

Монголд их хэмжээний мал хорогдлыг (зудыг) нөхцөлдүүлэгч, бүс нутгийн зун ба өвлийн нөхцлийг хиймэл дагуулын тусламжтайгаар үнэлэхүй

Синкиу Канг^{1,2}, Кеунчанг Жанг^{1,3}, Лхамсүрэнгийн Болор-Эрдэнэ⁴

¹Байгаль орчны Шинжлэх ухааны Тэнхим, Кангвонгын Үндэсний Их Сургууль, Бүгд Найрамдах Солонгос улс

²<kangsk@kangwon.ac.kr>

³<xjvmguy@kangwon.ac.kr>

⁴ХААИС, ХАА-гн Шинжлэх ухааны зөвлөл <l.bolorerdene@mul.s.edu.mn>

ХУРААНГУЙ

Зуд нь Евроазийн хуурай ба хуурайвтар бүс нутагт цас хайлж дахин хөлдсөний улмаас өвс ногоог бүрхсэн мөст давхрага үүсгэх, эсвэл хэвийн хэмжээнээс их цас орсноос үүсэх үзэгдлийг хэлсэн нэр томъёо юм. Зудын нөхцөлд мал, амьтан цасан буюу мөсөн давхрага доороос идэшээ олж чаддаггүйд хүрч зудын гамшиг үүсэх ба малын тоо толгойн их хэмжээний хоргодолд хүргэдэг. Зудын гамшиг нь өвлийн хүнд нөхцлөөс шууд хамааралтай нь тодорхой хэдий ч ихэнхдээ өмнөх зун гантай байсны үр дагавар болдог. Энэхүү судалгаанд Монгол орны 330 суманд (АНУ-ын дүүрэгтэй тэнцэх засаг захиргааны нэгж) зудын гамшигын бүс нутгийн тодорхойлогчдыг эрчимт өгөгдөлийг дахин боловсруулалтын аргаар шинжилжээ. Хиймэл дагуулын зайны тандалтын (ЗТ) өгөгдлөөс уур амьсгал, гидрологи болон ургамалжлын зэрэг олон хувьсагчийг боловсруулж гаргасаны дотор өдөр тутмын дундаж температур, шүүдрийн температур, мөн нийт ууршилт, сар тутмын хур тунадас, түүнчлэн 2003-2010 онуудын 16-өдрийн NDVI зэрэг үзүүлэлт багтав. Монгол орны нийт сумдын судалгаанд хамрагдсан хугацааны малын тооллогын дүнг авсан. Хувьсагч нэг бүрийг z-утгад стандартчилан оруулж, шаталсан олон хувьсагчит регрессийн шинжилгээг хийснээр сумын төвшинд малын хорогдолстатистикийн хамаарал бүхий байгааг илрүүлэв. Нийт сумын гуравны хоёрт регрессийн моделийг амжилттай тооцоологдсон. Эндээс Монголын сумдын хэмжээнд малын хорогдолыг тодорхойлогч хүчин зүйлс нь их хэмжээний орон зайн хэлбэлзэлтэй байгааг олж тогтоосон. Анхдагч тодорхойлогч болох зуны NDVI ба хуурайшил сумдын малын хорогдолын 22%-ийг нөхцөлдүүлж байсан. Харин малын хорогдолын 33% болон 16%-ийг өвлийн температур ба хур тунадасаар тус тус тайлбарлав. Уулын бүс нутаг ба Умардын сэрүүн, хуурайвтар бүс нутагт анхдагч тодорхойлогчид болох өвлийн хур тунадас болон температурын орон зайн хэв шинж тодорхойлогдсон. Харин Монгол орны өмнөд хэсгийн харьцангуй халуун, хуурай бүс нутагт зуны NDVI болон хуурайшилт зэрэг нь чухал үүрэгтэй байлаа. Бидний судалгааны үр дүнгээс харвал зайнаас тандан судлалд тулгуурласан зуны NDVI болон хуурайшилт, мөн өвлийн температур ба хур тунадасын урьдчилсан мэдээ зэргийг нэгтгэн хяналт мониторинг хийх нь зудны гамшигын эрт анхааруулгыг бий болгох ашигт арга хэрэгсэл болох боломжтой.

Түлхүүр үгс: малын хорогдол, хиймэл дагуул, хур тунадас, температур, хуурайшил, олон жилийн NDVI.

ОРШИЛ

Хуурай бүс нутагт бага хур тунадаснаас үүдэлтэй эрс тэс цаг уур, мөн өндөр төлөвтэй нийт ууршилт нь бүс нутгийн болон дэлхий нийтийн анхаарлыг хуурай орчинтой олон бүс нутагт ган гачиг, газрын эвдрэл доройтол болон шар шороо бий болох зэрэг үзэгдлийн хоорондын харилцаа улам илүү татсаар байна (Жанг болон бусад, 2003). Уур амьсгалын нөлөөт ган, цөлжилт болон тоосжилт зэрг үзэгдэл нь нэн ялангуяа нийгмийн дэд бүтэц дутмаг хуурай бүс нутагт олон талт гамшгийг бий болгож байна.. Зуд нь Төв Азийн өргөн уудам хуурай бүс нутагт нийгэм-эдийн засгийн хувьд хахир өвлийн нөхцөл болон зуны гангийн хам нөлөөний улмаас малын хорогдол хэвийн хэмжээнээс өндөр байх гамшгийн нөхцлийг үүсгэдэг (Мидделтон болон Стёрнберг, 2013; Стёрнберг, 2010; Тачири болон бусад, 2008). Нэгдсэн Үндэстний Байгууллага болон Монголын Засгийн Газар (2001) зудыг дүрслэхдээ мал сүрэг үй олноор туйлдан, өлсөж үхэж, хорогдох үзэгдэл бүхий өвлийн гамшиг бөгөөд энэ нь малдаа түшиглэн амьдардаг малчин өрхүүдийн амьжиргаанд ноцтой хохирол учруулдаг. Зудны механизмын орон зайн үнэлгээг аймгийн төвшингийн өгөгдлийг ашиглан улсын хэмжээнд Тачири болон бусад (2008) гүйцэтгэсэн. Түүнчлэн, Фернандез-Гименез болон бусад (2012) Монголын уулын хээр хоёр болон цөлийн хээрийн хоёр бүс нутагт зудын механизмыг нарийвчлан шинжилжээ. Гэхдээ орон нутгийн онцлогт механизм болон Монголын хэмжээнд бүс нутгийн малын хорогдолд шалтгаалагч гол хүчин зүйлсийн мэдлэг бидэнд дутагдсаар байна.

Энэ судалгаандаа Монгол орны малын хорогдлын төлвийг бүс нутгийн онцлогтой зудын механизмын уур амьсгал болон биологийн хүчин зүйлсийг тодорхойлсноор дээр өгүүлсэн мэдлэгийн цоорхойг нөхөхийг зорилгоо. Бид зудад нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг хиймэл дагуулын өгөгдлүүдийн шаталсан олон хувьсагчит регрессийн шинжилгээг ашиглан Монгол даяар сумын хэмжээнд урьдчилан тааварлах загвараар үнэлэхийг зорив. Тухайлбал, малын хорогдолд нөлөө үзүүлдэг улирлын гол хүчин зүйлс, эсвэл нийлмэл хүчин зүйлсийг тодорхойлохын тулд малын хорогдол болон уур амьсгал ба биологийн хүчин зүйлсийн хоорондох улирлын холбоог энэ судалгаагаар шинжилсэн болно.

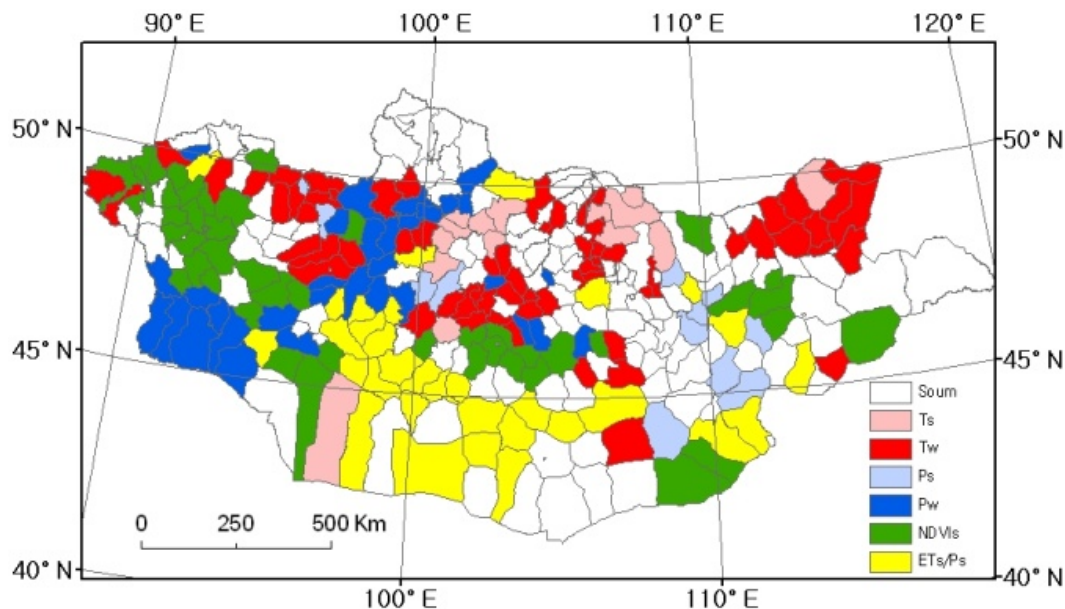
СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

Уг судалгаагаар цуглуулсан өгөгдлийн санд 300 гаруй сумын малын улсын тооллогын мэдээлэл, Халуун бүсийн бороо хур хэмжилтийн төлөөлөгчийн газраас (TRMM) авсан (Goddard Distributed Active Archive Center, NASA) 25 км нарийвчлалтай сар бүрийн хур тунадас, MODIS болон Дэлхийг Ажиглалтын Системд зориулсан Дэвшилтэд Богино долгионы Дүрсийг задлах Радиометр зэргээс (AMSR-E) авсан (Жанг болон бусад, 2013, 2014) 5 км нарийвчлалтай өдөр тутмын дундаж температур болон 1 км нарийвчлалтай өдөр тутмын нийт ууршилтын (ET) өгөгдөл, мөн MODIS хиймэл дагуулаас авсан 1 км нарийвчлалтай 16 өдрийн NDVI (Хуеде болон бусад, 2002) мэдээлэл зэрэг багтав. Үүн дээр нэмээд, Монголын үндэсний станцуудаас авсан сар тутмын дундаж температур болон нийт хур тунадасын мэдээллийг MODIS/AMSR-E-ын температур болон TRMM-ын хур тунадасын өгөгдлүүдийн тодорхой бус байдлыг үнэлэх зорилгоор цуглуулсан. Цуглуулсан мэдээллүүд цаг хугацааны хувьд ялгаатай байсан, тухайлбал, малын тооны өгөгдөл нь 1991 оноос эхлэн, TRMM-ын хур тунадасын өгөгдөл нь 1998 оноос эхлэн, MODIS-ын NDVI нь 2000 оноос эхлэн, MODIS/AMSR-E зэргийн температурын өгөгдөл нь 2003 оных, мөн ҮЦАС-ын сар тутмын өгөгдөл нь 1940 оных байжээ. Үүн дээр нэмээд, МAA-н Эрсдлийг

Урьдчилан Мэдээлэх Системийн (МЭЭУМС) Монгол дэх төслөөс цуглуулсан, 2006-аас 2010 оны газрын дээрх биомассын дэлгэрэнгүй өгөгдлийг бид эмхтгэв. Уг судалгаандаа бид 2003-аас 2010 оны хоорондох нийтлэг үеийн өгөгдлийн шинжилгээнд анхаарлаа хандуулсан. Шаталсан олонлог хувьсагчдын регрессийн шинжилгээнд сумын төвшингийн өгөгдлийн цогц бий болгохоор өгөгдөл бүрт сум тус бүрийн орон зайн нэгдсэн үзүүлэлтийг гаргасан. Регрессийн шинжилгээнээс өмнө малын тооллогын өгөгдлөөс гадна төрөл бүрийн сумын төвшингийн өгөгдлийг z-утгад стандартчилан оруулсан бөгөөд тэнд 2003-аас 2010 оны хоорондох 8 жилийн өгөгдөл нь дундаж утгыг хангав. Малын өөрчлөлтийн хувь хэмжээг (%) шаталсан олонлог хувьсагчдын регрессийн шинжилгээний хараат хувьсагч байдлаар хэрэглэв.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

337 сумд болон хотуудын дүүргүүдээс бүрэн мэдээлэл бүхий 291 сумдад регрессийн шинжилгээг хийж гүйцэтгэв. Шаталсан олон хувьсагчид регрессийн загварыг 203 суманд амжилттайгаар хийсэн нь судалгаанд оролцсон сумдын 70%-тай болсон. Регрессийн үр дүнгээр дунджаар нийт сумдын 82%ийнх нь тухайн жилийн малын хорогдлын 57%-аас 100% хувь нь өөрчлөлт байгааг тайлбарласан. Зун ба өвлийн нөхцөл байдал нь малын өсөлт ба хорогдолд тэнцүү хэмжээгээр нөлөө үзүүлэгч хүчин зүйлс гэж харагдав. Гол хянагч хүчин зүйлс бол зуны NDVI (22%) болон хуурайшил (өөрөөр хэлбэл P_s болон ET_s/P_s үзүүлэлтийн аль аль нь, 22%), мөн өвлийн температур (33%) болон хур тунадас (16%) тус тус байв. Анхдагч хүчин зүйлсийн орон зайн хэв шинж тохиолдлын байдлаар хуваарилагдах биш, харин тодорхой бүс нутгийн шинжийг харуулж байлаа (Зураг 1). Хуурайшил нь Говийн бүс нутагт хамгийн анхдагч хүчин зүйл, тэгтэл NDVI нь хээрийн бүс нутагт анхдагч хүчин зүйл байх нь ажиглагдав. Монгол орны хэсэгт өвлийн ба зуны температураар жил хоорондын мал сүргийн өөрчлөлтийг голчлон тайлбарлаж байсан. Тэгтэл Хангайн болон Алтайн нуруудын зарим хэсэгт өвлийн хур тунадас анхдагч хүчин зүйл болох нь ажиглагдав.



Зураг 1. 2003-2010 оны хоорондох жил дамнасан мал сүргийн өөрчлөлтийг тодорхойлох био-физик хувьсагчид. Үүнд: сумын төвшингийн регрессийн загварт орсон анхдагч бие даасан хувьсагчид болох T_s болон T_w бол зуны (JJA) ба өвлийн (DJF) дундаж температур, P_s болон P_w бол зуны (JJA) ба өвлийн (DJF) нийт хур тунадас; NDVI-ууд бол MODIS хиймэл дагуулын зуны дундаж Ургамалжлын

Нормчлогдсон Ялгаварын Индекс; ETs/Ps бол зуны ууршилт болон хур тунадасын хоорондын харьцааг илтгэх хуурайшлын индекс зэрэг нь багтана. Улирлын температур ба хур тунадасыг MODIS болон TRMM хиймэл дагуулуудаас авсан өдөр тутмын болон сар тутмын өгөгдлөөс тус тус гаргав. Зуны ET гэдэг нь MODIS болон AMSR-E зэргийн өгөгдлөөс авсан өдөр тутмын ET үзүүлэлтийн нийлбэр болно.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Уг судалгаанд олон янзын био-физик хувьсагчид малын өсөлт ба хорогдлыг зохицуулахаар хэрхэн хамтдаа нөлөөлдөг болох урьдчилан тааварласан загварыг үзүүлээ. Загварт малын хорогдлыг тодорхойлоход бэлчээрийн бүтээмж болон өвс тэжээлийн нөөцийн хүртээмжийн шийдвэрлэх үүргийг онцлосон байна. Зуны ба өвлийн уур амьсгалын нөхцөл нь зундаа ургамалжлын бүтээмж болон өвөлдөө малын босоо хатсан өвсийг идэх бололцоо зэргийг хянагч гадны хүчин зүйлийн хувьсагч болдог. Улирлын уур амьсгал ба ургамал ургалтын төлөв байдлыг аль хэдийнээ өмнөх судалгаануудад ядаж үгэн тайлбар байдлаар чухал хэмээн авч үзсэн (Тахири болон бусад, 2008). Харин бидний схемчилсэн загвар нь дээрх үгэн тайлбарыг сайжруулан улирлын био-физик хувьсагчдыг болон тэдгээрийн харилцан үйлчлэлийн үйл явцыг харуулсанаар илүү хамааралтай болгон боловсруулсан бөгөөд энэ нь бидэнд био-физик хувьсагчид малын тооны хөдлөлзүйд хэрхэн нөлөө үзүүлдэг болохыг судлах бололцоог өгч байна. Өмнөх судалгаануудад зургаан зудын төрөл байдгийг тодорхойлсон (Фернандез-Гименез болон бусад, 2012)үүнд, цагаан, хар болон хавсарсан зуд орсон бөгөөд эдгээрийг ерөнхий утгаар нь өвлийн хур тунадас (P_w), өвлийн температур (T_w), мөн тухайн зуны аливаа хослол (P_s , T_s , ET_s/P_s , $NDVI_s$) болон өвлийн хувьсагчид (P_w , T_w) тус тус дүйцэх хүчин зүйл(с)тэй холбож болно. Харин бидний судалгаанд storm, iron, and hooped зудыг олж тогтоох боломжгүй, учир нь тэдгээрт илүү нарийвчилсан цаг хугацааны нэгжийн (өдөр тутмын гэх зэрэг) уур амьсгалын өгөгдөл, эсвэл отор нүүдлийн талаарх нэмэлт мэдээлэл (Фернандез-Гименез болон бусад, 2012) хэрэгтэй. Уг судалгаанд, регрессийн загвар бүхий сумдын бараг тал хувь нь цагаан (24 сум), хар (51 сум) болон хосолсон (38 сум) зудаар тус тус холбогдсон байжээ. Хэдийгээр зарим судалгаанд хавсарсан зудыг хамгийн хахир зудны жишээ хэмээн аман тайлбар байдлаар дүрсэлсэн байдаг ч энэ судалгаанд 2010 онд тохиосон гурван төрлийн зудыг малын хорогдолд тэнцүү хэмжээний нөлөө үзүүлснийг харуулсан.

Бидний үр дүнгээр зуны ба өвлийн хувьсагчид малын тоо толгойн жил хоорондын өөрчлөлтөнд тэнцүү хэмжээгээр ач холбогдолтой байсныг илтгэв. Анхдагч хүчин зүйлс нь экологийн үйл явц доторх бүс нутгийн уур амьсгалын хязгаарлалтуудтай сайн харилцан хамааралтай бүсийн байдалтай хэв шинжийг харуулжээ. Энэ нь Монголын нүүдлийн мал аж ахуйг уур амьсгалын өөрчлөлт, хувьсалд ихээхэн хэмжээгээр эмзэг болохыг илтгэх бөгөөд дасан зохицох чадамжийг нэмэгдүүлэх, малчдын бэлэн байдал болон засаглал гэх зэрэг маш олон арга зам байсаар байгааг харуулжээ.

Бидний шаталсан олон хувьсагчид регрессийн шинжилгээ нь сум эсвэл бүс нутгийн хэмжээнд зудны нөхцөлд дасан зохицох төлөвлөгөөн хэрэгтэй гаргалт доторх нэгдүгээр зэргийн бай хувьсагчдыг тодорхойлоход ашиг тусаа өгөх боломжтой. Гэхдээ бидний шинжилгээ зөвхөн 8 жилийн өгөгдөлд тулгуурласан ба улмаар бидний гаргасан үр дүн тодорхой гамшигт нөхцөл буюу 2010 онд Монголд бэрх хэцүү зудны гамшигт хүргэсэн 2009 оны зуны ган гачиг болон 2009-2010 онуудын хахир өвлийн нөхцөл зэргийн үнэн мөнийг гажуудуулж магадгүй тул дээрхийг тодорхойлохдоо болгоомжтой байх хэрэгтэй. Бидний регрессийн загвар нь уур амьсгалын өөрчлөлтөөс шалтгаалах мал сүргийн өөрчлөлтийн ирээдүйн төлөв байдлыг тусган харуулахаас илүүгээр 2003-2010 онуудад мал сүргийн амьд үлдэх буюу хорогдох хувь хэмжээг хянан зохицуулахад аль хүчин зүйлс голчлон холбоотой байсныг оношлох шинжилгээнд илүү зохимжтой гэсэн санаа үүгээр хэлэгдэж байна. Юутай ч байсан, энэ судалгаанд хийгдсэн урьдчилан тааварласан загвар болон статистик шинжилгээ нь *зудны* аюулд эмзэг өртөмтгий байх ба дасан зохицох төлөвлөгөөний

үйл явцад тулгуурласан загварыг ирээдүйд боловсруулахад ашиг тустай ерөнхий бүтцийг ханган өгч байна.

ТАЛАРХАЛ

Уг ажлыг Ардчилсан Солонгос улсын Ойн Үйлчилгээний судалгааны тэтгэлэг (дугаар S211212L06031) болон Солонгосын Үндэсний Судалгааны Сангаас (NRF-2013R1A1A4A01008632) санхүүжүүлсэн болно.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- Fernandez-Gimenez ME, Batkhisig B, Batbuyan B. (2012). Cross-boundary and cross-level dynamics increase vulnerability to severe winter disasters (*Dzud*) in Mongolia. *Global Environmental Change*, 22, 836-851.
- Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez EP, Gao X, Ferreira LG. (2002). Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 83, 195-213.
- Jang K, Kang S, Lim YJ, Jeong S, Kim J, Kimall JS, Hong SY. (2013). Monitoring daily evapotranspiration in Northeast Asia using MODIS and a regional Land Data Assimilation System. *Journal of Geophysical Research*, 118, 12927-12940.
- Jang K, Kang S, Kimall JS, Hong SY. (2014). Retrievals of all-weather daily air temperature using MODIS and AMSR-E data. *Remote Sensing*, 6, 8387-8404.
- Middleton NJ, Sternberg T. (2013). Climate hazards in drylands: a review. *Earth-Science Reviews*, 126, 48-57.
- Sternberg T. (2010). Unravelling Mongolia's extreme winter disaster of 2010. *Nomadic Peoples*, 14, 72-86.
- Tachiiri K, Shinoda M, Klinkenberg B, Morinaga Y. (2008). Assessing Mongolian snow disaster risk using livestock and satellite data. *Journal of Arid Environments*, 72, 2251-2263.
- United Nations and Government of Mongolia. (2001). Mongolia winter disaster *Dzud*: appeal for international assistance (February-May, 2001).
- Zhang XY, Gong SL, Zhao TL, Arimoto R, Wang YQ, Zhou ZJ. (2003). Sources of Asian dust and role of climate change versus desertification in Asian dust emission. *Geophysical Research Letters*, 30, DOI:10.1029/2003GL018206.