

МОНГОЛ ОРНЫ УУЛАРХАГ БҮС НУТГУУДЫН ЦЭВДГИЙН ЯЛГАА, ӨӨРЧЛӨЛТ

Я.ЖАМБАЛЖАВ*, Я.ГАНСҮХ*, А.САРУУЛЗАЯА*

*ШУА, ГАЗАРЗҮЙ-ГЕОЭКОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН, ЦЭВДЭГ СУДЛАЛЫН САЛБАР

Хураангуй

Монгол орны уулархаг, хуурай гандуу бүс нутгийн цэвдэг нь өндөр, өргөрөг, бичил уур амьсгалын нөлөөгөөр тасалданги, алаг цоог хэлбэрээр тархах бөгөөд Дорнод Сибирийн цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захад оршдог учир тэг хэмд ойрхон хасах температуртай байдаг. Монгол орны цэвдэг нь уур амьсгал, хүрээлэн буй орчны өөрчлөлтөд эмзэг мэдрэмтгий учир эрчимтэй алдралд орж байна. Цэвдгийн мониторингийн сүлжээг гадаад, дотоодын төсөл хөтөлбөрийн хүрээнд байгуулж эхэлсэн бөгөөд сүүлийн 20 гаруй жилийн хугацаанд 180 гаруй мониторингийн цэгтэй болсон. Сүүлийн 30-45 жилийн цэвдгийн температурын өөрчлөлтийг эдгээр цооногуудын 1960-1980-аад оны хэмжилтийн үр дүнтэй харьцуулан гаргасан. Монгол орны цэвдгийн температурын хандлагаас үзвэл 10 жил тутамд 0.04°C – 0.29°C хооронд дулаарсан байна. Цэвдэгт бүс нутгуудын зах хэсэг болон өмнөд бүс нутгуудад цэвдгийн дулаарлын эрчим харьцангуй бага байгаа нь хөрсөнд ирж буй дулаан түүний температурыг нэмэгдүүлхийн зэрэгцээ түүнд агуулагдаж байгаа мөсийг гэсгээхэд зарцуулагдаж байна (нууц дулаан шингээлт). Монгол орны хойд бүс нутгаар цэвдгийн температур өсөх зүй тогтол ажиглагдаж байгаа бол, өмнөд бүс нутгаар гэсэглүүн үе илрэх, цэвдэггүй болох үйл явц ажиглагдаж байна. Энэ нь бүс нутаг бүр дэх термокарстын нуурын тоо болон талбайн өөрчлөлтийн урт хугацааны судалгаагаар батлагдаж байна.

Түлхүүр үг: Цэвдэг, температур, бүс нутаг, өөрчлөлт, термокарстын нуур

Оршил

Цэвдэг (permafrost) гэдэг нь тэг буюу түүнээс доош градуст хоёр буюу түүнээс дээш жил орших хөрс, чулуулгийг хэлнэ (H.French, 2007). Гэвч энэ нь мөнхийн, тогтмол гэсэн утга санааг агуулдаггүй бөгөөд уур амьсгал болон бусад хүчин зүйлийн нөлөөнд хувьсан өөрчлөгддөг. Харин тэг буюу түүнээс доош градуст хоёр буюу түүнээс дээш жил орших, ядаж өөртөө агуулах чийгийн зарим нь мөс болсон хөрс, чулуулгийг олон жилийн цэвдэг (многолетнемёрзлые горные породы) гэж тодорхойлсон байдаг (В.А.Кудрявцев, 1978).

Манай дэлхийн 48 улс орны газар нутгийг ямар нэгэн хэмжээгээр цэвдэгт бүс нутаг эзлэн орших бөгөөд нийт цэвдэгт бүс нутгийн 95 орчим хувь нь 5 улсын газар нутагт ноогддог (T.Zhang et al, 2006). Монгол орон цэвдгийн тархалтаараа ОХУ, Канад, АНУ, Хятад орнуудын дараа тавдугаарт ордог бөгөөд Алтай, Хангай, Хэнтэй, Хөвсгөлийн уулархаг нутагт зонхилон тархсан байдаг. Монгол орны уулархаг, хуурай гандуу бүс нутгийн цэвдэг нь өндөр, өргөрөг, бичил уур амьсгалын нөлөөгөөр тасалданги, алаг цоог хэлбэрээр тархах бөгөөд Дорнод Сибирийн цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захад оршдог учир тэг хэмд ойрхон хасах температуртай байдаг. Мөн уур амьсгал, хүрээлэн буй орчны өөрчлөлтөд эмзэг мэдрэмтгий учир алдралд эрчимтэй ордог.

Монгол орны цэвдгийн мониторингийн сүлжээг гадаад, дотоодын төсөл хөтөлбөрийн хүрээнд байгуулж эхэлсэн бөгөөд сүүлийн 20 гаруй жилийн хугацаанд 180 гаруй мониторингийн цэгтэй болсон. Үүнээс 117 орчим нь Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнд, бусад цэг нь Цаг уур, орчны шинжилгээний газар болон судлаач Н.Шархүү нарт тус тус

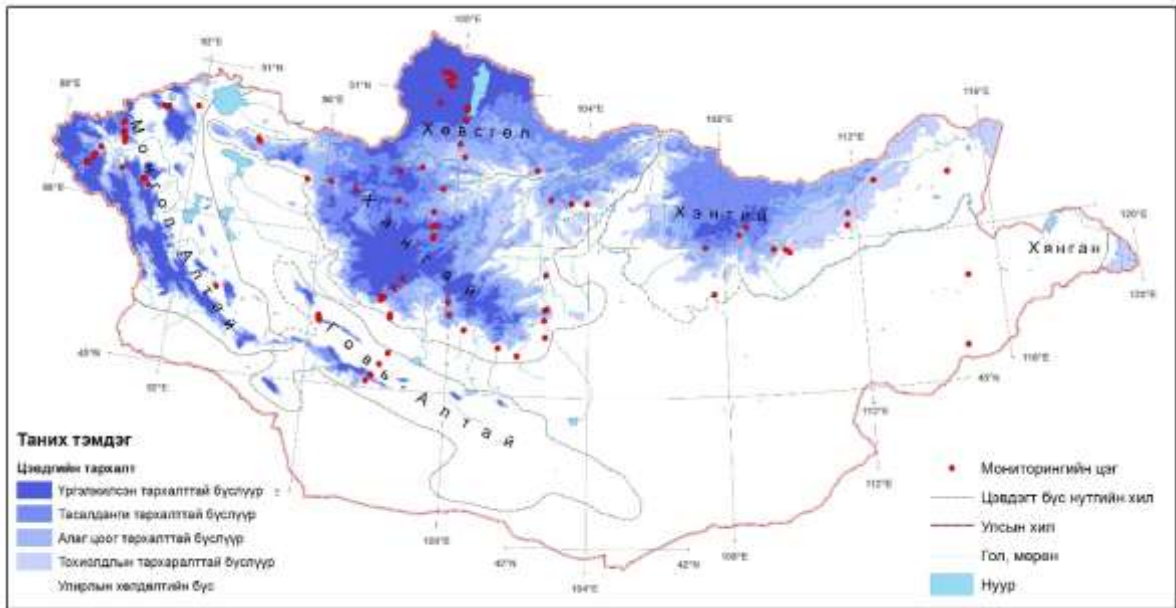
харьяалагддаг. Эдгээрээс зарим цооногт 1960-1980-аад онд нэг удаагийн хэмжилт хийж байсан тул 30-45 жилийн цэвдгийн температурын өөрчлөлтийг гаргах боломжтой.

Туйлын бүс нутгийн идэвхтэй давхаргын мониторинг (Circumpolar Active Layer Monitoring) нь дэлхийн уур амьсгал, цэвдэг, идэвхтэй давхаргын өөрчлөлт, тэдгээрийн хандлагыг тодорхойлох зорилготой олон улсын төсөл юм. Энэхүү мониторингийн сүлжээнд Монгол орноос 47 цооног, бусад 11 орны 300 гаруй цооногийн мэдээ, мэдээлэл байдаг. Эдгээр мониторингийн цэгүүд нь тухайн улсын дэд бүтэц, зам, барилга гэх мэт инженерийн байгууламж төвлөрсөн бүс нутагт голчлон байрладаг. Жишээ нь ОХУ-ын Сибирь, БНХАУ-ын Төвдийн тэгш өндөрлөг, АНУ-ын Аляскийн цэвдэгт бүсүүдэд авто зам, төмөр зам, хий дамжуулах хоолой, хот суурин, барилга байгууламжийн дагуу төвлөрөн хэмжилт судалгаа хийдэг. Харин Монгол орны цэвдгийн мониторингийн сүлжээ нь цэвдэгт бүс нутгуудыг жигд бүрхэж байрлсанаараа бусад орнуудаас онцлог давуу талтай бөгөөд сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй нэмэгдэж, тогтвортой ажиллаж байгаа хэмжилтийн мэдээ, агаар сансрын зураг, архивын мэдээг ашиглаж “Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг”-ийг 2016 онд зохиосон.

Монгол орны цэвдгийн тархалт

Монгол орны газар нутагт тархсан цэвдгийн өмнөд хилийг 1970-аад оноос өмнө олон төрлийн арга, аргачлалаар тодорхойлж байсан. ЗХУ-БНМАУ-ын хамтарсан геокриологийн экспедицийн (1968-1970) судалгааны ажлын үр дүнд 1:1500000 масштабтай “БНМАУ-ын Геокриологийн зураг” 1971 онд зохиогдсон бөгөөд монгол орны нийт газар нутгийн 63%-д тасалданги болон алаг цоог хэлбэрийн цэвдэгтэй гэж тогтоосон (Гравис ба бусад, 1974). Түүнээс хойш зохиогдсон цэвдгийн зургууд нь уламжлалт аргаар буюу цэвдгийн температурын зүй тогтолыг ландшафт, геоморфологи, геологийн онцлогтой холбох замаар зурагласан бөгөөд монгол орныг цэвдгийн тархалтаар нь үргэлжилсэн, тасалданги, алаг цоог, ховор алаг цоог, тохиолдлын, өнжмөл цэвдэгт бүслүүрүүд ба улирлын хөлдөлтийн бүсэд хуваасан. Цэвдэг тархах боломжит хувиар нь үргэлжилсэн тархалттай бүслүүрт >80%, тасалданги тархалттай бүслүүрт 40-80%, алаг цоог тархалттай бүслүүрт 10-40%, ховор алаг цоог тархалттай бүслүүрт 1-10%, тохиолдлын тархалттай бүслүүрт <1%-тай гэж тус тус ангилсан байдаг (Гравис ба бусад, 1974).

Байгаль Орчин, Ногоон Хөгжил, Аялал жуулчлалын Яамны ногоон хөгжлийн бодлого, стратеги төлөвлөлтийн газрын захиалгаар НҮБ-ын Хөгжлийн Хөтөлбөрийн “Экосистемд түшиглэсэн дасан зохицох арга хэмжээг уур амьсгалын өөрчлөлтөнд өндөр эрсдэлтэй голуудын сав газарт хэрэгжүүлэх нь” төслийн санхүүжилтээр цэвдгийн тархалтын ТТОР (mean annual temperature at the top of permafrost) загварчлалын аргазүйг ашиглан 1:1000 000 масштабтай “Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг” 2016 онд зохиосон (Я.Жамбалжав ба бусад, 2016). Уг зурагт цэвдгийн тархалтыг үргэлжилсэн, тасалданги, алаг цоог, тохиолдлын тархалттай цэвдэгт бүслүүр болон улирлын хөлдөлтийн бүсэд ангилсан бөгөөд нийт газар нутгийн 29.3%-д тархана. Цэвдгийн дээд хил (улирлын гээсэлтийн гүн)-ийн жилийн дундаж температур нь үргэлжилсэн тархалттай бүслүүрт < -2°C, тасалданги тархалттай бүслүүрт -2°C – (-1°C), алаг цоог тархалттай бүслүүрт -1°C – 0°C, тохиолдлын тархалттай бүслүүрт 0°C – 1°C, харин улирлын хөлдөлтийн гүний жилийн дундаж температур улирлын хөлдөлтийн бүсэд > 1°C гэж ангилсан (Зураг 1).



Зураг 1. Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг 2016

Цэвдгийг температураар нь хүйтэн (cold permafrost) ба дулаан цэвдэг (warm permafrost) гэж хоёр ангилдаг. Хүйтэн цэвдэг нь өндөр өргөрөг болон өндөр уулсын үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд -2°C -ээс бага температуртай байдаг. Харин дулаан цэвдэг нь -2°C -ээс их температуртай бөгөөд цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захаар ихэвчлэн тохиолддог. Монгол орны Дархадын хотгор, Хангайн гол нуруу, Шар усны гол зэрэг бүс нутгуудад хүйтэн цэвдэгтэй бол уулсын бэл хормой, хөндий, хотост дулаан цэвдэг тархсан байдаг. Монгол орны цэвдэг нь температур, газарзүйн байрлал, ландшафт, геологийн онцлогоос хамаарч бүс нутаг бүрт харилцан адилгүй байдаг. Алтай, Хангайн уулсын цэвдгийн тархалтад өндрөөс хамаарсан зүй тогтол хүчтэй илэрдэг бол, Хөвсгөл, Хэнтийн уулсад гадаргын хэлбэр төрх, газрын бүрхэвч, хурдас чулуулгаас хамаарна. Үүнээс гадна уулархаг нутгуудын цэвдгийн тархалтад өргөрөг, зүг зовхисын нөлөө хүчтэй илэрдэг. Цэвдгийн тархалтын онцлог болон ландшафт, физик газарзүйн мужлалд үндэслэн (Ш.Цэгмид, 1969; Д.Даш, 2010) Монгол орныг Монгол Алтай, Говь-Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтий, Хянганы уулархаг цэвдэгт бүс болгон 6 ангилсан (Зураг 1).

Уулархаг бүс нутгуудын цэвдгийн өөрчлөлт

Монгол орны цэвдгийн өөрчлөлт болон түүний ялгааг тодорхойлохдоо мониторингийн цэгүүдийн гүний (10-15 м) температурын мэдээ, өмнөх судалгааны мэдээ, Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг (Я.Жамбалжав ба бусад, 2016), термокарстын нууруудын өөрчлөлтийн судалгааг (А.Саруулзаяа, 2016) тус тус ашигласан. Бүс нутаг тус бүрийн цэвдгийн тархалтын талбай, доод хилийг тооцохдоо 2016 онд зохиогдсон Монгол орны цэвдгийн тархалтын зургийг суурь болгон ашигласан. Хянганы уулархаг бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн $<1\%$ ноогдох бөгөөд мониторингийн цэг одоогоор байхгүй тул цэвдгийн өөрчлөлтийг харуулах боломжгүй юм.

Монгол Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн өөрчлөлт

Монгол Алтайн уулархаг бүс нутаг нь газарзүйн байрлал, уулзүйн тогтоц, уур амьсгалын нөлөөгөөр геокриологийн өвөрмөц, бусдаас ялгаатай орчин бүрэлдсэн байдаг. Харьцангуй нимгэн сэвсгэр хурдас, тачир ургамлын бүрхэвч нь тус бүс нутагт

уулын онцлог шинжтэй цэвдэг бүрэлдэн тогтох бичил уур амьсгалын нөхцөл болдог. Энэхүү бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 14.8% ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 31158 км², тасалданги тархалттай цэвдэг 14462 км², алаг цоог тархалттай цэвдэг 11459 км², тохиолдлын тархалттай цэвдэг 11571 км² талбайг тус тус эзлэнэ. Гадаргын өндөр болон зүг зовхис нь Монгол Алтайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн тархалт, түүний доод хил оршин байх гол хүчин зүйлс болдог. Цэвдгийн тархалтын доод хил Хархираа-Түргэний уулсад 1850-2010 м, Алтай Таванбогд, Цамбагарав уулсад 2130-2220 м, Мөнххайрхан, Хөх Сэрхийн нуруунд 2160-2400 м, Сутай, Алаг хайрхан уулсад 2500-2700 метрийн өндөрт тус тус байна.

Монгол Алтайн уулархаг бүс нутгийн хэмжээнд цэвдгийн мониторингийн 33 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 10-15 м хүртлэх гүнтэй 6 цооногийн мэдээг энэхүү судалгаанд ашигласан. Үүнээс уулын өвөр энгэрийн бэл хормойд байрлах Цагааннуур-1 цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1985 онд -0.8°C, 2016 онд -0.4°C, харин уулын ар хажуугийн Цагааннуур-2 цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1983 онд -1.2°C, 2016 онд -0.65°C болж тус тус нэмэгдсэн байна. Эдгээр цооногийн цэвдгийн температурын урт хугацааны хандлагаас хархад 10 жил тутамд 0.15-0.18°C –ээр дулаарч байна. Цэвдгийн температурын өсөлт нь дулааны физикийн шинж чанараас хамаарахаас гадна тэг хэмд ойрхон байвал түүний өсөлтийн эрчим бага байна (График 1-А). Учир нь дулааны энерги нь түүнийг дулаацуулахаас гадна нууц дулаан шингээлтэнд зарцуулагдана.

Говь-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн өөрчлөлт

Говь-Алтайн уулархаг бүс нутаг нь газарзүйн байрлал, уулсын чиглэлийн хувьд Монгол Алтайн нурууны үргэлжлэл ба хуурай, гандуу бүс нутаг руу гүн түрж орсон учраас цэвдгийн нөхцөл нь хязгаарлагдмал шинжтэй бөгөөд өндөр уулсын оройгоор тархдаг. Энэхүү бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 2.2% ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 1819 км², тасалданги тархалттай цэвдэг 2531 км², алаг цоог тархалттай цэвдэг 3032 км², тохиолдлын тархалттай цэвдэг 2784 км² талбайг тус тус эзлэнэ. Гадаргын өндөр болон зүг зовхис нь Говь-Алтайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн тархалт, түүний доод хил оршин байх гол хүчин зүйлс болдог бөгөөд цэвдгийн тархалтын доод хил Хантайшир, Гичгэний нуруунд 2550-2620 м, Их Богдын нуруунд 2550-2680 м, Аж Богдын нуруунд 2700-2800 метрийн өндөрт тус тус байна.

Энэхүү бүс нутагт цэвдгийн мониторингийн 8 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс Говь-Алтай аймгийн Эрдэнэ сумын хуучин төв орчимд байрлах цооногийн 7.8 метрийн гүний температур нь 1982 онд -0.3°C, 2015 онд -0.1°C болж нэмэгдсэн байна. Энэ цооногийн температурын урт хугацааны хандлагаар 10 жил тутамд 0.036°C-ээр дулаарсан байна (График 1-а). Говь-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температур тэг градуст ойрхон хэдий ч дулаарлын эрчим нь харьцангуй бага байна. Учир нь дулааны энерги нь түүнд агуулагдах мөсийг хайлуулахад зарцуулагдаж байгаатай холбоотой юм.

Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн өөрчлөлт

Монгол орны цэвдэг нь Хангайн уулархаг бүс нутгийн өндөр уулс, хөндий хотост төвлөрөн тархдаг бөгөөд хөрсний гулсалт, чулуун хүрээ, дов сондуул, бөөрөг, халиа тошин зэрэг хүйтний гаралтай үзэгдлүүд элбэг тархсан байдаг. Энэ бүс нутагт цэвдгийн температурын хэмжилт, судалгаа нилээдгүй сайн хийгдэж байсан. Жишээ нь Баянхонгор аймгийн Баянбулаг суманд цэвдгийн байнгийн ажиглалт, хэмжилтийн станц ажиллаж байсан. Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн зузааныг Баянхонгор

аймгийн Гурванбулаг сумын орчимд 117 м (Д.Бат-Эрдэнэ, 1995), Идэрийн голын хөндийд 25 м (Гравис ба бусад, 1974), Хойд тэрхийн голын хөндийд 123 м (Н.Шархүү, 2011) гэж тооцоо болон хэмжилтээр тодорхойлж байсан. Энэ бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 38.1% ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 40222 км², тасалданги тархалттай цэвдэг 48655 км², алаг цоог тархалттай цэвдэг 49809 км², тохиолдлын тархалттай цэвдэг 37525 км² талбайг тус тус эзлэнэ. Монгол орны цэвдгийн тархалтын зурагт үзүүлснээр Хангайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн тархалтын доод хил Хан Хөхийн нуруунд 1400-1900 м, Хангайн баруун хэсэгт 1900-2000 м, Хангайн өвөр хэсэгт 2000-2200 м, Хангайн зүүн хэсэг болон Орхон-Сэлэнгийн бэсрэг уулсад 1400-1800 метрийн өндөрт тус тус байна.

Хангайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн мониторингийн 38 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 7 цооногийн 10-15 м гүний температурын мэдээг энэхүү судалгаанд ашигласан. Баянхонгор аймгийн Гурванбулаг сумын төвд 2500 м өндөрт орших цооногийн 15 метрийн гүний температур нь 1981 онд -3.7°C, 2016 онд -3.0°C, Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сумын төвийн цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1981 онд -1.3°C, 2016 онд -0.54°C болж тус тус нэмэгдсэн байна. Хангайн нурууны өвөр талд далайн төвшинээс 2400-2500 м өндөрт орших цэвдгийн температур сүүлийн 33 жилийн хугацаанд 0.60-0.75°C-ээр дулаарсан байна. Мөн Хойд Тэрхийн голын хөндийн цооногийн 15 метрийн гүний температур нь 1969 онд -2.04°C, 1986 онд -1.85°C, 2002 онд -1.55°C, 2015 онд -1.2°C болж нэмэгдсэн бол Хөвсгөл аймгийн Цагаан-Уул сумын нутагт Булнайн нурууны арын тэгш өндөрлөгт Шаргын голын хөндийн цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1968 онд -2.35°C, 2002 онд -1.70°C, 2015 онд -1.3°C-ээр тус тус нэмэгдсэн бөгөөд сүүлийн 45 жилийн хугацаанд 0.83°C-аар дулаарсан. Завхан аймгийн Нөмрөг сумын төвийн цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1981 онд -0.75°C, 2015 онд -0.4°C болж нэмэгдсэн байна (График 1-б). Хангайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн температурын дулаарлын эрчим 10 жил тутамд 0.2°C, дулаан цэвдгийн (< -2.0°C) дулаарлын эрчим 0.1°C -ээр тус тус нэмэгдсэн байна.

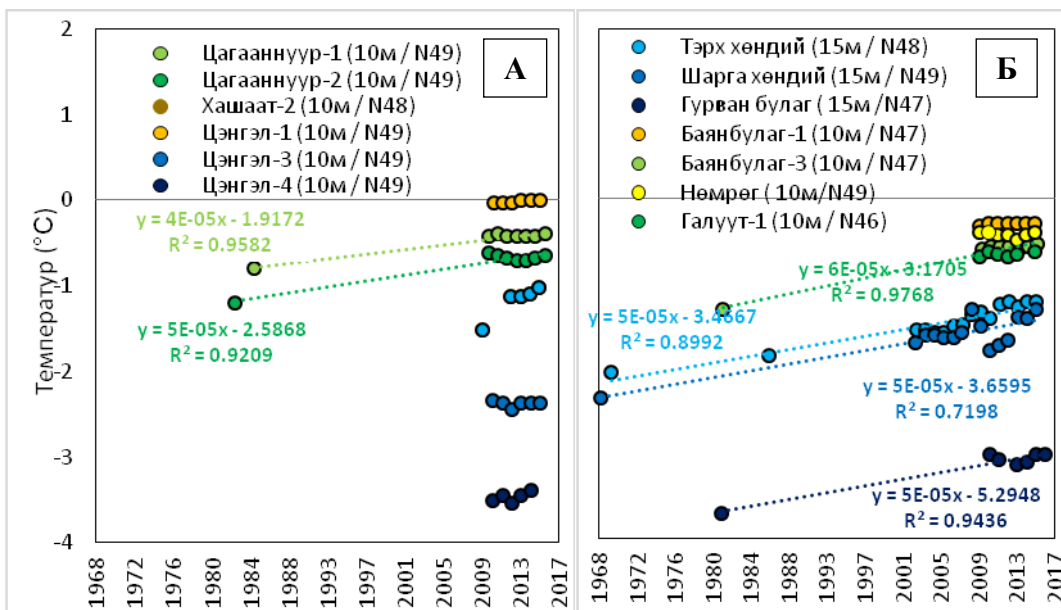


График 1. Монгол орны цэвдэгт бүс нутгуудын температурын өөрчлөлт: а) Монгол Алтай, Говь-Алтай, б) Хангайн уулархаг бүс нутаг

Хэнтийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн өөрчлөлт

Хэнтийн уулархаг бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 23.2 % ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 4503 км², тасалданги тархалттай цэвдэг 33631 км², алаг цоог тархалттай цэвдэг 25839 км², тохиолдлын тархалттай цэвдэг 43534 км² талбайг тус тус эзлэнэ. Энэ бүс нутгийн цэвдгийн тархалтад хурдас чулуулаг, ургамалын хэв шинжийн ялгаатай байдал нь гол хүчин зүйл болдог бөгөөд цэвдгийн тархалтын доод хил Хэнтийн баруун хойд хэсэгт 800-900 м, баруун хэсэгт 900-1300 м, өвөр хэсэгт 1400-1600 м, зүүн, зүүн хойд хэсэгт 1000-1200 метрийн өндөрт тус тус байна.

Улаанбаатар хот орчимд 1971 онд цэвдгийн судалгааг хийж улирлын хөлдөлт гэсэлт, цэвдгийн тархалтын зураг (1:25000 масштаб) зохиож байсан (Д.Төмөрбаатар, 2004). Мөн 2009 онд загварчлалын аргазүй ашиглан Тэрэлж, Налайх, Улаанбаатар орчмын газар нутгийн цэвдгийн тархалтын зураг (1:100000 масштаб) зохиож байсан (Жамбалжав, 2009). Сэлбэ, Гачуурт, Улиастай, Толгойт болон Хөлийн голын хөндийд нимгэн, мөсжилт ихтэй хөндийн цэвдэг, Налайхын хотост өнөөгийн уур амьсгалын нөхцөлтэй үл нийцсэн реликт цэвдэг тархсан байдаг. Харин уулын цэвдэг нь Улаанбаатар хот орчмын уулсын ар хажууд голлон тархсан байдаг.

Хэнтийн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн мониторингийн 28 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 5 цооногийн гүний температурын мэдээг энэхүү судалгаанд ашигласан. Төв аймгийн Баян сумын нутагт орших Гурвантүрүү цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1978 онд -0.1°C, 2011 онд +1.2°C, Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт орших Айраг нуур орчимд цэвдгийн температур нь 1984 онд -0.1°C, 2010 онд +1.37°C, 2015 онд +1.53°C болж тус тус цэвдэг гэсэж алдралд орсон байна (График 2-А). Мөн Улаанбаатар хотын Ногооннуурын орчимд 1970 онд цэвдгийн зузаан 7 м орчим (Д.Төмөрбаатар, 2004) гэж тэмдэглэгдэж байсан бол 2012 онд цэвдэг илрээгүй бөгөөд эрчимтэй алдралд орсныг тодорхойлсон.

Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн өөрчлөлт

Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 21.0 % ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 40604 км², тасалданги тархалттай цэвдэг 28408 км², алаг цоог тархалттай цэвдэг 22277 км², тохиолдлын тархалттай цэвдэг 5745 км² талбайг тус тус эзэлдэг. Энэ бүс нутаг нь Монгол орны хойд захад орших ба цэвдгийн тархалтын өндрийн болон өргөрөгийн зүй тогтол тодорхой илэрхээс гадна газрын гадаргын бүрхэвч цэвдгийн тархалтанд чухал ач холбогдолтой.

Хөвсгөл аймгийн Хатгал тосгон орчимд нуурын гаралтай элсэн дүүргэвчтэй хайрган хурдас бүхий мөсөрхөг цэвдэг тардаг бөгөөд 10 метрийн гүний температур нь -1.7°C байсан бол Хөвсгөл нуурын баруун эргийн Ардаг ууланд цэвдгийн зузаан 255 м гэж хэмжигдсэн байдаг (Д.Бат-Эрдэнэ, 1995). Харин Дархадын хотгорын төв хэсэгт цэвдгийн зузаан 80-100 м, өмнөд зах Мунгуушийн сайрт 28.4 м тус тус байна. Мэргэн уулын ар хажууд (1400 м) шавранцар хөрстэй цооногийн 10 метрийн гүний температур -0.1°C, цэвдгийн зузаан нь 6 м гэж тодорхойлогдсон (Д.Төмөрбаатар, 2004). Хөвсгөлийн Бүрэнхааны фосфоритын орд газрын уулс хоорондын хөндийн цэвдгийн зузаан 5-20 м, уулсын орой, ар хажууд 28-50 м байсан (Шархүү, 2011). С.И.Заболотник

Цагааннуур сумын онгоцны буудлын талбайн ойролцоох цооногийн 15 метрийн гүний температурыг -4°C гэж тогтоожээ (Д.Төмөрбаатар, 2004).

Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутаг мониторингий 33 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 7 цооногийн гүний температурын мэдээг энэхүү судалгаанд ашигласан. Хөвсгөл аймгийн Цагааннуур сумын төвд орших цооногийн 10 метрийн гүний температур 1989 онд -3.91°C , 2005 онд -3.25°C , 2014 онд -3.3°C болж нэмэгдсэн байна. Дархадын хотгорын Мунгуушийн сайрын эрэг дээрх цооногийн 15 метрийн гүний температур 1987 онд -1.22°C , 2011 онд -0.7°C , 2016 онд -0.26°C , Ардаг уулын 10 метрийн гүний температур нь 1987 онд -1.9°C , 1999 онд -1.41°C , 2011 онд -1.41°C , 2015 онд -1.33°C болж тус тус нэмэгдсэн байна (График 2-Б). Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутагт сүүлийн 26-29 жилийн хугацаанд цэвдгийн температур $0.57-0.85^{\circ}\text{C}$ -аар дулаарсан байна.

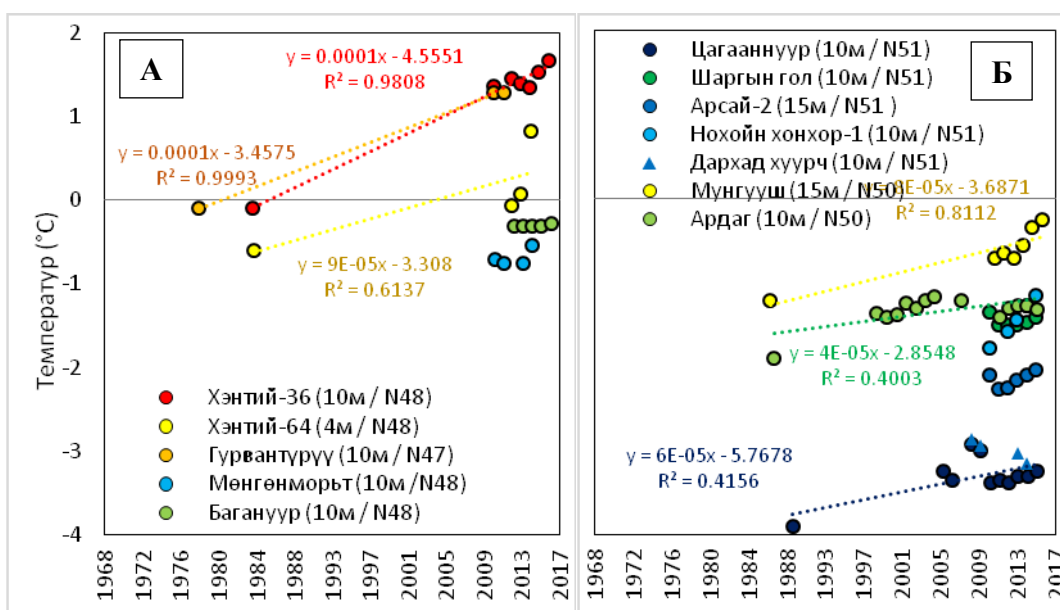
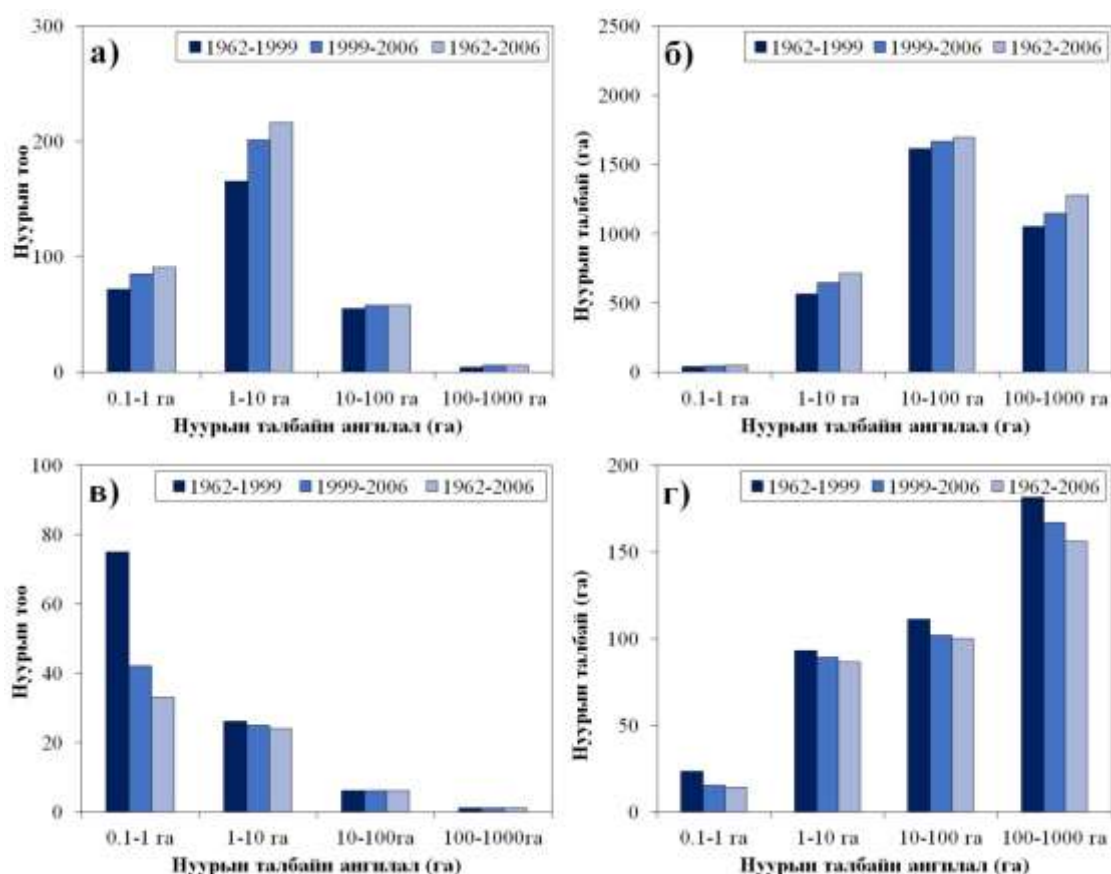


График 2. Монгол орны цэвдэгт бүс нутгуудын температурын өөрчлөлт (Хэнтий[A], Хөвсгөлийн [Б] уулархаг бүс нутаг)

Монгол орны цэвдэгт бүс нутагт орших термокарстын нуурын өөрчлөлт

Термокарстын нуур нь мөсжилт ихтэй цэвдэгтэй газар үүсдэг тул энэ нь цэвдгийн алдралыг илтгэх үндсэн индикатор болдог (van Everdingen, 2002). Сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын дулааралын нөлөөгөөр дэлхийн бөмбөрцөгийн хойт хагаст тархсан цэвдэг эрчимтэй алдралд орж термокарстын нуурууд шинээр үүсэж байна (Grosse et al., 2013). Иймд судлаачид термокарстын нуурын тоо болон гадаргын усны өөрчлөлтийг Аляск, Канад, Хятад, Сибирийн цэвдэгт бүсүүдэд онцлон судалсаар байна (Smith 2005, Plug et al., 2008, Grosse et al., 2008, Riordan et al., 2009). Харин Монгол орны хэмжээгээр термокарстын нуурын өөрчлөлтийн судалгаа өнөөг хүртэл хийгдээгүй учир бид Монгол Алтай, Говь-Алтай, Хангай, Хэнтий, Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгууд, томоохон хотос, хөндийд орших ялгаатай 7 цэг сонгон авч термокарстын нууруудын урт хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлж гаргасан (Saruulzaya et al., 2016). Термокарстын

нуурын өөрчлөлтийг тодорхойлоход өндөр нарийвчлалтай Corona KH-4, KH-4A, KH-4B (1962-1968), Landsat ETM + (1999-2001; band 8), болон ALOS/AVNIR-2 (2006-2007) хиймэл дагуулын мэдээ ашиглаж 0.1 га-аас дээш талбайтай нууруудад анализ хийсэн. Термокарстын нууруудын тоо болон талбай нь үргэлжилсэн (Зураг 2-а, б) тархалттай цэвдэгт бүсэд +21% (347-420), +7% (3680 га – 3936 га)-иар тус тус нэмэгдсэн. Сүүлийн 45 жилийн хугацаанд нийт 85 нуур шинээр (166 га) үүссэн нь термокарстын нуурын өсөлттэй хамааралтай байсан. Учир нь 10 га-аас бага хэмжээтэй олон жижиг нуурууд үүссэн. Харин эсрэгээрээ тохиолдлын (Зураг 2-в, г) тархалттай цэвдэгт бүсэд 1962-2007 оны хооронд нуурын тоо болон талбай –42% (118-68), –12% (422 га – 371 га)-иар буурсан. Энэхүү өөрчлөлт нь уур амьсгал болон тухайн газрын цэвдэгийн нөхцөлүүдээс хамаарч байсан. Учир нь 1962 оноос хойш жилийн дундаж агаарын температур, боломжит ууршилтын хэмжээ үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд тохиолдлын тархалттай бүсээс харьцангуй өндөр байсан. Иймд уур амьсгалын дулаарлын нөлөөгөөр газрын доорх мөсжилт ихтэй цэвдэг гэсэлтэнд орж үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд нуурын тоо болон талбай өссөн бол тохиолдлын тархалттай бүсэд термокарстын нуурын ширгэлт нь устаж үгүй болж буй цэвдэг, гадаргын усны ууршилт болон газрын доорх усны нэвчилтийн нөлөөллөөс хамаарч байгаа нь тогтоогдсон.



Зураг 2. Монгол орны цэвдгийн үргэлжилсэн (а, б) ба тохиолдлын (в, г) тархалттай бүсүүд дэх термокарстын нуурын тоо, талбайн өөрчлөлт (1962-2007 он).

Дүгнэлт

Монгол оронд 1968 оноос хойш хийсэн цэвдгийн мониторингийн хэмжилтийн мэдээг энэхүү судалгаанд ашигласан бөгөөд температурын хандлагаас үзвэл 10 жил тутамд 0.04°C – 0.29°C хооронд дулаарсан байна. Бүс нутаг бүрт дулаарлын эрчим харилцан адилгүй байгаа хэдий ч ихэнх цооногийн цэвдгийн температур 10 жил тутамд 0.15 - 0.22°C хооронд нэмэгдсэн зүй тогтол ажиглагдсан бол Дархадын хотгорын Мөнгүүшийн сайрын эрэг дээр орших цооногийн температур 10 жилд 0.29°C -ээр дулаарах зүй тогтол ажиглагдсан нь мөсжилт багатай, дулаан дамжуулалт хөрс тархсан байдагтай холбоотой байсан. Хөвсгөлийн уулсын хэмжээнд өмнөх 10 жилийн цэвдгийн дулаарлын эрчим сүүлийн 10 жилд нэмэгдэж байгааг тэмдэглэгдэж байсан. Говь-Алтайн нурууны салбар болох Гичгэний нурууны уулс хоорондын хөндийд орших Эрдэнэ-1 цооногийн температурын өсөлт 10 жилд 0.04°C . Цэвдэгт бүс нутгуудын зах хэсэг болон өмнөд бүс нутгаар цэвдгийн дулаарлын эрчим харьцангуй бага байгаа нь хөрсөнд ирж буй дулаан түүнийг дулаацуулахын зэрэгцээ түүнд агуулагдаж буй мөсийг гэсгээхэд зарцуулагдаж байна (нууц дулаан шингээлт). Харин хөрсний температур тэг хэмээс их болсон тохиолдолд түүний температур огцом нэмэгддэг. Төв аймгийн Баян, Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт орших цооногийн 10 м гүний хөрсний температур 1970-1980 онд -0.1°C орчим байсан бол сүүлийн үеийн хэмжилтээр энэхүү температур нь 1.3°C хүрч нэмэгдсэн. Термокарстын нууруудын өөрчлөлтийн үр дүнгээс хархад үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд нуурын тоо болон нуурын талбай сүүлийн 45 жилийн хугацаанд тасралтгүй өссөн бол тохиолдлын тархалттай бүсэд нуурууд ширгэж, хатаж үгүй болсон. Эдгээр үр дүнгүүд нь цэвдгийн алдрал бүс нутаг бүрт эрчимтэй явагдаж байгааг батлаж байна.

Ашигласан материал

Д.Бат-Эрдэнэ, Тепловой поток горных пород на территории Монголии и его влияние на многолетнемерзлую толщу, Диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук, Улаанбаатар, 1995.

Д.Даш, Монгол орны ландшафт-экологийн асуудлууд, Улаанбаатар, 2010.

Я. Жамбалжав, Уулархаг нутгийн олон жилийн цэвдгийн зураглалд загварчлалын аргыг хэрэглэх боломж, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар, (PhD диссертац) 2009.

Я.Жамбалжав, Т.Ванчиг, Д.Баттогтох, А.Саруулзаяа, А.Дашцэрэн, ба бусад, Монгол орны мөнхцэвдгийн урт хугацааны мониторинг судалгаа, Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүйн хүрээлэн ажлын эрдэм шинжилгээний тайлан, 2013.

Я.Жамбалжав, Я.Гансүх, Х.Тэмүүжин, Г.Цогт-Эрдэнэ, Ц.Ундрахцэцэг, А.Саруулзаяа, Ё.Амарбаясгалан, А.Дашцэрэн, Ш.Нарангэрэл, Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг, масштаб 1:1000 000, 2016.

Д.Төмөрбаатар, Монгол орны улирлын ба олон жилийн цэвдэг чулуулаг, Улаанбаатар, 2004.

Ш.Цэгмид, Монгол орны физик газарзүй, Улаанбаатар, 1969.

Гравис и др., Геокриологические условия Монгольской Народной Республики, Совместная Советско-Монгольская научно-исследовательская геологическая экспедиция, Труды, вып. 10, 1974

В.А.Кудрявцев, Общее мерзлотоведение, Второе издание, Издательство Московского Университета, 1978.

Hugh M. French, The Periglacial Environment, Third Edition, The University of Ottawa, John Wiley & Sons, Ltd, 2007.

N.Sharkhuu, Long-term monitoring of permafrost in Mongolia, Extended Abstracts of Second International Symposium on Mountain and Arid Land Permafrost, 22-26 August, 2011, Ulaanbaatar, Mongolia, 2011.

Tingjun Zhang, Mark A. Parsons, and Roger G. Barry, Statistics of Global Permafrost Distribution, Abstracts of Asian Conference on Permafrost, August 7-9, 2006, Lanzhou, China, 2006.

van Everdingen. 2002. Multi-Language Glossary of Permafrost and Related Ground-Ice Terms. In International Permafrost Association Standing Committee on Data Information and Communication (comp).1-88.

Grosse, G., Romanovsky, V., Walter, K., Morgenstern, A., Lantuit, H., and Zimov, S 2008. Distribution of thermkarst lakes and ponds at three Yedoma sites in Siberia. in Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost, pp. 551-556.

Grosse G, Jones B, Arp C. 2013. Thermokarst lakes, drainage, and drained basins. In: John Shroder F (Editor-in chief), Giardino R, Harbor J (Volume Editors). Treatise on Geomorphology, Vol 8, Glacial and Periglacial Geomorphology, San Diego: Academic Press; 325-353.

Plug, L.J., Scott, B.M., Walls, C 2008. Tundra lake changes from 1978 to 2001 on the Tuktoyaktuk Peninsula, western Canadian Arctic. Geophysical Research. Letter, 35: L03502. Doi:10.1029/2007GL032303.

Smith, L.C, Sheng, Y., MacDonald, G.M, Hinzman, L.D 2005. Disappearing Arctic Lakes. Science, 308:1429.

Riordan, B., Verbyla, D. & McGuire, A.D. 2006. Shrinking ponds in subarctic Alaska based on 1950–2002 remotely sensed images. Journal of Geophysical Research 111: G04002.

A.Saruulzaya, M. Ishikawa, Ya.Jambaljav. “Thermokarst Lake Changes in the Southern Fringe of Siberian Permafrost Region in Mongolia Using Corona, Landsat, and ALOS Satellite Imagery from 1962 to 2006”, Journal of Advances in Remote Sensing. 2016. 5, pp 215-231.