

# 除染前後の土壌における諸問題

西村 拓\*、濱本昌一郎、二瓶直登  
東京大学大学院農学生命科学研究科

福島事故以来の農地に関する活動

## 現状把握

### 1. 有機物とCsの移動

## 帰還後の問題

### 2. カリウム施肥によるCs吸収抑制

### 3. 除染後の農地の物理性

協力： Dang Quoc Thuyet氏、辰野宇大氏、本間雄亮氏  
東京大学大学院農学生命科学研究科放射性同位元素施設、  
環境地水学研究室一同、ふくしま再生の会、  
福島県 平山孝氏、NARO 江口哲也氏、久保堅司氏

## 1. 有機物とCsの移動

森林は除染しない(政府の方針)

とはいえ帰還後は森林に隣接した地域で人が暮らす  
注意すべきこと、気にしないことの線引きは必要

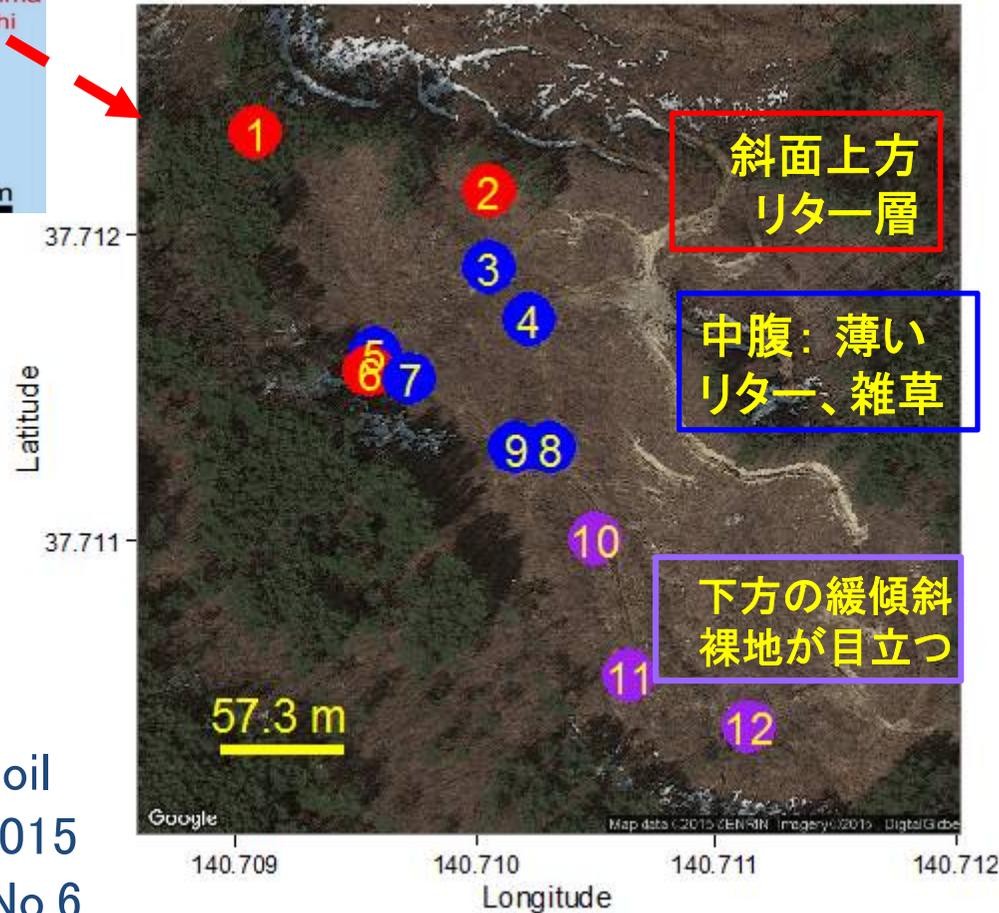


# 放棄林地（一区画で林地から裸地まで）



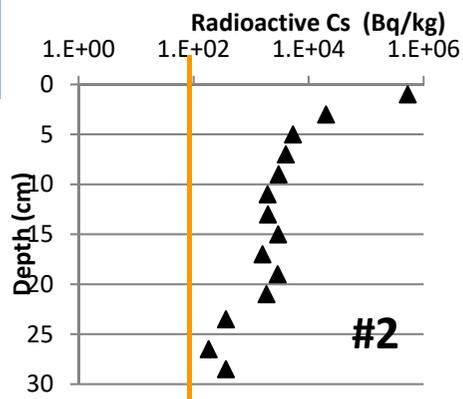
<http://akiomatsumura.com>

当初は、地表面の状態が異なる斜面からの侵食とCs再分布の関連を対象に考えていた



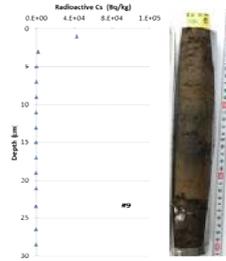
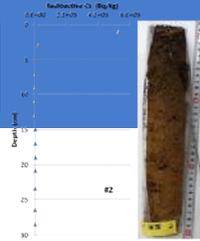
## Sampling

0-30 cm surface soil  
12 plots, 2013 → 2015  
Litter samples at No.6

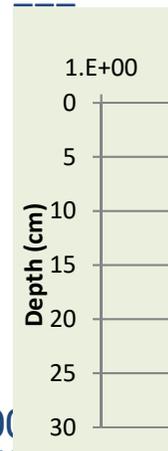
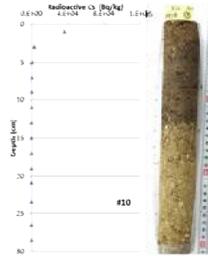


530000  
20000

①283000  
82000

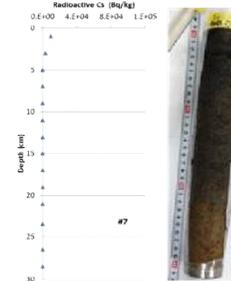
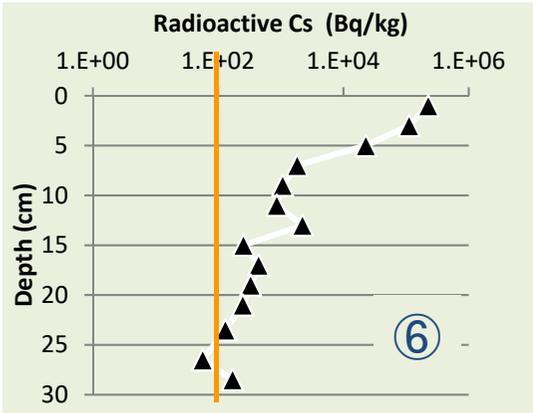


⑤43000  
2200



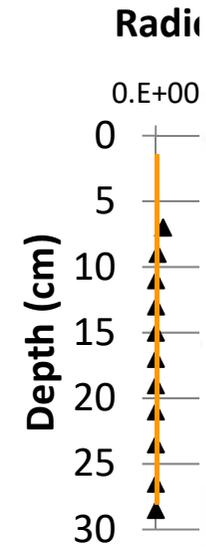
⑥226000  
111000

③36000  
3500

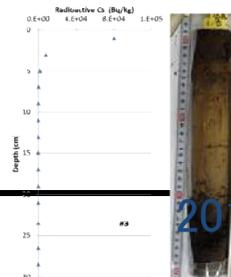


④9400  
3300

⑪41000  
137000  
64000



site Number  
top 0-2cm [Bq/kg]  
middle 2-4cm [Bq/kg]  
Green 4-6cm



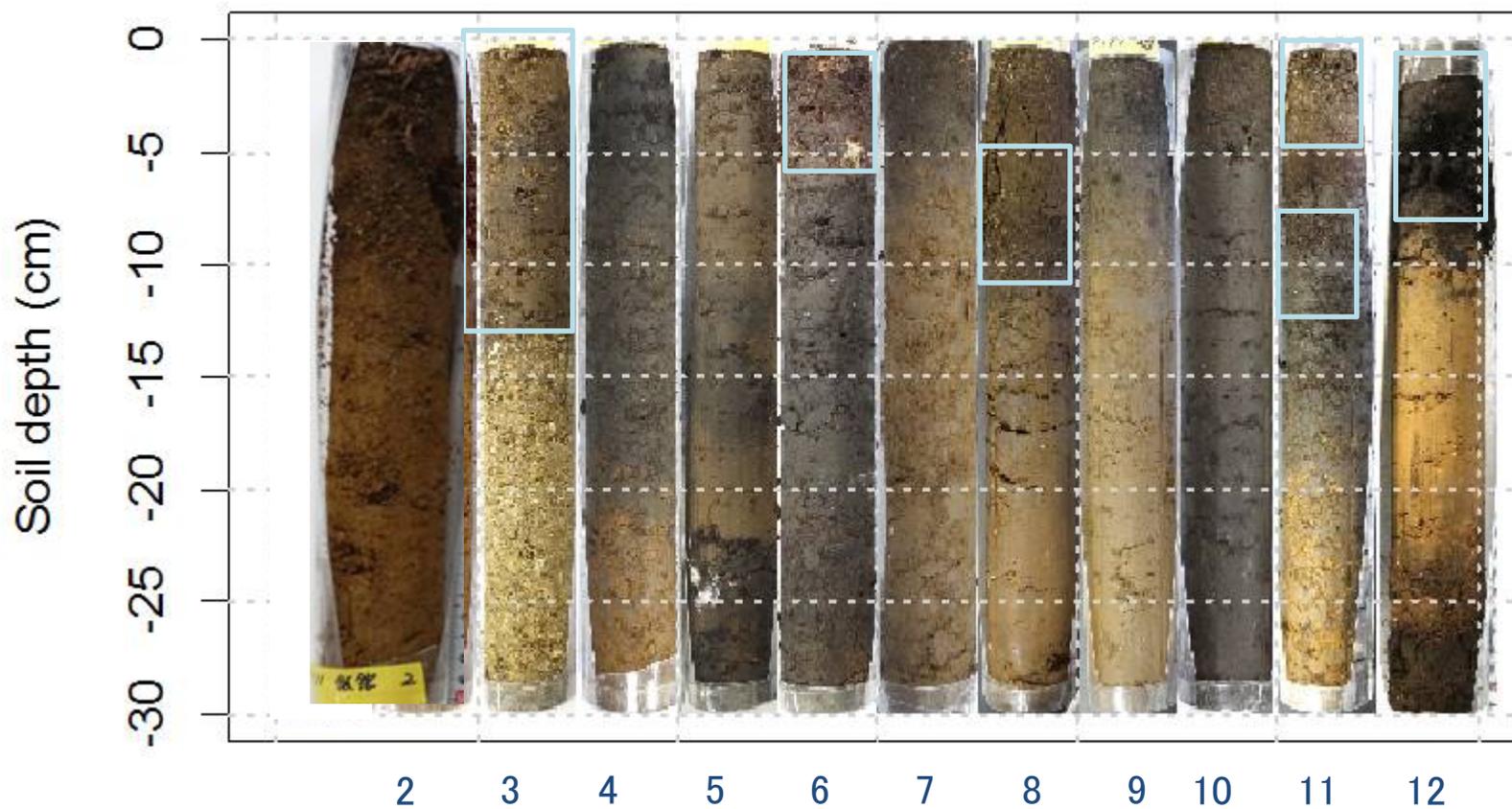
⑫80000

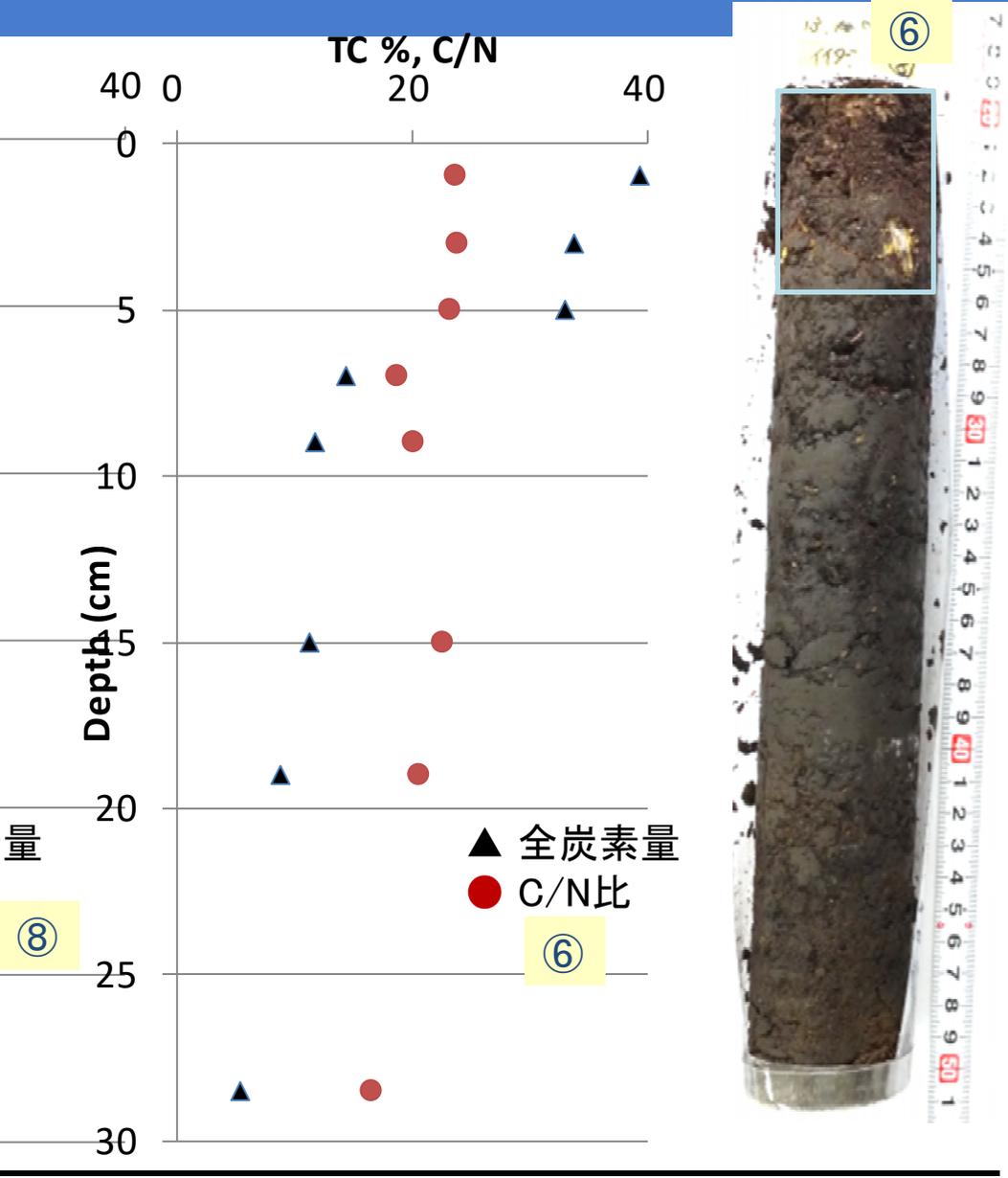
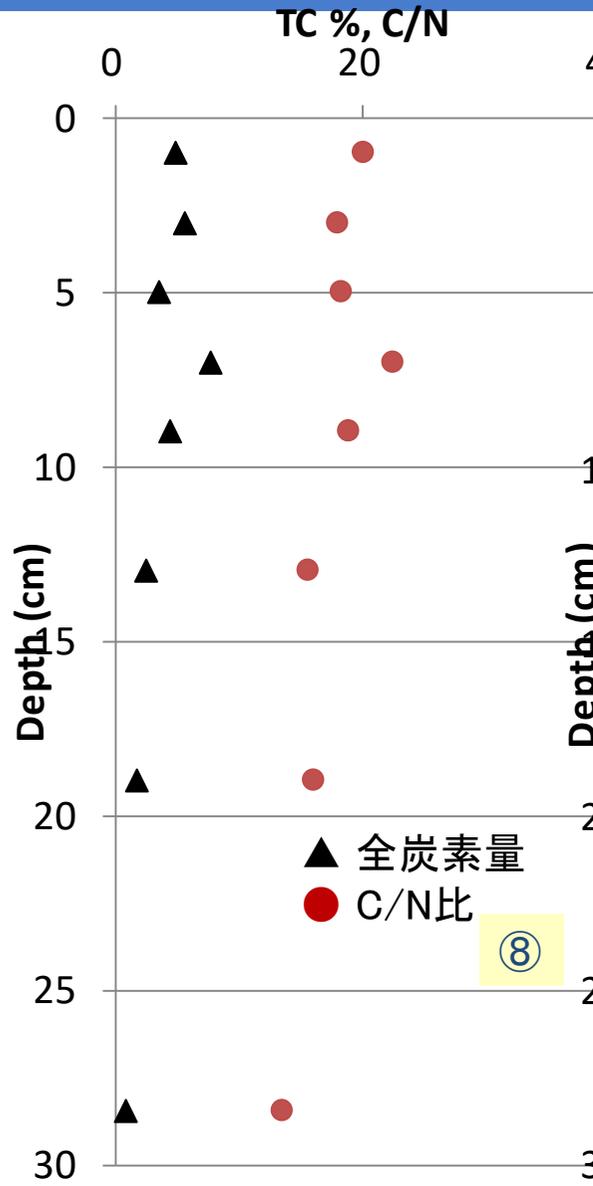
2017/07/09 放射線計測



New plot numbers

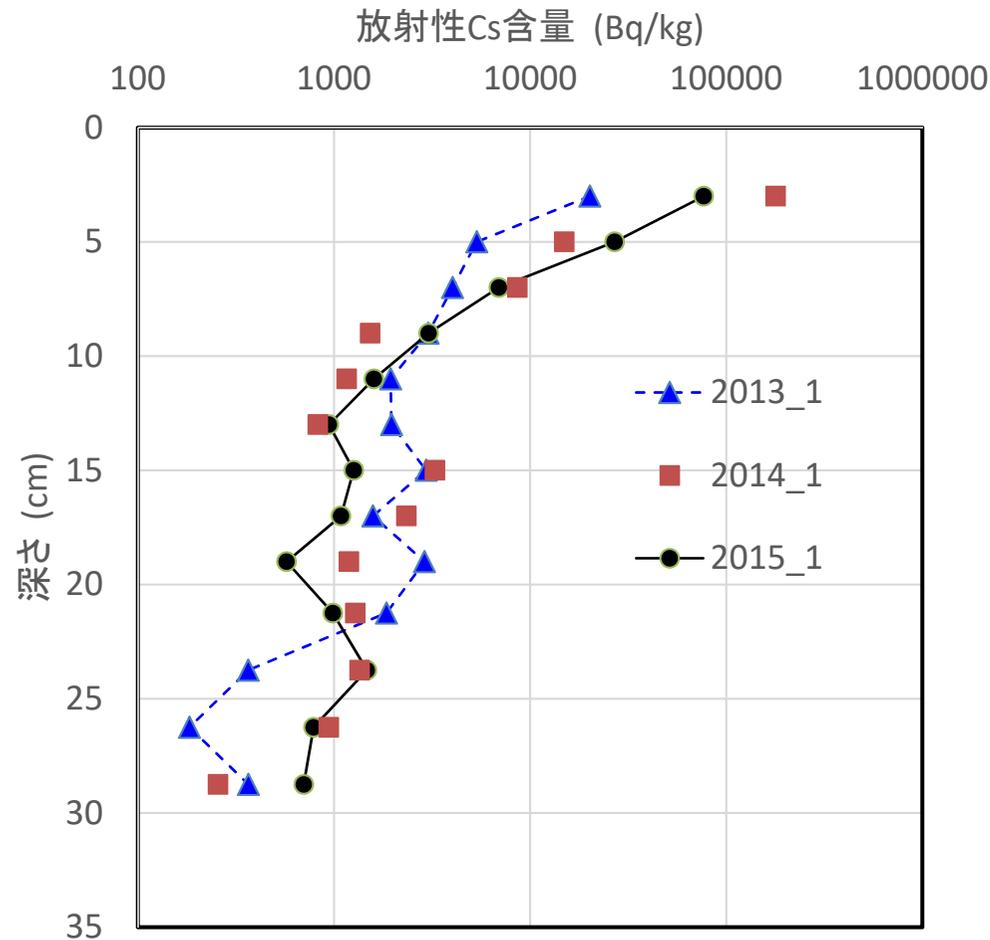
Year: 2013





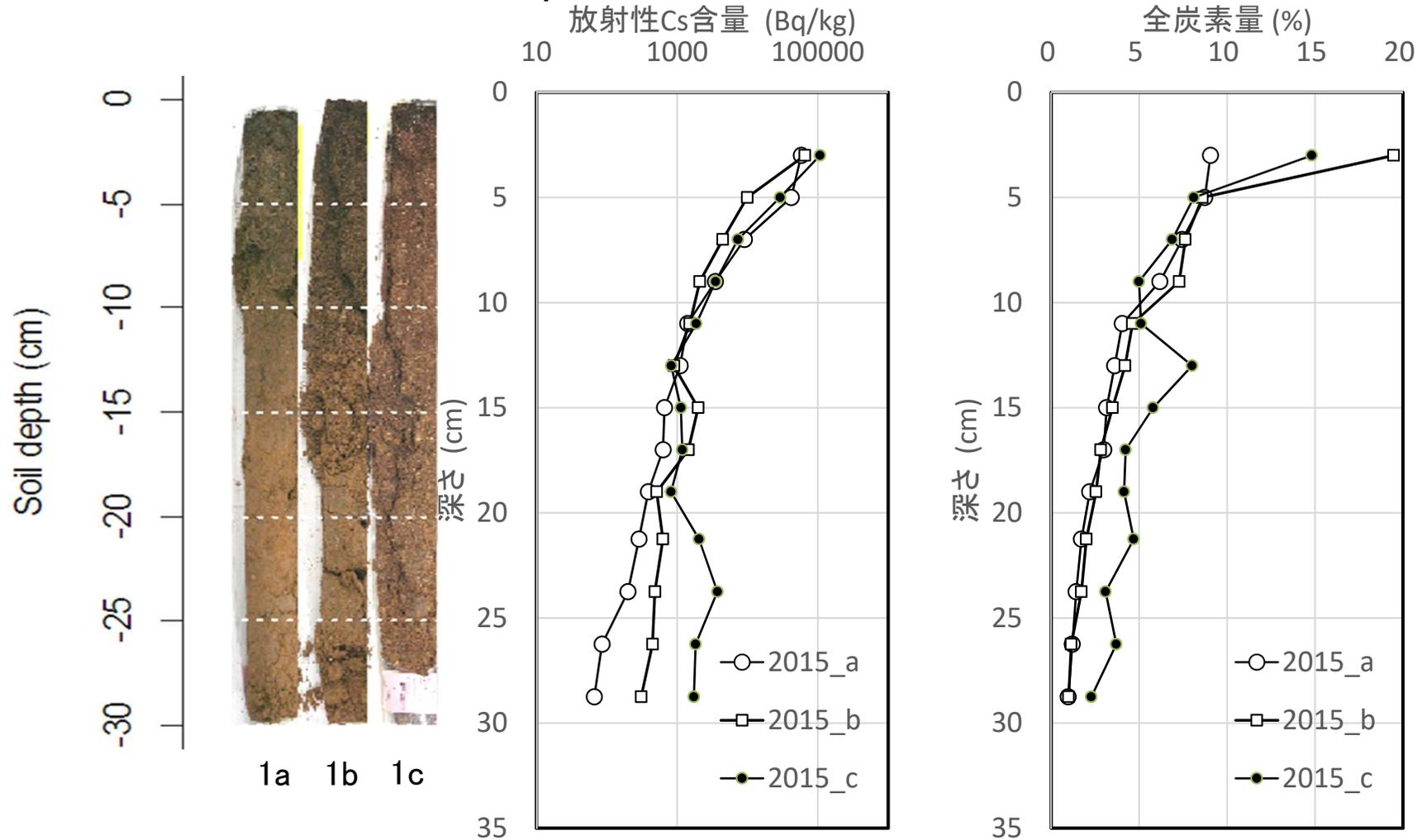
# Plot #1・・・下方へ移動している？

斜面上方で、透水性がよく、リターの被覆もあるため、  
侵食は少ないと考えられる（が、不均一性も大きい）



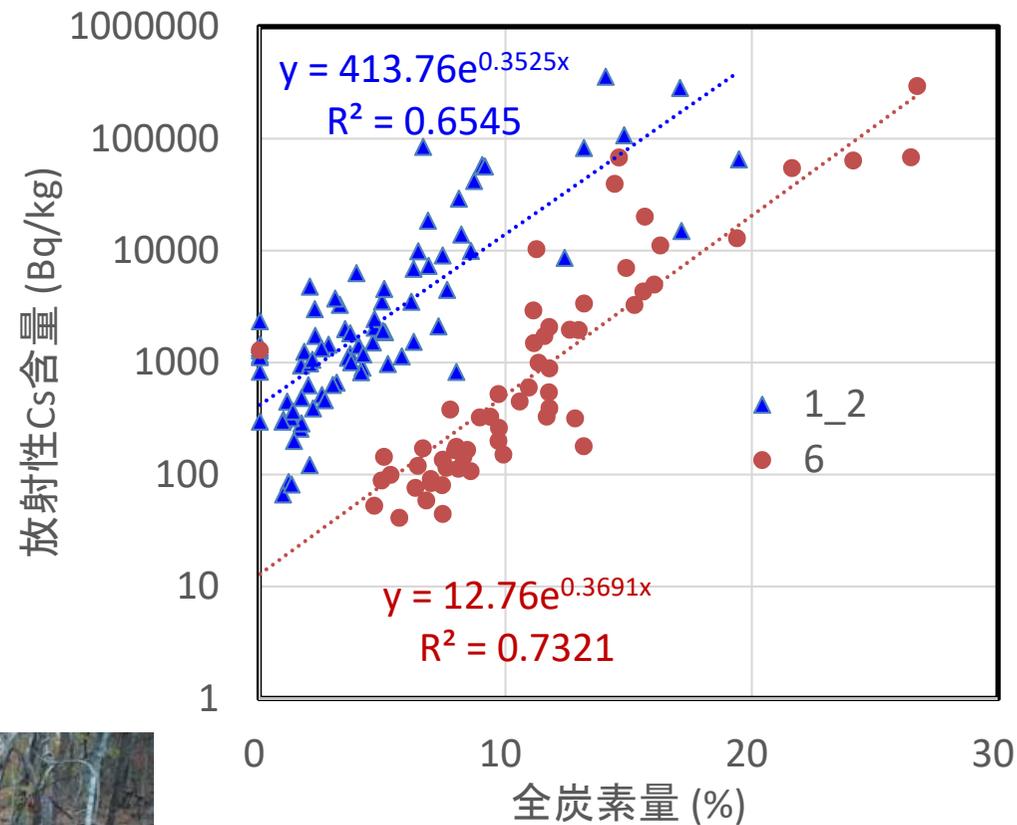
# ばらつきの例(Plot #1: 上方のリター被覆地点)

Replicates, Cs, 2015



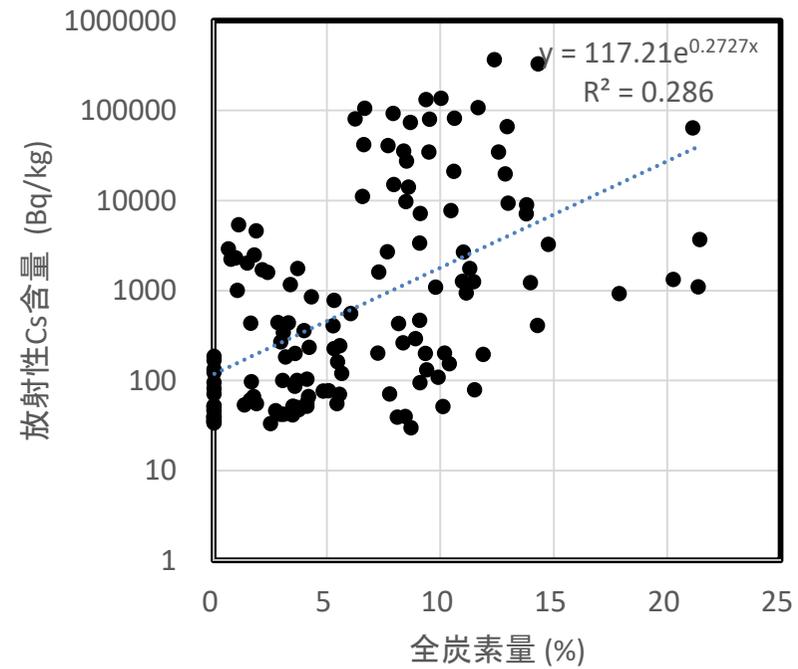
# Plots: #1,#2,#6 : 侵食や堆積の少ないサイト

2013-2015

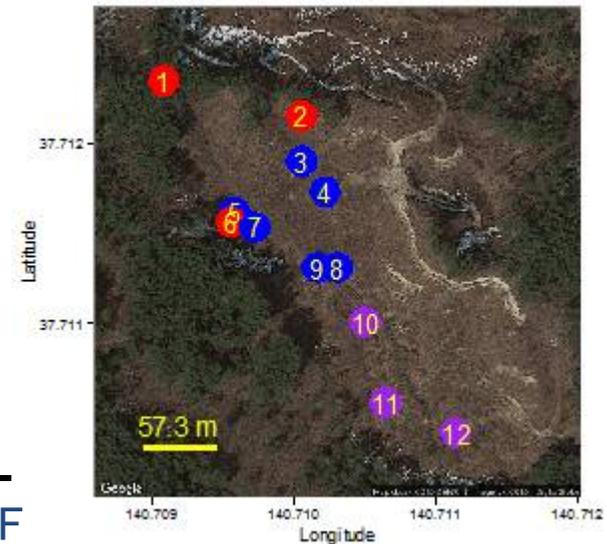
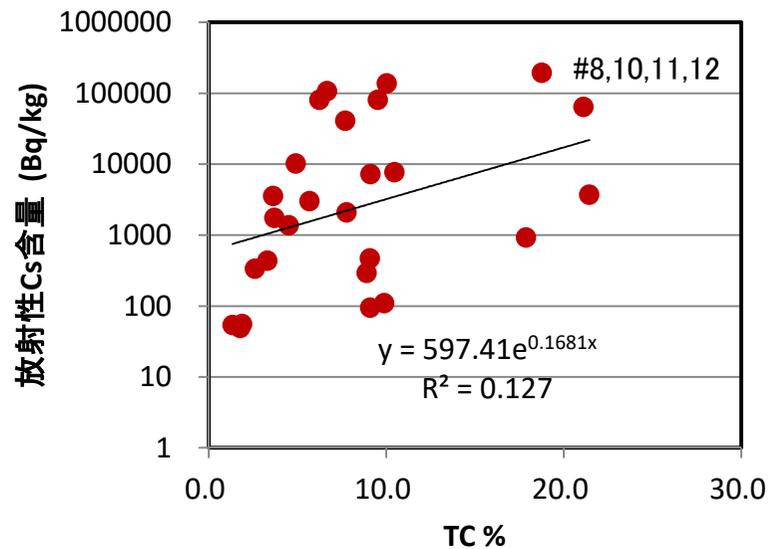


# 侵食・堆積のある地点の放射性Cs含量と全炭素量

Year: 2013-2015



Year: 2013



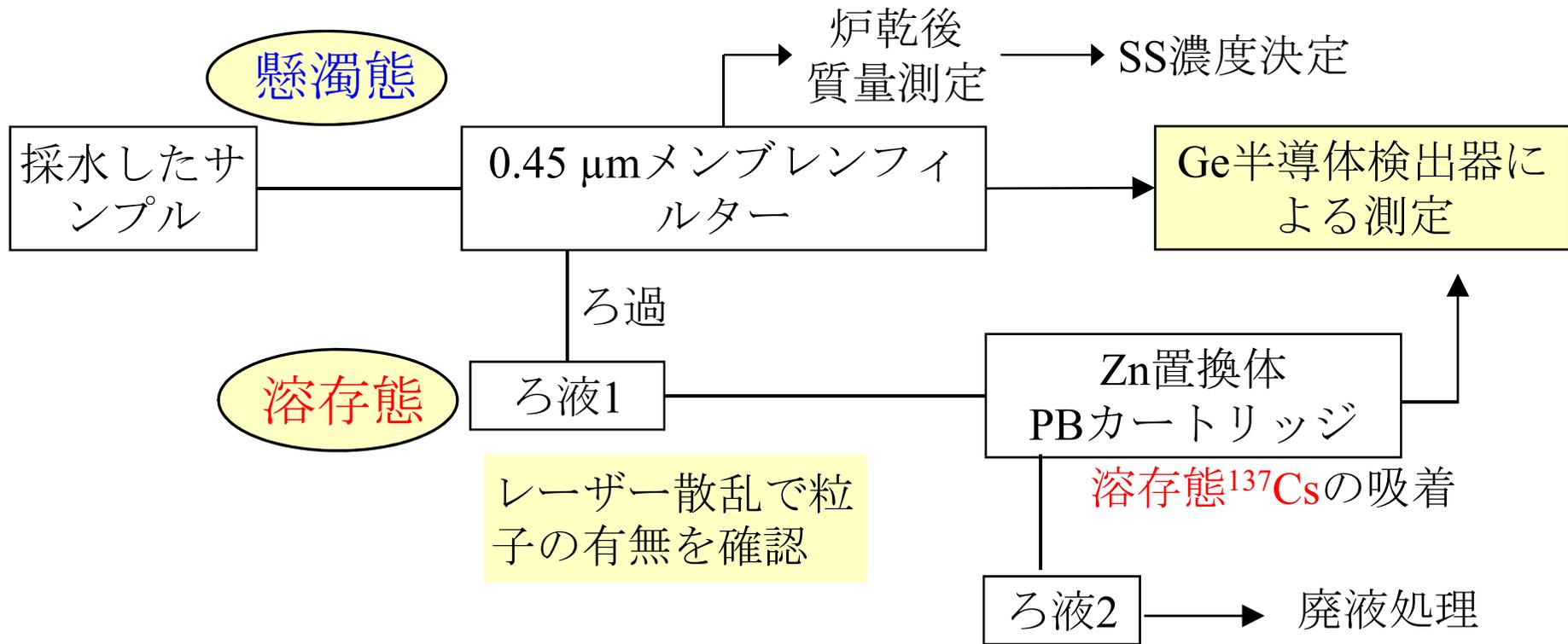
## 土壌有機物の多寡とCsの移動には関連がある

- 有機物が吸着サイトを覆う(吸着抑制、高橋ら(東大))
- 有機物結合体で移動する (Colloid facilitated transport)
- その他のメカニズム??
  
- 営農における有機物利用の推奨も考慮すると、Csの移動における有機物の役割をもう少し明らかにする必要がある
- 若干であるが、溶存Csの供給もある。

(有機物の分解の稲の植物体中のCs,河川水中のCs)



有機肥料の投入(特に除染農地)  
 森林周縁では沢水を利用した農業  
 沢水の溶存態Cs例:  
 ~0.1Bq/L⇒173kBq/d (飯舘村内の例)  
 (懸濁態が9割以上を占める)

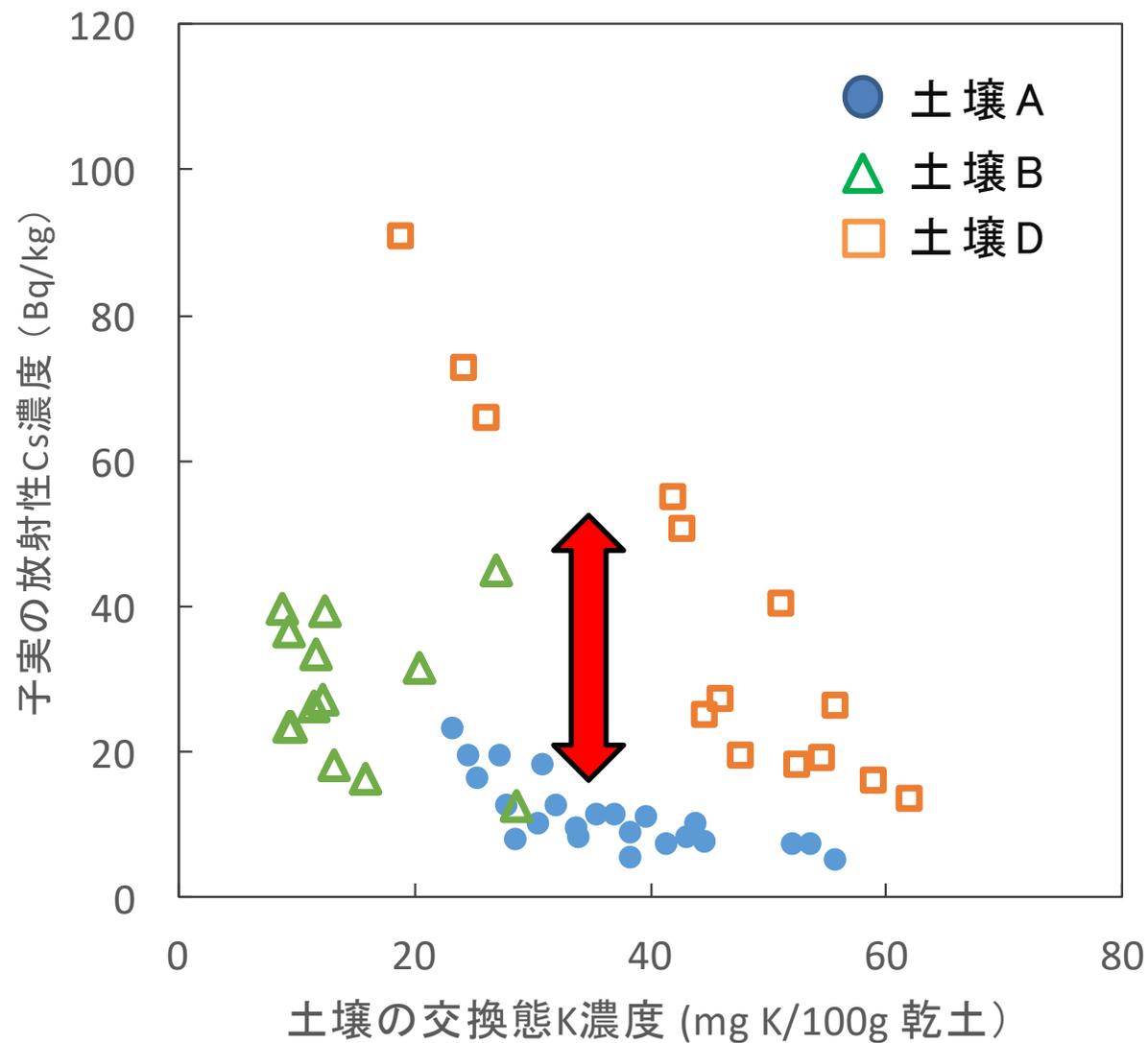


# 帰還後の問題

## 2. カリウム施肥によるCs吸収抑制

営農の再開・継続に向けて

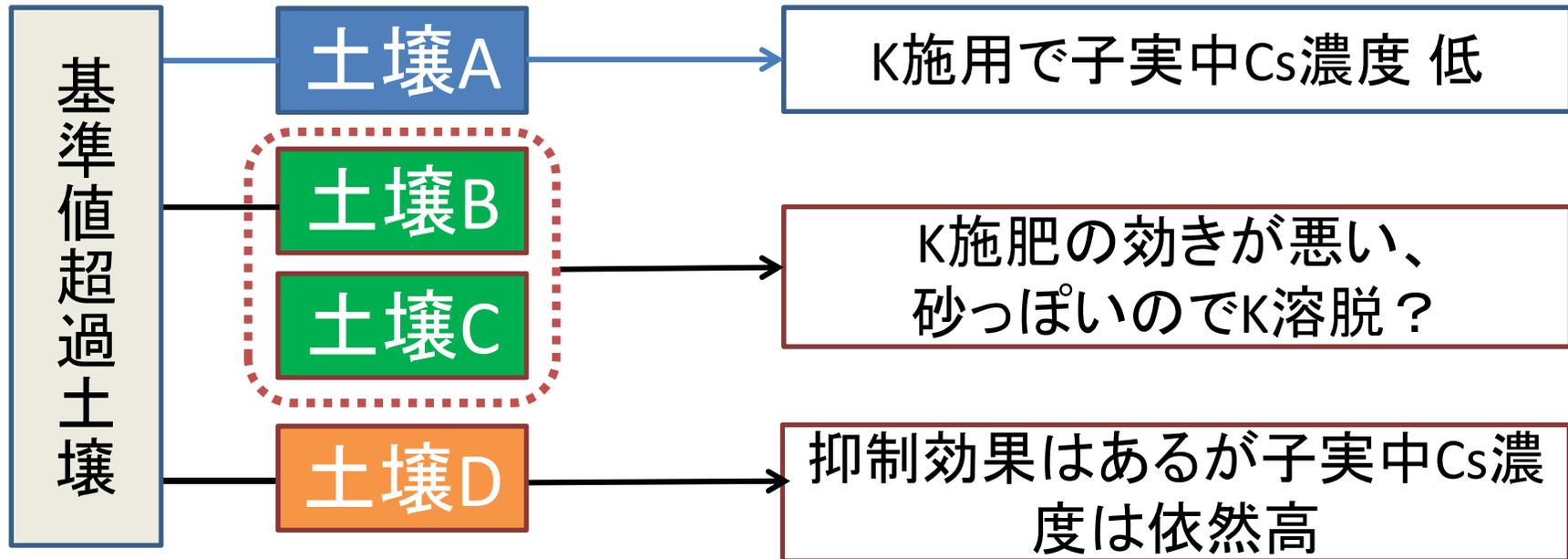
# カリウム施肥効果の低い土壌



福島県内土壌のK濃度と子実のCs濃度  
(福島県農業総合センサ放射線計測を改変)

# 実験試料

H26試験 (Kを施用して、子実中の放射性Cs濃度を測定)



	土壌中の <sup>137</sup> Cs濃度(Bq/kg)		TC (%)	土性
	全量 <sup>137</sup> Cs	交換態 <sup>137</sup> Cs		
A	1837	82	1.41	Light Clay
B	2307	4	0.77	Sandy Loam
C	987	4	0.66	Sandy Clay Loam
D	1590	49	2.64	Light Clay



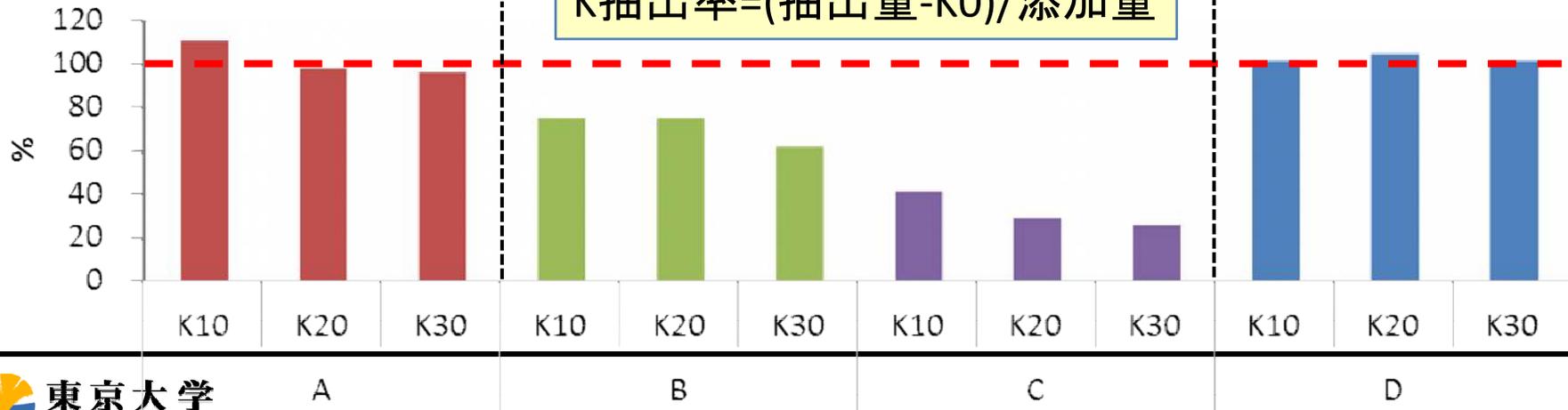
# K添加・バッチ試験 K 抽出量・抽出率

- ・K: 10, 20, 30 kg/10a相当を添加
- ・圃場用水量の60%で5日間培養
- ・酢安(1:5)で抽出

K抽出量



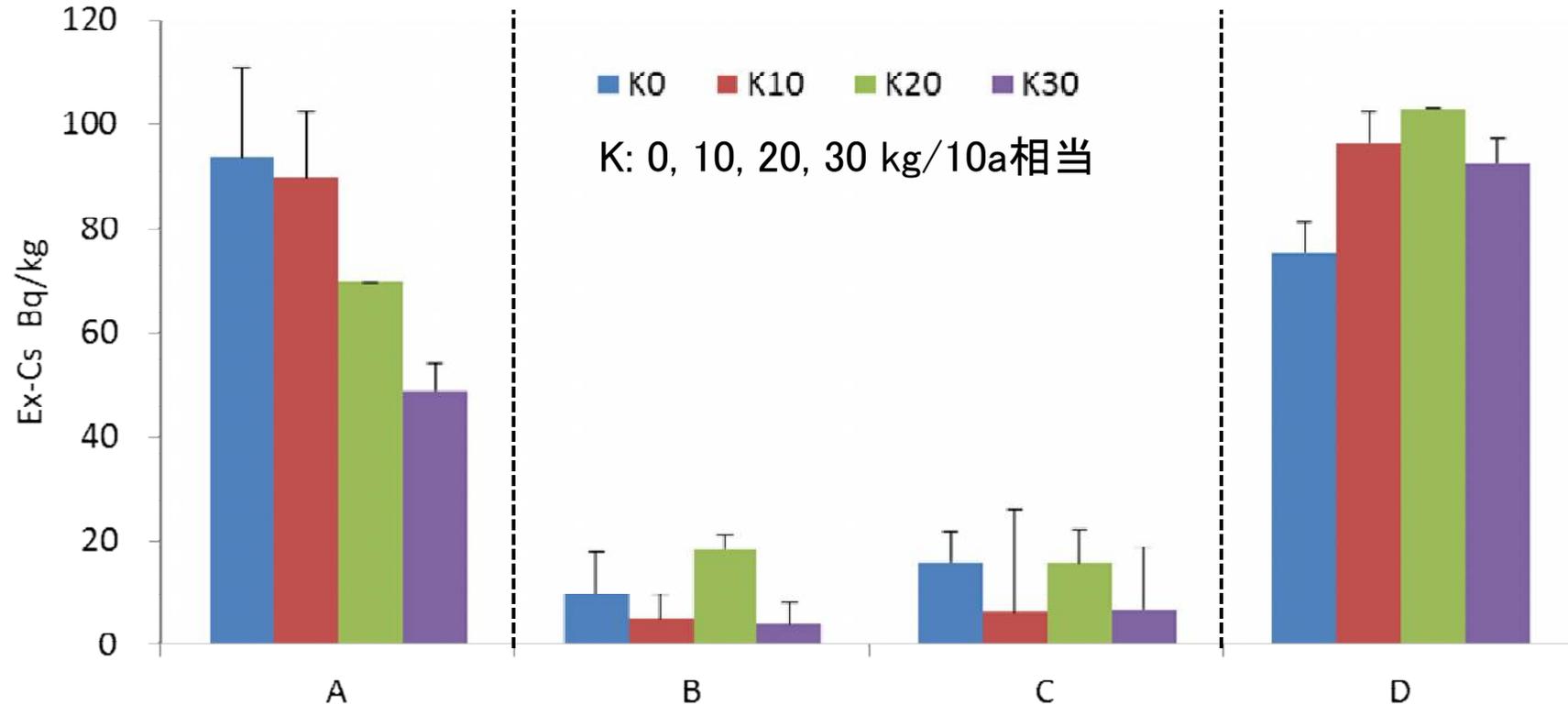
K抽出率



# K添加 抽出試験: 交換態Cs抽出量

土壌A:K施肥効く  
土壌B,C:K施肥の効果?  
土壌D:K施肥の効果はある  
がまだCs移行多い

## Cs抽出量

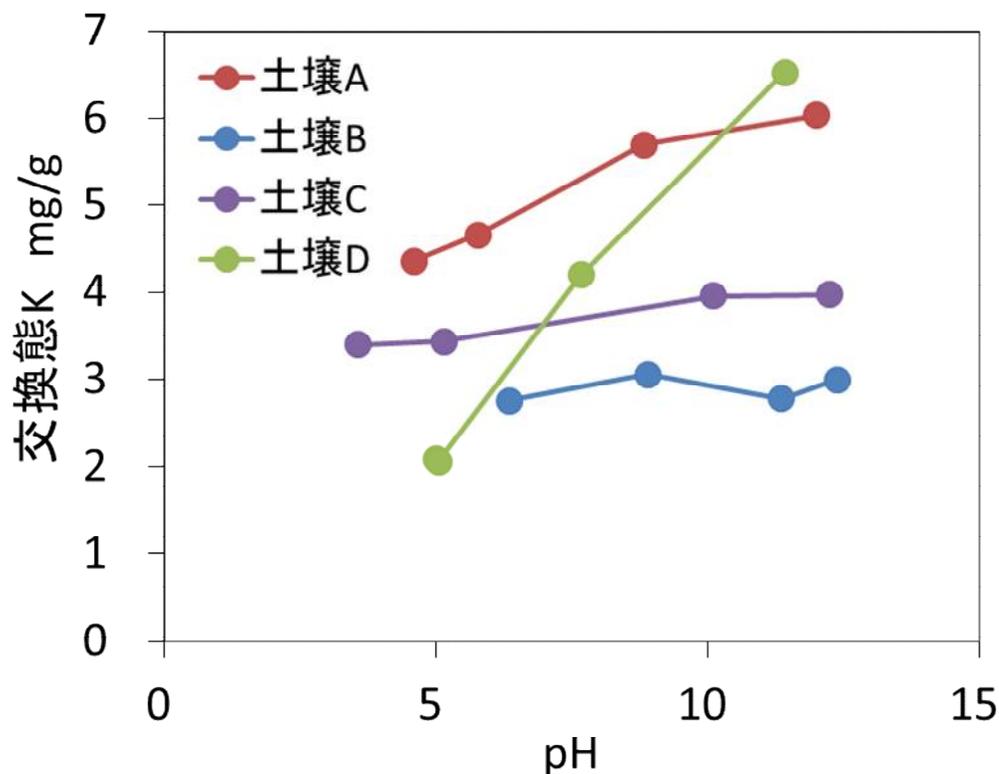


- 土壌A: K施肥量の増加に伴い, 交換態Cs抽出量低下 ?
- 土壌B・C: K施肥量と交換態Cs抽出量に関係見られず
- 土壌D: K施肥量の増加に伴い, 交換態Cs抽出量増加?

# 交換態カリウム保持容量

土壌A:K施肥効く  
土壌B,C:K施肥の効果？  
土壌D:K施肥の効果はあるがまだCs移行多い

- ・1M KClを添加(1:10)し, KOHによりpH調整
- ・1時間振とう後, 上澄みを捨て水で3回洗浄
- ・酢安(1:5)で交換態Kを抽出

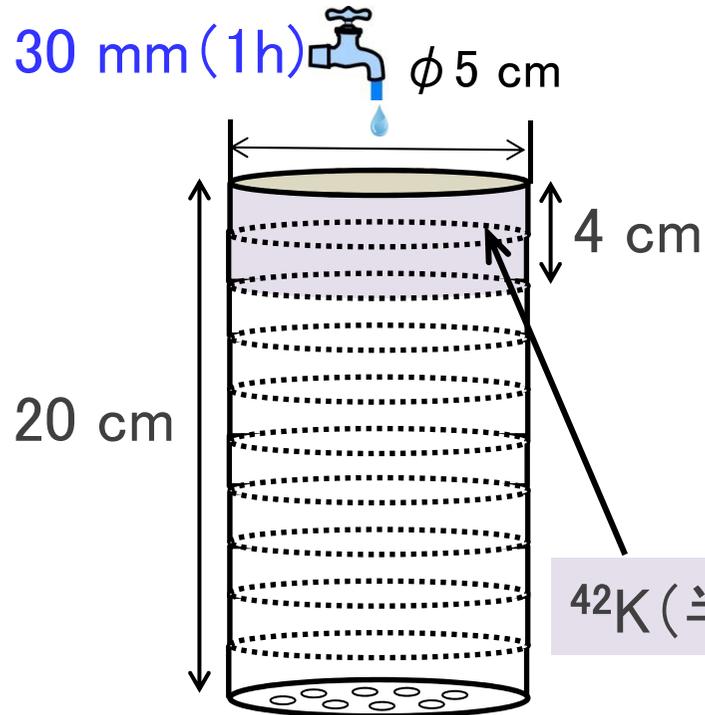


- 土壌pH (5 ~ 6付近) : 土壌A > 土壌C > 土壌B > 土壌D
- 土壌B・C : pHによるK保持量は一定 ← 永久荷電由来
- 土壌D : K保持に対するpH依存性 ← 変位荷電由来



# カラム実験方法

カラム装置



散水装置



全体装置図



66mg カリウム/100g 乾土 (増肥区施肥量)  
6.6mg カリウム/100g 乾土 (慣行施肥量)  
( $^{42}\text{K}$ は等量(10000cpm程度)、 $^{40}\text{K}$ で全K量を調整)

## 測定項目

$^{42}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ はRI施設内で測定

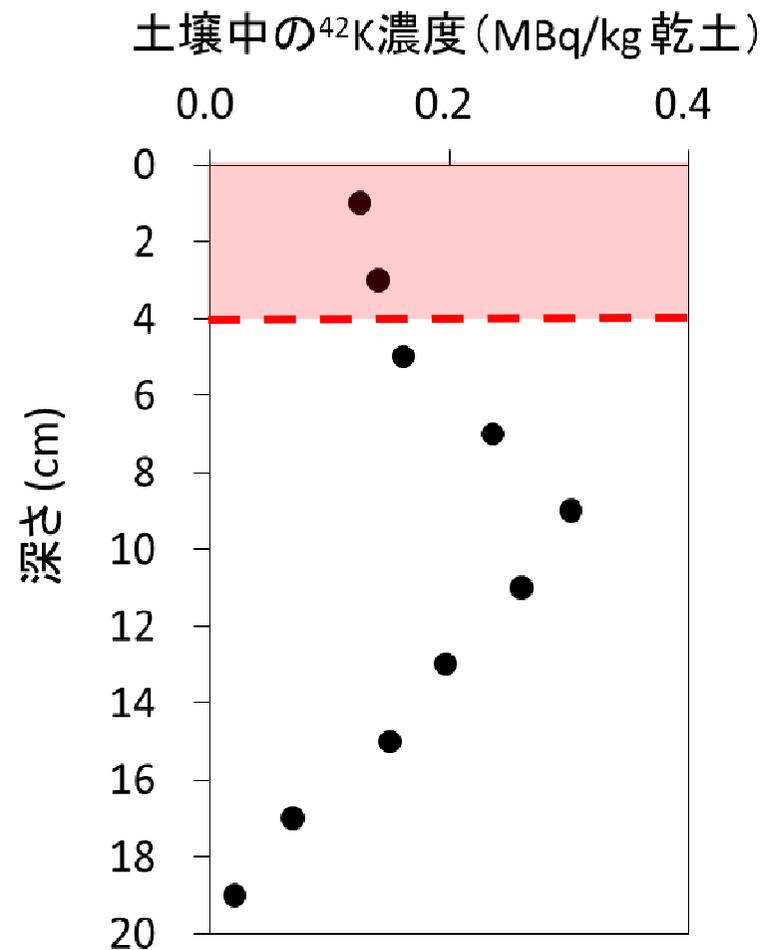
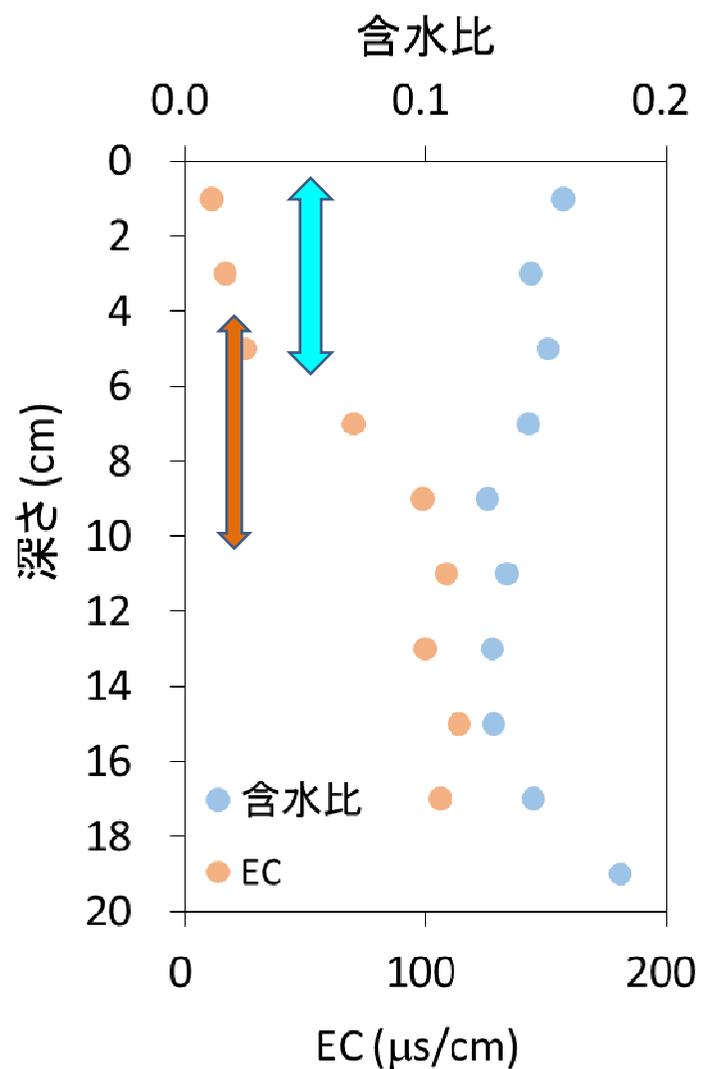
- $^{42}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ の全量
- 含水比
- EC(水抽出)
- pH(水抽出, 1M 酢酸アンモニウム抽出)
- 抽出溶液の各種イオン濃度(水抽出, 酢安抽出)
- 抽出溶液に含まれる $^{42}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ (水抽出, 酢安抽出)

水溶性イオン＝水抽出

交換態イオン＝酢アン抽出－水抽出

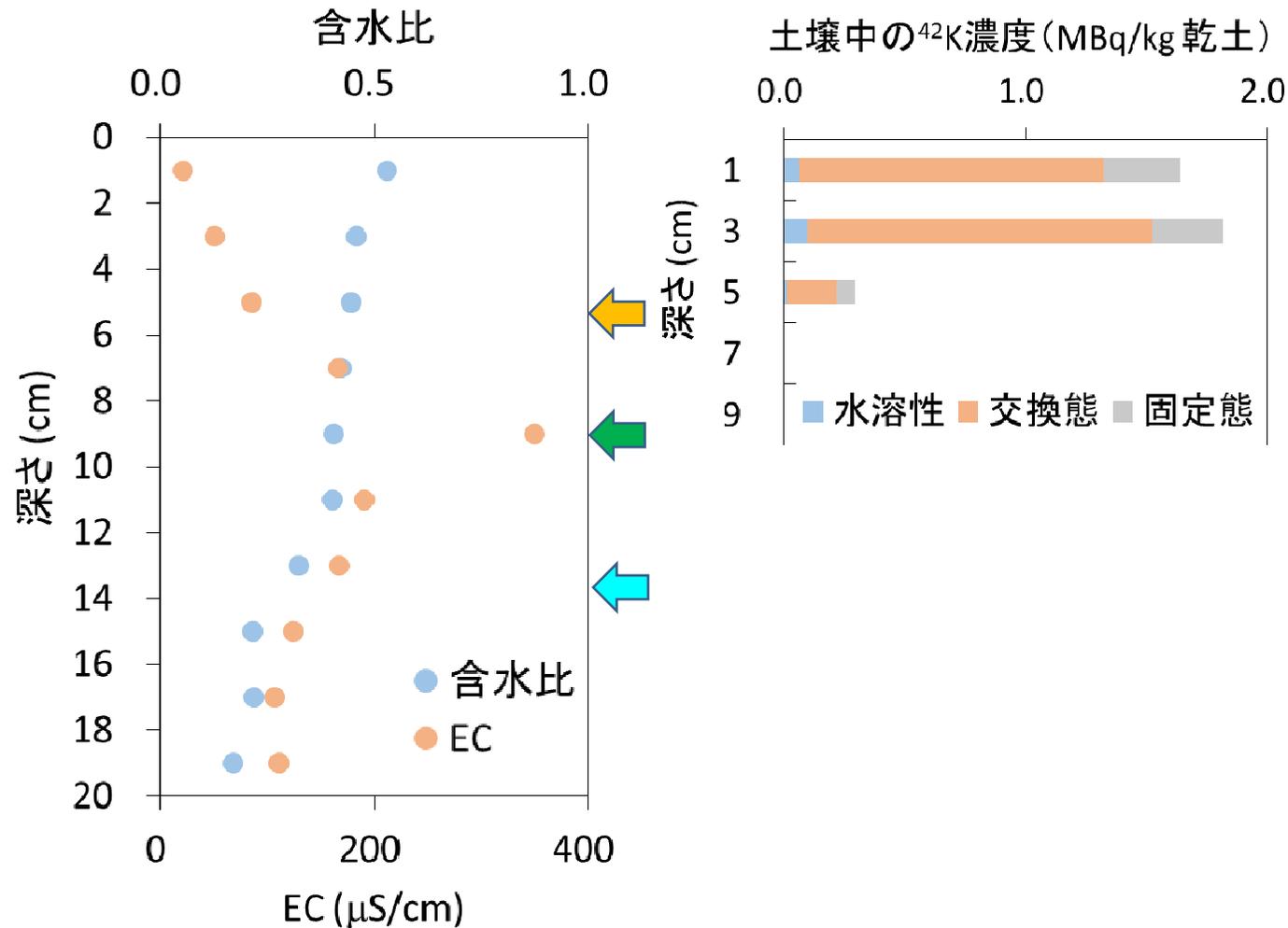
固定態イオン＝全量－酢安抽出

# カラム試験結果：豊浦砂(吸着無し)



➤  $^{42}\text{K}$ は下層まで移動し、深さ9cmでピーク

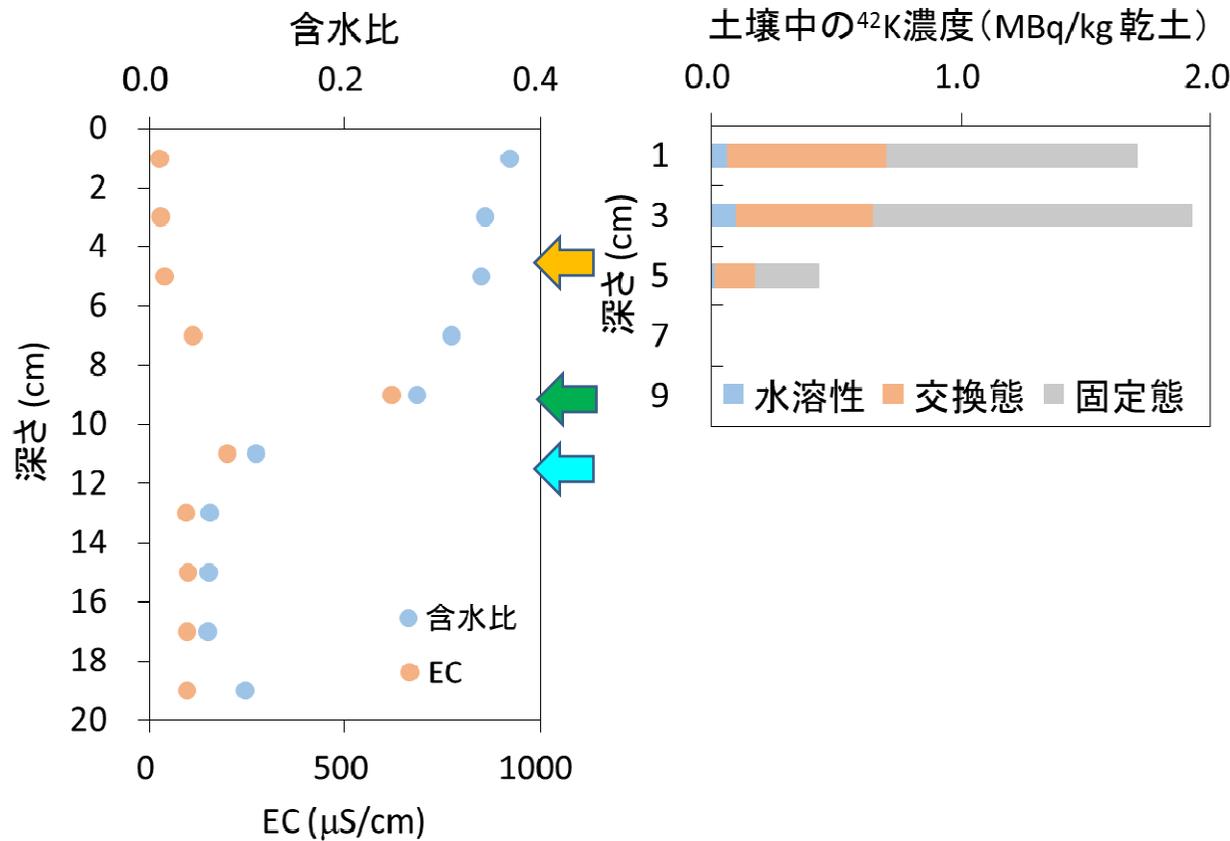
# カラム試験結果：土壌A(K施用効果がある土壌)



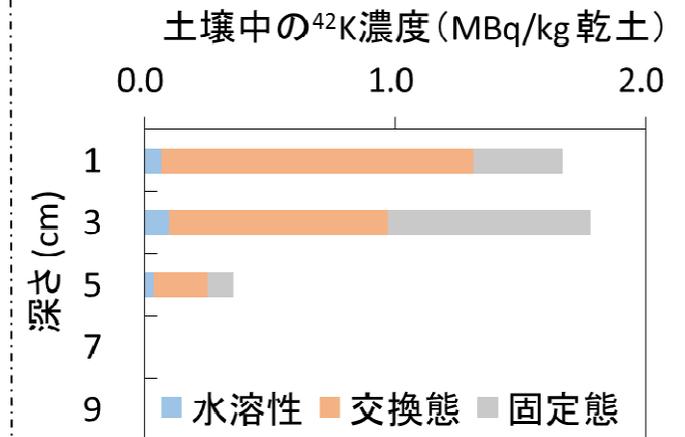
- ✓ 水は深さ13cmまで移動し、K以外のイオンは深さ9~11cmでピーク
- ✓  $^{42}\text{K}$ は深さ5 cmまで移動し、交換態イオンの形態で多く存在

# カラム試験結果：土壌B・C (K濃度上がらない土壌)

## 土壌B



## 土壌C



- ✓ 水は深さ11 cmまで移動し、K以外のイオンは深さ9 cmでピーク
- ✓ <sup>42</sup>Kは深さ5 cmまで移動し、固定態イオンの形態で多く存在