

## Soil properties of the permafrost zone and differences among regions of Mongolia

Purevdorj Tserengunsen<sup>1,\*</sup>, Telmen Turmunkh<sup>1</sup>, Dashtseren Avirmed<sup>2</sup>, Temuujin Khurelbaatar<sup>3</sup>, Tuvshintur Ochirjav<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>*Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

<sup>3</sup>*Division of Permafrost Study, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

\*Corresponding author email: [purevdorjts@mas.ac.mn](mailto:purevdorjts@mas.ac.mn)

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

### ABSTRACT

The distribution of permafrost in Mongolia is sporadic and discontinuous depending on the location, landscape, and temperature. Also, the characteristics and patterns of its soil cover vary across the regions. In this study, we aimed to determine the characteristics of the soil cover distributed in the permafrost regions and differences across the regions of Mongolia. We divided the studied permafrost regions into Mongolian-Altai, Gobi-Altai, Khangai, and Khuvsgul, and collected 164 soil samples at fixed depths of 0-5 cm, 5-15 cm, 15-30 cm, and 30-60 cm in 41 soil profiles around permafrost monitoring boreholes. As the result, *Kastanozems* and *Chernozems* soils were dominated in the Khuvsgul and Khangai while *Aridic Kastanozems* soils were more prevalent in Mongolian-Altai and Gobi-Altai. The soil pH was from neutral to slightly alkaline, and the carbonate content was from low to moderate. The soil organic matter, available phosphorus, and potassium decreased with the depth of the soil profile. Soil texture was distributed evenly, and the content of gravel was in the order of Gobi-Altai, Mongolian-Altai, Khangai, and Khuvsgul. Considering soil organic carbon, at 0-60 cm, it was 4.2 kg m<sup>-2</sup> in Mongolian-Altai, 3.0 kg m<sup>-2</sup> in Gobi-Altai, 6.8 kg m<sup>-2</sup> in Khangai, and 7.5 kg m<sup>-2</sup> in Khuvsgul.

**Keywords:** *Soil, Permafrost, Soil organic carbon, Mongolia,*

## Монгол орны цэвдэгт газрын хөрсний шинж чанар, бүс нутгийн ялгаа

Пүрэвдорж Цэрэнгүнсэн<sup>1,\*</sup>, Тэлмэн Төрмөнх<sup>1</sup>, Дашцэрэн Авирмэд<sup>2</sup>,  
Тэмүүжин Хүрэлбаатар<sup>3</sup>, Түвшинтөр Очиржав<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

<sup>3</sup>Цэвдэг Судлалын Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

\*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: [Purevdorjts@mas.ac.mn](mailto:Purevdorjts@mas.ac.mn)

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

### ХУРААНГУЙ

Манай орны цэвдэг нь газарзүйн байрлал, ландшафт, температураас хамааран бүс нутаг бүрд адилгүй тасалданги, алаг цоог хэлбэртэйгээр тархсан. Үүнийгээ дагаад хөрсний шинж чанар, хэв шинж нь ялгаатай байдаг. Бид энэ судалгааг Монгол орны цэвдэгт бүс нутагт тархсан хөрсний шинж чанарыг тогтоох, бүс нутгийн хувьд ямар нэгэн ялгаа байгаа эсэхийг илрүүлэх зорилготой хийлээ. Ингэхдээ судалгааны талбайг Хангай, Хөвсгөл, Монгол-Алтай, Говь-Алтай гэж хуваан цэвдгийн цооногуудын ойролцоо 41 (30 нь цэвдэгтэй, 11 нь цэвдэггүй) хөрсний зүсэлт хийн 0-5 см, 5-15 см, 15-30 см, 30-60 см гэсэн тогтмол гүнүүдээс 164 ширхэг хөрсний дээж аван тодорхойлсон. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Хөвсгөл, Хангайн бүсэд Хархүрэн, Харшороон хөрс давамгай зонхилж байсан бол Монгол-Алтай, Говь-Алтайд Цайвархүрэн хөрс илүүтэй тархжээ. Хөрсний хими шинж чанарын хувьд урвалын орчин саармагаас сул шүлтлэг, карбонатын агууламж багаас дунд зэрэг байна. Ерөнхий зүй тогтлын дагуу ялзмаг, хөдөлгөөнт фосфор, кали үе давхаргын гүн доошлох тусам багасаж байна. Хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүн жигд тархалтай, чулууны агууламж Говь-Алтай, Монгол-Алтай, Хангай, Хөвсгөл гэсэн мужлалын дараалалтай байлаа. Хөрсний органик нүүрстөрөгчийг авч үзвэл 0-60 см гүнд Монгол-Алтайд 4.2 кг м<sup>-2</sup>, Говь-Алтайд 3.0 кг м<sup>-2</sup>, Хангайд 6.8 кг м<sup>-2</sup>, Хөвсгөл-д 7.5 кг м<sup>-2</sup> байлаа.

*Түлхүүр үгс: Хөрс, Цэвдэг, Хөрсний органик нүүрстөрөгч, Монгол*

## 1. ОРШИЛ

Цэвдэг нь дэлхийн хойд хагас бөмбөрцгийн хуурай газрын 21.8 хувийг эзэлдэг [1] бөгөөд дэлхийн уур амьсгал, чийг дулаан, экосистемд чухал нөлөөтэй. Манай орны цэвдэг нь газарзүйн байрлал, ландшафт, температураас хамааран бүс нутаг бүрд адилгүй байна. Цэвдэг нь тасалданги, алаг цоог хэлбэртэйгээр Монгол орны нийт газар нутгийн 29.3%-д тархаж буйг тодорхойлсон [2]. Үүнийгээ дагаад хөрсний шинж чанар, хэв шинж нь өөр болно. Алтай, Хангайн уулсын цэвдгийн тархалтад өндрөөс хамаарсан зүй тогтол хүчтэй илэрдэг бөгөөд Хөвсгөл, Хэнтийн уулархаг нутагт гадаргын хэлбэр төрх, газрын бүрхэвч, хурдас чулуулгаас хамаарна.

Манай орны хувьд цэвдэгт хөрсний судалгааг цэвдгийн тархалт, шинж чанар, идэвхтэй давхарга, зузаан инженерийн барилга байгууламж, суумтгай ул хөрс талаас нь судалж байгаа болно [2], [3], [4]. Бид энэхүү судалгааныхаа хүрээнд Монгол орны цэвдэгт бүс нутагт ямар шинж чанартай хөрс тархсаныг судлахыг хичээсэн бөгөөд бүс нутгийн хувьд ямар нэгэн ялгаа байгаа эсэхийг илрүүлэх зорилготой.

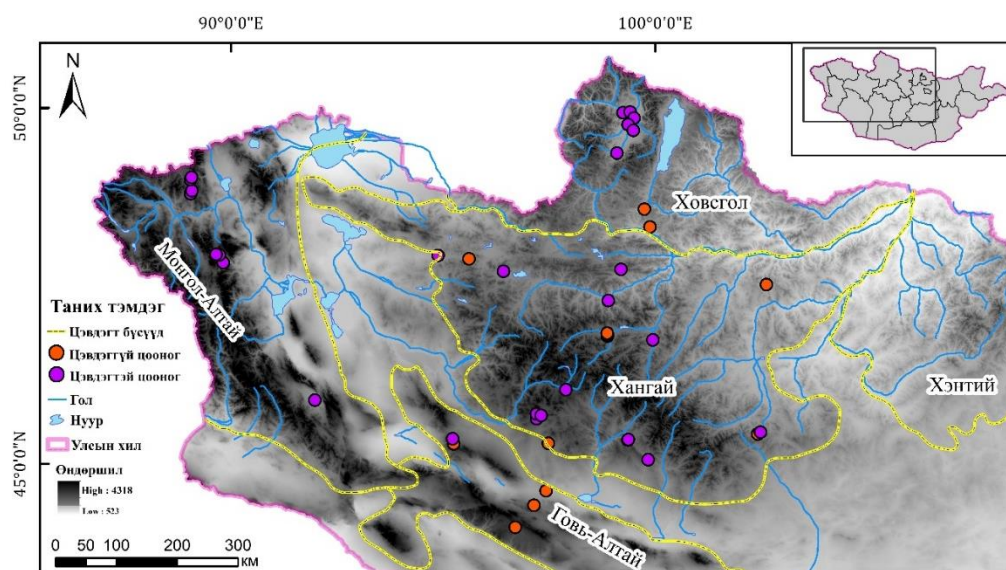
Хөрсөнд агуулагдаж буй органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН) нь хөрсний үржил шим, чанар, уур амьсгал, экосистемд нөлөөлөх байдлаараа өндөр ач холбогдолтой судлах шаардлагатай чухал бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Тийм учраас бид энэ судалгаандаа органик нүүрстөрөгчийн нөөц дээр түлхүү ач холбогдол өгч судлахыг хичээлээ. Дэлхийн хэмжээнд цэвдэгт бүс нутгуудад ойролцоогоор 1307 Pg хэмжээтэй хөрсний органик нүүрстөрөгч агуулагдаж байгаа нь дэлхийн ойд агуулагдаж буй нөөцөөс гурав дахин, агаар мандал дахь нөөцөөс даруй хоёр дахин их байна [5]. Хойд бөмбөрцгийн цэвдэгт бүс нутаг дахь гурван метр зузаан хөрсний үе давхаргад дэлхийн бүх хөрсөнд агуулагдаж буй органик нүүрстөрөгчийн 30-40% байгаа бол энэхүү цэвдэгт бүс нь дэлхийн нийт хуурай газрын 15-20%-ийг эзлэн оршдог [5], [6]. Ийм учраас цэвдэгтэй газар илүү ач холбогдол өндөртэй гэдэг нь харагдаж байна. Цэвдэгт газрын хөрсний нүүрстөрөгчийн талаар Хөвсгөл аймагт судалгаа хийж байжээ [3]. Мөн сүүлийн үед хөрсөн дэх нүүрсхүчлийн хийн өөрчлөлт, хөдлөл зүйг ихээхэн судалж байна [7], [8], [9]. Уур амьсгалын өөрчлөлт өсөн нэмэгдэж байгаа өнөө үед Монгол орны цэвдэгт бүс нутаг дах хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг судлах нь чухал юм. Цэвдэгт бүс нутагт орших хөрсний шинж чанар, органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн мэдээ дутмаг байсныг нөхөх гэж оролдоо. Мөн бид хөрсний шинж чанар бүс нутгийн хэмжээнд ямар ялгаатай оршиж буйг илрүүлэхийг зорилгоо.

## 2. СУДАЛГАА ЯВУУЛСАН ТАЛБАЙ, АРГАЗҮЙ

Цэвдгийн мониторингийн цооног байгаа газар хөрсний бүрэн зүсэлт хийх зорилгоор 2021 оны 7, 8-р сар, 2022 оны 6 саруудад Хөвсгөл, Булган, Архангай, Завхан, Увс, Ховд, Говь-Алтай, Баянхонгор, Өвөрхангай аймгийн нутагт буй цэвдгийн цооногуудад очиж Цэвдэг судлалын салбарын судлаачидтай хамт ажилласан. Энэ хугацаанд нийт 41 хөрсний зүсэлт хийн тус бүрийн хээрийн бичиглэлийг тэмдэглэж, 164 ширхэг хөрсний дээж цуглуулан Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын лабораторид шинжилгээ хийсэн болно.

Хөрсний зүсэлт бүрээс лабораторид шинжилгээнд өгөх дээжээ авахдаа урьдчилсан төлөвлөсөн арга зүйн дагуу 0-5 см, 5-15 см, 15-30 см, 30-60 см гэсэн тогтмол гүнүүдээр авч бэлдсэн. Мөн хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг ч дээрх гүнээр авсан. Энэхүү дээжүүддээ лабораторийн нөхцөлд хуурай агаарт хатааж 2 мм-ийн шигшүүрээр шигшиж шинжилгээнд бэлдсэн. Хөрсний pH, EC (electrical conductivity) хэмжихдээ pH-meter (Orion 5 star) багажаар, ширхгийн бүрэлдэхүүнийг гидрометрийн аргаар, хөдөлгөөнт фосфорыг Мачигины аргаар, хөдөлгөөнт калийг дөлт фотометр, карбонатыг кальциметрийн багаж ашиглан эзлэхүүний аргаар, эзлэхүүн жин, чийгийг жингийн аргаар, мөн сүвэрхэг байдал, 2 мм-ээс дээш чулууны агууламжийг тодорхойлсон. Статистик боловсруулалтад Microsoft Excel, SPSS statistics 23 ашигласан.

Цэвдгийн тархалтын онцлог болон ландшафт, физик газарзүйн мужлалд үндэслэн Монгол орныг Монгол-Алтай, Говь-Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтий, Хянганы уулархаг цэвдэгт бүс болгон 6 ангилсан байна [2]. Бид хөрсний дээж авсан газрын байршлаа энэхүү ангиллын дагуу бүсчлэн Монгол-Алтай Говь-Алтай, Хангай, Хөвсгөл гэсэн цэвдгийн бүсүүдэд байрлаж байгаа учир энэхүү бүсүүдэд хувааж үр дүнгүүддээ харууллаа. (Зураг 1)-т хөрсний дээжлэлт хийсэн цэвдгийн цооногуудын байршлыг үзүүлсэн болно.



Зураг 1. Дээж авсан цэвдгийн цооног ба цэвдгийн бүсүүд

### 3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Орон зайн хувьд том талбайд тархсан учраас хөрсний хэв шинжийн хувьд Глейт цэвдэг хөрснөөс Говийн бор хүртэл олон янзын шинж төрхтэй хөрс ялгарчээ (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Хөрсний хэв шинжээр ангилсан байдал

Хөрсний хэв шинжийн нэр	зүсэлтийн тоо (n)
Харшороон	4
Карбонаттай глейт цэвдэгт	3
Карбонаттай Хархүрэн	6
Сайргархаг Хархүрэн	12
Ойн бараан	1
Аллювийн	1
Цайвархүрэн	9
Хужирлаг	3
Бор	2

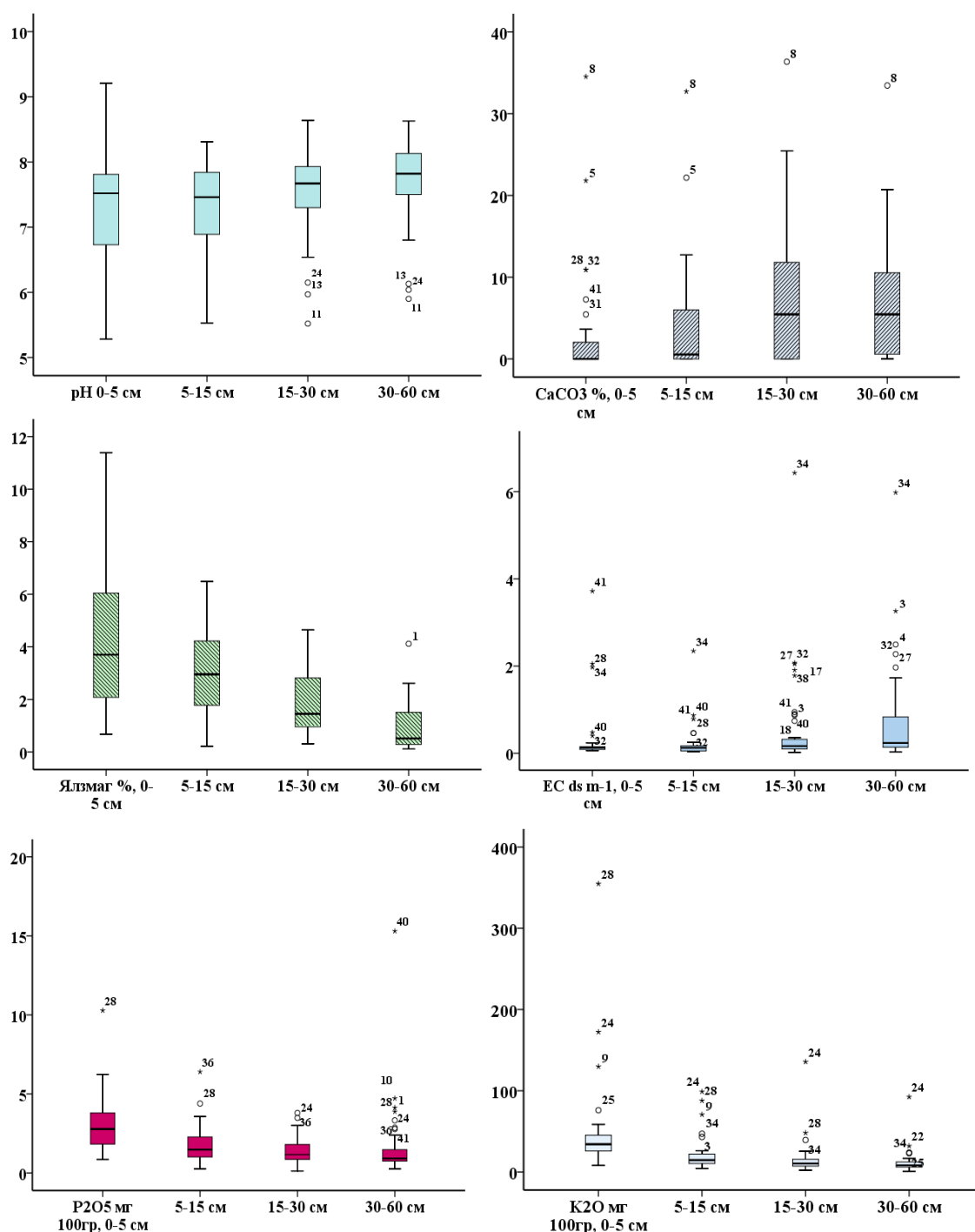
Хөвсгөл, Хангайн бүсийн хувьд Хархүрэн, Харшороон хөрс давамгайл зонхилж байсан бол Монгол-Алтай, Говь-Алтайд Цайвархүрэн хөрс илүүтэй тархжээ. Энэ шинж чанар нь бүс нутгийн хувьд ялгаатай байдалд нөлөөлж байгаа юм. Мөн цэвдгийн цооногуудыг бүс нутгаар нь ялган цэвдэгтэй цэвдэггүй гэж ангилахад 30 ширхэг нь цэвдэгтэй, 11 ширхэг нь цэвдэггүй цооног байлаа.

Хөрсний хими шинж чанарын дунджийг (Хүснэгт 2)-т харуулсан. Энэхүү хүснэгтээс харахад урвалын орчин саармагаас сул шүлтлэг рүү шилжиж байгаа бол карбонатын агууламж багаас дунд зэрэг карбонаттай болж байна. Ерөнхий зүй тогтлын дагуу ялзмаг, хөдөлгөөнт фосфор, кали үе давхаргын гүн доошлох тусам багасаж буй нь ажиглагдлаа. Хөрсний хими шинж чанарын дундаж үзүүлэлтүүдийг хүснэгтээр үзүүлээ.

Хүснэгт 2. Хөрсний хими шинж чанарын дундаж үзүүлэлтүүд

Гүн, см	pH	CaCO <sub>3</sub>	Ялзмаг	ЕС	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0-5	7.2	2.6	4.3	0.31	3.1	47.3
5-15	7.3	4.3	3.0	0.22	1.8	21.3
15-30	7.5	7.4	1.8	0.55	1.3	15.7
30-60	7.7	6.7	0.9	0.75	1.6	11.7

Харин (Зураг 2)-т хөрсний хими шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн (max, min, median)-ийг үзүүлээ. Далайцын хувьд урвалын орчин 5.28-9.21, карбонат 0.0-36.3%, ялзмаг 0.11-11.39% хүртэл, ЕС нь 0.02-6.43, хөдөлгөөнт фосфор, кали нь 0.12-15.30, 0.68-354.78 гэсэн маш их хэлбэлзэлтэй утгуудыг заажээ. Дархадын хотгорт хийсэн зүсэлтүүдийн карбонат онцгой их утгууд заасан нь тухайн нутгийн геологийн шинж чанараас болж байгаа бөгөөд бид ийм утгуудыг хасаагүй бөгөөд бүх дээжийн үр дүнг оруулан тооцсон болно. Мөн Хужирт өвөр гэх хорин дөрөв дугаартай дээжийн хөдөлгөөнт кали, фосфор онцгой их гарсан бөгөөд үржил шимийн үзүүлэлтээр баялаг хөрс байсан боловч цэвдэггүй байсан нь сонирхолтой.



Зураг 2. Хөрсний хими шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн boxplot (max, min, median)

### Хүснэгт 3. Хөрсний физик шинж чанарын дундаж үзүүлэлтүүд

Гүн, см	n	Элс	Тоос	Шавар	Чулуу >2 мм, %	Эзлэхүүн жин, гр/см <sup>3</sup>	Чийг, %	Хувийн жин, гр/см <sup>3</sup>	Сүвшилт, %
0-5	41	58.7	27.5	13.8	16.7	1.22	9.68	2.56	51.61
5-15	41	60.4	26.4	13.2	27.0	1.32	9.32	2.51	47.46
15-30	41	60.5	26.0	13.4	32.0	1.32	9.86	2.53	47.77
30-60	41	59.2	27.3	13.4	34.1	1.35	9.04	2.53	46.43

Хөрсний физик үзүүлэлтүүдийн хувьд нийт дээжийн дунджаар элс, тоос, шавар жигд тархалттай байна. 2 мм-с дээш чулууны эзлэх хувь, эзлэхүүн жин хоёр гүн буурах тутам нэмэгдэж байсан бол хувийн жин, сүвшилт хоёр бага зэрэг буурч буй ажиглагдлаа. Чийгийн үзүүлэлт нэгэн жигд харагдаж байгаа нь зарим хатуу, чийгийн дээж авахад хүндрэлтэй газруудаас 15-30, 30-60 см гүнээс чийгийн дээж аваагүйтэй холбоотой дунджууд өсжээ (Хүснэгт 3).

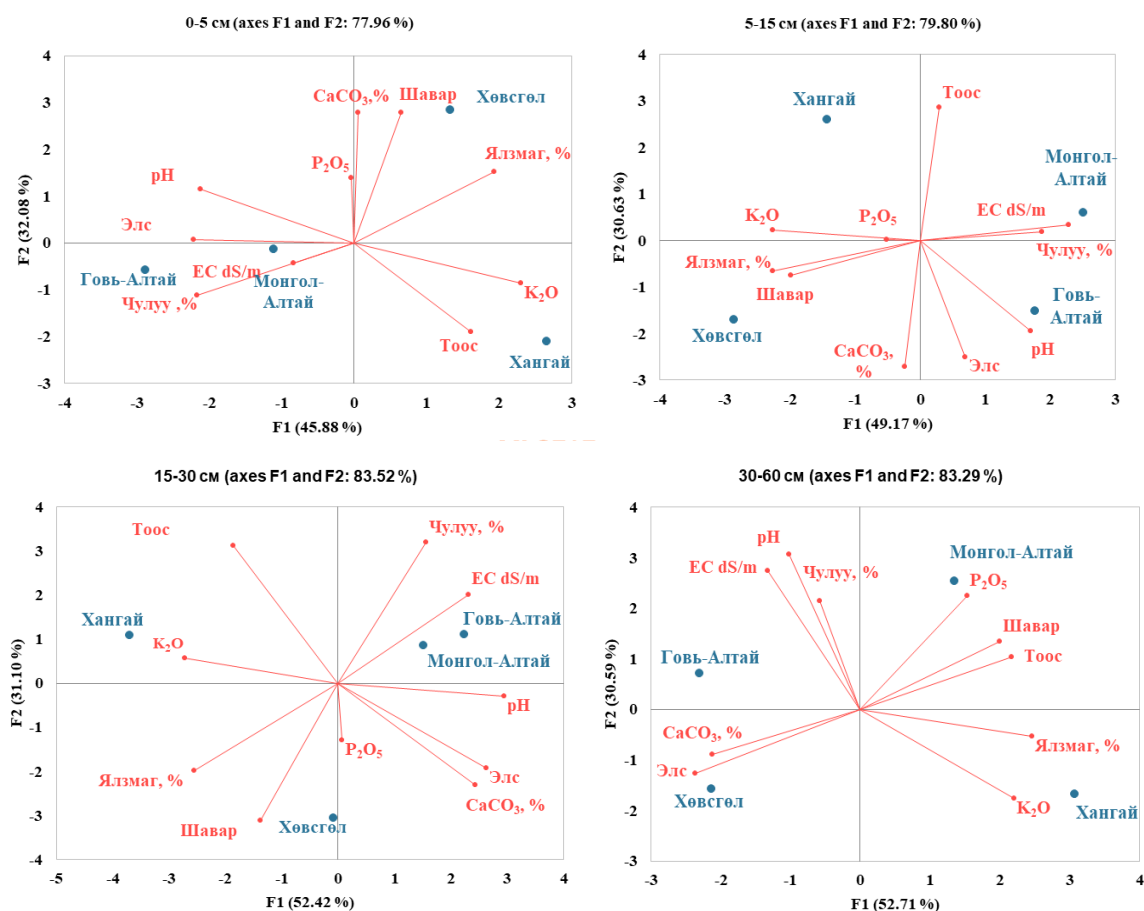
Бид Монгол-Алтай, Говь,-Алтай, Хангай, Хөвсгөл гэсэн бүсүүддээ 0-5 см, 5-15 см, 15-30 см, 30-60 см гэсэн гүн тус бүрээр гол компонентын шинжилгээ хийлээ. Ийнхүү шинжилгээ хийхэд 0-5 см-т Хөвсгөлийн бүсэд карбонат, шавар, ялзмаг, фосфор гэсэн үзүүлэлтүүд өндөр хамааралтай байсан бол эсрэгээр чулууны агууламж, ЕС, болон элс Монгол-Алтай, Говь-Алтайд хамаарал сайтай, Хөвсгөлийн бүстэй сөрөг хамааралтай болох нь харагдаж байна. Харин Хангайд тоос, хөдөлгөөнт кали их, урвалын орчин бага байлаа.

Харин 5-15 см, 15-30 см-ийн гүнүүдэд Хангайн бүсэд хөдөлгөөнт кали хамгийн их, Хөвсгөлд ялзмаг, шавар их байгаа бол Монгол-Алтай, Говь-Алтайд чулуу, ЕС, урвалын орчин хамгийн их гэсэн нийтлэг тал харагдлаа. 30-60 см дах гүнд Хөвсгөлийн бүсэд элс, карбонат хамгийн их байлаа, энэхүү бүсэд карбонатын хуримтлал ихээхэн бий гэдэг нь харагдаж байна. Говь-Алтайд карбонат, чулуу, урвалын орчин, ЕС өндөр байгаа бол Монгол-Алтайд фосфор, шавар их байна. Монгол-Алтайн бүс нь Хөвсгөл, Хангайн бүсээс өндөр фосфортой байсан нь таамаглаагүй үр дүн байлаа.

### Хүснэгт 4. Мужлал бүрийн гүн тус бүр дэх үзүүлэлтүүд

Мужлал (n)	Гүн, см	pH <sub>H2O</sub> (1:2.5)	CaCO <sub>3</sub> , %	EC <sub>2.5</sub> dS/m	SOC, кг м <sup>-2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Чулуу >2 мм, %
Монгол-Алтай (8)	0-5	7.8	2.0	0.84	0.97	3.9	35.7	33.0
	5-15	7.7	5.9	0.61	1.04	2.4	14.9	41.4
	15-30	8.0	9.1	1.42	1.01	1.8	14.2	39.5
	30-60	8.1	6.4	1.47	1.20	3.3	9.5	42.4
Говь-Алтай (5)	0-5	7.8	3.3	0.22	0.59	2.6	29.9	36.4
	5-15	7.8	6.4	0.23	1.26	1.0	18.1	40.3
	15-30	7.8	11.0	0.99	0.56	0.9	8.1	58.0
	30-60	7.9	7.6	1.20	0.60	0.7	6.7	64.0
Хангай (20)	0-5	6.8	0.6	0.20	1.40	2.8	58.0	11.2
	5-15	7.0	1.1	0.10	1.88	1.6	23.6	25.1
	15-30	7.1	4.0	0.21	1.72	1.2	19.6	29.8
	30-60	7.5	4.8	0.32	1.80	1.5	14.8	29.4
Хөвсгөл (8)	0-5	7.5	7.9	0.13	1.68	3.4	43.1	3.9
	5-15	7.4	9.5	0.11	2.27	2.4	24.2	11.6
	15-30	7.7	12.2	0.23	1.92	1.5	12.6	11.2
	30-60	7.8	11.3	0.84	1.65	1.0	9.4	17.2

Харин Хангайн бүс маань хөдөлгөөнт кали, ялзмаг, тоосоор баялаг гэдэг нь бүх үе давхаргын туршид ажиглагдлаа. Түүнчлэн Хөвсгөлийн бүс маань дээд үедээ шавар хамгийн их байсан бол доод үедээ элсний агууламж нэмэгджээ, харин бүх үе давхаргадаа карбонатын агууламж их байна (Зураг 3).



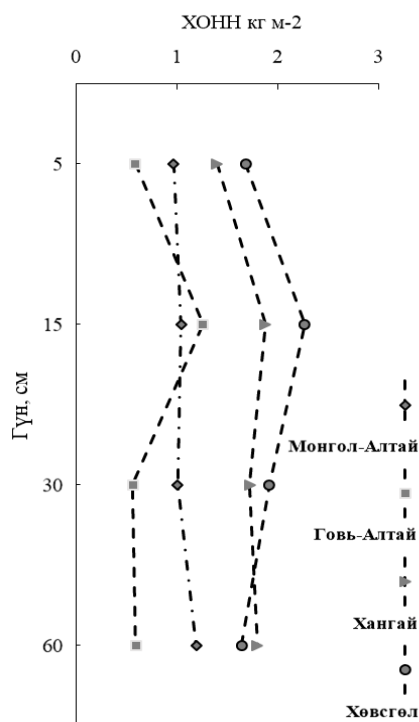
Зураг 3. Гол компонентийн шинжилгээний дүн

Цэвдгийн мужлалаар ангилсан байдлаар үзүүлэлтүүдийн тогтмол гүн тус бүр дэх утгуудыг (Хүснэгт 4)-т үзүүлээ. Ийнхүү харахад урвалын орчин Хангайд саармаг бусад мужид сул шүлтлэг шинжтэй байна. Карбонатын хувьд хамгийн өндөр буюу дунджаар 10.2% байлаа. Уг нь карбонатын агууламж Говийн бүс нутагт илүүтэй илэрдэг онцлогтой байтал ийнхүү Хөвсгөлийн мужид бусад нутгаас илүү өндөр агууламжтай илэрсэн нь сонирхолтой. Мөн шууд өнгөн үе давхаргаасаа илэрч байгаа нь тухайн нутгийн геологийн давхаргатай шууд холбоотой гэсэн дүгнэлт өгч болохуйц байна. Цахилгаан дамжуулах чанарын хувьд Монгол-Алтайд дунд зэрэг, бусад мужид бага байлаа. Фосфорын хувьд хамгийн их утга Монгол-Алтайд байсан бол хамгийн бага дундаж утга Говь-Алтайн мужид заажээ. 2 мм-с дээш чулууны агууламж Говь-Алтайд хамгийн их буюу 49.7%, Хөвсгөлийн мужид хамгийн бага 10.9% байна.

#### 4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Бидний судалгаа нь манай орны Хангай, Хөвсгөл, Монгол-Алтай, Говь-Алтай гэсэн өргөн хүрээний талбайг хамарсан бүс нутагт Цэвдгийн мониторингийн кооногийг түшиглэн хийгдсэн. Ийнхүү үр дүнгээ харахад эдгээр цэвдэгт бүс нутгийн хөрс нь статистик түвшинд өөр өөр шинжтэй чанартай гэсэн үр дүн харуулсан болно. Бидний сонгон авсан хөрсний дээжийн дундаж утгын хувьд элс (2-0.5 мм), тоос (0.05-0.002), шаврын (<0.002) агууламж 58.7-60.5%, 26.0-27.5%, 13.2-13.8% байлаа. Хөрсний физик үзүүлэлтийн хувьд ширхгийн бүрэлдэхүүн жигд тархалтай байна. Харин чулууны агууламжийн хувьд буурах дарааллаар Говь-Алтай, Монгол-Алтай, Хангай, Хөвсгөл гэсэн мужлалын зүй тогтол ажиглагдлаа. Цэвдэгтэй кооногийн дундаж чулууны агууламж, өндөршил нь 24.4%, 2001 д.т.д метр байгаа бол цэвдэггүй кооногийн дундаж нь 35.7%, 1887 д.т.д метр байна. Эндээс харахад чулуу багатай, өндөр газар байгаа кооногт цэвдэг илүүтэй оршиж байна гэж дүгнэх нөхцөл бүрдэж байна.





**Зураг 4.** Гүн тус бүрийн ХОНН-ийн нөөц

Түүнчлэн хими шинж чанарын үржил шимийн үзүүлэлтийн хувьд ихээхэн бага руу Хангай, Хөвсгөл, Монгол-Алтай, Говь-Алтай гэсэн дэс дараа гарч ирсэн. Энэ үзүүлэлтүүдээс хөрсний органик нүүрстөрөгчийг арай онцлон авч үзье. Бидний хувьд Монгол-Алтай, Говь-Алтай, Хангай, Хөвсгөл бүс нутгийн 0-60 см дахь ХОНН-ийг 4.2 кг м<sup>-2</sup>, 3.0 кг м<sup>-2</sup>, 6.8 кг м<sup>-2</sup>, 7.5 кг м<sup>-2</sup> гэж тооцлоо. Хөвсгөлийн бүсэд 0-50 см гүнийг тооцон хийсэн ой, хээрийг харьцуулсан хөрсний органик нүүрстөрөгч нь тус бүрд 7.51 кг м<sup>-2</sup>, 7.1 кг м<sup>-2</sup> байжээ [10]. Бидний судалгаагаар Хөвсгөлийн бүсийн ХОНН нь 7.5 кг м<sup>-2</sup> байгаа нь нийц сайтай байна. (Зураг 4)-т мужлал бүрийн харгалзах гүн тус бүрд ногдох ХОНН-ийг харууллаа.

Оросын арктикийн Чандруулаг, Хүлэрлэг хөрстэй бүсэд хийгдсэн [11] судалгаагаар 0-10 см, 0-30 см, 0-100 см тус бүрд 7.9 кг м<sup>-2</sup>, 15 кг м<sup>-2</sup>, 24 кг м<sup>-2</sup> байгаа нь өндөр үзүүлэлтэй байна. Харин Андын нуруунд 0-100 см гүн дэх ХОНН 3.62 кг м<sup>-2</sup> байгаа нь манай оронтой харьцуулахад бага байна [12]. Тэгэхээр манай орны цэвдэгт бүс дэх ХОНН бусад бүс нутагтай харьцуулахад бага түвшинд орохгүй гэдэг нь харагдаж байна.

Мөн сүүлийн үед судлаачид ургамлын органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн судалгааг хөрс, ургамлын үндэсний тархалтай уялдуулан хийж байгаа бөгөөд бид ч бас ингэж уялдуулан судлах хэрэгтэй. Түүнчлэн цэвдгийн үргэлжилсэн, тасалданги, алаг цоог, тохиолдлын бүсээр нь хуваан авч үзэж хөрсний шинж чанарын хувьд ялгаа байгаа эсэхийг дэлгэрүүлэн судлах хэрэгтэй.

## 5. ДҮГНЭЛТ

Хөрсний зүсэлт хийсэн цэгүүдээ монгол орны цэвдэгт бүсийн ангиллын дагуу Монгол-Алтай, Говь-Алтай, Хангай, Хөвсгөл гэж мужилсан бөгөөд 0-5 см, 5-15 см, 15-30 см, 30-60 см гэсэн тодорхой нэгэн ижил гүнээс дээжүүдээ цуглуулаад үр дүнгүүдээ задлан харахад хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц 0-60 см-ийн гүнд ангилал тус бүрд 4.3 кг м<sup>-2</sup>, 3.0 кг м<sup>-2</sup>, 6.7 кг м<sup>-2</sup>, 7.6 кг м<sup>-2</sup> хэмжээтэй оршиж байгаа нь тогтоогдлоо. Бид энэхүү судалгаагаараа цэвдэгт бүс нутагт орших хөрсний шинж чанар, органик нүүрстөрөгчийн агууламжийн мэдээ дутмаг байсныг нөхөх гэж оролдсон болно.

Мөн эдгээр дүнгүүдээ хоорондоо статистик ач холбогдол байгаа эсэхийг шалгахад хамаарал гараагүй болно. Мөн цэвдэг оршиж буй хөрсний чухал үзүүлэлтүүд болох физик шинжилгээнүүдийг дээрх тогтмол гүнээр нийт дээжийн дунджийг харахад үе давхарга доошлох тусам сүвшилт бага зэрэг буурч байлаа.



Харин ширхгийн бүрэлдэхүүний хувьд дөрвөн ангиллын түвшинд ялгаа гараагүй боловч цэвдэгтэй цооногууд дунджаар 57.7%-ийн элсний агууламжтай байсан бол цэвдэггүй цооногуудад 65.3%-ийн элс агуулагдаж байлаа. Түүнчлэн Хөвсгөлийн бүс нутаг дах дээжүүдэд карбонатын агууламж хамгийн өндөр байлаа.

## ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг хийх боломжоор хангасан ШУА-ийн Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэнгийн Цэвдэг судлалын салбарын хамт олон болон лабораторийн шинжилгээг хийсэн Хөрс судлалын салбарын хамт олонд талархал илэрхийлье.

## АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] J. Obu, S. Westermann, A. Bartsch, N. Berdnikov, H. H. Christiansen, A. Dashtseren, R. Delaloye, B. Elberling, B. Etzelmüller, A. Kholodov, A. Khomutov, A. Käab and M. O. Leibman, "Northern Hemisphere permafrost map based on TTOP modelling for 2000–2016 at 1 km<sup>2</sup> scale," *Earth-Science Reviews*, vol. 193, no. March, pp. 299-316, 2019. Available: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.023>
- [2] Я. Жамбалжав, Монгол орны цэвдгийн тархалт, өөрчлөлт, Улаанбаатар, 2017.
- [3] S. Anarmaa, N. Sharkhuu, E. Bernd and E. G. Clyde, "Permafrost monitoring in the Hovsgol mountain region, Mongolia," *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, vol. 112, pp. 1-11, 2007. Available: <https://doi.org/10.1029/2006JF000543>
- [4] Д. Дашжамц, Тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсөнд барилгын буурь, суурийн шийдлийг оновчтой төсөллөх онолын үндэс., Улаанбаатар, 1998.
- [5] G. Hugelius, J. Strauss, S. Zubrzycki, J. Harden, E. Schuur and L. Ping C, "Estimated stocks of circumpolar permafrost carbon with quantified uncertainty ranges and identified data gaps," *Biogeosciences*, vol. 11, no. 23, pp. 6573-6593, 2014. Available: <https://doi.org/10.5194/bg-11-6573-2014>
- [6] D. Mcguire, L. Anderson, T. Christensen, S. Dallimore, L. Guo and D. Hayes, "Sensitivity of the carbon cycle in the Arctic to climate change," *Ecological Monographs*, vol. 79, no. 4, pp. 523-55, 2009. Available: <https://doi.org/10.1890/08-2025.1>
- [7] "Saruulzaya, Adiya; Sainbayar, Dalantai; Tonghua, Wu; Xiaodong, Wu; Jambaljav, Yamkhin; Yuhai, Bao; Erdenesukh, Sumiya; Gansukh, Yadamsuren; Dashtseren, Avirmed; Battogtokh, Dorjgotov, "Spatial and temporal change patterns of near-surface CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations in different permafrost regions on the Mongolian Plateau from 2010 to 2017" *Science of the Total Environment*, vol. 800, 2021. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149433>
- [8] Н. Нандинцэцэг, Хаалттай бүхээг ашиглан нүүрстөрөгчийн хийн урсгалыг тодорхойлох судалгаа, Улаанбаатар, 2022.
- [9] Д. Сайнбаяр, С. Эрдэнэсүх and А. Саруулзаяа, "Монгол орны нүүрсхүчлийн хийн хэлбэлзлийн судалгаа," *Газарзүйн асуудлууд сэтгүүл*, vol. 22, no. 1, pp. 45-56, 2022.
- [10] S. Anarmaa, Soil Ecosystem Responses to Climate Change and Land-Use, Philadelphia, 2012.
- [11] I. Alekseev and E. Abakumov, "Soil organic carbon stocks and stability of organic matter in permafrost-affected soils of Yamal region, Russian Arctic," *Geoderma Regional*, vol. 28, 2022. Available: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00454>
- [12] P. Kuhry, E. Makropoulou, D. P. Descarrega, I. P. Marcosig and D. T. Liaudat, "Soil organic carbon stocks in the high mountain permafrost zone of the semi-arid Central Andes (Cordillera Frontal, Argentina)," *Catena*, vol. 217, no. June, p. 106434, 2022. Available: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106434>