

ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ
ГАЗАРЗҮЙ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ХҮРЭЭЛЭН



МОНГОЛ ОРНЫ ГАЗАРЗҮЙ-ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДАЛ

№40

Улаанбаатар 2019

ГАРЧИГ

НЭГДҮГЭЭР БҮЛЭГ. **СУУРЬ СУДАЛГАА** /Газарзүй, орчин судлал, экологийн суурь судалгааны үр дүн болон судалгааны арга зүйн асуудал/

Ганга нуурын орчмын газрын доорх усны нөөц, горимын судалгаанд геофизикийн арга ашиглах нь Ё.Амарбаясгалан • Я.Жамбалжав • Б.Бямбахорол • А.Дашцэрэн	17
Говийн заган ойн хөрсний шинж чанар О.Батхишиг • Н.Батхүү • Сэр-Оддамба	29
Цэвдэг, улирлын хөлдөлттэй газар нутгийн дулааны солилцоо ба түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс А.Дашцэрэн	38
Сибирийн хүр эрвээхэйн хүрэнцэрийн толгойн өргөний статистик шинжилгээний дүнгээс Н.Цагаанцоож • Д.Ганбат • А.Мөнгөнхуяг	46
Сумын төвийн үйлчилгээний үүргийн бүтцийн өөрчлөлт Д.Хишигдорж • Г.Урантамир • Б.Батбуян	51
Түргэн уулын дархан цаазат газрын мөстлөгийн өөрчлөлт О.Мөнхдулам • Т.Даваагатан • Э.Авирмэд • Б.Оюунгэрэл	58
Бэлчээрийн малын экологийн зохистой нутгийг сумын түвшинд зураглах нь (Хэнтий аймгийн Жаргалтхаан сумын жишээгээр) Г.Урантамир	69
Бэлчээр ашиглалтыг олон нийтийн хандлагаар тодорхойлох асуудалд Д.Энхжаргал • Б.Нарангэрэл • Д.Оюунбаатар	78
Улиасан ойн судалгаа Э.Батдорж • Д.Цэндсүрэн • Х.Билгүүн	86
Уур амьсгалын өөрчлөлтөнд хөдөөгийн малчдын дасан зохицох хандлагыг судалсан зарим үр дүнгээс (Хөвсгөл, Эрдэнэбулган сумын жишээгээр) С.Энх-Амгалан • Б.Мэндсайхан • Н.Болдбаатар • Э.Должинсүрэн • Олаф Женсен • Ж.Оюунгэрэл	93
Шарын голын усны чанарын судалгааны дүнгээс Ч.Жавзан • Д.Төмөрсүх	105
Говийн бүсэд таримал модны шавжийн судалгааны дүнгээс Н.Цагаанцоож • С.Мөнхцэцэг • Г.Ган-Эрдэнэ	112
Буянт голын савын хөрсөн бүрхэвч, өнгөн хөрсөнд агуулагдах зарим хүнд элементийн судалгаа (cr, pb, ni, zn, cd) Д.Батцэцэг • Ч.Лхагвасүрэн • Батхишиг	123

ТҮРГЭН УУЛЫН ДАРХАН ЦААЗАТ ГАЗРЫН МӨСТЛӨГИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ

**О.Мөнхдулам, *Т.Даваагатан*

*- ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн

Abstract

The protected area is divided into four categories according to the nature of the sites and protection regime under which they are managed such as strictly protected area, national conservation parks, nature reserve, and natural and historical monuments. Strictly Protected Areas are regions of land designated by the Mongolian government as wildlife preservation areas. Glaciers in the Turgen Mountain strictly protected area of Mongolia provide an estimated 20% of the total glacier cover within the country. Turgen and Kharkhiraа mountain glacier cover located this strictly protected area. The aim of this study was to estimate glacier cover using optical remote sensing data Turgen Mountain strictly protected area in Uvs province, Mongolia. Two widely used snow indices were compared for this study: Normalized Difference Snow Index (NDSI) and Snow Grain Size Index (SGI). Both indices were trained to estimate glacier cover derived from Landsat Thematic Mapper (TM), and Observed Land Imagery (OLI) multi-temporal satellite imagery. The result shows that NDSI was successful delineated glacier cover from other land covers. However, NDSI was sensitive to water bodies found on the lower ground within the study area. NDSI and SGI created comparable results; the SGI was capable of mapping glacier snow cover from other related land covers with more accuracy. Using SGI, a spatial map of glacier cover change Turgen Mountain strictly protected area Mongolia at a spatial resolution of 30 m was generated. The result shows that area of the glacier cover of this study area decreased by 62.3 % (6864 ha) between June 1992 and June 2017. In order to examination, we were to explore the possibility glacier change of the accumulation and ablation zones. The result demonstrated that area of the glacier cover of accumulation and ablation zones reduced by 78.1%, by 50.9% respectively from June 1992 to June 2017.

Түлхүүр үг: Мөстлөг, цасны индекс, хиймэл дагуулын мэдээ, тусгай хамгаалалттай газар нутаг

Үндэслэл

Мөстлөг, мөнх цасан бүрхэвчийн орон зай, цаг хугацааны хяналт шинжилгээ нь мөсний гэсэлтийн урсац болон усны нөөцийн менежментэд чухал ач холбогдолтойгоос гадна (Parajka et al, 2012; Tekeli, 2012; Kour et al, 2015) газар доорх усны нөөцийг хадгалах, цаашлаад цэнгэг усны үнэ цэнэтэй эх сурвалж, усзүйн эргэлтийн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг (Brown, 2000; Yang et al, 2003; Zhou and Li, 2003; Tong and Velicogna, 2010), уур амьсгалын өөрчлөлтийн гол индикатор болдог (Krumwiede et al, 2014). Мөн мөстлөг нь дулааны горимд нөлөөлж, орон нутгийн болон бүс нутгийн тэр ч байтугай дэлхийн цацрагийн тэнцвэрт байдалд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Үүнээс гадна, мөстлөг, цасан бүрхэвч нь бүс нутгийн хөрсний шинж чанар, ургамлын бүтэц, ургамлын бүлгэмдэлд хүчтэй нөлөө үзүүлдэг (Darmody et al, 2004; Löffler, 2005). Тэгвэл орон нутгийн түвшинд мөстлөг, цасан бүрхэвч нь ус нэвчүүлэх чадвар, температур, чийгшил, бичил биетний үйл ажиллагаа, нүүрстөрөгчийг шингээх чадвар зэрэг хөрсний үзүүлэлтүүдэд хүчтэй нөлөөлдөг (Isard et al, 2007).

Дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй хүрээлэн буй орчны хувьсал өөрчлөлт, доройтол, гамшигт үзэгдлүүд хүн төрөлхтний амьдралд хүчтэй мэдрэгдэж биднийг сандаргах түгшүүртэй зэрэгцэн чимээгүйхэн нүүрлэж буй гамшигт үзэгдэл бол мөнх цаст уулс хучлагаа гэвж, мөсөн голууд эрчимтэй хайлж буй явдал юм. Ийнхүү мөнх цаст уулс, мөсөн голууд “хөдөлгөөнд орсон” нь агаарын дундаж температур нэмэгдсэнтэй шууд холбоотой (Өнөөдөр сонин, 2017).

Гадаад, дотоодын олон эрдэмтэн, судлаачид тандан судалгааны бүтээгдэхүүн, газарзүйн мэдээллийн системийн технологийг ашиглан Монгол орны мөстлөгийн талаар (Erdenetuya et al, 2002; Lehmkühl et al, 2003; Tstomu and Gombo, 2007; Kadota and Davaa, 2007; Khrutsky and Golubeva 2008; Tuvjargal et al. 2008; Yabuki et al, 2009; Kadota et al. 2011; Kamp et al, 2013; Krumwiede et al, 2014; Ganiushkin et al, 2015; Syromyatina et al (2015); Lehmkühl et al, 2016) нэлээдгүй судалгааны ажлууд хийж, мөстлөгийг бүрэн хамруулсан

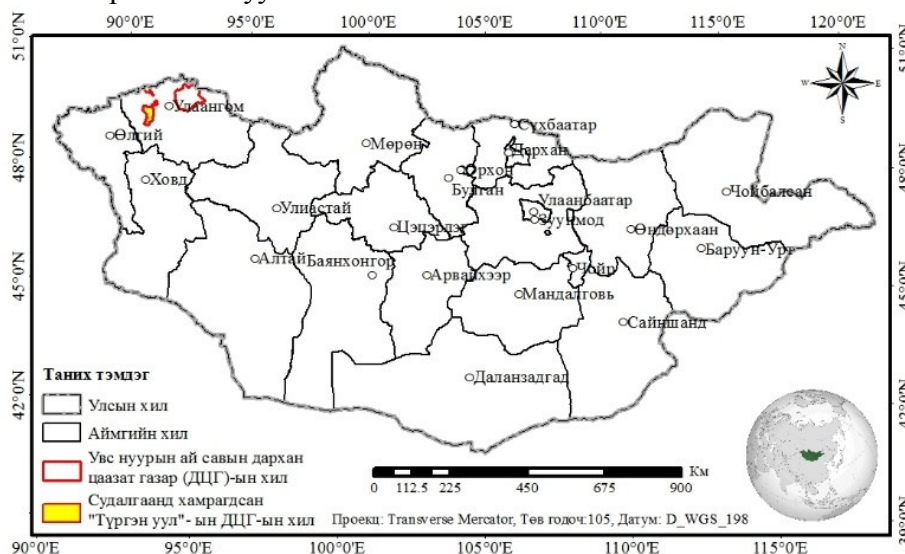
судалгааны бүтээлүүд хэвлэгдсэн хэдий ч өнөөдрийг хүртэл мөстлөг хэдий хэр талбайг хамар ч байгаа нь тодорхойгүй хэвээр байна (Krumwiede et al, 2014). Үүний шалтгаан нь олон жилийн өмнө судлан тогтоосон тоо, хэмжээ өнөөдөр хэд болж буурсан, хичнээн нь алдралд орж хайлж үгүй болж байгааг жил бүр бүртгэж, хянах механизм бүрдээгүйтэй холбоотой юм. Нөгөө талаас томоохон мөстлөг мөсөн голуудаа тоолж бүртгээд бусдыг нь орхигдуулж ирсэнтэй холбоотой (Өнөөдөр сонин, 2017).

Тэгвэл, тандан судалгааны хөгжлийн түвшин шинэ шатанд гарсан энэ цаг үед цаг хугацаа, орон зайн хувьд өндөр, дунд, бага нягтшилтай оптикийн, радарын, лидарын, хайперспектрийн зэрэг тандан судалгааны хиймэл дагуулын өгөгдөл, газарзүйн мэдээллийн системийн дэвшилтэд технологиудыг мөстлөгийн судалгаанд ашиглах боломж бидэнд нээлттэй юм. Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан мөстлөгийн өөрчлөлтийг тооцох чиглэлийн судалгааны ажил Монгол оронд 2000 оны эхэн үеэс эрчимжиж нэлээдгүй судалгааны ажлууд хийгдсэнээс **Эрдэнэтуяа нар (2002)**, Хархираа, Түргэн, Мөнххайрхан, Цамбагарав, Сайр зэрэг уулын мөстлөгийн талбайн хэмжээг 1992, 2000, 2002 оны ландсат TM, ETM хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тооцож үзэхэд 1992 оноос 2002 он хүртэл 11 гаруй жилийн хугацаанд Хархираа уулынх 45.5%-иар, Түргэн уулын 33.7%-иар, Мөнххайрхан уулынх 25.5%-иар, Цамбагарав уулынх 21.4%-иар, Сайр уулынх 42.5%-иар тус тус багассан байна. Тэгвэл энэ өөрчлөлт 2017 оны байдлаар ямар түвшинд хүрээд байгаа аажмаар хайлсаар, ширгэж үгүй болбол ямар хор уршигтай, түүний хамгаалах боломж байна уу, үгүй юу гэдэг нь бидний анхаарлыг татсан юм.

Энэхүү судалгааны зорилго нь ландсат TM, OLI хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан Түргэн уулын дархан цаазат газрын (ДЦГ) мөстлөгийн талбайн өөрчлөлтийг үнэлэх зорилготой. Хүний үйл ажиллагаанаас алслагдсан, бартаа саад ихтэй, өндөр уулсын бүсэд орших Монгол улсын тусгай хамгаалалттай газар нутгийн хатуу хамгаалалттай ангилалд хамрагдах ДЦГ-ын мөстлөгийг сонгон судлах болсон өөр нэг шалтгаан нь байгалийн болон хүний үйл ажиллагааны хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийн аль нь илүү давамгайлж байгааг тогтоох, түүнд шинжлэх ухааны үндэслэлтэй хариулт өгөх зорилготой.

Судалгаанд хамрагдсан нутаг

1993 онд УИХ-ын 83 дугаар тогтоолоор Увс нуурын ай савыг кластерийн дархан цаазат газар болгож а) Увс нуурын б) Түргэн уулын в) Цагаан Шувуут уулын дархан цаазат газар гэсэн 3 кластерийг байгуулсан.



1 дүгээр зураг. Судалгаанд хамрагдсан нутаг

Үүнээс Түргэн уулын дархан цаазат газар нь мөсөн гол, мөнх цас элбэгтэй, Монгол орны уулсын мөстлөгийн 20%-ийг эзэлдэг (Мягмарсүрэн нар, 2015). Хархираа болон Түргэн уулын мөстлөг нь Түргэн уулын ДЦГ-т хамрагддаг онцлогтой юм. Нөгөө талаас, Монгол улс тусгай хамгаалалттай газар нутгийн (ТХГН) шинэ ангиллыг тогтоож хууль, дүрэм батлагдаж Олон Улсын жишигт нийцсэн ТХГН-ийн ангиллаар зохистой сүлжээ байгуулж (Оюунгэрэл нар, 2010) эхэлснээс хойш 20 гаруй жил болж байна. Энэ хугацаанд Монгол улс нийт нутаг дэвсгэрийнхээ 17.8% буюу 27.9 сая га талбай бүхий 93 хэсэг газар тусгай хамгаалалттай газрын сүлжээнд хамрагдаад байна (Оюунгэрэл, 2018). Тэгвэл, Увс нуур ай савын дархан цаазат газар (ДЦГ) анх байгуулагдаж байсан цагаас хойш өнөөг хүртэл даруй 20 гаруй жил өнгөрөөд байна. Энэ хугацаанд тус ДЦГ хэрхэн хамгаалагдаж байна, хамгаалсны үр дүнд байгаль орчны төлөв байдал сайжирсан уу, муудсан уу, цаашид ямар менежмент шаардлагатай байгаа зэрэг асуудалд хариулт өгөх зорилгоор дүн шинжилгээг Түргэн уулын дархан газрын жишээн дээр авч үзлээ (1 дүгээр зураг).

Судалгаанд ашигласан мэдээ, арга зүй

Судалгаанд ашигласан мэдээ

Судалгааны ажлын зорилго нь дунд нарийвчлалтай оптикийн хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан ДЦГ-ын мөстлөгийн талбайг оновчтой тооцох. Энэ зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд 1992 оны 6 сарын ландсат 4, 2017 оны 6, 9 сарын ландсат 8 хиймэл дагуулын мэдээг холбогдох эх сурвалжаас татаж, анхан шатны боловсруулалтыг хийж дүн шинжилгээнд ашигласан (1 дүгээр хүснэгт). Мэдээ боловсруулах эхний алхам радиометрийн болон агаар мандлын засвар хийхээс эхэлсэн. Радиометрийн заслыг агаар мандлын төлөв байдал болон зураг авах системээс үүсэлтэй зургийн тодролын өөрчлөлтийг засах, мэдээллийг дамжуулах болон хадгалах үед алдагдсан мөр, цэгүүдийг нөхөх, олон сувгийн тодролын харьцааг үнэн зөв байлгах зорилгоор хийсэн. Усны уур, аэрозолийн тархалтын нөлөөг арилгах, тодролыг сайжруулах зорилгоор агаар мандлын заслыг хийсэн. Дээрх заслыг хийхэд QGIS 2.18 SCP plugin хэрэгсэлүүрийг ашигласан. Агаар мандлын заслыг хийсний дараа хөх гэрлийн мужаас богино долгионт ойрын нил улаан туяаны муж хүртэл 6 сувгийн мэдээг нэгтгэж дүн шинжилгээнд ашигласан. Дүн шинжилгээнд QGIS 2.18, ArcMap 10.4, ENVI v5.1 зэрэг программ хангамжийг ашигласан.

1 дүгээр хүснэгт. Ашигласан мэдээ

Растер мэдээ					
Мэдээний төрөл	Суваг	Нягтшил	Мөр/ багана	Огноо	Эх сурвалж
Ландсат 4 (TM)				1992-06-25	
Ландсат 8 (OLI)	2-5	30 м	142025	2017-06-29	https://earthexplorer.usgs.gov/
Ландсат 8 (OLI)				2017-09-17	

Судалгааны арга зүй

Ландсат хиймэл дагуулын мэдээнээс мөстлөгийн талбайн хэмжээг тооцож, зураглах судалгаанд цасны нормчлогдсон индекс (NDSI- normalized difference snow index), цасан ширхэгийн индекс (SGI- snow grain size index), цасны дулааны нормчлогдсон индекс (NDSTI- normalized difference snow thermal index), цасны гол бүрэлдэхүүн хэсгийн нормчлогдсон индекс NDPCSI (Normalized Difference Principal Component Snow Index) зэрэг индексүүдийг түгээмэл ашигладаг бөгөөд эдгээр нь өөр өөрийн гэсэн давуу болон сул талуудтай. Эдгээрээс судалгаанд цасны нормчлогдсон индекс (NDSI) болон цасны ширхэгийн индекс (SGI)-ийг харьцуулан судалсан.

Hall (1995) нарын боловсруулсан цасны нормчлогдсон индекс (NDSI)-ийг цастай болон цасгүй пикселийг ялгахад өргөн хэрэглэгддэг, цасан бүрхүүлийн талбайг дүрслэн харуулахаас гадна бөөн үүлнээс цас болон мөсийг ялгахад ихээхэн тустай (Negi et al, 2009).

NDSI-ийн давуу тал нь гадаргын нөлөөг харгалзан үздэг бөгөөд уулын сүүдэр дэх цасыг ялган дүрслэх чадавхтай (Kulkarni et al, 2002). NDSI-ийн утга -1 -ээс $+1$ хооронд хэлбэлзэх бөгөөд босго утгыг 0.4 тодорхойлох ба дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ (Hall et al, 1995; Forpa and Seiz, 2012).

$$NDSI = \frac{band_{green} - band_{swir}}{band_{green} + band_{swir}} \quad (1)$$

Энд, $band_{green}$ – ногоон туяаны муж

$band_{swir}$ – богино долгионт хэт улаан туяаны муж

Судалгаанд мөн цасан ширхэгийн индексийг ашигласан. Negi et al (2010) цасан ширхэгийн хэмжээнд үндэслэн цасны спектрийн ойлтыг хэмжиж цасан ширхэгийн хэмжээ нэмэгдэхэд цасан ширхэгийн индексийн утга нэмэгдэж байгааг баталсны үндсэн дээр SGI-ийг тооцох дараах томъёог (2) санал болгосон.

$$SGI = \frac{band_{green} - band_{nir}}{band_{green} + band_{swir}} \quad (2)$$

Энд, $band_{green}$ – ногоон туяаны спектрийн муж

$band_{nir}$ – нил улаан туяаны спектрийн муж

Үр дүн

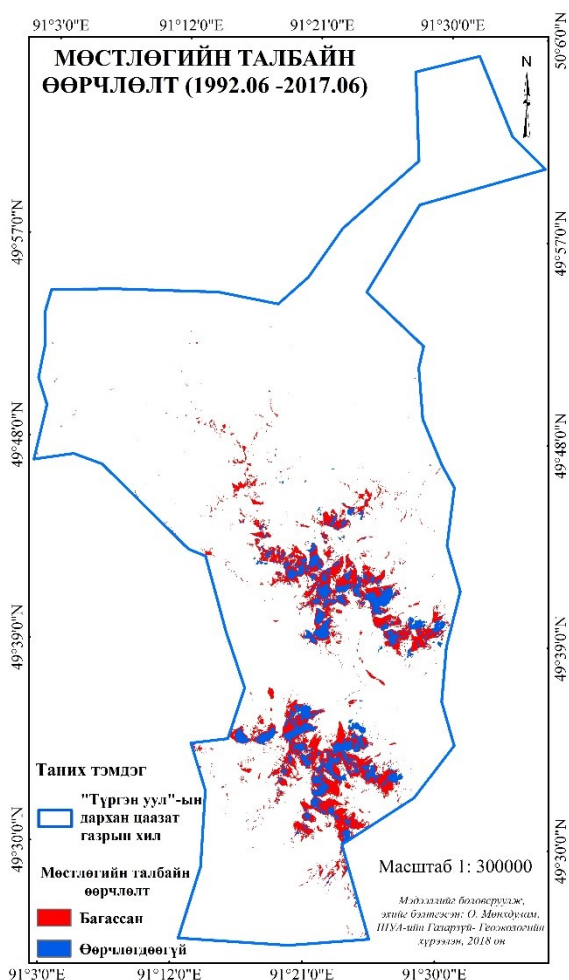
Судалгаанд цасны 2 индексийг (NDSI, SGI) харьцуулан судалсан. NDSI-ийн тоон утга -1 -ээс $+1$ хооронд хэлбэлзэж байсан бөгөөд Kulkarni (2001) болон Hall (2002) нарын судалгаанд үндэслэн (Hall, 2002; Kulkarni, 2001) босго утгыг 0.4 -өөр тооцсон. Дүн шинжилгээнээс үзэхэд цасны нормчлогдсон индекс (NDSI) нь газрын бүрхэвчийн бусад хэв шинжээс мөнх цас, мөсөөр бүрхэгдсэн газрыг оновчтой ялган дүрсэлж байсан. Хэдий тийм ч NDSI нь судалгааны талбай дахь гүехэн усан биетийг нарийн мэдэрч, спектрийн хувьд өндөр давхцалтай биетүүдийг мөстлөгөөс ялгах чадвар сул байгаа нь ажиглагдсан. Энэ нь цасны нормчлогдсон индексийн сул тал юм. Харин цасан ширхэгийн индекс (SGI) нь цасгүй болон мөстлөг, мөнх цасаар бүрхэгдсэн газрыг өндөр нарийвчлалтайгаар оновчтой ялган дүрсэлж байснаас гадна мөс, цасаар бүрхэгдсэн газрыг дотор нь ангилан ялгах чадвар өндөр байгаа нь судалгаагаар батлагдсан. Эдгээр 2 дүн шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд орон зайн хувьд дунд нарийвчлалтай оптикийн тандан судалгааны хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан мөстлөгийн талбайн хэмжээг тооцож, зураглахад цасан ширхэгийн индексийн аргачлалыг ашигласан. Цасан ширхэгийн хэмжээ нь цасны насжилтад нөлөөлдөг (Wiscombe and Warren, 1980), мөн цасан ширхэгийн хэмжээ нэмэгдэхэд цасны спектрийн ойлт буурдаг болохыг тогтоожээ (Dozier et al, 1988; Dozier et al, 2009). Цасан ширхэгийн хэмжээ нь мөсөн бүрхүүлийн гадаргуугийн шинж чанар, цасны гэсэлт, цаст манхныг тодорхойлоход тустай бөгөөд цасан бүрхүүлийн энергийн тэнцвэрт өөрчлөлтийг илэрхийлдэг гэжээ (Nolin and Stroeve, 1997).

ДЦГ-ын мөстлөгийн талбайн өөрчлөлтийг тооцож, зураглахад цасан ширхэгийн индексийг ашигласан, үр дүнг зураг, хүснэгтэд тус тус үзүүлэв (2, 3 дугаар зураг, 2 дугаар хүснэгт). “Түргэн уул”-ын ДЦГ-ын мөстлөгийн талбай 1992 оны 06 сарын байдлаар 11012 га, 2017 оны 06 сард 4148 га болж өнгөрсөн 25 жилийн хугацаанд 62.3%-иар багассан. Харин 1992 оны 06 сарын үр дүнг 2017 оны 09 сарын үр дүнтэй харьцуулж үзэхэд мөстлөгийн талбай 38.5%-иар багассан байна. Үр дүнгээс үзэхэд мөстлөгийн талбайн өөрчлөлтөд улирлын ялгаа тод илэрч байна. Түргэн уулын дархан цаазат газарт Хархираа болон Түргэн уулын мөстлөг бүхлээрээ хамрагддаг учир өөрчлөлтийг уул тус бүрээр тооцов. 1992 оны 06 сарын үр дүнг 2017 оны 06 сарын үр дүнтэй харьцуулж үзэхэд Түргэн уулынх 74.6%-иар, Хархираа уулынх 48.7%-иар тус тус мөстлөгийн талбай багассан (2 дугаар хүснэгт).

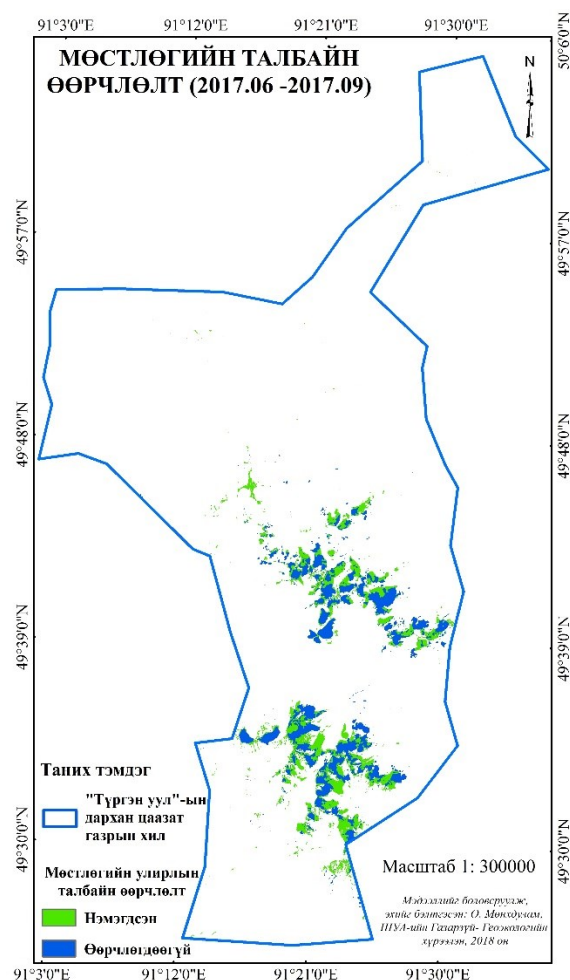
2 дугаар хүснэгт. ДЦГ-ын мөстлөгийн талбайн өөрчлөлт, 1992-2017 он

№	Газрын нэр	Мөстлөгийн талбайн хэмжээ (га)			Өөрчлөлт, га	
		1992-06	2017-06	2017-09	1992.06-2017.06	1992.06-2017.09
1	Түргэн уулын ДЦГ	11012	4148	6770	-6864	-4242
Үүнээс:						
2	Түргэн уулынх	5780	1468	2949	-4312	-2831
3	Хархираа уулынх	5232	2680	3821	-2550	-1411

Харин 1992 оны 06 сарын үр дүнг 2017 оны 09 сарын үр дүнтэй харьцуулж үзэхэд Түргэн уулынх 49.0%-иар, Хархираа уулынх 27.0%-иар тус тус мөстлөгийн талбай багассан. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Түргэн уулын мөстлөгийн талбайн хэмжээ илүү эрчимтэй алдралд орж, устаж үгүй болсон байна. Байгалийн хүчин зүйлүүд богино зайд хувьсан өөрчлөгддөг хэдий ч газарзүйн хувьд ижил төстэй байршилтай, хүний үйл ажиллагаанаас алслагдсан, дархан цаазат газрын ангиллаар Монгол улсын тусгай хамгаалалтад хамрагдаад 20 гаруй жил болж буй Түргэн болон Хархираа уулсын мөстлөгийн талбайн өөрчлөлт нэлээдгүй зөрүүтэй байгаа нь уулсын байршил, чиглэл, уул нуруудын үргэлжилсэн байдал, морфоструктурын онцлог, ландшафтын хэв шинж зэрэг олон хүчин зүйлсийн нөлөөллөөс хамаарна. Үүнээс гадна, мөстлөгийн судалгаанд зайлшгүй харгалзан үзэх чухал үзүүлэлтүүд бол мөстлөгийн хуримтлалын бүс, алдралын бүс, тэнцлийн шугам, мөстлөгийн масс, баланс судалгаа юм.



2 дугаар зураг. ДЦГ-ын мөстлөгийн талбайн олон жилийн өөрчлөлт (1992.06-2017.06)



3 дугаар зураг. ДЦГ-ын мөстлөгийн талбайн улирлын өөрчлөлт (2017.06-2017.09)

Мөстлөгийн хуримтлал гэж мөстлөгийн массыг нэмэгдүүлж байгаа (цасан бүрхэвч нэмэгдэх, цан үүсэх, цас салхиар хуримтлагдах гэх мэт) хүчин зүйлүүд, харин мөстлөгийн алдрал гэж мөстлөгийн массыг бууруулж байгаа (гэсэлт, цасан нуранги, гүний алдрал гэх мэт) хүчин зүйлүүдийг хэлэх бөгөөд мөстлөгийн хуримтлал болон алдрал тэг байх тэр хязгаарыг тэнцлийг шугам гэж нэрлэдэг (Kotlvakov, 1931, Тэмүүжин нар, 2017). Эндээс бид тус ДЦГ-ын мөстлөгийн хуримтлал (accumulation)-ын болон алдрал (ablation)-ын бүсийн талбайн хэмжээг тооцох зорилт дэвшүүлсэн болно.

Мөстлөг, цасан бүрхэвчийн судалгаанд түгээмэл ашиглагддаг NDSI, SGI, NDPCSI гэх мэт индексүүдийн тоон утга -1- +1 хооронд хэлбэлзэх ба тоон утгаас нь хамааруулан мөстлөг, цасан бүрхэвчийн зургийг ялгаатай ангиудад хувааж, олон янзаар ангилсан байдаг (Hall et al, 1995; Foppa and Seiz, 2012; Pope and Rees, 2014), хэдий ч индексийн 0.4-өөс дээших босго утгыг хуримтлалын бүс гэж үзжээ (Pope et al, 2015).

Судалгаанд ашигласан цасан ширхэгийн индексийн босго утгыг 0.4-өөр тогтоож хуримтлалын болон алдралын бүсийн талбайн өөрчлөлтийг тооцов (3 дугаар хүснэгт).

3 дугаар хүснэгт. ДЦГ-ын мөстлөгийн хуримтлалын болон алдралын бүсийн талбайн өөрчлөлт

№	Бүс	Мөстлөгийн талбайн хэмжээ, га		Мөстлөгийн талбайн өөрчлөлт (1992.06-2017.06)	
		1992-06	2017-06	га	%
1	Нийт талбай	11012	4148	-6864	-62.3
2	Хуримтлалын бүс	4610	1009	-3601	-78.1
3	Алдралын бүс	6402	3139	-3262	-50.9

3 дугаар хүснэгтээс үзэхэд 1992 онд “Түргэн уул”-ын ДЦГ-ын буюу Түргэн, Хархираа уулын мөстлөгийн 41.8% нь хуримтлалын бүсэд, 58.2% нь алдралын бүсэд тус тус хамрагдаж байсан бол 2017 оны байдлаар энэ харьцаа 24.4%, 75.6% болж хуримтлалын бүсийн талбай 78.1%-иар, алдралын бүсийн талбай 50.9%-иар тус тус багассан байна.

Хэлэлцүүлэг

“Түргэн уул”-ын ДЦГ-ын мөстлөгийн талбай 1992 оны 06 сарын байдлаар 11012 га, 2017 оны 06 сард 4148 га болж өнгөрсөн 25 жилийн хугацаанд 62.3%-иар багассан. Харин 1992 оны 06 сарын мөстлөгийн талбайг 2017 оны 09 сарын үр дүнтэй харьцуулж үзэхэд 38.5%-иар багассан байна. Үр дүнгээс үзэхэд мөстлөгийн талбайн өөрчлөлтөд улирлын ялгаа тод илэрч байна. Эдгээр өөрчлөлтийг уул тус бүрээр тооцож үзвэл (1992, 2017 онуудын 06 сарын байдлаар) Түргэн уулын 74.6%-иар, Хархираа уулынх 48.7%-иар тус тус багассан (2 дугаар хүснэгт). Өнгөрсөн хугацаанд, ландсат хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан Хархираа, Түргэн уулын мөстлөгийн талбайг тооцсон бусад судлаачдын судалгааны үр дүнтэй харьцуулж хүснэгтэд үзүүлэв (3 дугаар хүснэгт).

3 дугаар хүснэгт. Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тооцсон Хархираа, Түргэн уулын мөстлөгийн талбайн хэмжээ

Ашигласан мэдээ	Огноо	Нийт талбай, га	Үүнээс:		Эх сурвалж
			Түргэн уул, га	Хархираа уул, га	
Ландсат	1989	11190	5660	5530	Kamp and Pan, 2013
Ландсат	1992	10840	5100	5740	Даваа болон Баасандорж, 2005
Ландсат*	1992	7520	3860	3660	Khrutsky and Golubva, 2008
Ландсат	1992	10840	5103	5737	Эрдэнэтуяа нар, 2002
Ландсат	1992	11250	-	-	Тэмүүжин нар, 2017

Ландсат	1992	11012	35770	5232	О.Мөнхдулам нар, 2018
Ландсат	1998	9580	-	-	Тэмүүжин нар, 2017
Ландсат	2000	7078	3470	3608	Эрдэнэтуяа нар, 2002
Ландсат	2000	7080	3470	3610	Kadota and Davaa, 2004
Ландсат	2000	7084	3474	3610	Кадота болон Даваа нар, 2007
Ландсат	2000	7078	3470	3608	Эрдэнэтуяа нар, 2002
Ландсат*	2001	8530	3980	4550	Kamp and Pan, 2013
Ландсат	2002	6509	3380	3129	Эрдэнэтуяа нар, 2002
Ландсат	2002	6510	3380	3130	Даваа болон Баасандорж, 2005
Ландсат	2002	6300	3370	2930	Khrutsky and Golubva, 2008
Ландсат	2010	6180	3180	3000	Kamp et al, 2013
Ландсат	2010	6340	3240	3100	Kamp and Pan, 2013
Ландсат*	2010	4710	-	-	Тэмүүжин нар, 2017
Ландсат	2016	4310	-	-	Тэмүүжин нар, 2017
Ландсат	2017	4148	1468	2680	О.Мөнхдулам нар, 2018

Эдгээр судалгааны үр дүнгээс хэт их хазайлттай (*) үр дүнг хасаж тооцвол Түргэн, Хархираа уулын мөстлөгийн талбайн хэмжээ 1989 онд 11190 га, 1992 онд дунджаар 10985 га (хэлбэлзэл 10840-11250 га), 1998 онд 9580 га, 2000 онд дунджаар 7080 га (хэлбэлзэл 7078-7084 га), 2002 онд дунджаар 6440 га (хэлбэлзэл 6180-6510 га), 2010 онд дунджаар 6260 га (хэлбэлзэл 6180-6340 га), 2016 онд 4310 га, 2017 онд 4148 га болж багассан гэж бүртгэгдсэн байна.

Дээрх судлаачдын судалгааны үр дүнг нэгтгэж үзэхэд Түргэн, Хархираа уулын мөстлөгийн талбай хэмжээ

- 1989-1992 оны хооронд 1.80%-иар
- 1992-1998 оны хооронд 12.7%-иар
- 1992-2000 оны хооронд 35.5%-иар
- 1992-2002 оны хооронд 41.3%-иар
- 1992-2010 оны хооронд 43.0%-иар,
- 1992-2016 оны хооронд 60.7%-иар,
- 1992-2017 оны хооронд 61.5%-иар тус тус багассан байна.

Дүгнэлт

Судалгаагаар ландсат 4, 8 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан Түргэн уулын ДЦГ-ын мөстлөгийн талбайн олон жилийн болон улирлын өөрчлөлтийг тооцож, тархалтын зургийг боловсруулав. Судалгаанд мөстлөг, цасан бүрхэвчийн судалгаанд өргөн хэрэглэгддэг цасны 2 индексийг (NDSI, SGI) харьцуулан судалсан.

Судалгааны үр дүнгээр цасны нормчлогдсон индекс (NDSI) нь газрын бүрхэвчийн бусад хэв шинжээс мөнх цасаар бүрхэгдсэн газрыг оновчтой ялгаж байсан хэдий ч судалгааны талбай дахь гүехэн усан биетийг нарийн мэдэрч, спектрийн хувьд өндөр давхцалтай усан биетүүдийг цаснаас ялгах чадвар сул байгаа нь ажиглагдсан.

Харин цасан ширхэгийн индекс (SGI) нь цасгүй болон мөнх цасаар бүрхэгдсэн газрыг өндөр нарийвчлалтайгаар маш оновчтой ялган дүрсэлж байснаас гадна мөнх цасаар бүрхэгдсэн газрыг цасан ширхэгийн хэмжээгээр ангилан ялгах чадвар өндөр байгаа нь судалгаагаар батлагдсан. Цасны 2 индексийг харьцуулан судалсны үр дүнд ландсат хиймэл дагуулын мэдээнээс мөнх цасан бүрхэвчийн талбайн хэмжээг тооцож, зураглахад цасан ширхэгийн индексийг ашиглах нь илүү үр дүнтэй гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн.

Бидний судалгааны үр дүнгээр “Түргэн уул”-ын ДЦГ-ын буюу Түргэн, Хархираа уулын мөстлөгийн талбай 1992-2017 оны хооронд 11012 га-аас 4148 га болж 62.3%-иар багассан. Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан Түргэн, Хархираа уулын мөстлөгийн

талбайн өөрчлөлтийг тооцсон судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн үзэхэд 1992-2017 оны хооронд мөстлөгийн талбайн хэмжээ дунджаар 61.5%-иар багассан байна.

Хүний үйл ажиллагаанаас алслагдсан, бартаа саад ихтэй, өндөр уулсын бүсэд орших Монгол улсын тусгай хамгаалалттай газар нутгийн хатуу хамгаалалттай ангилалд хамрагдаад 20 гаруй жил болж буй ДЦГ-ын мөстлөгийн талбай ингэж огцом өөрчлөгдөхөд байгалийн хүчин зүйлүүд, тэр дундаа дэлхийн дулаарлын нөлөөлөл давамгайлж байна гэж үзэж болох хэдий ч дулаарлыг нэмэгдүүлдэг хүлэмжийн хийн гол үйлдвэрлэгч нь хүн төрөлхтөн юм.

Тэгэхлээр бид цаашид мөсөн гол, мөнх цаст уулсаа хэрхэн хамгаалах вэ гэдэг нь зөвхөн төсөл, хөтөлбөрийн хүрээнд яригдах асуудал биш, бие биеэсээ хамаарсан багтсан болон багтаасан системийн асуудал болон хувирч байна.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг ШУА-ийн ГГХ-ийн Физик Газарзүйн салбарт хэрэгжиж буй “Монгол орны байгалийн бүсүүдийн ландшафтын экологийн чадавхийн үнэлгээ” төслийн хүрээнд гүйцэтгэсэн, судалгааны ажлыг засаж сайжруулахад үнэ цэнэтэй зөвлөгөө өгсөн Физик Газарзүйн салбарын ЭШТА Б.Оюунгэрэл (ScD), ЭШТА Э.Авирмэд (PhD) нар болон салбарынхаа бусад хамт олонд талархал илэрхийлье. Бүтээлийн анхдагч хувилбарыг хянаж, үнэ цэнэтэй санал, зөвлөгөө өгсөн хөндлөнгийн шүүмжлэгч Цэвдэг Судлалын салбарын ЭШТА Я.Жамбалжав доктортоо талархал илэрхийлье.

Ашигласан ном, хэвлэл

- Brown, R. D. (2000). Northern Hemisphere snow cover variability and change, 1915–97. *Journal of climate*, 13(13), 2339-2355.
- Davaa, G., & Basandorj, J. (2005, November). Changes in hydrological systems of Mongolia. In 13th International Hydrological Programme (IHP) Regional Steering Committee Meeting for Southeast Asia and Pacific, Final Report, 25 November 2005, Bali (pp. 113-122). Jakarta: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Darmody, R. G., Thorn, C. E., Schlyter, P., and Dixon, J. C. (2004). Relationship of vegetation distribution to soil properties in Kärkevagge, Swedish Lapland. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36(1), 21-32.
- Dozier, J., Davis, R. E., Chang, A. T. C., and Brown, K. (1988, April). The spectral bidirectional reflectance of snow. In *Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing* (Vol. 287, p. 87).
- Dozier, J., Green, R. O., Nolin, A. W., and Painter, T. H. (2009). Interpretation of snow properties from imaging spectrometry. *Remote Sensing of Environment*, 113, S25-S37.
- Erdenetuya, M., Khishigsuren, P., Davaa, G., and Otgontogs, M. (2002). Glacier change estimation using Landsat TM data. *METHODS*.
- Foppa, N., and Seiz, G. (2012). Inter-annual variations of snow days over Switzerland from 2000–2010 derived from MODIS satellite data. *The Cryosphere*, 6(2), 331-342.
- Ganiushkin, D., Chistyakov, K., and Kunaeva, E. (2015). Fluctuation of glaciers in the southeast Russian Altai and northwest Mongolia Mountains since the Little Ice Age maximum. *Environmental Earth Sciences*, 74(3), 1883-1904.
- Hall, D. K., Benson, C. S., and Field, W. O. (1995). Changes of glaciers in Glacier Bay, Alaska, using ground and satellite measurements. *Physical Geography*, 16(1), 27-41.
- Hall, D. K., Riggs, G. A., Salomonson, V. V., DiGirolamo, N. E., and Bayr, K. J. (2002). MODIS snow-cover products. *Remote sensing of Environment*, 83(1-2), 181-194.
- Isard, S. A., Schaetzl, R. J., and Andresen, J. A. (2007). Soils cool as climate warms in the great lakes region: 1951–2000. *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), 467-476.
- Kadota, T., and Davaa, G., 2004: A preliminary study on glaciers in Mongolia. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Terrestrial Change in Mongolia*. Ulaanbaatar: Institute of Meteorology and Hydrology, 100–102.

- Kamp, U., and Pan, C.G., in prep.: First satellite-derived glacier inventory for Mongolia. *Remote Sensing of Environment*.
- Kamp, U., Krumwiede, B., McManigal, K., Pan, C. G., Walther, M., and Dashtseren, A. (2013). The glaciers of Mongolia. *INSTAAR Occas. Pap*, 61.
- Khrutsky, V. S., and Golubeva, E. I. (2008). Dynamics of the glaciers of the Turgen-Kharkhiraа mountain range (Western Mongolia). *Geography and Natural Resources*, 29(3), 278-287.
- Kour, R., Patel, N., and Krishna, A. P. (2016). Effects of terrain attributes on snow-cover dynamics in parts of Chenab basin, western Himalayas. *Hydrological Sciences Journal*, 61(10), 1861-1876.
- Krumwiede, B. S., Kamp, U., Leonard, G. J., Kargel, J. S., Dashtseren, A., and Walther, M. (2014). Recent glacier changes in the Mongolian Altai Mountains: case studies from Munkh Khaikhan and Tavan Bogd. In *Global Land Ice Measurements from Space* (pp. 481-508). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kulkarni, A. V., Srinivasulu, J., Manjul, S. S., and Mathur, P. (2002). Field based spectral reflectance studies to develop NDSI method for snow cover monitoring. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 30(1-2), 73-80.
- Lehmkuhl, F., Klinge, M., Rother, H., and Hülle, D. (2016). Distribution and timing of Holocene and late Pleistocene glacier fluctuations in western Mongolia. *Annals of Glaciology*, 57(71), 169-178.
- Lehmkuhl, F., Stauch, G., and Batkhisig, O. (2003, July). Rock glacier and periglacial processes in the Mongolian Altai. In *Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost, Zurich* (pp. 639-644).
- Löffler, J. (2005). Snow cover dynamics, soil moisture variability and vegetation ecology in high mountain catchments of central Norway. *Hydrological Processes: An International Journal*, 19(12), 2385-2405.
- Мягмарсүрэн, Д. Намхайжанцан, А. (2015). “Монгол улсын тусгай хамгаалалттай газар нутгууд”
- Negi, H. S., Kulkarni, A. V., and Semwal, B. S. (2009). Estimation of snow cover distribution in Beas basin, Indian Himalaya using satellite data and ground measurements. *Journal of Earth System Science*, 118(5), 525.
- Negi, H. S., Singh, S. K., Kulkarni, A. V., and Semwal, B. S. (2010). Field-based spectral reflectance measurements of seasonal snow cover in the Indian Himalaya. *International Journal of Remote Sensing*, 31(9), 2393-2417.
- Nolin, A. W., and Stroeve, J. (1997). The changing albedo of the Greenland ice sheet: Implications for climate modeling. *Annals of Glaciology*, 25, 51-57.
- Б. Оюунгэрэл (2018). “Монол орны байгаль орчин” номын 5 дугаар боть “Хүн ба байгаль орчин”
- Б. Оюунгэрэл, О. Мөнхдулам (2010). “Монгол улсын тусгай хамгаалалттай газар нутгийн хамгаалалтын менежментийн өнөөгийн байдал” (Хөвсгөлийн байгалийн цогцолборт газрын жишээн дээр) Хөвсгөлийн улсын тусгай хамгаалалттай газар нутгийн хамгаалал, судалгаа, мониторинг: өнөө ба ирээдүй сэдэвт эрдэм шинжилгээний бага хурал, Улаанбаатар, Монгол, 156-166 хуудас
- Parajka, J., Holko, L., Kostka, Z., and Blöschl, G. (2012). MODIS snow cover mapping accuracy in a small mountain catchment—comparison between open and forest sites. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(7), 2365-2377.
- Pope, A., Pan, C., Kamp, U., and Scambos, T. (2015). “An updated glacier inventory for Tajikistan using Landsat 8”. American Geophysical Union, San Francisco, CA.
- Pope, A., and Rees, G. (2014). Using in situ spectra to explore Landsat classification of glacier surfaces. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 27, 42-52.
- Syromyatina, M. V., Kurochkin, Y. N., Bliakharskii, D. P., and Chistyakov, K. V. (2015). Current dynamics of glaciers in the Tavan Bogd Mountains (Northwest Mongolia). *Environmental Earth Sciences*, 74(3), 1905-1914.
- Tekeli, Y., and Tekeli, A. E. (2012). A technique for improving MODIS standard snow products for snow cover monitoring over Eastern Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 5(2), 353-363.
- Х.Тэмүүжин. (2017). “Хархираа, Түргэн болон Сутай Хайрхан уулсын мөстлөгийн цаг хугацааны өөрчлөлт” магистрийн зэрэг горилсон эрдэм шинжилгээний ажил, МУИС-ШУС-БУС.

- Tong, J., and Velicogna, I. (2010). A comparison of AMSR-E/Aqua snow products with in situ observations and MODIS snow cover products in the Mackenzie River Basin, Canada. *Remote Sensing*, 2(10), 2313-2322.
- Tuvjargal, N., Ochirkhuyag, L., Tsolmona, R., and Khosbayar, B. (2008). Study on the glaciers of the Western Mongolia using PALSAR data.
- Tsutomu, K., and Gombo, D. (2007). Recent glacier variations in Mongolia. *Annals of Glaciology*, 46, 185-188.
- Өнөөдөр сонин (2017). Монголын мөсөн голууд эрчимтэй хайлж байна. <http://unuudur.mn/article/98226>
- Wiscombe, W. J., and Warren, S. G. (1980). A model for the spectral albedo of snow. I: Pure snow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 37(12), 2712-2733.
- Yabuki, H., and Ohata, T. (2009, December). The recent glacier changes in Mongolian Altai Mountains. In AGU Fall Meeting Abstracts.
- Yang, D., Robinson, D., Zhao, Y., Estilow, T., and Ye, B. (2003). Streamflow response to seasonal snow cover extent changes in large Siberian watersheds. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108(D18).
- Zhou, X., and Li, S. (2003). Comparison between in situ and MODIS-derived spectral reflectances of snow and sea ice in the Amundsen Sea, Antarctica. *International Journal of Remote Sensing*, 24(24), 5011-5032.