

Г О С Д А Х Ь О Й Н НҮҮР С ТӨРӨГ Ч ИЙ Н Х  
Солонгосын голлох модны төрөл бүрээр ялгарлын  
коэффициентийг тогтоох судалгаа

2025.07.28

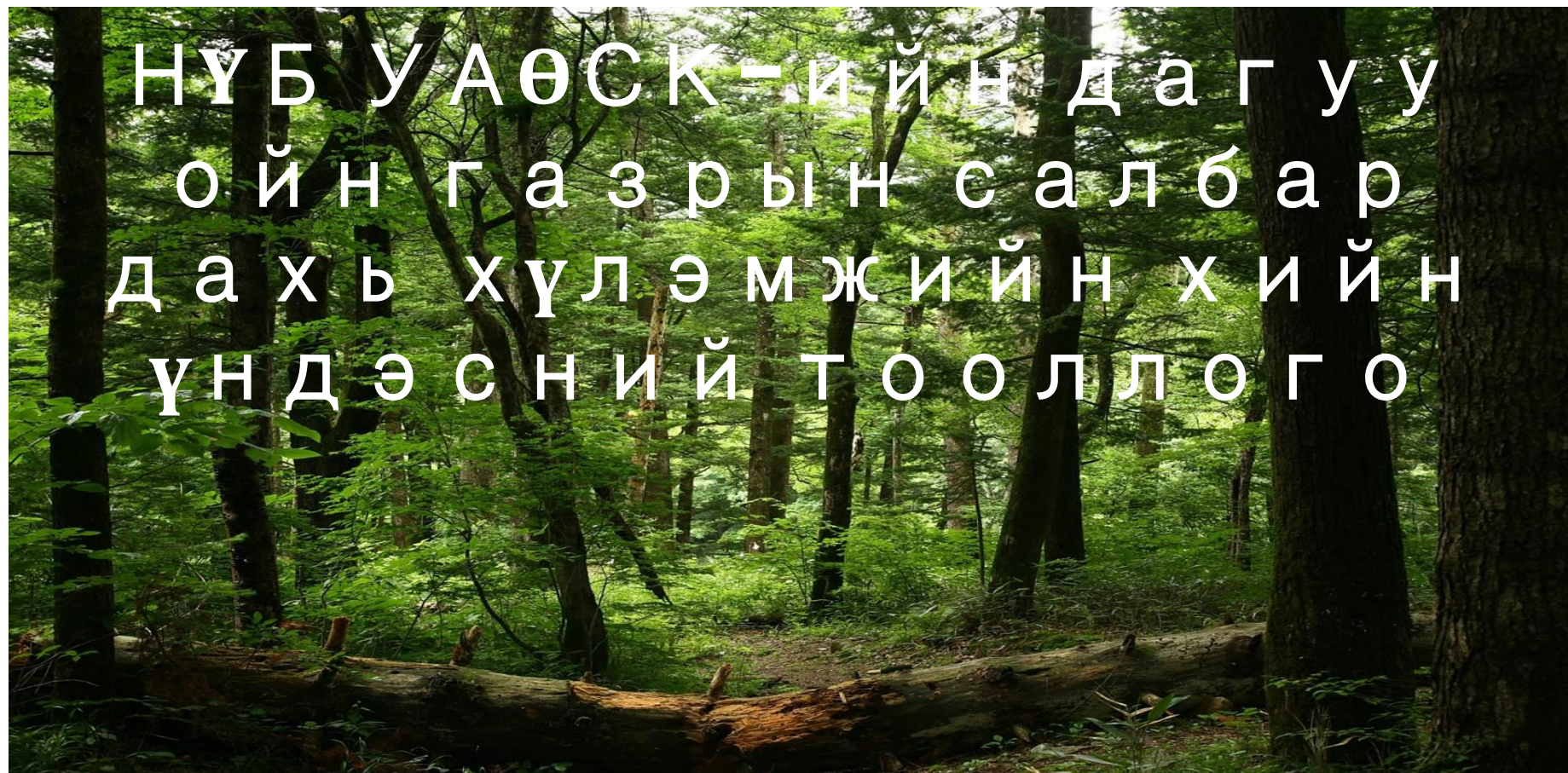


Эх сурвалж: **Kyeong-hak Lee**  
**Kookmin University**

# Агуулга



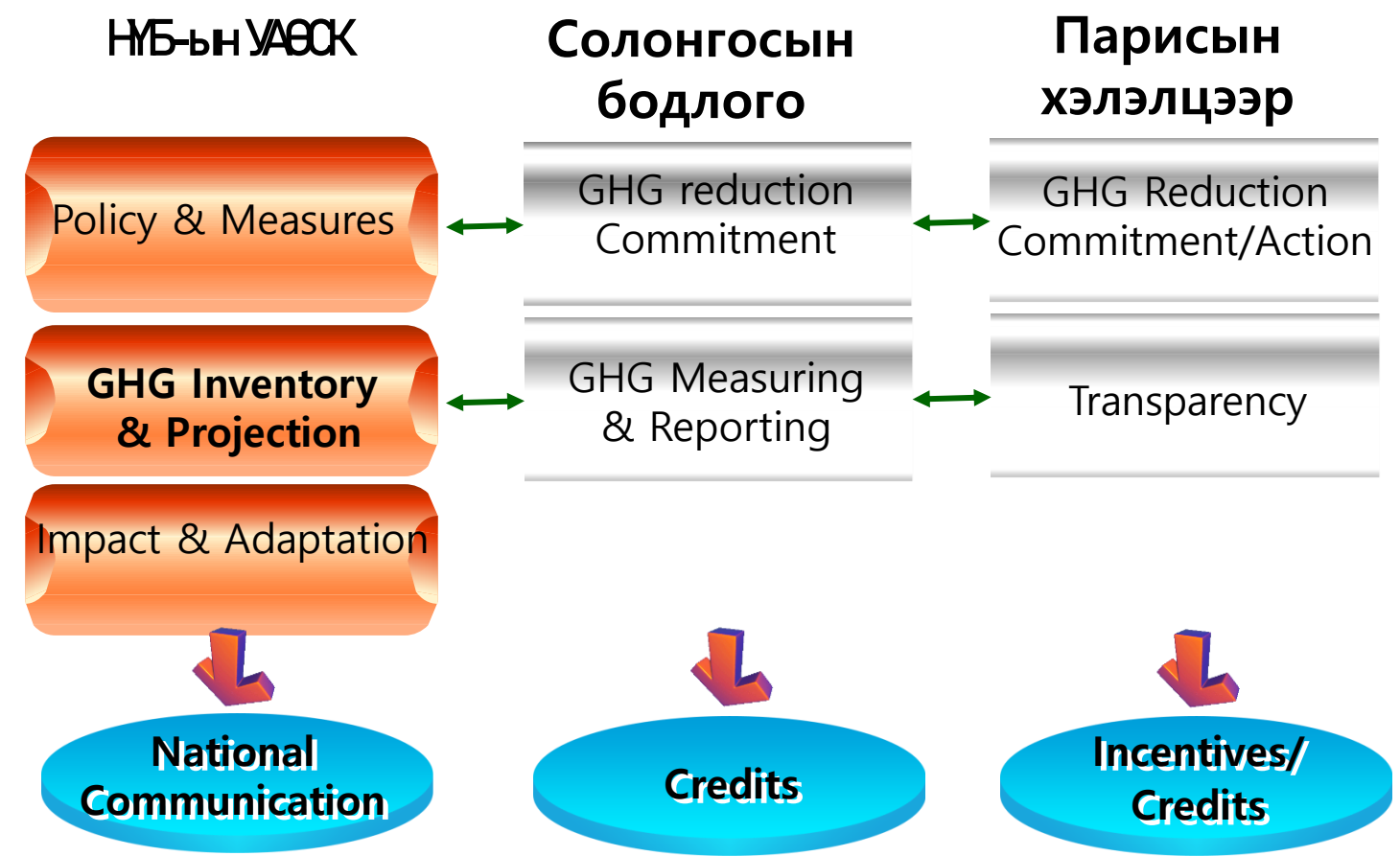
- Нэгдсэн Үндэстний Байгууллагын Уур амьсгалын өөрчлөлтийн суурь конвенцийн дагуу ойн газрын салбар дахь хүлэмжийн хийн үндэсний тооллого
- Солонгосын голлох модны төрөл бүрээр ялгаруулалтын коэффициентийг тогтоох



НҮБ УАӨСК-ийн дагуу  
ойн газрын салбар  
дахь хүлэмжийн хийн  
үндэсний тооллого



# НҮБ-ын УАӨСК-ийн дагуу хүлэмжийн хийн тооллого хийх цвардлага



# Парисын Хэлэлцээрийн Хүрээнд Ойн Асуудал



Хүлэмжийн хийн хуримтлал, хадгалалтын ач холбогдлыг хүлээн зөвшөөрч, Конвенцид заасны дагуу тэдгээрийг хамгаалах, шаардлагатай бол сайжруулах.,

## 4-р Зүйл

13. Оролцогч талууд өөрсдийн үндэсний хувь нэмрийг тооцож бүртгэнэ. Үндэсний тодорхойлсон хувь нэмэртэйгээ (NDC) холбоотой хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй ялгарал болон **шингээлт** бүртгэхдээ, талууд байгаль орчны бүрэн бүтэн байдал, ил тод байдал, нарийвчлал, бүрэн гүйцэд байдал, харьцуулалт, тууштай байдлыг дэмжиж, Парисын хэлэлцээрийн талуудын хурлын үеэр батлагдсан удирдамжийн дагуу давхар тооцооллоос зайлсхийх ёстой.

# Парисын Хэлэлцээрийн Хүрээнд Ойн Асуудал



## 4-р Зүйл (Бууруулалт)

14. Үндэсний Тодорхойлсон Хувь Нэмрийн (NDC) хүрээнд, хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй ялгарал болон шингээлтийн талаар бууруулалтын арга хэмжээг хүлээн зөвшөөрч, хэрэгжүүлэхдээ талууд энэ зүйлийн 13-р заалтын заалтыг харгалзан, Конвенцийн хүрээнд байгаа одоогийн арга, удирдамжийг зохих ёсоор анхааралдаа авах ёстой.

## 5-р Зүйл (Ой)

1. Талууд Конвенцийн 4-р зүйлийн 1(d) заалтад заасан хүлэмжийн хийн хуримтлагч болон хадгалагчийг, тэр дундаа ой модыг хамгаалах, шаардлагатай бол сайжруулах арга хэмжээ авах ёстой.

# Парисын Хэлэлцээрийн Хүрээнд Ойн Асуудал

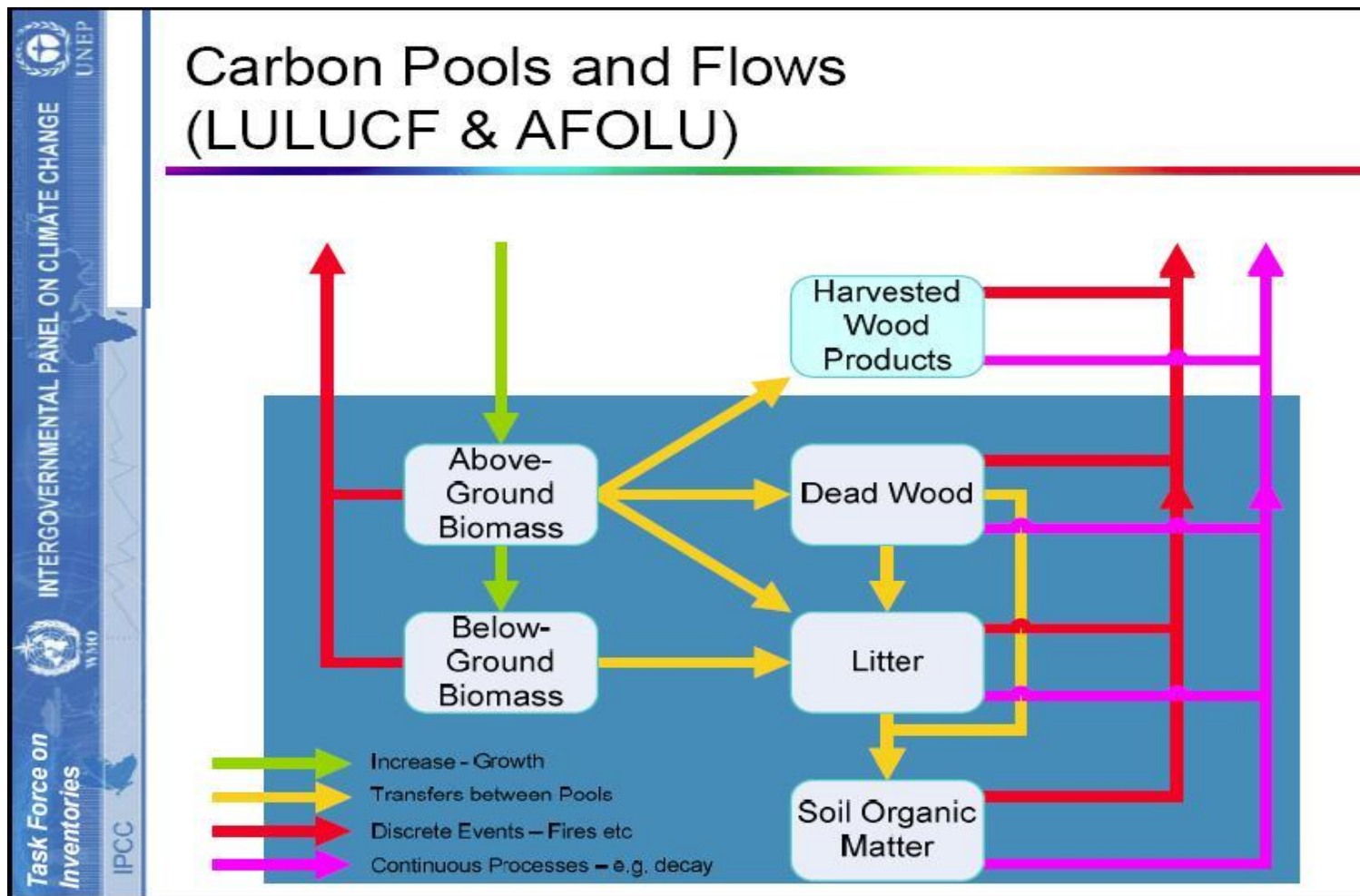


## Парисын Хэлэлцээрийн 13-р Зүйл (Ил Тод Байдал)

7. Талууд дараах мэдээллийг тогтмол өгнө:

- (a) Хүний үйл ажиллагаанаас үүсэх хүлэмжийн хийн ялгарал (эх үүсвэр бүрээр) болон шингээлт (хуримтлагчаар) хийсэн үндэсний тооллогын тайланг Уур Амьсгалын Өөрчлөлтийн Засгийн Газар Хоорондын Самбарын (IPCC) баталсан зохистой аргачлалаар, Парисын Хэлэлцээрийн талуудын хурлын тохиролцооны дагуу бэлтгэнэ.
- (b) 4-р зүйлд заасан Үндэсний Тодорхойлсон Хувь Нэмрийг хэрэгжүүлэх, хүрэх явцын ахицыг хянахад шаардлагатай мэдээлэл.

# Нүүрстөрөгчийн нөөц ба урсгал



# НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН НӨӨЦ



<p>Амьд биомасс</p>	<p>Газрын дээрх биомасс</p>	<p>Хөрсөн дээрх бүх амьд биомасс; Доод давхаргыг хасч болно</p>
	<p>Газрын доорх биомасс</p>	<p>Амьд үндэсийн биомасс. Нарийн үндэсийг ихэвчлэн хасдаг</p>
<p>Үхсэн органик материал</p>	<p>Үхсэн мод</p>	<p>сонгосон диаметрээс дээш хог хаягдал агуулаагүй бүх амьд бус модлог</p>
	<p>Litter</p>	<p>Сонгосон диаметрээс бага хэмжээтэй модлог биомассын бүх амьгүй ургамлын материал, ойн хөрсний эрдэс буюу органик давхаргын дээрх янз бүрийн задралын шатанд байгаа. Амьд нарийн үндэс багтана.</p>
<p>Хөрс</p>	<p>Хөрсний органик материал (SOM)</p>	<p>Тодорхой гүнд хүртэлх эрдэс болон органик хөрсөнд (хуурай хөрс орно) агуулагдах органик нүүрстөрөгчийг хамарна. Амьд нарийн үндэс багтана.</p>

*national circumstances may make it necessary to (slightly) modify the pool definitions*



# **Ойн сангийн салбарын хүлэмжийн хийн үндэсний тооллогын хураангуй ТЭГШИТГЭЛ**

**(IPCC Good Practice Guidance for LULUCF 2003)**



## Тэгшитгэл 3.2.1

**Annual emissions or removals from forest land remaining forest land**

$$\Delta C_{FF} = (\Delta C_{FFLB} + \Delta C_{FFDOM} + \Delta C_{FFSoils})$$

$\Delta C_{FF}$  : Нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт

$\Delta C_{FFLB}$  : Амьд биомассын нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт (газрын дээрх болон доорх)

$\Delta C_{FFDOM}$  : Үхсэн органик материалын нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт (үхсэн мод ба унаш)

$\Delta C_{FFSoils}$  : Хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт



## Тэгшитгэл 3.2.2

Амьд биомассын нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт  
(default method)

$$\Delta C_{\text{FFLB}} = (\Delta C_{\text{FFG}} - \Delta C_{\text{FFL}})$$

$\Delta C_{\text{FFLB}}$  : Амьд биомассын нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт  
(газрын дээрх болон доорх)

$\Delta C_{\text{FFG}}$  : Биомассын өсөлтөөс үүдэлтэй нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн  
өсөлт

$\Delta C_{\text{FFL}}$  : Биомассын бууралтаас үүдэлтэй нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн  
алдагдал



### Тэгшитгэл 3.2.3

#### Амьд биомассын нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт (stock change method)

$$\Delta C_{FFLB} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

and

$$C = [V \cdot D \cdot BEF] \cdot (1 + R) \cdot CF$$

$\Delta C_{FFLB}$  : Амьд биомассын нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт (газрын дээрх болон доорх)

$C_{t_2}$  : тухайн хугацаанд тооцсон биомасс дахь нийт нүүрстөрөгч  $t_2$

$C_{t_1}$  : тухайн хугацаанд тооцсон биомасс дахь нийт нүүрстөрөгч  $t_1$

$V$  : Борлох нөөц

$D$  : үндсэн модны нягт

$BEF$  : Борлуулах нөөцийг модны газрын дээрх биомасс руу хөрвүүлэх биомассын өргөтгөлийн коэффициент

$R$  : Үндэс-ишний харьцаа  $CF$  : Нүүрстөрөгчийн агууламжийн хувь



## Тэгшитгэл 3.2.4

Ойн төрөл, уур амьсгалын бүсээр биомассын өсөлтөөс шалтгаалж нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өсөлт

$$\Delta C_{\text{FFG}} = \sum_{ij} (A_{ij} \cdot G_{\text{totalij}}) \cdot \text{CF}$$

$\Delta C_{\text{FFG}}$  : биомассын өсөлтөөс шалтгаалан нүүрстөрөгчийн нөөц жилийн өсөлт

$A_{ij}$  : Ойн газрын талбайн хэвээр үлдсэн ойн талбай

$G_{\text{totalij}}$  : Нийт биомассын жилийн дундаж өсөлтийн хурд, хуурай материалын нэгжээр

CF : Хуурай материал нүүрстөрөгчийн хувь



## Тэгшитгэл 3.2.5

### Биомассын жилийн дундаж өсөлт

$$G_{\text{total}} = G_W \cdot (1 + R)$$
$$G_W = [I_v \cdot D \cdot BEF]$$

$G_{\text{total}}$  : Газрын дээрх болон доорх биомассын жилийн дундаж өсөлт

$G_W$  : Газрын дээрх биомассын жилийн дундаж өсөлт

$R$  : Өсөлтөд тохирсон үндэс-ишний харьцаа

$I_v$  : Үйлдвэрийн боловсруулалтад тохиромжтой эзэлхүүний жилийн дундаж цэвэр өсөлт

$D$  : модны үндсэн нягт

$BEF$  : Жилийн цэвэр өсөлтийг (холтостой) модны газрын дээрх биомассын өсөлт рүү хөрвүүлэх биомассын өргөтгөлийн коэффициент



## Тэгшитгэл 3.2.6

Биомассын алдагдлаас үүдэлтэй нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн дундаж бууралт

$$\Delta C_{FFL} = (L_{\text{fellings}} + L_{\text{fuelwood}} + L_{\text{other losses}})$$

$\Delta C_{FFL}$  : Биомассын алдагдлаас үүдэлтэй нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн дундаж бууралт

$L_{\text{fellings}}$  : Арилжааны мод бэлтгэлээс үүдэлтэй жилийн нүүрстөрөгчийн алдагдал

$L_{\text{fuelwood}}$  : Түлээний зориулалтаар мод ашиглалтаас үүдэлтэй жилийн нүүрстөрөгчийн алдагдал

$L_{\text{other losses}}$  : Бусад шалтгаанаас үүдэлтэй нүүрстөрөгчийн жилийн алдагдал

## Тэгшитгэл 3.2.7

Арилжааны мод бэлтгэлээс үүдэлтэй жилийн нүүрстөрөгчийн алдагдал

$$L_{\text{fellings}} = H \cdot D \cdot BEF_2 \cdot (1 - f_{BL}) \cdot CF$$

$L_{\text{fellings}}$  : Арилжааны мод бэлтгэлээс үүдэлтэй жилийн нүүрстөрөгчийн алдагдал

$H$  : Жил бүр бэлтгэгдсэн модны эзэлхүүн

$D$  : модны үндсэн нягт

$BEF_2$  : Бэлтгэгдсэн дугуй модны эзэлхүүнийг нийт газрын дээрх биомасс (холтостой) руу хөрвүүлэх биомассын өргөтгөлийн коэффициент

$f_{BL}$  : Ойд өмхрөх биомассын хувь (үхсэн органик материал руу шилжих)

$CF$  : Хуурай материалын нүүрстөрөгчийн хувь



## Тэгшитгэл 3.2.8

Түлээний модноос үүдэлтэй жилийн нүүрстөрөгчийн алдагдал

$$L_{\text{fuelwood}} = \text{FG} \cdot \text{D} \cdot \text{BEF}_2 \cdot \text{CF}$$

$L_{\text{fuelwood}}$  : Түлээний модноос үүдэлтэй жилийн нүүрстөрөгчийн алдагдал

FG : Жилийн түлээний модны эзэлхүүн

D : модны үндсэн нягт

$\text{BEF}_2$  : Бэлтгэгдсэн дугуй модны эзэлхүүнийг нийт газрын дээрх биомасс (холтостой) руу хөрвүүлэх биомассын өргөтгөлийн коэффициент

CF : Хуурай материалын нүүрстөрөгчийн хувь



## Тэгшитгэл 3.2.9

### Нүүрстөрөгчийн жилийн бусад алдагдал

$$L_{\text{other losses}} = A_{\text{disturbance}} \cdot B_W \cdot (1 - f_{\text{BL}}) \cdot \text{CF}$$

$L_{\text{other losses}}$  : Нүүрстөрөгчийн жилийн бусад алдагдал

$A_{\text{disturbance}}$  : Доройтолд орсон талбайн хэмжээ

$B_W$  : Ойн талбайн дундаж биомассын нөөц

$f_{\text{BL}}$  : Ойд өмхрөх биомассын хувь (үхсэн органик материал руу шилжих)

CF : Хуурай материалын нүүрстөрөгчийн хувь



## Тэгшитгэл 3.2.10

Үхсэн органик материал дахь нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт

$$\Delta C_{\text{FFDOM}} = (\Delta C_{\text{FFDW}} + \Delta C_{\text{FFLT}})$$

$\Delta C_{\text{FFDOM}}$  : Үхсэн органик материал дахь нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт

$\Delta C_{\text{FFDW}}$  : Үхсэн мод дахь нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлт

$\Delta C_{\text{FFLT}}$  : Унаш дахь нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлт



## Тэгшитгэл 3.2.11

Үхсэн модны нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт

$$\Delta C_{\text{FFDW}} = [A \cdot (B_{\text{into}} - B_{\text{out}})] \cdot \boxed{CF}$$

$\Delta C_{\text{FFDW}}$  : үхсэн модны нүүрстөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт

A : Ойн газрын талбайн хэвээр үлдсэн ойн талбай

$B_{\text{into}}$  : average annual transfer into dead wood

$B_{\text{out}}$  : average annual transfer out of dead wood

CF : Нүүрстөрөгчийн хувь



### Тэгшитгэл 3.2.13

#### Annual change in carbon stocks in litter

$$\Delta C_{\text{FFLT}} = \left\{ \sum_{ij} [C_j - C_i] \cdot A_{ij} \right\} / T_{ij}$$

where

$$C_i = L_{\text{ref}(i)} \cdot f_{\text{man intensity}(i)} \cdot f_{\text{dist regime}(i)}$$

$\Delta C_{\text{FFLT}}$  : Унаш дахь нүүртөрөгчийн нөөцийн жилийн өөрчлөлт

$C_i$  : Тогтвортой унашны нөөц, өмнөх төлөв 'i'

$C_j$  : Тогтвортой унашны нөөц, өмнөх төлөв 'j'

$A_{ij}$  : "i" төлөвөөс "j" төлөв рүү шилжиж буй ойн талбай

$T_{ij}$  : "i" төлөвөөс "j" төлөв рүү шилжиж буй хугацаа

$L_{\text{ref}(i)}$  : "i" төлөвт харгалзах уугуул, менежментгүй ойн лавлах унашны нөөц



## Тэгшитгэл 3.2.16

### Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж

$$\text{SOC} = \sum ([\text{SOC}] \cdot \text{bulk density} \cdot \text{depth} \cdot (1 - \text{frag}) \cdot 10)$$

SOC : Ойн төрөл, тухайн хөрсөнд агуулагдсан хөрсний органик нүүрстөрөгчийн төлөөлөл

[SOC] : лабораториос олж авсан өгөгдсөн хөрсний масс дахь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж

Bulk density : дээжийн эзэлхүүн дэх хөрсний масс

Depth : давхрагын гүн буюу хөрсний давхаргын зузаан

Frag : том ширхэгтэй хэсгүүдийн эзлэхүүн хувь /100



# Ялгарлын чухал хүчин зүйлүүд

**D** : Модны үндсэн нягт

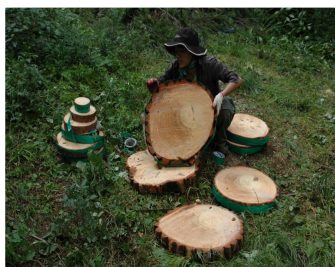
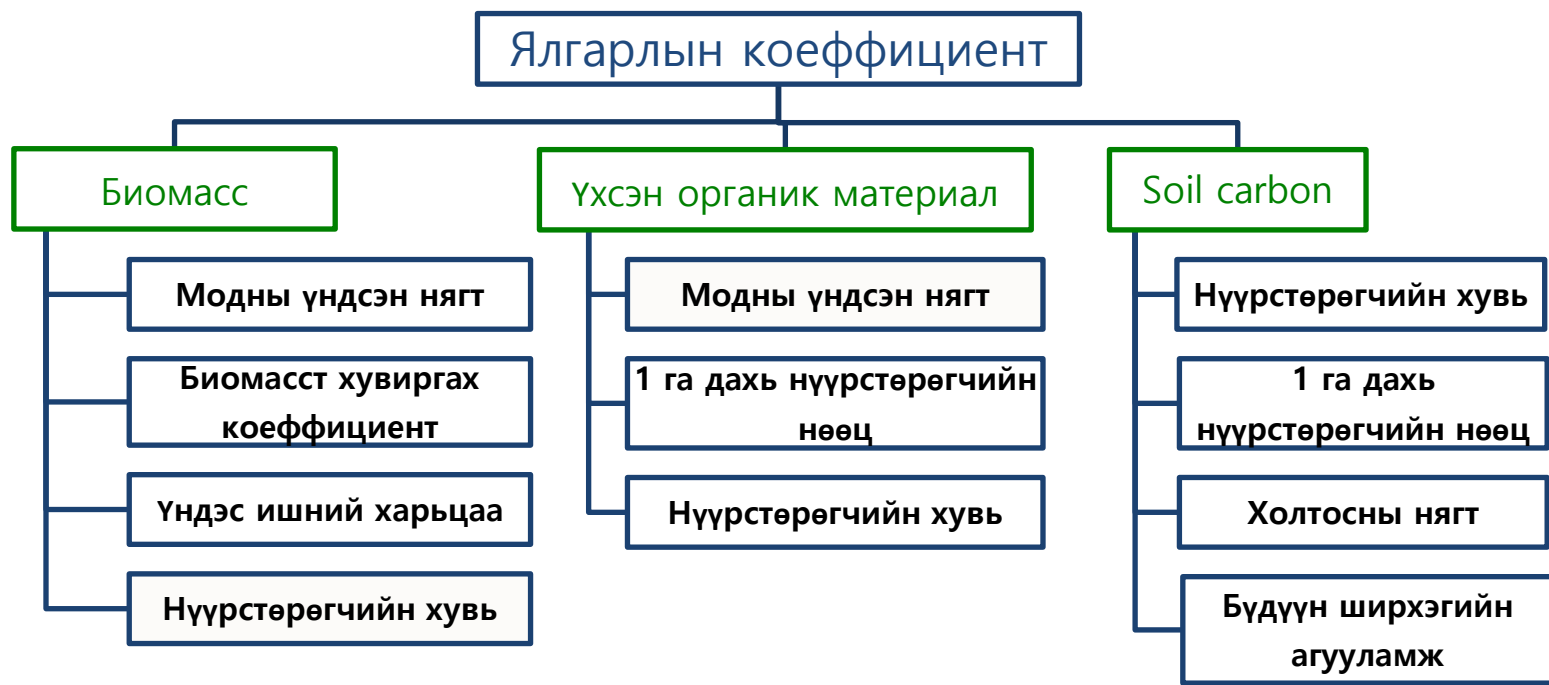
**BEF** : Биомасст хувиргах коэффициент

**R** : Үндэс ишний харьцаа

**CF** : нүүрстөрөгчийн хувь (хэсэг бүр)

холтосны нягт, бүдүүн ширхэгний

агууламж





# Чухал үйл ажиллагааны өгөгдөл

$V$  : Борлох нөөц

\* **Үндэсний ойн тооллого**

$A$  : Ой бүхий талбай

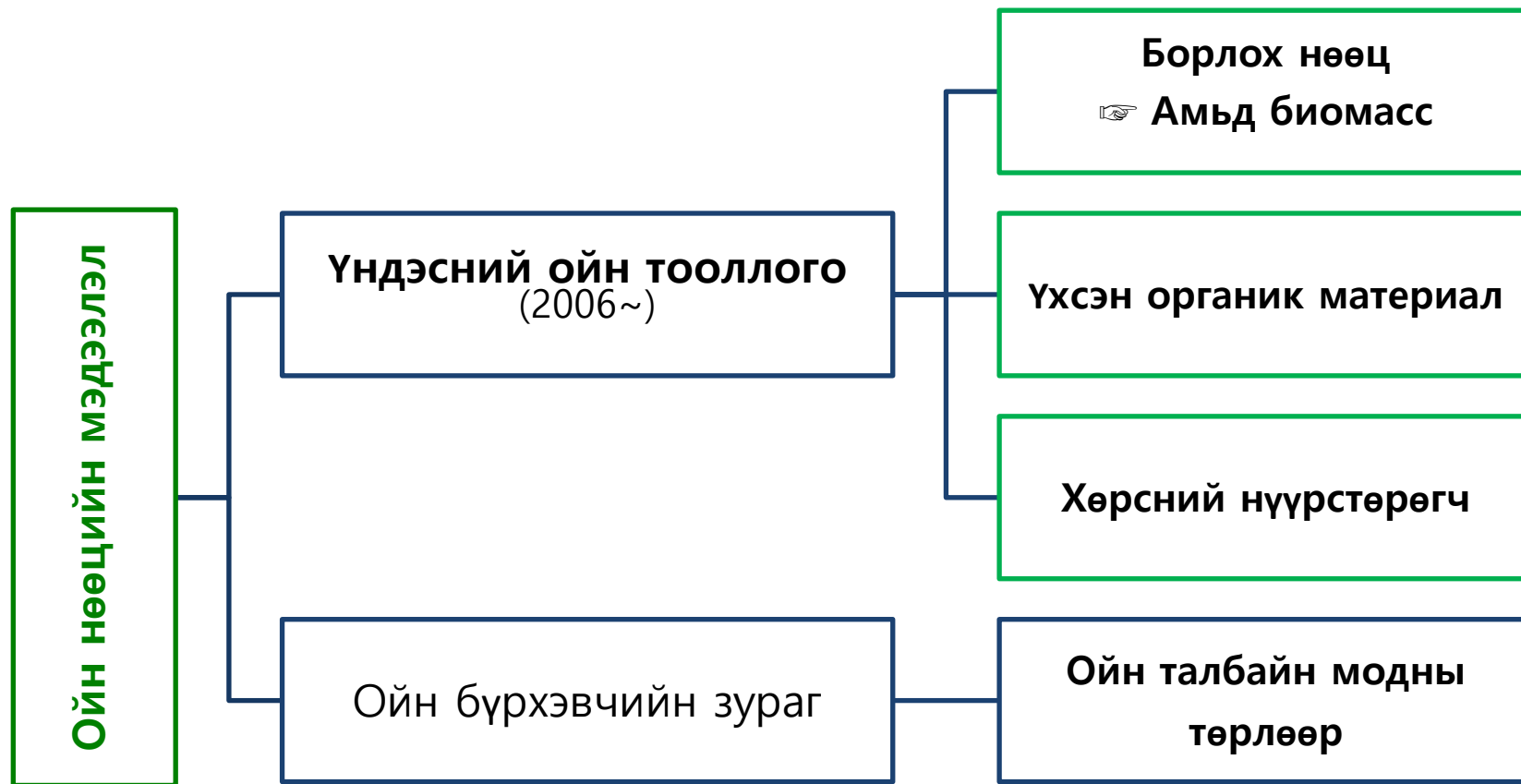
$H$  : Жил бүрийн бэлтгэсэн модны хэмжээ

$FG$  : Түлээний зориулалтаар бэлтгэсэн модны  
хэмжээ

$A_{\text{disturbance}}$  : Доройтолд орсон ойн талбайн хэмжээ

$B_w$  : Ой бүхий газрын дундаж биомассын нөөц

# Үйл ажиллагааны өгөгдөл (Үндэсний ойн тооллого)





# Амьд биомасс дахь нүүрстөрөгчийн нөөцийн тооцооны хураангуй





С о л о н г о с ы н г о л л о х  
м о д н ы т ө р ө л б ү р э э р  
я л г а р у у л а л т ы н  
к о е ф ф и ц и е н т и й г  
т о г т о о х

# Судалгааны төсөл

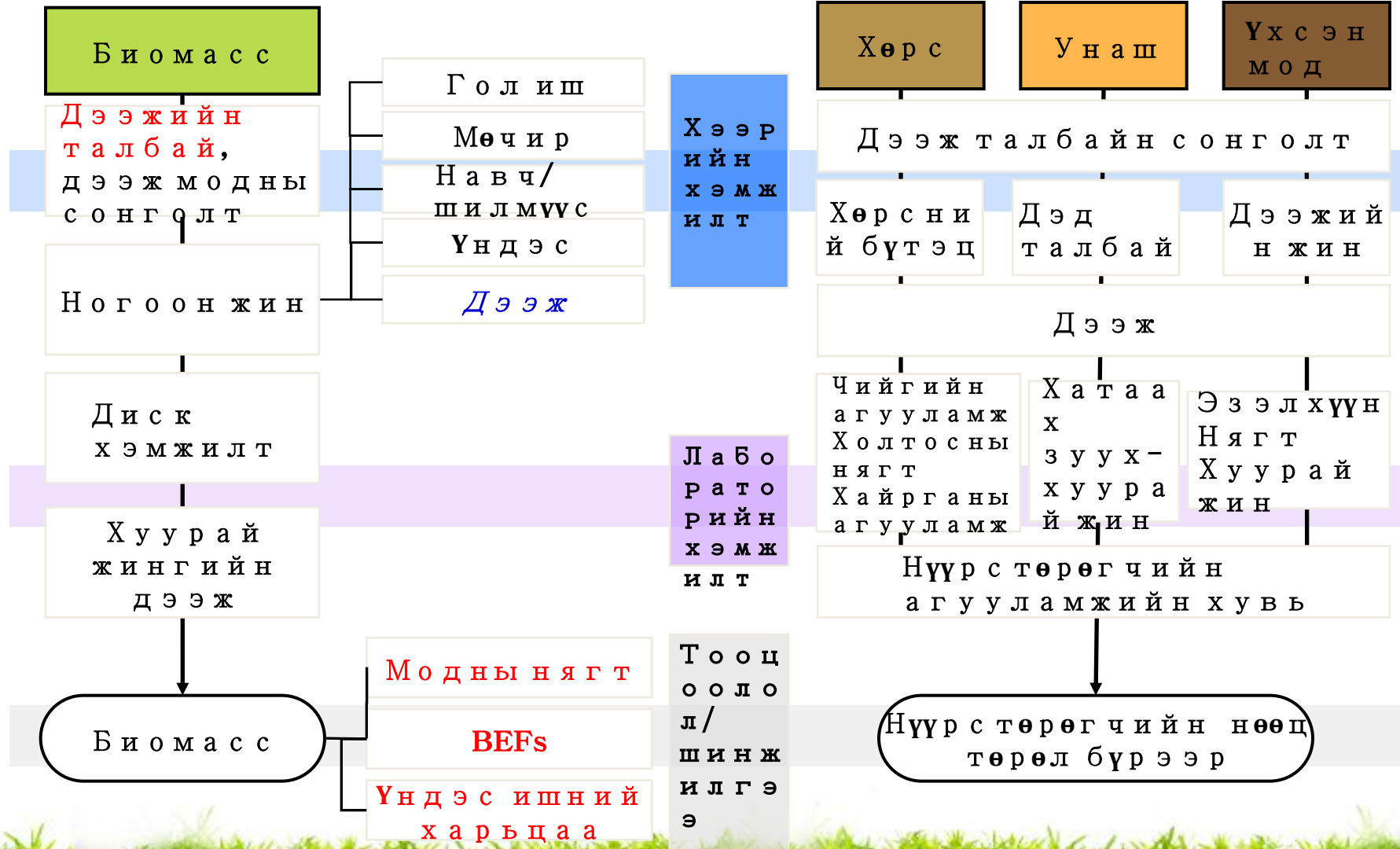


- Төслийн нэр : Киотогийн протоколын шаардлагын дагуу Солонгос дахь ойн нүүрстөрөгчийн тооллого
- Хугацаа : 2007.4~2010.4 (3 жил)
- Төсөв : USD 1.2 сая ам.доллар
- Санхүүжүүлэгч байгууллага: Солонгосын ойн газар
- Гүйцэтгэгч байгууллага: Ой судлалын үндэсний хүрээлэн ※  
Улсын хэмжээнд 8 их, дээд сургуультай хамтарсан

# Ялгаруулалт ба шингээлтийн коэффициент боловсруулах



## Я В Ц



## Дээжийн талбайн тоо, тэдгээрийн үндсэн модны төрлүүдэд хуваарилалт



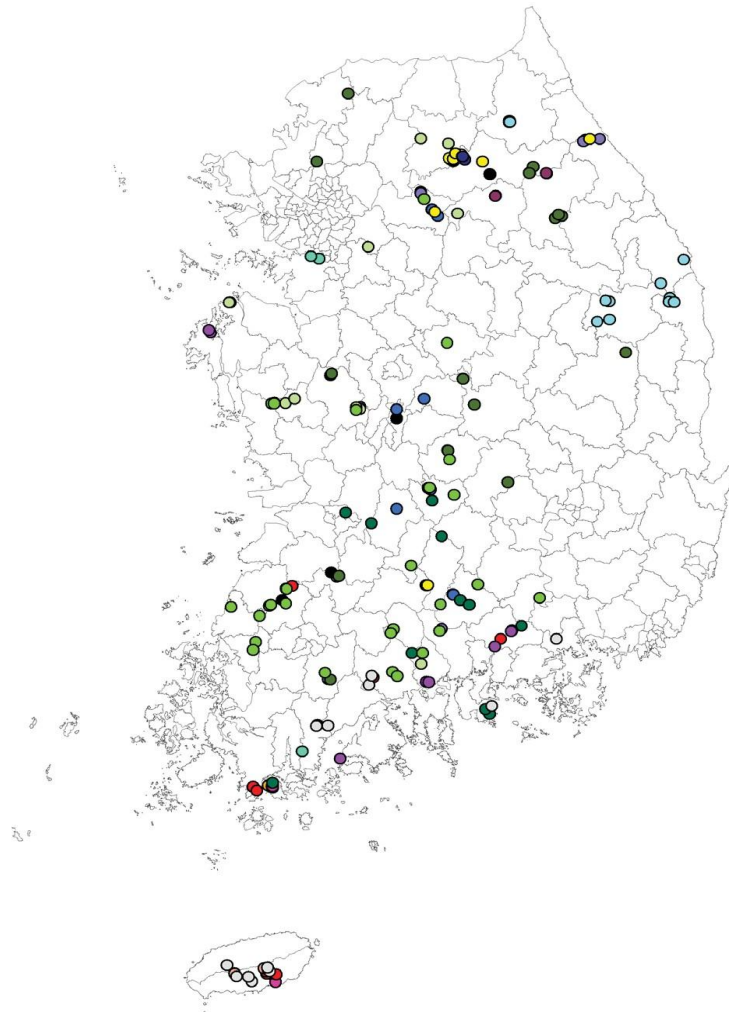
- ✓ Дээжийн талбайн тоог тодорхойлох томъёо

$$n \geq \frac{t^2 C^2 A}{e^2 A + t^2 a C^2} \rightarrow n \geq \frac{4C^2 A}{(e^2 A + 4aC^2)},$$

Where,  $n$ : No. of sample plots,  $A$ : Total Area,  $C$ : Coefficient of variation(CV),  
 $e$ : Allowable error,  $a$ : Area of a sample plot,  $t$ : Confidence level(normally 95%)

- ✓ Таримал ойд 10%-ийн, байгалийн ойд 20%-ийн хувьсах коэффициент (CV) харгалзан, 15%-ийн хувьсах коэффициент хэрэглэсэн.
- ✓ Судалгааны хүчин чармайлт, зардлыг харгалзан 3%-ийн зөвшөөрөгдөх алдаа хэрэглэсэн.
- ✓ Тооцоолсноор дээжийн талбайн тоо 100 байсан.
- ✓ Ургах нөөц болон модны төрөл бүрийн газарзүйн тархалтыг харгалзан, 150 дээжийн талбайг голлох модны төрлүүдэд хуваарилсан.

# Солонгосын гол модны төрлүүдийн биомасс болон хөрсний нүүрстөрөгчийн судалгаанд зориулсан дээжийн талбайн хуваарилалт



- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| Гангвондо нарс,      | Сибирийн үнс |
| Гусил-жат-бам мод,   | Алдер        |
| Гул-ок-тэк-мод       | Хус          |
| Шинэс                | Нарс         |
| Ригида-нарс,         | Куэркус царс |
| сараана мод          | Төв нарс     |
| Улаан өргөст мод     | Кипарис      |
| Нарс                 | Нарс         |
| Мөнгөн навчит гацуур | Hydrangea    |



# Дээж талбайн хэмжилт, тооллого



# Газрын дээрх биомасс

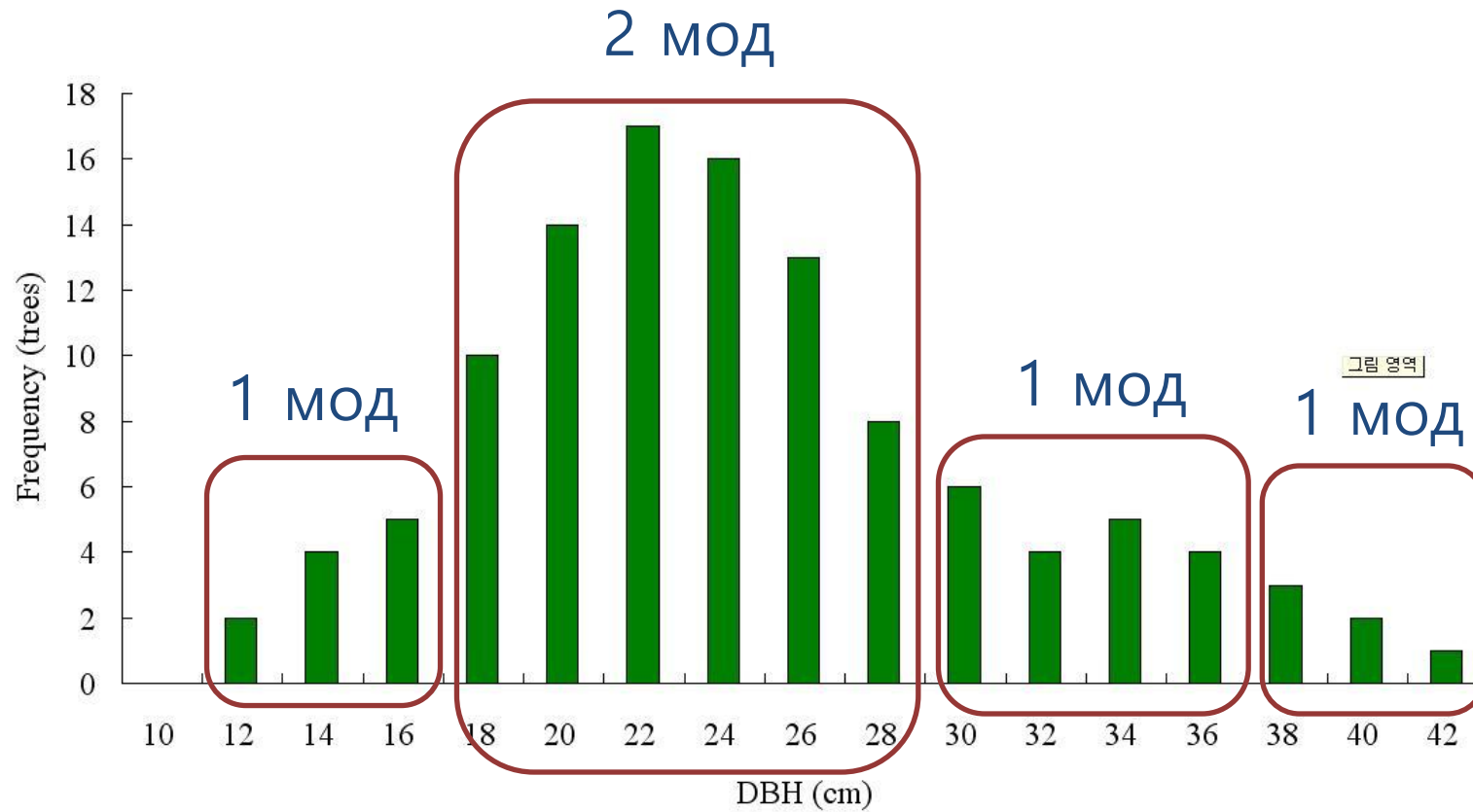
# Хээрийн хэмжилт



- Судалгаанд хамрагдах судалгааны талбайг сонгох
- Байшин байгуулах талбай (20м х 20м)
- Бүх модны үндсэн өгөгдлийг хэмжих
  - Дээд давхрын бүх модыг тодорхойлох
  - ЦӨД хэмжилт
- Модны дээжийг сонгох
- Сонгосон дээжийн модны шинэ жинг хэмжих ишнээс хатаах дээж цуглуулах, мөчир, диск, навч+мөчир, үндэс



# Модны дээжийн СОНГОЛТ

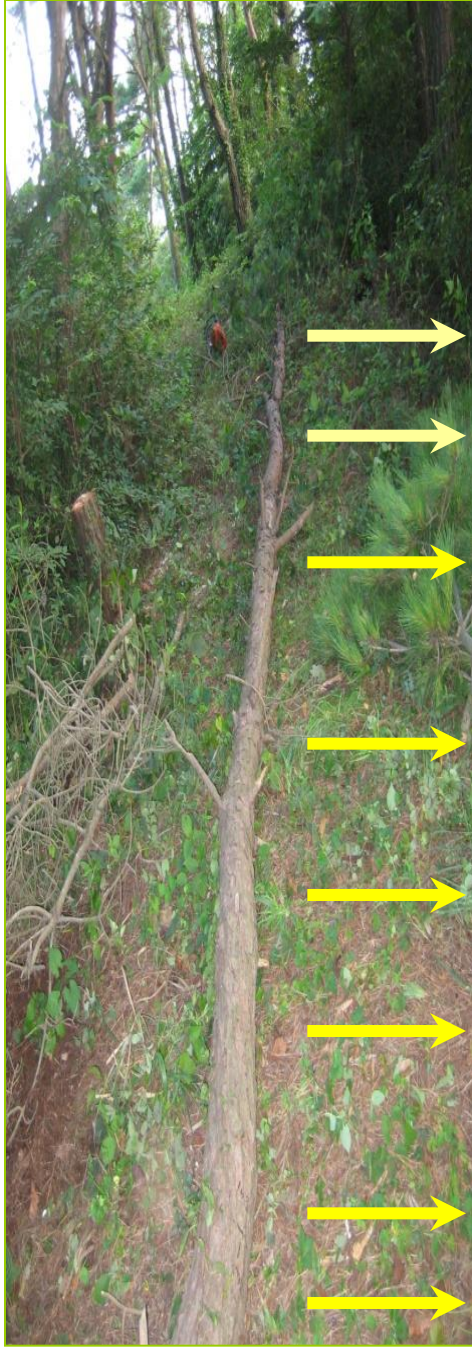


# Хээрийн хэмжилт



- ✓ Дээж модыг унагах
- ✓ Дискүүдийг цуглуулах
- ✓ Дээжүүдийг жинлэх
  - ✓ Иш
  - ✓ Мөчир, навч+шилмүүс, тэдгээрийн дээж
  - ✓ Үндэс ба тэдгээрийн дээж





11.8m

10.2m

9.2m

7.2m

5.2m

3.2m

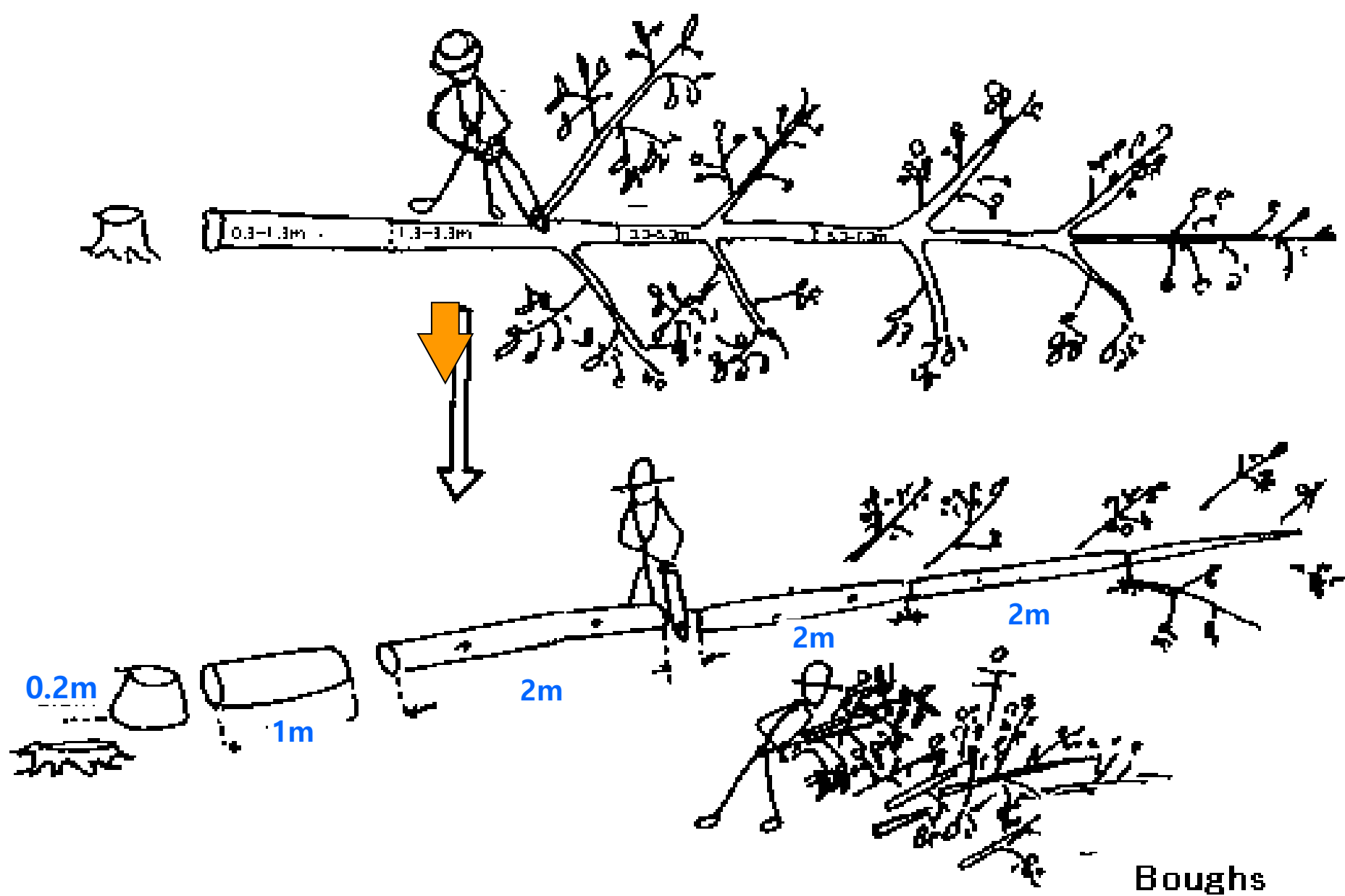
1.2m

0.2m





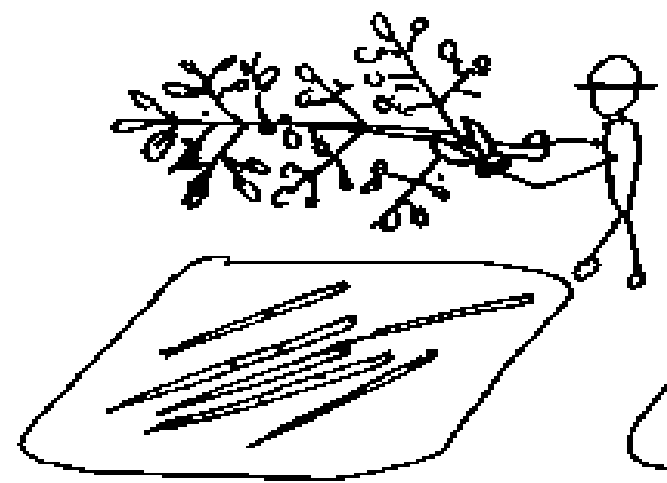
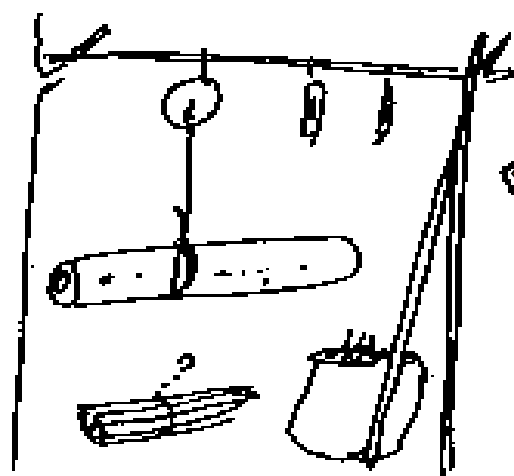




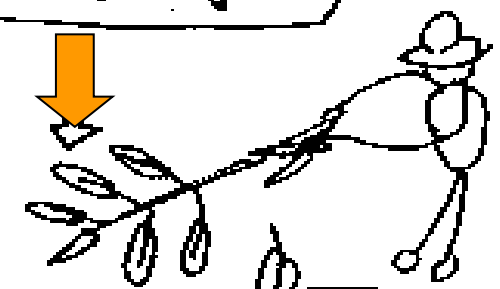
Дээжийн модыг хөрөөдөж, тайраадас болгон хуваах. Мөчрүүдийг салгаж авах ёстой.



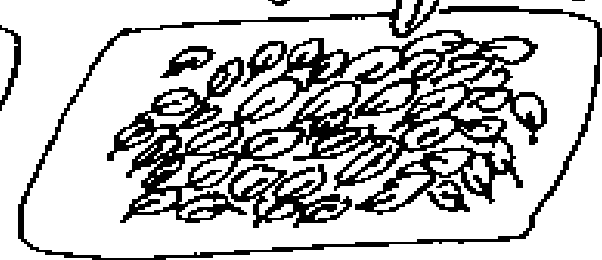
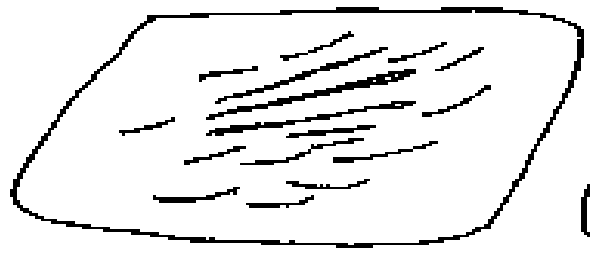
**3. Хэсэг бүрийг газар дээр нь хэмжих**



**1. Мөчрүүдийг гол ишнээс нь салгах**



**2. Мөчир, навс шилмүүсийг нарийн мөчрөөс салгах**



**Зураг 2 Нарийн мөчрүүдийг мөчрөөс нь салгаж, мөчир, навч болгон салгаж, дараа нь хэсэг бүрийн жингээр жинлэнэ.**

Эх сурвалж: (<http://www.jopp.or.jp/english/jigyoo/biomassmanual/manual2.html>)



# Газрын доорх биомасс

# Үндэс гаргах үйл явц

- Газар доорх биомассын үндсийг цуглуулах
  - Татлага
  - Экскаватор











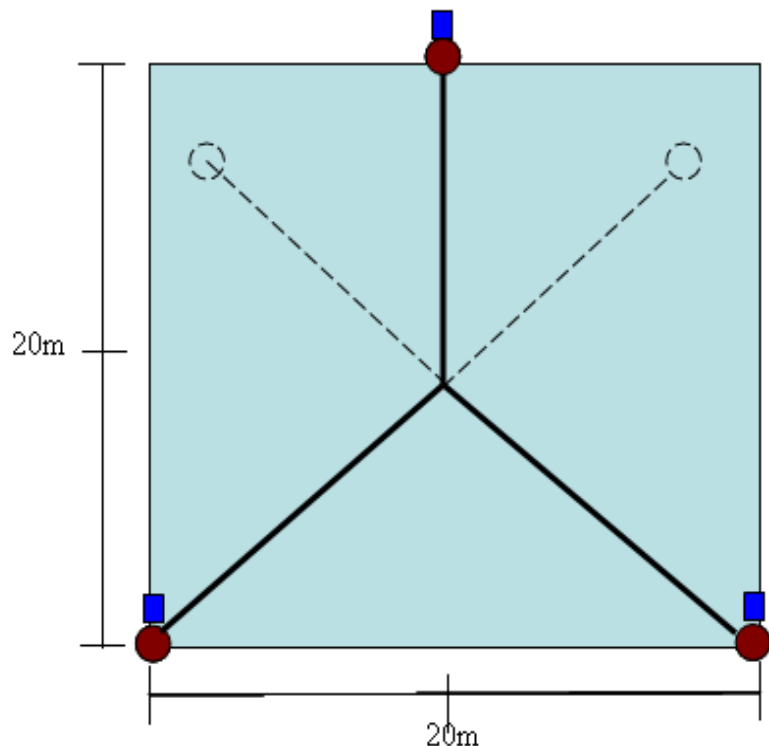
# Унаш ба хөрс

# Судалгааны цэгүүд



## Газар сонгол

- Судалгааны талбай болон түүврийн цэгийг сонгох



- Хөрсний давхаргын дээж авах нүхнүүд
- Органик давхаргын дээж авах нүхнүүд
- Сэлбэг дээж авах нүхнүүд

# Унаш

## Органик давхаргаас дээж цуглуулах

Бүх амьд ургамлыг цуглуулж, ургамлыг таслана  
хүрээний гадна талд (30 см х 30 см)





# Хөрс



## Хөрсний дээж цуглуулах

- Үлдсэн ялзмагийг зайлуулж, шнек ашиглан 0-10 см гүнээс хөрсний дээж авна.
- Гүн бүрт ижил аргаар хөрсний дээж цуглуулна



A decorative header in the top right corner featuring a small globe with a green tree growing on it, set against a blue sky with white clouds and a green horizon line. The globe is partially obscured by a green wave-like shape.

# ҮХСЭН МОД



# Босоо хатсан МОД



# Хожуул



# Унанги





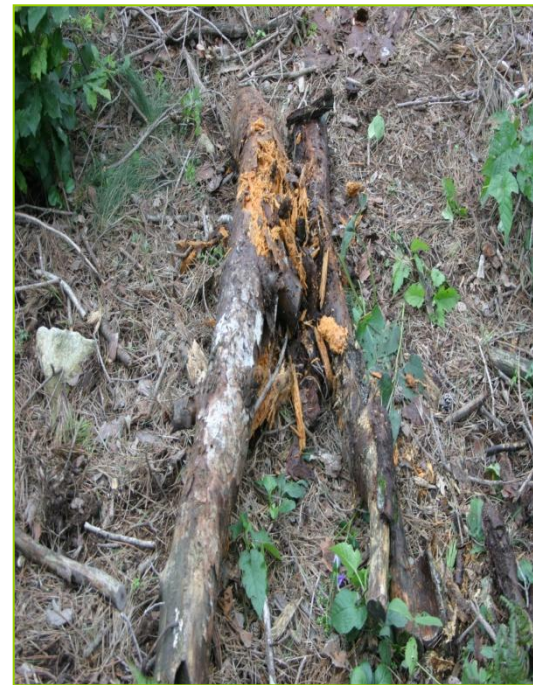
# Өмхөрлийн зэрэг



Бага

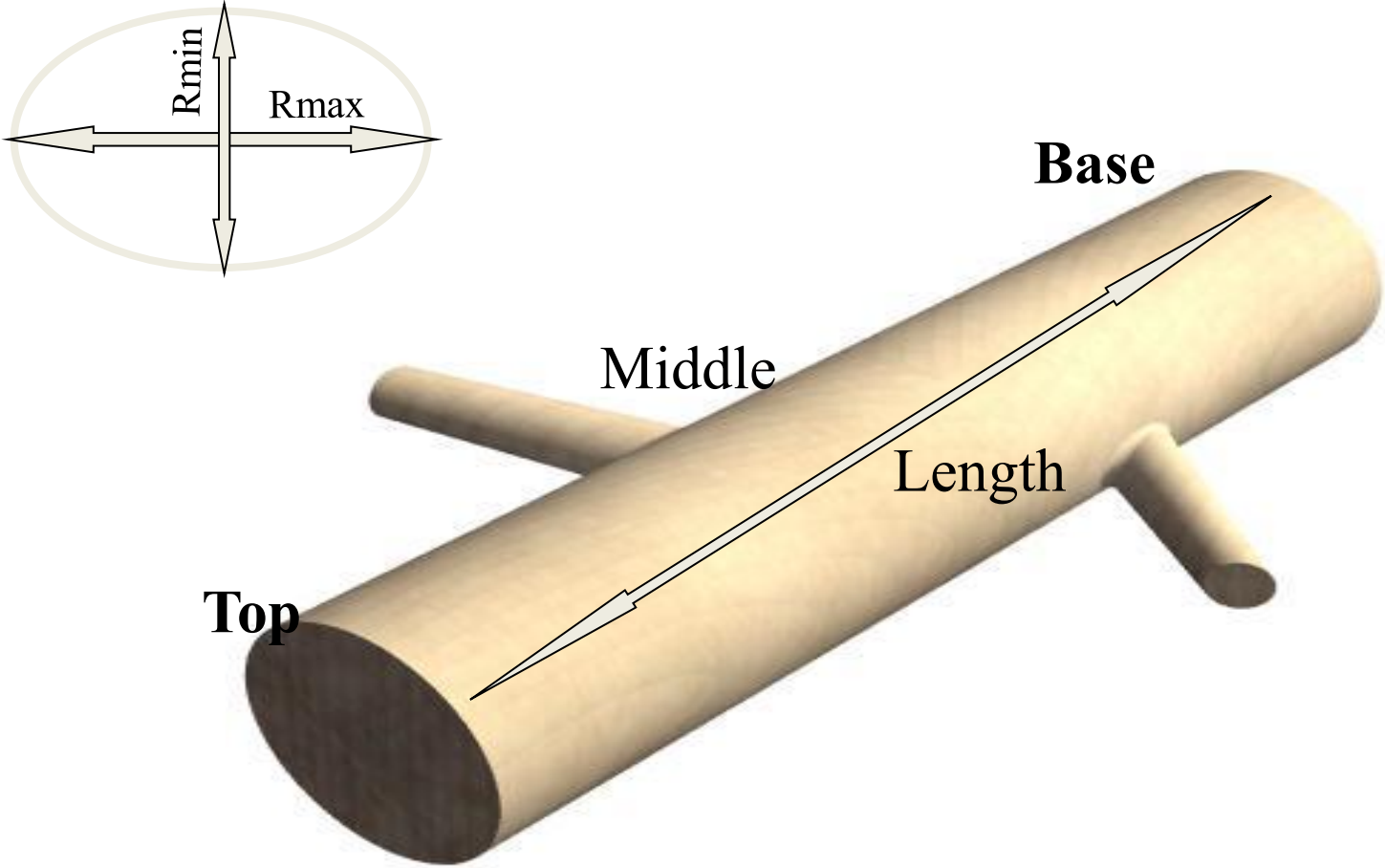


Дунд



Их

# Measure length and diameter at three point





## Эзлэхүүнийг тооцоолохын тулд

Using Newton formula & Whitemore(1984)

- Унанги ба хожуул

$$V = L (A_b + 4A_m + A_t)/6$$

- Босоо хатсан мод

$$V = \text{basal area} \times \text{height} \times 0.5$$

**V** : Эзэлхүүн,    **L** : урт,

**Ab**: Доод талын төгсгөлийн хөндлөн огтлолын талбай

**Am**: Дунд хэсгийн төгсгөлийн хөндлөн огтлолын талбай

**At**: Дээд талын төгсгөлийн хөндлөн огтлолын талбай

$$(A = 3.1416 \times R_{\min} \times R_{\max})$$



Дээжийн диск цуглуулах





## Нягт ба массыг тооцоолох

- Нягт ( $\text{g/cm}^3$ )  
= Дээжийн эзэлхүүн / хуурай жин
- Масс ( $\text{Mg/ha}$ )  
= Эзэлхүүн \* нягт



# Лабораторийн нөхцөлд



# Диск ба ДЭЭЖ





# Диск ба дээжүүд

## Дээжний хуурай жинг хэмжих

- Цуглуулсан дээжийг (ишний диск, мөчир, навч+нарийн мөчир, үндэс) 85 хэмд тогтмол жинтэй болтол хатаана.
- Дээжний хуурай жинг хэмжих

## Хуурай жин ба шинэ жингийн харьцааг тооцоолох

- Дээжийн модны бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн биомассыг тооцоолохын тулд хуурай жин ба шинэ жингийн харьцааг тооцоолох

# Модны дээж



## • Модны биомассыг тооцоолох (хуурай жин)

- ✓ Иш (Мод + холтос)
- ✓ Ишний мод
- ✓ Ишний холтос
- ✓ Мөчир
- ✓ Навч + нарийн мөчрүүд
- ✓ Үндэс

# ИШНИЙ ЭЗЭЛХҮҮН



## • ИШНИЙ ЭЗЭЛХҮҮН

• Тайрсан ишний эзэлхүүн (см<sup>3</sup>)

$$= \sum \{(D/2)^2 \times \pi \times 200\} + (d/2)^2 \times \pi \times t \times 1/3$$

- D: Сүүлийн дискнээс бусад диск бүрийн диаметр (см)
- 200 : Хэсгийн хэмжилтийн дараах ишний урт (см)
- d : Сүүлийн дискний диаметр (см)
- t : Сүүлийн хэсгийн урт (см)
- 1/3: Конус хэлбэрийн эзлэхүүний харьцаа

• Үлдсэн гол ишний эзэлхүүн (ground to 0.2 m) (см<sup>3</sup>)

$$= (D/2)^2 \times \pi \times 20$$

- D: Үлдсэн гол ишний хэсгийн диаметр (см)
- 20: Үлдсэн гол ишний урт (см)

# Биомассын ялгаруулалтын коэффициентийг тооцоолох



## Гол ишний модны нягт(D).

- Их биеийн  $D$  нь ишний хуурай жинг (биомасс) ишний эзэлхүүнд хуваасан утгыг хэлнэ.

## Биомасст хувиргах коэффициент (BEF)

- BEF нь газрын дээрх биомасс ба гол ишний биомассын харьцаа юм

## Үндэс ишний харьцаа(R)

- $R$  нь үндэсний биомассыг газрын дээрх биомасстай харьцуулсан харьцаа юм



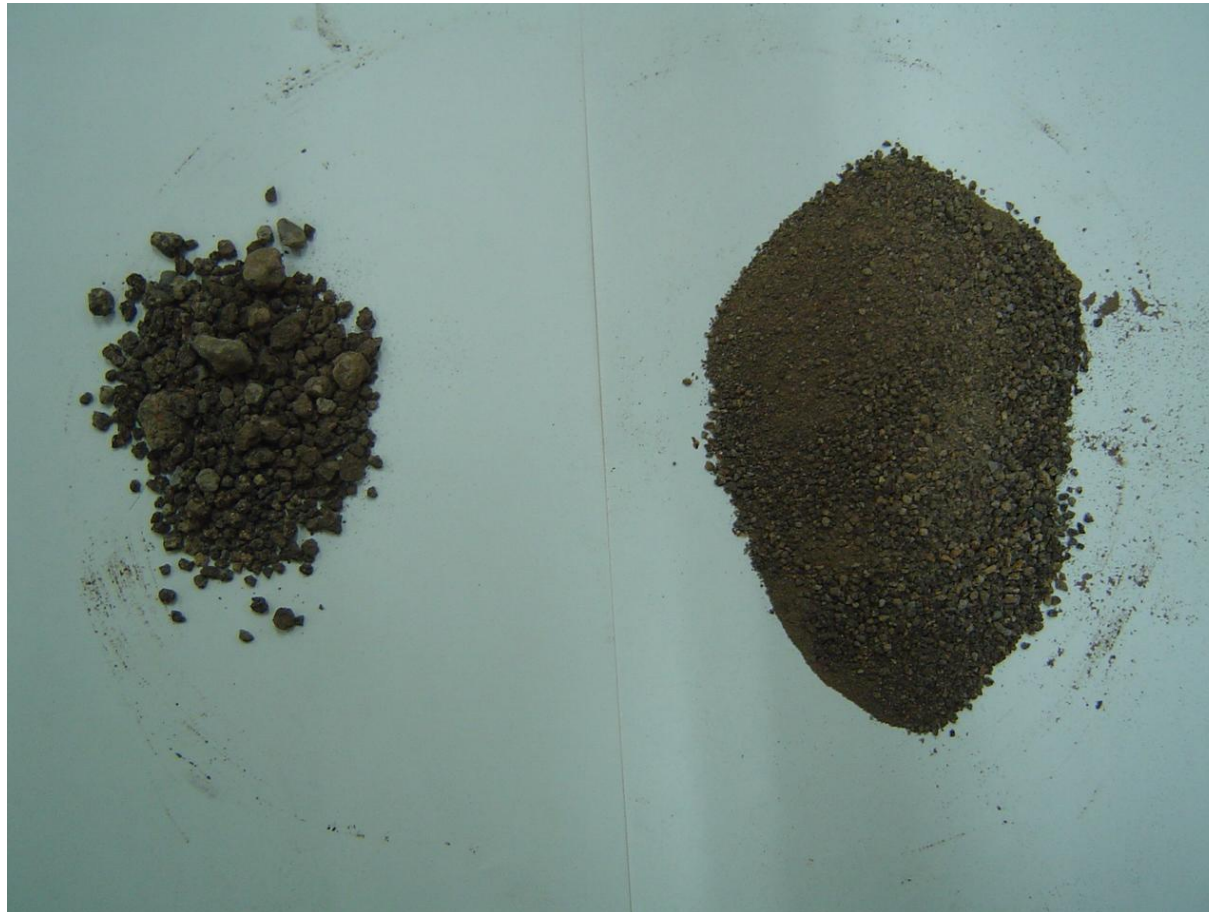
# Хөрсний шинжилгээ

## Хөрс хатаах

- Хөрсөн дээжийг 105°C температурт тогтмол жинд хүрэх хүртэл зууханд хатаана
- Нийт хатсан хөрсний жинг хэмжих ( $W_T$ , g)
- Нарийн шороон хэлтэрхий (<2 мм) ба чулуулгийн хэлтэрхий (>2 мм) шигшүүрээр ялгах
- Чулуулгийн хэсгүүдийн жинг хэмжих ( $W_F$ , g).
- Хатаасан хөрсний жинг (нарийн ширхэгтэй шороон хэлтэрхий <2 мм:  $W_S$ , g) дараах томъёогоор тооцоолох

$$W_S = W_T - W_F$$

# Хөрсний шинжилгээ



# Хөрсний шинжилгээ



## Хөрсний ширхэгийн нягтшил

= Хөрсний нийт хуурай жин ( $WT$ , g) / Хөрсний дээжийн хэмжээ (см<sup>3</sup>)

## Чулуулгийн хэлтэрхийн агууламжийн шинжилгээ

Хөрсний нүүрстөрөгчийг тооцоолохдоо чулуулгийн хэсгүүдийн жинг хэмжих нийт дээжийн массаас тэдгээрийг хасна



# Нүүрстөрөгчийн агууламж



## Хөрс

- Хөрсний гүн тус бүрийн хөрсний нүүрстөрөгчийн нөөцийг дараах томъёогоор тооцоолно

$$SOC_i (Mg/ha) = D \times BD \times C \times (1 - F)$$

*D: Хөрсний зузаан (м)*

*BD : Хөрсний ширхэгийн нягтшил (г/см<sup>3</sup>)*

*C: Хөрсний органик агууламж*

*F : Чулуулгийн хэлтэрхийний агуулга*

- Хөрсний гүн тус бүрийн утгыг нэгтгэн нүүрстөрөгчийн нийт нөөцийг тооцоолох (TCS, тонн/га)

# Нүүрстөрөгчийн агууламж



## Органик давхарга

- Органик давхаргын хуримтлагдсан нүүрстөрөгчийн хэмжээг (г/м<sup>2</sup>) дараах байдлаар тооцоолно;

*органик давхаргын хуурай жин (г/м<sup>2</sup>) × нүүрстөрөгчийн агууламж (C, %)/100*

## Үхсэн мод

- Үхсэн модны хуримтлагдсан нүүрстөрөгчийн хэмжээг (г/м<sup>2</sup>) дараах байдлаар тооцоолно;

*үхсэн модны хуурай жин (г/м<sup>2</sup>) × нүүрстөрөгчийн агууламж (C, %)/100*

발간등록번호  
11-1400377-000173-01

# 산림 바이오매스 및 토양탄소 조사·분석 표준

Survey Manual for Forest Biomass and Soil Carbon



국립산림과학원  
KOREA FOREST RESEARCH INSTITUTE

발간등록번호  
11-1400377-000352-01

# Survey Manual for Biomass and Soil Carbon



 KOREA FOREST RESEARCH INSTITUTE



**I. Aboveground and belowground biomass ..... 3**

1. Field work .....3  
    A. Research process ..... 4  
    B. Methods ..... 7  
    C. Recording the results ..... 14

2. Measuring the disc and samples ..... 16  
    A. Measuring the disc ..... 16  
    B. Measurement of the samples ..... 17  
    C. Ratio of the dry weight to fresh weight (discs and samples) ..... 19

3. Biomass of a single tree .....20

4. Volume and density of the trunk (dry weight / volume) ..... 22  
    A. Biomass of the trunk ..... 22  
    B. Density of the trunk (dry weight / volume) ..... 23

5. Biomass expansion factor ..... 24

6. Method of excavating the roots ..... 25  
    A. By a winch ..... 25  
    B. By an excavator ..... 29

7. Analysis of the samples ..... 29

**II. Investigation of soil, litter and dead woods ..... 33**

1. Investigation of soil ..... 33  
    A. Site selection ..... 33  
    B. Method of collecting samples ..... 34

2. Investigating litter ..... 37  
    A. Plot setting ..... 37  
    B. Method of collecting samples ..... 37

3. Investigating dead woods ..... 38  
    A. Method of investigating and collecting samples ..... 38

4. Analysis of the samples ..... 41  
    A. Preparation of the soil, litter, and dead wood ..... 41  
    B. Analysis of soil carbon content ..... 43  
    C. Assessment of soil carbon stocks ..... 43

**III. Safety Regulations ..... 47**

1. Matters that require attention prior to the work .....47  
2. Matters that require attention during the work ..... 47  
3. Matters that require attention after the work ..... 48

**IV. Appendix ..... 49**



## Солонгосын голлох модны төрлийн нягтрал(D) ба түүний тодорхойгүй байдал

Төрөл зүйл	n	Дундаж	Maximum	Minimum	Uncertainty(%)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	5	<b>0.40</b>	0.47	0.36	<b>12.99</b>
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	28	<b>0.47</b>	0.59	0.39	<b>3.80</b>
<i>Pinus rigida</i> Mill.	10	<b>0.51</b>	0.57	0.47	<b>4.38</b>
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	9	<b>0.41</b>	0.50	0.36	<b>8.20</b>
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	8	<b>0.48</b>	0.53	0.43	<b>5.73</b>
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	6	<b>0.42</b>	0.44	0.41	<b>3.34</b>
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	15	<b>0.45</b>	0.53	0.37	<b>6.34</b>
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	11	<b>0.35</b>	0.38	0.32	<b>3.50</b>
<i>Quercus variabilis</i> Blume	15	<b>0.72</b>	0.76	0.70	<b>1.66</b>
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	10	<b>0.70</b>	0.73	0.65	<b>2.59</b>
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	17	<b>0.66</b>	0.75	0.60	<b>3.33</b>
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	5	<b>0.36</b>	0.39	0.34	<b>7.53</b>



Биомасст хувиргах коэффициент (BEF) ба түүний Солонгос дахь голлох модны төрөл зүйлийн тодорхойгүй байдал

Төрөл зүйл	n	Дундаж	Maximum	Minimum	Uncertainty(%)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	15	1.47	1.96	1.25	7.89
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	33	1.40	2.41	1.12	5.89
<i>Pinus rigida</i> Mill.	21	1.39	2.05	1.13	6.86
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	21	1.85	2.71	1.33	10.99
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	11	1.43	1.99	1.10	12.09
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	9	1.39	1.93	1.23	11.69
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	22	1.32	2.00	1.10	6.54
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	11	1.31	1.69	1.15	6.46
<i>Quercus variabilis</i> Blume	24	1.33	1.66	1.18	3.53
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	16	1.43	1.71	1.21	5.48
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	36	1.50	2.03	1.14	5.86
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	5	1.18	1.28	1.11	6.70



Үндэс ишний харьцаа(R) ба түүний Солонгосын голлох модны төрөл зүйлийн тодорхойгүй байдал

Төрөл зүйл	n	Дундаж	Maximum	Minimum	Uncertainty(%)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	12	<b>0.26</b>	0.52	0.11	<b>18.39</b>
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	30	<b>0.25</b>	0.54	0.11	<b>8.69</b>
<i>Pinus rigida</i> Mill.	11	<b>0.43</b>	0.99	0.21	<b>38.36</b>
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	10	<b>0.26</b>	0.41	0.18	<b>19.48</b>
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	8	<b>0.31</b>	0.51	0.24	<b>23.83</b>
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	12	<b>0.21</b>	0.47	0.06	<b>38.93</b>
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	15	<b>0.28</b>	0.48	0.15	<b>18.26</b>
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	11	<b>0.25</b>	0.32	0.19	<b>13.50</b>
<i>Quercus variabilis</i> Blume	15	<b>0.34</b>	0.47	0.19	<b>11.42</b>
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	10	<b>0.33</b>	0.76	0.13	<b>39.78</b>
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	17	<b>0.42</b>	1.06	0.21	<b>22.77</b>
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	4	<b>0.16</b>	0.18	0.16	<b>8.83</b>



Биомасс дахь нүүрстөрөгчийн хувь (CF) ба түүний Солонгосын голлох модны төрөл зүйлийн хувьд тодорхойгүй байдал

Төрөл зүйл	n	Нүүрстөрөгчийн хувь (%)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	15	<b>50.4</b>
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	33	<b>50.7</b>
<i>Pinus rigida</i> Mill.	21	<b>50.6</b>
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	21	<b>50.1</b>
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	11	<b>49.3</b>
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	9	<b>49.7</b>
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	22	<b>50.1</b>
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	13	<b>50.9</b>
<i>Quercus variabilis</i> Blume	24	<b>49.0</b>
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	16	<b>48.0</b>
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	36	<b>48.8</b>
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	5	<b>47.2</b>

Солонгосын голлох модны төрөл зүйл бүрийн **унаш дахь** нүүрстөрөгчийн хувь (CF)

Төрөл зүйл	n	Нүүрстөрөгчийн хувь (%)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	12	47.18 (1.08)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	35	48.06 (0.79)
<i>Pinus rigida</i> Mill.	15	43.38 (1.01)
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	15	37.43 (1.34)
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	17	38.16 (2.21)
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	10	44.99 (0.84)
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	11	45.90 (0.61)
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	6	44.32 (1.07)
<i>Quercus variabilis</i> Blume	10	34.58 (1.81)
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	6	32.03 (1.44)
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	8	46.10 (0.85)
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	5	39.25 (1.10)

\* The value in parentheses is standard error



## Солонгосын гол модны төрөл зүйлийн үхсэн модны нүүрстөрөгчийн хувь (CF)

Төрөл зүйл	Өмхөрлийн зэрэг					
	Бага		Дунд		Их	
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	50.0 (0.00*)	(n=2)	50.0 (0.00)	(n=4)	50.0 (0.00)	(n=2)
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	51.3 (0.00)	(n=13)	51.2 (0.00)	(n=14)	50.8 (0.00)	(n=10)
<i>Pinus rigida</i> Mill.	48.2 (1.10)	(n=5)	54.4 (0.44)	(n=5)	51.1 (1.07)	(n=6)
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	51.1 (-)	(n=1)	51.1 (0.04)	(n=2)	50.6 (0.46)	(n=2)
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	53.4 (-)	(n=1)	49.8 (0.41)	(n=2)	54.5 (-)	(n=1)
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	51.1 (0.16)	(n=3)	49.1 (0.11)	(n=3)	49.6 (-)	(n=1)
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	49.6 (0.22)	(n=5)	49.8 (0.20)	(n=5)	55.0 (2.09)	(n=6)
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	50.2 (0.42)	(n=5)	51.8 (0.51)	(n=3)	52.8 (0.98)	(n=3)
<i>Quercus variabilis</i> Blume	49.1 (0.13)	(n=4)	49.3 (0.28)	(n=5)	49.1 (0.26)	(n=4)
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	51.2 (0.39)	(n=3)	51.3 (-)	(n=1)	-	
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	51.0 (0.17)	(n=5)	52.3 (1.14)	(n=5)	51.7 (0.81)	(n=4)
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	48.2 (-)	(n=1)	47.9 (0.12)	(n=4)	-	

\* The value in parentheses is standard error



## Солонгосын гол модны төрөл зүйлийн хөрсний гүн тус бүрийн нүүрстөрөгчийн хувь

Төрөл зүйл	Хөрсний гүн			
	0~10см	10~20см	20~30см	30~50см
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Gangwon)	0.0286	0.0188	0.0124	0.0081
<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. (Central)	0.0302	0.0167	0.0113	0.0088
<i>Pinus rigida</i> Mill.	0.0304	0.0167	0.0110	0.0075
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	0.0322	0.0237	0.0186	0.0122
<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	0.0381	0.0232	0.0159	0.0109
<i>Chamaecyparis obtuse</i> (Thunb. ex L.f.) D.Don	0.0158	0.0096	0.0070	0.0062
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	0.0211	0.0092	0.0049	0.0034
<i>Cryptomeria japonica</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	0.0525	0.0303	0.0260	0.0212
<i>Quercus variabilis</i> Blume	0.0396	0.0240	0.0164	0.0143
<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	0.0561	0.0362	0.0267	0.0182
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	0.0169	0.0076	0.0052	0.0026
<i>Populus alba</i> × <i>Populus glandulosa</i> Uyeki.	0.0280	0.0184	0.0117	0.0075



## ***Pinus densiflora* Siebold & Zucc. Зүйлийн хамаарлын тэгшитгэл (Гангвон аймаг)**

Organ	Allometric equations			
	$Y=aD^b$	$R^2$	$Y=a(D^2H)^b$	$R^2$
Stem (wood)	$Y=45.530D^{2.47852}$	0.9049	$Y=23.4003(D^2H)^{0.94362}$	0.9571
Stem (bark)	$Y=37.6432D^{1.87014}$	0.8654	$Y=30.2337(D^2H)^{0.68006}$	0.8497
Stem (total)	$Y=62.918D^{2.41260}$	0.9175	$Y=34.1013(D^2H)^{0.91462}$	0.9636
Branches	$Y=5.601D^{2.70749}$	0.7657	$Y=8.061(D^2H)^{0.90904}$	0.6624
Leaves	$Y=62.480D^{1.52611}$	0.6416	$Y=61.923(D^2H)^{0.53461}$	0.5824
Above-ground	$Y=80.229D^{2.41617}$	0.9482	$Y=33.815(D^2H)^{0.79167}$	0.9581
Roots	$Y=31.999D^{2.27685}$	0.8016	$Y=52.068(D^2H)^{0.89558}$	0.7556
Whole tree	$Y=92.577D^{2.44243}$	0.9412	$Y=85.749(D^2H)^{0.86522}$	0.9267

Үүнд, Y: биомасс(g), D: ЦӨД(cm), H: Өндөр(m), R<sup>2</sup>: тодорхойлох коэффициент

발간등록번호  
11-1400377-00394-01

연구보고  
10-25

## 산림 온실가스 인벤토리를 위한 주요 수종별 탄소배출계수

손영모 · 이경학 · 김태현 · 표정기  
박인협 · 손요환 · 이영진 · 김춘식

Солонгос дахь хүлэмжийн хийн  
тооллого хийх голлох модны төрөл  
зүйлийн ялгарлын коэффициент