

journal or publication title	- - (RAISE), : RAISE
volume	8
number	別冊
page range	60-65
year	2007-08
URL	<a href="http://doi.org/10.15068/00147293">http://doi.org/10.15068/00147293</a>

# Зуравдугаар бүлэг: Усны эргэлт ба Экосистэм

## Монгол орны ургамалд уур амьсгалын олон жилийн хэлбэлзлийн нөлөө

### Оршил

Энэхүү судалгаагаар арав хоног тутмын ургамлын индексийн нормчлогдсон ялгавар (NDVI) болон цаг уурын 97 станцын 1993-2000 оны ажиглалтын мэдээг (хур тунадас, температур, цасны зузаан) ашиглан Монгол орны ургамалд уур амьсгалын хүчин зүйлсийн олон жилийн хэлбэлзлийн нөлөөг тайлбарлахыг оролдов.

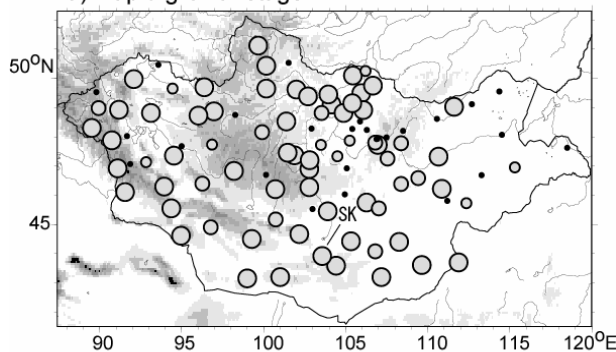
### Хур тунадас ба температурын нөлөө

Энэхүү шинжилгээг хийхэд ургамлын ид ургалтын үе (6-7 дугаар сар) ба ургалт гүйцэх үе (7-8 дугаар сар) гэж ургамал ургах хугацааг 2 үед хуваав. Хур тунадас ба NDVI ургамлын ургалтын хугацаанд 99 %-ийн итгэмжлэх түвшинд эерэг хамааралтай ба ид ургалтын үед 29 %, ургалт гүйцэх үед 42 %-ийн итгэмжлэх түвшинтэй байв.

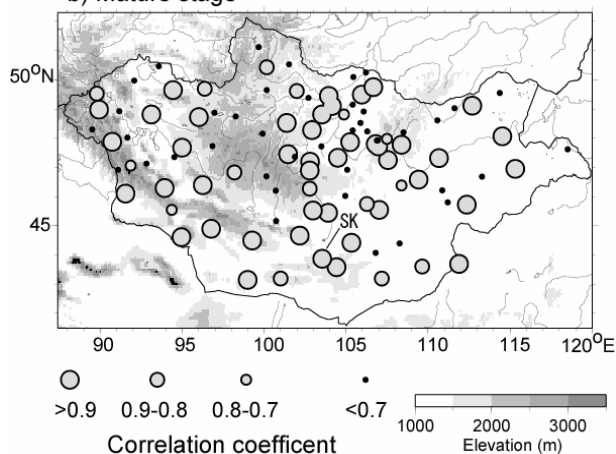
Тэгэхээр 6-7 дугаар сарын хур бороо ургамлын ургалтын энэ 2 үе шатанд нөлөөлдөг байна.

Ургамалд агаарын температурын үзүүлэх нөлөө нь ургалт гүйцэх үед цаг агаарын онцлогоос хамаарч өөр өөр байна. Ихэнх нутгаар зуны температур ба ургамлын ургац хооронд сөрөг хамаарал

a) Rapid growth stage



b) Mature stage



1 дүгээр зураг Ургамлын ид ургалт (a) ба ургалт гүйцэх үе (b) дэх NOAA NDVI мэдээ ба олон гишүүнт регрессийн тэгшитгэлээр олсон ургамлын ургалтын хамаарлын итгэлцүүрийн тархац

гарч байна. Ургамлын ургац өвлийн эхэн үеийн агаарын температур хоорондын хамаарал Монголын баруун хэсэгт сөрөг, өвлийн дунд үеийн агаарын температур мөн ургацтай Монголын зүүн хойт хэсэгт эерэг хамааралтай байна.

### Ургамлын ургалтыг урьдчилан мэдэх боломж

Ихэнх цаг уурын станцын мэдээнээс

үзэхэд ургамлын ургалт, түүний хамгийн их ургалтын үеэс өмнөх цаг агаарын нөхцөлөөр тодорхойлогдох боломжтой байна. Цаг уурын станц бүрд дээр өгүүлсэн ургамлын ургалтын 2 үе шатанд ургамлын ургалтыг агаарын температур ба хур тунадасны сарын мэдээтэй уялдуулан олон гишүүнт регрессийн тэгшитгэлийг гаргаж авав.

1 дүгээр зурагт Ургамлын ургалтын бодит утга ба олон гишүүнт регрессийн тэгшитгэлээр олсон ургалт хоорондын хамаарлын итгэлцүүрийн тархацыг үзүүлэв. Ургамлын ургалтын дээрх хоёр үе шатанд цаг уурын станцуудын 73% ба 58%-д хамаарлын итгэлцүүр 0.7-гоос их, харин станцуудын 65 %-д ба 53 %-д хамаарлын итгэлцүүр 0.8-аас их байв. Эдгээр өндөр хамаарал гарч байгаа газруудад ургамлын ургалтыг урьдчилан мэдээлж болно гэсэн үг юм. Ялангуяа, цөлөрхөг хээр, цөлд хамаарлын итгэлцүүр өндөр байгаа нь энэ нутгуудад регрессийн тэгшитгэлийг илүү үр дүнтэй ашиглаж болохыг харуулж байна.

#### **Ашигласан, ном хэвлэл:**

(1) Iwasaki, H., 2006a: Impact of interannual variability of meteorological parameters on vegetation activity over Mongolia, J. Meteor. Soc. Japan, 84,745-762.

## **Ургамлын үе шатны ажиглалтын нарийвчлал**

#### **Оршил**

Тал хээрийн болон ойн бүсийн ургамлын бүрхэвчийн орон зайн болон цаг хугацааны хуваарилалтын өөрчлөлтийн шинжилгээ судалгаа нь тухайн бүс нутаг дахь цөлжилт болон шим нөөцийн өнөөгийн болон ирээдүйн нөхцөл байдлыг таньж мэдэхэд маш чухал ач холбогдолтой юм. Дэлхийн гадаргын

бүрхэвчийн ажиглалт хэмжилтийн хиймэл дагуулууд нь газрын гадаргын ургамлын бүрхэвчээс ирэх дохиог таньж, мэдрэх тусгай зориулалтын сенсороор тоноглогдсон байдаг. Ургамлын бүрхэвчийн дохиог ашиглаж ойлгоход хялбар, энгийн параметр буюу ургамлын индексийн нормчлогдсон ялгавар (NDVI) болгон хувирган ашиглах бөгөөд энэ нь үндсэндээ ургамлын бүрхэвчийн талбайтай бараг шууд хамааралтай болно. Дэлхийг ойролцоогоор 100 минут тутамд тойрон, өдөрт нэгээс доошгүй удаа дэлхийн гадаргын бүрхэвчийг бүхэлд нь ажиглаж, хэмжилт хийдэг хиймэл дагуулууд эргэлдэж байна. Хиймэл дагуулын байршлаас шалтгаалан NDVI-ийн утгууд нь тодорхой хэмжээний алдаа агуулах тул, ялангуяа ургамлын бүрхэвч нь амархан хувирч өөрчлөгддөг. Монгол орны хувьд NDVI-ийн хоногийн өөрчлөлтийг өндөр нарийвчлалтай тооцох хүндрэлтэй байдаг. Энэхүү хүндрэлийг даван туулахын тулд NDVI-ийн утгуудын алдааг багасгах ба сэргээн засварлах, нарийвчлахад чиглэсэн шинжилгээ судалгааг гүйцэтгэсэн болно.

#### **Хээрийн ажиглалт, хэмжилт**

Бид 2003 онд Хэнтий нурууны хээрийн ба ойн бүсэд NDVI, гадаргын бүрхэвчийн ойлтын хэмжилтийг газар дээр ( 1 дүгээр зурагт) болон агаарт (2 дугаар зурагт) гүйцэтгэсэн болно. Дээр дурьдсан хэмжилтүүдийн гол зорилго бол хиймэл дагуулаас авсан мэдээлэл, өгөгдөлд засвар хийдэг давхар чиглэл бүхий ойлтын арга техникт шаардлагатай өгөгдөл мэдээллийг бэлтгэж авах явдал байлаа.

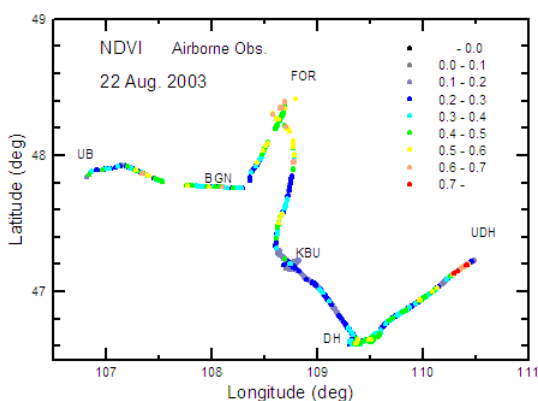


1 дүгээр зураг Хэнтий аймагт газрын хэмжилт хийж буй байдал

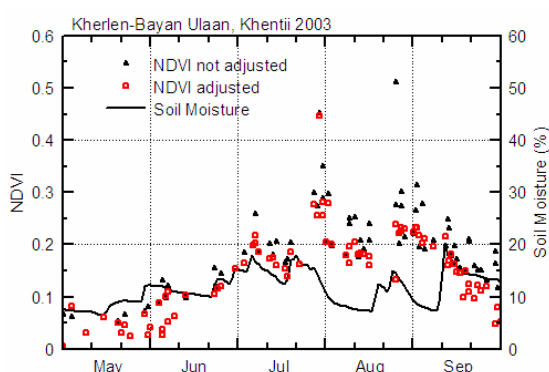
## Хиймэл дагуулын мэдээ ашигласан дүн

Энэхүү хэмжилтэнд АНУ-ын NASA-ийн MODIS-оор хэмжсэн өгөгдлийг ашиглав. 3 дугаар зурагт Хэнтий аймгийн Хэрлэн Баян-Улаан орчим дахь NDVI-ийн хоногийн өөрчлөлтийн явцыг үзүүллээ. Зуны улиралд хэмжсэн, засвар хийгээгүй NDVI-ийн утгууд нь ихээхэн хэлбэлзэлтэй гарсан бөгөөд үүний шалтгаан нь хиймэл дагуулын байршлын алдаатай холбоотой юм.

Дээрх хэлбэлзэл нь давхар чиглэл бүхий ойлтын техникээр засвар хийсний дараа багасан улмаар NDVI ба хөрсний чийгийн хоорондын хамаарал сайжирсан болно. <sup>(1)</sup>



2 дугаар зураг 2003 оны 8 дугаар сарын 23-нд Өндөрхаанаас Улаабаатарын чиглэлд хийсэн нислэгийн зам дахь NDVI-ийн утгууд



3 дугаар зураг Хэнтий аймгийн Хэрлэн Баян-Улааны орчим дахь NDVI ба хөрсний чийгийн хоногийн өөрчлөлт (2003 оны зун)..

### Ашигласан, ном хэвлэл:

(1) Matsushima et al., 2005: Proc. 1st Int’nl. Symp. Terre. Clim. Change in Mongolia, 137-140.

# Хуурай үед хөрсний гүний чийгийг шинэсэн ой хэрэглэдэг

## Оршил

Хэрлэн гол нь Хэнтэй нуруунаас эх авна. Голын сав газрын эхэнд тухайн сав газрыг бүхэлд нь хамрах усны эргэцэд чухал үүрэгтэй шинэс (*Larix sibirica* Ledeb.) зонхилох ойт тайга оршдог. RAISE төслийн хүрээнд шинэсэн ойн усны эргэцийг тодорхойлохын тулд изотопийн аргыг хэрэглэв. 2003 оны ургалтын үед шилмүүс, шинэс модны гол иш, хөрсний чийг, хур тунадасны усны изотопийн бүтцийг шинжлэв. Шинэсэн ойн ус хэрэглээг тодорхойлоход судалгааны зорилго оршиж байна.

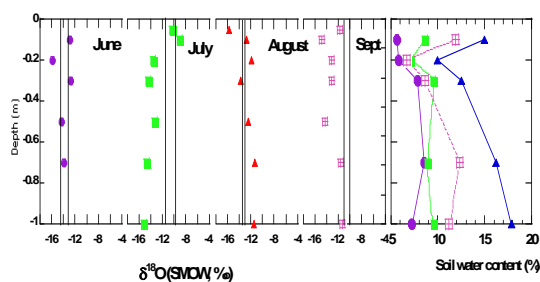
## Арга зүй

Судалгааг Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын нутагт хийв (lat. 48°21.112'N, long. 108°39.260'E) <sup>(1-2)</sup>. Хэнтий нурууны салбар уулсын хойноос өмнө тийш сунаж тогтсон толгойн орой дахь Сибирийн шинэсэн (*Larix sibirica* Ledeb.) ойд 2003 оны 3 дугаар сард чийг, дулааны урсгал хэмжих зориулалтын цамхагийг (eddy covariance flux tower) байгуулав. Цамхагийн ойролцоох 150 м голчтой зай дотор 10 ш шинэс модыг (5 нь наран талдаа шилмүүстэй, 5 нь сүүдэрлэгдсэн шилмүүстэй) сонгож, 2003 оны 6 дугаар сард шилмүүс, модны гол ишний урсгалыг хэмжих зорилгоор тэмдэг тавив. Хөрсний чийгийн дээжийг 1x1 x1m<sup>3</sup> хэмжээтэй хөрсний янз бүрийн гүнээс авч шинжлэв. Хур тунадасны дээжийг Мөнгөнморьт сумын Цаг уурын станцад стандарт хур хэмжүүрээр авч, изотопын шинжилгээ хийв.

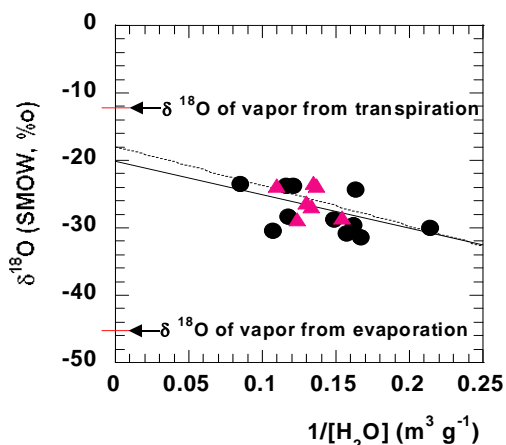
## Ургамлын ургалт

Сибирийн ойт тайгын өмнөд үзүүр, Азийн хээрийн бүсийн заагийн шилжилтийн энэ бүсэд орших шинэсэн

ойд 2003 онд ургамлын ургалтын хугацааны туршид ус, чийгийн дээж авч, усан дахь хүчилтөрөгчийн тогтвортой изотопийн шинжилгээ хийв. Шарласан (хатсан) шилмүүсний чийг дэх хүчилтөрөгчийн изотопийн бүтэц, түүний хоногийн өөрчлөлт нь агаарын дутагдал чийг буюу ууршуулах чадавхитай ихээхэн хамааралтайг тогтоов. Ургалтын ихэнх хугацаанд шинэс мод хур тунадас хангалттай үед хөрсний 30 см хүртэлх гүнээс, ус чийг дутагдалтай үед түүнээс илүү гүнээс ус чийгийг үндсээр сорон авч ургадаг байна (1 дүгээр зураг). Шинэсэн ойн ууршилтаар ялангуяа, түүний ид ургалтын үед (8 дугаар сард) хөрсний чийг ургамлаар дамжин агаар мандалд илүү их ус ууршдаг байна (2 дугаар зураг).



1 дүгээр зураг Хөрсний гүний дагуух чийгийн хуваарилалт ба түүн дэх  $\delta^{18}\text{O}$  изотопийн агууламж, Босоо шугам нь шинэсний гол ишний усны  $\delta^{18}\text{O}$  изотопийн агууламжийн холбогдол, 2 шугамын хоорондын зайц стандарт хазайцыг илэрхийлнэ.



2 дугаар зураг Газрын гадаргаас дээших янз бүрийн өндрийн агаар дахь усны уур ба түүн дэх  $\delta^{18}\text{O}$  изотопын агууламжийн урвуу хамаарал, өдрийн хугацаанд (Keeling plot) (дугуй – ургамлын түвшнээс дээш, гурвалжин –

ургамал бүрхэвчийн дотор). Дээжүүдийг 2003 оны 8 дугаар сарын 21-23-нд авав. Эдгээр нь хоорондоо шугаман хамааралтай ба тасархай шугамаар ургамал бүрхэвчийн дотор, тасралтгүй шугамаар ургамлын түвшнээс дээших өндрийн хамаарлыг үзүүлэв.

#### Ашигласан, ном хэвлэл:

- (1) Li S.-G. et al., 2006a: J. Hydrology (in press).
- (2) Li S.-G. et al., 2006b: Trees-Structure & Function 20, 122–130.

## Хагас хуурай бэлчээрийн экосистемийн функц ба усны агууламж

### Оршил

Бэлчээрийн нь дэлхийн хуурай газрын бараг хагас нь<sup>(1)</sup> бөгөөд хөрсөндөө ихээхэн нүүрстөрөгчийг агуулж түүнийг шингээж байдаг. Иймд бэлчээрийн экосистемийн үйл ажиллагаа нь дэлхийн нүүрстөрөгчийн балансад ихээхэн нөлөөтэй. Ерөнхийдөө, бэлчээрийн экосистемийн нүүрстөрөгчийн шилжилт хөдөлгөөн нь тунадасаар тодорхойлогдоно. Ялангуяа Монгол орны бэлчээрийн бүс дэх жилийн багахан тунадас экосистемийн нүүрстөрөгчийн урсгалд бүр их нөлөөтэй. Энэ судалгааны хүрээнд бид борооны өмнө ба дараа экосистемийн  $\text{CO}_2$  –ийн баланс (Экосистемийн цэвэр бүтээгдэхүүн: NEP),  $\text{CO}_2$  –ийн ургамлаар шингээх шингээлт (Анхдагч нийт бүтээгдэхүүн: GPP), ба экосистемээс ялгарах  $\text{CO}_2$  (Экосистемийн амьсгал: Re) зэргийг судалсан болно.

### Хэмжилт, судалганы арга

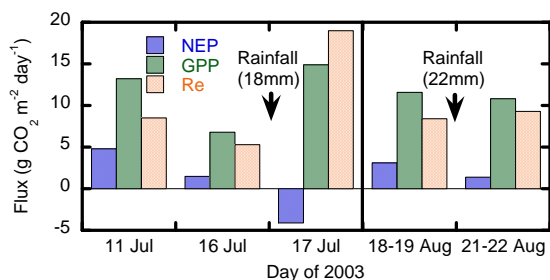
$\text{CO}_2$  –ын урсгалыг динамик-хаалттай хайрцаг (chamber)-аар хэмжсэн (1 дүгээр зураг) Тунгалаг хэмжигч хайрцгийг бэлчээрийн ургамал дээр байрлуулж

хэмжилтийг гүйцэтгэнэ. Хэмжигч доторхи CO<sub>2</sub>-ын агууламжийн өөрчлөлтөөр NEP-ийг тооцоолсон болно. Дараа нь хэмжигчийг хар хайрцгаар бүтээж Re-амьсгалыг хэмжив. GPP-г NEP ба Re-ийн нийлбэрээр тооцоолон гаргав.



1 дүгээр зураг Хэмжилтийн систем

Хэмжигч хайрцгийн дээд талыг резинээр, өнгийг PV-ээр хийсэн. Температур ба PPFD-ын мэдрэгчдийг хайрцаг дотор байрлуулсан 10 хэмжигч хайрцгийг тохиолдолоор тараан байрлуулсан.



2 дугаар зураг Борооны өмнө ба хойно CO<sub>2</sub>-ын урсгалын өөрчлөлт

#### Ашигласан, ном хэвлэл:

(1) Chapin, F.S., 1995: Rangelands in a changing climate, in Climate Change. Springer.

### CO<sub>2</sub> –ын урсгалд тунадасны үзүүлэх нөлөө

CO<sub>2</sub> –ын урсгалд борооны үзүүлэх нөлөөг 7-8 дугаар сард борооны өмнө ба хойно урсгалын хэмжилтийг гүйцэтгэж харьцуулан гаргав. (2 дугаар зураг). CO<sub>2</sub> –ын урсгалд борооны үзүүлэх нөлөө нь 7 ба 8 дугаар сард ялгаатай байв. Өөрөөр хэлбэл тунадас орсноор 7 сард GPP ба Re ихээхэн өсөж байсан бол 8 сард GPP бага зэрэг буурч Re бага зэрэг өссөн байлаа. Ингэснээр, NPP нь 7 дугаар сард хасах утгатай (CO<sub>2</sub> нь экосистемээс ялгарч байлаа), 8 дугаар сард бага зэрэг буурсан байв.

Борооны өмнө хөрсний усны агууламж 8 дугаар сард (9%), 7 дугаар сард түүнээс арай бага (5%) байсан байна. Энэ хоёр сар дахь хөрсний усны агууламжийн зөрүү нь бороо CO<sub>2</sub> –ын урсгалд хэрхэн нөлөөлөхийг харуулдаг. Маш хуурай нөхцөлд амьсгал Re буурч улмаар NEP буурдаг. Өмнөх судалгаанд oaf бороо хагас хуурай бэлчээрийн нүүрстөрөгчийн динамикт эерэг нөлөө үзүүлдэг гэж дүгнэсэн байдаг. Гэтэл, энэ судалгаа нь борооны нөлөөг дахин нарийвчлан үзэх шаардлагатайг харуулж байна.

## Монголын тал хээрийн бүс дэх хөрсний элэгдлийн ХЭМЖЭЭ

### Оршил

Сүүлийн арван жилд Монгол орны малын тоо эрс өссөн бөгөөд энэ нь хөрсний элэгдлийн нэг шалтгаан болж байна. Гэхдээ хээрийн хэмжилтийн судалгаа ховор тул энэ бүс нутагт хөрсний элэгдлийн байдлыг хэмжээ, тооны хувьд үнэлж, тогтоосон тооцоо судалгаа хязгаарлагдмал байна.

### Судалгааны цэгийн товч тодорхойлолт

Монголын зүүн-хойгт хэсэг болох Хэрлэн голын савд туршилтын хоёр талбайг (урсацын талбай) сонголоо. Туршилтын эхний цэгийг мал их хэмжээгээр өвөлжиж, бэлчээрдэг Хэрлэн Баян-Улаанд (КВУ; 6.9 га) байгуулсан бол хоёр дахь цэгийг Бага нуур орчимд (ВГН; 7.6 га) байгуулсан болно.

### Хөрсний элэгдлийн хэмжээг хэмжсэн дүн

Цезийн -137 бол 30.2 жилийн хагас задралтай зохиомол цөмийн элемент бөгөөд 1950-60-иад оны үеийн цөмийн зэвсгийн туршилтаар агаар мандалд тархаж үлдсэн юм. Цезийн -137 газрын гадаргад буумагц радио хөрс түүнийг дор нь шингээж авдаг байна. Нэгж талбай дахь хөрсөнд агуулагдаж буй Цезий-137-ын хэмжээ нь агаар мандлаас буусан уналын хэмжээтэй адил гэж үзэх бөгөөд энэ нь хөрсний элэгдэл болон хагшаасны хуримтлалын хуваарилалтыг илтгэж байдаг. Иймд хөрсний элэгдлийн хэмжээг Цезий-137-ын агууламжийн буурах хэмжээгээр илэрхийлэх боломжтой.

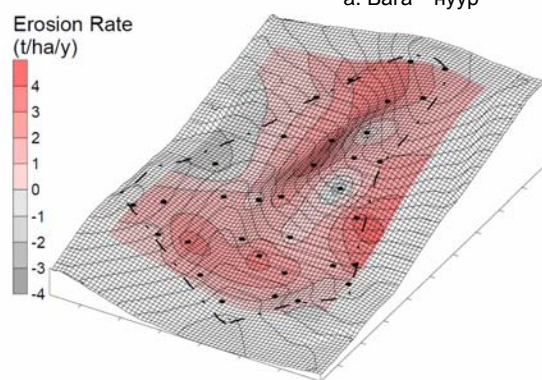
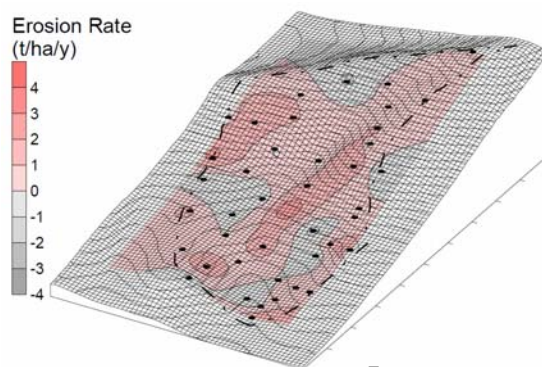
Цезий-137-ын орон зайн хуваарилалтыг тооцохын тулд туршилтын талбайд 30 см хүртэлх гүнээс хөрсний дээж авч Цезий-137-ын агууламжийг цөмийн судалгааны лабораторид судалж тогтоов.

### Тал хээрийн бүс дэх хөрсний элэгдлийн хэмжээ

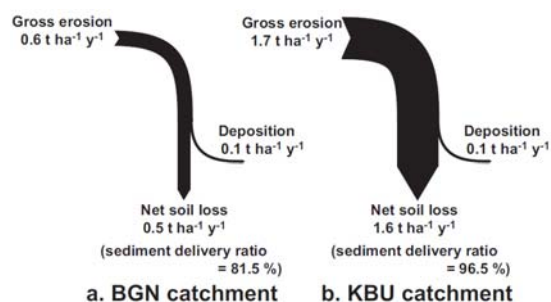
Туршилтын талбай дахь хөрсний элэгдлийн орон зайн хуваарилалтыг 1 дүгээр зурагт үзүүлэв. Улаан өнгө нь хөрсний элэгдэлтэй хэсгийг үзүүлсэн бол саарал өнгөөр хуримтлалын хэсгийг харуулав. Бага нуурын орчмын туршилтын талбайд хийсэн хэмжилтээс үзвэл урсацын талбайн дунд орчмын хэвгий ихтэй хэсэгт элэгдэл явагдаж харин талбайн доод хэсэгт хуримтлагдсан байна. Хэрлэн Баян-Улааны талбайн хувьд хөрсний элэгдэл урсацын нийт талбайг хамарч явагдсан байлаа. Урсацын талбайн хагшаасны балансыг 2 дугаар зураг үзүүллээ. Хэрлэн Баян-Улаан дахь хөрсний элэгдлийн хэмжээ нь Бага нуурын орчмын талбайгаас бараг 3 дахин их байв. Хэрлэн Баян-Улаан дахь урсацын талбайн хагшаас зөөгдөх хэмжээ 97 хувь байгаа нь элэгдэж, эвдэрсэн хөрс урсацын талбайгаас амархан угаагдаг болохыг илтгэж байна.

#### **Ашигласан, ном хэвлэл:**

- (1) Nishikawa et al., J. JSECE, 58 (3), 4-14, in Japanese.
- (2) Onda et al., Journal of Hydrology, doi:10.1016/j.jhydrol.2006.07.030.



1 дүгээр зураг  $^{137}\text{Cs}$ -ийн агууламжаар үнэлсэн хөрсний угаагдлын хэмжээний орон зайн хуваарилалт. Хар дугуйнуудаар хөрсний дээж авсан цэг ба тасархай шугамаар урсацын талбайн хилийг тэмдэглэсэн болно



2 дугаар зураг  $^{137}\text{Cs}$ -ийн агууламжаар тооцсон урсацын талбайн хагшаасны баланс. Хөрсний цэвэр алдагдлыг урсацын талбайн хагшаасаар илэрхийлсэн ба үүнийг нийт элэгдлийн хэмжээнээс хуримтлагдсан хэсгийг хасаж тооцсон болно. Хагшаас үүсгэх чадавхийг нийт элэгдлээс тооцсон цэвэр элэгдлийн хэмжээний хувиар илэрхийлэв.