

# Soil erosion study of the gobi desert region using the cesium-137 isotope method

## (A case study of the Orog lake area)

Batkhisig Ochirbat<sup>1,\*</sup>, Oyunbat Purevsuren<sup>1</sup>, Samdandorj Manaljav<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Division of Soil Science, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

\*Corresponding author email: [batkhisig@gmail.com](mailto:batkhisig@gmail.com)

Received: 31 October 2022 / Accepted: 30 November 2022 / Published online: 29 December 2022

### ABSTRACT

This case study of the Orog Lake area in southwest Mongolia aimed to identify the gobi desert soil erosion and redistribution rate using radioactive Cesium-137 isotope and was carried out in 2017. In total, 67 soil samples were collected from 15 cm depth using the core sampling method and analyzed in the laboratory for soil chemical properties and Cesium-137 isotope. For the identification of the soil erosion and redistribution rate, Profile Distribution Model was used. The study area was dominated by Gobi Brown soils with an average SOM value of 0.89%, pH value of 7.9, and calcium carbonate of 4.4 %. The average soil erosion rate of the Orog lake area was 12.57 t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>. The maximum soil erosion was -40.87 t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> at the north slopes of Ikh Bogd mountain and the highest soil accumulation rate (7.55 t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>) was found in the Solonchak soils in the meadow shoreline of the Orog lake. The soil erosion near the soum settlement area was 30.9 % higher than in the other areas and it was probably due to the impact of human activity and overgrazing. The soil erosion at the northwest windward side of the Orog lake was 14.0 t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>, which was 38.7 % higher than the east wind leeward side. Besides global warming has negatively impacted soil erosion, livestock number, which has increased 3.2 times within the last 30 years (1987-2017), has become the major factor impacting soil erosion. Therefore, it is important to promote soil conservation activities and to reduce livestock numbers near the soum center to minimize the soil erosion of the Gobi region.

**Keywords:** *Cesium 137, Gobi desert, Mongolia, Soil, Soil erosion*

# Говийн бүсийн хөрсний эвдрэлийг Цези-137 изотоп ашиглан судалсан дүн (Орог нуур орчмын жишээн дээр)

Батхишиг Очирбат<sup>1,\*</sup>, Оюунбат Пүрэвсүрэн<sup>1</sup>, Самдандорж Маналжав<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Хөрс Судлалын Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

\*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: batkhisig@gmail.com

Хүлээн авсан: 2022 оны 10 сарын 31 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2022 оны 11 сарын 30 өдөр / Нийтлэгдсэн: 2022 оны 12 сарын 29 өдөр

## ХУРААНГУЙ

Говийн бүс нутгийн хөрсний эвдрэл, элэгдэл хуримтлалын зэргийг цацраг идэвхт Цези-137 изотопин арга ашиглан тодорхойлох зорилгоор Монгол орны баруун-урд хэсэг Орог нуур орчим нутгийн жишээн дээр судалгааг 2017 онд хийлээ. Судалгаа явуулсан нутгаас нийт 67 ш. хөрсний дээжийг 15 см-ын гүнээс "Core" аргаар авч, лабораторид хөрсний ерөнхий үзүүлэлтүүд болон Цези-137 изотопыг тодорхойлсон. Хөрсний элэгдэл, хуримтлалын зэргийг тооцоолоход Profile Distribution Model загвар ашиглалаа. Орог нуур орчим говийн бор хөрс зонхилон тархаж хөрсний органик бодис дунджаар 0.89 %, урвалын орчин (pH) 7.9, карбонат 4.4 % байна. Судалгаагаар говийн хөрснөөс жилд 1 га газраас дунджаар 12.57 (т га<sup>-1</sup> ж<sup>-1</sup>) тонн хөрс эвдрэлд орж алдагдаж байгааг тогтоов. Их Богд уулын ар хажууд хөрсний хамгийн их эвдрэл -40.78 т га<sup>-1</sup> ж<sup>-1</sup> хүрсэн бол Орог нуурын эрэг орчмын нугархаг газрын Хужирлаг хөрсөнд хамгийн их хуримтлалтай (7.55 т га<sup>-1</sup> ж<sup>-1</sup>) байна. Сумын төв орчмын хөрсний эвдрэл нь бусад харьцуулж буй газраас 30.9 % илүү байгаа нь хүн, мал, машин зэрэг хүчин зүйлстэй холбон тайлбарлах үндэслэлтэй. Орог нуурын баруун-хойд салхин талын хөрсний эвдрэл дунджаар 14.0 т га<sup>-1</sup> ж<sup>-1</sup> буюу нуурын зүүн хэсгийн хөрснөөс 38.7 % илүү байна. Хөрсний эвдрэлд уур амьсгалын дулаарал сөрөг нөлөө үзүүлэхээс гадна малын тоо толгой 30 жил(1987-2017) 3.2 дахин өссөн нь хөрс эвдрэлд оруулах гол хүчин зүйл болж байна. Говийн бүсийн хөрсний эвдрэлийг багасгахад сумын төв орчмын хөрс хамгаалах үйл ажиллагааг идэвхжүүлж малын тоо толгойг бууруулах бодлого баримтлах шаардлагатай.

*Түлхүүр үгс: Говь, Монгол, Цези-137, Хөрс, Хөрсний эвдрэл*

## 1. ОРШИЛ

Хуурай гандуу нутгийн хөрсний эвдрэл нь байгаль орчны тулгамдсан асуудлын нэг бөгөөд үржил шимгүй газар нутаг болон цөлжилтийг нэмэгдүүлдэг. Ус ба салхины үйл ажиллагаагаар үүсэж буй хөрсний эвдрэл нь газрын доройтлын үндсэн гол хүчин зүйл болох бөгөөд эдгээр нь дэлхий дээрх газрын эвдрэлийн 84%-ийг үүсгэнэ [1].

Бэлчээрийн талхагдал, уур амьсгалын дулаарлын нөлөөгөөр Монгол орны говь цөлийн бүсийн хөрсний эвдрэл ихсэх хандлагатай байна. Цөлийн бүсийн хөрсний эвдрэл нь салхи болон усны үйл

ажиллагаа аль алианаар үүсэж буй учир судалгаа хийхэд хүндрэлтэй байдаг. Монгол орны говь цөлийн бүсийн хөрсний эвдрэлийн судалгааны дүн материал хомс байна. Сайншанд орчим буюу Монгол орны зүүн-урд хэсгийн говийн бүсэд хийсэн судалгаагаар хөрсний эвдрэлийн хэмжээ  $4.19 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$  гэсэн судалгааны дүн байдаг [2]. RUSLE, WEQ загварчлалын аргаар хөрсний эвдрэлийг тооцсон судалгаа [3] байдаг боловч газар дээрх бодит судалгааны дүнгээр баталгаажуулах сул талтай. Янз бүрийн байгаль орчны нөхцөлд цаг хугацаа орон зайн өргөн хүрээнд хөрсний эвдрэл хуримтлалын зэргийг тогтоох, хөрсний чанарын мониторинг судалгаа хийхэд цацраг идэвхт изотоп технолог нь судалгааны чухал арга хэрэгсэл болно [4]. Цацраг идэвхт изотопи арга зүй ашиглан Монгол орны хээрийн бүс нутгийн хөрсний эвдрэлийг тодорхойлох судалгааг Японы эрдэмтэд [5] анх 2006 онд Багануур орчимд хийж байсан бөгөөд дараа нь хэд хэдэн судалгаанууд хийгдсэн [6] [7] [8].

Бид Баянхонгор аймгийн Богд сумын нутаг Орог нуур орчим нутгийн жишээн дээр говийн бүсийн хөрсний эвдрэл, элэгдэл хуримтлалын зэргийг Цези-137 изотопын арга ашиглан тодорхойлох зорилгоор энэ судалгааг гүйцэтгэлээ. Судалгаа явуулсан нутгийн газрын бүрхэвчийн хувьд ялгаатай газрууд, хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл ихтэй сумын төв орчим, салхины дээд болон доод хэсгийн хөрсний элэгдэл хуримтлалын зэргийг тогтоох зорилтуудыг тавьсан.

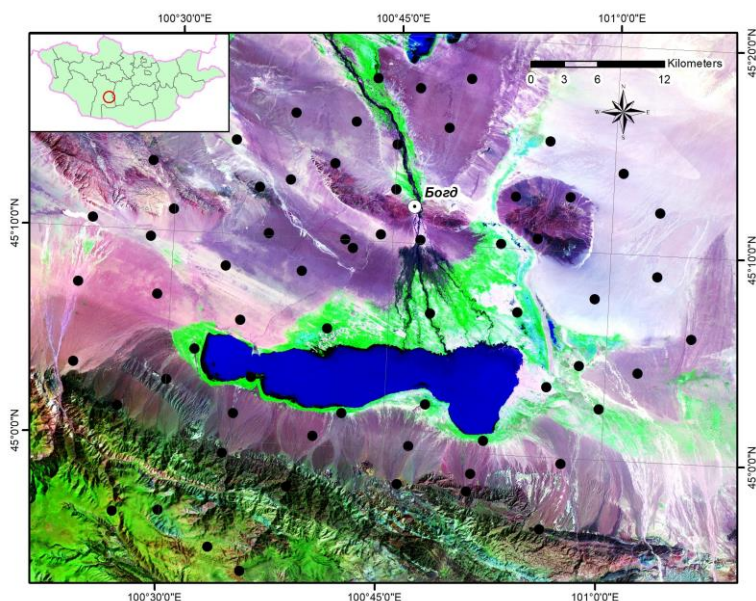
## 2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

Монгол орны баруун-өмнөд хэсэгт байрлах говийн бүсийн нийтлэг төлөөлөл болох Орог нуур орчмын газар нутагт судалгаа хийлээ (Зураг 1). Судалгаа явуулсан газар нь Говь-Алтай, Хангай уулархаг нутгийн завсар баруун-хойноос зүүн урагш чиглэсэн "Нууруудын хөндий" гэж нэрлэгдэх өргөн уудам хотгордуу талархаг газар нутаг болно. Урд талаараа д.т.д 3957 метр өндөр Их Богдын уулстай, хойд хэсэг нь талархаг, жижиг толгод ухаа гүвээтэй, хамгийн нам доор цэг Орог нуурын эрэг д.т.д 1221 метр болно.

Дөрөвдөгчийн үед Орог нуурын усны түвшин хэлбэлзэл ихтэй байсан бөгөөд одоогийнхоос 60 метр хүртэл өндөр байсныг Германы эрдэмтэд судалж тогтоосон байна [9].

Богд станцын мэдээгээр судалгаа явуулсан газрын агаарын олон жилийн дундаж температур  $4.94^{\circ} \text{C}$ , нэгдүгээр сарын дундаж  $-17.28^{\circ} \text{C}$ , долоодугаар сарынх  $24.9^{\circ} \text{C}$ , жилийн нийлбэр хур тунадас 92.6 мм байна.

Засаг захиргааны нэгжийн хувьд судалгаа явуулсан газар нь Баянхонгор аймгийн Богд сумын нутаг. Нийт малын тоо толгой 1987 онд 71,820 байсан бол 30 жилийн дараа 2017 онд 3,2 дахин нэмэгдэж 231,750 болсон. Энэ хугацаанд Ямааны тоо толгой илүү их буюу 5 дахин өсөж 34,130-аас 168,660 хүрсэн байна. Энэ нутгийн тулгамдсан асуудлын нэг нь бэлчээрийн талхагдал болоод байна.



Зураг 1. Судалгаа явуулсан газар Орог нуур орчим хөрсний дээж авсан цэгүүд

Орог нуур орчмын судалгаа явуулсан газар нь баруунаас зүүн тийш 60 км, хойноос урагш 50 км орчим нэлээд том газар учир бид хөрсний дээж авах цэгүүдийг сонгоход ОУЦЭА (Олон улсын цөмийн энергийн агентлаг)-ийн боловсруулсан “isosectors” аргачлалыг ашиглан [10] уулархаг, талархаг говь, хотгордуу газар, сумын төв орчмын хүний үйл ажиллагаанд өртсөн газар гэсэн 4 хэсэгт хуваасан. Хээрийн судалгааг 2017 онд явуулж нийт 67 цэгээс хөрсний (Зураг 1) дээжийг "core" аргаар 0-15 см-ийн гүнээс авсан. Хөрсний ерөнхий шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрсний лабораторид ISO 11464:2006 олон улсын стандартын дагуу хийж гүйцэтгэсэн [11]. Хөрсний дээжийг 2 мм-ээр шигшиж хөрсний чулуу, pH, EC(electric conductivity), карбонат, органик бодис, ширхэгийн бүрэлдүүлэхүүн, эзлэхүүн жин үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Цези-137 изотопыг Улсын мал эмнэлэг ариун цэврийн төв лабораторид Гамма спектрометрийн багаж дээр тодорхойлсон. ОУЦЭА-иас энэ багажийг суурилуулж стандарт баталгаажуулалтыг хийсэн.

Хөрсний эвдрэл хуримтлалын хэмжээг  $^{137}\text{Cs}$  изотопын үзүүлэлтээс тооцоолоход эвдрэлд ороогүй хөрс буюу бэлчээрийн эдэлбэр газарт өргөн ашиглагддаг PDM (Profile Distribution Model) загварыг ашиглалаа [12]. Дараах томъёо (1)-гоор хөрсний эвдрэлийн хэмжээг тооцсон:

$$Y = -\frac{10}{t-1963} \ln\left(1 - \frac{X}{100}\right) h_o \quad (1)$$

Y - нэг жилийн хөрсний эвдрэл ( $\text{т га}^{-1} \text{ж}^{-1}$ );

t - дээж авсан он (ж);

X - reference үзүүлэлтээс багассан хувь ( $(A_{\text{ref}} - A)/A_{\text{ref}} \times 100$ );

A - тухайн цэгийн  $^{137}\text{Cs}$  үзүүлэлт ( $\text{Bq m}^{-2}$ );

$A_{\text{ref}}$  -  $^{137}\text{Cs}$  reference үзүүлэлт,

$h_o$  - зүсэлтийн (shape factor) итгэлцүүр ( $\text{kg m}^{-2}$ ).

PDM загвар нь бэлчээрийн газар ашиглалтын хөрсний эвдрэлийг тооцдог үндсэн гол суурь загвар бөгөөд газар тариалангийн хөрсөнд PM, MB1, MB2 зэрэг нэлээд олон загварууд байдаг. Хөрсний элэгдэл эвдрэлийн зургийг зохиоход ArcGIS 10.4 программ Kriging арга, статитик анализад SPSS-23 программ ашиглан, дисперсийн шинжилгээг ANOVA LSD хувилбараар тооцлоо.

Хөрсний эвдрэлийн судалгаанд цацраг идэвхт изотопыг ашиглахад үндсэн суурь харьцуулалт хийдэг  $^{137}\text{Cs}$  Reference Inventory (CRI) үзүүлэлтийг тодорхойлох нь чухал байдаг. Салхины элэгдэл эвдрэл хүчтэй байдаг газар нутагт CRI тодорхойлох цэгийг сонгох нь ихээхэн хүндрэлтэй. Бүс нутгийн ойрхон байрлалтай газруудын CRI үзүүлэлтийг ашиглаж болно гэж үздэг [10]. Монгол орны төв хэсэгт хийсэн хөрсний судалгаагаар  $^{137}\text{Cs}$  изотопын CRI үзүүлэлтийг нарийвчлал сайтай тогтоосон байдаг. CRI үзүүлэлт 1558-1778  $\text{Bq m}^{-2}$  орчимд хэлбэлзэж дунджаар 1668  $\text{Bq m}^{-2}$  байна [6]. Дорноговийн нутагт хийсэн судалгаагаар  $^{137}\text{Cs}$  Reference үзүүлэлтийг 1967 ( $\pm 102$ )  $\text{Bq m}^{-2}$  гэж тодорхойлсон байна [2]. Бид энэ судалгаанд ойролцоох бүс нутгуудын CRI үзүүлэлтүүдийн дундаж (1917.5  $\text{Bq m}^{-2}$ ) дүнг ашиглан хөрсний эвдрэл, хуримтлалын тооцоог хийлээ.

### 3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Орог нуурын орчмын уулархаг газарт Их Богд уулын ар хажуу (д.т.д 2895-1295 метр) орчим газар хамрагдах бөгөөд уулын хээрийн ургамалшилтай чулуурхаг хүрэн хөрс зонхилон тархаж, уулын бэл хэсгээр чулуурхаг бор хөрстэй. Зуслан, өвөлжөө, хаваржааны бэлчээрт голчлон ашиглана. Уулархаг газрын хөрсний органикийн агууламж бусад хэсгээс илүү өндөр (Хүснэгт 1) буюу дунджаар 1.93 %, чулууны агууламж мөн их (38,9 %). Орог нуурын хөндийн талархаг газраар говийн Бор хөрс хамгийн их талбай эзлэн тархана. Бор хөрсний органикийн агууламж дунджаар 0.36 %, карбонат 3.5 % байна. Орог нуурын эргэн тойрон, Түйн голын татам орчмын нугархаг газраар Хужирлаг глейрхэг Бараан хөрстэй. Органикийн агууламж дунджаар 1.18 %, давсжилтын хэмжээ их буюу EC дунджаар 5.24  $\text{dS m}^{-1}$  хүртэл өндөр байна.

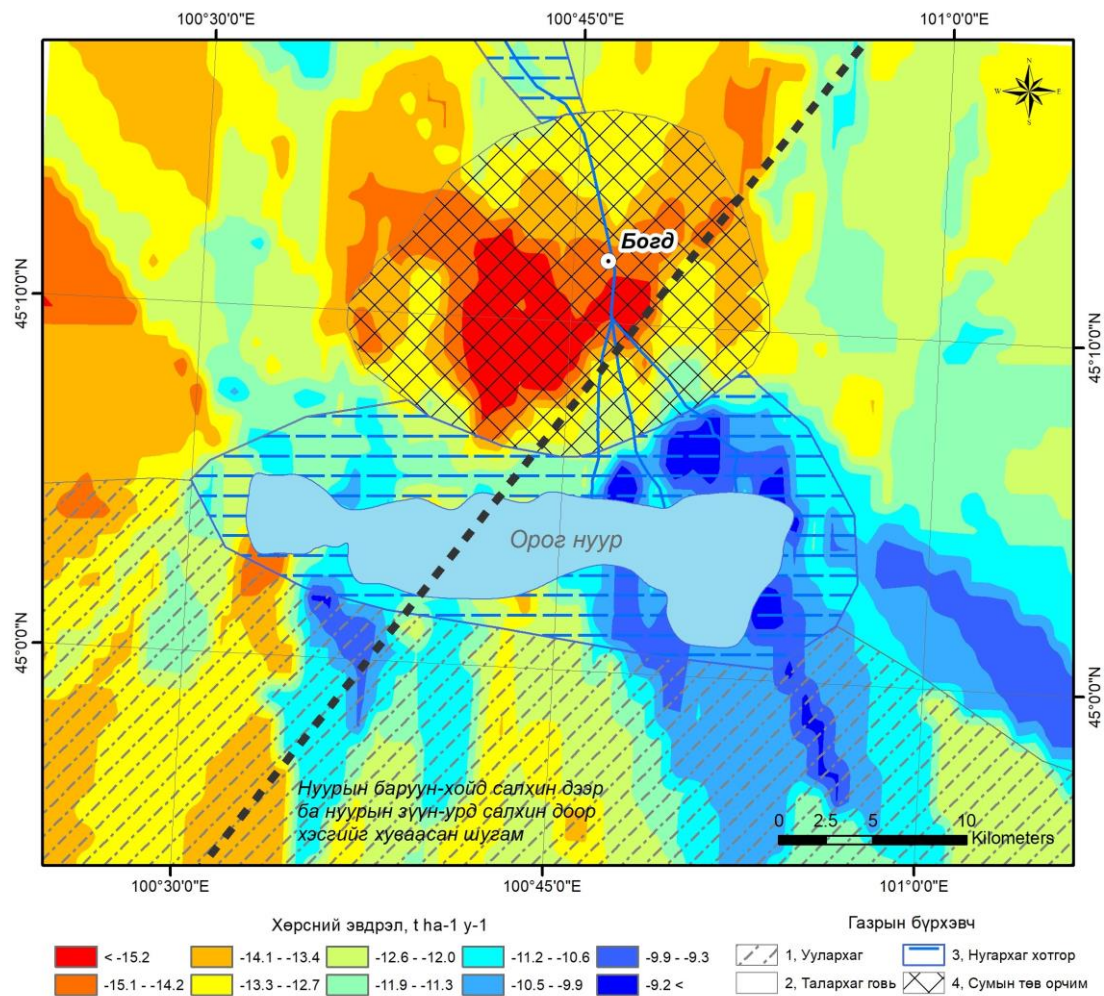
**Хүснэгт 1.** Орог нуур орчмын хөрсний шинж чанарын статистик үзүүлэлтүүд

#	Нэгж	Уулархаг (n-17)	Талархаг говь (n-26)	Нугархаг хотгор (n-10)	Сумын төв орчим (n-14)	Нийт (n-67)				
		Mean				Mean	Max	Min	STD	CV
pH		7.4	8.0	8.3	8.0	7.9	8.9	5.8	0.5	6.2
CaCO <sub>3</sub>	%	5.4	3.5	3.9	5.0	4.4	16.4	0.0	3.5	79.2
SOM	%	1.93	0.36	1.18	0.42	0.89	8.58	0.09	1.43	160.7
EC	dS m <sup>-1</sup>	1.83	0.63	5.24	0.66	1.63	11.52	0.07	2.84	174.2
Элс	%	53.6	65.7	62.8	67.0	62.5	79.1	39.5	10.5	16.8
Тоос	%	31.9	22.7	25.6	23.0	25.6	46.8	11.7	8.0	31.4
Шавар	%	14.4	11.6	11.5	10.0	12.0	19.6	6.3	3.3	27.2
ЭЖ	г см <sup>-3</sup>	1.64	1.90	1.56	1.89	1.78	2.32	1.19	0.26	14.42
Чулуу	%	38.9	21.6	5.8	22.7	23.9	74.2	0.0	18.7	78.3

**Хүснэгт 2.** Хөрсний эвдрэлийн статистик үзүүлэлтүүд, (т га<sup>-1</sup> ж<sup>-1</sup>)

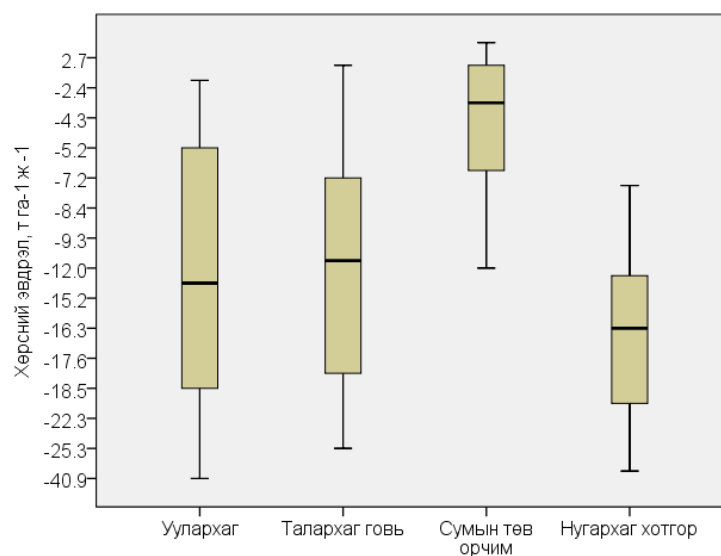
Статистик	Уулархаг (n-17)	Талархаг говь (n-26)	Нугархаг хотгор (n-10)	Сумын төв орчим (n-14)	Нийт (n-67)
Mean	-15.0	-12.6	-2.7	-16.5	-12.6
Max	-2.2	0.02	7.6	-7.5	7.6
Min	-40.9	-25.3	-12.0	-28.1	-40.9
STD	10.8	7.0	6.2	5.8	8.9
CV	-72.3	-55.2	-229.5	-35.3	-70.5
Med	-14.4	-11.1	-3.5	-16.4	-12.0
SE	2.6	1.4	2.0	1.6	1.1

Сумын төв орчим автозам болон бэлчээрийн талхагдалтай газраар хөрс нь элсэрхэг болж дунджаар органик бодис 0.42 %, карбонат 5.0 % болно. Орог нуурын хөндийн орчмын хөрсний эвдрэлийн зургийг <sup>137</sup>Cs изотопын үр дүнг PDM загвараар тооцоолон ArcGIS программ дээр Kriging арга ашиглан зохиолоо (Зураг 2). Энэ зурган дээр улаан шаргалдуу өнгөөр хөрсний эвдрэл элэгдлийн хэмжээ ихтэй газруудыг, хөх цэнхэр өнгөөр хөрсний элэгдэл багатай газруудыг дүрсэлсэн. Судалгаа явуулсан газрын хөрсний эвдрэлийн хэмжээ дунджаар 12.6 т га-1 ж-1 байна (Хүснэгт 2). Энэ нь 1 га газраас 1 жилд эвдрэлд орж алдагдах хөрсний хэмжээ юм. Хамгийн их эвдрэл 40.9 т га-1 ж-1 Их Богд уулын эгц хажуу налуу газар тохиолдож байна.



**Зураг 2.** Орог нуур орчмын хөрсний эвдрэлийн зураг

Нам дор хотгор газруудаар хөрсний хуримтлал зонхилдог ба Орог нуурын эрэг орчмын нугархаг хотгор газар хужирлаг хөрстэй газар  $7.6 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$  хүртэл хуримтлал үүсэж байна.



**Зураг 3.** Хөрсний эвдрэлийн агууламж (boxplot) газрын бүрхэвч, газар ашиглалтаар

Хөрсний эвдрэл дунджаар уулархаг газар  $-15.0 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ , талархаг говь газраар  $-12.6 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ , нугархаг хотгор газраар  $-2.7 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ , сумын төв орчим  $-16.5 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$  тус тус байна (Хүснэгт 2). Орог нуурын эрэг орчмын нугархаг газар хөрсний эвдрэл хамгийн бага, зарим цэгүүдэд хуримтлал ажиглагддаг. Талархаг газрын хөрсний эвдрэлийн дундаж хэмжээ болон нийт нутгийн хөрсний эвдрэлийн хэмжээ адилхан байна. Уурхаг газрын хөрсний эвдрэлийн үзүүлэлтүүд бусдаас илүү өргөн далайцтай тархсан байгаа нь гадаргын байдал налуужилт янз бүр байдагтай холбоотой (Зураг 3).

**Хүснэгт 3.** Сумын төв орчмын хөрсний шинж чанар, эвдрэлийн үзүүлэлт ба өөрчлөлт

#	Нэгж	Талархаг говь (26)	Сумын төв орчим (14)	Өөрчлөлт %
		Mean	Mean	
Эвдрэл	$\text{т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$	-12.6	-16.5*	30.9
pH		8.0	8.0	-0.5
CaCO <sub>3</sub>	%	3.5	5.0	40.1
SOM	%	0.36	0.42	16.0
EC	$\text{dS m}^{-1}$	0.63	0.66	5.6
Элс	%	65.7	67.0	2.0
Тоос	%	22.7	23.0	1.4
Шавар	%	11.6	10.0*	-14.0
ЭЖ	$\text{г см}^{-3}$	1.90	1.89	-0.1
Чулуу	%	21.6	22.7	5.2

\* $p < 0.05$

Богд сумын төв орчим газрын хөрсний эвдрэлийн хэмжээ (Хүснэгт 3) нь сумын бусад газрын хөрстэй харьцуулахад 30.9 % их байгаа нь суурин газар орчмын хөрс хүн, мал автомашин замын талхагдалд өртдөг болохыг гэрчилнэ.

Орог нуур ормын газар нь салхи шуурга ихтэй нууруудын хөндийд байрлана. Нуурын зүүн хэсгээр Монголын хоолой гэж нэрлэгдэх томоохон элсэн хуримтлалтай. Ерөнхийдөө нуурын баруун хэсгээс өнгөн хөрсний жижиг хэсгүүд салхиар зөөгдөж нуурын зүүн хэсэгт хуримтлагддаг гэж хэлж болно. Нуурын баруун-хойд хэсгийн хөрсний эвдрэл нь (Хүснэгт 4) дунджаар  $-14.0 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$  бөгөөд нуурын зүүн-урд хэсгийн салхины доод хэсэгтэй харьцуулахад 38.7 % илүү хөрсний эвдрэлтэй байна. Хөрсний органикийн агууламж нуурын зүүн талд бага байгаа нь элсэн хуримтлал их байгаатай холбоотой гэж үзэж болно.

**Хүснэгт 4.** Орог нуурын баруун-хойд талын салхины дээд хэсгийн хөрсний шинж чанар, эвдрэлийн үзүүлэлт ба өөрчлөлт

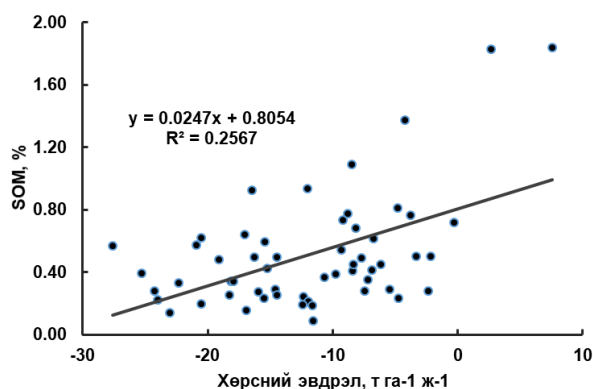
#	Нэгж	Салхин доор (28)	Салхин дээр (34)	Өөрчлөлт %
		Mean	Mean	
Эвдрэл	$\text{т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$	-10.1	-14.0*	38.7
pH		8.1	7.8*	-3.1
CaCO <sub>3</sub>	%	4.4	4.3	-3.5
SOM	%	0.73	1.04	41.3
EC	$\text{dS m}^{-1}$	2.44	0.67*	-72.4
Элс	%	61.7	63.0	2.1
Тоос	%	26.0	25.2	-3.1
Шавар	%	12.3	11.8	-4.1
ЭЖ	$\text{г см}^{-3}$	1.74	1.83	5.6
Чулуу	%	19.7	26.6	35.1

\* $p < 0.05$

#### 4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Говь, цөлийн бүсэд ургамал бүрхэвч сийрэг учраас хөрс салхиар элэгдэлд орох үйл явц эрчимтэй явагддаг [13]. Орог нуур орчмын говийн бүсийн хөрсний эвдрэлийн дундаж хэмжээ  $-12.6 \text{ т га ж}^{-1}$  байгаа нь Монгол орны хээрийн бүсийн хөрсний эвдрэлийн дундажаас [6] 2.5 дахин их байна. Хөрсний эвдрэлийн хэмжээ нь газрын гадаргын байдал, хөрс, ургамал бүрхэц, хүний үйл ажиллагааны нөлөө зэргээс хамааран харилцан адилгүй байна. Уулархаг газрын хөрс хамгийн их эвдрэлтэй байгаа боловч говийн талархаг газраас ургамал бүрхэвчээр их учраас хөрсний эвдрэлийн зөрөө харьцангуй их биш байна.

Говийн хөрсний органик агууламж бага учраас хөрсний эвдрэлийн тод илрэхгүй буюу детерминацын коэффициент ( $r^2=0.2567$ ) бага байна (Зураг 4). Гэхдээ хөрсний эвдрэлийн үзүүлэлт өндөр газруудад хөрсний органикийн агууламж бага зүй тогтол ажиглагдаж байна.



Зураг 4. Хөрсний эвдрэл ба хөрсний органик бодис (SOM) хоорондын хамаарал

Сумын төв орчим автомашин зам ихтэй, хүн малын хөлийн талхагдал их байгаа учраас хөрсний эвдрэл арай илүү байна. Гэхдээ сумын төв орчим хөрсний органикийн агууламж бага зэрэг ихэссэн байгаа нь мал сүргийн төвлөрөл малын бууц нэмэгдсэнтэй холбоотой байж болно. Сумын төв орчим өнгөн хөрс салхинд хийсэж шаварлаг фракц 14 % багассан байна. Дисперсийн шинжилгээгээр хөрсний эвдрэл, шавар фракцын дундаж агууламж статистикийн хувьд ялгаатай байгаа нь хөрс салхиар хийсэж шаварлаг жижиг хэсгүүд алдагдалд орж байгааг илтгэнэ. Бусад үзүүлэлтүүдийн ялгаа бага. Сумын төв орчим автомашин замын эвдрэл бэлчээрийн талхагдал их байгаа тул сөрөг нөлөөллийг багасгах, ойжуулалт, хөрс хамгаалах үйл ажиллагааг эрчимжүүлэх нь зүйтэй.

Орог нуурын орчмын газар нутгийн баруун-хойд хэсэг буюу салхины дээд хэсэгт хөрсний эвдрэлийн хэмжээ нь зүүн-урд хэсэг буюу салхины доод талын хөрсний эвдрэлээс их байна. Нуурын зүүн талд "Монголын хоолой" гэж нэрлэгдэх заган ой бүхий элсэн хуримтлалтай. Энэ элсэн хуримтлал нь цаг хугацааны хувьд эртнийх буюу мөстлөгийн үетэй холбоотой боловч нуурын зүүн хэсэгт салхины үйл ажиллагаагаар хөрсний жижиг хэсгүүд зөөгдөж хуримтлагддагийг гэрчилж байна.

Орог нуур орчмын говийн хөрсний эвдрэлд хуурайшилт нөлөөлж байгаа боловч бэлчээрийн талхагдлын сөрөг нөлөө ихсэх хандлагатай байна.

Цези-137 изотопыг ашиглан говийн бүс нутгийн хөрсний эвдрэлийн хэмжээг нарийвчлан тодорхойлсон нь хөрсний мониторинг, хөрсний эвдрэлийг RUSLE, WEQ загвараар тооцох судалгаанд харьцуулах жишиг болохуйц чухал үр дүн гэж болно [14]. Цөлжилт, газрын доройтол, бэлчээрийн талхагдал, салхи шороон шуурга гэх мэт байгаль орчны судалгаануудад хөрсний эвдрэлийн үзүүлэлтүүд чхуал шаардлагатай мэдээлэл болдог.

Хөрсний эвдрэлийг изотопын аргаар судлах нь хээрийн дээж авалтын үйл ажиллагаа, лабораторийн задлан шинжилгээ зэрэг зардал ихтэй судалгаа болно. Цаашдаа гамма спектрометрийн анализийн үнэмшил нарийвчлалыг сайжруулах, PDM, MBM зэрэг загвар тооцоолуудыг зөв хэрэглэх тал дээр анхаарах шаардлагатай.



Говийн бүсийн хөрсний эвдрэлийн судалгаанд ус, салхины нөлөөллийн үйл ажиллагааг ялгаж тооцоход хүндрэлтэй байдаг [15]. Иймээс Монгол орны нутаг дэвсгэр хээр, говийн бүсүүдэд хөрсний эвдрэлийн газрын хэмжилт хийх суурин судалгааны станцууд шаардлагатай байна. Ихэнх улс орнууд хөрсний эвдрэлийн судалгааны дүн материалыг бодит хэмжилтийн дүн мэдээллээр баталагжуулдаг.

## 5. ДҮГНЭЛТ

Орог нуур орчмын газар нутгийн 67 ш. цэгээс хөрсний дээж авч хөрсний эвдрэлийг  $^{137}\text{Cs}$  изотопийн аргаар судаллаа. Бидний энэ судалгаа нь Монгол орны говийн бүс нутгийн тодорхой газар нутгийн жишээн дээр хөрсний эвдрэлийн хэмжээг найривчилсан тогтоосон анхны судалгааны ажлын нэг болно. Орог нуур орчим нутагт говийн бор хөрс зонхилон тархаж хөрсний органикийн агууламж дунджаар 0.89 %, урвалын орчим (pH) 7.9, карбонат 4.4 % байна. Судалгаа явуулсан нутгийн говийн хөрснөөс жилд 1 га газраас дунджаар  $-12.6 \text{ (т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}\text{)}$  хөрс эвдрэлд орж алдагдаж байна. Монгол орны төв хэсгийн [6] хээрийн бүсийн хөрсний эвдрэлтэй ( $-5.6 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ ) харьцуулахад говийн бүсийн хөрсний эвдрэл 2.5 дахин их байна. Газар ашиглалт газрын бүрхэвчийн хувьд ялгаатай газруудад хөрсний эвдрэл харилцан адилгүй байна. Хөрсний эвдрэл уулархаг газар  $-15.0 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ , талархаг говь газраар  $-12.6 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ , нугархаг хотгор газраар  $-2.7 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$ , сумын төв орчим  $-16.5 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$  тус тус байна. Сумын төв орчим хөрсний эвдрэл ердийн газраас 30.9 % илүү байгаа нь суурин газар орчмын хөрс хүн, мал автомашин замын талхагдалд өртдөг болохыг гэрчилнэ. Орог нуурын баруун-хойд салхин талын хөрсний эвдрэл дунджаар  $-14.0 \text{ т га}^{-1} \text{ ж}^{-1}$  буюу нуурын зүүн хэсгийн хөрснөөс 38.7 % илүү эвдрэлтэй байна. Хөрсний эвдрэлд уур амьсгалын дулаарал хуурайшил сөрөг нөлөө үзүүлнэ. Малын тоо толгой 30 жил(1987-2017)-д 3.2 дахин ихэссэн нь бэлчээрийн талхагдлыг нэмэгдүүлж говийн хөрс доройтуулах нэмэлт хүчин зүйл болж байна. Говийн бүсийн хөрсний эвдрэлийг багасгахад сумын төв орчмын хөрс хамгааллын үйл ажиллагааг идэвхжүүлэх, малын тоо толгойг бууруулах бодлого баримтлах шаардлагатай байна.

## ТАЛАРХАЛ

Судалгааны ажилд туслалцаа үзүүлсэн Германы Аахены их сургуулийн проф. Ф.Лемькул, хөрсний лабораторийн анализийг хийж гүйцэтгэсэн ГГХ-ийн Хөрсний лабораторийн ажилтнуудад гүн талархал илэрхийлж байна.

## АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] H. Blanco and R. Lal, Principles of Soil Conservation and Management, The Netherlands: Springer, 2008.
- [2] L. Jiuyan, Q. Yongqing, S. HuaDing, Z. Dafang and H. Yunfeng, "Estimation of wind erosion rates by using  $^{137}\text{Cs}$  tracing technique: A case study in Tariat-Xilin Gol transect, Mongolian Plateau," *Chinese Science Bulletin*, 53, pp. 753-755, 2008. Available: <https://doi.org/10.1007/s11434-008-0007-0>
- [3] N. Mandakh, J. Tsogtbaatar, D. Dash and S. Khudulmur, "Spatial assessment of soil wind erosion using WEQ approach in Mongolia," *Journal of Geographical Sciences*, vol. 26, pp. 473-483, 2016. Available: <https://doi.org/10.1007/s11442-016-1280-5>
- [4] E. Fulajtar, L. Mabit, C. Renschler and L. Z. Yi, Use of  $^{137}\text{Cs}$  for soil erosion assessment, Rome. Italy: FAO/IAEA, 2017.
- [5] H. Kato, Y. Onda, Y. Tanaka, M. Tsujimura, G. Davaa and D. Oyunbaatar, "Evaluating soil erosion history using fallout radionuclides in semi-arid grassland, Mongolia," *Geophysical Research Abstracts. Europ. Geosciences Union*, vol. 8, 2006.
- [6] O. Batkhisig, "Human Impact and Land Degradation in Mongolia," in "Dry land East Asia: Land Dynamics Amid Social and Climate Change". Editors: Jiquan Chen, Shiquang Wan, Geoffrey Henebry, Beijing, Higher education press, 2013, pp. 265-281. Available: <https://doi.org/10.1515/9783110287912.265>
- [7] K. Hirose, Y. Kikawada, Y. Igarashi, H. Fujiwara, J. D. Y. Matsumoto, N. Nomura and T. Oi, "Plutonium,  $^{137}\text{Cs}$  and uranium isotopes in Mongolian surface soils," *Journal of Environmental*

- Radioactivity*, vol. 166, pp. 97-103, 2017. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2016.01.007>
- [8] O. Batkhishig and T. Telmen, "Soil erosion and Soil organic carbon in the forest-steppe zone: A case study in Baga Mukhar, west Khentei, Mongolia. Proceedings of the 2021 third Conference ESTIC.," *Advances in Engineering Research*, vol. 206, pp. 7-13, 2021.
- [9] F. Lehmkuhl, J. Grunert, D. Hulle, O. Batkhishig and G. Stauch, "Paleolakes in the Gobi region of southern Mongolia," *Quaternary Science Reviews*, vol. 179, pp. 1-23, 2018. Available: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.10.035>
- [10] L. Mabit, S. Chhem-Kieth, P. Dornhofer, A. Toloza, M. Benmansour, C. Bernard, E. Fulajtar and D. Walling, A widely used and validated medium-term soil tracer. Guidelines for using fallout radionuclides to assess erosion and effectiveness of soil conservation strategies, Vienna: FAO/IAEA.42, 2014.
- [11] ISO, 11464:2006. Soil quality-Pretreatment of samples for physico-chemical analysis..
- [12] D. Walling, Y. Zhang and Q. He, Conversion models and related software. Guidelines for using fallout radionuclides to assess erosion and effectiveness of soil conservation strategies, Vienna: FAO/IAEA, 2014.
- [13] D. Zhibao, W. Xunming and L. Lianyou, "Wind erosion in arid and semiarid China: An overview". *J. Soil Water Conserv.* 55, 439–444. 2000.
- [14] F. Zapata, Handbook for the Assessment of Soil Erosion and Sedimentation Using Environmental Radionuclides, Vienna, Austria: Kluwer Academic Publishers, 2002. Available: <https://doi.org/10.1007/0-306-48054-9>
- [15] R. Lal, "Soil erosion by wind and water: problems and prospects." *Soil erosion research methods*. Routledge, 1-10. 2017. Available: <https://doi.org/10.1201/9780203739358-1>