуй нэртэйгээр байгуулагдаж байсан. Газар тариалангийн үйлдвэрлэлийг эрчимжүүлж гурил малын тэжээлийг дотооддоо үйлдвэрлэдэг байсан 5 том аж ахуйн нэг байв.

Хүснэгт 4.6. Харшороон хөрсний химийн үндсэн шинж

Гүн, см	pH _{NH2O} (1:2.5)	CaCO ₃ %	Ялзмаг %	Органик нүүрстөрөгч, %	EC _{2.5} dS/m	Хөдөлгөөнт, мг/100г	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
0-12	6.46	0.00	7.784	4.522	0.051	1.00	21.2
12-30	6.70	0.00	6.740	3.916	0.037	0.91	12.8
30-60	6.93	0.00	3.399	1.975	0.040	0.54	12.8
60-82	7.84	6.91	0.703	0.408	0.077	0.49	8.7
82-100	7.87	9.45	0.246	0.142	0.085	0.20	8.7

Харшороон хөрсийг төлөөлүүлэн хийсэн зүсэлтийн хими шинж чанарын дүнг харахад ялзмагийн агууламж 0-60 см гүнд 3.39-9.78%, 60-100 см гүнд эрс буурч 0.24-0.70% байна (Хүснэгт 4.6). Хөдөлгөөнт фосфор хөрсний 0-60 см гүнд 0.54-1.00 мг/100г байсан бол 60 см-аас доош алгуурхан буурсан. Хөдөлгөөнт кали 0-60 см гүнд 12.8-21.2 мг/100г, 60-100 см гүнд 8.7 мг/100г байна.

Хөрсний урвалын орчин хөрсний 0-60 см гүнд сул хүчиллэг байснаа 60-100 см гүнд сул шүлтлэг болж өөрчлөгдсөн. Карбонатын агууламж хөрсний 0-60 см гүнд илрээгүй, 60-100 см гүнд 6.91-9.45 %, хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар бүх үе давхрагадаа харьцангуй бага буюу давсжилтгүй байна.

Хүснэгт 4.7. Харшороон хөрсний физик шинж.

Гүн, см	Эзлэхүүн жин, гр/см ³	Чулуу, % (<2мм)	Ширхэгийн хэмжээ, % (мм-ээр)			
			Элс (2-0.05мм)	Тоос 0.002мм)	(0.05- 0.002мм)	Шавар (< 0.002мм)
0-12	0.75	0.0	54.2	29.3	16.5	
12-30	0.99	0.0	52.8	35.1	12.1	
30-60	1.13	2.5	54.7	31.7	13.6	
60-82	1.12	1.6	51.3	36.6	12.1	
82-100		5.6	54.2	33.5	12.3	

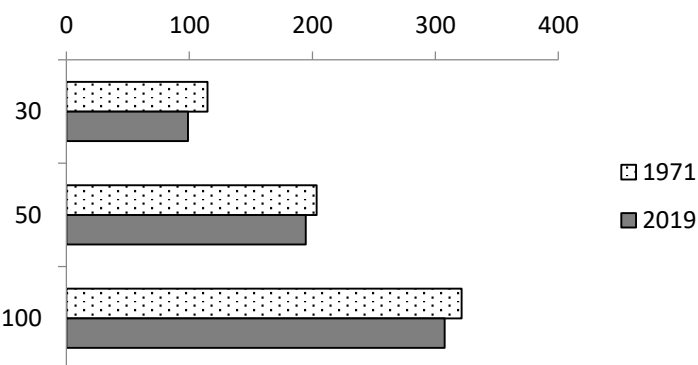
Судалгаа явуулсан газрын хөрсний элсэн фракц (2-0.05мм)-ийн хэмжээ хөрсний бүх л үе давхаргуудад 51.3-54.7%, тоосон фракц (0.05-0.002мм)-ийн хэмжээ 29.3-36.6%, шавар фракц (<0.002мм)-ийн хэмжээ 12.1-16.5% тус тус байгаа нь ерөнхийдөө элс болон тоосон фракц давамгайлсан байна.

Хүснэгт 4.8. Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт.

Он	SOC, %	Органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га ⁻¹			
		0-30 см	0-30 см	0-50 см	0-100
1971	4.16	114.8	203.4	321.5	
2019	3.47	98.83	194.5	307.7	
Өөрчлөлт	Тоон утгаар	-0.69	-15.97	-8.9	-13.8
	%-иар	-16.5	-13.91	-4.3	-4.29

Харшороон хөрсний 0-30 см-ийн гүн дэх хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлтийг 1978 ба 2019 буюу 48 жилийн дараагаар харьцуулан үзлээ (Хүснэгт 4.8).

Судалгаа хийсэн газрын харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-30 см-т 1978 онд дунджаар 4.16% байсан бол 41 жилийн дараа дунджаар 3.47 % болж 16.5 хувь буурсан, органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см-т 1988 онд дунджаар 114.8 т га⁻¹ байсан бол 2018 онд 98.83 т га⁻¹ болж 13.91%-иар бууржээ.



Зураг 4.7. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлт (т га⁻¹)

4.4. Хээрийн хөрсний органикийн өөрчлөлт

Хуурайшилт, бэлчээрийн талхагдлын нөлөөгөөр хөрс эвдрэл доройтолд орж хөрсний үржил шимийн үндсэн элемент болох органик бодисын хэмжээ багасаж байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн эрдэсжилтийн үйл явц улам бүр эрчимжиж хөрс нь агаарын нүүрсхүчлийн хийг нэмэгдүүлэх томоохон эх үүсвэр болж байна (FAO, 2017). Нийт хүний үйл ажиллагаанаас үүсэж буй хүлэмжийн хийн 14.5 % нь мал аж ахуйтай холбоотой байдаг (Gerber, 2013). Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц, өөрчлөлт, агаар мандалд гаргах ялгарал, органик нүүрстөрөгчийн алдралын шалтгаан гэх мэт асуудлууд одоо болтол бүрэн гүйцэд судлагдаагүй байгаа бөгөөд уур амьсгалын дулаарал, цөлжилт хуурайшилт эрчимжиж буй өнөөгийн цаг үед зайлшгүй судлах шаардлагатай сэдэв болж байна. Монгол оронд хийгдсэн анхны хөрсний судалгааны ажлын нэг болох Оросын алдарт эрдэмтэн Б.Б.Полыновын 1925 онд хөрсний судалгаа хийсэн (Полынов & Крашенников, 1926) газруудаас 2018 онд буюу 93 жилийн дараа дахин хөрсний дээж авч хөрсний органикийн агууламжийн талаар харьцуулсан судалгаа хийлээ.

Судалгаа явуулсан газар, арга зүй. Хээрийн судалгаа явуулсан газар Төв аймгийн Эрдэнэсант сумын нутаг Өвөр Жаргалантын хөндий, Устын уулс орчим хээрийн бүс нутаг болно. Баруун талдаа Устын уулс 2180 метр (д.т.д) зүүн тийш Төхөмийн нуур хүртэл 1260 метр (д.т.д) хүртэл намсаж өндрийн ялгаа 900 гаруй метрболно.

Өвөр Жаргалантын хөндий өргөрөгийн дагуу сунаж тогтсон байрлалтай баруунаас зүүн тийш 20 км орчим үргэлжилж Төхөмийн нуурын өргөн хөндий рүү аажмаар шилжинэ.

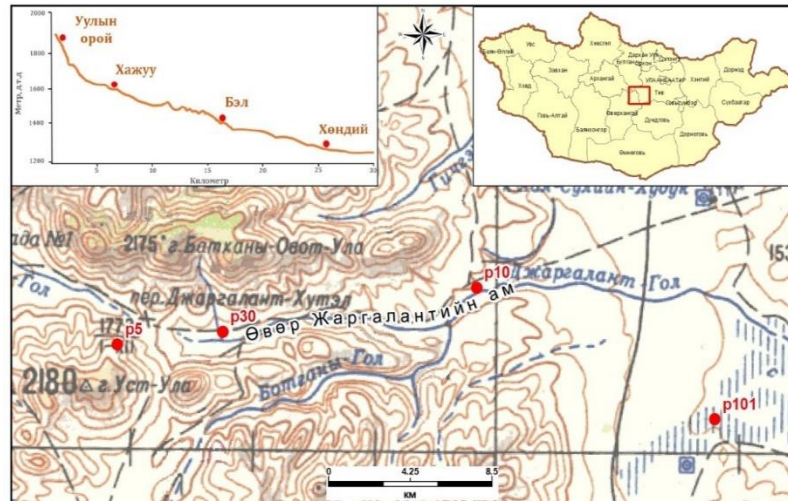
Монгол орны төв хэсгээр жилийн нийлбэр хур тундас 256 мм, агаарын дундаж температур -0.7°C болно (Улаанбаатар станц). Монгол орны агаарын дундаж температур 1940-2016 оны хооронд дунджаар $2,26^{\circ}\text{C}$ дулаарсан, хур тунадас бага зэрэг буурах хандлагатай байна (Нацагдорж & Гомболүүдэв, 2017). Малын тоо толгой энэ хугацаанд бараг 4-5 дахин өссөн. Уур амьсгалын өөрчлөлт, хүний үйл ажиллагааны нөлөө сүүлийн 20 жилд илүү их байсан.

Статистик үзүүлэлтүүдийн ерөнхий боловсруулалт quartile, box plot, oneway ANOVA аргуудыг SPSS 23 программ ашиглан тооцоолсон. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоход (23) томъёог ашиглалаа (Batjes, 1996).

Хөрсний органикийн нөөцийн өөрчлөлтийг тооцоход дараах томъёог ашиглалаа. Stock Difference Method (IPCC, 2006)

$$\Delta C = \frac{(C_{t2}-C_1)}{(t_2-t_1)} \quad (23)$$

ΔC – Хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлт ($t \text{ ha}^{-1}$)



Зураг 4.8. Судалгаа явуулсан газар

Судалгааны материал. Төв аймгийн Эрдэнэсант сумын Өвөр Жаргалантын хөндий орчим 1925 онд Оросын эрдэмтэн Б.Б.Полынов хөрс-газарзүйн судалгаа явуулсан байдаг (Полынов & Крашенников, 1926). Хөрсний шинжилгээг Оросын ШУА-ийн Хөрсний хүрээлэнгийн лабораторид Тюрини аргаар гүйцэтгэсэн. Дараах хөрсний зүсэлтүүд, үе давхаргуудыг ялгасан. 5-р зүсэлт: Өвөр Жаргалантын хөндийн баруун талд, Устын уулын оройн хэсэг, уулын нуга, сөөгөрхөг нугат-хээрийн ургамалтай. Харшороон хөрс. А₀ ширэг 0-5 см, А₁ 5-30см, А₂ 30-80см, А₃ 80-90см. Хөрс давсны хүчилд буцлахгүй. 30-р зүсэлт: Өвөр Жаргалантын хөндийн ар хажуу, хээр. А₀ ширэг 0-5 см, А₁ 5-30см, В₁ 30-80см, В₂ 80-100см. 10-р зүсэлт: Өвөр Жагалантын хөндийн зүүн хэсэг, хээр, 2-р дэнж. А₁ 0-20см, А₂ 20-50см, В₁ 50-100см, В₂ 100-110см. 101-р зүсэлт: Төхөмийн хөндийн баруун хэсэг. Карбонаттай хужир, өнгөнөөс буцална.

Бид энэ газар хээрийн судалгааг 2018 оны 6-р сард явуулсан. Хөрсний зүсэлтүүдийг аль болох 1925 оны судалгааны цэгүүдтэй ойролцоо хийх гэж оролдсон. Уулын оройн хэсэг (P05-р зүсэлт), хажуу (P30-р зүсэлт), бэл (P10-р зүсэлт), хөндий (P101-р зүсэлт) орчмын газрууд нь хөрс-ургамал бүрхэвчийн хувьд тодорхой ялгарч байна. P05-р зүсэлт: Өвөр Жаргалантын амны эх, Уст уулын дээд хэсгийн ар хажуу, 8° хэвгий, алаг өвст нуга, бүрхэц 70 %. Координат: N 47°02'48", E 104°14'24", өндөр 1870 метр д.т.д. А₀ 0-17см, А_В 17-32см, В_С 32-60см. Харшороон хөрс. P30-р зүсэлт: Өвөр Жаргалантын амны дунд хэсэг, хажуу 3° налуу. Улалж үмхий өвст, бүрхэц 60 %. Координат: N 47°03'10", E 104°18'44", өндөр 1673 метр д.т.д. А 0-18см, А_В 18-32см, В_С 32-60см. Хархүрэн хөрс. P10-р зүсэлт: Өвөр Жаргалантын амны зүүн хэсэг, тэгшивтэр. Улалж дэрс хиагт, бүрхэц 60 %. Координат: N 47°04'22", E 104°29'09", өндөр 1474 метр д.т.д. А_d 0-12см, А 12-40см, А_В 40-51см, В_{сa} 51-60см. Хээршсэн Бараан хөрс, карбонатгүй. P101-р зүсэлт: Төхөмийн хөндий, Шархотгор, дов сондуултай. Дэрс хиагт, бүрхэц 20 %. Координат: N 47°00'56", E 104°00'56", өндөр 1356 метр д.т.д. Хучаас 0-2см, А 2-9см, В_{сa} 9-31см, С 31-60см. Хужир.

Өвөр Жаргалант орчмын нутаг нь Хархүрэн хөрс зонхилсон хээрийн бүс нутаг болно. Хархүрэн хөрс нь манай орны хөдөө аж ахуйн эдэлбэрийн үндсэн гол хөрс (Доржготов, 2003). Дундаж өндөр уулсын ар хажуугийн дээд хэсэг 1700 метрээс дээш газраар Харшороон хөрстэй. Хөндийн доод хэсгийн бэл Өвөр Жаргалантын голын эрэг орчмын газраар зузаан ялзмагт давхаргатай Бараан хөрстэй. Төхөмийн хөндийгөөр хужир мараалаг хөрс тархана.

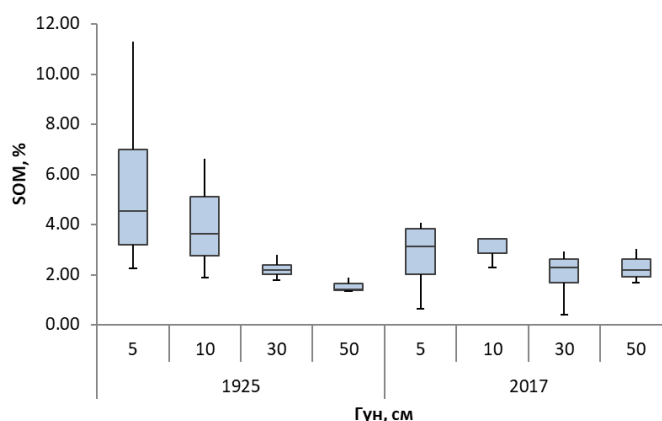
Өвөр Жаргалант орчмын хөрсний 0-60 см гүн дэх органикийн дундаж агууламж 2018 оны байдлаар 2.46 % байна. 1925 онд хийсэн судалгааны дүнгээр органикийн агууламж дунджаар 3.33 % буюу одоогийнхоос их байсан (Хүснэгт 4.9).

Хүснэгт 4.9. Статистик үзүүлэлтүүд, SOM % (n=34)

Year	Mean	Median	SD	Range	Min	Max	CV,%
1925	3.33	2.41	2.49	9.94	1.35	11.29	74.5
2018	2.46	1.11	1.12	3.65	0.42	4.07	45.4

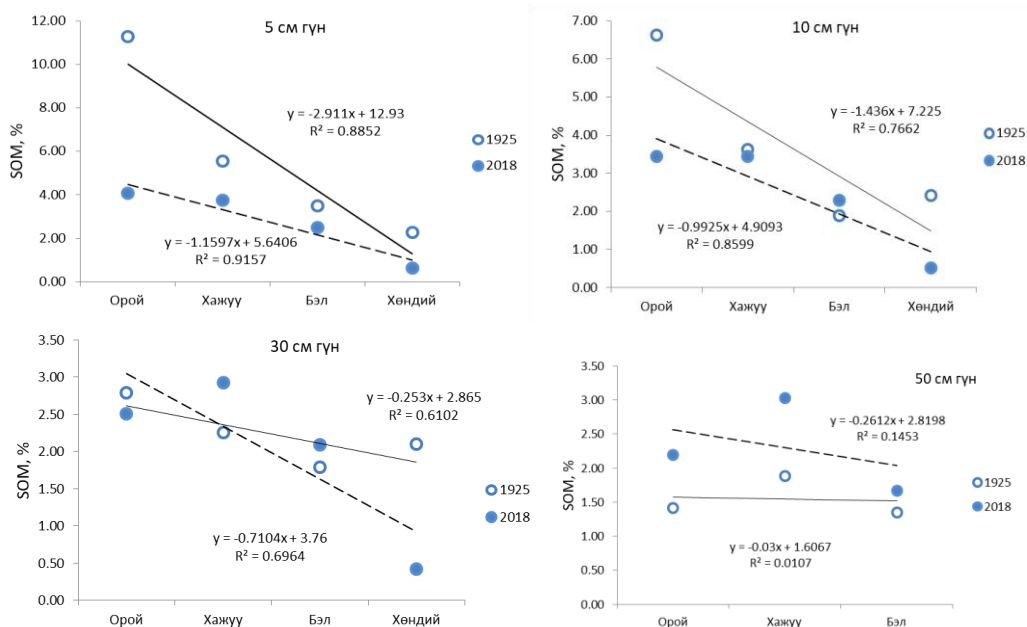
Хөрсний органикийн агууламжийн утгуудын хэлбэлзэл 1925 оны судалгааны дүнд илүү (CV 74.5 %) байна. “Oneway ANOVA” анализаар хоёр бүлгийн дундаж утгуудыг харьцуулахад ($\alpha=0.05$, $p=0.237$) хоорондоо статистик таарц бага буюу мэдэгдэхүйц ялгаатай байна.

Хөрсний өнгөн хэсгээс доошоо SOM утгуудын хэлбэлзэл далайц багасаж байна (Зураг 4.9). Хөрсний 30 ба 50 см гүнд хөрсний органикийн утгууд хэлбэлзэл багасаж байгаа нь органикийн агууламж бага байгаатай холбоотой.



Зураг 4.9. SOM статистик үзүүлэлтүүд (median, quartile, min, max)

Хөрсний янз бүрийн гүн дэх органикийн агууламж нь гадаргын байрлалаас хамааран харилцан адилгүй байна (Зураг 4.10). Хамгийн дээд хэсэгт буюу 5 см-ийн гүнд SOM утга уулын оройн хэсгийн Харшороон хөрсөнд хамгийн их ялгаатай доошоо хажуу бэл хөндийд ялгаа багасаж, детерминацийн коэффициент их ($r^2=0.88$) байна. 10 см-ийн гүн дэх SOM утгын хуваарьлалт 5 см-ийн гүнийхтэй төстэй байгаа боловч детерминацийн коэффициент багасаж ($r^2=0.76$) байна.

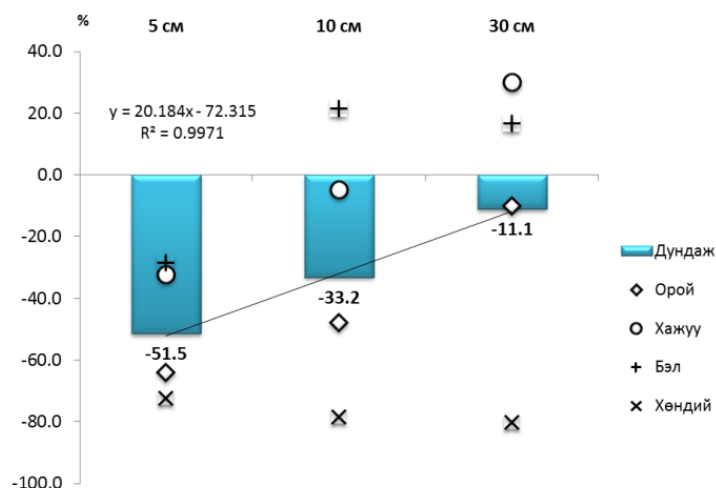


Зураг 4.10. Хөрсний зүсэлтийн байрлал (орой, хажуу, бэл, хөндий) ба гүнээр (5,10,30,50см) ялгаатай SOM дундаж үзүүлэлтүүд, 1925 ба 2018 оноор

Хөрсний 30 см-ийн гүнд байрлалын ялгаа багасаж, 50 см-ийн гадаргын байрлал ямар ч нөлөөгүй болж байна. Хөрсний өнгөн хэсэг дэх органикийн агууламжийн өөрчлөлт их 30 см-аас доош өөрчлөлт бага байна. Б.Б.Полыновын 1925 онд судалсан хөрсний органикийн агууламжийг 2018 онд буюу 93 жилийн дараа хийсэн судалгааны дүнтэй харьцууллаа. Судалгааны дүнгээр хээрийн бүсийн 0-30 см үе давхарга дахь хөрсний органикийн агууламж дунджаар 30.9 % буурсан байна. 10 жилийн дундаж бууралт -3.4 %, 1 жилийн дундаж бууралт -0.34 % байна.

Хөрсний органикийн агууламжийн бууралт хөрсний гүнээс шалтгаалан харилцан адилгүй байна: 5 см-ын гүнд хөрсний органикийн агууламж дунджаар 51.5 %, 10 см-д 33.2 %, 30 см-д 11.1 % тус тус багассан байна (Зураг 4.11). Туул голын сав газар хийсэн судалгааны дүнгээр Хархүрэн хөрсний өнгөн хэсгийн SOM агууламж 30 (1987-2017) жилийн хугацаанд 10.3 % багассан байдаг (Батхишиг ба бусад, 2017).

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (SOCstock)-ийг тооцооллоо. Эзлэхүүн жин, чулууны агууламжийн үзүүлэлтийг 1925 оны судалгаанд тодорхойлоогүй учраас 2018 оны судалгааны дүнг ашигласан. Уулын *Харшороон*, хөндийн *Хужир* хөрсний өнгөн хэсгийн SOCstock утга хамгийн их байна. 90 гаруй жилийн хугацаанд хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 30 см хөрсөнд дунджаар 16.5 % буюу 14.5 т га⁻¹-аар буурсан байна.



Зураг 4.11. Хээрийн бүсийн (Өвөр Жаргалант) уулын орой, хажуу, бэл, хөндийн хөрсний 5см, 10см, 30 см-ийн гүн дэх органикийн агууламжийн дундаж бууралт, %-иар, (1925 ба 2018 хоорондох)

Хээрийн бүсийн хөрсний органикийн бууралтад бэлчээрийн талхагдал голлох нөлөө үзүүлж байна. 1990-ээд оноос хойш малын тоо толгойн огцом өссөн. Хуурайшилт дулаарал мөн багагүй нөлөөтэй. Өндөрлөг газрын хөрсний элэгдэл эвдрэл, усны угаагдал нь хөрсний органикийн алгадлыг ихэсгэх нэмэлт хүчин зүйл болно.

Дүгнэлт. Монгол оронд хийгдсэн анхны хөрсний судалгааны ажлын нэг болох Оросын алдарт эрдэмтэн Б.Б.Полыновын 1925 оны хөрсний судалгаа хийсэн Төв аймгийн Эрдэнэсант сумын нутаг Өвөр Жаргалант орчим 2018 онд буюу 93 жилийн дараа дахин хөрсний харьцуулсан судалгаа хийлээ. Судалгааны дүнгээр хээрийн бүсийн 0-30 см үе давхарга дахь хөрсний органикийн агууламж дунджаар 30.9 % буурсан байна. Хөрсний органикийн агууламжийн бууралт хөрсний гүнээс шалтгаалан харилцан адилгүй байна: 5 см-ын гүнд хөрсний органикийн агууламж дунджаар 51.5 %, 10 см-д 33.2 %, 30 см-д 11.1 % тус тус багассан байна. 90 гаруй жилийн хугацаанд хээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 30 см хөрсөнд дунджаар 16.5 % буюу 14.5 т га⁻¹-аар буурсан байна. Монгол орны төв хэсгийн хээрийн хөрсний үржил шим 90 гаруй жилд доройтож багасаж байгаа үндсэн шалтгаан нь бэлчээрийн талхагдал ба уур амьсгалын дулаарал болно. Хөрсний үржил шимийн доройтлыг багасгахын тулд бэлчээрийн мал аж ахуйг хөгжүүлэх бодлого, зохицуулалтыг шинэчлэх шаардлагатай байна.

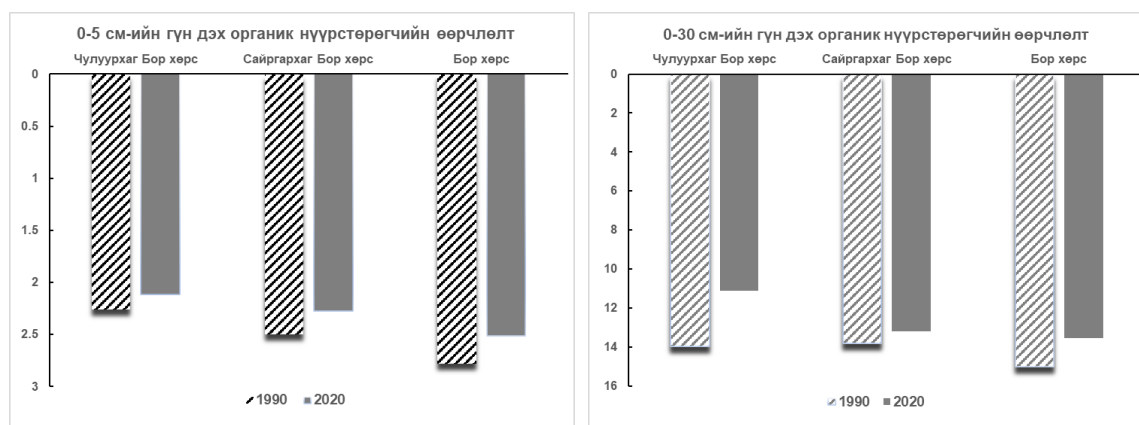
4.5. Говийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн сүүлийн 30 жилийн өөрчлөлтийг тооцоолохдоо улсын газар зохион байгуулалт, зураг төслийн институтээс 1989-1990 онуудад говийн бүсийн хэмжээнд цуглуулсан хөрсний зүсэлтийн 387 цэг, Шинжлэх ухааны академийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын салбараас 2015-2020 оны хооронд цуглуулсан 525 цэгийн мэдээлэлийг ашигласан бөгөөд говийн бүсийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийг 0-5 см, 0-30 см-ийн гүнүүдэд тооцооллоо.

Хүснэгт 4.10. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт тооцсон мэдээллийн тойм.

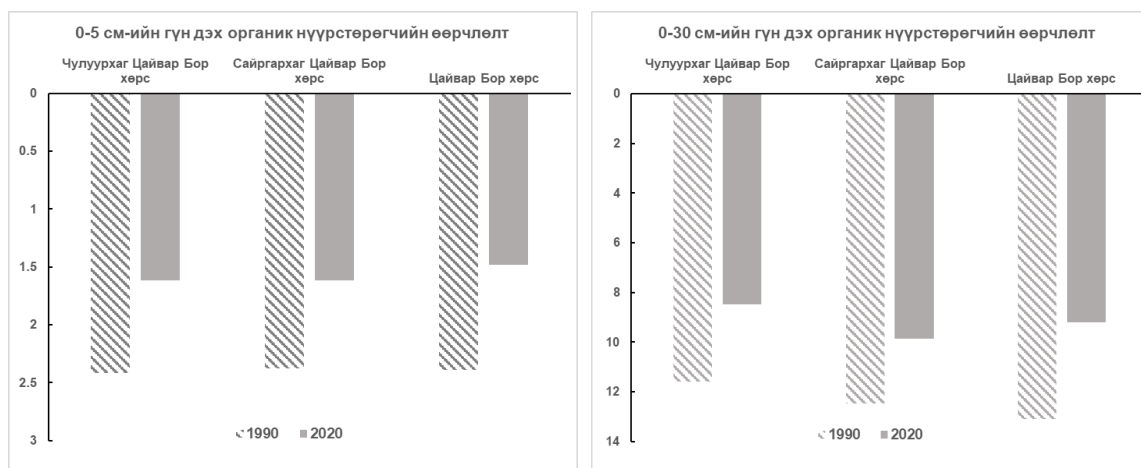
№	Хөрсний хэв шинж	1990 оны дүн	2020 оны дүн	Нийт цэгийн тоо
1	Чулуурхаг Бор хөрс	28	41	69
2	Сайргархаг Бор хөрс	48	81	129
3	Бор хөрс	126	189	315
4	Чулуурхаг ЦайварБор хөрс	13	21	34
5	Сайргархаг ЦайварБор хөрс	53	21	74
6	Цайвар Бор хөрс	73	115	188
7	Хужир мараалаг Бор хөрс	25	30	55
8	Хужир мараалаг ЦайварБор хөрс	9	19	28
9	Говийн улаан хөрс	12	8	20
	Нийт цэгийн тоо	387	525	912

Судалгааны үр дүнгээр ХОНН-ийн өөрчлөлтийг 0-5 см-ийн гүнд тооцоход Чулуурхаг Бор хөрсөнд 10.1%-иар, сайргархаг Бор хөрсний нөөц 9.1%-иар, Бор хөрсөнд 9.7% -иар тус тус буурсан бол 0-30 см-ийн гүнд 20.3%, 4.5% болон 9.8%-иар тус тус буурсан байна (Зураг 4.12 **Error! Reference source not found.**). Говь, цөлийн хөрс салхи, усны эвдрэлийн нөлөөлөлд их өртдөгтэй холбоотой хөрсний өнгөн хэсэг (0-5 см)-ийн нүүрстөрөгчийн нөөц илүү алдралд орсон байна.



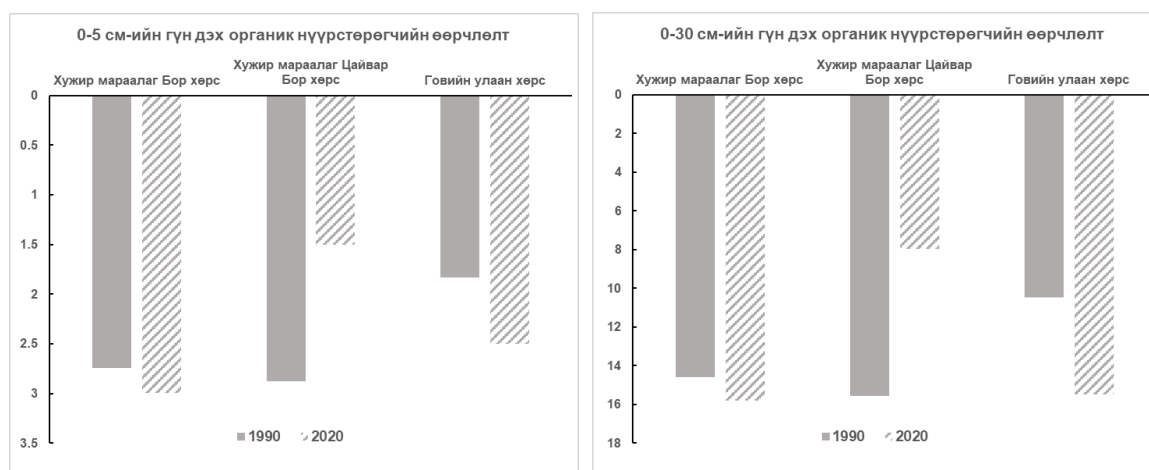
Зураг 4.12. Чулуурхаг Бор, Сайргархаг Бор, Бор хөрсний 0-5, 0-30 см-ийн гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн 30 жилийн өөрчлөлт (т га^{-1})

Цайвар бор хөрсний хэвшинжүүдийн нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийг 0-5 см-гүнд тооцоолж үзэхэд чулуурхаг ЦайварБор хөрснийх 33.3%-иар, сайргархаг ЦайварБор хөрснийх 32.0%-иар, ЦайварБор хөрснийх 38%-иар тус тус буурсан байна. Харин 0-30 см-ийн гүнд нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт харьцангуй бага буюу дээрх хэв шинж бүрт 20.1-29.7%-иар буурсан байна. ЦайварБор хөрсний нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт Бор хөрсний нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтөөс 0-5 см-т 4 дахин өндөр өөрчлөлттэй, харин 0-30 см-т 2 дахин өндөр өөрчлөлттэй буюу хөрсний элэгдэл, эвдрэлийн эрчим илүү хурдацтай байна.



Зураг 4.13. Чулуурхаг ЦайварБор, Сайргархаг ЦайварБор, ЦайварБор хөрсний 0-5, 0-30 см-ийн гүнд органик нүүрстөрөгчийн 30 жилийн өөрчлөлт (т га⁻¹)

Говь, цөлийн бүсийн хөндий хотсоор тархалттай хужир мараалаг Бор, Говийн Улаан ХОНН алдралгүй байна. Харин хужир мараалаг ЦайварБор хөрсний нөөц алдралтай буюу буурсан ерөнхий зүй тогтолтой (Зураг 4.14).



Зураг 4.14. Хужир мараалаг Бор, Хужир мараалаг ЦайварБор, Говийн Улаан хөрсний 0-5, 0-30 см-ийн гүнд органик нүүрстөрөгчийн 30 жилийн өөрчлөлт (т га⁻¹)

Говийн бүсийн хөндий, хотос, нам доор гадаргууд тархсан Хужир мараалаг хөрс, мараалаг Бор, Говийн Улаан ХОНН нь сүүлийн 30 жилийн хугацаанд нэмэгдсэн

байна. Говь, цөлийн хотос хонхорт орчны өндөрлөг гадаргуугаас үер усаар зөөгдсөн хурдас материал хуримтлагддаг учир хөрсний шинж чанарт тогтмол өөрчлөлт ордог (Доржготов, 2003). Хужир мараалаг Бор хөрсний органик нүүрстөрөгч 0-5 см-т 9.1%-иар, 0-30 см-т 8.4%-иар нэмэгдсэн, Говийн Улаан хөрсний органик нүүрстөрөгч 0-5 см-т 73.2%-иар, 0-30 см-т 47.7%-иар тус тус нэмэгдсэн. Тухайн хөрсний байршлын онцлогоос хамаарч орчны өндөрлөг гадаргуугаас зөөгдөж ирсэн хурдас хуримтлалын нөлөөгөөр органик нүүрстөрөгчийн агууламж, нөөц өндөр байна. ХОНН-ийн өөрчлөлтийг хөрсний үндсэн хэв шинжээр авч үзвэл ЦайварБор хөрсний нөөцийн өөрчлөлт Бор хөрс (чулуурхаг, сайргархаг, элсэнцэр), хөндий хотосын (хужир мараалаг, говийн улаан) хөрсийг бодвол илүү их алдралтай, өөрчлөлттэй байна. Хөрсний гүн дэх өөрчлөлтийн хувь хэмжээ нь говийн хөрсний 0-5 см-т илүү өндөр өөрчлөлттэй буюу нөөцийн өөрчлөлт хөрсний өнгөн (дээд үед) үе давхаргад илүү өндөр эрчимтэй өөрчлөлттэй харин 0-30 см-т бага өөрчлөлттэй үр дүн гарч байна.

4.6. Голын татмын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт

Сүүлийн жилүүдэд голын татам орчмын бэлчээр талхлагдаж, хөрсний үржил шим доройтож байна. Хөгшин Орхон гол нь Өгий нуурт цутгадаг цорын ганц гол бөгөөд сүүлийн жилүүдэд уул уурхай, газар тариалан, мал аж ахуйн нөлөөлөлд нэрвэгдэж байна. Оросын судлаачдын “Сэлэнгэ голын хөндийн аллювийн хөрсний судалгаа”-ны (Убугунов и др, 1998) хүрээнд 1988 онд тодорхойлсон зүсэлтийн дүнг 2019 онд хийгдсэн зүсэлттэй харьцуулах зорилгоор ХОНН-ийг аргачлалын дагуу тооцож үзлээ. Тухайн зүсэлтийг Өвөрхангай аймгийн Хашаат сумын нутаг, Хөгшин Орхон голын татам дээр 2019 оны 7 дугаар сарын 5-ны өдөр хийлээ.



Зураг 4.15. Аллювийн хөрсний зүсэлт. (Өвөрхангай, Хашаат сум, Хөгшин Орхон гол)

Зүсэлт ГТ-1. Голын тэгшивтэр татам. Байршил: Х.Ө. 47,38443, З.У.102,85870. Өндөр д.т.д 1416 метр. Газрын гадарга: Хөндийн ёроол, голын татам. Ургамлан бүрхэвч 70-80 %. Алаг өвст-хиагт нуга.

Хүснэгт 4.11. Аллювийн үелсэн элсэнцэр хөрсний химийн шинж чанар

Гүн, см	рН (1:2.5)	CaCO ₃ %	Ялзмаг %	Органик нүүрстөрөгч. %	EC _{2.5} dS/m	Хөдөлгөөнт. мг/100г	
						P ₂ O ₅	K ₂ O
0-12	7.59	1.82	7.104	4.121	0.332	4.38	21.2
12-17	6.65	0.00	1.499	0.869	0.742	3.53	8.7
17-25	7.42	0.00	1.253	0.727	0.063	2.07	10.8
25-28	7.18	0.00	0.474	0.275	0.074	2.22	6.6
28-32	7.01	0.00	2.045	1.186	0.145	2.41	12.8
32-47	7.23	0.00	0.314	0.182	0.052	0.89	6.6
47↓	7.35	0.00	0.379	0.220	0.057	0.44	6.6

Аллювийн хөрсийг төлөөлүүлэн хийсэн зүсэлтийг сонгон харахад А үе давхарга дахь органик нүүрстөрөгч 4.121% байснаа дараагийн үеүдэд буурсан байна (

Хүснэгт 4.11). Хөдөлгөөнт фосфор хөрсний дээд үе давхаргад 4.38 мг/100г байснаа органик нүүрстөрөгчийн адил доод үеүдэд аажмаар буурчээ. Хөрсний шим тэжээлийн гол элементийн нэг хөрсний фосфор доод үерүүгээ багасч байгаа нь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн бууралттай шууд холбоотой. Хөрсний урвалын орчин хөрсний дээд үе сул шүлтлэг, В1 үе давхаргад сул хүчиллэг, В2 үе давхаргад эргээд сул шүлтлэг болж өөрчлөгдөж байна. Карбонатын агууламж хөрсний өнгөн хэсэгтээ 1.82% байх ба доод үеүдэд илрээгүй мөн хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар хөрсний В1 үе 0.742 dS/m буюу бага зэргийн давсжилттай нь энэхүү хөрс нь хээрших шинж илэрч байгааг харуулж байна.

Хүснэгт 4.12. Аллювийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт (1988, 2019 он)

Он	SOC, %		SOCS, т га ⁻¹	
	0-30 см		0-30 см	0-50 см
1988	4.02		90.7	116.0
2019	3.09		78.6	95.2
Өөрчлөлт	Тоон утгаар	-0.93	-12.1	-20.8
	%-иар	-23.1	-13.3	-17.9

Хөрсний өнгөн үе хамгийн их нөлөөлөлд орж өөрчлөгддөг голын татмын хөрсний ялзмагт давхаргын дээд хэсэг буюу 0-30 см-ийн гүн дэх хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлтийг 1988 ба 2019 буюу 31 жилийн дараагаар харьцуулан үзвэл дараах өөрчлөлт гарсан байна (Хүснэгт 4.12). Судалгаа хийсэн газрын аллювийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-30 см-т 1988 онд дунджаар 4.02% байсан бол 31 жилийн дараа дунджаар 3.09 % болж 23.1%-иар буурсан бол органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-30 см-т 1988 онд дунджаар 90.7 т га⁻¹ байсан бол 2018 онд 78.6 т га⁻¹ болж 13.3%-иар буурчээ. Голын татмын хөрсөнд мал хамгийн их бэлчиж, хүн малын хөлөөр хөрс талхлагдаж байгааг харуулж байна. Бэлчээрийн талхагдал, уур амьсгалын нөлөөгөөр голын татмын хөрсний үржил шимийн доройтол явагдаж байна гэж үзэж болохоор байна.

4.7. Хөрсний гадаргаас ялгарах нүүрстөрөгч

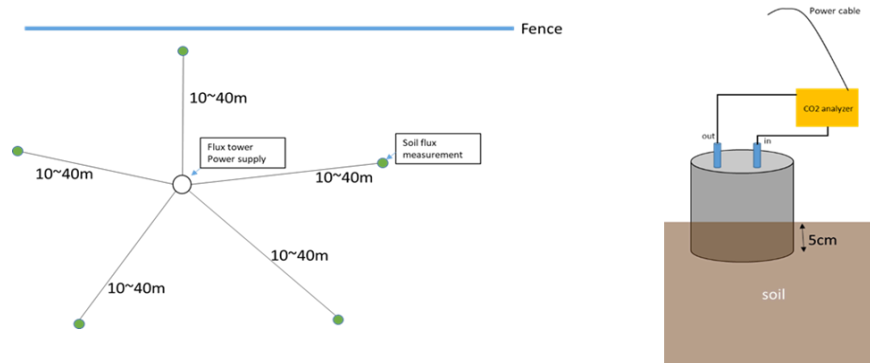
Хөрсний гадаргаас агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгч (C)-ийн урсгалыг хэмжих нь экосистемийн нүүрстөрөгчийн (C) эргэлтийн хэмжээг тодорхойлоход хамгийн чухал үүрэгтэй (Singh et al., 1988). Монгол орны хөрсний гадаргаас ялгарах нүүрсхүчлийн хийн талаар зарим судалгаанууд хийгдсэн (Sharkhuu et al, 2013; Sarguulzaya et al, 2021). Хөрсний дулаан, ургамал ургалт, микробиологийн идэвх зэргээс шалтгаалан нүүрстөрөгч ялгарах нь намар, өвлийг бодвол хавар, зуны улиралд илүү байна (Reicosky & Archer, 2007). Цаг хугацаа, орон зайн хүчин зүйлс нь хөрсний нүүрстөрөгчийн ялгаралд нөлөөлнө. Хөрсний амьсгалаар хөрснөөс агаарт ялгарч байгаа нүүрхүчлийн давхар исэл (CO₂)-ийн хэмжээг тооцдог. Хөрсний амьсгал гэдэг нь органик бодисын задрал болон гетеротрофийн бактерийн задралын нийлбэр юм (Zhaofu et al, 2005). Хөрс амьсгалах үйл явц нь хөрсний температуртай шууд хамааралтай (Lloyd & Taylor, 1994). Хөрсний температур болон чийг нь хөрсний биологийн идэвхид хүчтэй нөлөөлдөг (Oberbauer et al., 1992). Хөрсний температурын хэлбэлзэлд хөрсний бичил биетэн болон ургамлын үндэсний амьсгал өөр өөр хариу үйлдэл үзүүлдэг (Fang & Moncrieff, 2001). Байгалын экосистемийг газар тариаланд шилжүүлэн ашигласнаас дэлхий даяар хөрсний органик нүүрстөрөгч тасралтгүй алдагдаж байна. Хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц багасхад, агаар мандал дахь нүүрсхүчлийн давхар исэл (CO₂), метаны хий (CH₄), -н хэмжээ тэр хэмжээгээр ихэсдэг (Lal et al., 2015). Дэлхийн хэмжээнд агаарын температур нэмэгдэх тусам хөрсний ууршилт нэмэгдэж байна (Lal, 2010).

Хүснэгт 4.13. Хөрсний ерөнхий хими, физик шинж чанар (2019)

#	Гүн	pH	CaCO ₃	C _{орг}	ЕС	Чулуу	Элс	Шавар	Эзлэхүүн жин
	cm		----- % -----		dS m ⁻¹	----- % -----			g cm ⁻³
	12	7.20	0.0	3.523	0.058	7.32	29.2	24.0	1.35
	30	6.97	0.0	1.820	0.052	2.26	16.1	29.8	1.50
OV-	50	7.82	4.4	1.186	0.177	3.26	20.4	31.3	1.55
1	60	8.37	19.3	0.513	0.240	8.80	24.8	28.3	1.55
	85	8.59	23.8	0.306	0.471	24.87	54.1	19.6	1.36
	100	8.52	17.8	0.281	0.420	62.65	45.3	18.1	

Судалгаа явуулсан газар, аргазүй. Судалгааны талбайг Богдхан уул Өвөр зайсангийн аманд (47°46'10.49"N, 106°53'05.81"E) д.т.д 1526 метрийн өндөрт байралдаг суурин судалгааны станцын талбайг сонгож 2019 оны 8 сарын 9-13 хооронд хөрсний гадаргаас агаарт ялгарах нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂) -ийн хэмжилт хийсэн. Судалгааны талбай орчим алаг өвс үетэнт ургамалшил дор тогтворжсон *Нугархаг Хархүрэн* хөрс тархсан. *Нугархаг Хархүрэн* хөрс нь үржил шимт үе давхарга нь зузаан, ялзмагийн агууламж ихтэй, чулуу багатай, карбонатгүй, ургамлын үндэс дээд үе давхаргад маш шигүү зэрэг онцлог шинж чанартай.

Хөрсний гадаргаас ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийг хэмжих:



Зураг 4.16. Хэмжилт эхлэхийн өмнө PVC хуванцар хоолойг хөрсөнд суулгаж бэлдэх

Хэмжилт эхлэхээс өмнө 24-48 цагийн өмнө судалгааны талбайд 20 см диаметртэй буюу 314 см² буюу 0.0314 м² талбайтай PVC цилиндр хоолойг 5 ширхгийг хөрсний гадаргаас 5 см гүнд байрлуулж доторх ургамлын үндэсийг түүнэ. Битүүмжилж бэлдсэн тагийг өмнө өдөр буюу 24-48 цагийн өмнө бэлтгэсэн PVC хоолойтой холбож бэхэлнэ. Сайтар Битүүмжилсэн хуванцар хоолойг (chamber) CO₂ анализатортой холбоно. Битүүмжилсэн хуванцар хоолой доторх температур, агаарын температурыг хэмжинэ. Битүүмжилсэн хуванцар хоолой дахь нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн агууламжийг хэмжинэ. Хэмжилтийг бид янз бүрийн температурт 1 минутын давтамжтай хийсэн. Хэмжилт ойролцоогоор 10 минут үргэлжилнэ. Хэмжилт дуусаад дараагийн цэгрүү шилжинэ. Хөрсний нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн агууламжийг тооцоходоо шугаман регрессийн аргыг ашигласан (Jacinthe et al., 2002).

$$F = k \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta c}{\Delta t} \cdot h, \quad (24)$$

F-Хөрсний гадаргын CO₂ (ppm), *k*-флюксын коэффициент, Δc -хуванцар хоолой доторх CO₂-ийн агууламжийн зөрүү, Δt -хэмжилтийн хугацаа (мин), *h*-хуванцар хоолойн өндөр (см)

Флюксын коэффициентээр зассан агаарын даралт, агаарын температур.

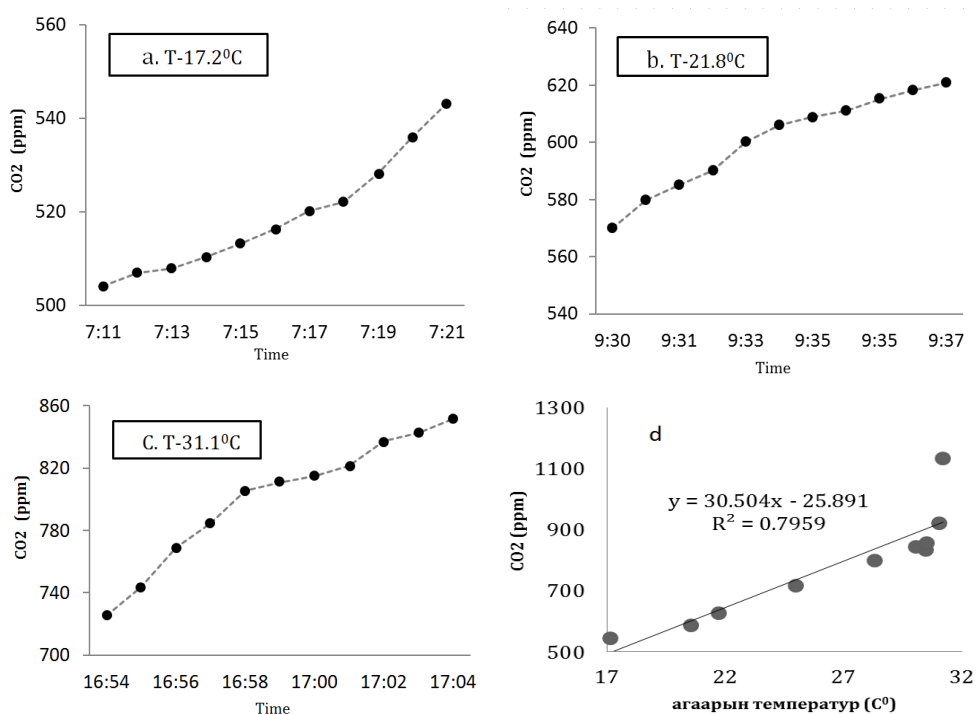
$$k = \left(\frac{P_c}{P_s} \right) \left[\frac{273.16}{(273.16 + T_c)} \right] \quad (25)$$

K - Флюксын коэффициент, *P_c*- chamber доторх агаарын даралт (КПа), *P_s*- тогтмол барометрийн даралт (1013.25 КПа), *T_c*-chamber доторх температур (0C)



Зураг 4.17. Хөрсний гадаргаас ялгарч байгаа CO₂ хэмжилт а)-20 см диаметртэй PVC хоолой б)-битүүмжилсэн chamber с)- Los Gatos Research (LGR) буюу Ultra-portable Gas Analyzer

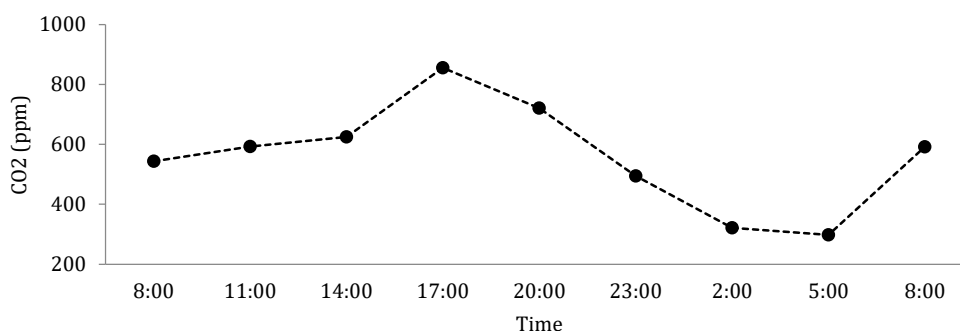
Үр дүн. 2019 оны 8 сарын 9-13 хооронд хөрсний гадаргаас агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн хийг Los Gatos Research (LGR) буюу Ultra-portable Gas Analyzer автомат багаж ашиглан хэмжсэн. Хэмжилтийг янз бүрийн температур, цаг хугацаа, орон зайд хийсэн. Хөрснөөс агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂) агаарын температураас шууд хамааралтай байна. Хөрсний гадаргаас агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн хэмжээ 8 сарын дунд үед хамгийн их утгандаа хүрч 1265 ppm ялгарсан (Zhaofu et al., 2005).



Зураг 4.18. Агаарын янз бүрийн температурт хөрсний гадаргаас агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн дүн (a, b, c), Агаарын температур хөрснөөс агаарт ялгарч байгаа CO₂-ийн хамаарал (d).

Агаарын температур 17.2°C байхад 10 минутын хугацаанд 543.29 ppm, 21.8°C-д 625.08 ppm, агаарын температур хамгийн их утга буюу 31.05°C-д хүрэхэд 851.5 ppm нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн хий хөрснөөс агаарт ялгарч байна (Зураг

4.18. а, b, c). Хөрснөөс агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂) агаарын температуртай ($r^2=0.795$) буюу хүчтэй эерэг хамааралтай байна (Зураг 4.18. d).

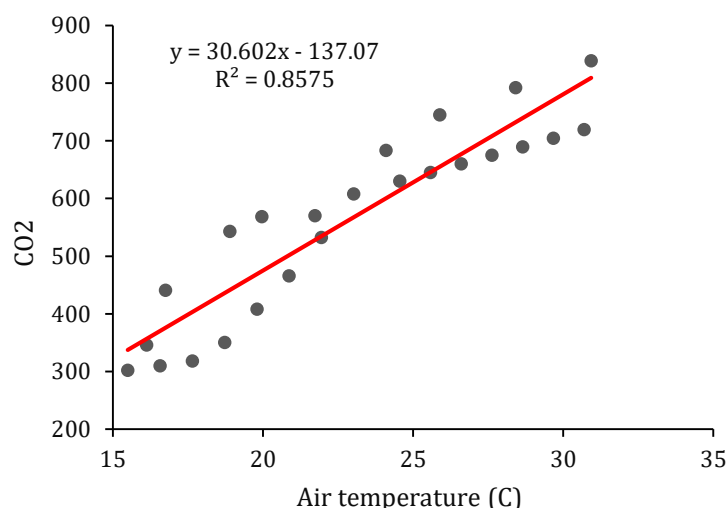


Зураг 4.19. Хөрсний гадаргаас ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн (CO₂)-ийн 24 цагийн хэмжилт

Өглөөний 5:00 цагийн үед агаарын температур хамгийн бага 8.4°C-д хүрэхэд хөрснөөс агаарт ялгарч байгаа нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-ийн хэмжээ хамгийн бага 302.3 ppm, оройн 17:00 цагийн үед агаарын температур хамгийн их 31.5°C үед 839 ppm ялгарч байна. 24 цагийн хэмжилтээс харахад агаарын температураасаа хамаараад нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂) 302.3-839.0 ppm хооронд хэлбэлзэж байна. Хөрснөөс нүүрстөрөгч ялгарах нь ургамлын үлдэгдэл, уур амьсгалын нөхцөлөөс гадна хөрсний хэв шинж ихээхэн хамаардаг (Lal, 2010).

Хүснэгт 4.14. Хөрсний гадаргаас ялгарах нүүрстөрөгчийн давхар исэлийн (CO₂), агаарын температурын стандарт утга.

	Max	Min	Mean	SD	SE	CV (%)	Median
Air T	30.9	15.5	22.9	4.8	1.0	21.0	22.5
CO ₂ flux	839.0	302.3	564.5	158.9	33.1	28.1	588.9



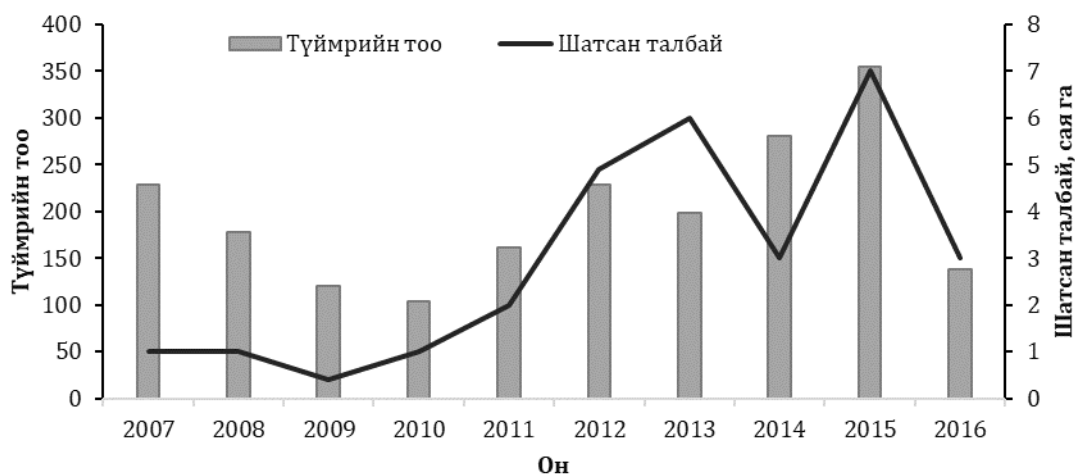
Зураг 4.20. Хөрсний гадаргаас ялгарч байгаа нүүрстөрөгч давхар исэл (CO₂) болон агаарын температурын хамаарал

Бидний судалгаа хийсэн талбайн хөрс Нугахаг хархүрэн хөрс 0-50 см гүнд сул шүлтлэг, 50-100 см гүнд шүлтлэг урвалын орчинтой, 0-30 см гүнд карбонатгүй, 50 см-аас доош карбонатын агууламж аажимаар нэмэгдсэн, органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-50 см гүнд 1.18-3.52%, 60-100 см гүнд 0.28-0.513%, давсжилтгүй, хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, эзлэхүүн жин 0-30 см гүнд 1.35-1.50 г/см³, 50 см-аас доош 1.36-1.55 г/см³.

Хөрснөөс агаарт ялгарах нүүрстөрөгчийн судалгааг Богдхан уул, Өвөр зайсангийн аманд Нугархаг хархүрэн хөрс тархсан газар тодорхойлсон. Нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂)-н хэмжээг агаарын температурын өөр өөр нөхцөл, янз бүрийн цаг хугацаанд 0.0314 м² талбайгаас ялгарах 5 цэгийн хэмжээг дундажилж тооцлоо. 10 минутын хугацаанд 0.0314 м² талбайгаас ялгарах хэмжээ дунджаар 560.5 ppm, хамгийн бага утга үүрийн 5-6 цагийн хооронд 320.9 ppm, хамгийн их утга оройн 16-17 цагийн хооронд 856.9 ppm байна. Хөрснөөс агаарт ялгарч байгаа нүүрсхүчлийн давхар исэл (CO₂) агаарын температуртай ($r^2=0.795$) буюу хүчтэй эерэг хамааралтай байна.

4.8. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтөд түймрийн нөлөө

Хяналтгүйгээр ой болон хээрийн бүсэд шатамхай ургамлаар дамжин гал тархахыг ой, хээрийн түймэр гэнэ. Газрын гадаргуугын ургамал, ургамлын үндэс, хагдарсан өвс болон хөрсний органик үе давхаргын органик материал галд шатах (Graham et al., 2004) ба түймрийн тархалт нь шатах материалын онцлог, чийгийн агууламж, цаг уурын нөхцөл зэргээс шалтгаална (DellaSala & Hanson, 2015). Түймэр нь экосистемд шим тэжээлийн бодисын эргэлтээр дамжуулан дэлхийн экосистемийн олон түвшинд нөлөөлдөг (Smith, 1983) ба хий болон аэрозолуудыг агаар мандалд ялгаруулна (Wiedinumer et al., 2006). Хүрээлэн буй орчны, түүний дотор бүс нутгийн уур амьсгалын өөрчлөлтийг нэмэгдүүлж буй хамгийн том хүчин зүйл нь түймэр (Westerling et al., 2007). Жил бүр түймрийн нөлөөгөөр 2-4 Pg (1Pg=10¹⁵ гр) нүүрстөрөгч агаар мандалд ялгарч, дэлхийн нүүрстөрөгчийн эргэлтэд орно (van der Werf et al., 2006). Хөрсний нүүрстөрөгчийн агууламжид үзүүлэх түймрийн нөлөө зөвхөн түймрийн үед илрээд дуусахгүй, түймрийн дараа ч нөлөөлсөөр байдаг (Fernández et al., 1999). Дэлхийн олон оронд газар ашиглалтыг нэмэгдүүлэх, доройтсон бэлчээрийг сайжруулах зорилгоор жил бүр хэдэн мянган га талбай шатааж, ингэж шатаасан хөрснөөс ялгарч буй нүүрстөрөгчийн агууламж шатаагүй хөрснийхөөс 30-34%-иар их байна (Khatab Abdalla, 2016). Дунд ба их зэрэглэлтэй түймрийн дараа хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 10-60%-иар, органик нүүрстөрөгчийн нөөц 5-40%-иар буурчээ (Xiao yang Cui et al., 2014).

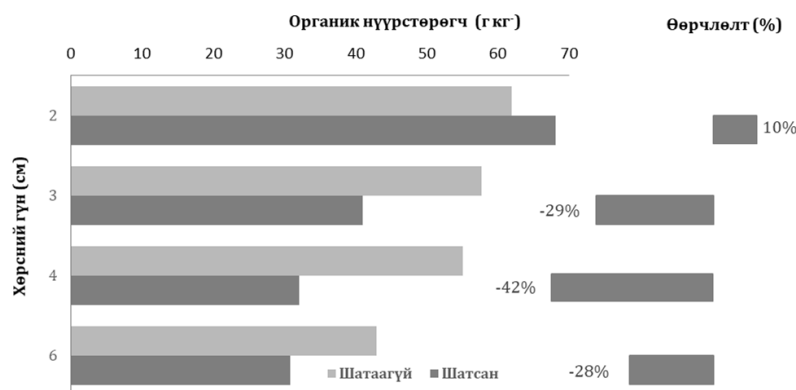


Зураг 4. 21. 2007-2016 оны хооронд улсын хэмжээнд гарсан ой, хээрийн түймрийн тоо, түймэрт шатсан талбай

Монгол орны хувьд хуурайшилт ихтэй хавар, намрын улиралд түймрийн гаралт их, түймрийн улмаас жил бүр маш их хэмжээний талбай шатдаг. 2007-2016 оны хооронд улсын хэмжээнд гарсан ой, хээрийн түймрийн тоо дунджаар жилд 192 удаа байв (Гамшиг судлалын хүрээлэн, 2017). Монгол орны зүүн, зүүн хойд нутгийн ой, өвслөг хээрт түймрийн гаралт ихтэй бөгөөд 2000-2015 оны хооронд 204649 км² талбай түймэрт шатжээ (Болдбаяр, 2017). Манай оронд бүртгэгдсэн ой, хээрийн түймрийн 90 гаруй хувь нь хүний санамсар, болгоомжгүй үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй байдаг. Манай улс 1996 онд “Ой хээрийн түймрээс хамгаалах тухай”, 2012 онд “Ойн тухай” хуулийг тус тус батлаж, түймрээс урьдчилан сэргийлэх, тэмцэх, зохион байгуулалтын ажлыг зохицуулж байна.

Ойн түймэр. Хэнтий аймгийн Дадал сумын нутаг Шувуут уулын урд хөндийд, 2015 оны ойн түймэрт шатсан талбайг сонгож 2018 онд хээрийн судалгаа хийсэн. Хөндийн баруун урд ба баруун хойд талын 1300-1400 метр өндөртэй уулсаар шинэс, хусан ойтой. Н189 зүсэлт түймэрт шатсан талбай, дээж авсан цэгийн солбицол: уртраг (X) 111.35881, өргөрөг (Y) 48.92562, өндөршил д.т.д 1053 метр, налуу 1°, алаг өвс үетэн, ургамал бүрхэц 80-90%. Хялгана, сөв өвс, далантүрүү, мангир. Н1810 зүсэлт түймэрт өртөөгүй талбай, дээж авсан цэгийн солбицол: уртраг (X) 111.42009, өргөрөг (Y) 48.95076, өндөршил д.т.д 1055 метр, налуу 1°, алаг өвс үетэн, ургамал бүрхэвч 80-85%, хялгана, сөд өвс, далантүрүү, мангир.

Хээрийн судалгаагаар түймрийн ул мөр шатсан талбайн хөрсний 0-4 см-ийн гүнд тод, 4-6 см-ийн гүнд маш бүдэг байв. Иймээс бид шатсан болон шатаагүй талбайн хөрсний 2, 3, 4, 6 см-ийн гүнээс дээж авч органикийн агууламжийг тодорхойлж үзэхэд шатсан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 2 см-ийн гүнд 10%-иар нэмэгдсэн бол 3 см-ийн гүнд 29%-иар, 4 см-ийн гүнд 42%-иар, 6 см-ийн гүнд 28%-иар тус тус буурсан.



Зураг 4.22 Түймрийн нөлөөгөөр ойт хээрийн бүсийн Зузаан Харшороон хөрсний өнгөн хэсгийн органик нүүрстөрөгчийн агууламжид гарсан өөрчлөлт

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд ойн түймрийн нөлөөгөөр ойт хээрийн бүсийн Зузаан Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-10 см гүнд 11.7%-иар буурсан бол доод үе давхаргын органик нүүрстөрөгчийн агууламж өөрчлөлтгүй байна. Түймэр газрын газаргуугын ургамал ба ургамлын үндэс, хагдарсан органик материал, хөрсний органик үе давхаргын органик материалаар тэжээгддэг (Doninick & Chad, 2015) учраас түймэрт хөрсний өнгөн хэсгийн органик илүүтэй өртсөн.

Хүснэгт 4.15. Түймрийн улмаас ойт хээрийн бүсийн Зузаан Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжид гарсан өөрчлөлт

Гүн см	Органик нүүрстөрөгч (г кг ⁻¹)		Өөрчлөлт %
	Шатаагүй хөрс	Шатсан хөрс	
0-10	23.729	20.950	-11.7
10-40	15.913	15.914	0.0
40-60	10.405	10.403	0.0
70-80	5.082	5.082	0.0

Түймэрт шатсан болон шатаагүй хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг 0-10, 0-30, 0-60 ба 0-100 см зузаан хөрсөнд тооцож үзэхэд гал түймрийн улмаас ойт хээрийн Зузаан Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 26.3%, 12.9%, 8.3%, 6.6%-иар тус тус буурсан байв.

Хүснэгт 4.16. Түймрийн улмаас ойт хээрийн Зузаан Харшороон ХОНН-д гарсан өөрчлөлт

Зузаан см	Органик нүүрстөрөгч (г га ⁻¹)		Өөрчлөлт %
	Шатаагүй хөрс	Шатсан хөрс	
0-10	27.5	20.3	-26.3
0-30	64.5	56.1	-12.9
0-60	109.7	100.6	-8.3
0-100	127.3	119.0	-6.6

Хээрийн түймэр. Дорнод аймгийн Матад сум, газрын тосны Тосон-Уул ХИХ-р талбайн ашиглалт хамаарах талбайд байрлана. Уур амьсгалын мужлалаар хуурай

сэрүүвтэр зун, хахирдуу өвөлтэй. Жилийн нийлбэр хур тунадас 250-300 мм, 1 дүгээр сарын агаарын харьцангуй чийгшлийн дундаж 55-65% бол 7 дугаар сарын дундаж 40-50%. Нийлбэр ууршилт 200-250 мм. Түймрийн аюулын 1-р зэргийн эрсдэлтэй нутаг (Монгол орны ой, хээрийн түймрийн аюулын зэргийн зураг). Ургамал-газарзүй мужлалаар Евроазийн хээрийн их мужийн Матад-Тамсагийн тойрог, хялганат хээр, хялгана-таанат хээрийн ургамалжилттай. Хөрс газарзүйн мужлалаар хотгорын бүсчлэлийн Хангайн их мужийн хотгорын бүсшилтэй нутгийн Монголын дорнод мужийн Мэнэн-Матадын 19-р тойрогт хамрагдана (Доржготов, 2009). Хөрс усаар эвдрэх эрсдэлгүй, хөрс салхинд эвдрэх эрсдэл нэн ихтэй нутаг.

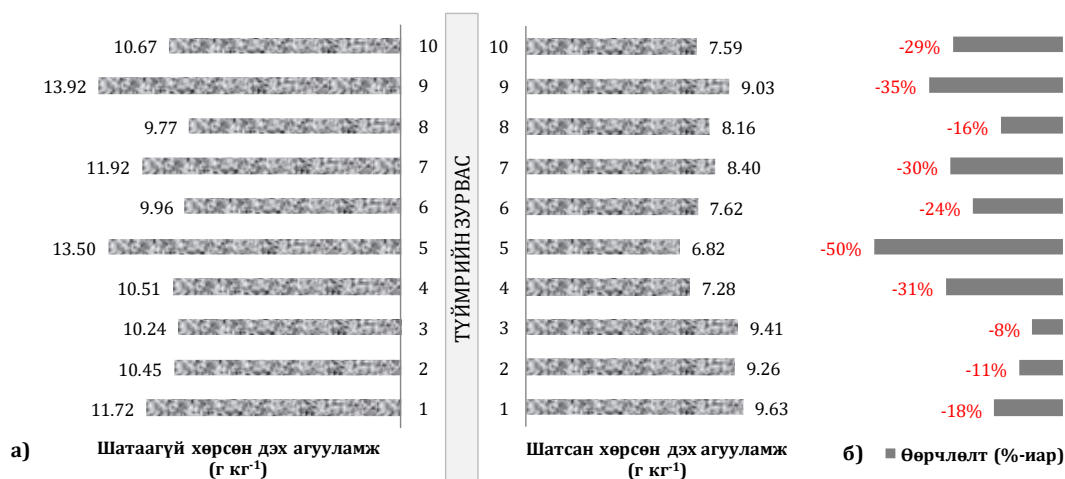
2016 оны 7-р сарын 2-ны өдөр түймэрт шатсан талбайд түймрийн шаталтын зэрэглэл тогтооход дундаас дээш буюу түймрийн нөлөөгөөр гадаргын бүх ургамал, органик материал бүрэн шатсан, мөн хөрсний ширэгт үе давхаргын өнгөн хэсгийн (0.5-1 см зузаан) органик шатаснаар сул элсэн хучаас үүссэн байв. Судалгааны талбайд Карбонатлаг Хүрэн хөрс тархсан. Ялзмагт үеийн зузаан 35 см, карбонатын илрэх гүн 35 см, чулуугүй, 0-20 см-ийн гүнд чийгтэй, доод үе давхарга хуурай, 40 см-ээс доош нягт. Өнгөн хөрс нь саармаг урвалын орчинтой (рН 7.46), элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй (элс 62.1%, тоос 28.1%, шавар 9.6%). Дээж авсан цэгийн солбицол: Т1 буюу шатсан талбай N46°55'15.058" E116°20'11.391", А1 буюу шатаагүй талбай N46°55'15.964" E116°20'11.112", үнэмлэхүй өндөр 725 метр.

Түймэрт өртөөгүй талбайгаас авсан өнгөн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 9.77 г кг-1-аас 13.92 г кг-1-ийн хооронд хэлбэлзэж дундаж нь 11.27 г кг-1, стандарт хазайлт 1.46 г кг-1 байна. Харин түймэрт шатсан талбайн өнгөн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 6.82 г кг-1-аас 9.63 г кг-1-ийн хооронд хэлбэлзэж дундаж нь 8.32 г кг-1, стандарт хазайлт 0.98 г кг-1 буюу шатаагүй хөрснийхөөс бага байгаа нь түймрийн нөлөөгөөр өнгөн хөрсний органик шатаснаар (Т) шугамын дагуу дээж авсан 10 цэгийн органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн ялгаатай байдал буурсан ($P < 0.05$).

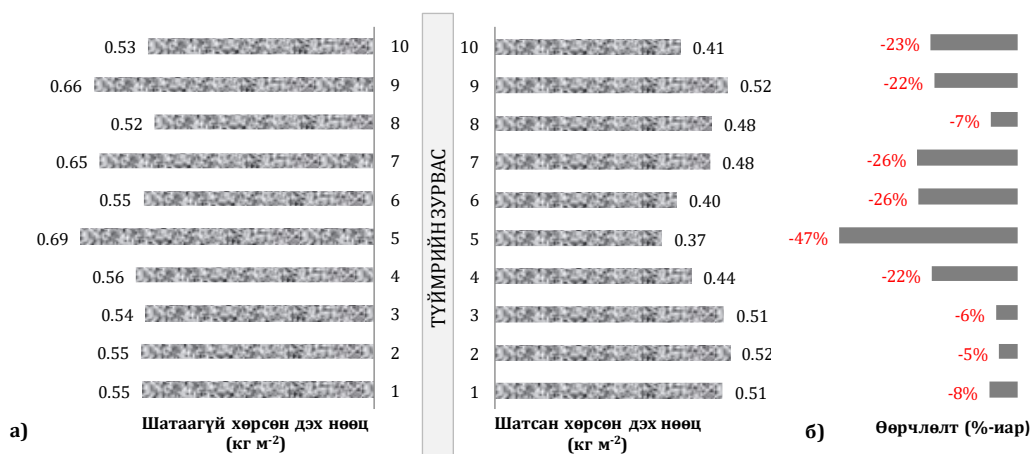
Хүснэгт 4.17. Хээрийн түймэрт шатсан ба шатаагүй Карбонатлаг Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж, г кг⁻¹

Хөрс	Дундаж	Хамгийн их	Хамгийн бага	Стандарт хазайлт	Медиан
Шатсан (n=10)	8.32	9.63	6.82	0.98	8.28
Шатаагүй (n=10)	11.27	13.92	9.77	1.46	10.59

Түймэрт шатсан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж болон органик нүүрстөрөгчийн нөөц зэргэлдээх шатаагүй хөрснийхөөс багассан ($P < 0.005$) болохыг судалгааны үр дүн харуулав.



Зураг 4.23. а) Шатсан болон шатаагүй хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж (г кг⁻¹), б) түймрийн нөлөөгөөр хөрснөөс алдарсан органик нүүрстөрөгчийн агууламж (%-иар)



Зураг 4.24. а) Шатсан болон шатаагүй хөрсний ХОНН (кг м⁻²), б) Түймрийн нөлөөгөөр өнгөн хөрснөөс алдарсан органик нүүрстөрөгчийн нөөц (%-иар)

Өнгөн хөрсний органик материал түймэрт шатсанаар хөрсний эзлэхүүн жин ойролцоогоор 0.10 г см⁻³-аар нэмэгдсэн. Шатаагүй хөрсний эзлэхүүн жин дунджаар 1.29 г см⁻³ (хамгийн бага нь 1.17 г см⁻³, хамгийн их нь 1.37 г см⁻³) бол шатсан хөрсний эзлэхүүн жин дунджаар 1.39 г см⁻³ (хамгийн бага нь 1.31 г см⁻³, хамгийн их нь 1.49 г см⁻³) байна. Хээрийн түймрийн нөлөөгөөр 0-4 см-ийн гүн дэх хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 8-50%-иар багассан ба тэдгээрийн дундаж нь 25% байна. Харин түймэрт шатсан хөрсний 0-4 см-ийн гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц 5-47%-иар багассан бөгөөд тэдгээрийн дундаж нь 19%. Түймэрт өнгөн хөрсний органик шатаж, дээж авсан 0-4 см-ийн гүний эзлэхүүн жин нэмэгдсэн учраас органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлт нь агууламжийн өөрчлөлтөөс харьцангуй бага байв.

Монгол орны хээр, ойт хээрийн бүс нутгаар ойт хээрийн түймрийн гаралт ихтэй байдаг ч түймэрт шатсан хөрсний шинж чанар, хөрсний органик нүүрстөрөгчийн

нөөц, түүний өөрчлөлтийг судалсан үр дүн хомс. Судалгаанд ойт хээрийн бүсийг төлөөлүүлэн Хэнтий аймгийн Дадал сум, хээрийн бүсийг төлөөлүүлэн Дорнод аймгийн матад сумыг сонгосон. Судалгаагаар гал түймэрт хөрсний өнгөн хэсгийн органик илүүтэй өртсөн бол доод үе давхаргад өөрчлөлт илрээгүй. Ойн түймэрт шатсан *Зузаан Харшороон* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-2 см гүнд 10%-иар нэмэгдсэн бол 2-6 см гүнд 33%-иар буурсан. Харин хээрийн түймэрт шатсан *Карбонатлаг Хүрэн* хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-4 см гүнд 25%-иар алдарсан байна. Гал түймрийн нөлөөгөөр хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн алдрал ойт хээрийн бүсийн *Зузаан Харшороон* хөрсний өнгөн хэсэгт (0-10 см) 26.3%, хээрийн бүсийн *Карбонатлаг Хүрэн* хөрсний өнгөн хэсэгт (0-4 см) 19.1% байв.

4.9. Автозамын эвдрэл ба хөрсний органик нүүрстөрөгч

Монгол оронд 1990-д оноос авто тээврийн хэрэгслийн тоо огцом өссөн боловч хатуу хучилттай автозам энэ өсөлттэй харьцуулахад хангалттай хүртээмжтэйгээр нэмэгдээгүй. Статистикийн мэдээллийн нэгдсэн сангийн мэдээнээс үзэхэд 1987 оноос 2017 оны хооронд авто тээврийн хэрэгслийн тоо 36.674-с 536.399 болж 15 дахин нэмэгдсэн. Нэгдсэн статистикийн сангаас сайжруулсан замуудын (хучсан, сайжруулсан, хайрган) мэдээллийг харах боломжтой боловч шороон авто замын урт болон хамрах талбайн мэдээлэл ховор байна. 2010 онд 45000 км шороон замтай гэсэн тооцоо гарч байжээ (Онон, 2010). Хатуу хучилттай авто зам бага байдгаас гадна хөдөө талд автомашины хөдөлгөөн болон хурдыг хорьсон хязгаарлалт, хяналт байдаггүй. Мөн нэг замыг удаан ашигласнаас болж хонхор нүх, атираа үүсэн ашиглах боломжгүй болдог. Хонхор нүх, атираа үүсэх энэ үйл явц хур тунадас, цас хайлах, цэвдгийн гэсэлтээс шалтгаалан хурдасдаг. Эдгээрийн үр дүнд параллель шинэ замууд үүсдэг байна (Keshkamat et al., 2011).

Замгүй газраар автомашинаар явахад хүрээлэн буй орчинд үүсэх нөлөөлөл сайн судлагдсан (Webb & Wilshire 1983) ба тэдний нэг нь хөрсний салхи болон усаар элэгдэх явц хурдсах юм. Шороон автозам дээр үүсэх хөрсний элэгдлийн эрчим 2 хүчин зүйлээс шалтгаалдаг. Эхнийх нь хөрс нягтарснаар нэвчилт нь багасан усаар элэгдэх эрчим нэмэгддэг, Хоёр дох нь авто тээврийн хэрэгсэл газрын гадаргын ургамлан бүрхэвчийг сүйтгэснээр элэгдэлд илүү өртөмтгий болгодог (Hinkley et al., 1983). Хөрсний элэгдлийн үйл явц нь 4 үе шаттай бөгөөд хөрсний органик нүүрстөрөгч эдгээр бүх шатанд нөлөөлөлд өртөж байдаг. Элэгдэх үйл явцаар хөрсний 1.8 мг м^{-3} –с бага нягттай хөнгөн органик фракцууд зөөгддөг (Lal, 2003). Элэгдлийн хурдас дах органикийн агууламж амархан эрдэсжиж органик нүүрстөрөгчийнх нь 20-30% нь агаарт шингэдэг байх магадлалтай (Jacinthe & Lal, 2001). Тийм учраас элэгдсэн газрын нүүрстөрөгчийн агууламж элэгдээгүй

газрынхаас их байдаг ба элэгдлийн хурдасд эрдэсжилт нь эх хөрснөөс их байдаг (Lal, 2003).

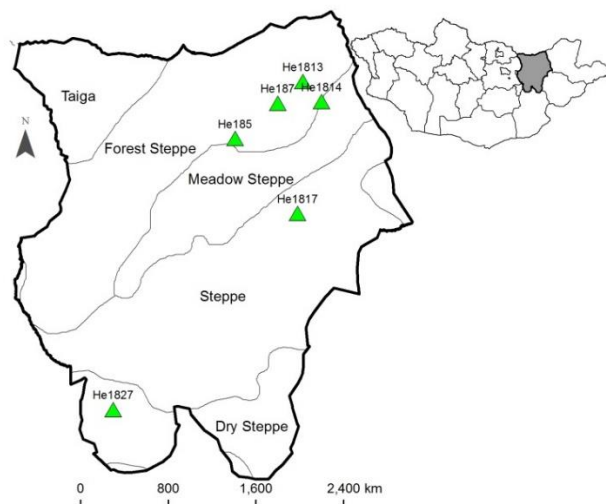
Монгол оронд байгаа 360 гаруй төв сууринууд ихэнх нь шороон автозамаар холбогдсон бөгөөд суурин газар ойртох тусам шороон замын тоо болон өргөн нэмэгддэг. Өөрөөр хэлбэл бага талбайд олон замтай газар буюу төв суурин газруудад нөлөөлөл их байдаг (Sanderson et al., 2002). Жишээлбэл, Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын төвийн ойролцоо шороон замын нягтрал нь 1 км^2 -т 4.61 км болсон байна (Батхишиг ба бусад., 2017).

Өмнө нь хэд хэдэн шороон автозамын нөлөөллийн тухай судалгаа Монгол оронд хийгдэж байсан. Жишээлбэл: Бямбаа болон Мураяма (2012) нар ургамлан бүрхэвч, хөрсний хими физик шинж, гадаргын хэлбэр зэргийг 4 өөр зам (1- одоо ашиглаж байгаа, 2- нөхөн сэргээгдсэн, 3-нөхөн сэргэж байгаа, 4-замаар эвдрээгүй хөрс) дээр судлан харьцуулсан байна. Тэдний судалгаагаар хөрсний хими шинж чанарууд (оганикийн агууламж, рН) физик шинж чанаруудаасаа (эзлэхүүн жин, чийг, нэвчилт) удаан хугацаанд нөхөн сэргээгддэг болох нь ажиглагдсан байна. Харин ашиглалтаас гарсан шороон замын ургамлан бүрхэвчийн нөхөн сэргэлт нь шим муутай төрөл зүйлээр эхэлж тэдгээр эргэн тойрны ургамлыг түрж ургах байдлаар нөлөөлдөг байна (Toshiko et al., 2013; Shen et al., 2016). 2017 онд Даваадорж Өмнөговь аймагт авто машиныг эвдрээгүй хөрсөн дээр олон дахин явуулах туршилт хийн хөрсний чанарыг харьцуулж судалсан. Нийт 50 удаагийн давталтын дараа өнгөн хөрснөөс 300 т га^{-1} элэгдсэн үр дүн гарчээ.

Шороон авто зам нь ургамлын бүрхэвчгүй учраас салхиар үүсдэг тоосны эх үүсвэр болдог (Gillette & Adams, 1983; Goossens and Buck, 2009) ба Монголын хээр тал Азийн шороон шуурганы гол эх үүсвэрүүдийн нэг гэж тооцогддог (Zhang et al., 2008; Shinoda et al., 2011). Салхиар хийссэн тоос зарим тохиолдолд хол зайд зөөгддөг ба салхины доор байрлах Солонгос, Тайван, Япон зэрэг оронд хүрдэг байна (Kwon et al., 2002; Yang et al., 2005; Hashizume et al., 2010).

Тийм учраас шороон авто зам болон түүний нөлөөллийг олон талаас нь судлах зайлшгүй шаардлагатай. Энэ судалгааны гол зорилго нь шороон авто зам үүссэнээр хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж хэрхэн өөрчлөгддөгийг тодорхойлох юм. Хэнтий аймгийг жишээ болгон сонгон зонхилох байгалийн бүсүүдээр нь тодорхойлсон.

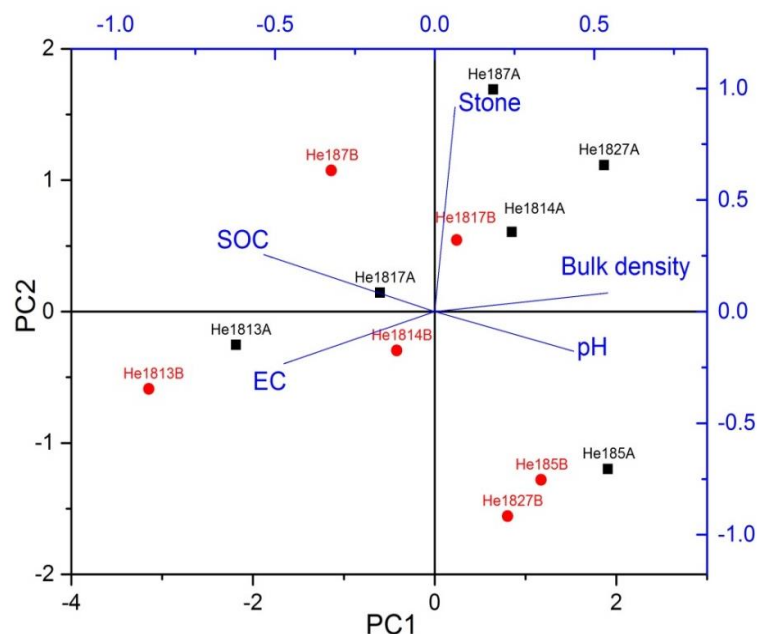
Аргазүй. Судалгаа хийсэн Хэнтий аймаг нь 80 км^2 талбайг хамардаг ба гадаргын өндөр нь далайн түвшнээс дээш 1680-2800 м хооронд байдаг. *Харшороон* болон *Хархүрэн* хөрс голлон тархсан ба зундаа чийглэг өвөлдөө хүйтэн уур амьсгалтай, жилийн дундаж хур тунадас нь 200-500 мм байна (Үндэсний атлас, 2009). 2018 онд Хэнтий аймагт нийт 3758 тээврийн хэрэгсэл тээврийн үзлэгт хамрагдсан байна.



Зураг 4.25. Хэнтий аймаг, Байгалийн бүс бүслүүр (Даш, 2005), дээж авсан цэгийн байрлал
Зонхилох байгалийн бүсүүдээс 6 цэгийг (Нугат хээр - He1814, Хээр – He1817, Хуурай хээр – He1827, Ойт хээр – He185, He187, He1813) сонгон 2018 оны 8 сард хээрийн судалгаа хийсэн. Цэг болгоноос шороон авто зам дээрээс, замын хажуугийн эвдрээгүй газраас гэсэн 2 дээж аван харьцуулсан. Нийт 12 дээжийг 10 см өндөртэй төмөр цилиндрээр хоёр давталттайгаар авсан. Лабораторийн шинжилгээг Газарзүй Геоэкологийн Хөрсний лабораторид хийсэн. Хөрсний органикийн агууламжийг Walkley-Black аргаар тодорхойлсон ба хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг Van Bemmelen-ний тогтмол 1.724-г ашиглаж тооцоолсон.

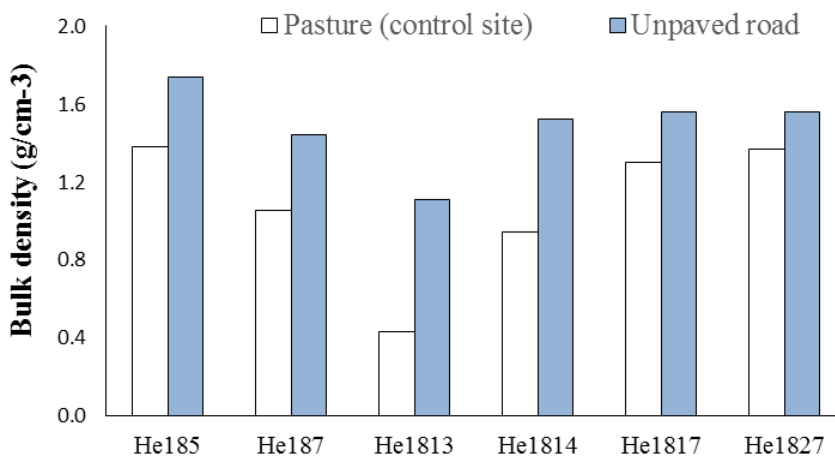
Үр дүн. Зураг 4.26-т хөрсний хими болон физик шинж чанарууд хоорондын корреляцын матрикс дээр хийгдсэн гол компонентийн шинжилгээ (PCA)-г харууллаа. Энэхүү графикаас хөрсний шинж чанар бүрийн өөрчлөлтийг бүх дээжинд харах боломжтой.

Шороон замын эзлэхүүн жин хяналтын талбайгаас бүх цэгт их байна. Мөн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж He1813-с бусад бүх цэгт хяналтын талбайд их байна. ЕС (electrical conductivity) утга He1814 болон He1817 цэгүүдэд шороон авто зам дээр нэмэгдсэн байна. Харин pH утгад ямар нэгэн онцгой өөрчлөлт байхгүй байна (Зураг 4.26).



Зураг 4.26. Гол компонентийн анализ (PCA) • Бэлчээр (хяналтын цэг) ■ Шороон автозам

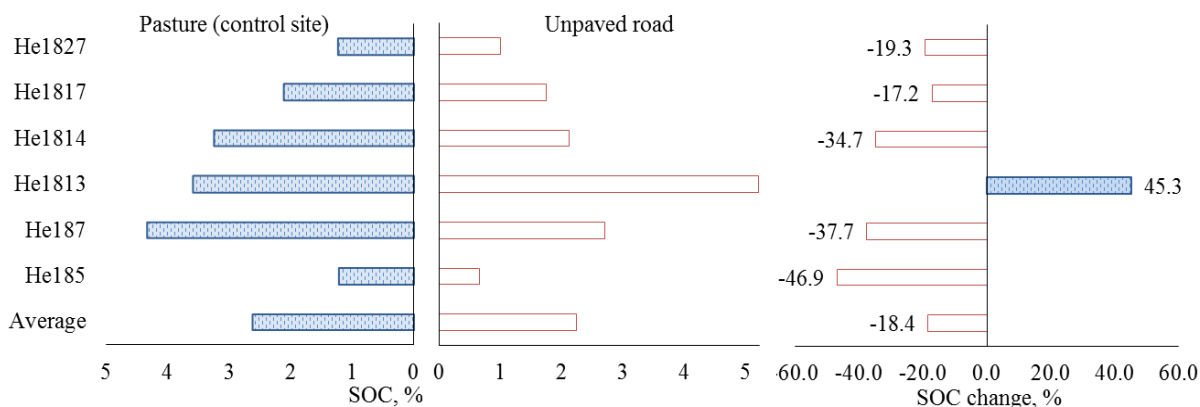
Эзлэхүүн жин. Гол компонентийн анализийн (Зураг 4.26) үр дүнгээс үзэхэд эзлэхүүн жингийн үр дүн бүх цэг дээр шороон зам дээр ихэссэн байна. Цэг тус бүрд хэрхэн өөрчлөгдсөнийг Зураг 4.27-т харууллаа.



Зураг 4.27. Эзлэхүүн жингийн өөрчлөлт

Шороон авто зам дээрх эзлэхүүн жин 1.11-1.74 г см⁻³ хооронд байна. Харин ойн цэгт шороон зам дээр (1.11 г см⁻³) болон хяналтын талбай дээр (0.43 г см⁻³) аль алинд нь хамгийн бага эзлэхүүн жинтэй байна. He185 (ойт хээр) болон He187 (ойт хээр) цэгүүд дээрх эзлэхүүн жингийн өөрчлөлт ойролцоо 0.36 г см⁻³ болон 0.39 г см⁻³-р тус тус нэмэгдсэн байна. He1817 (хээр) болон He1827 (хуурай хээр) цэгүүд дээрх өөрчлөлт адил 1.56 г см⁻³ байна. Эзлэхүүн жингийн хамгийн том өөрчлөлт ойн зам (He1813) дээр тохиолдсон ба ойролцоогоор 2.5 дахин ихэссэн байна (Зураг 4.27).

Хөрсний органик нүүрстөрөгч. Зураг 4.28-т шороон зам дээрх ХОНН-ийг хяналтын цэгтэй харьцуулан өөрчлөлтийг хувиар илэрхийлсэн графикийг харууллаа.



Зураг 4.28. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт

Шороон автозам дээр хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж дунджаар 2.2%, хяналтын цэг дээр 2.6% байна. Өөрөөр хэлбэл шороон авто зам үүссэний дараа хөрсний өнгөн 10 см хүртэлх органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн 18.4% нь алдарсан байна.

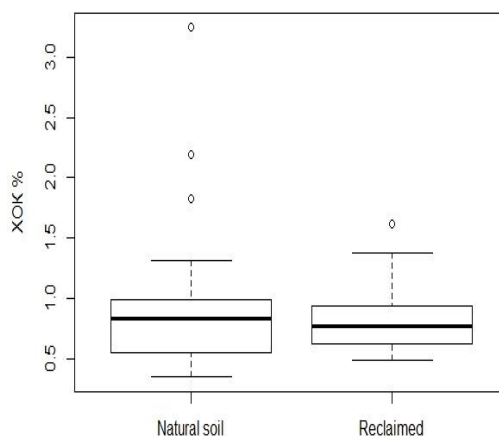
Хээр (He1817) болон хуурай хээрийн (He1827) бүсүүдэд хяналтын цэгүүд нь хамгийн бага органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай байна (2.11% болон 1.24%).

Ойт хээрийн бүсийн цэгүүдийн (He185, He187 болон He1813) органик нүүрстөрөгчийн агууламж сонирхолтой үр дүнг харуулж байна. He185 цэг дээр хяналтын талбайд бусад цэгүүдээсээ хамгийн бага органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай байсан ба мөн энэ цэг дээр хамгийн их органик нүүрстөрөгчийн алдрал (-46.6%) байна. Харин эсрэгээрээ He187 цэгийн хяналтын талбайд хамгийн өндөр өндөр органикийн агууламж байсан. Ойн замаас (He1813) авсан дээжний үр дүн бусдаасаа өөр зүй тогтлыг харуулсан. Шороон автозам дээрх органик нүүрстөрөгчийн утга хяналтын талбайнхаас 45.3% их байна (Зураг 4.28).

Дүгнэлт. Хэнтий аймгаас авсан 6 цэгийн 12 дээжний өнгөн 10 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн алдрал дунджаар 18.4% байна. Шороон авто зам дээрх энэхүү органик нүүрстөрөгчийн алдрал нь шороон автозам хөрсний элэгдлийн эрчмийг нэмдэг гэдгийг харуулж байгаа ба бусад судлаачдын үр дүнтэй нийцэж байна (Davaadorj, 2017; Бямбаа & Мураяма, 2012). Гэвч ойн цэгээс (He1813) авсан дээжинд органик нүүрстөрөгчийн агууламж шороон автозам дээр хяналтын талбайгаасаа 45.3% их байна. Үүний шалтгаан нь нягтарсан хөрсний ус тогтоон барих чадвар нэмэгддэг болон ууршилт багасдагтай холбоотой байж магадгүй (Richard et al., 2001; Sillon et al., 2003). Үүнээс гадна ойд хөрсний нарийн хөнгөн бүрэлдэхүүн хэсгийг зөөх салхи бага байдаг бас хөрсний чийгийг ууршуулах нарны гэрэл бага байдагтай холбоотой байх магадлалтай. Судалгааны үр дүнгээс харахад байгалийн бүс бүрд шороон авто замаас үүдэлтэй органикийн агууламж харилцан адилгүй байна. Бүс тус бүрийн ялгааг нарийн гаргахын тулд олон дээжид шинжилгээ хийх хэрэгтэй.

4.10. Хот суурин газрын хөрсний органик нүүрстөрөгч

Улаанбаатар хотын ногоон байгууламжийн талбайн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж $0.35 \pm 3.24\%$ -ийн хооронд хэлбэлзэж байна. Карбонатын агууламж дунджаар 1.31% байна. Ногоон байгууламжийн талбайн хөрсөнд карбонатын агууламж үе давхаргад илрэх нь хөрсний шинж чанарт сөргөөр нөлөөлдөг ба карбонат нийт хөрсний дээжний 90%-д илэрсэн. Урвалын орчин сул хүчиллэгээс шүлтлэг шинжтэй байна (рН 6.90-8.23). Урвалын орчны хувьд ногоон байгууламжийн талбай боломжийн түвшинд байна гэж болно. Хөрсний эзэлхүүн жингийн хэлбэлзэл харилцан адилгүй буюу 1.1-1.5 гр/см³ хооронд хэлбэлзэж байна. Улаанбаатар хотын эвдэрсэн хөрсний эзэлхүүн жин 1.53 гр/см³ (Оюунбат, 2013) буюу хотын ногоон байгууламжийн хөрсний дундажтай харьцуулбал өндөр хэмжээтэй. Ногоон байгууламжийн талбайн хөрсийг нөхөн сэргээсэн болон нөхөн сэргээгээгүй гэж ангилан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн түвшин харьцуулан үзэхэд байгалийн буюу нөхөн сэргээгээгүй хөрсний ОН-ийн дундаж агууламж нь өндөр байна (Зураг 4.29). Түүнчлэн байгалийн хөрстэй харьцуулбал нөхөн сэргээсэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн хэлбэлзэл, зөрүү бага.

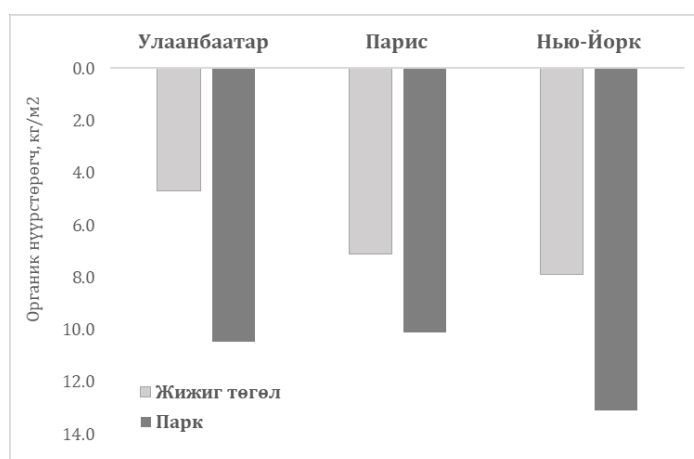


Зураг 4.29. Улаанбаатар хотын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж

Байгалийн хөрс буюу нөхөн сэргээгээгүй хөрсний ОН-ийн агууламж нөхөн сэргээсэн талбайнхаас өндөр байгаа нь нөхөн сэргээсэн талбайн хөрсний алдрал, элэгдэл эвдрэл их байгааг нотолж байна. Улаанбаатар хотын ногоон байгууламжийн талбайг нөхөн сэргээхдээ голчлон хар хүрэн болон хар шороон хөрс ашигладаг, тухайн хар шорооны ялзмагийн агууламж нь дунджаар 3% (хөрсний ОН-1.7%) -иас багагүй байдаг. Улаанбаатар хотын ногоон байгууламжийн талбайн хөрсний ОН-ийн дундаж агууламж Чойбалсан хотоос 63%-иар, Чингис хотоос 39%, Баруун урт хотын дундаж агууламжаас 28%-иар тус бүр өндөр агууламжтай байна (Ganzorig & Elbegzaaya, 2019). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж өндөр байх нь тухайн хөрсний үржил шимт чанарын голлох үзүүлэлт бөгөөд ногоон байгууламжийн талбайд тогтмол усалгаа хийх, ургамлын

үлдэгдлийг компост байдлаар гадарга дээр үлдээх нь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг нэмэгдүүлж байдаг (Brown et al., 2012) ба манай хот суурин газрын ногоон байгууламжид усалгаа хийх, ургамлын үлдэгдэлийг гадаргад нь үлдээх ажил хангалтгүй байдаг.

Улаанбаатар хотын хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц агууламж дунджаар 2.2 ± 20.2 кг/м. Нүүрстөрөгчийн агууламж тухайн хөрсний физик шинж чанараас ихээхэн хамааралтай бөгөөд Улаанбаатар хотын хөрсний нягт өндөр байгаатай уялдан хөрсний эзэлхүүн жин өндөр байгаа нь зарим тохиолдолд хөрсний ОН-ийн нөөцийг өндөр гаргах суурь шалтгаан болж байна.



Зураг 4.30. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хотуудаар

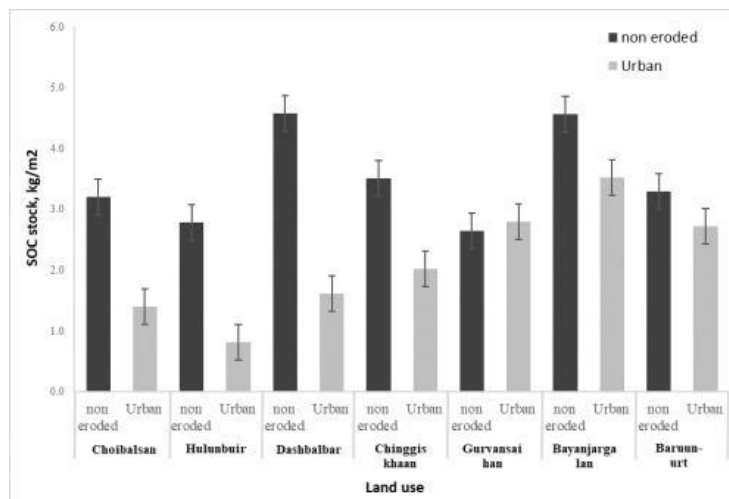
Хотын ногоон байгууламжийн хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөцийг Томоохон цэцэрлэгт хүрээлэн болон жижиг төгөлийн хэмжээнд тооцооллоо. Цэцэрлэгт хүрээлэн, паркийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц ± 10.4 кг/м². Харин жижиг төгөл, замын хажуух ногоон байгууламжийн хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц 4.68 кг/м². Улаанбаатар хотын хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөцийг Дэлхийн томоохон хотууд болон Нью Йорк болон Парис хотуудтай харьцуулан үзлээ. АНУ-ын Нью-Йорк хотын хотын ногоон байгууламжийн талбайн нүүрстөрөгчийн нөөц 7.9 ± 13.1 кг/м², Францын Парис хотын хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц 7.1 ± 10.1 кг/м² (Raciti et al., 2012). Улаанбаатар хотын хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөц, хэмжээ дэлхийн томоохон хотуудын түвшинд байна.

Улаанбаатар хотын ногоон байгууламжийн талбайн органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц. Хотын ногоон байгууламжийн талбайн хэмжээ 2018 оны байдлаар 458 га (Газар зохион байгуулалт, Геодези зурагзүйн газар, 2018) нийт талбайд агуулагдах ХОН-ийн нөөцийг 30 см-ийн гүнд тооцоолбол дунджаар 23 мян. т/га гарч байна. Нэг метр квадрат талбайд дунджаар 2.36 кг органик нүүрстөрөгчийг агуулж байна.

Зарим аймаг сумдын төвийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт. Хөрсний органик нүүрстөрөгч (ХОН)-ийн нөөцийн өөрчлөлтийн судалгааг Дорнод аймгийн Чойбалсан хот, Сүхбаатар аймгийн Баруун-урт хот, Хэнтий аймгийн Чингис хотууд

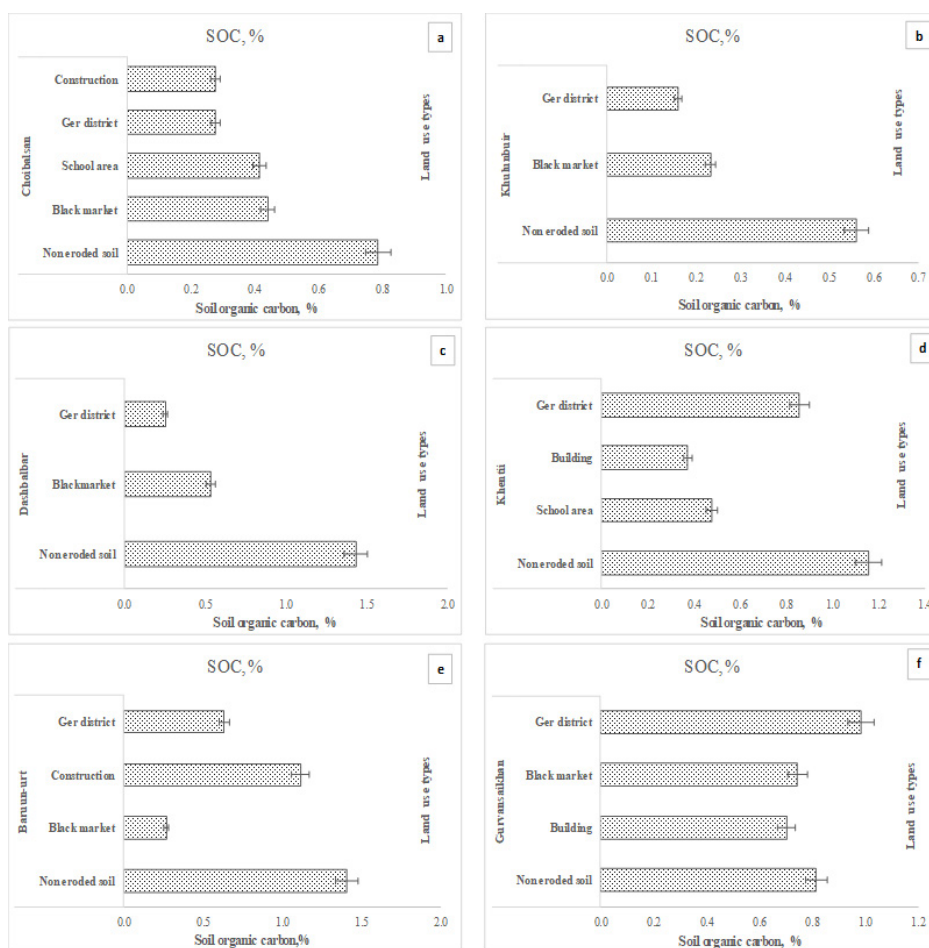
болон зарим сумдын суурьшлийн бүсийн хөрсийг ижил хэв шинжийн нөлөөлөлд өртөөгүй хөрстэй харьцуулах байдлаар ХОН-ийн өөрчлөлтийг 0-30 см-ийн зузаан хөрсөнд тооцооллоо.

Чойбалсан хотын ХОН-ийн нөөцийг байгалийн хөрстэй харьцуулбал 56% иар, Чингис хотын хөрс 42%-иар, Баруун-урт хотын хөрс 17%-иар тус тус буурсан байна (Зураг 4.31). Сумдын төвийн хувьд Дорнод аймгийн Дашбалбар болон Хөлөнбуйр сумдын төвийн ХОН-ийн өөрчлөлт 64-70% байна. Аймаг, сумдын төвийн ХОН-ийн өөрчлөлтөд нөлөөлж буй гол хүчин зүйлс нь дэд бүтцийн хөгжил болж байна.



Зураг 4.31. Аймаг, сумдын төвийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт

Аймаг, сумдын төвийн ХОН-ийн өөрчлөлтийг газар ашиглалтаар үзвэл гэр хороолол болон зах худалдааны төвийн орчны хөрсний нүүрстөрөгч буюу 13.5-75% -иар буурсан буюу алдралд орсон байна (Зураг 4.32).



Зураг 4.32. Аймаг, сумдын төвийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт газар ашиглалтаар

Хөрсний элэгдэл, эвдрэл түүнээс үүдэлтэй шим тэжээлийн бодисын алдрал дэд бүтэц (авто зам, явган хүний зам)-ийн хөгжилтэй шууд холбоотой буюу дэд бүтэц сайн хөгжсөн Баруун-урт хотын ХОН-ийн өөрчлөлт аймгийн төвүүдийн хэмжээнд хамгийн бага, харин сумдын хэмжээнд Гурвансайхан сум байна. Аймаг сумдын төвийн ХОН-ийн өөрчлөлт нь бэлчээрийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтөөс 2-5 дахин өндөр байна.

4.11. Газар тариалангийн хөрсний эвдрэл

Хөрсний органик нүүрстөрөгч нь хөдөө аж ахуйн тогтвортой байдлын хамгийн чухал үзүүлэлт юм (Carter, 2002). 1945 оноос хойш дэлхийн тариалангийн талбайн 38% нь хөрсний доройтолд орсон гэсэн тооцоо бий (Gardiner & Miller, 2004). Тариалалт эрхлээгүй хөрстэй тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийг харьцуулахад, тариалалтын хугацаанаас хамаараад хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдагдал харилцан адилгүй байсан ба 5 жилд 17%, 14 жилд 28%, 50 жилд 55%-иар буурсан байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн 55%-ийн алдагдал нь агаар мандалд хөрснөөс 380 т га⁻¹ нүүрсхүчлийн хий ялгарахтай тэнцэнэ (Liu et al, 2003). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн хэмжээ их байх нь

таримал ургамлын ургацыг нэмэгдүүлж, хөрсийг элэгдэлд тэсвэртэй болгодоороо ач холбогдолтой (Xiujun & Zhang, 2012).

Манай оронд тариалангийн хөрс нийт нутаг дэвсгэрийн 0,7%-ийг эзлэх ба Орхон-Сэлэнгийн сав газар, Дорнод Монгол, Хангай, Хөвсгөлийн уулархаг нутгийн өргөн хөндийнүүдээр тархана. Судлаачдын тогтоосноор Монгол орны тариалангийн талбайд 30 гаруй төрлийн хөрс байдгаас тариалангийн нийт талбайн 80 гаруй хувьд хөнгөн шавранцар, элсэнцэр хархүрэн, хүрэн хөрс голлодог. Газар тариалангийн үйл ажиллагааны нөлөөнд хөрс ба ялзмаг үүсэх явц, чиглэл ихээхэн өөрчлөгддөг болох нь судалгаагаар тогтоогдсон (Батбаяр,1993). Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн бууралттай холбоотойгоор ургамалд ашиглагдах шим тэжээлийн бодисын доройтолд ордог (Туул&Зандраагомбо, 2009). Манай улс 1960-аад оноос атар газар эзэмшиж эхэлсэн бөгөөд сүүлийн 50 жилд нийт тариалангийн талбай элэгдэл эвдрэлийн нөлөөгөөр 14,6-46,6%-иар ялзмагийн агууламж буурсан (Туул, 2016) бөгөөд 0-20 см гүндээ 60-70 т га⁻¹ ялзмаг бүхий талбай 35-40% буюу 21-28 т га⁻¹ -аар буурчээ (Мижиддорж, 2012). Хүрэн хөрсийг газар тариаланд жил бүр уриншлах технологи хэрэглэж, боловсруулж ирсэн нь органик нүүрстөрөгчийн задралыг эрчимжүүлэн, үржил шимийн тогтвортой байдалд сөрөг нөлөөг үзүүлж байна (Энхтуяа, 2017). “Атрын III аян” хөтөлбөрийн (2008-2010 онд) хүрээнд хийгдсэн хөрсний шинжилгээний дүнгээр нийт 579,3 мянган га талбайн дийлэнх 70,7%-ийг 2,5%-иас бага ялзмаг бүхий хөрс эзэлж байхад 3%-ийн ялзмагтай хөрс нийт талбайн дөнгөж 15,1%-ийг эзэлж байгааг тогтоосон. 2010 онд Дарханы УГТЭШХ-гээс Газар тариалан эрхэлдэг бүс нутгийн тариалангийн талбайн хөрсний агрохимийн картограммын судалгаагаар нийт 579.3 мянган га талбайг хамруулсан судалгаа явуулж, судалгааны дүнгээр сул эвдрэлтэй талбай бага, харин хүчтэй эвдрэлтэй талбай нийт судалгаанд хамрагдсан талбайн 60.6%-ийг эзэлж байна гэсэн дүн гаргасан байна (УГТЭШХ-ийн ЭШ-ний бүтээл, №29). Манай орны газар тариалангийн гол бүс нутгийн эдэлбэр газрын хөрсний шинж чанар болон үржил шимийн гол үзүүлэлт болох органик нүүрстөрөгчийн агууламж болон өөрчлөлтийг тооцоолох нь энэхүү судалгааны ажлын зорилго юм. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт нь тариалан болон таримал ургацын нөөцөд ихээхэн нөлөөлдөг гол хүчин зүйл учраас цаашид судлах нь ач холбогдолтой юм.

Төв аймгийн Сүмбэр сумын газар тариалангийн хөрс. Судалгаа явуулсан нутаг нь Хараа голд цутгадаг Загдалын гол, түүний ойр орчимд байрлалтай бөгөөд сэдэвт ажлын хүрээнд хөрсний хээрийн судалгааг 2018 оны 6-р сард явуулав. Сүмбэр сум нь Ойт хээрийн бүсэд Орхон Сэлэнгийн сав газрын Хараа голын баруун гарын цутгал болох Загдалын голын хөндийд оршдог бөгөөд газарзүйн байрлалын хувьд Монгол орны төв хэсгийн зүүн хойд хагасад байрладаг. Судалгаанд хамрагдсан тариалангийн 12 талбайгаас хөрсний дээжийг жигд тархалттайгаар авч, хөрсний органик нүүрстөрөгчийг харьцуулах үүднээс газар тариаланд ашиглаагүй

зэргэлдээх атар газраас хөрсний дээж авлаа. Хөрсний дээжийг эвдрэлд сул, дунд зэрэг, хүчтэй өртсөн байдлаас хамаарч 0-20, 20-40 см-ийн гүнээс нийт 13 зүсэлтийн 50 ширхэг хөрсний дээжийг тус бүр 2 давталттайгаар авав. Зүсэлт бүрээс эзлэхүүн жингийн дээжийг 15 см-ийн гүнд авав. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг И.В.Тюрины аргаар тодорхойлов. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг Batjes-ийн аргачлалаар, хагалгааны гүн буюу 0-20 см-т тооцлоо.

Хөрсөн бүрхэвч. Төв аймгийн Сүмбэр сумын нутаг дэвсгэр Монгол орны хөрс газарзүйн мужлалтаар хөрсний өргөрөгийн бүсшилийн Хархүрэн, хүрэн хөрсний дэд бүсийн Орхон-Шаамарын 1-р тойргийн нутагт хамрагдана. Энэ бүс нутагт *Хархүрэн, Хүрэн, Уулын Хархүрэн ба Уулын Хүрэн, Нугын Хүрэн* хөрс зонхилон тархжээ. Судалгааны ажлын хүрээнд явуулсан хээрийн судалгаагаар атрын болон тариалангийн талбайн хүрэн хөрсний үндсэн зүсэлт болон морфологи бичиглэлийг дараахи 2 зүсэлтээр төлөөлүүлэв.

Зүсэлт 18-12 (Атар). Дунд зэрэг зузаан, хөнгөн шавранцар Хүрэн хөрс. Сумын төвөөс баруун хойш, намхан уулс толгод хоорондох тэгшивтэр хөндийд энэхүү зүсэлтийг хийв. Солбицол $48^{\circ} 49' 26.5''$, N $105^{\circ} 49' 06.9''$ E. Ургамлан нөмрөгт шивээт хялгана, агь, биелэг өвс голлон ургаж, харганы бут мэр сэр тааралдана. Энэ орчмын хөрс нь газар тариаланд өргөн ашиглагддаг. Зүсэлт 18-04 (Тариалангийн талбай). Тариалангийн элсэнцэр Хүрэн хөрс. Сумын төвөөс зүүн урагш, тэгшивтэр хөндийд зүсэлтийг хийв. Солбицол $48^{\circ} 49' 40.2''$ N, $106^{\circ} 00' 54.7''$ E.

Хөрсний химийн үзүүлэлтүүдээс харахад үржил шимийн голлох үзүүлэлт болох органик нүүрстөрөгчийн агууламж атрын хөрсний 0-20 см-ийн гүнд дунджаар 3.493% байхад тариалангийн хөрсөнд дунджаар 1.477% буюу атартай харьцуулахад 2.3 дахин алдарсан байна (Хүснэгт 4.18).

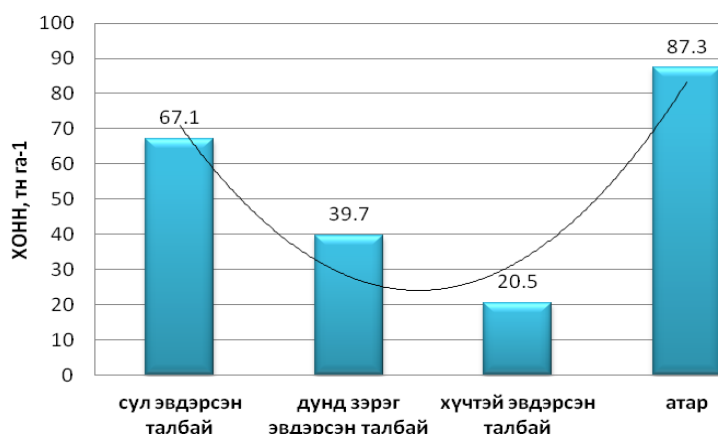
Хүснэгт 4.18. Тариалангийн Хүрэн хөрсний үржил шимийн алдрал (0-20см, 20-40см)

Үзүүлэлтүүд	pH _{H2O}	CaCO ₃ %	Органик нүүрстөрөгч. %	EC _{2.5} dS/m	P ₂ O ₅ мг/100гр	K ₂ O мг/100гр
Тариалангийн хөрс (0-20см)						
нийт дээж (n=50)	7.54	0.23	1.477	0.104	3.90	20.3
max	7.95	1.82	3.664	0.168	7.53	37.0
min	7.12	0.00	0.517	0.058	1.68	6.3
Атар (0-20см)	7.53	1.27	3.493	0.183	4.77	61.9
Тариалангийн хөрс (20-40см)						
нийт дээж (n=50)	7.61	2.13	1.261	0.104	2.10	14.8
max	8.08	11.63	1.839	0.156	5.75	35.0
min	7.25	0.00	0.924	0.060	0.66	6.3
Атар (20-40см)	7.74	1.82	3.332	0.180	2.53	19.7

Мөн хөрсөн дэх хөдөлгөөнт фосфорын (P₂O₅) агууламж атрын хөрсөнд 4.77 мг/100гр байхад тариалангийн хөрсөнд 3.90 мг/100гр буюу 1,2 дахин, хөдөлгөөнт

калийн агууламж (K_2O) атрын хөрсөнд дунджаар 61.9 мг/100гр байхад тариалангийн хөрсөнд 20.3 мг/100гр буюу 3 дахин буурсан байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн бууралттай холбоотойгоор ургамалд ашиглагдах шим тэжээлийн бодисын (фосфор, кали, азот) доройтолд орж байна. Тариалангийн хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг атрын хөрснийхтэй харьцуулахад элсэн фракцын хэмжээ 8.3%-иар их, тоосон фракцын хэмжээ 8.5%-иар бага, шавар фракц 0.3%-иар их буюу механик бүрэлдэхүүнээр хөнгөн шавранцараас элсэнцэр болон өөрчлөгдсөн байгаа нь хөрснөөс нарийн ширхэгт үржил шимт хөрс, шороо хийсч байна ().



Зураг 4.33. Тариалангийн элсэнцэр хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га⁻¹

20 см зузаан тариалангийн элсэнцэр хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоход дунджаар атрын хөрс 87.3 т га⁻¹, сул эвдэрсэн талбай 67.1 т га⁻¹, дунд зэрэг эвдэрсэн талбай 39.7 т га⁻¹, хүчтэй эвдэрсэн талбай 20.5 т га⁻¹ байна.

Хүснэгт 4.19. Тариалан ба атрын хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүний өөрчлөлт, % (0-20 см)

Үзүүлэлтүүд	Элс (2-0.05мм)	Тоос (0.05-0.002мм)	Шавар (< 0.002мм)
Нийт дээж (n=50)	54.3	33.2	12.5
МАХ	61.4	47.6	15.2
MIN	30.7	24.0	9.3
Атар	46.0	41.7	12.2

Хөрсний тоос, шаврын алдагдалтай хамт хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдагдал ихсэж, шим тэжээлийн бодисын харьцаа тэнцвэртэй биш байдалд орох ба ургацыг бууруулах сөрөг үр дагавартай. Хөрснөөс органик нүүрстөрөгч алдагдсанаар хөрсний ус нэвчилт буурч, хөрс угаагдаж, элэгдэл эвдрэлд эмзэг болж, улмаар цөлжих нөхцөл бүрддэг.

Хүний үйл ажиллагаатай холбоотой нөлөөлөл болох хөрс боловсруулалтын арга технологи, газрын сонголт, хөрс хамгаалах арга хэмжээг орхигдуулж ирсэн зэрэг нь хөрсний үржил шим муутай, байгаль цаг уурын эрс тэс нөхцөлтэй усалгаагүй

тариалан эрхэлдэг манай оронд тариалангийн хөрс эвдрэх, органик нүүрстөрөгч буурах гол шалтгаан болж ирсэн ба цаашид ч энэ байдал үргэлжлэх төлөвтэй байна.

Газар тариалангийн Төвийн бүсийн элсэнцэр болон хөнгөн шавранцар Хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг атрын хөрснийхтэй харьцуулахад (0-20 см-т) ашиглалт, эвдрэлийн зэргээсээ хамаараад тариалалт хийж байгаа талбайд 2.3 дахин, хаягдсан талбайд 7 дахин буурсан байна.

20 см зузаан тариалангийн элсэнцэр хүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг Атрын хөрснийхтэй харьцуулахад дунджаар сул эвдэрсэн талбайгаас 20.2 т га⁻¹ буюу 23%-иар, дунд зэрэг эвдэрсэн талбайгаас 47.6 т га⁻¹ буюу 54%-иар, хүчтэй эвдэрсэн талбайгаас 66.8 т га⁻¹ буюу 76%-иар буурсан байна.

Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сум Гурванбаян багийн нутаг, хуучнаар Хурхын Сангийн Аж Ахуй. Хурхын САА анх 1981 онд Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр, Баторов, Батширээт гурван сумын зааг нутгаас хуваан байгуулагдсан ба 1992 онд татан буугдсан. Монгол орны уур амьсгалын мужлалаар чийглэгдүү хүйтэвтэр зунтай, хахир өвөлтэй. Агаарын температур олон жилийн дунджаар -2.54°C-+1.27°C (ГГХ, ЭШТ, 2016), жилийн нийлбэр хур тунадас 300-350 мм. Хөрс газарзүйн мужлалаар Хангайн их мужийн өндрийн бүсшилтэй нутгийн Хэнтийн мужийн 40-р тойрогт багтана (Доржготов, 2009).

Хээрийн судалгааг 2018 оны 08-р сарын 24-ны өдөр хийж, Хурхын хөндий, Шар талыг төлөөлхүйц, газар ашиглалтаар ялгаатай 9 цэгээс нийт 27 дээж авлаа. Хөрсний дээжийг хагалгааны гүнээс (0-10, 10-20, 20-30 см) авсан.

Хүснэгт 4.20 Дээж авсан цэгийн координат, газар ашиглалтын байдал, хөрс

Зүсэлт	Уртраг	Өргөрөг	Өндөр (д.т.д)	Налуу	Газар ашиглалт	Хөрсний нэр
2А	110.21081	48.11839	1211	БХ 2 ⁰	Буудай	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
2В	110.21178	48.11803			Атар	Элсэнцэр Хархүрэн
3А	110.16824	48.15463	1198	ЗУ1-3 ⁰	Орхигдсон	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
3В	110.16861	48.15464			Атар	Элсэнцэр Хархүрэн
3С	110.16912	48.15494	1195		Атаршсан	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
4А	110.19209	48.22597	1150	БХ 1 ⁰	Уринш	Тариалангийн Элсэнцэр Хархүрэн
4В	110.19163	48.22465			Атар	Элсэнцэр Хархүрэн
5А	110.19948	48.26162	1116		Рабс	Тариалангийн Хархүрэн
5В	110.19980	48.26171	1115		Атар	Нугархаг Хархүрэн

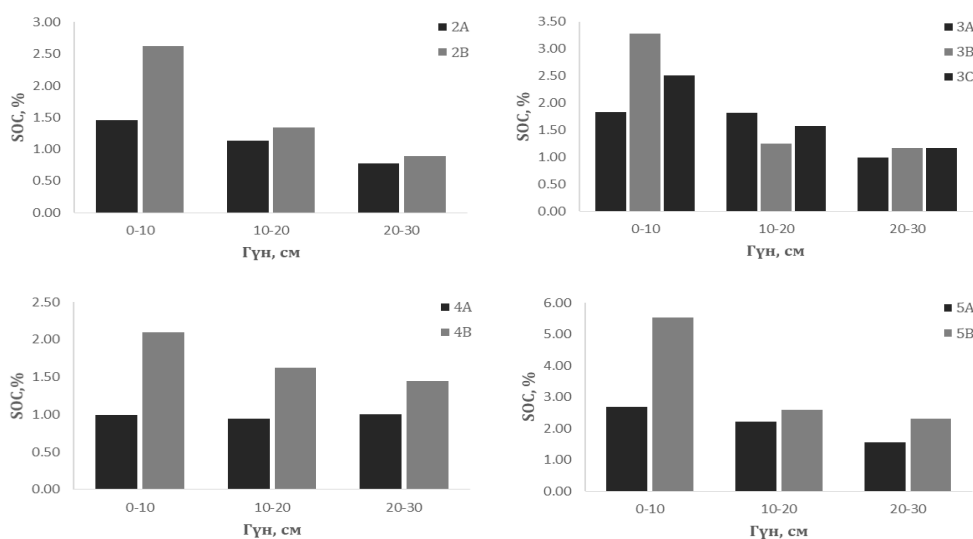
Лабораторийн задлан шинжилгээний дүнгээс харахад судалгаа хийсэн Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутаг Хурхын хөндий болон Шар тал орчмын Хархүрэн хөрсний 0-30 см-ийн гүн дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламж дунджаар 2.37% байхад тариалангийн хөрсөн дэх агууламж 1.51% байна.

Хүснэгт 4.21 Хөрсний 0-30 см гүний органик нүүрстөрөгчийн агууламж, %-иар

Хөрс	Max	Min	Median	Mean	SD	CV, %
Тариалан (n=15)	2.69	0.78	1.46	1.51	0.60	40
Атрын (n=12)	5.53	0.89	2.07	2.37	1.26	53

Судалгаанд 9 цэгийн 0-10, 10-20, 20-30 см-ийн гүнээс авсан нийт 27 ш. дээж хамрагдсаны 56% нь А ба С бүлэг буюу тариалангийн талбайгаас авсан хөрс, 44% нь В бүлэг буюу атар газраас авсан хөрс болно. В бүлгийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж А ба С бүлгийнхээс 1.9-гоор их. Энэхүү статистик тоон үзүүлэлтийн итгэх интервал .95 буюу 95%-тай байна.

Хөрсний физик-химийн шинж чанар. Дээж авсан цэгүүдийн хөрсний физик болон химийн шинжилгээний тойм статистикийн үзүүлэлтүүдийг тооцов. Тариалангийн хөрсний органик (SOM)-ийн агууламж 36.4%, хөдөлгөөнт фосфор 11.0%, хөдөлгөөнт кали 63.2%, тоосны эзлэх хувь 23.5%-иар тус тус буурсан бол элсний эзлэх хувь 1.4%, эзлэхүүн жин 8.6%-иар тус тус өссөн байна.



Зураг 4.34 Дээж авсан цэгүүдийн стандарт гүнүүд дэх органик нүүрстөрөгчийн агууламж %, (А ба С=Тариалангийн хөрс, В=Атрын хөрс)

Харин хөрсний урвалын орчин, давжилт нэмэгдээгүй байв. Атрын *Элсэнцэр Хархүрэн* хөрсний 0-30 см-ийн гүнд карбонатын хуримтлал байхгүй, урвалын орчин нь саармаг шинжтэй бол *Нугархаг Хархүрэн* хөрс өнгөөс карбонатын хуримтлалтай 0-10 см-д 5.91%, 10-20 см-д 12.18%, 10-30 см-д 16.72%, урвалын орчин 0-20 см-ийн гүнд сул ба дунд зэрэг шүлтлэг бол 20-30 см-ийн гүнд хүчтэй шүлтлэг (рН 8.93) шинжтэй учраас цаашид талбайн усалгааны горимд анхаарах хэрэгтэй.

Хүснэгт 4.22 Лабораторийн задлан шинжилгээний тойм статистикийн үзүүлэлтүүд

Хувьсагч	Тариалан (n=15)				Атрын (n=12)			
	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD
SOM (г кг ⁻¹)	4.63	1.34	2.60	1.04	9.53	1.54	4.09	2.16
CaCO ₃ (%)	7.82	0.00	1.26	2.66	16.72	0.00	3.68	5.73
pH (H ₂ O1:2.5)	7.72	6.60	6.96	0.37	8.93	6.77	7.30	0.67
ЕС (dS m ⁻¹)	0.18	0.06	0.10	0.04	0.26	0.05	0.12	0.07
Фосфор (мг 100г ⁻¹)	3.0	0.6	1.6	0.8	2.7	0.5	1.8	0.7
Кали (мг 100г ⁻¹)	37.7	5.2	12.6	8.2	76.5	5.2	34.2	24.9
Чулуу (V %)	18.2	4.5	10.3	4.7	53.7	3.0	15.5	14.5
Элс (2.00-0.05) (%)	80.4	65.8	72.1	4.1	76.0	65.8	71.1	3.4
Тоос (0.05-0.002) (%)	19.0	1.5	10.4	6.2	22.0	4.4	13.6	6.8
Шавар (<0.002) (%)	24.0	10.6	17.5	4.7	22.5	6.3	15.1	4.8
Эзлэхүүн жин (г см ⁻³)	1.30	1.11	1.39	0.14	1.58	0.91	1.28	0.24

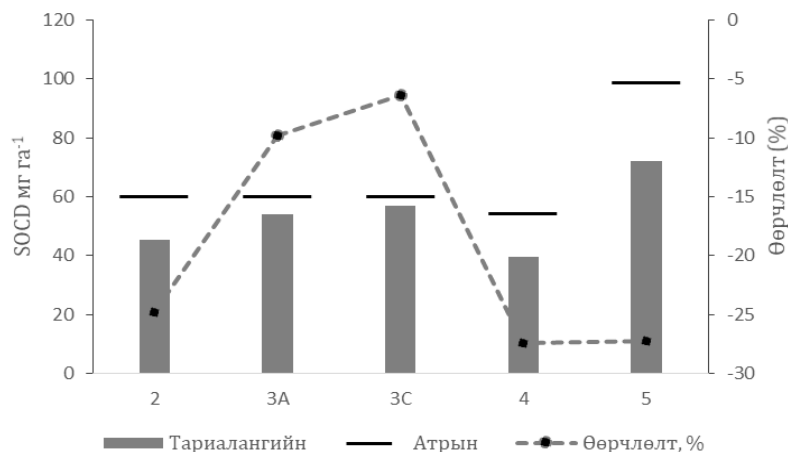
Мөн хөрсний эзлэхүүн жин 8.6%-иар буюу 0.11 г см⁻³-аар нэмэгдсэн нь ургац буурах нөхцөл бүрдэснийг харуулж байна. Эзлэхүүн жингийн өөрчлөлтийн зөвшөөрөгдөх утга нь ±0.01 г см⁻³ байх ёстой бөгөөд хэлбэлзэл нь ±0.02 г см⁻³ болоход ургац 4-5% буурч байгааг профессор Д.Буяндэлгэр судлан тогтоосон (Мөнхбат & Бат-Эрдэнэ, 2017).

Атар газрын 30 см зузаан хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц *Элсэнцэр Хархүрэн* хөрс тархсан 2, 3-р цэгт 60.3 т га⁻¹, 60.0 т га⁻¹, 4-р цэгт 54.2 т га⁻¹ байсан бол *Нугархаг Хархүрэн* хөрстэй 5-р цэгт 98.9 т га⁻¹ байна.

Хүснэгт 4.23 Хөрсний 0-30 см гүний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, т га⁻¹

Хөрс	Max	Min	Median	Mean	SD	CV, %
Тариалан (n=15)	29.64	11.34	18.12	18.22	5.80	32
Атрын (n=12)	47.41	12.10	22.11	23.78	9.68	41

Дээрх хүснэгтээс харахад хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц тариалангийн талбайгаас авсан дээжний дундаж 18.22 т га⁻¹, атрын хөрснөөс авсан дээжний дундаж 23.78 т га⁻¹ буюу тариалангийн хөрснийхөөс 5.56 т га⁻¹-гаар их байна. Тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн бууралт судалгаа хийсэн 5 цэгт ялгаатай байна. Энэ нь газар ашиглалтын байдал, ашиглалтын хугацаатай холбоотой байж болох юм. Атрын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй харьцуулахад органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт их 2, 4, 5-р талбайг газар тариалангийн салбарт хувьчлал явагдаж хувийн хэвшилд шилжсэн цагаас тасралтгүй ашиглаж байгаа бол ЗА нь орхигдсон талбай, харин хамгийн бага өөрчлөлттэй ЗС нь атаршсан талбай болно. Эндээс үзэхэд тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн бууралт, нөөцийн өөрчлөлт нь ашиглалттай шууд холбоотой болох нь харагдаж байна.



Зураг 4.35. 30 см зузаан Атрын болон Тариалангийн Хархүрэн хөрсөн дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөц (т га⁻¹) ба өөрчлөлт (%-иар)

Монгол орны газар тариалангийн зүүн бүсийг төлөөлүүлэн Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын Гурванбаян баг, хуучнаар Хурхын САА-н тариалангийн талбайн өнгөн (0-30) хөрснөөс дээж авч зэргэлдээх атрын хөрстэй харьцуулан, тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийг судаллаа.

Газар тариалан эрхлэж эхэлснээс хойш 37 жилийн хугацаанд (1981-2018) Монгол орны газар тариалангийн зүүн бүсийн Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж 0-30 см-ийн гүнд дунджаар 36.4%-иар буурсан байна. Тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн бууралт газар ашиглалтын байдлаас хамаарч ялгаатай байна: тариалалт хийж байгаа талбайн хөрсөнд 65.3%, орхигдсон талбайн хөрсөнд 22.8%, атаршсан хөрсөнд 11.7%-иар тус тус буурчээ. Харин 30 см зузаан Нугархаг Хархүрэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц дунджаар 19.1% буюу 13.2 т га⁻¹-аар буурсан.

Энэхүү судалгааны дүнгээс харахад манай орны газар тариалангийн төв бүсийн хөрсний шим тэжээлийн бодисын агуулалт атрын хөрснийхтэй харьцуулахад нилээд буурсан байгаа нь харагдаж байна. Энэ нь нэг талаас сүүлийн жилүүдэд гарч байгаа уур амьсгалын өөрчлөлт, салхины элэгдэл эвдрэл, нөгөө талаас газар тариалангийн үйлдвэрлэлд хөрсний шим тэжээлийн бодисын балансыг алдагдуулахгүй, экологид сөрөг нөлөөлөлгүй тариалан эрхлэх нэгдсэн бодлого байхгүй, бордоо хэрэглэхгүйгээр тариалан эрхэлж байгаатай шууд холбоотой ба цаашид үүнд анхаарах нь чухал шаардлагатай байгаа нь харагдаж байна.

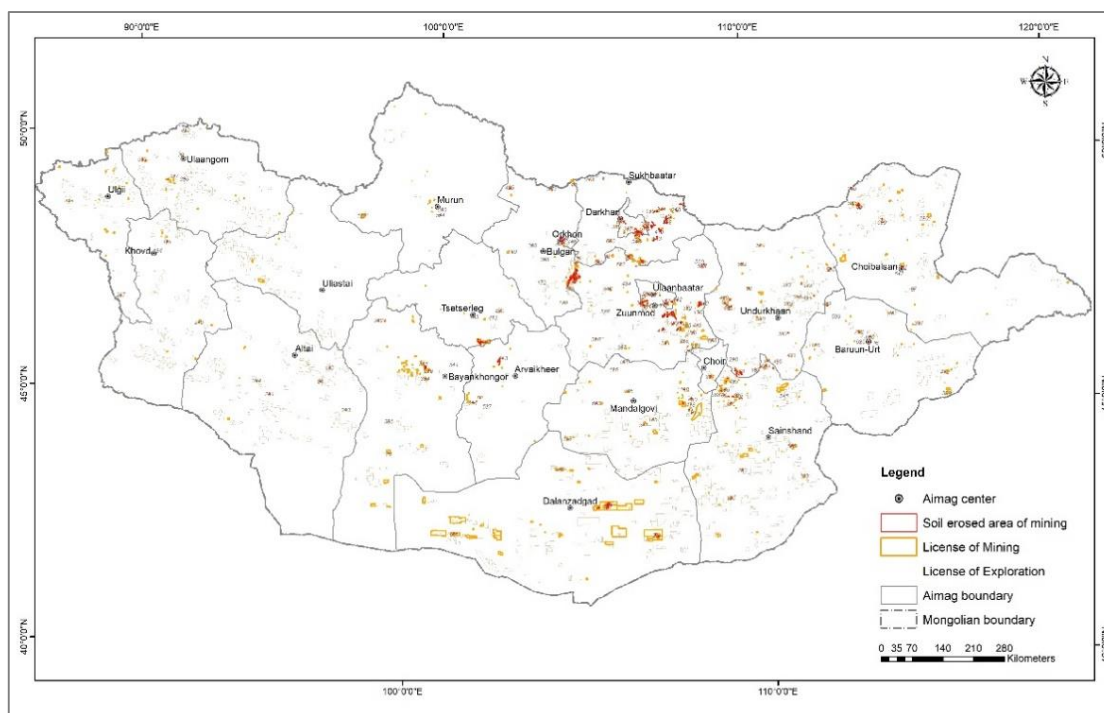
4.12. Уул уурхайн газрын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал

Монгол оронд уур амьсгалын өөрчлөлт, бэлчээрийн талхагдал, тариалангийн хөрсний үржил шимийн бууралт, ой хээрийн түймэр, уул уурхайн зохисгүй үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй хөрсний эвдрэл доройтол, органик нүүрстөрөгчийн алдрал эрчимтэй явагдаж байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтөд нөлөөлдөг хүчин зүйлсийн нэг нь Уул уурхайн үйл ажиллагаа түүний сөрөг нөлөөллөөс үүсэх хөрсний эвдрэл юм.

Монгол оронд уул уурхайн салбар 1990-ээд оноос эхлэн өнөөг хүртэл эрчимтэй хөгжиж байна. Тухайлбал 2020 оны байдлаар 3078 ашигт малтмалын тусгай зөвшөөрөл хүчин төгөлдөр байна. Уул уурхайн салбар Монгол улсын ДНБ 23.6%, аж үйлдвэрийн нийт бүтээгдэхүүний 72%, экспортын бүтээгдэхүүний 89%, гадаадын хөрөнгө оруулалтын 74%-ыг эзэлж байна. Уул уурхайн хайгуул, ашиглалтын явцад байгаль орчныг хамгаалах, нөхөн сэргээх чиглэлээр Газрын тухай хууль (1998), Ашигт малтмалын тухай хууль (1997, 2006), Гол мөрний урсац бүрэлдэх эх, усны сан бүхий газрын хамгаалалтын бүс, ойн сан бүхий газарт ашигт малтмал хайх, ашиглахыг хориглох тухай (2009) хууль болон Уул уурхайн үйл ажиллагааны улмаас эвдрэлд орсон газарт техникийн болон биологийн нөхөн сэргээлт хийх аргачлал, Байгаль орчны хохирол тооцох аргачлал зэрэг 20 гаруй журам байдаг ч хэрэгжилт хангалттай биш байна (БОАЖЯ, 2014-2018)

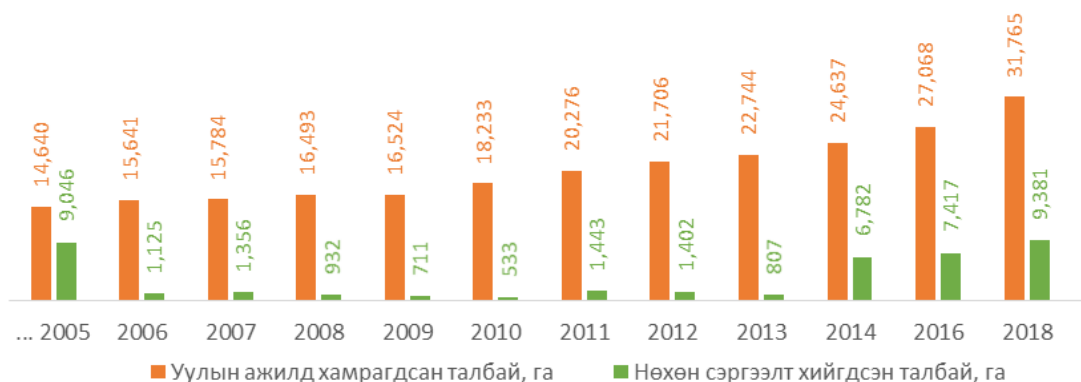
Судалгааны материал, арга зүй. Монгол орны хэмжээнд уул уурхайн үйл ажиллагаагаар эвдрэлд өртсөн, нөхөн сэргээсэн талбайн хэмжээг 2005 оноос гаргасан байдаг. Монгол улсын байгаль орчин аялал жуулчлалын яам (БОАЖЯ) 2013 оноос хойш Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээний тайлан (БОТБҮТ) эрхлэн гаргаж ирсэн байна. Энэхүү баримтаас үзэхэд 2013-2014 оны байдлаар Монгол Улсын хэмжээнд уул уурхайн хайгуул олборлолтын үйл ажиллагааны улмаас 24636.8 га талбай эвдрэлд орж, үүнээс үйл ажиллагаа явуулж буй уул уурхай, аж ахуйн нэгжүүдийн эвдрэлд оруулсан талбай 19895.1 га, техникийн нөхөн сэргээлт хийсэн талбай нь 10263.1 га, биологийн нөхөн сэргээлт хийсэн талбайн хэмжээ 6781.5 байна (БОАЖЯ, МОБОТБҮТ, 2013-2014). 2015-2016 оны байдлаар, уул уурхайн үйл ажиллагаанаас 27068.0 га талбай эвдрэлд орсноос 11375 га-д буюу 42.02%-д техникийн нөхөн сэргээлт, 7425.0 га-д буюу 27.4%-д биологийн нөхөн сэргээлтийг тус тус хийсэн байна. 2016 оны байдлаар 16 аймгийн 34 сумын нутаг 1637.71 га талбай бүхий 96 нэгжид бичил уурхайн олборлолт явагдаж байна (БОАЖЯ, Байгаль орчны төлөв байдлын тайлан, 2015-2016). 2017-2018 онд Монгол улсын хэмжээнд уул уурхайн ашиглалтын улмаас 24347.5 га газар эвдрэлд өртсөнөөс нөхөн сэргээх шаардлагатай орхигдсон газар 1491 байршилд 9381.4 га талбай эзэлж байна. Энэхүү тооллогын дүнгээр Өмнөговь, Сэлэнгэ, Төв аймаг, Улаанбаатар хотод эвдэрсэн газрын хэмжээ, нөхөн сэргээх шаардлагатай

буюу уул уурхайн ашиглалт хийгээд нөхөн сэргээлгүй орхисон талбайн хэмжээ хамгийн их байна (БОАЖЯ, Байгаль орчны төлөв байдлын тайлан, 2017-2018).



Зураг 4.36. Ашигт малтмал хайх, олборлох лицензийн талбай

Энэхүү БОАЖЯ-аас гаргадаг мэдээлэл нь эмх замбараагүй, хоорондоо зөрүүтэй, тооцоолол хийхэд учир дутагдалтай байсан тул бид уул уурхайн үйл ажиллагаагаар эвдэрсэн газрын талбайн хэмжээг хамгийн сүүлийн (2018-2020) агаар сансрын зураг (Quick bird) ашиглан зураглалаа.



Зураг 4.37. Уул уурхайн нөлөөгөөр эвдрэлд өртсөн талбай, га

Зураглал. Уул уурхайн олборлолт, хайгуулын үйл ажиллагаанаас эвдрэлд өртсөн газрыг зураглахдаа Монголын ашигт малтмалын газраас гаргасан уурхайн ашиглалтын болон хайгуулын талбайн хил (shp file)-ийг Arc GIS 10.2.2 программын Arc Toolbox – Conversion Tools – To KML зэс ашиглан лицензийн талбайг KML өргөтгөлтэй болгон хувиргасан. Google Earth програмд уул уурхайн лицензийн талбайн KML өргөтгөлтэй файлыг оруулан талбай тус бүрийг дэс дугаарын дагуу

нэг бүрчлэн тодруулж (M1:5000) уурхайн нөлөөгөөр эвдэрсэн (ухаш), талхлагдсан (зам, тээвэр), дарагдсан (овоолго, барилга, байгууламж) газрыг нэгтгэн зурагласан. Уул уурхайн нөлөөгөөр эвдэрч талхлагдсан газрын (polygon) KML өргөтгөлтэй файлыг (Arc GIS - Arc Toolbox – Conversion Tools – From KML) shp болгон хөрвүүлж талбайн хэмжээг Calculate Geometry команд ашиглан тооцоолж гаргасан.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоход (26) томъёог ашигласан (Batjes, 1996). Уул уурхайн нөлөөгөөр эвдэрсэн газрын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдралыг тооцохдоо уурхайн нөлөөгөөр эвдэрсэн газрын зэргэлдээ эвдрэлд өртөөгүй хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг 0-30 см, 0-100 см гүн тус бүрээр тооцон гаргаж эвдэрсэн талбайн хэмжээгээр үржүүлэн нийт органик нүүрстөрөгчийн алдралыг гаргасан.

$$SOCem = (SOCstock - SOCstocki) * Sm \quad (26)$$

SOCem – Уурхайн нөлөөгөөр алдарсан органик нүүрстөрөгч, кг/м², *SOCstock* – Тухайн хэв шинжийн хөрсний органик нүүрстөрөгч, кг/м², *SOCstocki*–Уурхайн нөлөөгөөр эвдэрч талхлагдсан газрын хөрсний органик нүүрстөрөгч, кг/м², *Sm* – Уул уурхайн нөлөөгөөр эвдэрсэн газрын хэмжээ, га

Үр дүн. Хангайн бүсэд нийт 20 дэд хэв шинжид хамаарах 24434.0 га талбайн хөрс уул уурхайн нөлөөгөөр эвдрэлд өртсөн байна. Хөрсний хэв шинжээс шалтгаалан органик нүүрстөрөгчийн нөөц харилцан адилгүй байх ба дунджаар 0-30 см гүнд 88.8 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 140.8 т га⁻¹ байна. Уул уурхайн нөлөөгөөр алдарсан органик нүүрстөрөгчийн хэмжээ Хангайн бүсэд 0-30 см гүнд 2063363.0 т, 0-100 см гүнд 3222743.6 т байна.

Хүснэгт 4.24. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал (Хангайн бүс)

Хөрсний төрөл	SOCD, т га ⁻¹		Area, ha	SOCs(loss), t	
	0-30	0-100		0-30 cm	0-100 cm
Уулын бараан хүлэрлэг глейт	120	150	48.8	5861.7	7327.2
Уулын хээржсэн бараан	80	110	58.4	4674.8	6427.8
Уулын бүдүүн ялзмагт	68	90.3	172.4	11723.9	15568.7
Тайгын цэвдэгт	140	162	410.9	57523.8	66563.3
Тайгын ширэгт	101	120	1072.7	108338.4	128718.9
Ойн бараан	82	110	1224.6	100416.7	134705.3
Чулуурхаг Харшороон	75	94	5728.4	429631.7	538471.8
Чулуурхаг Хархүрэн	41	66	2613.7	107163.3	172506.8
Чулуурхаг нимгэн Хархүрэн	36	54	1947.1	70094.0	105141.1
Сайргархаг Харшороон	66	114	362.3	23914.5	41306.8
Карбонатгүй Харшороон	100	164	47.2	4717.3	7736.3
Харшороон	97	167	11.3	1096.4	1887.6
Бараан цэвдэгт	131	289	1235.0	161787.0	356919.3

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс

Бараан хүлэрлэг цэвдэгт	147	239	952.8	140055.9	227710.0
Хужирлаг бараан	54	100	222.1	11993.3	22209.9
Бараан глейрхэг	101	184	869.8	87854.8	160052.4
Аллювийн бараан хүлэрлэг	136	224	2920.1	397139.0	654111.3
Аллювийн бараан	75	126	4284.6	321342.1	539854.7
Аллювийн глейт	79	154	193.9	15315.2	29854.9
Аллювийн цэвдэгт	47	98	57.9	2719.1	5669.6
ДҮН- Хангайн бүс	88.8	140.8	24434.0	2063363.0	3222743.6
Average	88.8	140.8	1221.7	103168.2	161137.2
Maximum	147.0	289.0	5728.4	429631.7	654111.3
Minimum	36.0	54.0	11.3	1096.4	1887.6

Хүснэгт 4.25. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал (Хээрийн бүс)

Хөрсний төрөл	SOCD, т га ⁻¹		Area, ha	SOCS(loss), t	
	0-30	0-100		0-30	0-100
Сайргархаг Хархүрэн	48	75	1226.5	58870.3	91984.9
Сайргархаг нимгэн Хархүрэн	42	60	8618.7	361985.3	517121.9
Карбонатгүй Хархүрэн	52	85	229.6	11939.3	19516.2
Хархүрэн	50	90	5171.5	258576.4	465437.5
Чулуугүй Хархүрэн	52	93	96.9	5039.3	9012.6
Элсэнцэр зузаан Хархүрэн	45	80	275.0	12373.7	21997.6
Элсэрхэг Хархүрэн	40	70	21.0	840.5	1470.9
Үлдмэл глейрхэг Хархүрэн	55	95	1325.4	72894.8	125909.2
Глейрхэг Хархүрэн	58	100	78.2	4534.7	7818.5
ДҮН- Хээрийн бүс	76.5	134.6	17042.7	4552248.3	7347461.9
Average	1835.6	3231.5	59595.1	4552248.3	7347461.9
Maximum	147.0	289.0	24434.0	2063363.0	3222743.6
Minimum	36.0	54.0	11.3	840.5	1470.9

Хүснэгт 4.26. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал (Хуурай хээр)

Хөрсний төрөл	SOCD, т га ⁻¹		Area, ha	SOCS(loss), t	
	0-30	0-100		0-30	0-100
Чулуурхаг Хүрэн	29	52	603.9	17512.9	31402.4
Чулуурхаг нимгэн Хүрэн	26	37	1249.3	32481.3	46223.4
Чулуурхаг Цайвархүрэн	18	26	1.3	24.3	35.1
Чулуурхаг нимгэн Цайвархүрэн	15	23	140.4	2106.2	3229.5
Хагас бэхжсэн элс	1	2	345.3	345.3	690.6
Сайргархаг Хүрэн	36	49	1730.0	62278.6	84768.2
Сайргархаг нимгэн Хүрэн	32	40	272.3	8714.2	10892.7
Карбонаттай Хүрэн	36	65	12.3	441.9	797.8

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс

Хүрэн	45	55	321.6	14471.5	17687.4
Элсэрхэг Хүрэн	35	62	464.7	16263.1	28808.9
Үлдмэл глейрхэг Хүрэн	36	84	4.4	159.7	372.6
Глейрхэг Хүрэн	33	50	91.9	3033.5	4596.3
Сайргархаг Цайвархүрэн	21	59	24.5	514.0	1444.2
Сайргархаг нимгэн Цайвархүрэн	14	24	23.5	329.1	564.2
Карбонаттай Цайвархүрэн	18	51	4.2	76.2	215.8
Цайвархүрэн	22	58	191.4	4211.2	11102.1
Элсэрхэг Цайвархүрэн	18	54	40.0	719.5	2158.4
ДҮН - Хуурай хээр			5521.0	163682.3	244989.4
Average	25.6	46.5	324.8	9628.4	14411.1

Хүснэгт 4.27. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдрал (Говийн бүс)

Хөрсний төрөл	SOCS, т га ⁻¹		Area, ha	SOCS(loss), т/га	
	0-30	0-100		0-30	0-100
Сайргархаг Бор	13	29	1260.1	16380.7	36541.5
Чулуун хучаастай Бор	11	15	36.5	401.0	546.9
Бор	13	29	2434.4	31647.5	70598.3
Элсэнцэр зузаан Бор	9	24	13.0	116.6	310.8
Мараалаг Бор	15	26	6.3	94.3	163.5
Сайргархаг Цайварбор	10	20	80.3	803.3	1606.5
Чулуун хучаастай Цайварбор	9	13	338.6	3047.1	4401.4
Цайварбор	11	17	3527.2	38799.1	59962.3
Мараалаг Цайварбор	10	16	2084.4	20844.4	33351.0
Сайргархаг нимгэн Борсаарал	10	17	177.7	1776.5	3020.1
Сайрын хайргархаг	9	16	68.5	616.1	1095.3
Чулуурхаг Бор	11	24	126.2	1388.1	3028.6
Чулуурхаг Цайварбор	10	20	492.5	4924.6	9849.1
Говийн бүс			10645.5	120839.3	224475.3
Average	10.8	20.5	818.9	9295.3	17267.3

Хангайн бүс нутагт Туул, Орхон, Хараа, Ерөө голын сав газар дагасан алты орд илэрлүүд их байдаг. Хамгийн их талбайд уурхайн олборлолт, хөрсний эвдрэл, органик нүүрстөрөгчийн алдрал үүсгэж байгаа газрууд нь Төв аймгийн Заамар сум, Булган аймгийн Бүрэгхангай, Өвөрхангай аймгийн Уянга, Эрдэнэт, Дархан, Улаанбаатар хот орчим болно.

Хээрийн бүс нутагт 9 дэд хэв шинжид хамаарах 17042.7 га талбайн хөрс уул уурхайн нөлөөгөөр эвдрэлд өртсөн байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц дунджаар 0-30 см гүнд 76.5 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 134.6 т га⁻¹ байна. Уул уурхайн нөлөөгөөр хөрсний 0-30 см гүнд 4552248.3 т, 0-100 см гүнд 7347461.9 т органик нүүрстөрөгч

алдарсан байна. Хээрийн бүсэд хамгийн их уурхайлалтад өртсөн газрууд нь Багануур, Налайх дүүргийн нүүрсний уурхай, Хан-Уул дүүрэг, Төв аймгийн Алтанбулаг, Сэргэлэн сумдын нутагт орших түгээмэл тархацтай ашигт малтмалын (элс, хайрга, дайрга) ордууд болно.

Хуурай хээрийн бүс нутагт 19 дэд хэв шинжид хамаарах 5521.0 га талбайн хөрс уул уурхайн нөлөөгөөр эвдрэлд өртсөн байна. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц дунджаар 0-30 см гүнд 25.6 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 46.5 т га⁻¹ байна.

Уул уурхайн нөлөөгөөр хөрсний 0-30 см гүнд 163682.3 т, 0-100 см гүнд 244989.4 т органик нүүрстөрөгч алдарсан байна. Хуурай хээрийн бүсэд хамгийн их уурхайлалтад өртсөн газрууд нь Говьсүмбэр аймгийн Сүмбэр сум, Дорноговь аймгийн Айраг, Хэнтий аймгийн Бор-Өндөр сум, Дорнод аймгийн Матад сум, Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан, Дундговь аймгийн Гурвансайхан сумдын нутаг болно. Говь, цөлийн бүс нутагт 13 дэд хэв шинжид хамаарах 10645.5 га талбайн хөрс уул уурхайн нөлөөгөөр эвдрэлд өртсөн байна. ХОНН хөрсний хэв шинж тус бүрд харилцан адилгүй байх ба дунджаар 0-30 см гүнд 10.8 т га⁻¹, 0-100 см гүнд 20.5 т га⁻¹ байна. Уул уурхайн нөлөөгөөр хөрсний 0-30 см гүнд 120839.3 т, 0-100 см гүнд 224475.3 т органик нүүрстөрөгч алдарсан байна. Говь цөлийн бүсэд хамгийн их уурхайлалтад өртсөн газрууд нь Өмнөговь аймгийн Цогтцэций (Таван толгой), Ханбогд (Оюутолгой), Гурвантэс (Нарийн сухайт), Дорноговь аймгийн Улаанбадрах, Баянхонгор аймгийн Бөмбөгөр сум, Галуут сумдын нутаг орно.

Дүгнэлт. Монгол орны хэмжээнд уул уурхайн үйл ажиллагаагаар эвдрэлд өртсөн талбайн хэмжээ 57643.2 га байна. Үүнээс Хангайн бүсэд 24013.2 га, хээрийн бүсэд 17463.5 га, хуурай хээрийн бүсэд 5521.0 га, говийн бүсэд 10645.5 га газрын хөрс уул уурхайн ашиглалт, хайгуулын нөлөөгөөр их, бага хэмжээгээр эвдрэлд өртсөн. Уурхайн хөрсний эвдрэлээс үүдэн 0-30 см гүнд 3134939.1 т, 0-100 см гүнд 4952477.8 т органик нүүрстөрөгч алдарсан байна.

Монгол оронд уул уурхайн нөлөөгөөр эвдэрсэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн алдралын хэмжээг тооцож гаргасан анхны хувилбар гарч байгаа нь онцлог юм. Судалгааны үр дүнг уур амьсгалын өөрчлөлт, уул уурхай, байгаль орчин, нөхөн сэргээлтийн чиглэлээр баримтлах бодлого, шийдвэр гаргахад чухал ач холбогдолтой.

4.13. Хөрс хамгаалал

"Хөрс хамгаалал, хөрсний органикийн нөөц, Арга зүй, зөвлөмж" товхимлыг бид энэхүү суурь судалгааны төслийн хүрээнд бичиж хэвлүүлсэн. Хөрс хамгаалах хөрсний органикийн нөөцийг нэмэгдүүлэх талаар өөрсдийн судалгааны үр дүн туршлага, гадаад улсууд болон Монголд оронд ашиглагддаг арга зүй, зөвлөмжүүд энэ бүтээлд хэвлүүлсэн (Батхишиг ба бусад, 2019). Хөрсний органик бодис ба хөрс хамгаалал, органик хөдөө аж ахуй, хот суурин газрын хөрс сайжруулалт, гэр хорооллын хашааны хөрсийг сэргээн сайжруулах, бэлчээрийн хөрсний талхагдал, сэргээн сайжруулалт, автозамаар үүсэх хөрсний эвдрэлийг бууруулах боломж, уул уурхайн нөлөөгөөр эвдэрсэн хөрсийг нөхөн сэргээх зөвлөмж, гал түймрийн нөлөөгөөр доройтсон хөрсийг нөхөн сэргээх аргачлал, компост бордоо ашиглан хөрсний органикийн агууламжийг нэмэгдүүлэх нь, малын бууцаар шим бордоо хийх зэрэг арга аргачлал, зөвлөмж энэ номонд бичигдсэн. Энэ бүтээлд бичсэн арга аргачлалууд нь манай орны хөрс, байгаль цаг уурын нөхцөл онцлогт тохирсон бөгөөд уул уурхайн нөхөн сэргээлт, хөдөө аж ахуй, газар тариалан, хот цэцэрлэгжүүлэлт зэрэг олон салбарт ашиглах боломжтой практик ач холбогдолтой.



Хөрсийг зүй зохистой ашиглаж хамгаалах, элэгдэл эвдрэлээс сэргийлэх асуудал Монгол орны төдийгүй дэлхий нийтийн тулгамдсан асуудлын нэг болж байна.

Улсын агрономичдын анхдугаар зөвлөгөөн 1969 оны 12 сард болж, тулгамдаж байгаа асуудлыг тал бүрээс нь шүүн хэлэлцээд хөрсийг салхины хөнөөлөөс хамгаалах арга замыг яаралтай боловсруулж хэрэгжүүлэх нь зүйтэй гэж үзсэнээр уг асуудал төрийн бодлого болж МАХН-ын төв хороо, БНМАУ-ын Сайд нарын зөвлөлийн 19, 20-р тогтоолууд гарч “Монгол улсын газар тариалангийн систем”-ийг анх удаа баталж гаргасан ба уг системийг цаашид газар тариалангийн үйлдвэрлэлийг эрхлэхэд мөрдөх үндсэн баримт болно гэж үзсэн. Энэхүү зөвлөгөөн нь газар тариалан эрхэлж байсан тухайн үеийн арга технологийг өөрчлөх, хөрсний элэгдэлтэй тэмцэх арга хэмжээг эрчимжүүлэхэд түлхэц болсон.

О.Батхишиг, Ц.Банзрагч, Я.Баасандорж нарын боловсруулсан “Хөрс хамгаалах, цөлжилтөөс сэргийлэх тухай” хуулийн төсөл 2012 оны 5 дугаар сарын 17-ны өдөр Монгол улсын их хурлаар батлагдсан нь манай орны хөрсний анхдагч хууль эрх зүйн томоохон баримт болно. Хөрс хамгаалах, нөхөн сэргээх, цөлжилтөөс сэргийлэх ажилд энэхүү хууль ихээхэн тустай ач холбогдолтой бөгөөд хөрсийг эвдрэлд оруулсан, бохирдуулсан иргэд, аж ахуйн нэгжүүдэд хариуцлага тооцох хууль эрх зүйн суурийг бүрдүүлсэн.

Олон улсын хөрс судлалын холбооноос 2015-2024 оныг дэлхийн хөрсний арван жил болгон зарлаж хөрсийг хамгаалах, тордон сайжруулах, ашиглалтын хэмнэлттэй горимд шилжих, хөрсний судалгааг нарийвчлан хийх зэрэг олон арга хэмжээ авахыг дэлхийн улс орнуудад уриалсан.

Монгол орны хөрсний элэгдэл эвдрэл, үржил шимийн доройтол эрчимжих хандлагатай байгаа учраас хөрс хамгаалах асуудалд онцгойлон анхаарах шаардлагатай байна. Хөрсний чанар нь улс орны хүнсний хангамжийн асуудалтай шууд холбоотой. Хөрсний доройтол нь хөдөө аж ахуйн салбар, мал аж ахуй, газар тариаланд шууд сөргөөр нөлөөлнө. Нэгэнт хүчтэй эвдрэлд орж үржил шимгүй болсон газрын хөрсийг нөхөн сэргээх нь маш их зардал, цаг хугацаа шаардсан, бараг боломжгүй ажил гэж тооцогддог. Дэлхийн түүхэнд үржил шимт газрууд элсэн цөл болж хувирсан жишээ багагүй бий.

Хөрсний чанар төлөв байдлыг тогтмол хянаж байдаг мониторингийн сүлжээ, тогтолцоо байхгүй байгаа учраас Монгол орны нутаг дэвсгэрийн аль хэсэгт хөрс илүү их эвдрэл доройтолд орж байгаа талаар мэдээлэл хангалтгүй байна. Мөн хөрс хамгаалах арга хэмжээг төлөвлөхөд хөрсний элэгдэл эвдрэл, доройтлын талаарх нарийвчилсан судалгаа зайлшгүй шаардлагатай юм.

Хөрс хамгаалах талаар багагүй хууль тогтоомж, хөтөлбөр, дүрэм журам байдаг боловч ихэнх нь амьдралд хэрэгжихгүй байна. Хуулийн хэрэгжилтийг сайжруулах, амьдралд хэрэгжихгүй байгаа дүрэм журмыг өөрчлөх, оновчтой шийдлийг олох нь чухал юм.

Хөрс хамгаалах үйл ажиллагаа нь газар ашиглалт, газар зохион байгуулалттай салшгүй холбоотой. Хөрсний элэгдэл эвдрэл хүчтэй болсон газруудыг хамгаалалтад авах, малын бэлчээр болон бусад газар ашиглалтын үйл ажиллагааг хязгаарлах шаардлагатай. Газрын татвар, хураамжийг хөрсний чанартай холбох, хөрс нөхөн сэргээх үйл ажиллагаа хийсэн газруудыг татвараас чөлөөлөх хөнгөлөх зэрэг эдийн засгийн арга хөшүүргүүдийг ашиглах боломжтой.

Бэлчээрийн мал аж ахуйн менежментийг шинэчлэх, бэлчээрийн даац хөрсний доройтолтой уялдуулах, малын тоо толгойг хязгаарлах, малын хөлийн татварын асуудлыг зөв зохион байгуулах, сүргийн бүтэц дэх ямааны тоо толгойг хязгаарлах гэх мэт хөрс хамгаалахад чиглэсэн оновчтой зохицуулалт хэрэгтэй байна.

Автомашины тоо сүүлийн жилүүдэд огцом өсөж, машингүй малчин айл өрх бараг байхгүй болсон. Хөрсний элэгдэл эвдрэлийн багагүй хувийг замын эвдрэл үүсгэдэг. Бараг 3 сая га газрын хөрс автомашин замаар эвдрэлд орсон гэсэн тооцоо байдаг. Замыг тэмдэгжүүлэх, орон нутгийн замын сүлжээг зөв зохион байгуулах, хамгийн их машин явдаг замуудыг эхний ээлжид хатуу хучилттай болгох, сум суурин газар орчмын автозамын төлөвлөлтийг бий болгох нь автозамаар үүсэн хөрсний эвдрэлийг бууруулах ач холбогдолтой.

Хүн амын төвлөрөл ихэссэнтэй холбоотой суурин газрын хөрсний талхагдал эвдрэл их болж байна. Агаарын бохирдлын багагүй хэсэг нь эвдрэлд орсон ургамалгүй хөрстэй газраас үүсэлтэй гэж үздэг. Сумын төвүүдийг цэцэрлэгжүүлэх ногооруулах, машин болон явган замуудыг тохижуулах ажлыг орон нутгийн зардал хямд төсөр аргаар гүйцэтгэх боломжтой.

Байгалийн үнэт баялаг болох хөрсийг элэгдэл, эвдрэлээс урьдчилан сэргийлэх, эвдэрсэн хөрсийг нөхөн сэргээх асуудалд анхаарал хандуулах шаардлагатай байна.

ДҮГНЭЛТ

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчтэй холбоотой мэдээ материалууд цуглуулах, шаардлагатай газруудад хөрсний нэмэлт судалгаа хийх, нийт дүн материалыг боловсруулан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг хөрсний хэвшинж, төрөл тус бүрээр, нийт улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тодорхойллоо. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийг тооцох судалгааг Уур амьсгалын өөрчлөлтийг судлах Олон улсын хороо (IPCC, 2006)-оос боловсруулсан арга зүйн зарчмыг баримтлан гүйцэтгэсэн. Монгол орны нутагт тархсан 35 хэвшинж, 110 төрлийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нэгж талбайд оногдох дундаж нөөцийг 0-30, 0-100 см зузаан хөрсөнд тооцоолж тодорхойлсон. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг тооцоолоход чулуу, эзлэхүүн жин зэрэг үзүүлэлтийн мэдээллүүд хангалтгүй байсан ба дутуу мэдээллийг тодорхойлоход педотрансфер функцуудыг ашигласан. Нийт 3260 хөрсний зүсэлтийн 14500 ширхэг хөрсний дээжийн дүн материалд боловсруулалт хийсэн.

Дунджаар манай улсын 1 га талбайн 0-30 см зузаан хөрс 43.0 тн, 0-100см хөрс дунджаар 65.2 тн органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Хүлэрлэг хөрс хамгийн их буюу 0-30 см зузаан хөрсөнд дунджаар 156-167 т/га, 0-100 см зузаан хөрсөнд дунджаар 289-239 т/га хүртэл органик нүүрстөрөгчтэй. Үржил шимт Харшороон хөрсний 0-30 см зузаан хөрсөнд дунджаар 100-103 т/га, 0-100 см зузаан хөрсөнд 160-167 т/га хүртэл органик нүүрстөрөгч агуулна. Хээрийн бүсийн Хархүрэн хөрсний органикийн нүүрстөрөгчийн дундаж нөөц 0-30 см-д 45-58 т/га, 0-100 см-д 65-90 т/га байна. Говь цөлийн бүсийн хөрсний органикийн агууламж бага буюу Бор хөрс дунджаар 0-30 см-д 8-13 т/га, 0-100 см хөрсөнд 12-29 т /га байна.

Нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийг тодорхойлохын тулд Монгол орны хөрсний 1 : 800 000 масштабын зургийг шинэчлэн зохиож хэвлүүлсэн. Зургийн нийт нарийвчлал (Overall accuracy) 83 %, Каппа коэффициент 0.81 буюу боломжийн түвшинд байна гэж үзэж болно. Мөн багавтар хэмжээний газар нутаг буюу сумын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд геостатистик арга ашиглан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн зургийг зохиох боломжтой болохыг Хөвсгөл аймгийн Тариалан сумын жишээн дээр судалж тогтоолоо.

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зургийг 1 : 2 500 000 масштабтай зохиож улсын хэмжээнд хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц хэмжээг тодорхойллоо. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нийт нөөц 0-30 см хөрсөнд 6553.1 Mt, 0-100 см хөрсөнд 9937.3 Mt байна. Дэлхийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн 0.94 %-ийг Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгч эзэлнэ. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцөөр манай улс дэлхийн улсуудаас 14-р байранд орно (FAO & ITPS, 2020). Хөрсний бүлгүүдээр авч үзвэл ой

тайгын бүлэг хөрс хамгийн их буюу 1510 Mt (0-30см), хээрийн бүсийн хөрс 1005 Mt (0-30см) органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй байна. Өндөр уул, уулын хээр, хуурай хээрийн бүсийн бүлэг хөрснүүд ХОНН их байна. Нуга намгийн хөрсний нэгж талбайн ХОНН өндөр боловч нийт талбайн хэмжээ бага учраас ХОНН-ийн нийт хэмжээ 324 Mt буюу төдийлөн их биш байна. Аймгуудаас ХОНН хамгийн их нь Хөвсгөл аймаг 0-30 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 1027.4 Mt, 0-100 см хөрсөнд 1352.5 Mt байгаа нь Өмнөговь, Дорноговь, Дундговь, Баянхонгор, Говь-Алтай аймгуудын нийлбэрээс их байна.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлтийн талаар харьцуулсан судалгаа хийж, нөлөөлж буй хүчин зүйлүүдийг тодорхойлох оролдлого хийлээ. Монгол орны төв хэсгийн хээрийн хөрсний органикийн агууламжийн өөрчлөлт, уур амьсгал, мал аж ахуйн нөлөөллийг нийт 66 ш хөрсний зүсэлтийн материал дээр тулгуурлан судаллаа. 1980-1990 он буюу 30-40 жилийн өмнөх судалгааны дүнтэй харьцуулсан судалгаа хийсэн. Хөрсний органикийн агууламж 35 жилд дунджаар 12.3 % багасаж буурсан байна. Хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад үзүүлж буй нөлөөллийг тооцоход олон хүчин зүйлийн регрессийн анализ, гол компонентын шинжилгээ зэрэг статистик аргуудыг ашиглалаа. Энэ хугацаанд агаарын температур 1.25° C нэмэгдэж, хур тунадас 5 мм багасаж, нийт малын тоо 2.6 дахин, нэмэгдсэн байна. Регрессийн болон фактор анализ аргуудаар тооцож үзэхэд хөрсний органикийн агууламжийн бууралтад нийт мал, ямааны тоо толгойн ихсэлт голлох нөлөө үзүүлж агаарын температур, хур тунадасны нөлөөлөл бага байна.

Хангай нурууны төв хэсэгт хийсэн судалгаагаар Харшороон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж сүүлийн 40 жил орчмын хугацаанд 13.9-16.5 % буурсан, Орхон голын татмын Аллювийн хөрсний органик нүүрстөрөгч 13.3% буурсан зэрэг судалгааны дүн байна. Хүний үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөлөл болох уул уурхай, ой мод огтлолт, гал түймэр, авто замын талхагдал, газар тариалан, хот суурин газрын талхагдлын нөлөөгөөр хөрс элэгдэл эвдрэлд орж хөрсний органикийн нөөц багасаж буурч байгааг судалгаа хийж тогтоолоо. Бэлчээрийн хөрсний үржил шимийн хамгийн гол үндсэн үзүүлэлт болох органикийн агууламж сүүлийн жилүүдэд багасаж байгаа нь малын тоо толгойн огцом өсөлттэй холбоотой байна.

Судалгааны үр дүнд 2018-2021 онуудад ном товхимол 2 ш. эрдэм шинжилгээний гадаад өгүүлэл 14 ш. үүнээс мэргэжлийн сэтгүүлд 4 ш, дотоод өгүүлэл 27 ш. хэвлүүлж, эрдэм шинжилгээний илтгэл 18-ийг хэлэлцүүлж, газрын зураг 3 ш. зохиосон. Сэдэвт ажлын хүрээнд *"Монгол орны хөрсний зураг тайлбар"* 13 х.х., *"Хөрс хамгаалал, хөрсний органикийн нөөц. Арга зүй, зөвлөмж"* 12 х.х. ном товхимлыг бичиж хэвлүүлсэн.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

Англи хэл дээрх

- Abdalla, K., Chivenge, P., Everson, C., Mathieu, O., Thevenot, M., & Chaplot, V. (2016). Long-term annual burning of grassland increases CO₂ emissions from soils. *Geoderma*, 282, 80–86.
- Adams, W. A. (2013). Effect of organic matter on the bulk and true densities of some uncultivated podzolic soils. *Journal of Soil Science*, 10–17.
- ADB. (2017). *Strategic planning for peatlands in Mongolia. Assessment report.*
- Ahmad Dar, J., & Somaiah, S. (2015). Altitudinal variation of soil organic carbon stocks in temperate forests of Kashmir Himalayas, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(2).
- Ahmed, S., & De Marsily, G. (1987). Comparison of geostatistical methods for estimating transmissivity using data on transmissivity and specific capacity. *Water Resources Research*, 23(9), 1717–1737.
- Alexander, E. B. (1980). Bulk Densities of California Soils in Relation to Other Soil Properties. *Soil Science Society of America Journal*, 44(4), 689–692.
- Arrouays, D., McBratney, A. B., Minasny, B., Hempel, J. W., Heuvelink, G. B. M., MacMillan, R. A., Hartemink, A. E., Lagacherie, P., & McKenzie, N. J. (2014). The GlobalSoilMap project specifications. *GlobalSoilMap: Basis of the Global Spatial Soil Information System - Proceedings of the 1st GlobalSoilMap Conference, January*, 9–12.
- Baatar, R., & Janzen, J. (2007). Comparison of Land surface measuring and Remote sensing data for mapping of plant and soil covers under conditions of different natural zones of Mongolia. *Research Paper*, 5, 1–28.
- Baig, M. H. A., Zhang, L., Shuai, T., & Tong, Q. (2014). Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance. *Remote Sensing Letters*, 5(5), 423–431.
- Batjes, N. H. (1992). A Review of Soil Factors and Processes that Control Fluxes of Heat, Moisture and Greenhouse Gases. *Organic Matter and Carbon Dioxide*, 97–148.
- Batjes, N. H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47(2), 151–163.
- Batjes, N. H. (2000). Effects of mapped variation in soil conditions estimates of soil carbon and nitrogen stocks for South America. *Geoderma*, 97(1–2), 135–144.
- Batkhisig, O., & Telmen, T. (2021). Soil erosion and Soil organic carbon in the forest-steppe zone: A case study in Baga Mukhar, west Khentei, Mongolia. ESTIC2021. *Advances in Engineering Research*, 206, 7–13
- Batkhisig, O., Ganzorig, U., & Ikhbayar, Ts. (2020). East Mongolian Soil organic carbon Density and Stocks. *Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories. ICOMP2020*, 17–21.
- Batkhisig, O., & Wang, Q. (2014) Impact of Overgrazing on Semiarid Ecosystem Soil Properties: A Case Study of the Eastern Hovsgol Lake Area, Mongolia. *Journal of Ecosystem & Ecography* 4:140
- Benites, V. M., Machado, P., Fidalgo, E., Coelho, M. R., & Madari, B. E. (2007). Pedotransfer functions for estimating soil bulk density from existing soil survey reports in Brazil. *Geoderma*, 139(1), 90–97.
- Bespalov, N. D. (1951). *Soils of Outer Mongolia.*
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1996). Measurement error. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 312(7047), 1654.
- Bolin, B. (1981). *Carbon cycle modelling (SCOPE 16).* <https://www.osti.gov/biblio/6934624>
- Bolormaa, Ts. (2020). The effect of forest fire on soil organic carbon declines. *Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories. ICOMP-2020*, 399–400.
- Bonn, A. A. (2016). *Nature-based solutions for societal goals. Peatland restoration and ecosystem services.* Cambridge University Press.
- Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H., & Stoneman, R. (2016). Peatland restoration and ecosystem services: An introduction. *Peatland Restoration and Ecosystem Services: Science, Policy and Practice*, 1–16.
- Brown, S., Miltner, E., & Cogger, C. (2012). Carbon Sequestration Potential in Urban Soils. In *Carbon Sequestration in Urban Ecosystems* (pp. 173–196). Springer Netherlands.
- Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., & Charlton, M. E. (2010). Geographically Weighted Regression : A Method for Exploring Spatial Nonstationarity . *Geographical Analysis*, 28(4), 281–298.
- Butterbach-Bahl, K., Kögel-Knabner, I., & Han, X. (2011). Steppe ecosystems and climate and land-use changes-vulnerability, feedbacks and possibilities for adaptation. *Plant Soil*, 340, 1–6.
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Novak, J. M., Parkin, T. B., Karlen, D. L., Turco, R. F., & Konopka, A. E. (1994). Field-Scale Variability of Soil Properties in Central Iowa Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58(5), 1501–1511.
- Canarache, A. (1990). *Physics of agricultural soils.* (B. Ceres (Ed.)).
- Carter, M. R. (2002). Soil Quality for Sustainable Land Management. *Agronomy Journal*, 94(1), 38–47.

- Chen, H., Teng, Y., Lu, S., Wang, Y., & Wang, J. (2015). Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. *Science of the Total Environment*, 512–513, 143–153.
- Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., & et al. (2013). The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In *Cambridge*.
- Cui, X., Gao, F., Song, J., Sang, Y., Sun, J., & Di, X. (2014). Changes in soil total organic carbon after an experimental fire in a cold temperate coniferous forest: A sequenced monitoring approach. *Geoderma*, 226–227, 260–269.
- Davaasuren, D., Porsson, J., & Svavarsdóttir, K. (2017). *Vehicle off-road erosion assessment in southern Mongolia*.
- Deb, S., Bhadoria, P., Mandal, B., Rakshit, A., & Singh, H. (2015). Soil organic carbon Towards better soil health, productivity and climate change mitigation. *Climate Change and Environmental Sustainability*, 3, 26–34.
- Dominick, A., DellaSala, & Hanson, C. T. (2015). *The Ecological Importance of Mixed-Severity fires* (1st ed.). Elsevier Inc.
- Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O., & Nachtergaele, F. (2001). Lecture Notes on the Major Soils of the World. In *World Soil Resources Reports* (Vol. 94). FAO-ISRIC-University Wageningen-Katolieke Universiteit Leuven.
- Dytham, C. (2011). Choosing and Using Statistics: a biologist's guide. *A John Wiley & Sons*, 320.
- Emohamed, M., & Chuxia, L. (2015). Geochemical characteristics of soils in Fezzan, Sahara desert: Implications for environment and agriculture. *Journal of Geochemical Exploration*, 158, 122–132.
- Eriksson, C. P., & Holmgren, P. (1996). Estimating stone and boulder content in forest soils - evaluating the potential of surface penetration methods. *Catena*, 28(1/2), 121–134.
- Eswaran, H., Reich, P. F., Kimple, J. M., Beinroth, F. H., Padmanabhan, E., & Moncharoen, P. (1999). Global Carbon stocks. In R. Lal, J. M. Kimble, B. A. Stewart, & H. Eswaran (Eds.), *Global climate change and pedogenic carbonates* (pp. 15–25). Lewis Publishers.
- Eswaran, Hari, Berg, E. Van Den, & Reich, P. (1993). Division S-5 Notes. *Soil Science of America Journal*, 57(1), 192–194.
- Ezcurra, E., Mellink, E., & Martínez-Berdeja, A. (2014). Hot Deserts. In *eLS*. Wiley.
- Fang, C., & Moncrieff, J. B. (2001). The dependence of soil CO₂ flux on temperature. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 155–165.
- FAO. (2014). *World reference base for soil resources 2014*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2017). *Soil Organic Carbon: the hidden potential*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2019). *Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems* (Guidelines). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership.
- FAO, & ITPS. (2020). *Global Soil Organic Carbon Map (GSOcmap) Version 1.5* (FAO (Ed.)). FAO.
- Fernández, I., Cabaneiro, A., & Carballas, T. (1999). Carbon mineralization dynamics in soils after wildfires in two Galician forests. *Soil Biology & Biochemistry*, 31, 1853–1865.
- Fontaine, S., Barot, S., Barré, P., Bdioui, N., Mary, B., & Rumpel, C. (2007). Stability of Organic Carbon in Deep Soil Layers Controlled by Fresh Carbon Supply. *Nature*, 450, 277–280.
- Fotheringham, A., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2002). Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. *John Wiley & Sons*, 13.
- Friedlingstein, P., Meinshausen, M., Arora, V. K., Jones, C. D., Anav, A., Liddicoat, S. K., & Knutti, R. (2014). Uncertainties in CMIP5 Climate Projections due to Carbon Cycle Feedbacks. *Journal of Climate*, 27(2), 511–526.
- Fukumoto, Y., Kashima, K., & Ganzorig, U. (2014). The Holocene environmental changes in boreal fen peatland of northern Mongolia reconstructed from diatom assemblages. *Quaternary International*, 348, 66–81.
- Gardiner, D. T., & Miller, R. W. (2004). *Soils in Our Environment* (10th ed.). Pearson.
- Gerber, P. ., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*.
- Goossens, D., & Buck, B. (2009). Dust emission by off-road driving: Experiments on 17 arid soil types, Nevada, USA. *Geomorphology*, 107(3–4), 118–138.
- Goulden, C., & Tsogtbaatar, J. (2003). *Dynamics of Biodiversity Loss and Permafrost Melt in Hovsgol National Park, Mongolia*.
- Graham, RT., McCaffrey, S., Jain, T. (2004). *Science basis for changing forest structure to modify wildfire behavior and severity*.
- Grasty, S., & FAO. (1999). Reducing enteric methane and livelihoods Win - Win opportunities for farmers. In *Most* (Vol. 14, Issue 2).
- Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M., & Ellert, B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74(4), 367–385.

- Grunert, J., Klein, M., Stumböck, M., & Dash, D. (1999). Soil development on old dunes in Uvs Nuur Basin. *The Earth*, 130, 97–115.
- Harris, P, Fotheringham, A. S., Crespo, R., & Charlton, M. (2010). The Use of Geographically Weighted Regression for Spatial Prediction: An Evaluation of Models Using Simulated Data Sets. *Mathematical Geosciences*, 42(6), 657–680.
- Harris, Paul, Charlton, M., & Brunson, C. (2012). *Geographically weighted models: advances in modelling spatial heterogeneity*.
- Hashizume, M., Ueda, K., Nishiwaki, Y., Michikawa, T., & Onozuka, D. (2010). Health effects of Asian dust events: a review of the literature. *Nippon Eiseigaku Zasshi. Japanese Journal of Hygiene*, 65, 413–421.
- Hengl, T., De Jesus, J. M., Heuvelink, G. B. M., Gonzalez, M. R., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shanguan, W., Wright, M. N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., & et al. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. In *PLoS ONE* (Vol. 12, Issue 2).
- Hengl, T., Heuvelink, G., & Rossiter, D. (2007). About regression-kriging: From equations to case studies. *Computers & Geosciences*, 33, 1301–1315.
- Hiederer, R., & Köchy, M. (2011). Global Soil Organic Carbon Estimates and the Harmonized World Soil Database. *Europace*.
- Homann, P. S., Sollins, P., Fiorella, M., Thorson, T., & Kern, J. S. (1998). Regional Soil Organic Carbon Storage Estimates for Western Oregon by Multiple Approaches. *Soil Science Society of America Journal*, 62(3), 789–796.
- Huete, A. R. (1988). A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote sensing of environment*, 25(1), 295–309.
- Hugelius, G., Tarnocai, C., Broll, G., Canadell, J. G., Kuhry, P., & Swanson, D. K. (2013). The Northern Circumpolar Soil Carbon Database: spatially distributed datasets of soil coverage and soil carbon storage in the northern permafrost regions. *Earth System Science Data*, 5(1), 3–13.
- Hurvich, C. M., Simonoff, J. S., & Tsai, C.-L. (1998). Smoothing parameter selection in nonparametric regression using an improved Akaike information criterion. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 60(2), 271–293.
- IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Islam, S., Ahmed, K., Habibullah-Al-Mamun, M., & Masunaga, S. (2015). Potential ecological risk of hazardous elements in different land-use urban soils of Bangladesh. *Science of the Total Environment*, 512–513, 94–102.
- ISO. (2006). *International standard Soil quality — Pretreatment of samples for physico-chemical analysis*.
- ISO. (2009). *Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation* (Patent No. ISO 11277:2009).
- ITPS & FAO. (2020). *Global Soil Organic Carbon Map (GSOcmap) Version 1.5* (Technical). FAO.
- IUSS Working group WRB. (2006). World Reference Base for Soil Resources. FAO.
- IUSS Working Group WRB. (2014). World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In *World Soil Resources Reports No. 106*.
- Jacinthe, P. A., & Lal, R. (2001). A mass balance approach to assess carbon dioxide evolution during erosional events. *Land Degradation and Development*, 12(4), 329–339.
- Jobbágy, E., & Jackson, R. (2000). The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation. *Ecological applications*, 10, 423–436.
- Joosten, H. (2010). The Global Peatland Carbon dioxide Picture. *Quaternary Science Reviews*, 1–10.
- Joosten, Hans. (2009). *The Global Peatland CO2 Picture: peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*.
- Joosten, Hans, & Couwenberg, J. (2008). Peatlands and carbon. *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change*, 99–117.
- Kaito, C., Ito, A., Kimura, S., Kimura, Y., Saito, Y., & Nakada, T. (2000). Topotactical growth of indium sulfide by evaporation of metal onto molybdenite. In *Journal of Crystal Growth* (Vol. 218, Issue 2).
- Kauth, R. J., & Thomas, G. S. P. (1976). *The tasselled cap - A graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat*.
- Keshkamat, S. S., Tsendbazar, N. E., Zuidgeest, M. H. P., Van Der Veen, A., & De Leeuw, J. (2012). The environmental impact of not having paved roads in arid regions: An example from Mongolia. *Ambio*, 41(2), 202–205.
- Kinugasa, T., Suzuyama, Y., Tsuchihashi, N., & Nachinshonhor, G. U. (2015). Colonization and expansion of grassland species after abandonment of dirt roads in the Mongolian steppe. *Landscape and Ecological Engineering*, 11(1), 19–27.
- Köchy, M., Hiederer, R., & Freibauer, A. (2015). Global distribution of soil organic carbon – Part 1:

- Masses and frequency distributions of SOC stocks for the tropics, permafrost regions, wetlands, and the world. *SOIL*, 1(1), 351–365.
- Kowalkowski, A., Matuszkiewicz, J. M., Roozzielinska, E. M., & Solon, J. (1983). Soil-vegetation relationships. In A. Breymeyer & K. Klimek (Eds.), *Mongolian Dry Steppe Geosystems. A Case Study of Gurvan Turuu Area* (pp. 66-72.).
- Krasnoshchekov, Y. N. (2008). Soil cover of mountain forests in the East Khubsugul region of Mongolia. *Eurasian Soil Science*, 41(7), 694–703.
- Krasnoshchekov, Y. N. (2010). Soils and the soil cover of mountainous tundra and forest landscapes in the Central Khangai of Mongolia. *Eurasian Soil Science*, 43(2), 117–126.
- Kumar, S., & Lal, R. (2011). Mapping the organic carbon stocks of surface soils using local spatial interpolator. *J. Environ. Monit.*, 13(11), 3128–3135.
- Kumar, S., Lal, R., & Liu, D. (2012). A geographically weighted regression kriging approach for mapping soil organic carbon stock. *Geoderma*, 189–190, 627–634.
- Kwon, H. J., Cho, S. H., Chun, Y., Lagarde, F., & Pershagen, G. (2002). Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. *Environmental Research*, 90(1), 1–5.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.
- Lal, R. (2010). Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security. *Bioscience*, 60–9, 708–721.
- Lal, R., Negassa, W., & Lorenz, K. (2015). Carbon sequestration in soil. *Environ Sustain*, 15, 79–86.
- Lal, R. (2002). Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental Pollution*, 116(3), 353–362.
- Lal, R. (2003b). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International*, 29(4), 437–450.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.
- Lal, R. (2008). Carbon sequestration. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 363, 815–830.
- Lebedeva, M., Golovanov, D., & Abrosimov, K. N. (2016). Micromorphological diagnostics of pedogenetic, eolian, and colluvial processes from data on the fabrics of crusty horizons in differently aged extremely aridic soils of Mongolia. *Quaternary International*, 418.
- Li, S. G., Tsujimura, M., Sugimoto, A., Davaa, G., & Sugita, M. (2006). Natural recovery of steppe vegetation on vehicle tracks in central Mongolia. *Journal of Biosciences*, 31(1), 85–93.
- Lloyd, J., & Taylor, J. A. (1994). On the temperature dependence of soil respiration. *Functional Ecology*, 8, 315–323.
- Liu, X., Herbert, S. J., Hashemi, A. M., Zhang, X., & Ding, G. (2006). Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation - A review. *Plant, Soil and Environment*, 52(12), 531–543.
- Liu, Y., Guo, L., Jiang, Q., Zhang, H., & Chen, Y. (2015). Comparing geospatial techniques to predict SOC stocks. *Soil and Tillage Research*, 148, 46–58.
- Lu, B., Charlton, M., Harris, P., & Fotheringham, A. S. (2014). Geographically weighted regression with a non-Euclidean distance metric: A case study using hedonic house price data. *International Journal of Geographical Information Science*, 28(4), 660–681.
- Maryol, E., & Lin, C. (2015). Geochemical characteristics of soils in Fezzan, Sahara desert: Implications for environment and agriculture. *Journal of Geochemical Exploration*, 158, 122–131.
- Meentemeyer, V., Gardner, J., & Box, E. O. (1985). World patterns and amounts of detrital soil carbon. *Earth Surface Processes and Landforms*, 10(6), 557–567.
- MET. (2017). *Assessment Report: Strategic Planning for Peatlands in Mongolia*. August, 400.
- Minayeva, T., Slrin, A., Dorofeyuk, N., Smagin, V., Bayasgalan, D., Gunin, P., Dugardjav, C., Bazha, S., Tsedendash, G., & Zoyo, D. (2005). Mongolian mires : From taiga to desert. *Stapfia*, 35, 335–352.
- Moghtaderi, T., Mahmoudi, S., Shakeri, A., & Masihabadi, M. H. (2018). Heavy metals contamination and human health risk assessment in soils of an industrial area, Bandar Abbas–South Central Iran. *Human and Ecological Risk Assessment*, 24(4), 1058–1073.
- Mondal, A., Khare, D., Kundu, S., Mondal, S., Mukherjee, S., & Mukhopadhyay, A. (2017). Spatial soil organic carbon (SOC) prediction by regression kriging using remote sensing data. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1), 61–70.
- Nachtergaele, F. (2021). Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils: A memory : This article belongs to Ambio's 50th Anniversary Collection. Theme: Agricultural land use. In *Ambio* 50(7), 1289–1290.
- Nakane, P. K. (1968). Immuno Enzymo Histochemistry. *Acta Histochemica Et Cytochemica*, 1, 217–218.
- Nkonya, E., Anderson, W., Kato, E., Koo, J., Mirzabaev, A., Braun, J., & Meyer, S. (2016). Global Cost of Land Degradation. In N. E., M. A., & von B. J (Eds.), *Economics of Land Degradation and Improvement*

- *A Global Assessment for Sustainable Development* (pp. 117–165). Springer.
- Oberbauer, S. F., Gillespie, C. T., & W. Cheng. (1992). Environmental effects on CO₂ efflux from riparian tundra in the northern foothills of the Brooks Range. *Oecologia*, 92, 568–577.
- Onon, R. (2010). Current status of road destinations connected to Asian highway network. *8th Meeting of the Central Asia Regional Economic Cooperation (CAREC) Transport Sector Coordinating Committee*.
- Pan, G., Li, L., Wu, L., & Zhang, X. (2004). Storage and sequestration potential of topsoil organic carbon in China's paddy soils. *Global Change Biology*, 10(1), 79–92.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M., & Stringer, L. (2008). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen. In *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: main report*.
- Paruelo, J. M., Oesterheld, M., Di Bella, C. M., Arzadum, M., Lafontaine, J., Cahuepé, M., & Rebella, C. M. (2000). Estimation of primary production of subhumid rangelands from remote sensing data. *Applied Vegetation Science*, 3(2), 189–195.
- Pásztor, L., Laborczi, A., Takács, K., Illés, G., Szabó, J., & Szatmári, G. (2020). Progress in the elaboration of GSM conform DSM products and their functional utilization in Hungary. *Geoderma Regional*, 21.
- Petrov, B. F. (1952). Soils of the Altai-Sayan region. *Proceedings of Dokuchaev Institute*, 27–31.
- Poeplau, C., Vos, C., & Don, A. (2016). Soil organic carbon stocks are systematically overestimated by misuse of the parameters bulk density and stone content. *SOIL Discussions*, July 2017, 1–10.
- Raciti, S. M., Hutyra, L. R., & Finzi, A. C. (2012). Depleted soil carbon and nitrogen pools beneath impervious surfaces. *Environmental Pollution*, 164, 248–251.
- Rawls, W. J., & Brakensiek, D. L. (1985). Prediction of soil water properties for hydrologic modeling. *Watershed Management in the Eighties*, 293–299.
- Reicosky, D. C., & Archer, D. W. (2007). Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. *Soil Tillage Res*, 94, 109–121.
- Richard, G., Cousin, I., Sillon, J. F., Bruand, A., & Guérif, J. (2001). Effect of compaction on the porosity of a silty soil: Influence on unsaturated hydraulic properties. *European Journal of Soil Science*, 52, 49–58.
- Samdandorj, M., & Purevdorj, Ts. (2019). Geospatial Modeling Approaches for Mapping Topsoil Organic Carbon Stock in Northern Part of Mongolia. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 59(2), 4–17. <https://doi.org/10.5564/pmas.v59i2.1215>.
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild. *BioScience*, 52(10), 891–904.
- SAS. (2013). *SAS 9.1.3 Help and Documentation*. SAS Institute Inc. <https://www.sas.com/>
- Saruulzaya, A., Sainbayar, D., Wu, T., Wu, X., Yamkhin, J., Bao, Y., Sumiya, E., Gansukh, Y., Dashtseren, A., & Battogtokh, D. (2021). Spatial and temporal change patterns of near-surface CO₂ and CH₄ concentrations in different permafrost regions on the Mongolian Plateau from 2010 to 2017. *Science of the Total Environment*, 800, 149433.
- Scharlemann, J., Tanner, E., Hiederer, R., & Kapos, V. (2014). Global soil carbon: Understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon Management*, 5, 81–91.
- Schlesinger, W. H. (1982). Carbon storage in the caliche of arid soils. *Soil Science*, 133(4), 247–255.
- Schlesinger, W. H. (1995). Soil respiration and changes in soil carbon stocks. In G. M. Woodwell & G. M. Mackenzie (Eds.), *Biotic feedbacks in the global climatic system: will the warming feed the warming?* (pp. 159–168). Oxford University Press.
- Sharkhuu, A., Plante, A.F., Enkhmandal, O., Casper, B.B., Helliker, B.R., Boldgiv, B., & Petraitis, P.S. (2013). Effects of open-top passive warming chambers on soil respiration in the semi-arid steppe to taiga forest transition zone in Northern Mongolia. *Biogeochemistry*, 115, 333–348.
- Shinoda, M., Gillies, J. A., Mikami, M., & Shao, Y. (2011). Temperate grasslands as a dust source: Knowledge, uncertainties, and challenges. *Aeolian Research*, 3(3), 271–293.
- Sillon, J. F., Richard, G., & Cousin, I. (2003). Tillage and traffic effects on soil hydraulic properties and evaporation. *Geoderma*, 116(1–2), 29–46.
- Singh, S. P., Mer, G. S., & Ralhan, P. K. (1988). Carbon balance for a central Himalayan cropland soil. *Pedobiologia*, 32, 187–191.
- Smith, L. (1983). *Effects of prescribed burning in the ecology of a Utah Marsh*. Utah State University.
- Song, X. D., Wu, H. Y., Ju, B., Liu, F., Yang, F., Li, D. C., Zhao, Y. G., Yang, J. L., & Zhang, G. L. (2020). Pedoclimatic zone-based three-dimensional soil organic carbon mapping in China. *Geoderma*, 363, 114–145.
- Spaargaren, O. (2001). Major Soils of the World. *International Centre for Theoretical Physics*, 5(April), 2–47. www.ictp.trieste.it
- Survey, D. of S. (1992.). *Soil survey manual (Agriculture)*. [Washington, D.C.]: U.S. Dept. of Agriculture.

- Tomasella, J., & Hodnett, M. (1998). Estimating soil water retention characteristics from limited data in Brazil. *SoilSci*, 163, 190–202.
- Trabalka, J. R., & Reichle, D. E. (1986). *The Changing Carbon Cycle: A Global Analysis* (S. reprint of the original 1st Ed (Ed.); 1986 Editi). Springer.
- U S. Department of Agriculture. (2002). *Soil Survey Manual*. University Press of the Pacific.
- Ulgiihimeg, G., & Gankhuyag, E. (2019). Soil organic carbon changes in Urban and SubUrban areas in Mongolia. *Environmental Sciences and Technology*, 306–311.
- Vanmaekelbergh, D. (2009). From droplets to devices. In *Nature Nanotechnology* (Vol. 4, Issue 8).
- Vasiliniuc, I., & Patriche, C. (2015). Validating soil bulk density pedotransfer functions using a romanian dataset. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 10, 225–236.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29–38.
- Wang, S., Huang, M., Shao, X., Mickler, R. A., Li, K., & Ji, J. (2004). Vertical distribution of soil organic carbon in China. *Environmental Management*, 33(SUPPL. 1), 200–209.
- Wang, Xiujun, Wang, J., & Zhang, J. (2012). Comparisons of Three Methods for Organic and Inorganic Carbon in Calcareous Soils of Northwestern China. *PLoS ONE*, 7(8), 334–443.
- Wang, Xuyang, Li, Y., Gong, X., Niu, Y., Chen, Y., Shi, X., & Li, W. (2019). Storage, pattern and driving factors of soil organic carbon in an ecologically fragile zone of northern China. *Geoderma*, 343, 155–165.
- Weil, R., & Brady, N. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. 15th edition.
- Werf, G., Randerson, J., Giglio, L., Collatz, G., Kasibhatla, P., & Jr, A. (2006). Interannual variability in global biomass burning emissions from 1997 to 2004. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6.
- Westerling, A., Betancourt, J., & Schwartz, M. (2007). Reevaluation of the spring onset/fire association in the western U.S. using Phenological vs. Hydrological Models. *AGU Fall Meeting Abstracts*, 1, 5.
- Wiedinmyer, C., Quayle, B., Geron, C., Belote, A., McKenzie, D., Zhang, X., O'Neill, S., & Wynne, K. (2006). Estimating emissions from fires in North America for Air Quality Modeling. *Atmospheric Environment*, 40, 3419–3432.
- Willmott, C., Robeson, S., & Matsuura, K. (2012). A refined index of model performance. *International Journal of Climatology*, 32.
- Wu, J., Ransom, M. D., Kluitenberg, G. J., Nellis, M. D., & Seyler, H. L. (2001). Land-Use Management Using a Soil Survey Geographic Database for Finney County, Kansas. *Soil Science Society of America Journal*, 65(1), 169–177.
- Yang, C.-Y., Cheng, M.-H., & Chen, C.-C. (2009). Effects of Asian Dust Storm Events on Hospital Admissions for Congestive Heart Failure in Taipei, Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 72(5), 324–328.
- Yao, X., Yu, K., Deng, Y., Liu, J., & Lai, Z. (2020). Spatial variability of soil organic carbon and total nitrogen in the hilly red soil region of Southern China. *Journal of Forestry Research*, 31(6), 2385–2394.
- Zhang, B., Tsunekawa, A., & Tsubo, M. (2008). Contributions of sandy lands and stony deserts to long-distance dust emission in China and Mongolia during 2000–2006. *Global and Planetary Change*, 60(3–4), 487–504.
- Zhang, C., Tang, Y., Xu, X., & Kiely, G. (2011). Towards spatial geochemical modelling: Use of geographically weighted regression for mapping soil organic carbon contents in Ireland. *Applied Geochemistry*, 26(7), 1239–1248.
- Zhang, P., & Shao, M. (2014). Spatial variability and stocks of soil organic carbon in the Gobi desert of northwestern China. *PLoS ONE*, 9(4).
- Zhaofy, L., Xianguo, L., & Qing, Y. (2005). Soil – surface in a Deyeuxia angustifolia wetland in Sanjiang Plain. *Wetlands Ecology and Management*, 13, 35–41.
- Zhibao, D., Xunming, W., & Lianyou, L. (2000). Wind Erosion in Arid and Semiarid China: An Overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(4), 439–444.

Монгол болон Орос хэл дээрх

- Андреев, С. (1935). *Материалы к характеристике почв юго-западной части МНР/Тр. Монгольской комиссии*.
- Андронников, В.Л. Шершукова, Г. А. (1978). Зона сухих степей. Н. А. Ногинo (Ред.), *Почвенный покров основных природных зон Монголии* (стр. 103–122). Наука.
- Баатар, Р. (1983). *Монголын Дорнод хэсгийн үндсэн хэв шинжийн хөрсний үржил шим, химийн онцлог шинж*.
- Баатар, Р. (1995). *Монгол орны хойд хэсгийн татмын хөрс, түүний шинж чанар, горим, зохистой ашиглах үндэслэл*.
- Баатар, Р., & Янзен, Ё. (2001). Завхан аймгийн нутаг дах байгалийн бүсүүд дэх хөрсөн бүрхэвчийн судалгаа. Д. Базаргүр & С. Шийрэв-Адьяа (Ред.), *Завхан аймгийн Нийгэм-эдийн засгийн хөгжлийн газарзүйн асуудлууд* (хдс. 130–132).
- Балжид, Д. (1977). *Хангайн ойт хээр нутгийн*

- хээрийн ба нугын хөрс, тэдгээрийн агрохимийн шинж.
- Батбаяр, Д. (1970). Монгол орны цөлийн бор саарал хөрсний тухай. *Монгол Орны Газарзүйн Асуудлууд*, 10, 54–61.
- Батбаяр, Д. (1994). *Дорнод монголын хээрийн хөрсний агрофизикийн шинж, ус-чийгийн горим*. ШУА.
- Батжаргал, Б. (1974). *Почвы горного Прихубсугуля* (Диссертаци). Иркутск.
- Батхишиг, О. (2002). Шаргын хотгорын давсжилт. *МОГЗА*, 01, 14–23.
- Батхишиг, О., Нямсамбуу, Н., Нямдаваа, Б., Энхбаяр, Б., Бямбаа, Г., Ганзориг, Ө., & Тамир, Э. (2013). *Монгол орны хөрсний шинэчилсэн ангилал, дижитал зураглал*.
- Батхишиг, О., & Ганзориг, Ж. (2010). Дархадын хотгорын баруун хэсэг улаан-тайга орчмын хөрсний судалгааны үр дүн. *Монгол Орны Газарзүйн Асуудлууд*, 06, 18–26.
- Батхишиг, О. (1999). *Туул голын хөндийн хөрс-геохимийн онцлог*. ШУА.
- Батхишиг, О. & бусад (2013). *Монгол орны хөрсний шинэчилсэн ангилал, дижитал зураглал*.
- Батхишиг, О. (2015). Хөрсний шинж чанар ба хөрсний чийгийн нөөц. Д. Доржготов (Ред.). *Тэрэлж голын сав газар, геосистем*. Бембисан.
- Батхишиг, О. (2016). Монгол орны хөрсний ангилал. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 01, 18–31.
- Батхишиг, О. (2017). Хөрсний шинж чанарын өөрчлөлт. Г. Нямдаваа & Б.Авид (Ред.). *Монгол орны байгаль орчин*.
- Батхишиг, О., & бусад. (2010). *Монгол орны хөрсний чанарын үнэлгээ*. ШУА
- Батхишиг, О., & Ганзориг, Ө. (2018). Монгол орны төв хэсгийн хээрийн хөрсний органикийн 90 жилийн дараах өөрчлөлт. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 03, 16–25.
- Батхишиг, О., Ганзориг, Ө., Бямбаа, Г., Оюунбат, П., Энхбаяр, Б., Нямсамбуу, Н., Нямдаваа, Б., Золжаргал, Х., Болормаа, Ц., Золзаяа, М., Ихбаяр, Д., Элбэгзаяа, Г., Нямбаяр, П., Тамир, Э., Тэлмэн, Т., & Пүрэвдорж, Ц. (2020). *Монгол орны хөрсний зураг, тайлбар*. ШУА.
- Батхишиг, О., Золжаргал, Х., Болормаа, Ц., Золзаяа, М., Бямбаа, Г., Ганзориг, Ө., Оюунбат, П., Ихбаяр, Д., Элбэгзаяа, Г., Тэлмэн, Т., Самдандорж, М., & Пүрэвдорж, Ц. (2019). *Хөрс хамгаалал, хөрсний органикийн нөөц*. Арга зүй, зөвлөмж. Удам соёл.
- Батхишиг, О., Нямсамбуу, Н., Бямбаа, Г., & Ганзориг, Ө. (2017). Хөрс ба хөрсөн бүрхэвч. In Г. Нямдаваа & Б. Авид (Eds.), *Монгол орны байгаль орчин* (БОАЖЯ. ШУА, хдс. 14–74).
- Мөнхийн үсэг ХХК.
- Батхишиг, О., Нямсамбуу, Н., & Ганзориг, Ө. (2017). *Өмнөговь аймгийн хөрсний эвдрэлийн судалгаа*.
- Баяраа, Г. (2010). *Хүрэн хөрсний агрохими шинж чанар ба чацарганын ургацад бордооны нөлөө*.
- Беспалов, Н. (1951). *Почвы Монгольской Народной Республики*. Изд-во АН СССР.
- Билигт, Б. (1978). *Ойт хээрийн бүсийн хүрэн хөрсний агрофизикийн шинж ба чийгийн горим түүнийг зохицуулах арга зам*.
- Болдбаяр, Р. (2017). Монгол, Орос, Хятад гурван улсын хил залгаа нутгийн ой, хээрийн түймрийн харьцуулсан судалгааны үр дүнгээс. *Хүрэлтогоот-2017*.
- Болормаа, Б. (2010). *Хүрэн хөрсний агрохимийн зарим шинж чанарт уриншийн технологи нөлөөлөх нь*.
- Болормаа, Ц. (2018). Хээрийн түймэр ба хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 03, 34–42.
- Буянбаатар, А. (2009). *Хүрэн хөрсний хими физик биологийн шинж чанарт бордооны дараа жилийн үйлчилгээ*.
- Бэхтөр, Ө. (1991). *Монголын умард хэсгийн хүрэн хөрс, түүнийг үр ашигтай ашиглах арга зам*.
- Бямбаа, Г., & Мураяама, Ш. (2012). Монгол орны шороон замын эвдрэл, доройтол ба нөхөн сэргэлтийн судалгаа. *МОГЗА*, 8, 39–45.
- Бямбаа, Г., & Тэлмэн, Т. (2018). Харшороон хөрсний чийгийн динамик. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 03, 43–53.
- Бямбаа, Г., & Элбэгзаяа, Г. (2020). Ойд хавтгайруулан огтлолт хийгдсэн талбайн хөрсний шинж чанар болон органик нүүрстөрөгч (С) -ийн өөрчлөлт. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 05, 23–30.
- Герасимов, И. П., & Лавренко, Е. М. (1952). Основные черты природы Монгольской Народной Республики. *Серия География*, 1, 27–48.
- ГЗБГЗГ. (2009). *Газрын нэгдмэл сангийн тайлан*.
- ГЗБГЗГ. (2015). *Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдлын үндэсний тайлан*.
- ГЗБГЗГ. (2018). *Хот суурин газрын ногоон байгууламжийн судалгаа*.
- Гончигсумлаа, Ч. (1994). *Хуурай хээрийн ландшафтын хөрс-геохимийн зарим онцлог*.
- Доржготов, Д., Батбаяр, Д., & Ундрал, Г. (1974). *БНМАУ-ын хөрсний карт. М1:2 500 000*. Шинжлэх ухааны академийн Газарзүй-Цэвдэг судлалын хүрээлэн.
- Доржготов, Д. (2009). *Монгол Улсын Үндэсний Атлас* (ШУА. Газарзүйн хүрээлэн).
- Доржготов, Д., & Батбаяр, Д. (1986). *БНМАУ-ын хөрсний ангилал зүй*.

- Доржготов, Д. (1973). *Монгол орны хойд хэсгийн хөрсний газарзүйн үндсэн шинж, хээрийн хөрсний тодорхойлолт*.
- Доржготов, Д. (1976). *Монгол орны хөрс-газарзүйн мужлалт*. Шинжлэх ухааны академийн хэвлэх үйлдвэр.
- Доржготов, Д. (2003). *Монгол орны хөрс*. Адмон
- Доржготов, Д. (2013). *Цөлжилтийн эрсдэл ба хөрсний олон янз байдлын судалгаа*.
- Доржготов, Д., & Ундрал, Г. (1980). Ойн бай хээрийн хөрсний хоорондох үүсэл хөгжлийн холбоог судлах асуудал. *Монгол Орны Газарзүйн Асуудлууд*, 19, 5–13.
- Зандраагомбо, Д., & Туул, Д. (2016). Хучлагатай талбайн хүрэн хөрсний ялзмаг ба бордооны нөлөө. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 1, 164–168.
- Золзаяа, М. (2019). Хангайн зүүн хэсгийн өндөр уул, цармын хөрсний судалгааны дүнгээс. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 4, 139–146.
- Идэржавхлан, С. (2007). Хөрсний шинж чанарт гадаргын хүчин зүйл нөлөөлөх нь. Д. Даш (Ред.), *Монгол орны Геоэкологи* (хдс. 209–212).
- Ичинхорлоо, С. (1957). *Хангайн бүсийн хүрэн хөрсөнд шим ба эрдэс бордоог хэрэглэн төмсний ургацыг нэмэгдүүлэх арга*.
- Краснощечков, Ю. Н., & Гомбосурэн, Н. (1988). Изменение лесорастительных условий под влиянием рубок главного пользования и лесных пожаров в подтаежных лиственничниках. *Леса МНР* (хдс. 16–49). Наука.
- Лосолмаа, Ж. (1977). *Хээрийн бүсийн хөрс, ургамал, каракуль хонины организм дахь зарим микро-элементүүдийн агууламж*.
- Максимович, С. В. (1983). Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. *Почвенный покров. Структура высотной поясности, Горная лесостепь* (хдс. 51–89). Наука.
- Мандахбаяр, Ж. (2004). *Эхийн голын баян бүрдийн хөрсний давсжилт*. ШУА.
- Мижиддорж, Ж. (2012). Хөрсний элэгдэл доройтол нь экологийн аюул сүйрлийн эхлэл мөн. *УГТЭШХ-Ийн Бүтээл*, 29, 6–14.
- Мижиддорж, Ж. (2015). Уур амьсгалын өөрчлөлт, Хөдөө аж ахуйд түүний үзүүлэх нөлөө, хүнсний аюулгүй байдал. *ХАА-н Шинжлэх Ухаан Сэтгүүл*, 14(1), 156.
- Михайлов, И. С., Абрамян, Т. К., Афанасьева, Т. Н., Батбаяр, Д., & Доржготов, Д. (1981). *Карта использования почв МНР. Масштаб 1: 1,000,000*. ГУГК СССР.
- Хөрс хамгаалах, цөлжилтөөс сэргийлэх тухай хууль, (2012).
- Тариалангийн тухай хууль, (2016).
- Мөнхбат, Б., & Бат-Эрдэнэ, Э. (2017). Хөрсний бүтэц элэгдэл эвдрэлд хөдөө аж ахуйн машин тракторын угсрааны үзүүлэх нөлөө. *Тариалангийн Талбайн Хөрсний Тогтвортой Ашиглалт, Хамгаалалт*.
- МУҮСГ. (2007). *Статистикийн шинжилгээ судалгаа хийх гарын авлага*. Монгол улсын үндэсний статистикийн газар.
- Нацагдорж, Л., Гомболүүдэв, П. (2017). Монгол орны уур амьсгал, түүний өөрчлөлт. *Монгол орны байгаль орчин* (БОАЖЯ. ШУА, хдс. 5–45).
- Ногина, А. Н. (1984). *Почвенных покров и почвы Монголии*. Наука.
- Ногина, Н. А. (1980). *БНМАУ-ын хөрсний зураг М1:2 500 000* (Г. зурагзүйн удирдах төв газар В.В.Докучаевын нэрэмжит хөрсний хүрээлэн (Ed.)).
- Нямдаваа, Г. (2014). *Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээний тайлан*.
- Нямдаваа, Г., Шийрэвдамба, Ц., & Энхбат, А. (2016). *Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээний тайлан*.
- Огородников, А. В. (1981). *Почвы горных лесов Монгольской Народной Республики*. Наука.
- Отгонтуяа, Б. (2010). Хөвсгөл орчмын чийгт гарлын хөрс. *Монгол Орны Газарзүйн Асуудлууд*, 06, 114–123.
- Оюунбат, П., & Элбэгзаяа, Г. (2016). Хээр, говийн бүсийн хөрсний тархалт, шилжилтийн онцлог. *Монголын Хөрс Судлал Сэтгүүл*, 01, 122–130.
- Оюунбат, Пүрэвсүрэн. (2013). Улаанбаатар хотын элэгдэл эвдрэлд орсон хөрсийг нөхөн сэргээх аргагүй. *Хүрэлтогоот-2013*, 38–41.
- Оюунчимэг, Т. (1998). *Монгол орны гандуу нутгийн хөрсний геохимийн зарим онцлог*. ШУА.
- Полынов, Б.Б. Крашениников, И. М. (1926). *Физико-географические и почвенно-ботанические исследование в области бассейна р.Убер-Джаргалант и верховье Ара-Джаргалант*. изд-во АН СССР.
- Полынов, Б. Б. (1926). *Физико - Географические и почвенно - ботанические исследование в области бассейна реки Убер-Джаргалант и врховье Ара-Джаргалант. Северная Монголия I*.
- Прасолов, Л. (1927). *Байгаль нуур орчмын хөрсний зураг*.
- Пүрэвсүрэн, Ш. (1991). *Монгол орны тариалангийн хүрэн хөрсний үржил шимийн өөрчлөлт*.
- Рубцова, Л. П., Андронников, В. Л. (1974). Опыт составления почвенной карты госхоза Тэвшрулэх. *Структура и динамика степных пустынных экосистем МНР* (хдс. 137–143).
- Санжаа, Д. (1937). *Хөх хошууны голын хөндийн хөрс ба түүний хөдөө аж ахуйн аж ахуйн ач холбогдол*.
- Стандарт, хэмжил зүйн газар. (1995). *Хөрс. Дээж*

- авах, савлах, тээвэрлэх, хадгалах журам. (MNS 2305 :1995).
- Стандарт, хэмжил зүйн газар. (1987). *Хөрс. Хөдөлгөөнт фосфор, калийг тодорхойлох Мачигины арга* (MNS 4006:1987).
- Стандарт, хэмжил зүйн газар. (1991). *Хөрс. Хөрсний агрохимийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох арга* (MNS 3310:1991).
- Туул, Д. (2016). Монгол орны тариалангийн хөрсний үржил шим, түүний доройтол, цаашдын хандлага. *Хөрсний Хурал*.
- Түмэн-Өлзий, Б. (1965). *Хүрэн хөрсний ус чийгийн хөдөлгөөн ба тэнцвэрийн байдал*.
- Тэлмэн, Т., & Ихбаяр, Д. (2019). Ойт хээрийн бүсийн уулын амны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц. *Монголын Хөрс Судлал*, 4, 127–134.
- Убугунова, В. И., Убугунов, Л. Л., Корсунов, В. ., & Балабко, П. (1998). *Аллювиальные почвы речных долин бассейна Селенги*.
- УГЗБХЗТИ. (1990). *Аймаг сумдын хөрс судалгааны тайлбар бичгүүд 1970-1990 он*.
- Ундрал, Г. (1972). Монгол оронд тархсан зарим хэвшинжийн хөрсөнд агуулагдах ялзмагийн хэмжээ. *Монгол Орны Газарзүйн Асуудлууд*, 11, 157–162.
- Ундрал, Г. (1978). *Монгол орны төв хэсгийн уулын ой-тайгын хөрсний газарзүй, гарал үүслийн зарим онцлог*. Шинжлэх ухааны академи.
- Уфимцева, К. . (1984). Каштановые почвы. И. П. Герасимов & Н. . Ногина (Ред.), *Почвенный покров и почвы Монголии* (хдс. 116–134). Изд-во Наука.
- Үндэсний статиктикийн хороо. (2021.). *Дорнод аймагт гарсан ой, хээрийн түймрийн тоо*. Статистикийн Мэдээллийн Нэгдсэн Сан. www.1212.mn
- Үндэсний статиктикийн хороо. (2021). *Малын тоо төрлөөр, аймаг сумаар*. Үндэсний Статистикийн Хороо. www.1212.mn
- Хадбаатар, С. (2010). *Сэлэнгийн сав нутгийн төв хэсгийн тариалангийн газрын хүрэн хөрсний доройтол ба ландшафт экологийн онцлог*. Москва.
- Цэвээндорж, С. (1985). *Хүрэн хөрсний бичил биетний зүйлийн бүрдэл түүнд бордооны нөлөө*.
- Энх-Амгалан, Ц. (2021). Бэлчээрийн даацыг хэтрүүлэн ашиглаж байгаа нь тал хээр нутгийн экосистемийн үйлчлэл, тэнцвэрт байдлыг доголдуулж байна. *Өдрийн Сонин*, 152(6774).
- Энхбат, А., Цогтсайхан, П., & Нямдаваа, Г. (2018). *Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээний тайлан*.

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛҮҮД

НОМ ТОВХИМОЛ - 2 ш.

1. Батхишиг О, Ганзориг Ө, Бямбаа Г, Оюунбат П, Энхбаяр Б, Нямсамбуу Н, Нямдаваа Б, Золжаргал Х, Болормаа Ц, Золзаяа М, Ихбаяр Д, Элбэгзаяа Г, Нямбаяр П, Тамир Э, Тэлмэн Т, Пүрэвдорж Ц. (2020). *Монгол орны хөрсний зураг, тайлбар*. Ерөнхий редактор О.Батхишиг. Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн ШУА. Улаанбаатар. 108 х.
2. Батхишиг О, Золжаргал Х, Болормаа Ц, Золзаяа М, Бямбаа Г, Ганзориг Ө, Оюунбат П, Ихбаяр Д, Элбэгзаяа Г, Тэлмэн Т, Самдандорж М, Пүрэвдорж Ц. (2019). *Хөрс хамгаалал, хөрсний органикийн нөөц. Арга зүй, зөвлөмж*. ШУА Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн. Улаанбаатар: Удам Соёл. 96 х.

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ӨГҮҮЛЭЛ - 41 ш.

Гадаад мэргэжлийн сэтгүүлд: 4 ш.

1. **Batkhisig, O., & Telmen, T.** (2021). Soil erosion and Soil organic carbon in the forest-steppe zone: A case study in Baga Mukhar, west Khentei, Mongolia. ESTIC2021. *Advances in Engineering Research*, 206, 7-13
2. **Samdandorj, M., & Purevdorj, Ts.** (2019). Geospatial Modeling Approaches for Mapping Topsoil Organic Carbon Stock in Northern Part of Mongolia. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 59(2), 4-17. <https://doi.org/10.5564/pmas.v59i2.1215>.
3. Dong, G., Zhao, F., Chen, J., Zhang, Y., Qu, L., Jiang, S, **Batkhisig, O.**, Chen, J., Xin, X., Shao Ch. (2020). Non-climatic component provoked substantial spatiotemporal changes of carbon and water use efficiency on the Mongolian Plateau. *Environmental Research Letters*. doi.org/10.1088/1748-9326/ab9692
4. Matsushima, D., Kimura, R., Kurosaki, Y., **Ganzorig, U.**, Shinoda, M. (2020), Method for estimating the threshold wind speed of dust emissions as a 2 function of soil moisture using available data archives. *Journal of Boundary-Layer Meteorology*. 175, 237-257 doi.org/10.1007/s10546-020-00500-5

Гадаад ЭШ өгүүлэл: 10 ш.

1. **Batkhisig, O., Ganzorig, U., & Ikhbayar, Ts.** (2020). East Mongolian Soil organic carbon Density and Stocks. *13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings (ICOMP2020)* (pp.17-21). Ulaanbaatar, Mongolia: MAS IGG.
2. **Ganzorig, U.**, Olafur, Arnaulds., Erla, Stutludottir. (2021). Soil organic and inorganic carbon difference along ecological zones in Mongolia. *Land restoration training programme of UNESCO*.
3. **Telmen, T., & Batkhisig, O.** (2020). The Soil Organic Carbon Density of Histosols. *13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings (ICOMP2020)* (pp.146-151). Ulaanbaatar, Mongolia:
4. **Bolormaa, Ts.** (2020). The effect of forest fire on soil organic carbon declines. *13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings (ICOMP2020)* (pp.399-401). Ulaanbaatar, Mongolia:
5. **Zoljargal, Kh., & Ikhbayar, D.** (2020). Active Carbon in the Soils of Mongolia. *13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings (ICOMP2020)* (pp.378-382). Ulaanbaatar, Mongolia:
6. **Elbegzaya, G., Ganzorig, U., & Purevdorj, Ts.** (2020). Changes in Soil organic carbon of Urban soils. *13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the*

- Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings (ICOMP2020) (pp.406-410). Ulaanbaatar, Mongolia: MAS IGG.
7. **Batkhisig O, Lehmkuhl F, Oyunbat P, Samdandorj M.** Soil Erosion study using fallout radionuclide techniques in Southern Mongolia, Orog lake area. (2019). Environmental science and technology - (EST2019). The Second International Conference Proceedings (pp.77-81). Ulaanbaatar, Mongolia: MAS IGG.
 8. **Ganzorig, U., & Elbegzaya, G.** (2019). Soil organic carbon changes of urban and suburban areas in steppe and dry steppe zones in Mongolia. Environmental science and technology- (EST2019). The Second International Conference Proceedings (pp.306-311). Ulaanbaatar, Mongolia:
 9. **Telmen, T., & Byambaa, G.** (2019). Soil Organic Carbon Changes due to Unpaved-dirt Tracks: A Case Study in Khentii Province. Environmental science and technology- (EST2019). The Second International Conference Proceedings (pp. 319-324). Ulaanbaatar, Mongolia: MAS IGG.
 10. **Zoljargal, Kh., Purevdorj, Ts., & Namuun, B.** (2019). Determination of Organic carbon fractions in Soil samples. Environmental science and technology-(EST2019). The Second International Conference Proceedings (pp. 344-348). Ulaanbaatar, Mongolia: MAS IGG

Дотоод ЭШ өгүүлэл: 27 ш.

1. Батхишиг, О., Бямбаа, Г., Тэлмэн, Т., & Элбэгзаяа, Г. (2021). Монгол орны төв хэсгийн хөрсний органикийн өөрчлөлт, уур амьсгал, мал аж ахуйн нөлөө. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудал*, 42,
2. Золжаргал Х, Ихбаяр Д, & Пүрэвдорж Ц. (2021). Хөрсний макро хэсгийн органик нүүрстөрөгчийг тодорхойлох нь. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 6, 78-84.
3. Ихбаяр Д., Золжаргал Х., Тэлмэн Т. (2021). Органик ихтэй хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлох лабораторийн арга. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 6, 134-139.
4. Ганзориг, Ө. (2021). Говийн Бор, Цайвар Бор хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 6, 95-108.
5. Батхишиг, О. (2020). Хээрийн бүсийн Хархүрэн хөрсний органикийн агууламж, нөөц ба бүсийн нөлөө. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 5, 16-22.
6. Бямбаа, Г., & Элбэгзаяа, Г. (2020). Ойд хавтгайруулан огтлолт хийгдсэн талбайн хөрсний шинж чанар болон органик нүүрстөрөгч (C)-ийн өөрчлөлт. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 5, 23-30.
7. Золжаргал, Х., Пүрэвдорж, Ц., & Ихбаяр, Д. (2020). Хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар ба давсжилт. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 5, 102-109.
8. Ихбаяр Д, Золжаргал Х, Тэлмэн Т. (2020). Педотрансфер функц ашиглан хөрсний органик нүүрстөрөгч болон ширхэгийн бүрэлдэхүүнээс хөрсний эзлэхүүн жинг урьдчилан тооцоолох нь. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудал*, 41, 236-242.
9. Оюунбат П. Одонтунгалаг Д. 2020. Уул уурхайн газрын хөрсний эвдрэл ба органик нүүрстөрөгчийн алдрал. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 5, 44-51.
10. Ихбаяр, Д., Тэлмэн, Т., Золжаргал, Х. (2020). Хөрсний урвалын орчинг тодорхойлох тохиромжтой хандлалтын аргын асуудал. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 5, 110-116.
11. Батхишиг, О., Батхүү, Н., & Сэр-Оддамба, Б. (2019). Говийн заган ойн хөрсний шинж чанар. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудал*, 40, 29-37.
12. Золжаргал, Х., & Ихбаяр, Д. (2019). Хөрсний нийт азотыг органик нүүрстөрөгчийн хэмжээнээс тооцоолох нь. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудлууд*, 40, 197-202.
13. Золжаргал Х, Намуун Б. (2019). Хөрсний хөдөлгөөнт фосфор тодорхойлох аргуудыг харьцуулах нь. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 4, 107-113.
14. Болормаа Ц. (2019). Тариалангийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт (Хэнтий аймаг, Хурх САА-н жишээн дээр). *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 4, 41-49.

15. Золзаяа, М. (2019). Хангайн зүүн хэсгийн өндөр уул, царамын хөрсний судалгааны дүнгээс. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 04, 139-146.
16. Бямбаа, Г., & Элбэгзаяа, Г. (2019). Хангайн нурууны зүүн хойд хэсгийн ойт хээрийн бүсийн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн 50 жилийн дараах өөрчлөлт. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 4, 60-66.
17. Ганзориг, Ө., Элбэгзаяа, Г., & Бямбаа, Г. (2019). Улаанбаатар хотын ногоон байгууламжийн хөрсний органикийн нөөц. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 4, 27-35.
18. Самдандорж, М., Пүрэвдорж, Ц., 2018. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтыг геостатистикийн аргаар зураглах асуудалд. *Хүрэлтогоот-2018*. х.86-93.
19. Элбэгзаяа, Г., Saito, Y., & Батхишиг, О. (2019). Хөрсний гадаргаас агаарт ялгарах нүүрстөрөгчийн давхар исэл (CO₂). *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 4, 94-98.
20. Ихбаяр, Д., & Золжаргал, Х. (2019). Тариалангийн хөрсний шинж чанар, органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудлууд*, 40, 236-242.
21. Тэлмэн, Т., & Ихбаяр, Д. (2019). Ойт-хээрийн бүсийн уулын амны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 4, 127-134.
22. Батхишиг, О., & Ганзориг, Ө. (2018). Монгол орны төв хэсгийн хээрийн хөрсний органикийн 90 жилийн дараах өөрчлөлт. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*, 3, 16-25.
23. Золжаргал Х, Ихбаяр Д. (2018). Хөрсний нийт азотыг органик нүүрстөрөгчийн хэмжээнээс тооцоолох нь. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудлууд*.
24. Батхишиг О. (2018). Баянзаг орчмын хөрсний агрохими шинж чанар. *Монгол орны хуурай, гандуу бүс нутагт ойг тарьж ургуулах үндэс номонд* (х. 386-398). Улаанбаатар.
25. Золжаргал Х, Намуун Б. (2018). Хөрсний идэвхтэй нүүрстөрөгчийг тодорхойлох нь. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*. 3, 82-88
26. Болормаа Ц. (2018). Хээрийн түймэр ба хөрсний органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт. *Монголын хөрс судлал сэтгүүл*. 3, 34-42.
27. Ихбаяр Д, Золжаргал Х. (2018). Тариалангийн хөрсний шинж чанар, органик нүүрстөрөгчийн өөрчлөлт. *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудлууд*.

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ИЛТГЭЛ- 18 ш.

1. Batkhishig, O., & Telmen, T. (2021). Soil erosion and Soil organic carbon in the forest-steppe zone: A case study in Baga Mukhar, west Khentei, Mongolia. *Third International Conference Environmental Science and Technology (EST2021)*. 23-Sept, 2021, Ulaanbaatar, Mongolia,
2. Zoljargal Kh., & Ikhbayar D. (2021). Particulate organic carbon in soils of Mongolia. *Environmental Science and Technology. 3rd international conference. Environmental Science and Technology. 3rd international conference, proceedings*, (pp 94), Ulaanbaatar, Mongolia: Institute Geography-Geocology, MAS
3. Elbegzaya G., Byambaa G, Erdenetsetseg Togtbayar. (2021). Comparative analysis of soil properties at reforestation and logged area. *EST-2021. Environmental science and technology the third international conference*.
4. Elbegzaya G, Ganzorig U, Purevdorj Ts. Changes in Soil organic carbon of Urban soils. *"13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings"* (ICOMP2020), 25 Sept, 2020, Ulaanbaatar,
5. Batkhishig O, Ganzorig U, Ikhbayar Ts. East Mongolian Soil organic carbon Density and Stocks. *"13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings"* (ICOMP2020), 25 Sept, 2020, Ulaanbaatar.
6. Bolormaa Tseden-Ish. The effect of forest fire on soil organic carbon declines. *"13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings"* (ICOMP2020), 25 Sept, 2020, Ulaanbaatar.

7. Zoljargal Kh. Ikhbayar D. Active Carbon in the Soils of Mongolia. "13th International Conference on Environment and Sustainable Development of the Mongolian Plateau and Surrounding Territories Proceedings" (ICOMP2020), 25 Sept, 2020, Ulaanbaatar, Mongolia.
8. Batkhishig, O. Monitoring and evaluating the soil erosion and pasture degradation in Mongolia. "International Seminar on Environmental Vulnerability and Adaptation Strategies in Arid and Semi-arid Regions". 16 Jan. 2019. National Institute Environmental Study Tsucuba, Japan.
9. Ganzorig. U. Soil organic carbon changes in Mongolia. "SUMMER SCHOOL "ECOLOGY AND SOCIETY: FRONTIERS AND BOUNDARIES". Bordo, France. 2019. June. 3-7.
10. Ikhbayar D., Zoljargal Kh., Ganzorig U. "Changes in surface Soil Organic Carbon in Agricultural soil of Central Mongolia, between the 2009 and the 2018" IAEA seminar. Nannin, China. 2019.
11. Batkhishig O, Lehmkuhl F, Oyunbat P, Samdandorj M. Soil Erosion study using fallout radionuclide techniques in Southern Mongolia, Orog lake area. "Environmental science and technology. The Second International Conference Proceedings" (EST2019) (p. 77-81) 13-14 June, 2019, Ulaanbaatar, Mongolia.
12. Batkhishig O, Byambaa G. Central Mongolian steppe Soil Organic Carbon Change. "2019 Annual Meeting of the US-China Carbon Consortium (USCCC)". Hulunbuir-Hailar, China
13. Batkhishig O. Study on the soil erosion and Land degradation in Mongolia. International seminar "Environmental Vulnerability and its Adaptation Strategies in Arid and Semi-Arid Regions". 6 August, 2019. Ulaanbaatar.
14. Batkhishig, O. Research on the Soil degradation in Mongolia. Oral presentation in the "International Workshop on Environmental Vulnerability and Adaptation Strategies in Arid and Semi-arid Regions". 19 Jan. 2018. Tsucuba, Japan.
15. Batkhishig, O., Wulantuya and Dash, D., Mantegeer., Tankesi. Human impact and Land Degradation of Mongolia". In the "4th Asian Conference on Geography (ACG2018)". December 8. 2018. Guanzhou, China.
16. Бямбаа. Г. "Тужийн нарсан ойн хөрсний шинж чанар, өөрчлөлт" гэсэн сэдвээр Монгол улсын их сургууль, Тужийн нарс байгалийн цогцолбор газрын захиргаатай хамтран зохион байгуулсан хуралд. 2021.03.
17. Батхишиг О., Золзаяа М. 2020. Хөрсний ашиглалт, хамгаалалт, хэтийн төлөв. "Монгол орны уур амьсгалын өөрчлөлт, бэлчээр, цөлжилт, газрын доройтол", "Хүрээлэн буй орчин, ойн сан, экологийн аюулгүй байдал" хэлэлцүүлэг, БОАЖЯ,
18. Самдандорж М, Пүрэвдорж. Ц. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн тархалтыг геостатистикийн аргаар зураглах асуудалд. "Хүрэлтогоот-2018" эрдэм шинжилгээний бага хурал. Улаанбаатар, 2018 оны 10 сарын 19.

ГАЗРЫН ЗУРАГ - 3 ш.

1. Батхишиг О, Ganzorig Ө, Бямбаа Г, Оюунбат П, Энхбаяр Б, Нямсамбуу Н, Нямдаваа Б, Золжаргал Х, Болормаа Ц, Золзаяа М, Ихбаяр Д, Элбэгзаяа Г, Нямбаяр П, Тамир Э, Тэлмэн Т, Пүрэвдорж Ц. 2020. Монгол орны хөрсний зураг. М1 : 800 000. ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот.
2. Батхишиг О, Оюунбат П, Ganzorig Ө, Бямбаа Г. 2020. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг (0-100 см). М 1 : 2 500 000. ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот.
3. Батхишиг О, Бямбаа Г, Ganzorig Ө, Оюунбат П. 2021. Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг (0-30 см). М 1 : 2 500 000. ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот.

ХАВСРАЛТ

Монгол орны хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн зураг. М 1:2 500 000

МОНГОЛ ОРНЫ ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН НӨӨЦИЙН ЗУРАГ (0-30 см)
SOIL ORGANIC CARBON STOCK MAP OF MONGOLIA
M 1 : 2 500 000

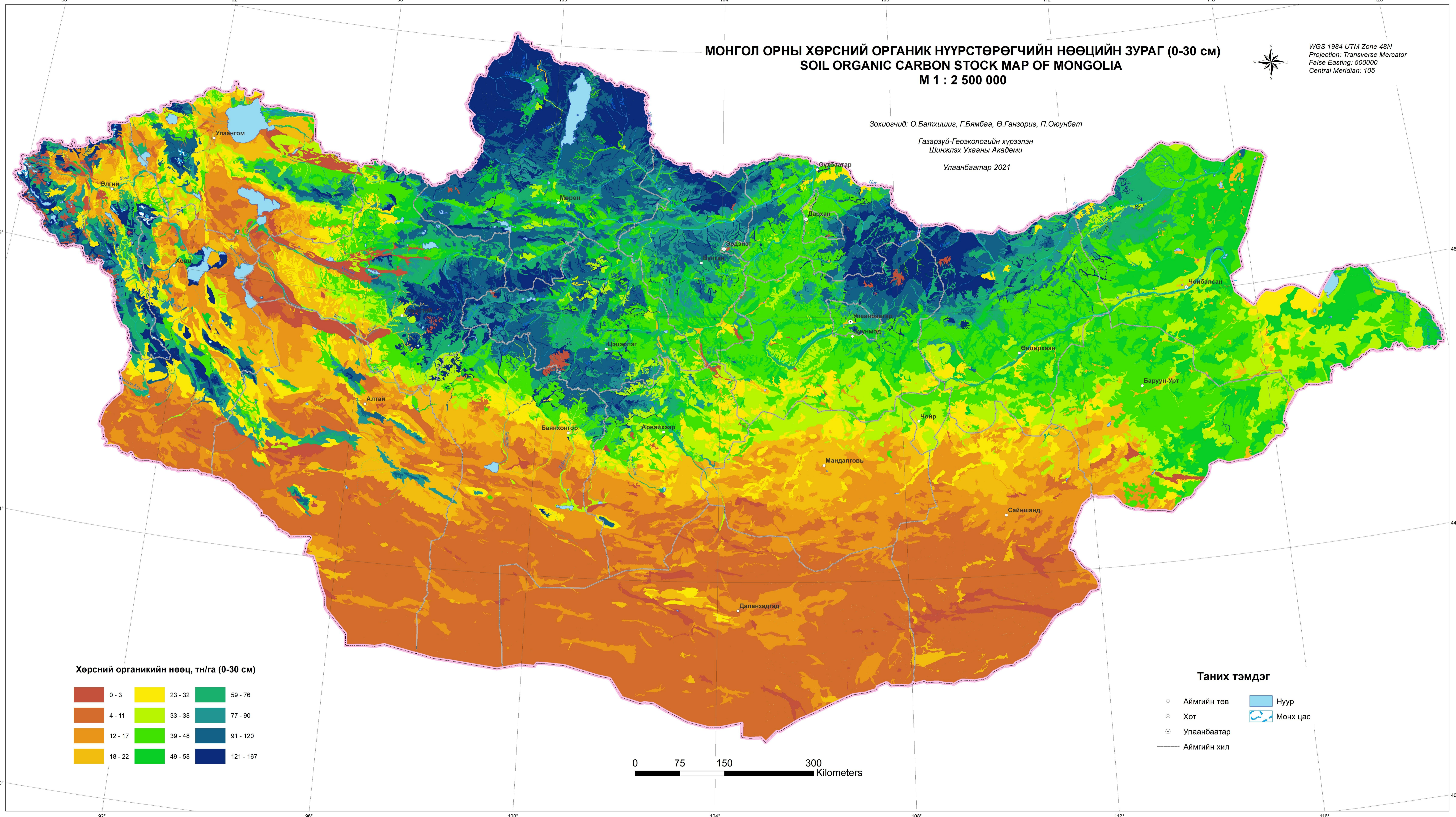


WGS 1984 UTM Zone 48N
 Projection: Transverse Mercator
 False Easting: 500000
 Central Meridian: 105

Зохиогчид: О.Батхишиг, Г.Бямбаа, Ө.Ганзориг, П.Оюунбат

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн
 Шинжлэх Ухааны Академи

Улаанбаатар 2021



Хөрсний органикийн нөөц, тн/га (0-30 см)

0 - 3	23 - 32	59 - 76
4 - 11	33 - 38	77 - 90
12 - 17	39 - 48	91 - 120
18 - 22	49 - 58	121 - 167

Таних тэмдэг

- Аймгийн төв
- Хот
- Улаанбаатар
- Аймгийн хил
- Нуур
- Мөнх цас

0 75 150 300 Kilometers