

# 放射性Csおよび安定Cs の同一圃場内での分布

二瓶直登

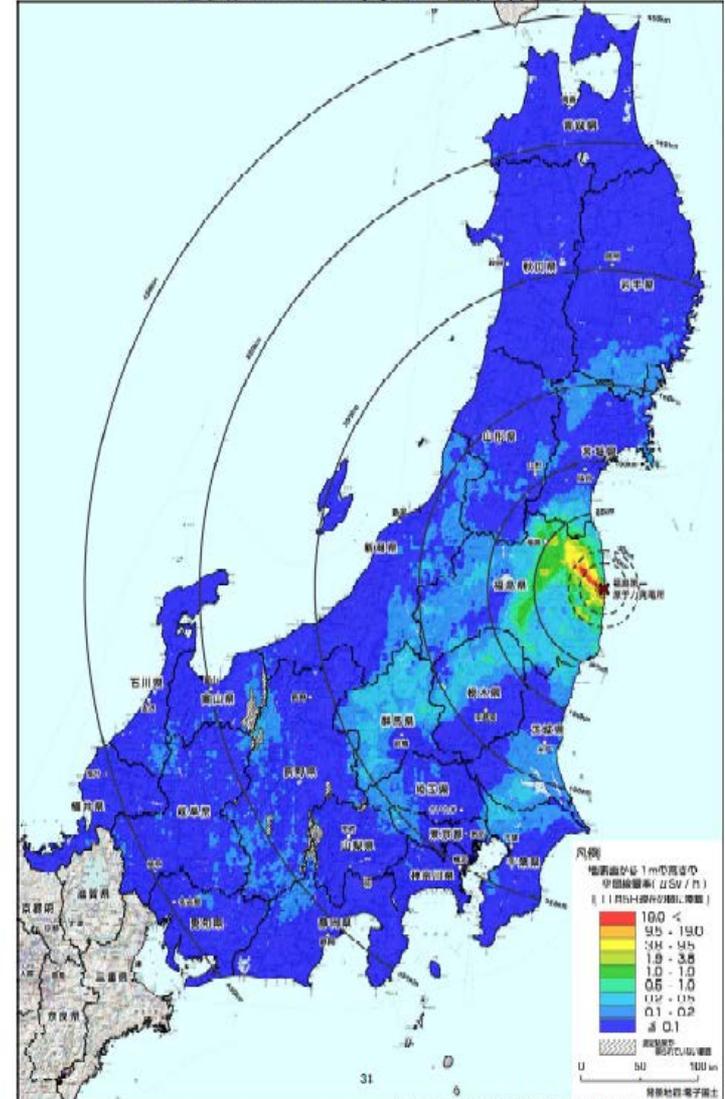
農学生命科学研究科  
放射性同位元素施設

# 東京電力福島第一原子力発電所事故



福島県HPより

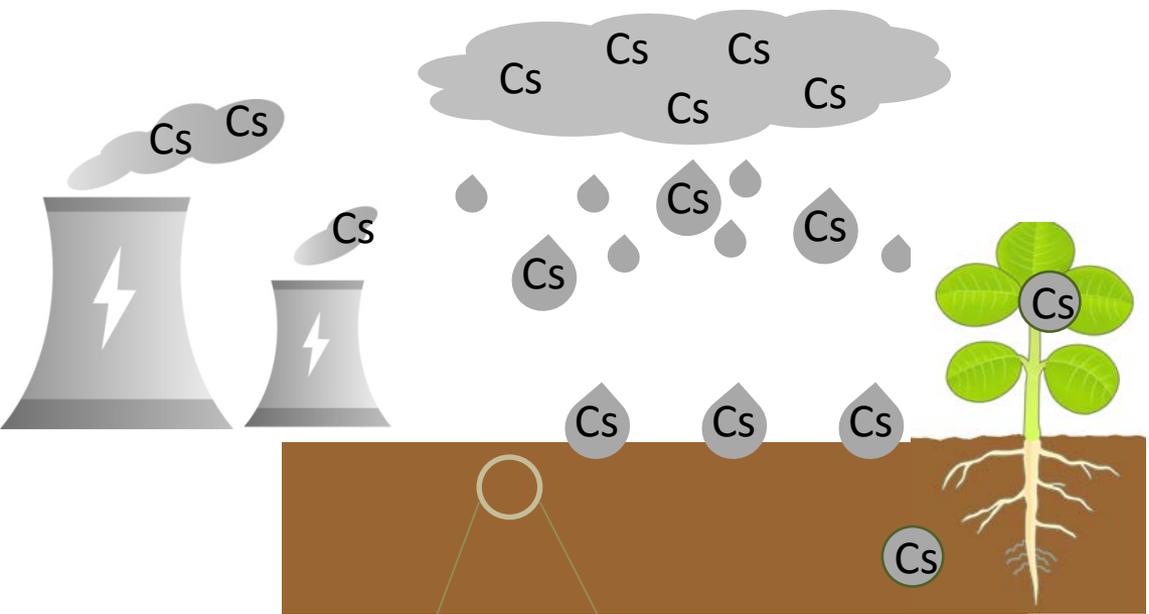
第4次航空機モニタリングの測定結果を反映した東日本全域の地表面から1m高さの空間線量率



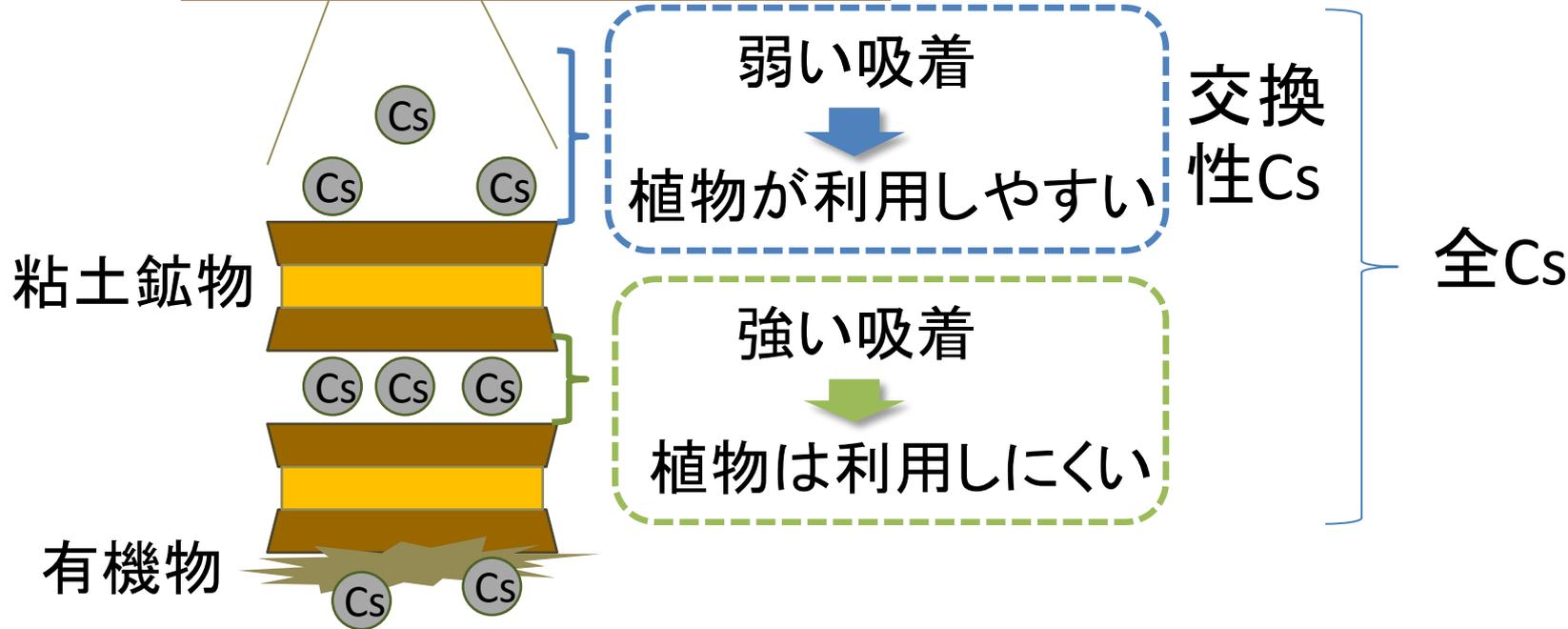
(文部科学省 H23.12.16 プレス資料より引用)

※本マップには天候様相による空間線量率が含まれています。

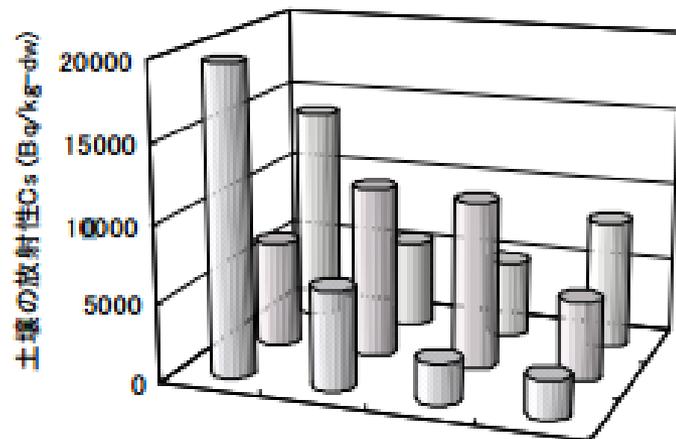
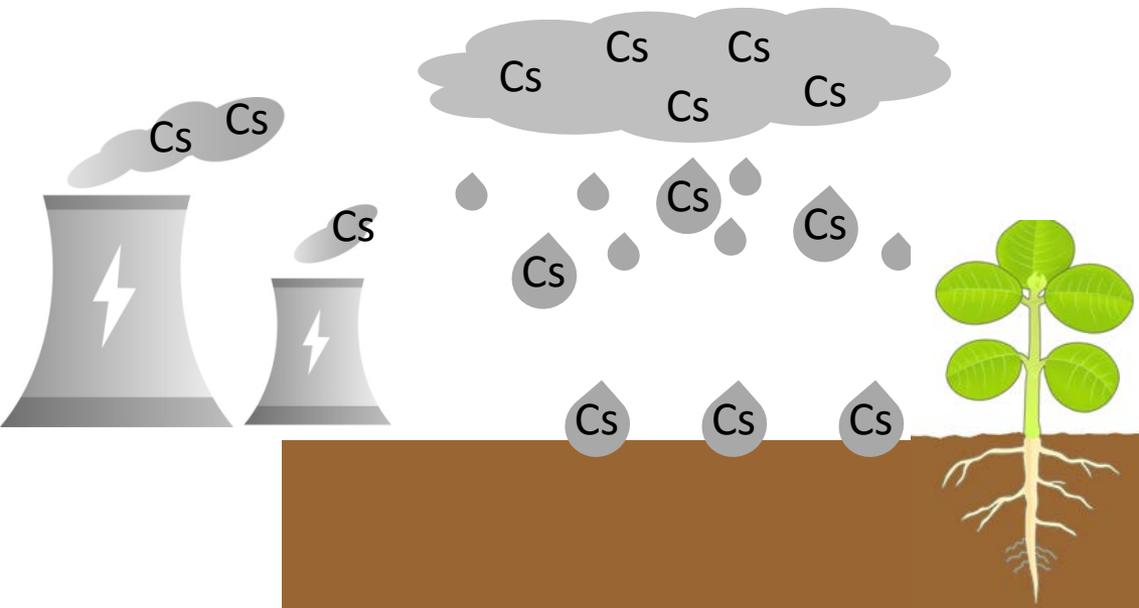
# 土壤中の放射性セシウム



$$\text{移行係数} = \frac{\text{作物のCs}}{\text{土壌の全Cs}}$$



# 土壤中の放射性セシウム



(福島県農業総合センター)

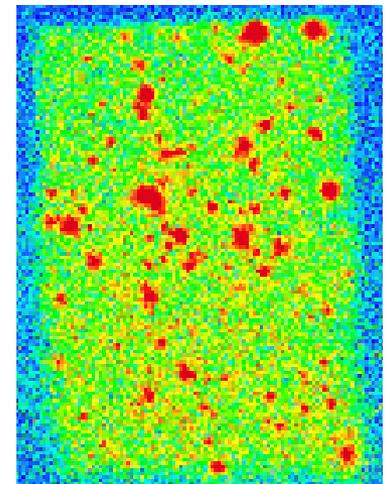
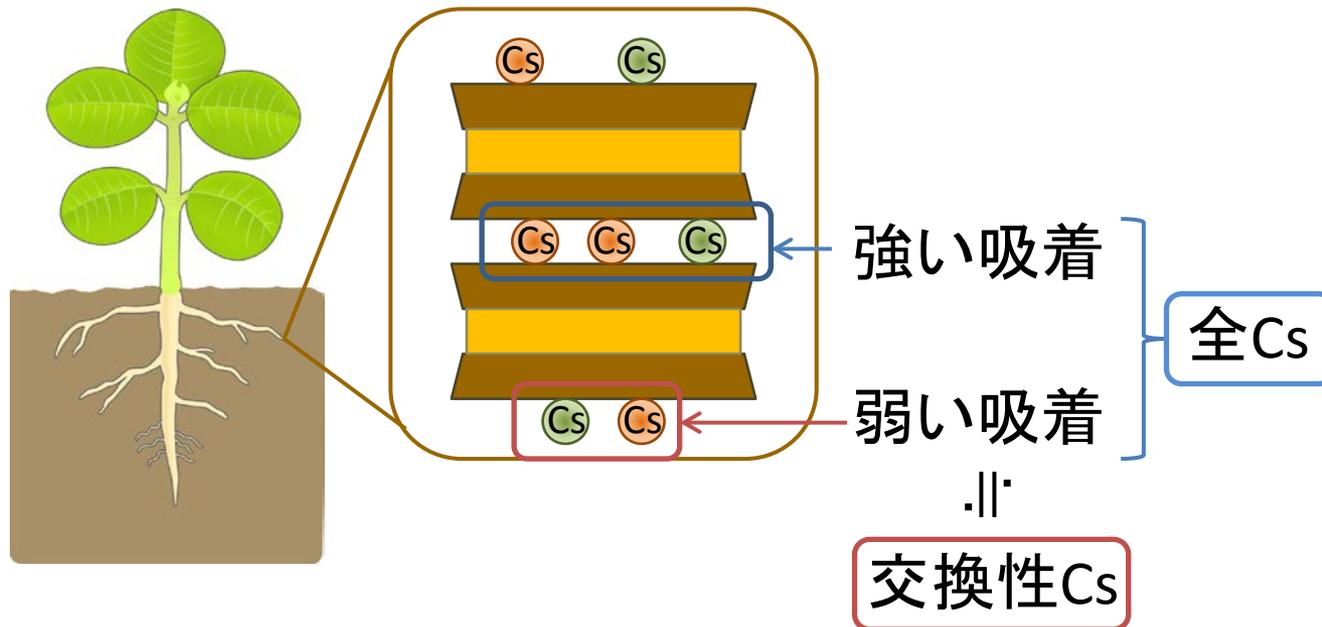


圃場内でバラつき⇒作物内のセシウムは？

# 目的

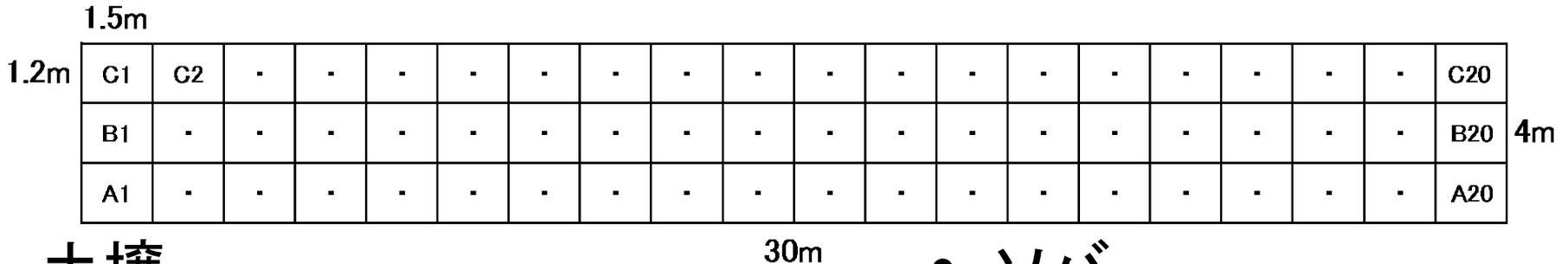
土壌中での放射性Csの分布、作物への移行

- ➡ 圃場内でのバラつき
- ➡ どのような土壌が放射性Csの高い作物を生産するか？
- ➡ 今後の予測(安定Csと比較)



# 調査方法

福島県飯舘村の圃場(30m × 3.6m)を60分割



## ● 土壌

各区画の中心において  
内径5cm, 深さ15cmの土壌試料

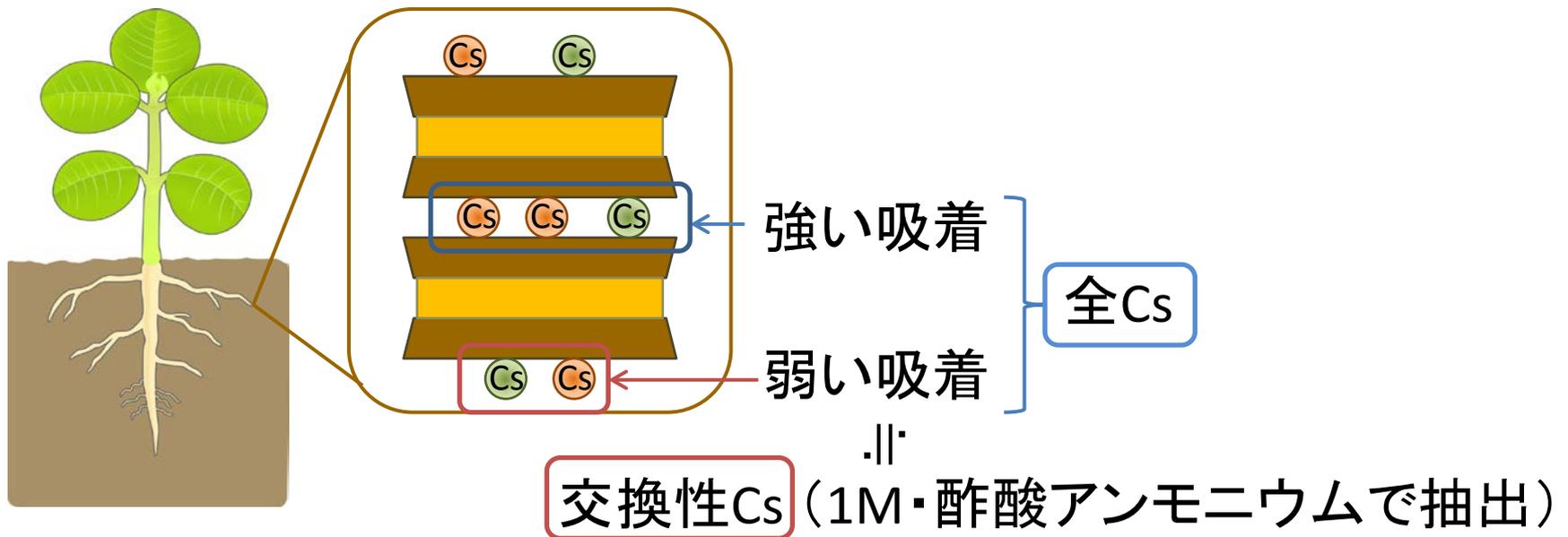
## ● ソバ

信濃一号  
8/7播種～10/21収穫



# 測定項目

| 分類  | 分解・抽出    | 測定        |
|-----|----------|-----------|
| 全Cs | -        | NaIシンチレータ |
| 交換性 | 酢酸アンモニウム | NaIシンチレータ |



- ・交換性K, Ca, Mg
- ・全炭素, 全窒素
- ・pH, EC

...ICP-OES

...C/Nコーダー

...pHメーター, ECメーター

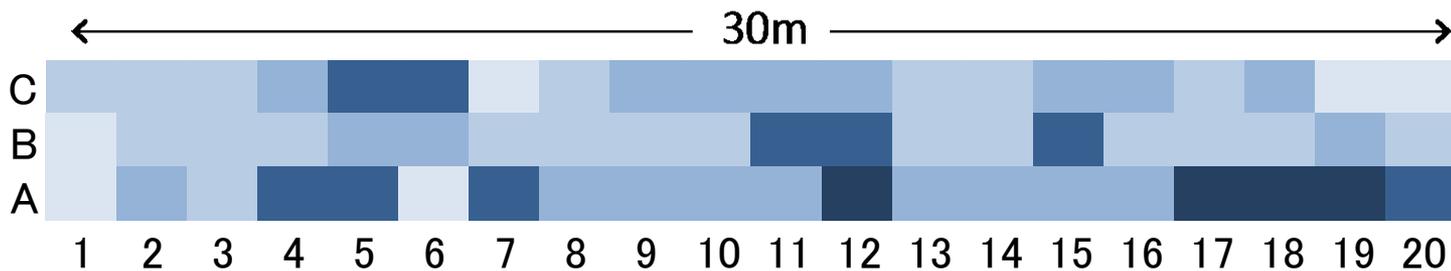
圃場内の放射性Csのバラつき

作物(ソバ)の放射性Csのバラつき

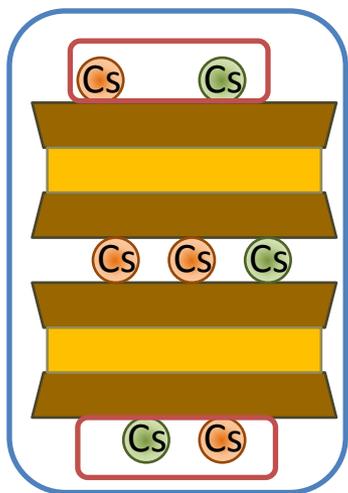
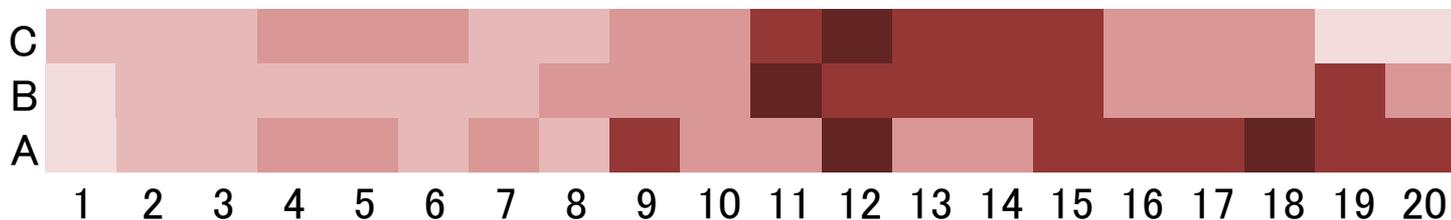
# 放射性Csのバラつき

全Cs

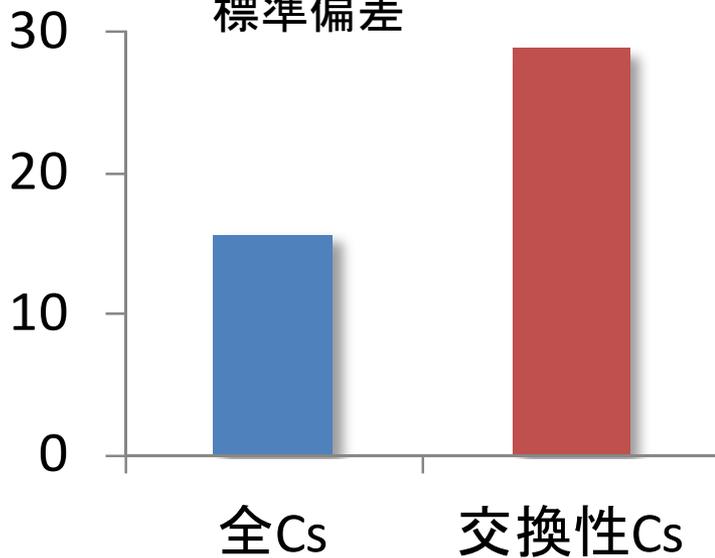
3.6m



交換性Cs



$$\text{変動係数} = \frac{\text{平均値}}{\text{標準偏差}}$$



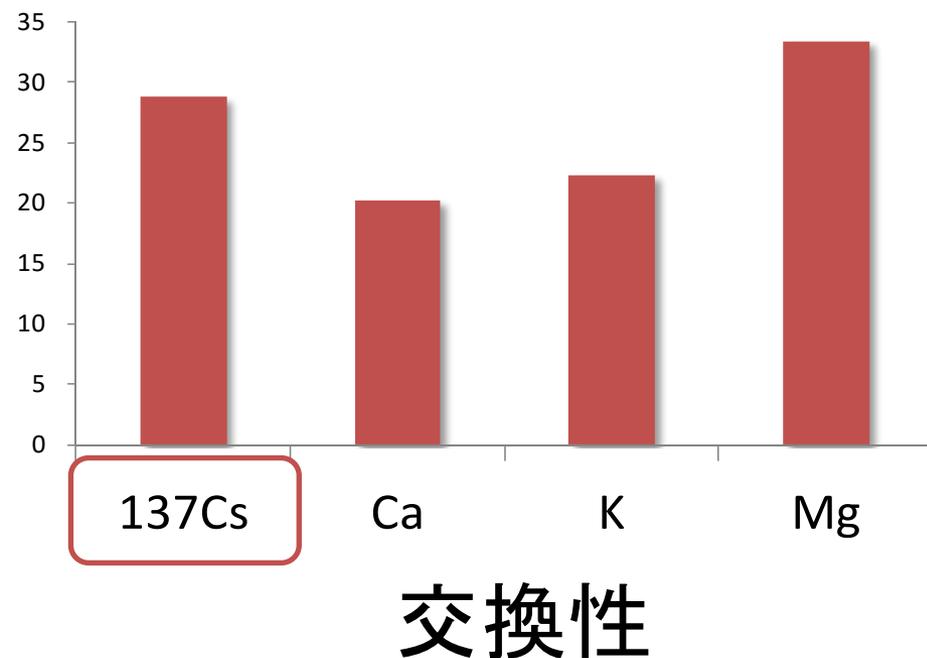
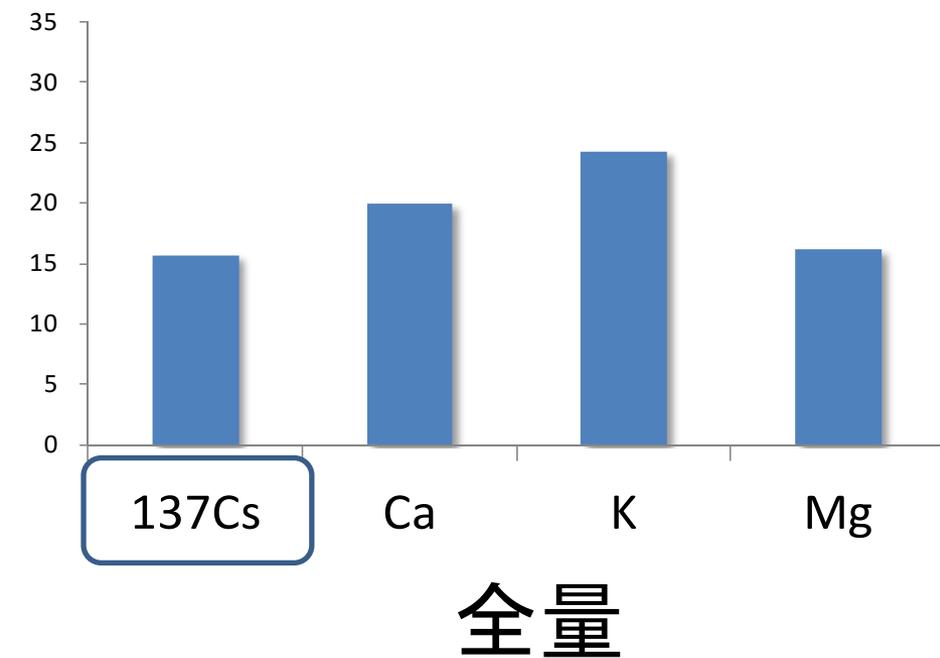
最大値と最小値の差

全Cs 1.9倍

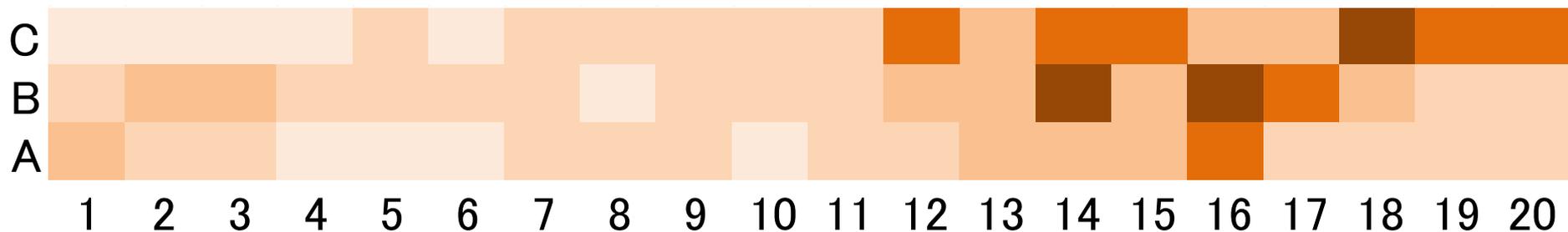
交換性Cs 4.4倍

# Csと他元素のバラつき

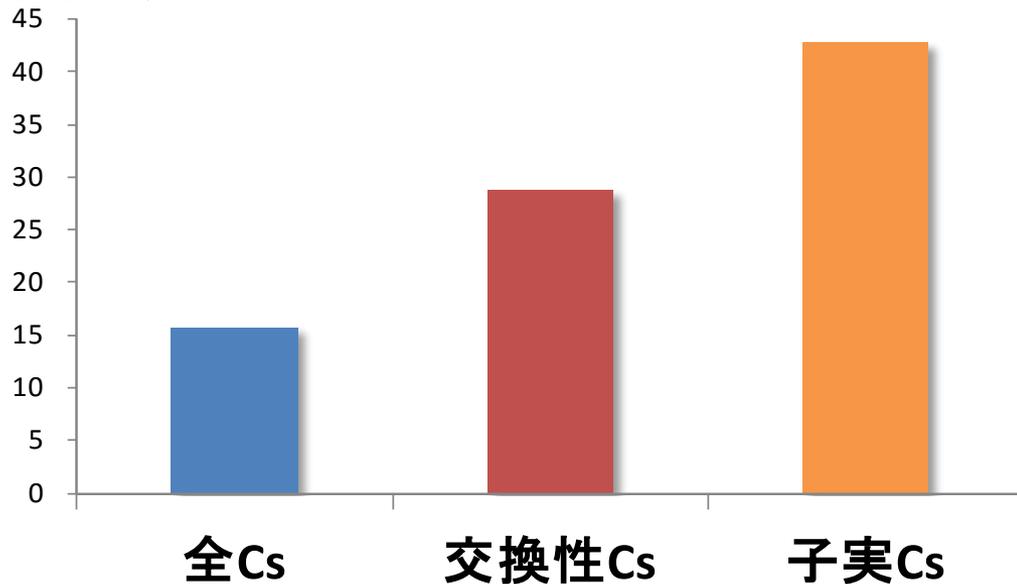
変動係数



# ソバ子実の放射性Cs濃度

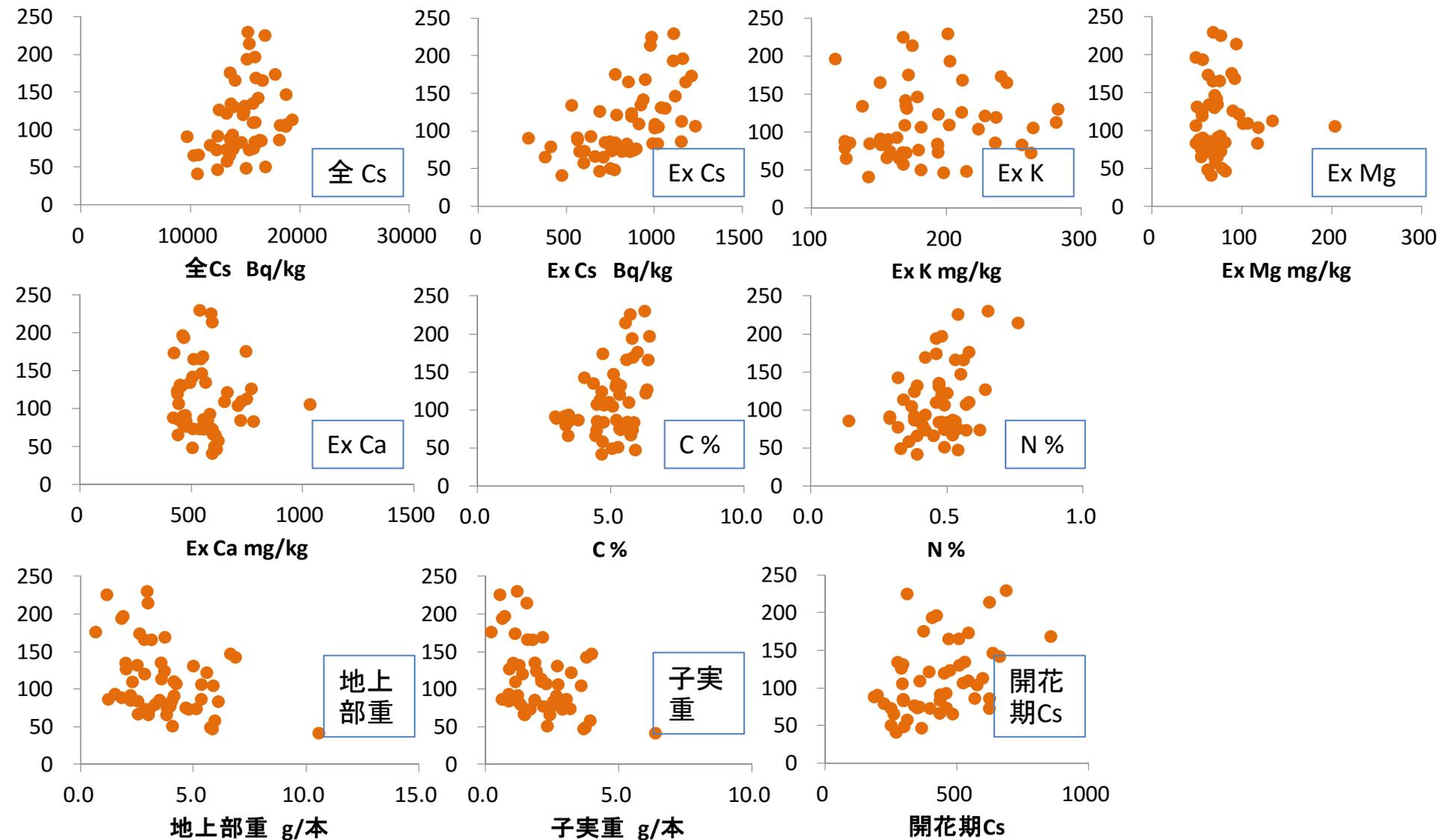


変動係数



最大値と最小値の差    1.9倍                      4.4倍                      5.5倍

# 子実Cs濃度と各項目の相関



|                      | 全 <sup>137</sup> Cs<br>(Bq/kg) | Ex <sup>137</sup> Cs<br>(Bq/kg) | ExK<br>(mg/g) | ExMg<br>(mg/g) | ExCa<br>(mg/g) | C<br>(%) | N<br>(%) | 全重<br>(g/本) | 子実重<br>(g/本) | 開花<br>期 <sup>137</sup> Cs |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------|----------|-------------|--------------|---------------------------|
| 子実 <sup>137</sup> Cs | 0.3                            | 0.5                             | 0.1           | 0.1            | -0.1           | 0.4      | 0.4      | -0.4        | -0.4         | 0.4                       |

どのような土壌で子実の放射性Csが高いか？

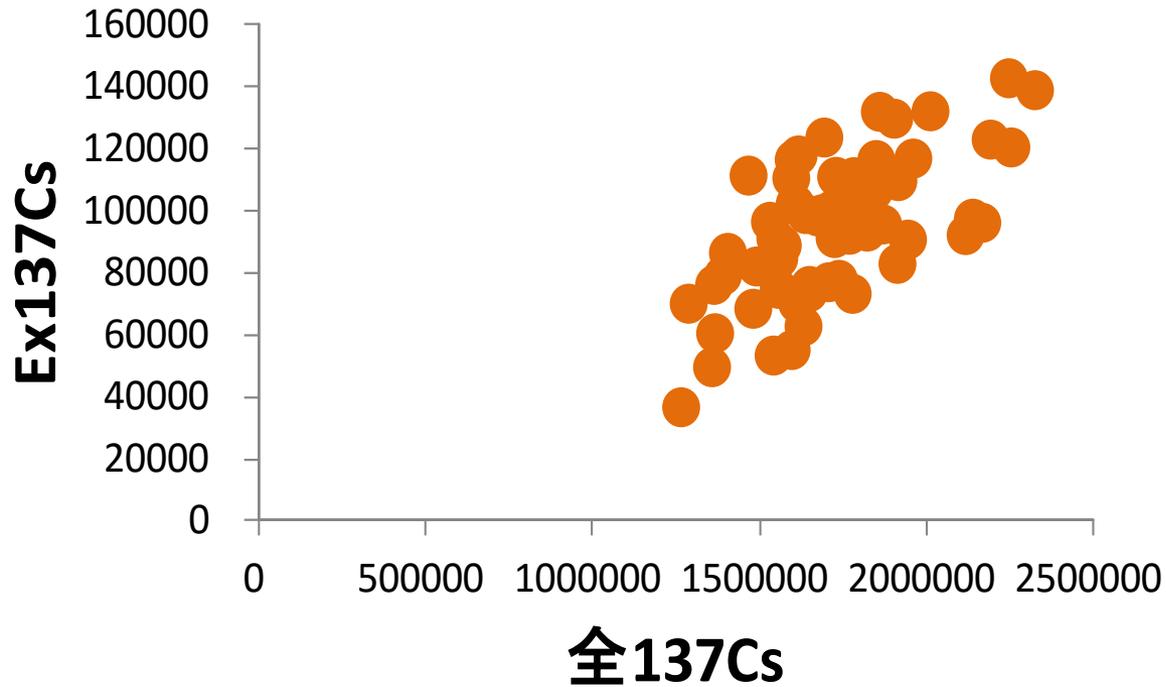
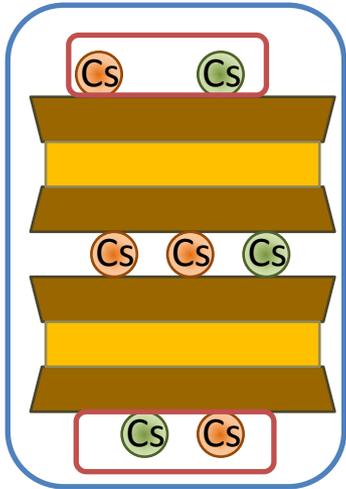


どのような土壌の交換性Csが高いか？

全Cs

と

交換性Cs

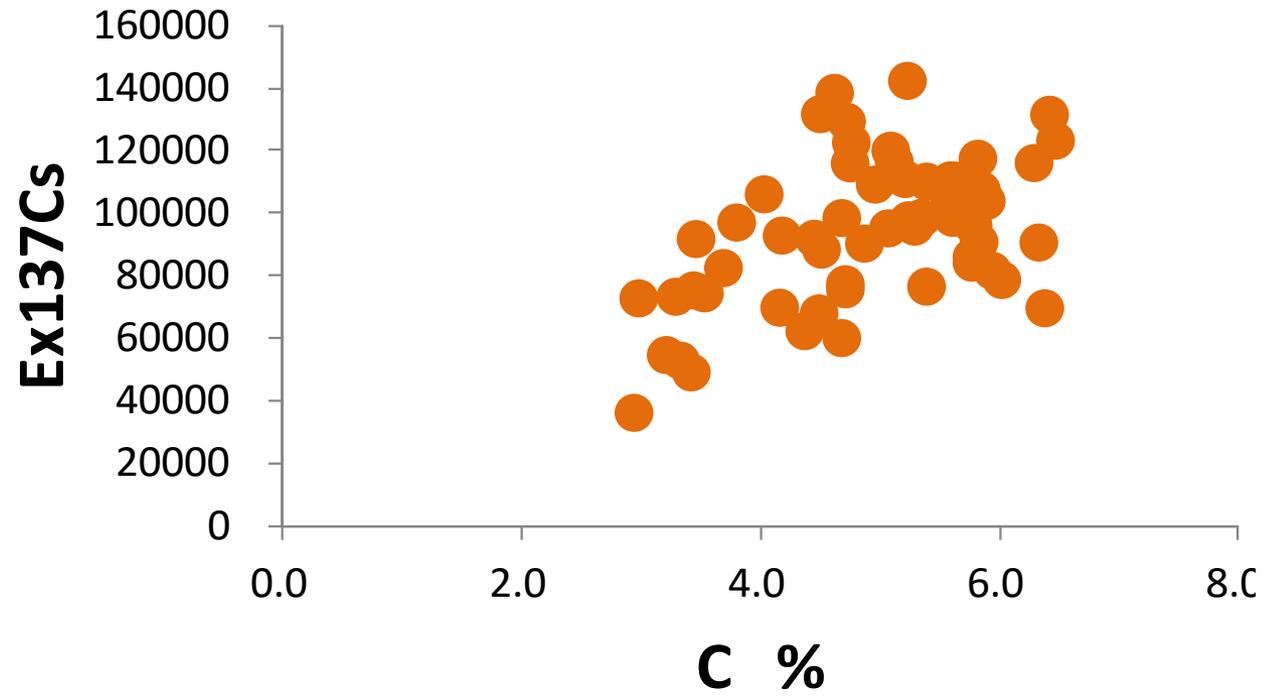
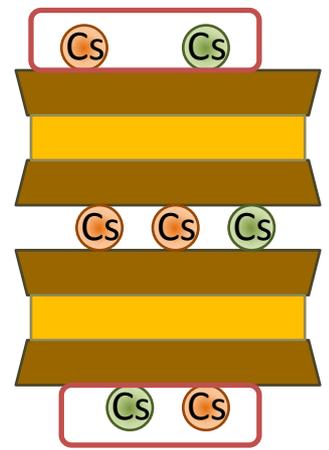


正の相関

➡ 降下物 (全 $^{137}\text{Cs}$ ) が多い所に交換性Csも多い



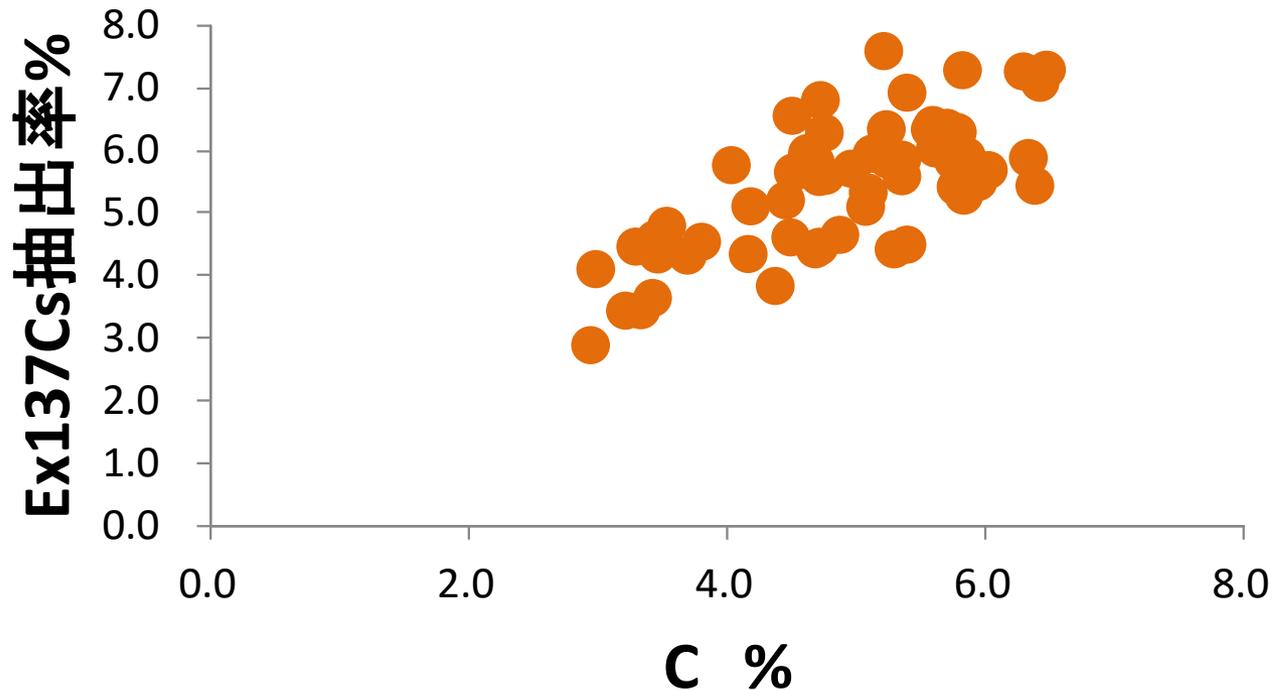
# 全炭素含量と交換性Cs



交換性Cs濃度と全炭素含量に相関

# 全炭素含量と抽出率

$$\text{抽出率} = \frac{\text{交換性Cs}}{\text{全Cs}}$$

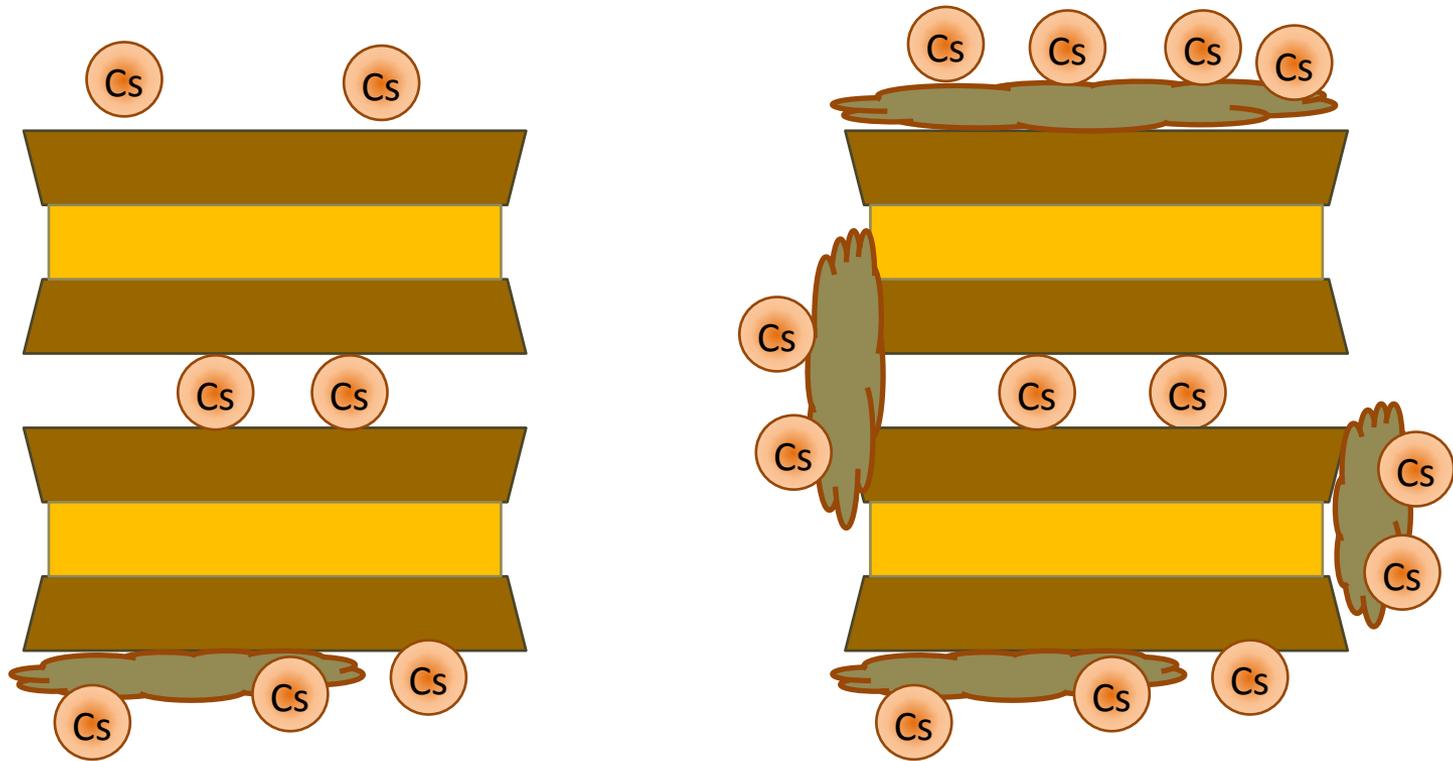


Csの抽出率は全炭素含量と相関

→交換性Csは**有機物**に吸着されていることを示唆

# 交換性Csの吸着場所 = 粘土鉱物 + 有機物

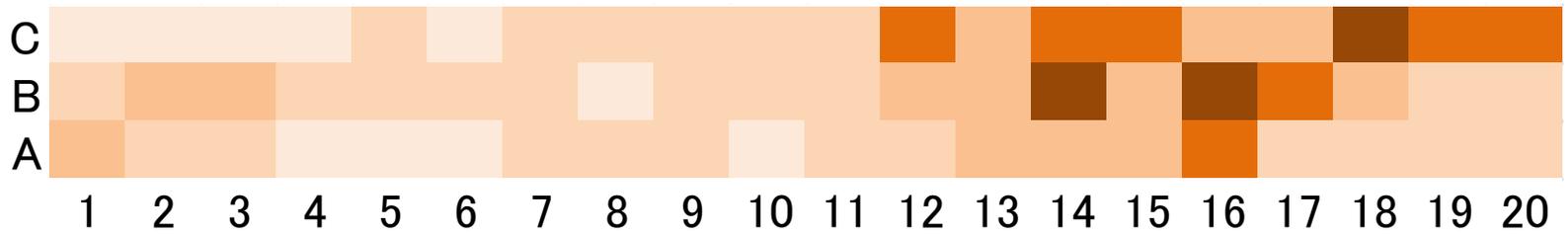
(同一圃場ゆえ、粘土組成は同じと仮定)



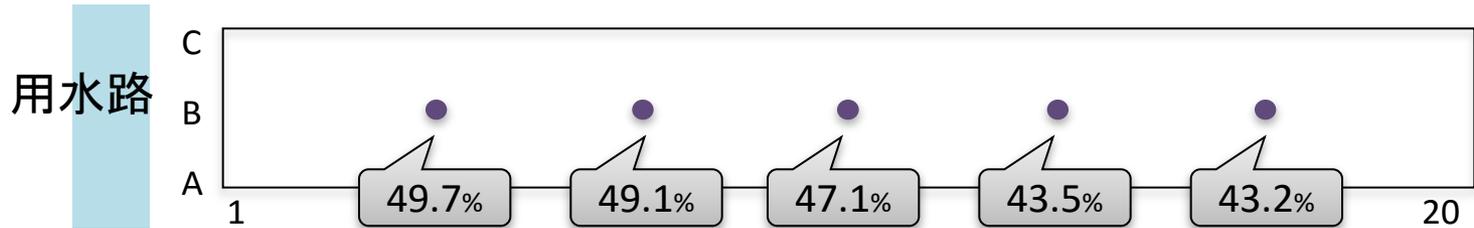
有機物少

有機物多

# 偏りの原因



## • 土壌水分 圃場5ヶ所で体積含水率を測定



用水路側ほど水分が**高い**  
→ **水分過多**による生育不良？

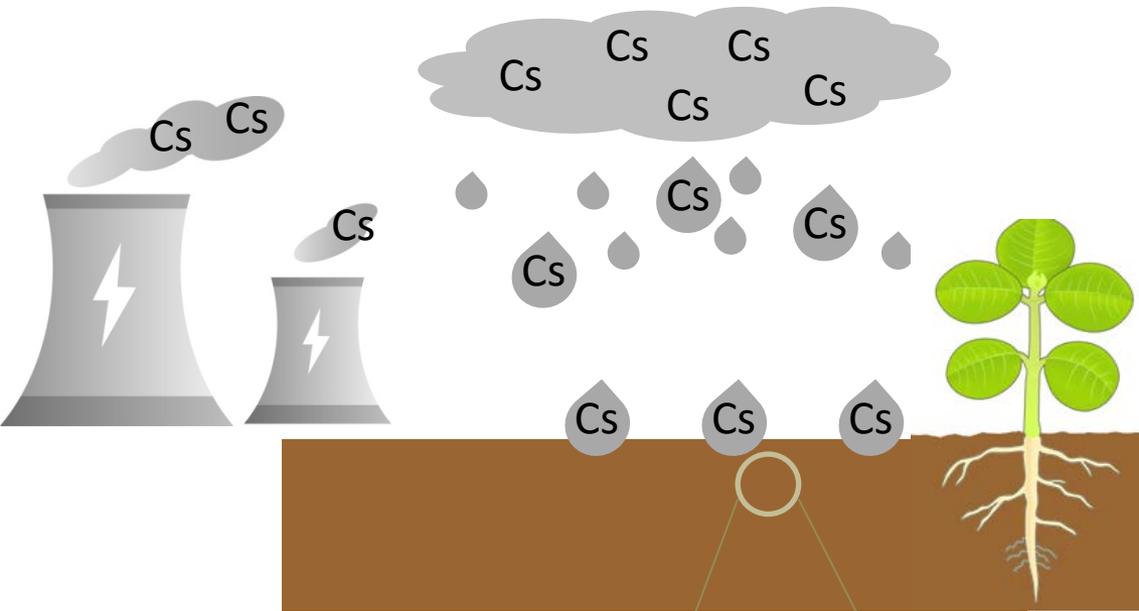
## • 過去の作付



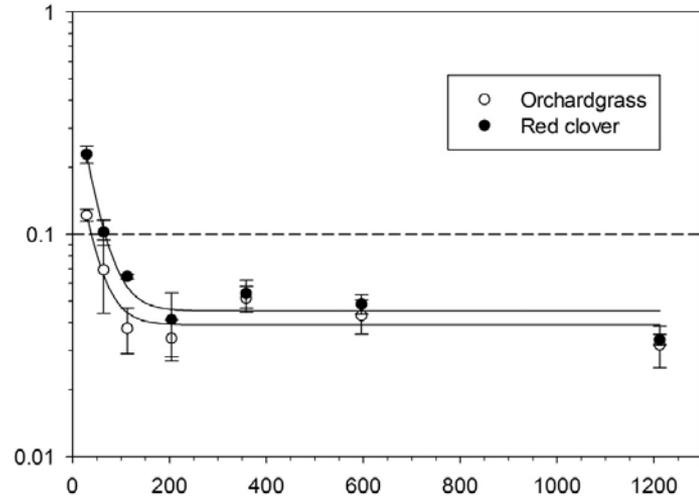
昨年、圃場の右半分のみでソバを作付  
→ **施肥**の影響で養分増加？

# 今後の放射性Csの挙動(予想)

# 土壌中のセシウム



移行係数

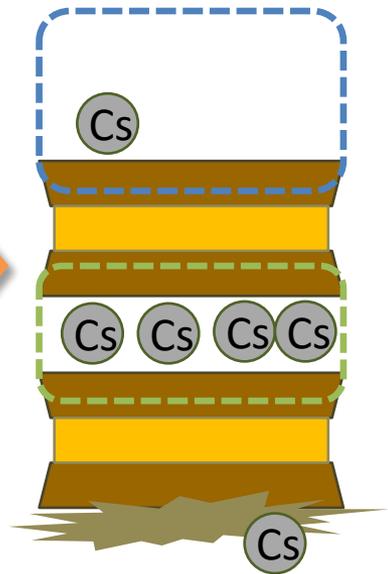
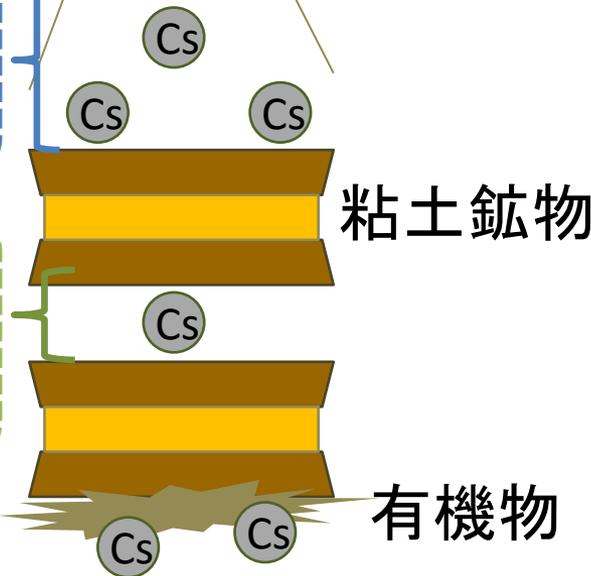


経過時間

(Takeda et al 2013)

弱い吸着  
↓  
植物が利用しやすい

強い吸着  
↓  
植物は利用しにくい



# 土壤中放射性Csの今後(予想)

➡ 安定Csと比較

## セシウム(Cs)

$^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ (放射性)

原子力発電所

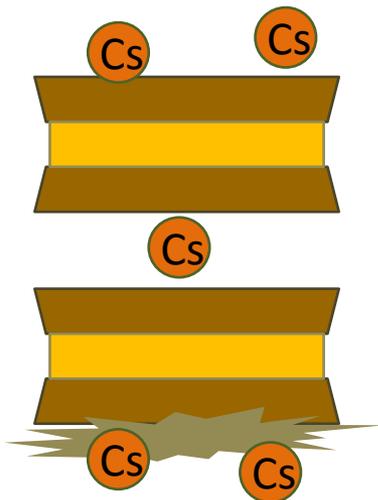
5000Bq/kg

約 $10^{-6}$ mg/kg

$^{133}\text{Cs}$ (安定)

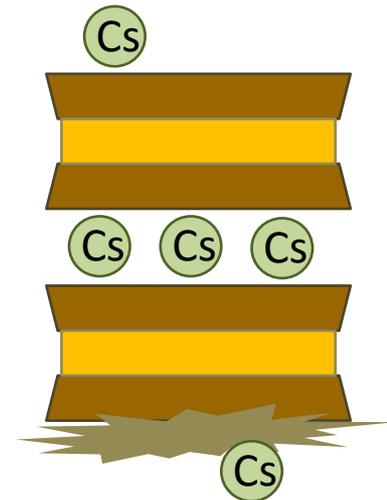
土壤

約数mg/kg



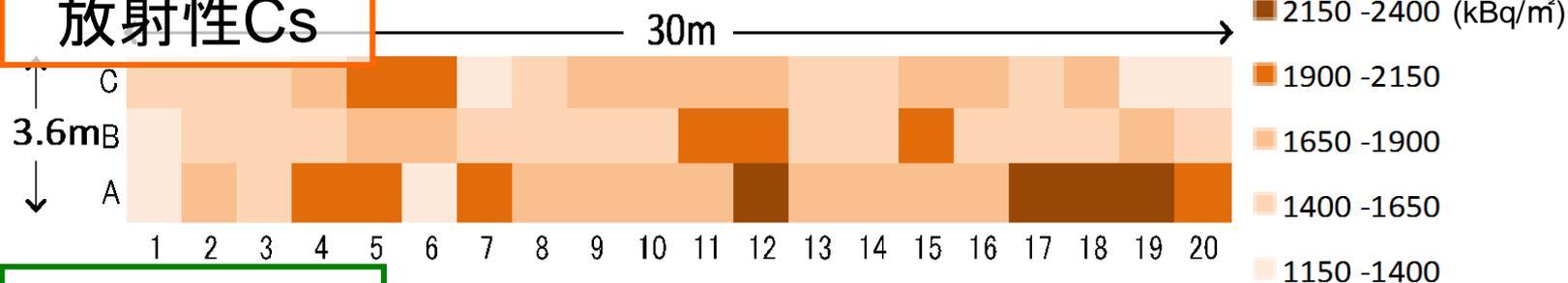
比較

予測?

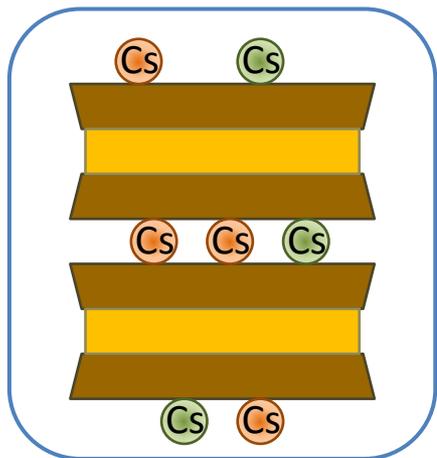
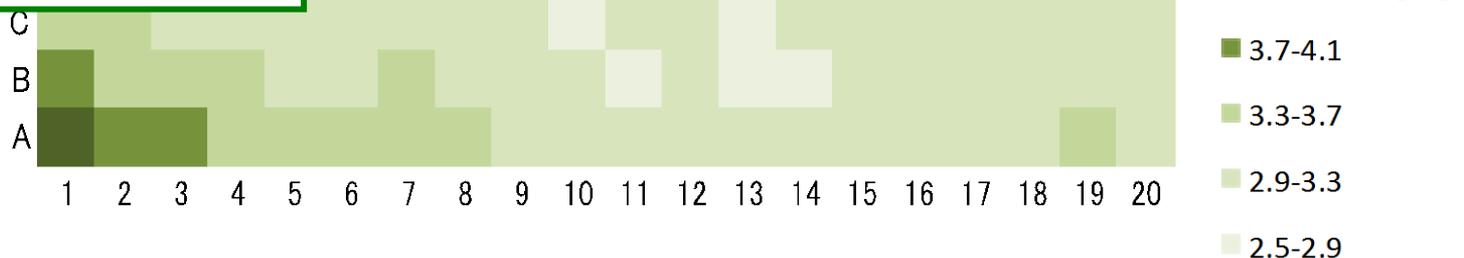


# 全Cs分布

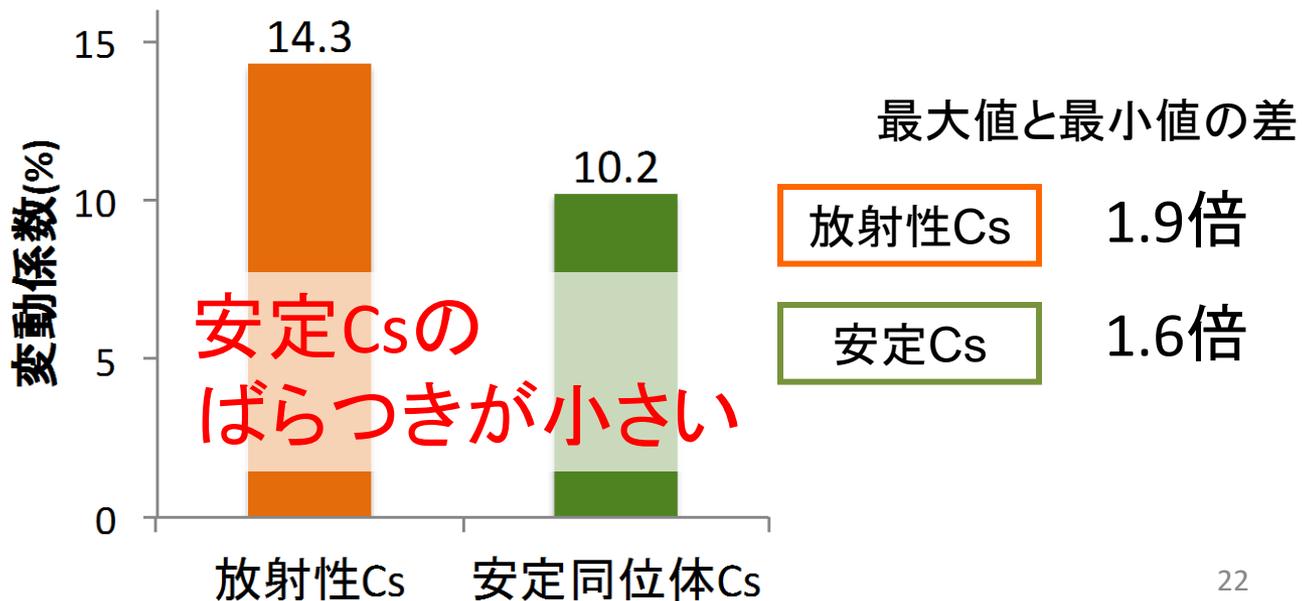
## 放射性Cs



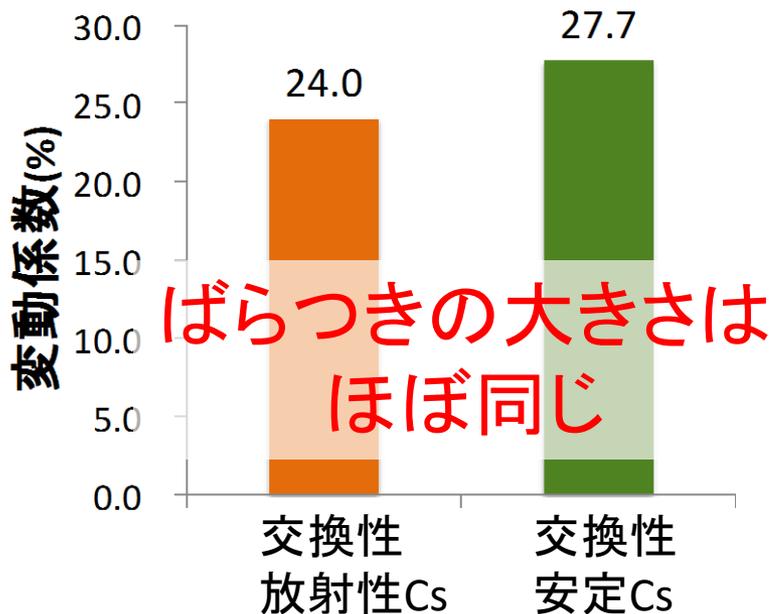
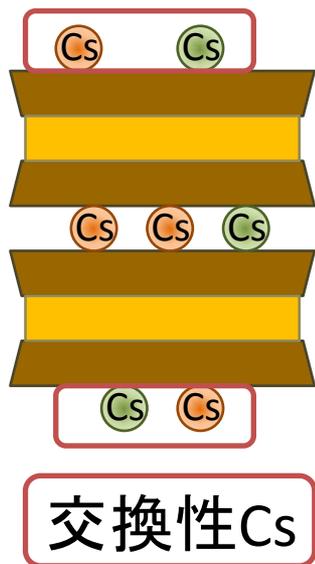
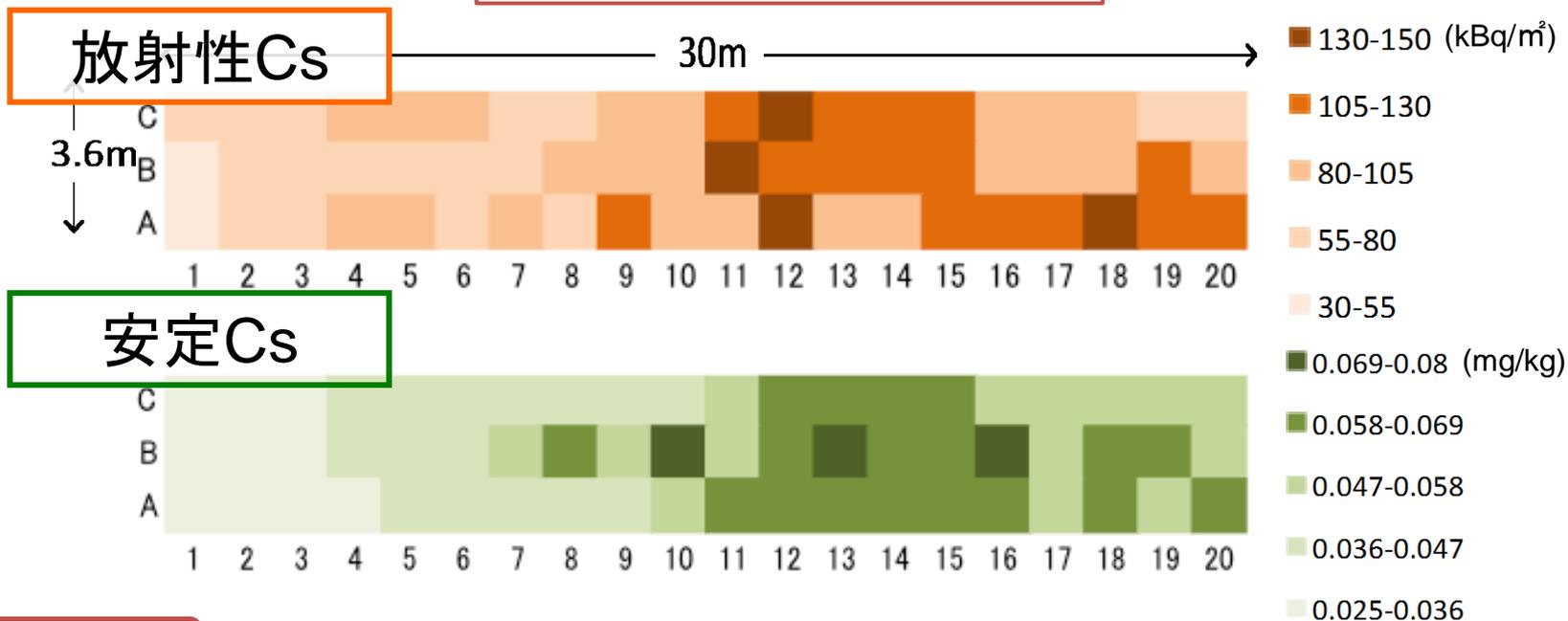
## 安定Cs



## 全Cs



# 交換性Cs分布



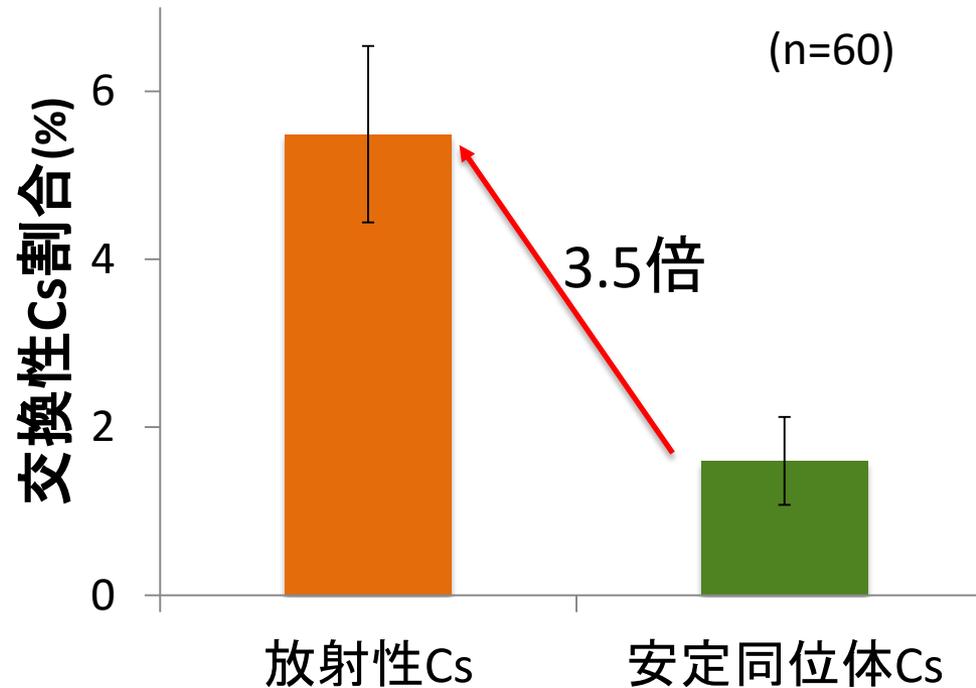
最大値と最小値の差

**放射性Cs** 3.9倍

**安定Cs** 3.2倍

# Cs抽出率

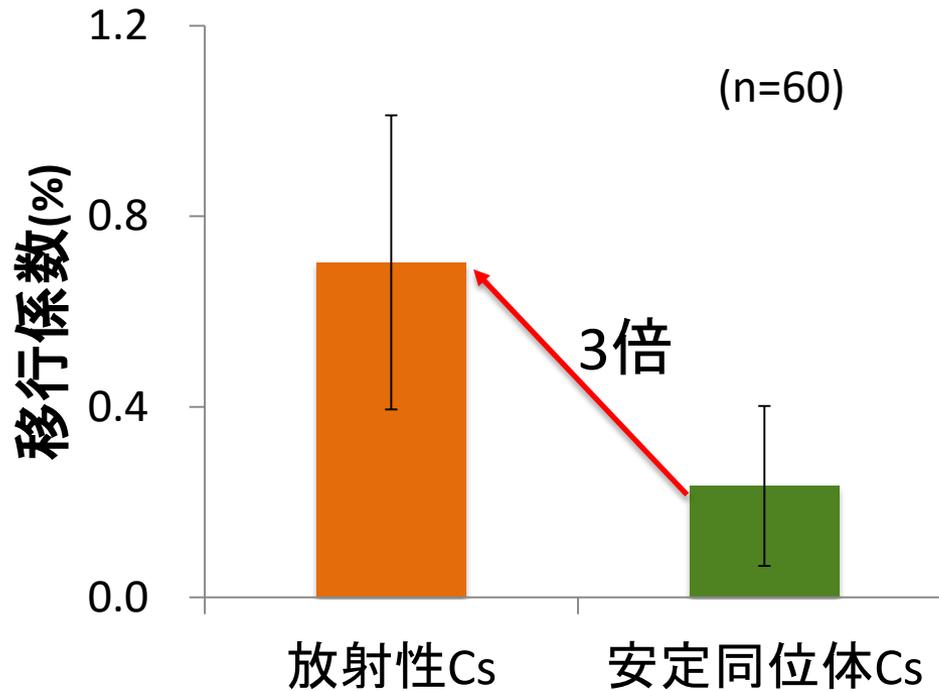
$$\text{抽出率} = \frac{\text{交換性Cs}}{\text{全Cs}}$$



放射性Cs > 安定同位体Cs

→事故由来の放射性Csは固定化が進行中？

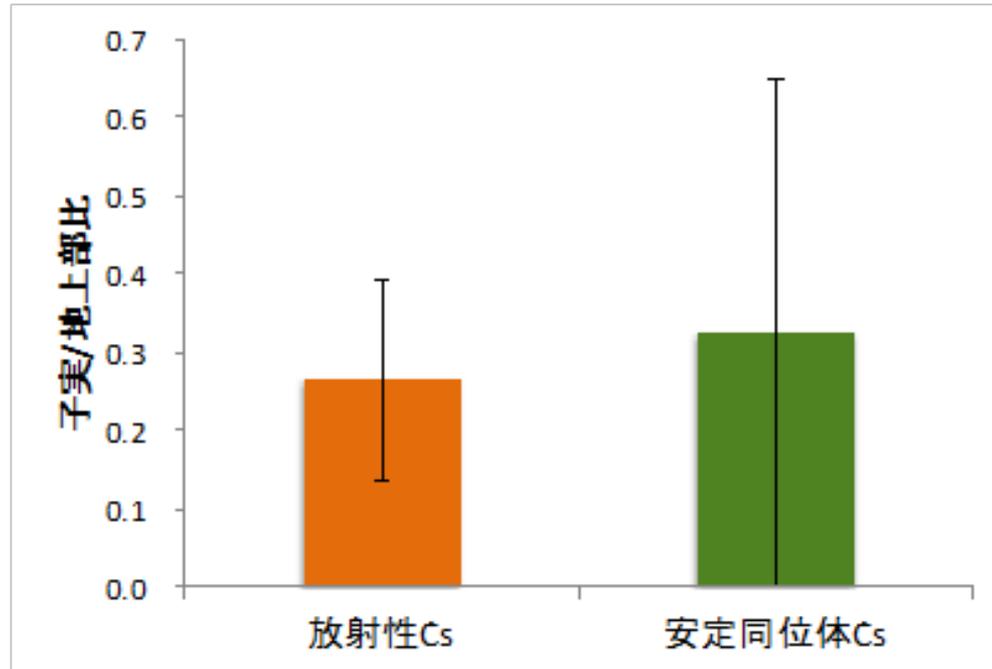
# ソバへの移行係数



放射性Cs > 安定Cs

→放射性Csが安定Csより移行しやすい

# ソバ体内のCs移動



子実のCs濃度/地上部(開花期)のCs濃度比

- ➡ $^{137}\text{Cs}$ と $^{133}\text{Cs}$ は同等
- ➡ソバ体内では同様の動きをしている

## 圃場内バラつき

- ・全Cs > 交換性Cs
- ・作物 > 土壌

## 土壌中の存在形態 (同一圃場での比較)

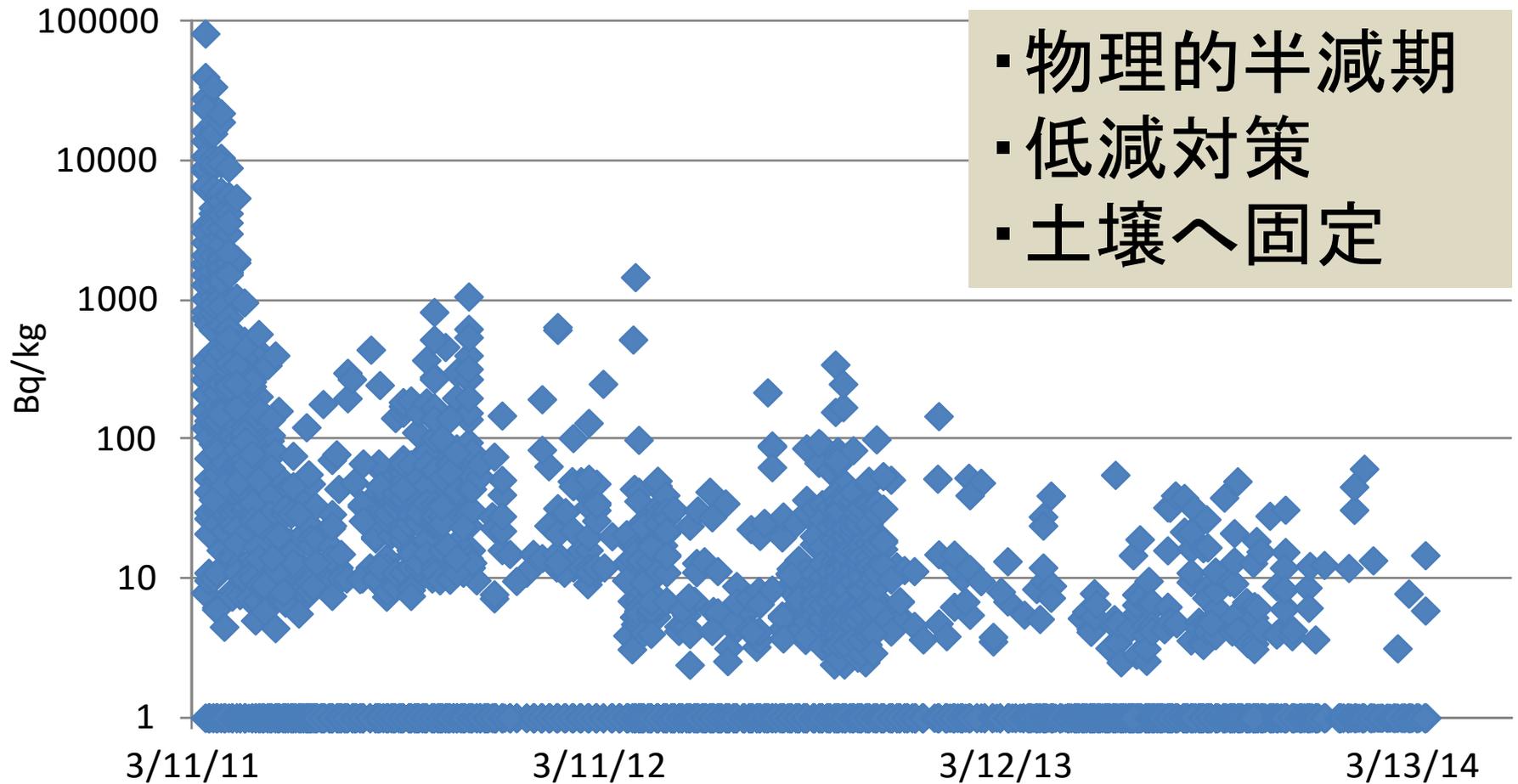
- ・交換性Csと全炭素含量に相関  
→ 交換性Csは**有機物**に吸着されていることを示唆

## 土壌中の存在形態

- ・交換性Csの抽出率: **放射性Cs** > **安定Cs**
- ・作物の移行係数: **放射性Cs** > **安定Cs**  
→ 事故由来の放射性Csは**固定化が進行中?**

# 農産物のモニタリング検査

## 時間とともに低下傾向



# 謝辞

- ・森美穂子さん(平成26年度卒業)
- ・大久保金一さん(農家)
- ・福島再生の会の皆さま
- ・関谷信人准教授(三重大学)
- ・古川純准教授(筑波大学)



ご清聴ありがとうございました。