

Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл

Хараа, Орхон, Сэлэнгэ голуудын хөндийд тархсан суумтгай хөрсний геотехникийн нөхцөлийн зураглалд

Б.Бат¹, Э. Ганбаатар^{1*}, Э.Болормаа², Б.Хосбаяр³

¹ МУИС, ШУС, Геологи, геофизикийн тэнхим¹,

² Говь Караван ХХК²,

³ Геотех Импекс ХХК³

Хүлээн авсан: 2022-05-24
Зөвшөөрөгдсөн: 2022-05-29

Түлхүүр үг: Лёсс-Алтан химэрлэг, суумтгай хөрс, шинж чанар, судалгаа, зураглал.

* **Холбоо барих зохиогч:** Э.Ганбаатар, МУИС, ШУС, Геологи, геофизикийн тэнхимтэнхим
И-мэйл: ganbaatar_z@num.edu.mn

Abstract

In the framework of research engineering geological conditions and mapping of loess-type soil in Orkhon-Kharaa-Selenge basins: Summarizing and analyzing previous research works, Field research such as a sampling-testing-mapping with portable small tools, Qualitative quantification of laboratory parameters of the physical and mechanical properties of soil in monolithic samples, Determination of soil mineralogical composition by high-level laboratory experiments, Comparison and use of quantitative data from laboratory experiments and field tests, Loess-type soil distribution mapping, and Stationary data processing were performed.

This research was conducted by a team of researchers from the Department of Geology and Geophysics of the National University of Mongolia, as part of a high-level research project starting in 2017 in Darkhan uul, Orkhon and Selenge aimags.

1. Оршил

Лёсс буюу Алтан химэрлэг хөрс нь инженер геологи, геотехникийн хувьд барилга байгууламжийн суурь хөрсөнд тохиромжгүй, онцгой шинж чанартай, суумтгай хөрсний гол төрөл болдог бөгөөд нарийвчилсан, иж бүрэн судалгаа хийж хэрэглэгчдэд газрын үнэлгээ, зөвлөмжийг гаргаж өгөх шаардлагатай. Уг хөрс нь ХАА-н газар тариалан, жимс жимсгэний аж ахуй эрхлэхэд маш тохиромжтой хөрсөнд хамаарагддаг ба энэ төрлийн хөрсийг тохирох зориулалтаар нь ашиглах нөхцлийг эдийн засгийн үр ашгийг тооцох замаар үнэлгээ, дүгнэлтийг гаргах боломжтой. 1960-1990 онуудын судалгааны ажлуудад энэ төрлийн хөрсний чанарын болон тоон үзүүлэлтүүдийн иж бүрэн судалгаа хийгдэж байгаагүйг олж тогтоосон ба зөвхөн тархалтын хил заагийг геологи-инженер геологийн зургуудад тэмдэглэсэн байдаг. Энэ судалгааны ажлаар өмнөх судалгааны баримтууд дээр тулгуурлан геотехникийн зураглалын шинэ арга, аргачлалыг ашиглаж хээрийн маршрут,

геологи-геоморфологийн судалгаа, хөрсний сорьцлолт, хээрийн туршилт, лабораторын туршилтын ажлуудыг хийж гүйцэтгэн лёсс болон лёсс төрлийн хөрсний минералогийн шинжилгээ, физик-механик шинж чанар, хөрсний тархалтыг нарийвчлан тодорхойлж, гарсан үр дүнгээр газрын төлөв байдлын үнэлгээг урьдчилан хийх боломжийг олгоно.

Суумтгай лёсс хөрс ердийн хуурай нөхцөлд суулт харьцангуй бага байх боловч усанд норохдоо түргэн дэвтэж, жижиг тоосорхог хэсгүүд болон задардаг тул уг хөрс дээр барьсан барилгуудын суулт их жигд бус байдаг тул инженерийн байгууламжууд түргэн эвдэрдэг.

Суумтгай хөрс дэлхийн хуурай газрын нилээд хэсэгт тархсан байдаг ба Монгол орны хувьд Их нуруудын хотгор, Орхон-Сэлэнгийн сав газар, Дундговь, Хэнтий, Дорнод, Дорноговь аймаг зэрэг нийт нутгийн хойд, төв, дорнод ба өмнөд хэсгүүдээр алаг цоог тархсан байдаг онцлогтой (Дашжамц Д., нар, 2009, Дашжамц Д., 2012). Гарал үүслийн хувьд Монгол орны суумтгай хөрс уур амьсгалын өвөрмөц онцгой нөхцөлд

(хангалттай дулаан хуурай уур амьсгал, хур тунадас багатай байдал, улирлын гүн хөлдөлт зэрэгт) бүрэлдэн тогтжээ. Улирлын гүн хөлдөлтийн үед цасан бүрхүүл бага, хүйтэн температур удаан үйлчилж хөрсний дээд үеийн элсэрхэг хэсгүүд хүйтний өгөршлөөр задарч тоосорхог хэсгүүдийг нэмэгдүүлэн хөрсний бүтцийн бат бөхийг бууруулдаг байна. Иймээс Монгол орны тал хээрийн бүсэнд лёсс маягийн суумттай хөрс өргөн тархсан байх магадлал өндөр юм.

Энэ судалгааны ажлыг МУИС-ийн Геологи Геофизикийн тэнхимийн судачдын баг өндөр түвшний судалгааны төслийн ажлын хүрээнд 2017 оноос эхлэн Дархан уул, Орхон, Сэлэнгэ аймгийн нутгуудад Орхон-Сэлэнгийн сав газарт хийж эхэлсэн юм.

2. Талбайн судлагдсан байдал

Судалгааны талбайн хэмжээнд Алтан химэрлэг хөрсний инженер геологийн судалгааг 1960-1990 онуудад эхлэл байдалтай ЗХУ-ын (хуучнаар) инженер геологичид (ПНИИИС) Дархан хотын бүтээн байгуулалттай холбоотой инженер геологийн зураглалын ажлыг хийж байжээ.

1990 онд 1:10000 хураангуйлалтай Дархан хотын Инженер геологийн зураглалын ажлаар (Намжилдорж Н., нар, 1990) тархалтын хил заагийг нь илрүүлж тодорхойлсон байдаг.

1997 онд Мягмаржав М. Орхон голын ай савд тархсан суулттай ул хөрсний шинж чанарын тоон үнэлгээний судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн (Мягмаржав М., 1997).

2000-2014 онуудад судалгааны талбай нь ОХУ-ын ШУА, Газрын царцдасын хүрээлэнгийн Сибирийн салбарын эрдэмтэд болох Рященко Т.Г., нарын Монгол-Сибирийн бүс нутгийн хэмжээнд хийсэн сэдэвчилсэн судалгааны ажлын хүрээнд хамрагдсан байна (Рященко Т.Г., нар, 2014).

3. Судалгааны аргазүй, аргачлал

Судалгааны багийн Дархан уул, Орхон, Сэлэнгэ

аймгийн нутгуудад Орхон-Сэлэнгийн сав газарт хийж байгаа лёсс болон лёсс маягийн хөрсний геотехникийн судалгаа, зураглалын ажлын хүрээнд: өмнөх судалгааны ажлуудыг цуглуулж нэгтгэн боловсруулалт анализ хийх бэлтгэл судалгааны ажил, хээрийн маршрутын судалгаа, сорьцлолт-туршилт-зураглалын ажлыг зөөврийн бага оврын багажуудаар (зөөлөн хөрсний шахагдлын эсэргүүцэл, шилжээсийн эсэргүүцлүүдийг газар дээр нь хэмжих Pocket penetrometer-HUMBOLDT Н-4200, Н-4200F, Pocket shear vane tester HUMBOLDT Н-4212МН) хийх, эвдрээгүй бүтэцтэй монолог дээжинд хөрсний физик-механик шинж чанарын тоон үзүүлэлтийг лабораторын нөхцөлд (МУИС-ийн Геологи Геофизикийн тэнхимийн Инженер геологи, геотехникийн лаборатори, “Хөрс трейд” ХХК-ийн хөрсний шинжилгээ, туршилтын итгэмжлэгдсэн лаборатори) тодорхойлох, хөрсний минералогийн бүрэлдхүүний шинжилгээг өндөр түвшний лабораторын (Австрийн Вена хотын БОКУ их сургуулийн хөрсний лаборатори, МУШУТИС-ийн ГУУС-ийн судалгааны лаборатори) туршилтаар тодорхойлох, лабораторын туршилт болон хээрийн туршилтын үр дүнд гарсан тоон үзүүлэлтүүдийг харьцуулах, ашиглах зарчмаар лёсс болон лёсс маягийн хөрсний тархалтын геотехникийн зураг зохиох, суурин боловсруулалтын ажлыг тус тус хийж гүйцэтгэсэн. Бэлтгэл судалгааны ажил: МУИС-ийн Өндөр түвшний судалгааны төслийн санхүүжилтээр хийгдсэн Хараа, Орхон, Сэлэнгэ голуудын сав газарт тархсан лёсс, лёсс маягийн хөрсний геотехникийн судалгаагаар талбайд хийгдсэн өмнөх судалгааны материалтай танилцах, судлах, нэгтгэж боловсруулж судалгааны талбайн инженер-геологийн нөхцөл, хөрсний шинж чанар төлөв байдлыг судалж үнэлэлт өгөх, шинээр хийх ажлын төрөл, тоо хэмжээ, арга аргачлал, технологийг тогтоож ажлын хөтөлбөр боловсруулсан болно.

Хээрийн маршрутын судалгаа: Хээрийн маршрутын судалгааг 2017 эхлэн хоёр үе шаттай явуулсан бөгөөд геологийн маршрутын эхний үе

шатанд лёсс болон лёсс маягийн хөрсний зүсэлт, илрэлүүдийг олж тогтоох, хөрсний сорьцлолт хийж лабораторуудад минералогийн бүрэлдэхүүн, химийн бүрэлдэхүүн, ширхэглэг бүтэц, агрегатын бүтцийн судалгааг БОКУ их сургуулийн эрдэмтэдтэй хамтран явуулсан (Зураг 1). Хээрийн маршрутын судалгааны 2 үе шат 2018 оны 6 сараас хийгдсэн бөгөөд судалгааны талбайн

хэмжээнд Геоморфологийн нөхцөлийг тодорхойлох, хуримтлалын гадаргуугын элементүүдийг ялгах, хэмхдэст хурдсуудыг гарал үүслээр нь ангилах, лёсс болон лёсс маягийн хөрсний сорьцлолт - туршилт - зураглалын ажлуудыг явуулж тэдгээрийн тархалтын хил заагийг тодруулан нягтлах зэрэг ажлууд хийгдсэн.



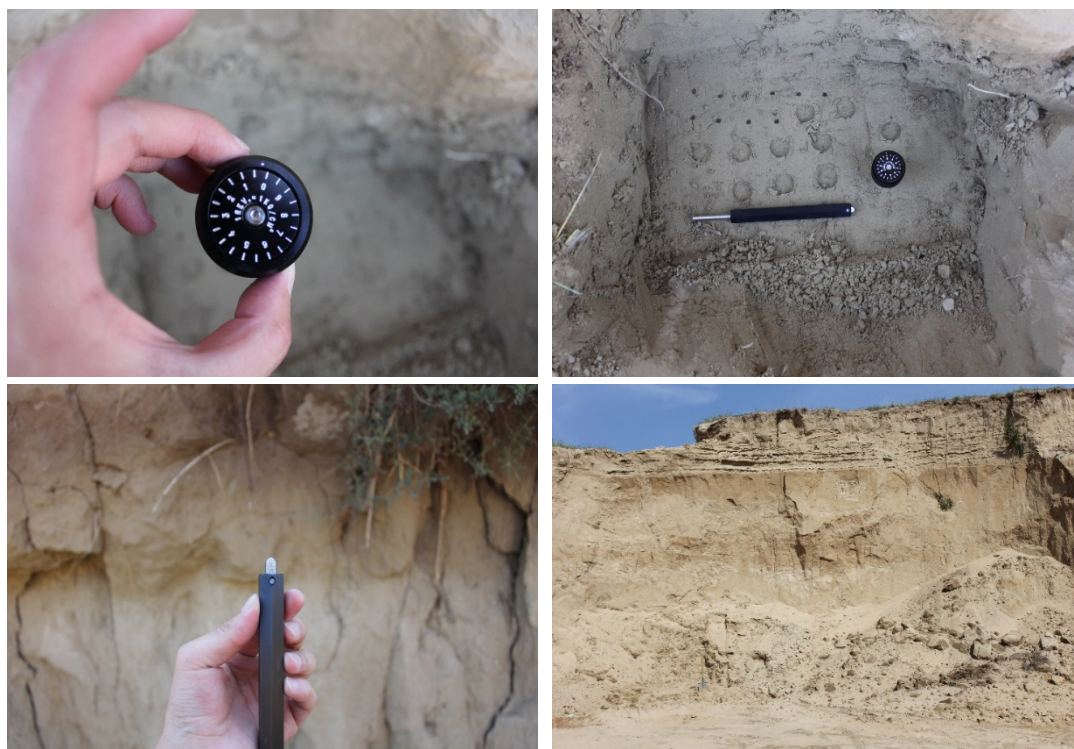
Зураг 1. Хараа голын хөндийд лёсс маягийн хөрснөөс дээжлэлт хийгдэж байгаа байдал, 2017 он

Сорьцлолт-туршилт-зураглалын ажлууд: Судалгааны талбайн хэмжээнд лёсс маягийн хөрсний илэрц-зүсэлт бүхий хээрийн ажиглалтын нийт 24 цэг сонгогдож үүнээс MNS: 3298-90 стандартын дагуу 16 дээжийг хөрсний эвдэрсэн болон эвдрээгүй бүтцээс (2 монолит: DM-1/1b, DM-1/2b) физик-механик шинж чанарын шинжилгээнд авч МУИС-ийн болон “Сойл трейд” ХХК-ний инженер геологи, геотехникийн хөрсний шинжилгээний лабораторуудад үндсэн болон хяналтын шинжилгээ хийлгэсэн. 2017 онд хөрсний эвдэрсэн бүтэц бүхий 4 дээжийг (LP-1/1d, LP-1/2d, LP-1/3d, LP-1/4d) Австрийн Вена хотын БОКУ их сургуулийн

хөрсний лабораторийн (Partial size distribution 2000-20 μ m; Bulk mineral analysis; Clay mineral analysis XRD; pH-Value and electric conductivity methods) шинжилгээнд явуулж үр дүнг нэгтгэн авсан болно.

Дээрх ажиглалтын 24 цэгээс лёсс маягийн хөрсний 11 илэрц-зүсэлт дээр хөрсний шахагдлын эсэргүүцэл, шилжээсийн эсэргүүцлүүдийг газар дээр нь нэр бүхий 2 төрлийн гар багажуудын (Зураг 2) тусламжтайгаар 1 цэгт тус бүр 10 удаагийн давталттайгаар хэмжилтүүдийг (нийт 20 хэмжилт) хийж тус бүрт нь дундаж утгыг тооцоолон тогтоож үндсэн тоон үзүүлэлтүүдтэй харьцуулах замаар хөрсний тархалтын зурагт

тэмдэглэн нягталж тархалтын хил заагийг шинэчлэн тогтоосон (хүснэгт 1).



Зураг 2. Хараа голын хөндийд лёсс маягийн хөрсний туршилт, 2018 он.

Хүснэгт 1. Хээрийн сорьцоолт-туршилт-зураглалын хэмжилтийн үр дүн (Б.Бат нар, 2018).

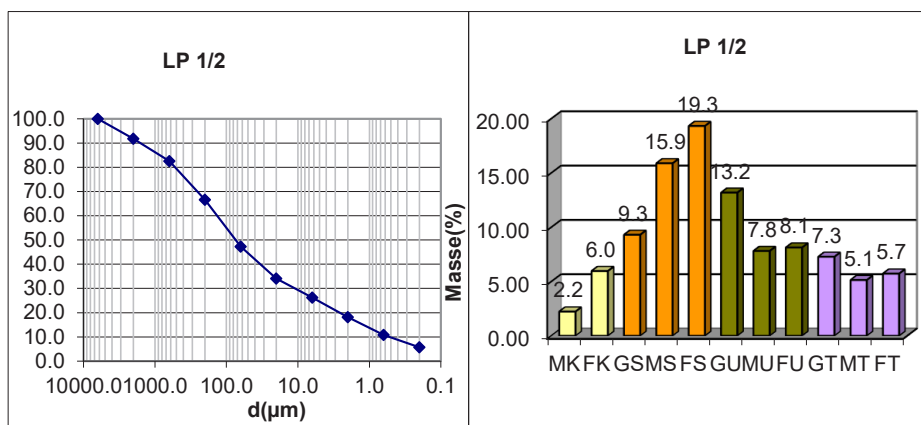
Sample	Alt. (m)	Tests (Aver.) kg/cm ²		Soil type	Soil description	Location
UCS*	SVT**					
Dhk01	689.0	0.805	1.025	Loess type	Lightly yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River 2nd terras, open pit, south wall, wall height 12.0m
Dhk02	703.0	1.310	1.450	Loess type	Yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River terras, open pit, south-west wall, wall height 5.0m
Dhk03	681.0	2.200	1.060	Loess type	Lightly yellow, wet, loam, bedding micro layers.	River bank, open pit, south wall, wall height 3.0m
Dhk04	769.0	1.350	0.390	Loess type	Yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River terras, open pit, north wall, wall height 2.0m
Dhk05	714.0	0.910	0.420	Loess type	Yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River bank, cliff, east wall, wall height 3.0m
Dhk06	719.0	2.140	1.290	Loess type	Lightly grey, wet, loam, bedding micro layers.	River terras, south wall, wall height 1.0m
Dhk07	763.0	0.990	0.400	Loess type	Lightly yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River bank, cliff, east wall, wall height 3.0m
Dhk08	772.0	0.620	0.490	Loess type	Greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River terras, open pit, east wall, wall height 2.5m
Erd03	721.0	4.570	1.130	Loess type	Lightly yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River terras, north wall, wall height 1.0m
Erd04	736.0	1.230	0.400	Loess type	Yellow, greysh, wet, loam, bedding micro layers.	River terras, open pit, south wall, wall height 2.0m
Erd05	729.0	1.230	0.750	Loess type	Yellow, wet, loam, bedding micro layers.	River bank, cliff, east wall, wall height 3.0m

* - unconfined compressive strength (Stadard penetrometer), ** - unconfined shear strength (Standard shear vane tester)

4. Судалгааны ажлын үр дүн

Минералогийн шинжилгээний үр дүн: 2017 онд БОКУ-ийн хөрсний лабораторид шинжлүүлсэн

эвдэрсэн бүтэцтэй хөрсний 4 дээжний үр дүнгээр дараах үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон болно. Үүнд:



Зураг 3. 16564 дээжний ширхэглэгийн бүтцийн график, 2018 он.

-Ширхэглэг бүтцийн судалгааг шаврын дээжээс хэмхдэсүүдийг шигшиж ялгах аргаар эрдсүүдийн анализтай хослуулан хийсэн ба тогтоосон болно (Зураг 3, Хүснэгт 2). 2000-20 μm хэмжээтэй шигшүүрүүдийг ашиглан

Хүснэгт 2. Хөрсний фракцийн төрөл (%), 2018 он.

Фракцийн төрөл	16563	16564	16565	16566
Жижиг хайрга	0.7	8.2	0.0	0.0
Элс	40.9	44.5	74.6	73.6
Тоос	46.9	29.1	22.5	20.0
Шавар	11.5	18.2	2.9	6.4

-Эрдсийн бүрэлдхүчний хагас тоон шинжилгээгээр 4 дээжний эрдсийн бүрэлдэхүүн хоорондоо бага ялгаатай, үндсэн эрдсүүд нь кварц, хээрийн жонш байх ба багаар силикатууд болон эвэр хуурмаг тэмдэглэгдсэн. 2 дээжинд карбонатын эрдэс кальцит 2-9% байх бөгөөд доломит илрээгүй болно (Хүснэгт 3).

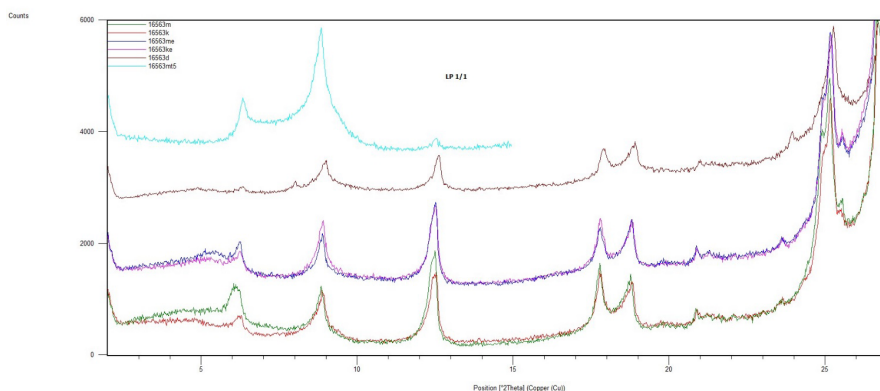
Хүснэгт 3. Хөрсний эрдсийн бүрэлдхүүн (%), 2018 он.

Дээжний #	Кварц	Силикатууд	Хээрийн жонш	Кальцит	Доломит	Эвэр хуурмаг
16563	27	5	60	2	-	5
16564	23	8	59	9	-	4
16565	28	5	62	Ул мөр	-	5
16566	32	3	60	Ул мөр	-	5

-Шаврын эрдсийн хагас тоон шинжилгээгээр шаврын $<2\mu\text{m}$ фракцтай ижил хэмжээтэй эрдсүүдийг тогтоосон ба 20%-ийг хөөмтгий шавар-сметтит, илит 30-40%, хлорит 30-34%, каолинит 10-11% тус тус эзэлж байгаа бөгөөд вермикулит 4 дээжинд тогтоогдсонгүй (хүснэгт 4, Зураг 4).

Хүснэгт 4. <2µm фракцтай шаврын эрдсийн бүрэлдхүүн (%), 2018 он.

Дээжний #	Смектит	Вермикулит 18E	Иллит	Каолинит	Хлорит
16563	20	-	40	10	30
16564	24	-	31	11	34
16565	22	-	38	10	30
16566	21	-	35	11	33



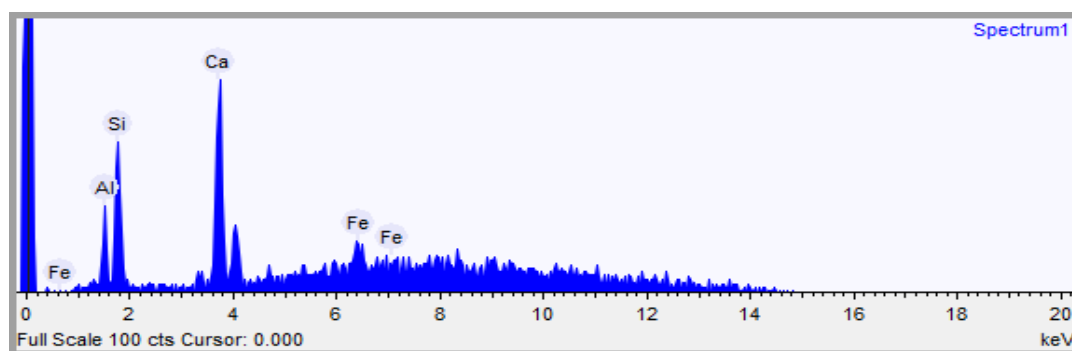
Зураг 4. 16563 дээжний шаврын эрдсийн бүрэлдхүүний

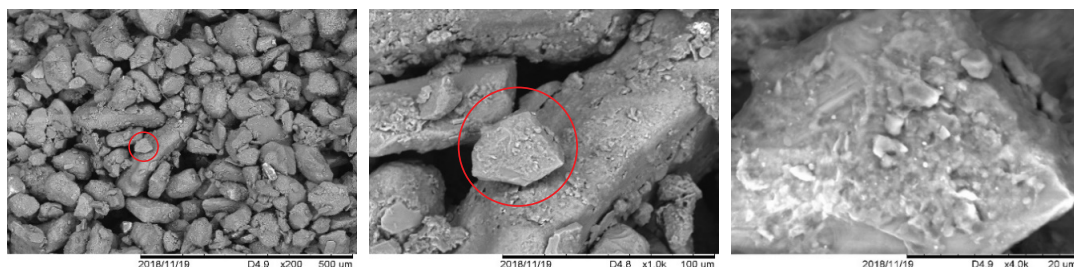
4 дээжний рН зэргийн хувьд бүгд карбонатын буферийн бүсэнд байгаа учир (кальцитын агууламжтай холбоотой) рН 7-оос их бөгөөд цахилгаан дамжуулалтын үзүүлэлт доогуур буюу 72-158 µS/cm байгаа болох нь тогтоогдсон.

МУШУТИС-ийн ГУУС-ийн хээрийн судалгааны лабораторид SEDEX багажаар хөрсний элементийн бүрэлдхүүнийг тодорхойлох шинжилгээ хийлгэсэн бөгөөд шинжилгээний үр дүнгээр кальци 49.2%, цахиур 21.9%, төмөр 20.6%, хөнгөн цагаан 8.3% тус тус агуулагдаж байна (Зураг 5).

Лёсс маягийн хөрсний физик-механикийн шинж чанарын судалгааг МУИС-ийн Геологи

Геофизикийн тэнхимийн Инженер геологи, геотехникийн судалгааны лабораторид хөрсний эвдрээгүй бүтэцтэй DM-1/1b, DM-1/2b дугаартай 2 монолит дээжнээс авч хөрсний шахагдлын эсэргүүцэл, шилжээсийн эсэргүүцэл зэрэг механик туршилтуудыг хийсэн ба хяналтын шинжэлгээг “Сойл трейд” ХХК-ний инженер геологи, геотехникийн хөрсний шинжилгээний лабораторт хийлгэлээ. Шинжилгээний үр дүнгүүдийг харьцуулан нягтлаж (Зураг 6, Хүснэгт 5) үзэхэд тоон үзүүлэлтүүдийн утгын зөрүү 0.5% байгаа учир туршилт-шинжилгээний ажлын чанар шаардлага хангахаар байгааг гэрчилж байна.



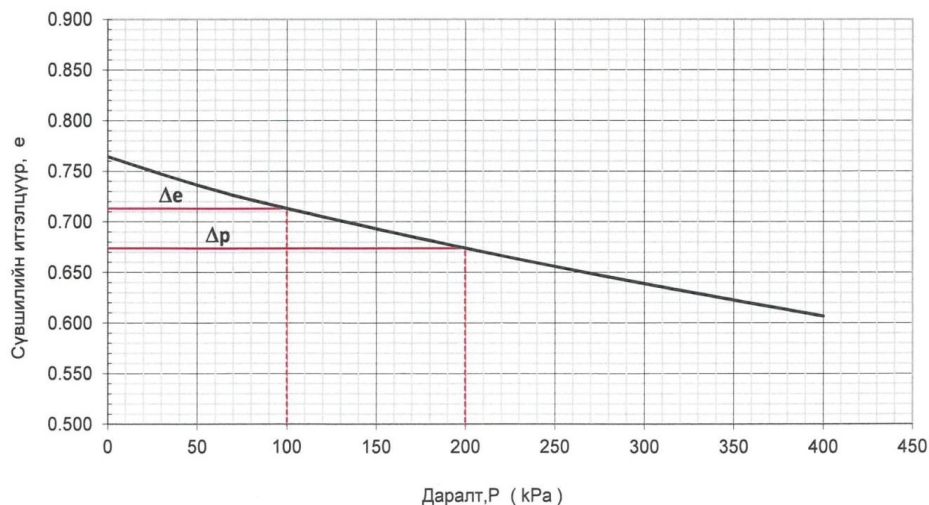


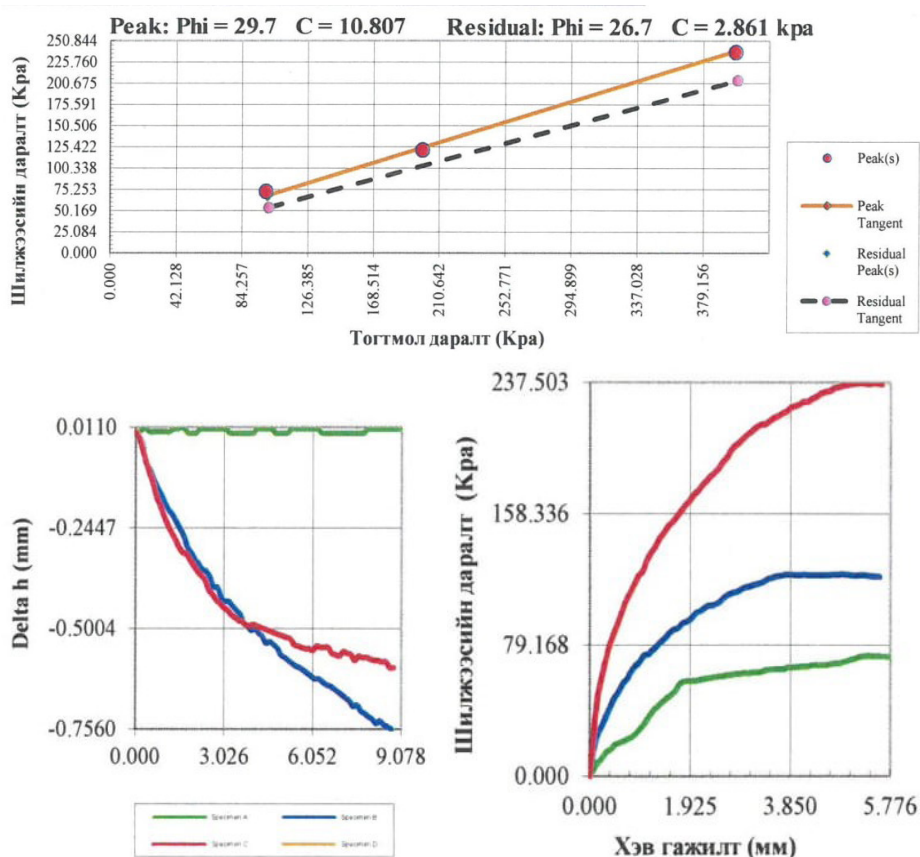
Зураг 5. Элементийн бүрэлдхүүний график, хөрсний структур 2018 он.

Хүснэгт 5. Хөрсний шахагдлын эсэргүүцлийн туршилтын үр дүн (Б.Бат нар, 2018).

Туршсан даралт		МУИС		Сойл трейд ХХК		Чийг	%	Анхны	Сүүлийн
		av	Es	av	Es	Нягт	t/m ³	6.8	6.7
Q	ρ	MPa ⁻¹	MPa	MPa ⁻¹	MPa	Хуурай нягт	t/m ³		
K	kPa					Сүвшлийн итгэлцүүр			
g/cm ³						Чийглэгийн зэрэг	%		
0.0	0.0					Шахагдлын коэффициент a ₁₀₀₋₂₀₀	= 0.39		
0.5	50.0	0.571	3.20	0.560	3.15	ρ1 (kPa) = 100	E1 = 0.713		
1.0	100.0	0.484	3.81	0.462	3.76	ρ2 (kPa) = 200	E2 = 0.674		
2.0	200.0	0.401	4.46	0.393	4.35	Dr (kPa) = 100	De = 0.039		
3.0	300.0	0.362	4.82	0.351	4.77	Компрессийн модуль Es = 4.4			
4.0	400.0	0.336	5.04	0.322	5.10				

хээрийн сорьцлолт-туршилт-зураглалын ажлын үр дүнгээр нягтлан алтан химэрлэг хөрсний геоморфологи-тархалтын зургийг нягтлан тархалтын хил заагийг шинэчлэн тогтоосон (Зураг 7).

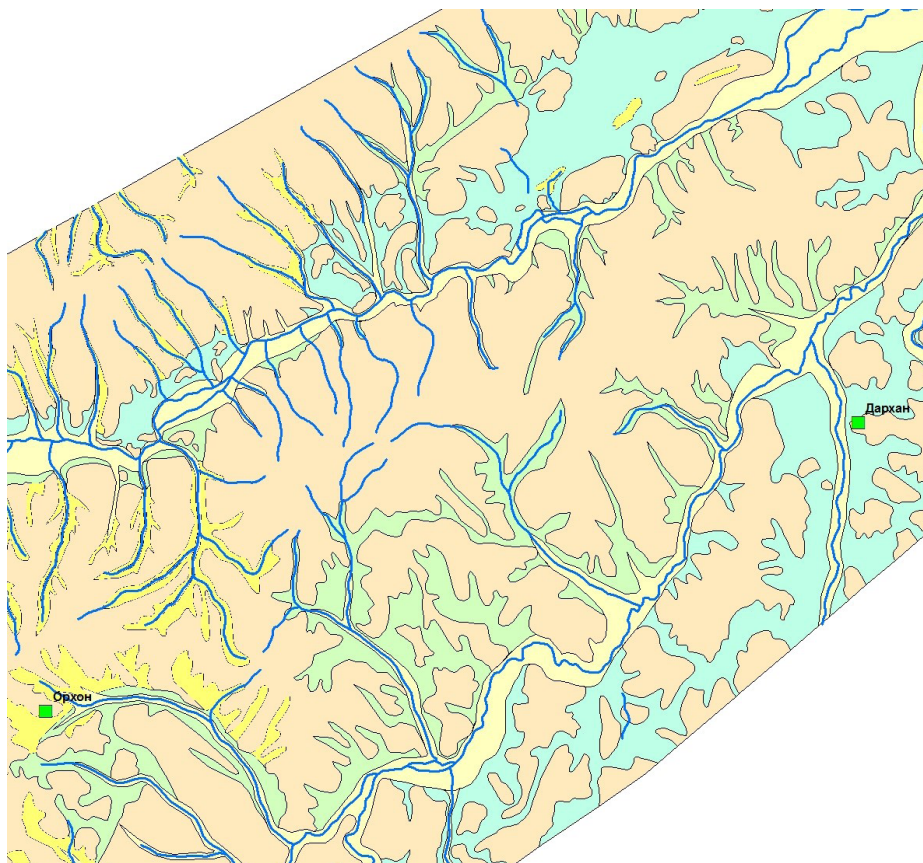




Зураг 6. Хөрсний шахагдлын болон шилжээсийн туршилтын график,

Хөрсний төрөл	Тэмдэглэгээ	Геоморфологийн тогтоц	Геологийн тогтоц	Суулттай хөрсний тархалтын онцлог
Суулттай хөрс тархсан район		Нам дунд өндөрлөг уулсын бэл хормой, тагшивтар хөндий болон толгод гуваархэг гадаргуу. Салхины үйл ажиллагаагаар үүссэн довдог элс, элсэн мөнхэн тохиолдоно.	Бэл хормой, хормойн гаралтай шавранцар, элсэнцэр, салхины гаралтай элсэн хөрс тархсан	Судалгааны районы хойт хэсэг Орхон-Сэлэнгэ, Хараа-Ерөө-Орхон голуудын уулзаар, Дархан-Номгоны орчимд суулттай хөрс харьцангуй их зузаантай тохиолдоно.
		Усан хагалбараар хүчтэй хэрчигдсэн уулс хоорондын хөндий. Нам дунд өндөрлөг уулын бэл хормой	Бэл хормойн болон бэлийн, байран гаралтай шаварлаг хөрс зонхилно.	Судалгааны районы төв хэсэгт уулсын янз бүрийн байрлалтай хажуу бэл хормой, нарийн хөндийд харьцангуй бага зузаантай тохиолдоно
Суултгүй хөрс тархсан район		Том жижиг голын хөндий, голын татам дэнжүүд	Голын, гол хормойн гаралтай том хэмхдэс хөрс зонхилон тархсан.	Суулттай хөрс бараг тохиолдохгүй элсэн том хэмхдэс хөрс зонхилон тархсан
		Уулс хоорондын хөндий, нам дунд өндөрлөг уулын бэл хормой	Бэл хормойн болон байран гаралтай том хэмхдэст хөрс голлон тархсан.	Шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст хөрс зонхилон тархсан. Суултгүй шавранцар элсэнцэр хөрс тохиолдоно.
		Нам дунд өндөрлөг уулын орой, эгц хажуу, налуу бэл хормой	Янз бүрийн насны гүний болон тунамал чулуулаг тархсан.	Суулттай хөрс тохиолдохгүй. Хадан ба хөгс хадан болон том хэмхдэс хөрс чулуулаг тархсан.

Зураг 7. Үргэлжлэл арын хуудсанд



Зураг 7. Орхон-Хараа голын хөндийнүүдэд тархсан суулттай хөрсний зураг, 2018 он.

5. Хэлэлцүүлэг

Лёсс болон лёсс маягийн хөрсний гарал үүслийн талаар эрдэмтэд нэгдсэн дүгнэлтэд хүрээгүй боловч Денисовын (1946) ангилалаар салхины (Эол), бэл хормойн (Делюви-Пролюви), голын хөндийн (Аллюви) гарал үүслүүдийг ангилахад илүү тохиромжтой. Лёсс хөрс бусад хөрсний давхарга дээгүүр тунаж хуримтлагдах бөгөөд нас ба тогтоцын хувьд харилцан адилгүй, жигд бус тархалттай байх ба зузаан нь хэдэн метрээс хэдэн зуун метр хүрч болох бөгөөд байгалийн хуурай нөхцөлдөө харьцангуй бат бөх, усанд норсны дараа нэмэлт даралт болон өөрийн жингээс ч суултыг үзүүлдэг.

Суумтгай лёсс хөрсийг бүрэлдүүлэгч чулуулгын гол минералын нэгдэл нь цахиурын исэл (SiO_2) болно. Цахиурын исэл нь чулуулгийн том ба жижиг хэсгүүдэд аль алинд байна. Цахиурын

ислын орц хуурай нутгуудад багасах бөгөөд голын хөндийн хурдсуудад илүү их байдаг. Зарим нутгийн лёсс нь карбонатаар (CO_2) элбэг байдаг. Карбонатууд лёссын чулуулагт нүүрсхүчлийн хий, гипсийн нөлөөгөөр чулуулгийн жижиг ширхэгүүдийн хооронд кристаллын холбоог үүсгэдэг.

Лёсс — Алтан химэрлэг хөрсний физик — механик шинж чанаруудаас товчлон дурьдвал: Сүвэрхэг байдал: Суумтгай лёсс хөрсний гол онцлог нь сийрэг, сүвэрхэг байдал бөгөөд нүх сүв нь энгийн нүдээр харагдана. Энэ нүх сүв нь гол төлөв босоо цилиндр хэлбэрийн байх бөгөөд тэдгээрийг макропор гэнэ. Макропорууд их байвал суумгай хөрсний нэг онцлог юм. Лёссын төрлийн хөрсний сүвшилт нь 40-60% байдаг. Ердийн хөрстэй харьцуулахад их сүвэрхэг байдал лёсс хөрсний гарал үүсэл, оршин тогтносон онцлог нөхцөлөөс хамаардаг бөгөөд

норох үедээ суулт үүсгэх шинжтэй байдаг тухай дээр дурьдсан. Хуурай уур амьсгалтай бүс нутгийн усны голдиролд лёсс хөрсний сүвшилт харьцангуй өндөр (46 %-иас их) байх бөгөөд суулт явагдсаны дараа нягтарч сүвшилт буурдаг. Монгол оронд тархсан суумтгай лёсс хөрсний сүвэрхэг байдал болон сүвшилтийн коэффициент нь Орос, Украин, Дундад Азийн улсууд, Кавказ, Хятадад тархсан лёссын төрлийн хөрснөөс ялгагдаж байна. Сүвшилт нь 25.5-51.6% дундаж утга нь 38-41.5% байх ба хамгийн элбэр тохиолдол 40% байдаг байна. Сүвшилтийн коэффициент 0.34-1.13 хүртэл өөрчлөгдөх бөгөөд дунджаар 0.62-0.71 ба гол төлөв 0.4-1.0 байна. Сүвэрхэг байдал ба сүвшилтийн коэффициентийн утга бага байгаа нь монгол орны суумтгай лёссын төрлийн хөрсний онцлог гэж үзэж болно. Гэтэл монголд харьцангуй нягт хөрс норохдоо нэмэлт суулт үүсгэж байна (Дашжамц Д., 2012).

Хөрсний хувийн жин ба хатуу хэсгийн хувийн жин: Лёссын төрлийн хөрсний хатуулагын хувийн жин (γ_s) тэдгээрийг үүсгэгч минералаас хамаарах бөгөөд 26.0-27.5 кН/м³ байна. Ларианов, А.К., нарын (1980) 1000 хэмжилтийн үр дүнг боловсруулсан судалгаанаас үзэхэд 25.4-28.4% гарсан байна. Лёссын төрлийн суумтгай хөрсний хувийн жингийн хэлбэлзэл их байгаа нь эх минералийн төрөл, хөрсөнд орсон бусад хольцоос хамаардаг. Суумтгай хөрсөнд төмрийн исэл давамгайлж байвал хувийн жин $\gamma_s=27.5-28$ кН/м³ байх ба хөрсөнд гипс, гумус болон усанд хялбар уусдаг давсны хольц элбэг байвал γ_s буурна. Суумтгай лёсс маягийн хөрсний хувийн жин $\gamma_s=13.3-20.3$ кН/м³ байдаг. Ер нь 15 кН/м³ -ээс бага байх нь элбэг. Ийм учраас хөрсний хувийн жингийн утгаар суумтгай хөрсийг суумтгай биш хөрснөөс ялгаж болно. Монгол орны төвийн бүс нутагт явуулсан Сырокомскийн (1974) судалгаанаас үзэхэд суумтгай хөрсний хатуу хэсгийн хувийн жин 25.9-28.1 кН/м³ ба дунджаар 26.9 кН/м³ байсан ба шаврын төрлийн жижиг ширхэгтэй хөрсөнд 26.7-27.3 кН/м³ буюу дундаж утга 27.1 кН/м³ ба элсэн ширхэгт 26.4-26.9 кН/м³ буюу 26.6 кН/м³ байжээ.

Минералын бүрэлдэхүүн: Суумтгай лёсс хөрсний хатуу хэсгүүд нь том жижиг ба хэлбэр дүрсээрээ харилцан адилгүй янз бүрийн минералуудаас бүрэлдэн тогтдог. Судлаачдын тогтоосноор 50 орчим төрлийн минерал байх ба түүнээс 15 нь гол хөрс үүсгэгч болдог. Суумтгай хөрсний хурдсууд гол төлөв нэгэн төрлийн минералын бүтэцтэй байх бөгөөд онцлог нь тэдгээрийн тоонд биш өгөршлийн процесст тэсвэртэй байх чанарт оршино. Шаварлаг хөрсний орцын хэмжээгээр суумтгай хөрс нь монтмориллонитын, монтмориллонит-каолинитийн, монтмориллонит-гидрослюдын гэж ангилдаг. Шаварлаг минералын бүтэц бүрэлдэхүүн нь лёссын төрлийн хөрсний суумтгай чанарыг тодорхойлно. Шаварлаг минералууд устай харилцан адилгүй үйлчилдэг бөгөөд зарим нь суулт үүсгэж байхад зарим нь хөөлт үүсгэдэг. Жишээлбэл: каолинит, гидрослюда суулт үүсгэж байхад монтмориллонитын шавар хөөлт үүсгэдэг. Монтмориллонитын шавраас бусад минерал усанд норохдоо хөөлт үүсгэдэггүй байна (Дашжамц Д., 2012).

Орхон-Сэлэнгийн сав газарт хийж байгаа энэ судалгааны ажлын үр дүн болон өмнөх судалгааны ажлуудын үр дүн, мэдээлэлийг харьцуулан үзэхэд лёсс болон лёсс маягийн хөрсний гарал үүслийг нарийвчлан тогтоох шаардлагатай бөгөөд орчин үеийн геологи, инженер геологийн техник, технологи, аргачлалыг ашиглан хийх нь тодорхой үр дүнд хүрч болохыг тэмдэглэн бусад судлаачид, эрдэмтэдийг судалгаанд урьж оролцуулан хамтран ажиллах нь зүйтэй.

Лёсс болон лёсс маягийн суумтгай хөрс нь бүх төрлийн инженерийн барилга байгууламжид тохиромжгүй, уг хөрсийг сайжруулах нэмэлт зардал шаардагддаг харин ХАА, жимс-ногооны аж ахуй эрхлэхэд нэн тохиромжтой хөрс болдог. Энэ төрлийн хөрсний шинж чанарын тоон үзүүлэлтийн судалгааг бүс нутгийн хэмжээнд хийж газрын зориулалтын үнэлгээг тодорхойлж өгснөөр байгаль орчинд ээлтэй, зөв зохистой ашиглах боломжийг олгох бөгөөд үүнд Байгаль орчны, Газрын албаны болон ХАА мэргэжилтнүүдийг татан оролцуулах шаардлага

гарч байна.

6. Дүгнэлт

МУИС-ийн Өндөр түвшний судалгааны төслийн санхүүжилтээр хийгдсэн Хараа, Орхон, Сэлэнгэ голуудын сав газарт тархсан лёсс, лёсс маягийн хөрсний геотехникийн судалгаагаар уг талбайд хийгдсэн өмнөх судалгааны материалтай танилцан судлаж, нэгтгэж боловсруулан судалгааны талбайн инженер-геологийн нөхцөл, хөрсний шинж чанар төлөв байдлын үнэлэлт өгөх судалгааны ажлын төрөл, тоо хэмжээ, арга аргачлал, технологийг сонгон ажлын хөтөлбөр боловсруулан ажиллаа.

Лёсс болон лёсс маягийн хөрсний геотехникийн судалгааны ажлын үр дүнг нэгтгэн дараах дүгнэлтүүдийг хийж байна. Үүнд:

1. Хараа, Орхон ба Сэлэнгэ голуудын хөндий, сав газруудад тархсан лёсс болон лёсс маягийн хөрс нь гарал үүслийн хувьд геоморфологийн элементүүдийн комплекс хуримтлалуудыг үүсгэх ба салхины (Эолын), бэл хормойн (Делюви-Пролувийн), голын хөндийн (Аллювийн) гарал үүслүүдийг ялгахад боломжтой байна. Лёсс хөрс бусад хөрсний давхарга дээгүүр тунаж хуримтлагдах бөгөөд нас ба тогтоцын хувьд харилцан адилгүй, жигд бус тархалттай байх ба зузаан нь хэдэн метрээс хэдэн 10 метр хүрч байна.
2. Эрдсийн бүрэлдхүүний хагас тоон шинжилгээгээр үндсэн эрдсүүд нь кварц, хээрийн жонш байх ба багаар силикатууд болон эвэр хуурмаг тэмдэглэгдсэн. Карбонатын эрдэс кальцит 2-9% байх бөгөөд доломит илрээгүй болно.
3. Шаврын эрдсийн хагас тоон шинжилгээгээр шаврын <2µm фракцтай ижил хэмжээтэй эрдсүүдийг тогтоосон ба 20%-ийг хөөмтгий шавар-сметтит, илит 30-40%, хлорит 30-34%, каолинит 10-11% тус тус эзэлж байгаа бөгөөд вермикулит тогтоогдсонгүй нь уг хөрс нь алтан химэрлэг маягийн хөрс болохыг илэрхийлж байна.
4. Хээрийн судалгааны ажлын үед сорьцолсон

сорьц, туршилтын хэмжилтүүд болон лабораторын шинжилгээ-туршилтуудаар тогтоогдсон ул хөрсний физик-механик шинж чанарын тоон үзүүлэлтүүд лёсс маягийн хөрсний норматив үзүүлэлтүүдтэй тохирч байгаа юм.

5. Энэ судалгааны аргазүй, аргачлалаар Монгол орны бусад бүс нутгуудад тархсан суулттай ул хөрсний шинж чанарын судалгааг хийх бүрэн боломжтой гэж судлаачдын баг үзэж байгаа болно.

Талархал

Орхон-Сэлэнгийн сав газарт тархсан лёсс-алтан химэрлэг хөрсний инженер геологи, геотехникийн шинж чанарын өндөр түвшний судалгааг хийх боломж, санхүүгийн дэмжлэг үзүүлсэн МУИС-ийн Шинжлэх ухааны сургуулийн эрдмийн зөвлөл, захиргааны хамт олон болон энэхүү судалгааг чанарын өндөр түвшинд хийхэд тусалсан Австрийн Вена хотын БОКУ их сургуулийн эрдэмтэд, судлаачид, др.Франк Оттнер нар, “Сойл трейд” ХХК-ний лабораторийн хамт олонд талархал дэвшүүлж байна.

Ишлэл

- Васильев В.И., Шешеня Н.А., Чеховский А.А., 1985. Формирование Инженерно геологических условий Центральной Монголии. М.
- Дархан хотын “Геоморфологи, суулттай хөрсний тархалтын зураг” М1:10000., 1988. Улаанбаатар.
- Дашжамц Д., Нямдорж С., 2001. Орхон-Сэлэнгийн районы суумттай хөрсөнд барилга байгууламжийн буурь, суурь төсөллөх судалгаа. ТИС, Барилга байгуулалтын 75 жилд зориулсан БИС-ийн ЭШБ-3/43, Улаанбаатар.
- Дашжамц Д., 1993. Монгол орны суумттай хөрсний физик-механик шинж чанарын онцлог, суурь байгуулалтын асуудал. ТИС-ын Эрдэм шинжилгээний бичиг. Улаанбаатар.
- Дашжамц Д., Зулзагабаатар Ж., Намхайжанцан Г., Биндэрьяа З., 2009. Монгол орны геотехникийн нөхцөл. Инженерийн лавлах. Улаанбаатар.
- Дашжамц Д., 2012. Тогтворгүй бүтэцтэй хөрсний механик. Улаанбаатар.

- Инженер геологийн нөхцөлийн зураг (Орхон-Сэлэнгэ) М1:20000., 1992. Улаанбаатар.
- Лханаасүрэн Г., Тогтох Д., 1995. Монгол орны Инженер геологийн зураг. Монгол орны ул хөрсний мэдээллийн сан байгуулах ажлын тайлан. Улаанбаатар.
- Мягмаржав М., 1997. Орхон голын ай савд тархсан суулттай хөрсний шинж чанарын тоон үнэлгээ. Докторын диссертацийн ажлын хураангуй. УД: 825, Улаанбаатар.
- Рященко Т.Г., 1988. Закономерности формирования состава и свойств лессовых отложений юга Восточной Сибири и Северной Монголии // Инженерная геология.- 1988г.-№4.-С. 98-106.
- Рященко Т.Г., 2005. Проблемные грунты и опасные природно-техногенные процессы Западной Монголии// Труды V Российско-Монгольской конф. По астрономии и геофизике (Бурятия, пос. Истомино, 23-28 сентября 2004 г.).-Иркутск, -С. 93-95.
- Рященко Т.Г., Акулова В.В., Ербаева М.А., Гринь Н.Н., 2007. Процессы лессообразования в Приангарье, Забайкалье, Западной Монголии и Северо-Западном Китая (сравнительный анализ)// География и природные ресурсы.-№2. -С. 105-113.
- Рященко Т.Г., Акулова В.В., Ухова Н.Н., Штельмах С.И., Гринь Н.Н., 2014. Лессовые грунты Монголо-Сибирского региона. Иркутск.
- Суулттай ул хөрсний тархалтын зураг (Орхон-Сэлэнгэ) М1:20000., 1992. Улаанбаатар.
- Сырокомский Ю.В., 1974. Просадочные грунты Монголии.-Сб. Тезиса докладов научной конференций “Инженерно-геологические исследования для строительства в Монголии”. Улаанбаатар., стр.118-130.
- Сэлэнгийн районы суулттай ул хөрсний норматив боловсруулах ажлын тайлан., 1995. Улаанбаатар.
- Трофимов В.Т., 2004. Экстремальные значения показателей просадочности лессовых пород Северной Евразии // Инженерная геология массивов лессовых пород.-М.: Изд-во МГУ, —С. 10-11.
- Фанаев И.В., 1985. Инженерная геологическая оценка лёссовых пород М.Недра.
- Швейский Н.Н., Прусов А.В., 1989. Оценка просадочных свойств глинистых грунтов Северной Монголии (на примере районов г.Эрдэнэт и Дархан) Сб.докладов IX научно-технической конференции.Улаанбаатар., стр. 193-194.
- Швейский Н.И., 1989. О переходных коэффициентах величин относительной просадочности глинистых грунтов Монголии (На примере грунтов районаг. Дархан и Эрдэнэт).-Сб. Докладов IX научно-технической конференции Монголии. Улаанбаатар, стр. 213.