



**МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН
ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**

ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ

**МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ,
ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ,
ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД**

ДУГААР 25

**Улаанбаатар хот
2017 он**

ДАРХАН, ЭРДЭНЭТ ХОТУУДЫН АГААРЫН БОХИРДОЛЫГ ЦАСНЫ УСНЫ ЧАНАР БОХИРДОЛТЫН СУДАЛГААГААР ҮНЭЛЭХ НЬ

Ц.Эрдэнэцэцэг, Ч.Жавзан, Т.Энхжаргал

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Усны нөөц, ус-ашиглалтын салбар

ХУРААНГУЙ

Цас нь маш өндөр шингээх чавдаргай учир агаараас газрын гадаргад буухдаа бохирдолыг өөртөө хуримтлуулж удаан хугацаанд хадгалдаг[1,3]. Цасны энэхүү шинж чанарт тулгуурлан агаарын бохирдол болон Дархан, Эрдэнэт хотуудын орчны бохирдолыг судалсан. Цасны ус байгаль дээр орших бүх төрлийн усны дотроос хамгийн цэнгэг усанд тооцогдож байдгаараа онцлогтой. Томоохон хотуудын орчны бохирдол, механик хольц зэргийг өөртөө шингээж цасны усны эрдэсжилтийг жилээс жилд нэмэгдүүлж хэмжээ нь өөрчлөгддөг. Цасны усны бичил элементийн агууламжийг УСУГ-ын Усны төв лабораторит ICP-OES багажаар тодорхойлсон. Шинжилгээний үр дүнг холбогдох стандартуудтай жишиж, өмнөх судлаачдын хийсэн судалгааны материалтай харьцуулан өөрчлөлтийг судалсан болно. Судалгаагаар Дархан хотын шинэ, хуучин хоёр Дарханы хоорондох дүүжин гүүр орчимд цасны усанд хартугалга хамгийн их (Pb 156.9 мкг/л), дулааны станц орчмын эргэн тойронд болон үйлдвэрийн орчимд 13.7-105.4 мкг/л агууламжтай байна. Эрдэнэтийн районоос авсан цасны дээжинд Дарханаас ялгаатай нь анзан буюу молибден (Mo)-ы агууламж харьцангуй өндөр илэрч байсан.

Түлхүүр үг: Эрдэсжилт, бохирдол, жинлэгдэх бодис, микроэлемент,

ОРШИЛ

Цасны шингээх шинж чанарт тулгуурлан цасны усны чанар, найрлагыг судлахдаа антропоген хүчин зүйл цасны усанд хэрхэн хуримтлагдаж нөлөөлж байгааг гидрохимийн судалгаагаар болон бичил элементийн агууламжийг тодорхойлж гаргах үндсэн зорилготой энэхүү ажлыг гүйцэтгэсэн. Судалгаагаар Дархан хотоос цасны-17 сорьц, Эрдэнэт хот орчмоос цасны-19 сорьц цуглуулж боловсруулалт хийсэн. Цас хур тунадасны усны судалгааг химич Ц.Дашням Монгол орны Дорнод говийн мужид багтах Дорноговь, Дундговь, Өмнөговь аймгийн зарим нутгийн хур тунадасны судалгааг 1968-1971 онуудад, Улаанбаатар хот орчмын агаарын тунадасны усны химийн найрлагын судалгааг Ш.Лувсандорж, Г.Туваанжав нар 1975 онд тус тус хийж байжээ. 1989 оноос эхлэн явуулсан Улаанбаатар хотын байгалийн нөхцөлд экологи-геохимийн үнэлгээ өгөх судалгааны суурь зураг зохиох ажилд цасны судалгаа хийгдэж байжээ. Цасны шинжилгээний талаар Монгол-Оросын хамтарсан иж бүрэн экспедицийн геохимийн отряд /Ундрал, Гочигсумлаа нар/ болон их дээд сургууль /1990-1993/, хүрээлэнгүүдэд /1998-1999/ харьцангуй судалж байсан. Мөн ШУА-хүрээлэн төвүүд цас хур тунадасны судгааг хийсэн байдаг. Жишээ нь: 2008-2009 онд ШУА-Газарзүйн хүрээлэнгийн

судлаачид “Улаанбаатар, Дархан хотуудын агаарын чанарын судалгааг хийхдээ цасны усны бохирдолт найрлагыг судалсан байдаг[1,2]. ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэн Солонгос улсын Ой судлалын хүрээлэнтэй хамтран 2008 оноос “Monitoring air pollution and forest damage in Mongolia” төсөл хэрэгжүүлж, энэ төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол нийслэл хот орчмын агаар, ус, хөрс, ойн экосистемд хэрхэн нөлөөлж байгааг судлан тогтоох зорилгоор хур тунадасны усны судалгааг хийж байна. Мөн бакалавр, магистрын дипломын ажлын хүрээнд зарим оюутан, судлаачид Улаанбаатар хотын хур тунадасаар судалгааны ажил хийж гүйцэтгэсэн байна[2].

СУДАЛГААНЫ АРГА АРГАЗҮЙ, МАТЕРИАЛ

Цасны усны чанар, бохирдолтын судалгааны материал, арга зүй

Цасны сорьцыг цуглуулахдаа хуванцар саванд цас орсны дараа хугацаанаас хамааруулан авна. Авсан сорьцыг лабораторийн нөхцөлд ариутгасан саванд хийж, тасалгааны хэмд хайлууан булингарыг шүүж, амархан хувирамтгай нэгдлүүд болох аммони, нитрит, нитрат, нийт төмрийн ионуудыг спектрометрийн аргаар) жинлэгдэгч бодис-жингийн аргаар рН-рН метр багажаар, цахилгаан дамжуулах чанар–кондуктометр, ууссан давс–TDSметр, хлор ионыг– аргентометрийн аргаар, сульфат ионыг–тунадасжуулж жингийн аргаар, карбонат, гидрокарбонат ионыг – хүчлийн аргаар, кальци, магниийн ионыг – трилонометрийн аргаар, исэлдэх чанарыг – перманганатын аргаар, натри, калийг тооцооны аргаар тус тус тодорхойлсон болно[5].



Фото зураг 1.-2. Дархан хот орчмоос цасны дээж авч байгаа нь

Фото зураг 3.-4. Лабораторийн шинжилгээ хийсэн багажууд

Үр дүнд боловсруулалт хийх

Хээрийн судалгааны ажлын явцад цуглуулсан цасны усны сорьцонд ерөнхий болон бохирдлын үзүүлэлтүүдийг ГЭХ-ийн Усны шинжилгээний лабораторид, хүнд металл, элементийн шинжилгээг УСУГ-ын Усны төв лабораторид ICP-OES багажаар тодорхойлж, үнэлгээг өгөхдөө манай улсад мөрдөж буй стандарт нормуудтай харьцуулсан. Усны эрдэсжилтээр нь ангилсан олон ангилал байдгаас А.М.Овчинниковын ангиллыг, хатуулгаар нь ангилсан олон ангилал байдгаас Оросын эрдэмтэн, гидрохимич О.А.Алекины ангиллыг баримтласан(Хүснэгт-1).

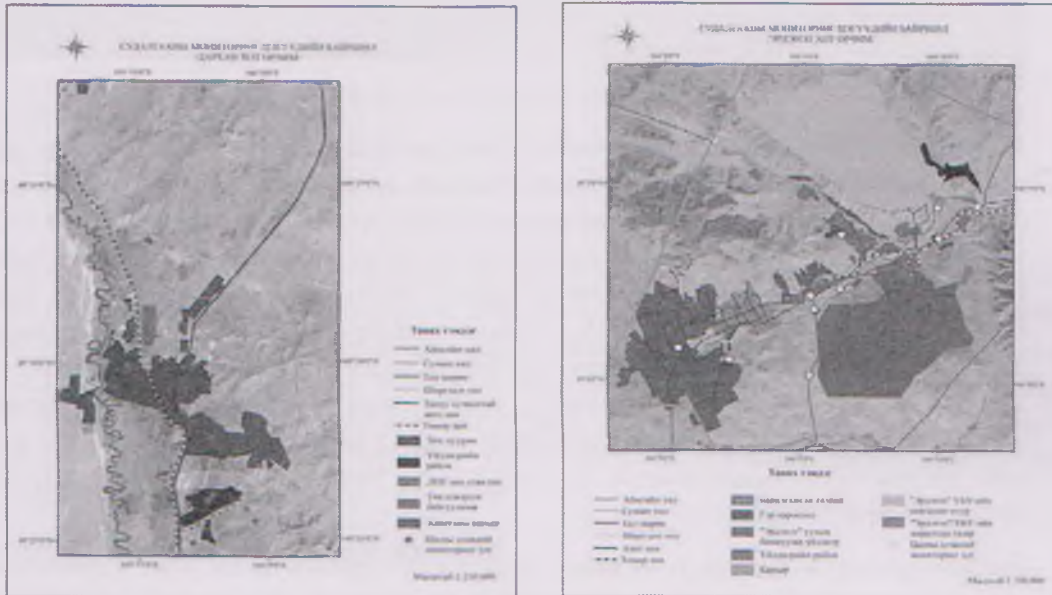
Хүснэгт-1. Байгалийн усны эрдэсжилт, хатуулгийн ангилал[4]

№	Эрдэсжилтийн зэрэг	Эрдэсжилт, мг/дм ³	Хатуулгийн зэрэг	Хатуулаг, мг-экв/дм ³
1	Нэн цэнгэг буюу ялимгүй эрдэсжилттэй	< 200	маш зөөлөн	<1.50
2	Цэнгэг буюу дунд зэргийн эрдэсжилттэй	210-500	зөөлөн	1.51-3.00
3	Цэнгэгдүү буюу харьцангуй ихэвтэр	500-1000	зөөлөвтөр	3.01-5.00

	эрдэсжилттэй			
4	Давсархаг буюу их эрдэсжилттэй	1001-3000	Хатуувтар	5.01-7.00
5	Давстай буюу шорвогдуу	3001-7000	хатуу	7.01-9.00
6	Их давстай буюу шорвог	>7000	маш хатуу	>9.01

СУДАЛГААНЫ БАЙРШИЛ

Судалгаагаар Дархан хот орчмоос цасны-17 сорьц, Эрдэнэт хот орчмоос цасны-19 сорьц цуглуулж боловсруулалт хийсэн (Зураг 1,2).



Зураг-1. Сорьц авсан цэгүүдийн байршил

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Цасны усны ионы найрлага, эрдэсжилт

Дархан хот орчмын цасны усны чанар: Судалгаанаас харахад цасны ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд анионоос ихэвчлэн гидрокарбонатын ион зонхилох боловч Дулааны цахилгаан станц орчим сульфатын ион нэмэгдэж байна. Энэ нь станцын нүүрсний шаталттай холбоотойгоор үүссэн хүхэрлэг хийтэй холбоотой. Харин катионоос кальцийн ион давамгайлж байна.

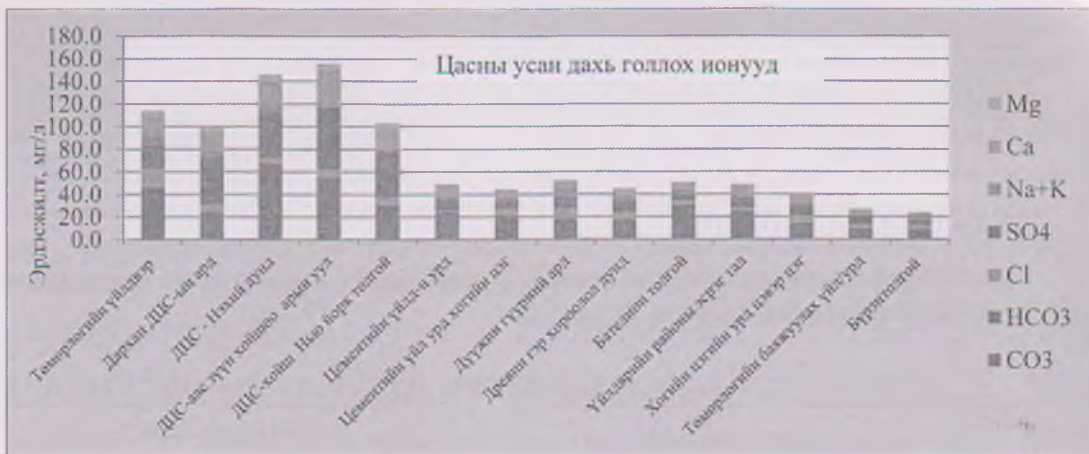


График 1. Дархан хотын цасны усны голлох ионууд

Дархан хот орчмын цасны нийт эрдсийн хувьд дулааны цахилгаан станц орчмын эргэн тойрны радиусаас авсан 6 цэгт эрдэсжилт хамгийн өндөр (эрдэсжилт 101.3-158.5 мг/л), алслах тусам эрдэс нь багасч (эрдэсжилт 47.3-52.1 мг/л), харьцангуй цэвэр цэг болох үйлдвэрийн бүсээс урагшаа гадны нөлөө багатай 2 газарт эрдэсжилт 28.4-40.8 мг/л байсан бол харьцуулах цэвэр цэг болгож авсан Дархан хотоос хойшоо 25 км-т орших Орхон сумын Бүрэнтолгой багийн Үйлдвэрлэл туршилтын төвд орсон цасны эрдэсжилт хамгийн бага буюу 24.2 мг/л байна. Цасны усны хатуулаг нь эрдсийн нэгэн адил үйлдвэрийн бүсэд харьцангуй их (хатуулаг 1.0-1.5 мг-экв/л), алслах тусам буурсаар цэвэр цэгтээ хамгийн бага буюу 0.15 мг-экв/л байна. Судалгаанаас харахад цасны усны орчин рН-ийн хувьд ямар нэг зүй тогтол ажиглагдаагүй, бүх нэгжүүдэд сул хүчиллэгээс саармаг /рН=6.22-7.52/ орчинтой байна.

Эрдэнэт хот орчмын цасны усны чанар: Эрдэнэт хот орчмын цасны усны эрдсийн хувьд вокзал, дулааны цахилгаан станц орчимд болон хаягдлын далан орчмоос авсан цэгүүдэд өндөр (эрдэсжилт 107.8-126.5 мг/л), гол дагуу болон Говил баг, баруун гэр хороолол орчимд эрдэс нь арай багасч (эрдэсжилт 52.5-89.8 мг/л), харьцуулах цэвэр цэг болгон авсан ГОК-ын хашаанаас баруун урагшаа хүний нөлөөнөөс зайдуу газарт унасан цасны эрдэсжилт нь хамгийн бага буюу 32.5 мг/л байна.

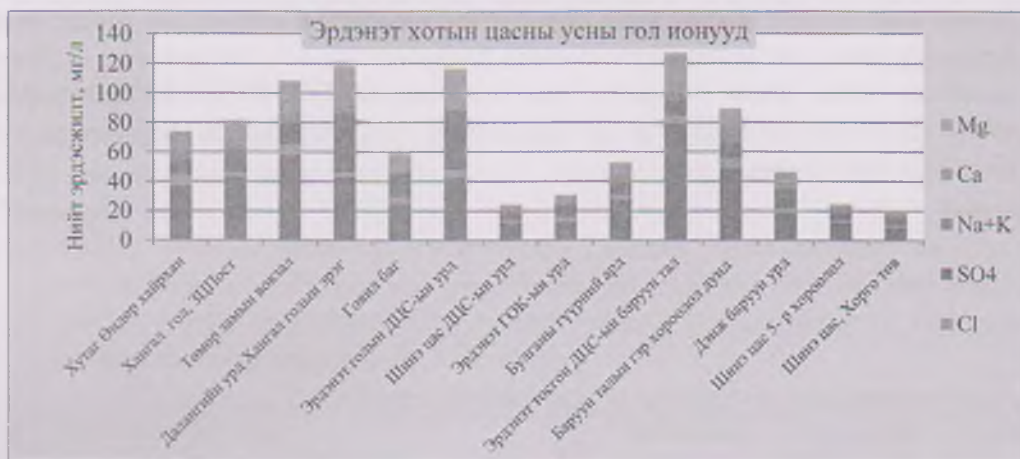


График 2. Эрдэнэт хотын цасны усны голлох ионууд болон эрдэсжилт

График 2-оос харахад цасны ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд анионоос ихэвчлэн гидрокарбонатын ион, Хаягдлын далан, Дулааны цахилгаан станц орчим сульфатын ион нэмэгдэж, харин катионоос кальцийн ион давамгайлж байна.

Дээж авсан хугацаа	Эрдэсжилт (мг/л)	Хагуулаг (мг-экв/л)	Индекс	Анион (мг/л)			Катион (мг/л)			Бохирдолтын үзүүлэлтүүд, (мг/л)			
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺ +K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	ПИЧ	ЖБ	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
2014.01.05 /хуучин цас/	120.4	1.50	SC ^{Ca} ₁	42.7	5.3	40.0	1.4	24.0	3.6	8.32	706	2.4	0.8
2014.01.06 /шинэ цас/	25.0	0.20	C ^{Ca} ₁	12.2	1.8	4.0	1.1	3.0	0.6	5.60	51	1.7	0.6

Хүснэгт 1. Шинэ, хуучин цасны үр дүнгийн харьцуулалт /ДЦС орчим/

Биднийг судалгаа хийх үед шинээр цас нэмж орсон учир бид шинэ хуучин цасны өөрчлөлтийг судлах боломж олдсон. Бид бохирдлын гол эх үүсвэр болсон дулааны цахилгаан станц орчмоос харьцуулах сорьц авсан. Судалгаанаас харахад шинэ цасанд хэдийгээр бохирдолт илэрч байгаа ч хуучин цаснаас эрс багассаны дээр бүх элементүүдийн агууламж 1.5-10 дахин түүний дотор сульфатын агууламж 10 дахин багассан нь агаарт дэгдсэн хүхэрлэг хий хугацаанаас хамааран цасанд шингэдгийг харуулж байна.

Жинлэгдэгч бодис тоосонцорын агууламж

Дархан: Судалгаа хийх үед шинэ цас ороогүй учир бид хуучин цасны сорьц авсан. Иймээс гадны хольц ихтэй буюу жинлэгдэгч бодис их гарсан. Дархан хот орчмын цасны усны жинлэгдэгч бодис хамгийн өндөр агууламжтай илэрсэн нь Дархан ДЦС-ын ард ЖБ-1843мг/л буюу хар, шороон тунадастай байсан бол хамгийн багадаа Бүрэнтолгой багийн Үйлдвэрлэл туршилтын төвийн хашаан доторх цасны усны ЖБ - 36мг/л өнгөгүй, тунгалаг байсан. Судалгаагаар үйлдвэрийн район орчимд болон орон сууцны дунд хамгийн их тоос тортогтой (жинлэгдэгч бодис 1043-1843 мг/л), алслах тусам багассаар, цэвэр цэгтээ хамгийн их утгаас 50 дахин бага буюу агаарын бохирдол, тоос тортог багатай гэсэн дүн гарч байна.

Эрдэнэт: Цасны жинлэгдэгч бодис цахилгаан станцтай зэрэгцээ байрлах Тосгонд хамгийн өндөр (ЖБ-1321 мг/л), хамгийн бага нь гэр хорооллоос зүүн тийш, станцаас баруун тал руугаа аль алианаас нь зайтай Хорго төвд (ЖБ 15 мг/л) агууламжтай байна. Дулааны цахилгаан станцын орчмоос авсан хуучин цас нь бараан өнгөтэй хөө тортог буюу жинлэгдэгч бодис ихтэй (ЖБ 706 мг/л), байсан бол шинэ цас орсны дараа эндээс дээж авахад сэвсгэр цагаан өнгөтэй, жинлэгдэгч бодис 51 мг/л буюу хооронд нь харьцуулахад 13.8 дахин бага байна.

Аммонийн ионы агууламж

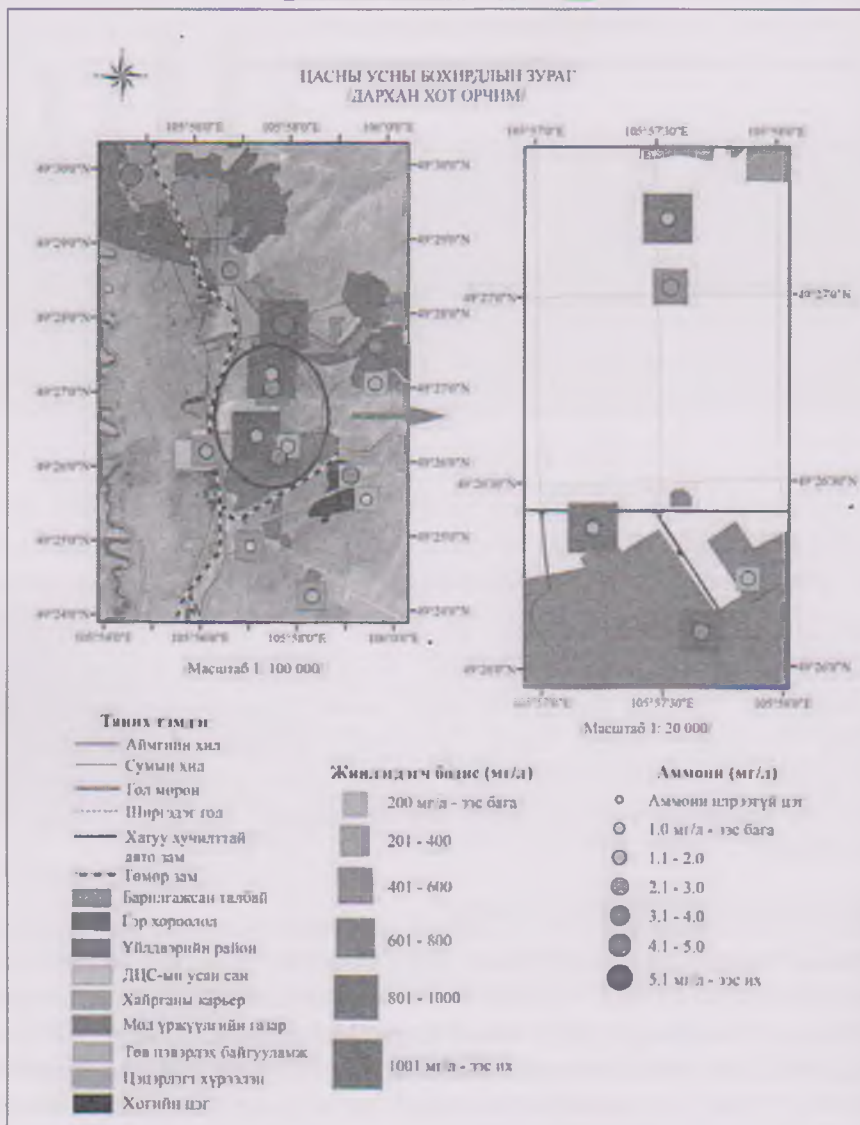


Фото зураг 5. Эрдэнэт ДЦС-Хуучин цас

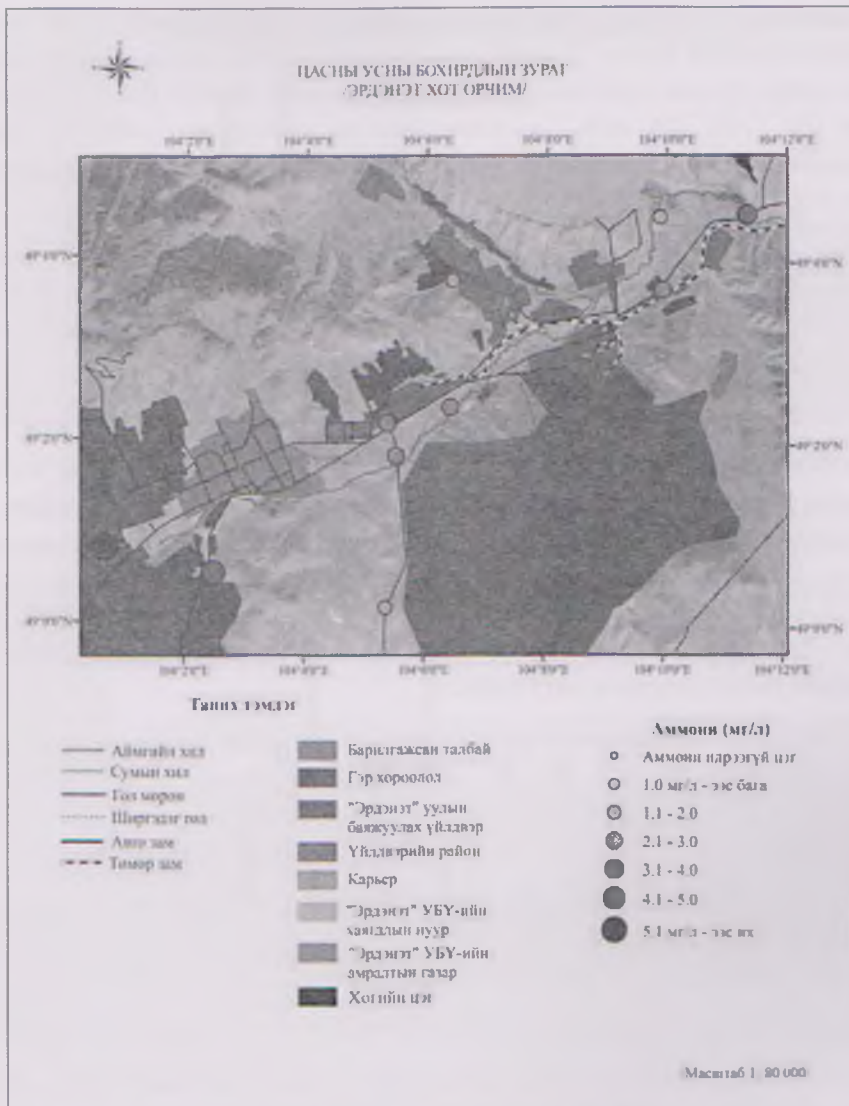


Фото зураг 6. Эрдэнэт ДЦС-Шинэ цас

Дархан: Аммоны нон нь бохирдолтыг илэрхийлэх чухал үзүүлэлт болдог. Цас нь агаараас бохирдлыг шингээж буудгийн дээр газарт хайлахгүй удах тусмаа орчны бохирдлыг өөртөө агуулсаар байдаг. Иймээс ч цасны усанд аммоны нон өндөр

агууламжтай илэрч байна. Судалгаагаар хотынхоо төв рүү болох тусам аммоны ионы агууламж нэмэгдэж байсан. Хамгийн өндөр агууламжтай цэгүүд нь шинэ Дарханы орон сууцны дунд, хуучин Дарханы гэр хороолол /Древин/ орчимд (NH_4^+ -4.1 мг/л), дараа нь хогийн цэг NH_4^+ -2.6 мг/л, хамгийн бага нь харьцуулах цэвэр цэг болгож авсан Бүрэнтолгойд NH_4^+ -0.3 мг/л байна. Аммоны ионыг үүсгэгч аммиак хүн амын дунд өвчлөл үүсгэгч хортой бодисын тоонд ордог.

Эрдэнэт: Ахуйн бохирдолт болох аммонийн ион гэр хороолол дундаа хамгийн өндөр (NH_4^+ 4.1-5.10 мг/л), гэр хороололоос зайтай Хорго төвд хамгийн бага (NH_4^+ -0.3 мг/л) агууламжтай байна. Цасны усны үзүүлэлтүүдийг хянах стандарт байхгүй ч бохирдолт ийнхүү өндөр байгаа нь эргээд хөрс, усыг бохирдуулах эрсдэлтэй.

Цасны усны бичил элементийн агууламж

Дархан: Атмосферийн жижиг хэсгүүд доторх хортой бодисууд болон металлууд хур тунадасны устай хамт газрын гадаргууд буудаг. Мөн агаарт цацагдаж буй элдэв хийнүүдийн нөлөөгөөр цасны ус бохирддог байна. Бид Дархан хот орчмоос авсан цасны сорьцонд Al, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Zn зэрэг элементүүдийг тодорхойлсон. Шинжилгээний дүнгээс харахад хүнцэл, берилли, зөөлөн цагаан, зэс, никель, хар тугалга, сурьма, селен зэрэг элементүүд илэрч байгаа бөгөөд ихэнх нь үйлдвэрийн район орчимдоо илүү байна.



График 3. Дархан хот орчмын цасны бичил элементийн агууламж

Графикаас харахад *хар тугалганы* агууламж автомашины хөдөлгөөн ихтэй байдаг шинэ, хуучин хоёр Дарханы хоорондох дүүжин гүүр орчимд хамгийн их (Pb 156.9 мкг/л), дулааны станц орчмын эргэн тойронд болон үйлдвэрийн орчимд 13.7-105.4 мкг/л, хамгийн бага агууламж нь хогийн цэгээс урагшаа эрүүл задгай газарт (Pb <1.851 мкг/л) байна. *Кобальт (Co)* ихдээ төмөрлөгийн үйлдвэр орчим-132.01 мкг/л, Бүрэнтолгойд хамгийн бага буюу 33.539 мкг/л, *Томор* болон *Марганец* харьцангуй бага агууламжтай Fe:8.7-62 мкг/л, Mn:0.5-45 мкг/л, *Никель (Ni)* бүх цэгүүдэд ойролцоо дүнтэй 7.9-55.2 мкг/л, *Селен (Se)* бараг бүх цэгүүдэд жигд 12.864-39.263 мкг/л, *Стронци (Sr)* ихдээ 267.63 мкг/л, багадаа Sr <0.049 мкг/л, *Цайр (Zn)* ихдээ төмөрлөгийн үйлдвэр орчим-1341 мкг/л, багадаа 0.6 мкг/л тус тус байна.

Эрдэнэт: Судалгаагаар *хар тугалганы агууламж* төмөр замын вокзал орчимд хамгийн их (Pb 174 мкг/л), авто замын төв цэг Хангал гол, ЗЦПост орчим Pb 143 мкг/л, хамгийн бага агууламж нь Pb <1.851 мкг/л байна (График-4).



График 4. Эрдэнэт хот орчмын цасны усны хүнд металлын агууламж, мг/л

Зэс (Cu)-ийн агууламж ихэнх цэгүүдэд ойролцоо харьцангуй өндөр (102.8-309.08 мкг/л) байгаа боловч бага нь 3 цэгт 10.268-31.43 мкг/л агууламжтай байна (График-5).



График 5. Эрдэнэт хот орчмын цасны усны зэс, анзаны агууламж, мг/л

Бусад хүнд, хортой элементүүдийн хувьд: Кобальт (Co) харьцангуй хэлбэлзлэл багатай, ихдээ 169.95 мкг/л (Хангал гол), багадаа тосгонд $Co < 0.837$ мкг/л, Хром (Cr) ихдээ 4 цэгт 30-35 мкг/л, багадаа 5 цэгт < 0.351 мкг/л, Никель (Ni) ихдээ 3 цэгт (вокзал, Хангал голын 2 цэг) 42.2-60.7 мкг/л, үлдсэн бүх цэгүүдэд $Ni < 1.016$ мкг/л, Цайр (Zn) ихдээ 2521 мкг/л (ДЦС орчимд), багадаа 4 цэгт < 0.6 мкг/л тус тус байна.

Дархан, Эрдэнэт хоёр хотын цасны усанд Төмөр болон Марганец харьцангуй бага агууламжтай илэрсэн байна. Эрдэнэтэд төмөр ганц цэгт өндөр $Fe < 0.874$ мкг/л (Дэнжийн гэр хороолол), марганец мөн л ганц цэгт өндөр $Mn < 2.072$ мкг/л (ДЦС орчимд) бол Дарханд $Fe: 8.7-62$ мкг/л, $Mn: 0.5-45$ мкг/л, бусад цэгүүдэд маш бага агууламжтай илэрсэн байна.

Хүснэгт-2. Хоёр хотын цасны усны зарим хүнд элементүүдийг харьцуулж үзбэл:

Элемент-мкг/л	Зэс (Cu)		Хөнгөн цагаан (Al)		Хүнсэл (As)		Зөөлөн цагаан (Cd)		Анзан (Mo)	
	Их	Бага	Их	Бага	Их	Бага	Их	Бага	Их	Бага
Цасны ус										
Дархан	372.8	219.7	1594.2	59.786	64.051	<3.201	23.297	3.814	0.414	-
Эрдэнэт	309.08	10.268	2764.5	<0.226	43.623	4.095	5.808	<0.049	804.66	0.414

Дээрх хүснэгтээс харахад Дархан хотын үйлдвэрийн районд Хүнсэл (As)-64.051 мкг/л, Баруун (Ba)-868.39 мкг/л, Кобальт (Co)-132.01 мкг/л, Цайр (Zn)-1341 мкг/л тус тус хамгийн

их агууламжтай байна. Харин Эрдэнэт хотын цасны усанд анзан харьцангуйгаар их агууламжтай илэрсэн бол Дарханд анзан бараг илрээгүй байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Дархан, Эрдэнэт хотуудын цасны усны чанар, найрлагыг судлахад эрдэс болон тоос тортог /жинлэгдэгч бодис/-ийн хэмжээ нь Дархан хотын ДЦС орчимдоо харьцангуй өндөр (эрдэсжилт 101-160 мг/л, жинлэгдэгч бодис ихдээ 1843 мг/л) алслах тусам багасч байсан бол Эрдэнэт хотын хувьд ДЦС-аас гадна хаягдлын далан болон төмөр замын вокзал орчимд цасны усны эрдэс нь 108-127 мг/л, жинлэгдэгч бодис 843-1321 мг/л энэ орчмоосоо холдох тутам багасч хамгийн багадаа харьцуулах цэвэр цэг болгож авсан Булганы гүүрнээс урагшаа үйлдвэр, уурхай, хүний нөлөө багатай газарт эрдэс нь 32.5 мг/л, жинлэгдэгч бодис 141 мг/л байна.
2. Шинэхэн бохирдлыг илэрхийлэгч аммоны ион Дархан хотын төв хэсэгт болон хогийн цэгийн орчимд өндөр (NH_4^+ 2.6-4.1 мг/л), Эрдэнэт хотын гэр хороололд хамгийн өндөр агууламж (NH_4^+ 4.1-5.1 мг/л)-тай байна.
3. Тээврийн хэрэгслэлийн ачаалал ихтэй газарт унасан цасанд хар тугалга харьцангуй өндөр агууламжтай байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Болормаа Ц., Бямбаа Г., Энхбаяр Б. “Улаанбаатар, Дархан хотуудын агаарын чанарын судалгаа /агаарын тоосжилт болон цасны бохирдлын үр лүнгээс/ Хүрэлтогоот-2011 бүтээл Х:24-32, Улаанбаатар.:2011
2. Геоэкологийн хүрээлэн “Дархан, Эрдэнэт хотуудын үйлдвэрийн районы усан орчны экотоксикологийн судалгаа” суурь судалгааны тайлан; Улаанбаатар.:2015.
3. “Дархан-Уулаймгийн Дархан хотын байгаль орчны төлөв байдлын нарийвчилсан судалгаа”-ны тайлан, Улаанбаатар.:2010.
4. Жавзан Ч., “Орхон голын сав газрын Гидрохими” Улаанбаатар.2011.
5. Нэмэр интернэшнл ХХК, Эрдэнэтийн хаягдлын нуурын “Цагаан тоосны тархалт, шилжилт, хамрах хүрээг нэмэлт судалгаагаар тогтоох” сэдэвт судалгааны ажлын тайлан. Орхон аймгийн ЗДТГ, Уулын баяжуулах Эрдэнэт үйлдвэрийн захиалгат ажил, Улаанбаатар.:2008.
6. Орхон аймгийн “Байгаль орчны төлөв байдал, нөөцийн мэдээллийн сан” тайлан Орхон.:2011-2012.