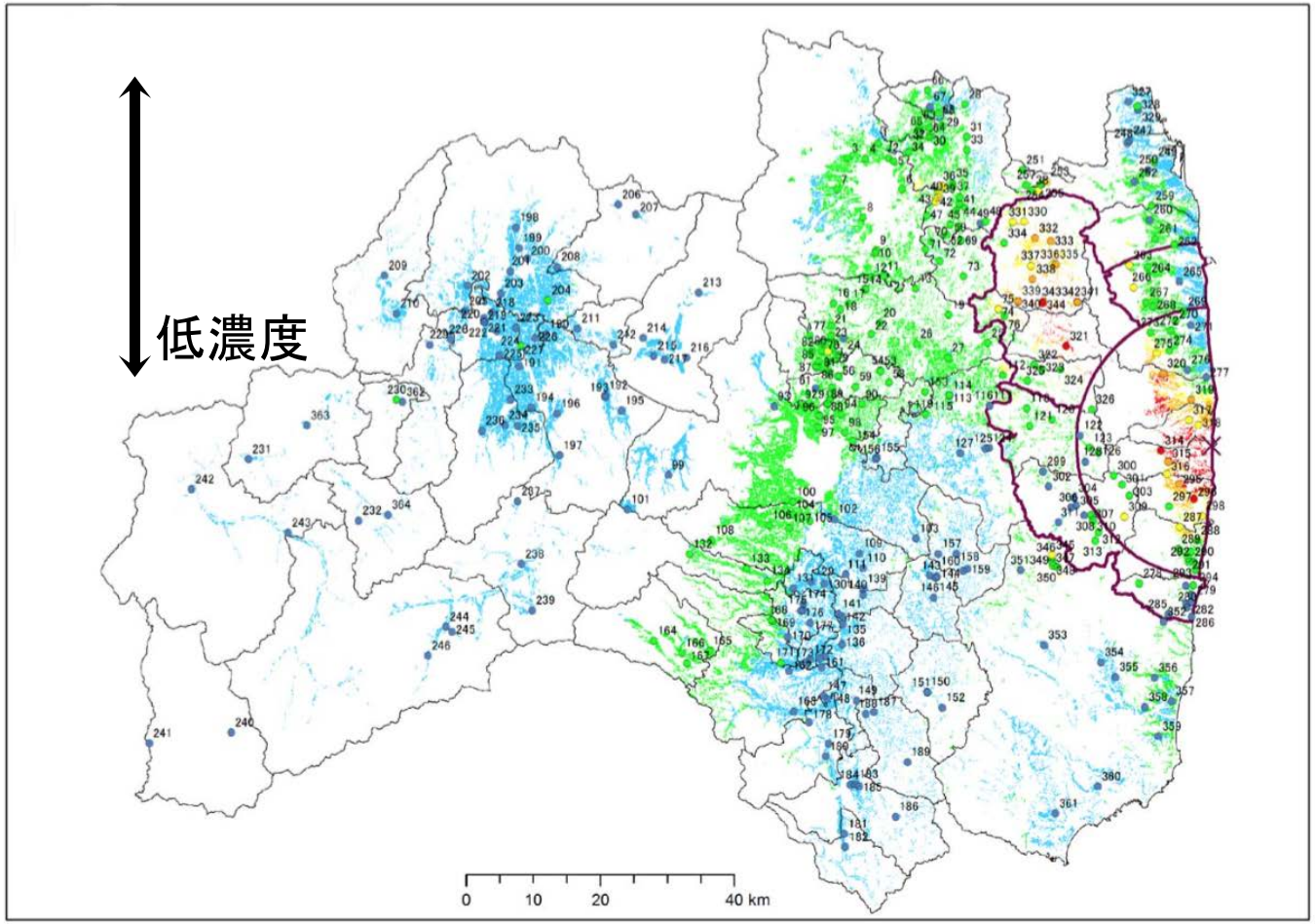
第12回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島畑地土壌におけるカリウム動態について

濱本昌一郎・二瓶直登

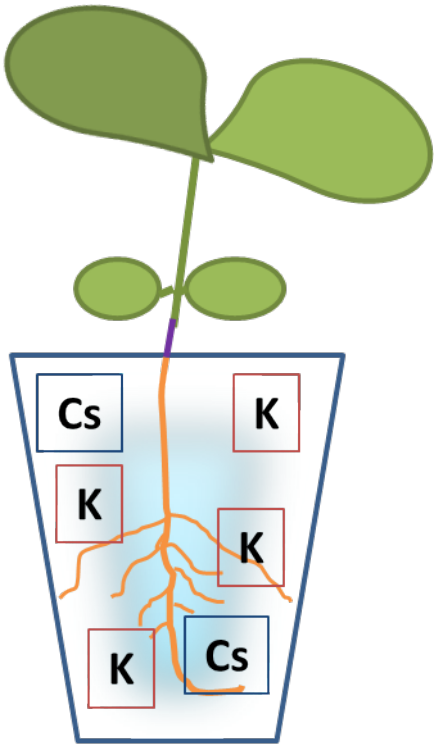
東京大学 大学院農学生命科学研究科

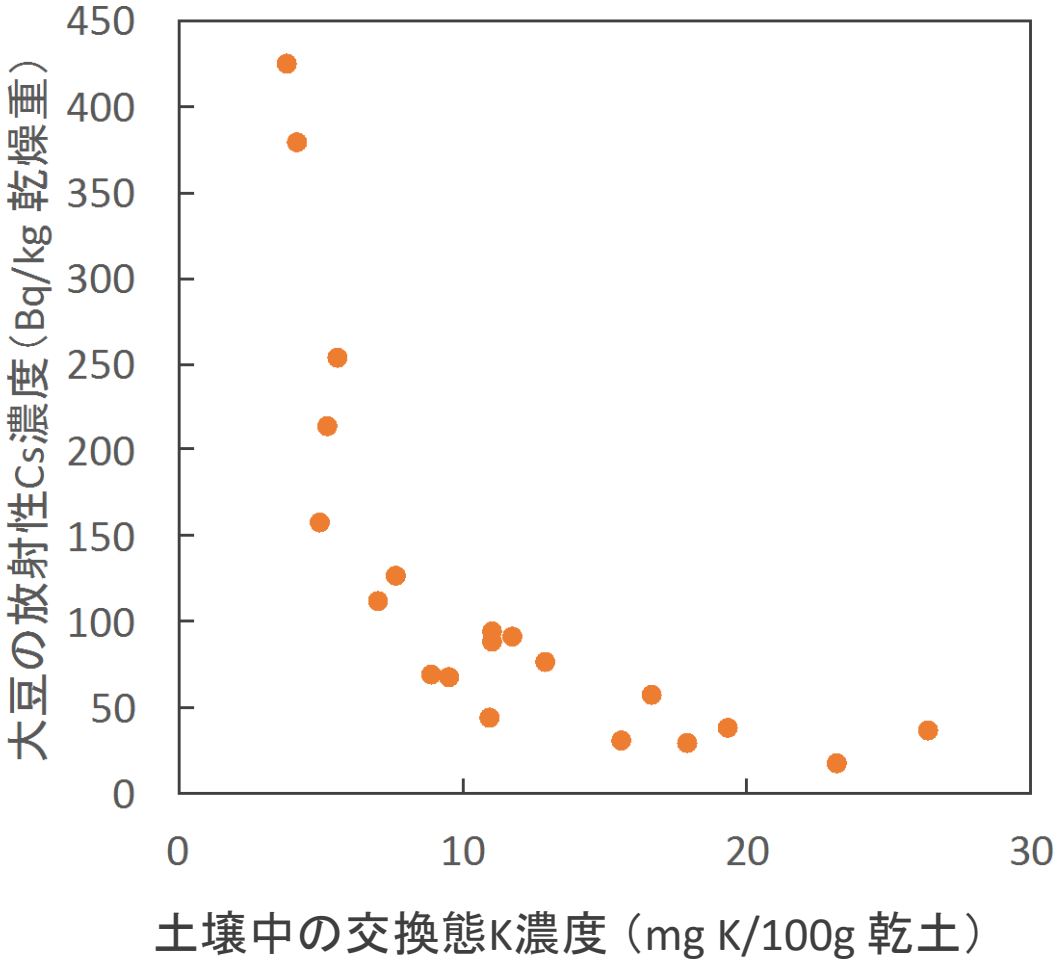
農地土壌中の放射性セシウム濃度



福島県の農地土壌中の放射性セシウム濃度分布推定図
(農林水産省, 2012を改変)

カリウム施肥





土壌中の交換性カリ含量とダイズ子実中の放射性セシウム濃度の関係
（農林水産省, 2015）

カリウム施肥

「ふくしまからはじめよう。」農業技術情報（第46号）　平成26年４月21日

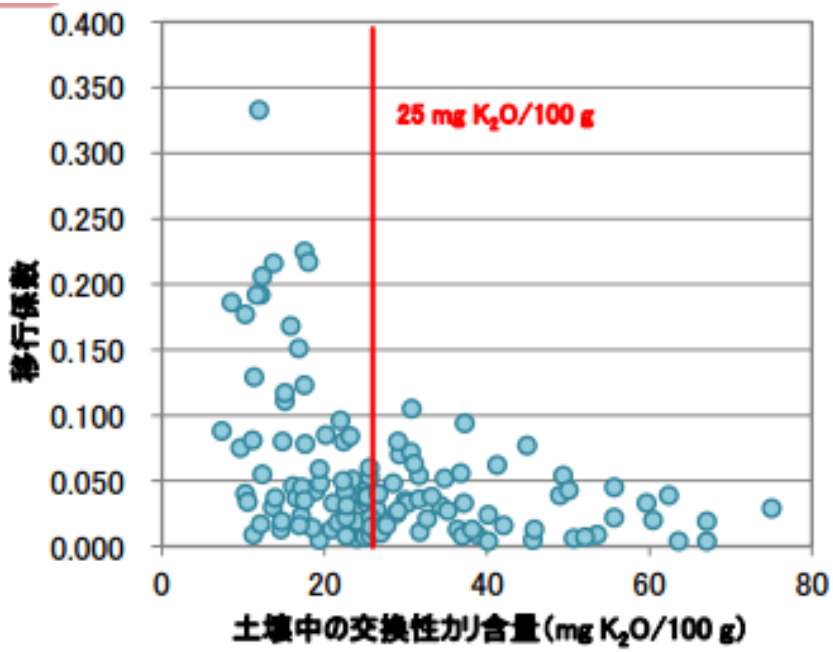
大豆とそばの放射性セシウム吸収抑制対策

福島県農林水産部

（１）土壌分析に基づくカリウムの施肥

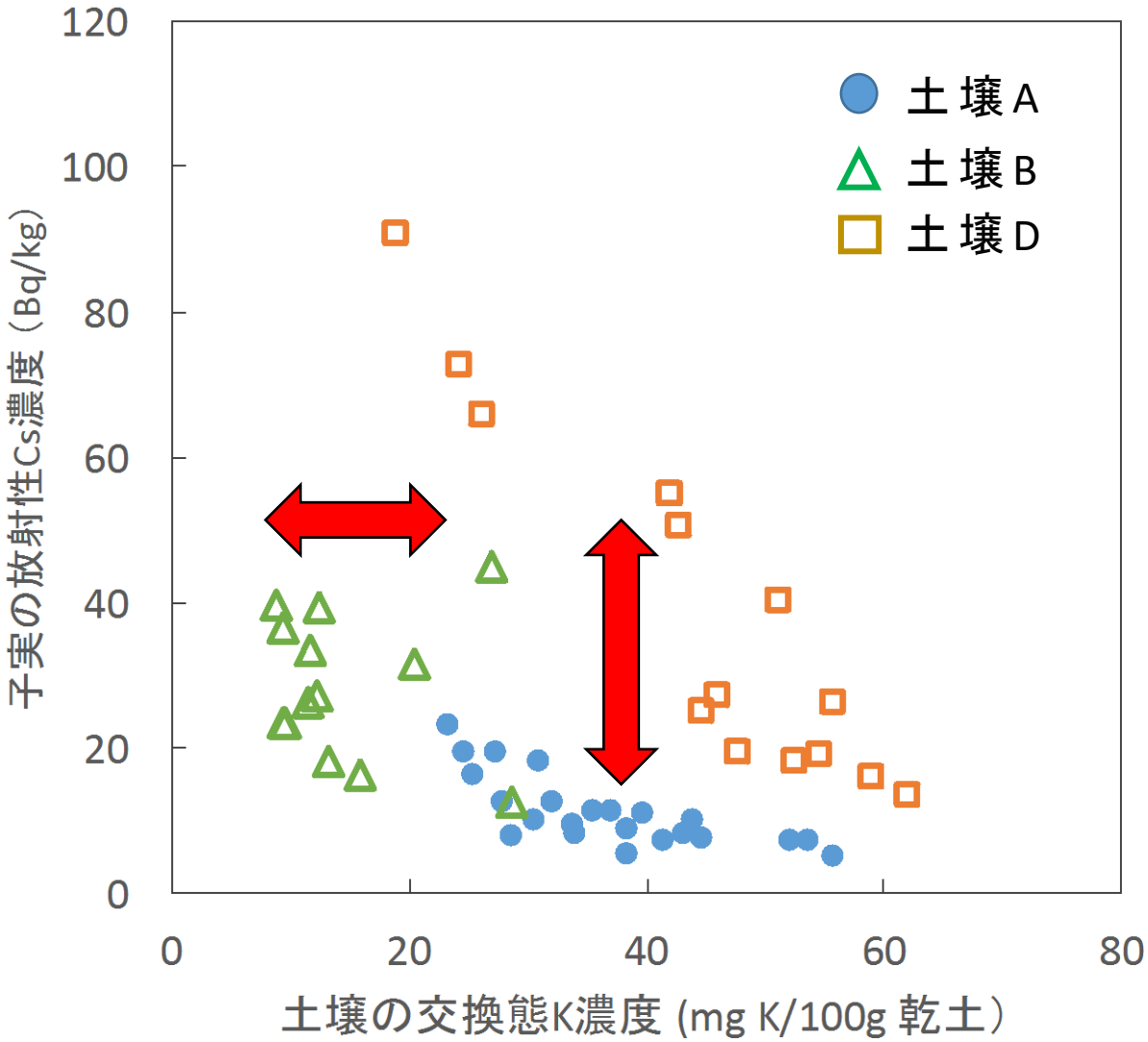
ア　大豆

（ア）これまでに子実の放射性セシウム濃度が50Bq/kgを超過した地域など放射性セシウム濃度が高い大豆が生産されるおそれのある地域では、作付け前の土壌中の交換性カリ含量の改善目標を50mg／乾土100g以上とします。一方、50Bq/kg以下の地域では改善目標を25mg／乾土100g以上とします。



（農水省HP)

カリウム施肥効果の低い土壌（カリウム問題土壌）



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ター, 2015 を改変）

目的

放射性Cs吸収抑制効果の低い福島県内畑地土壌における施肥したKの動態を明らかにする.

1. K添加試験
2. ^{42}Kを用いたカラム実験

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）

基準値超過土壌

- 土壌A → K施用で子実中Cs濃度 低
- 土壌B, 土壌C → K溶脱？で土壌中交換態K 低
- 土壌D → 低減するが子実中Cs濃度 高

	土壌中の^{137}Cs濃度(Bq/kg)		TC (%)	土性
	全量 ^{137}Cs	交換態 ^{137}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

1. K添加試験

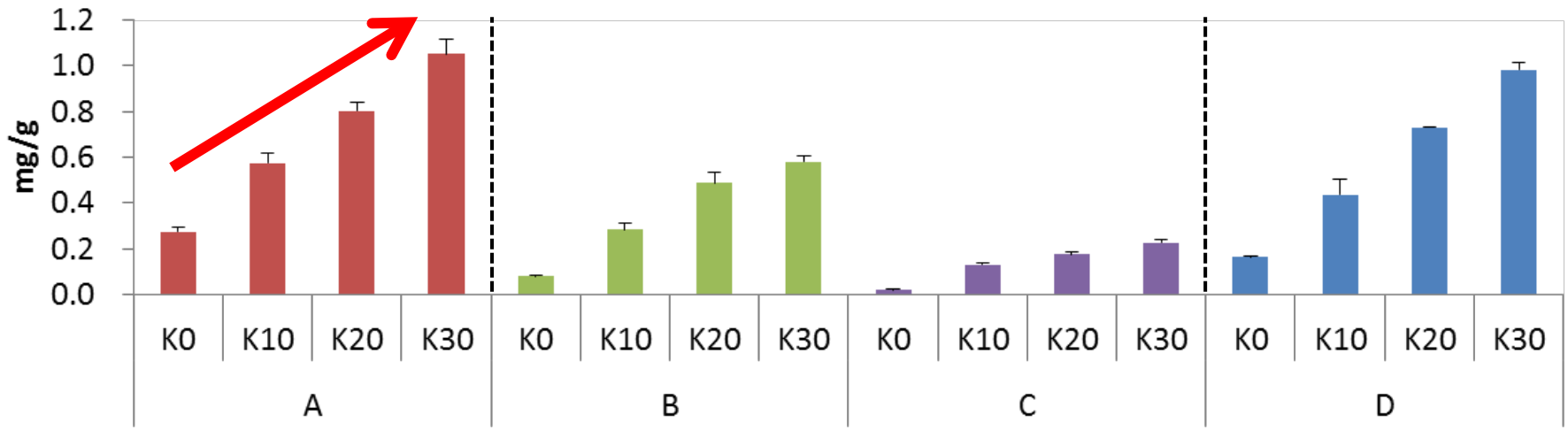
2. ^{42}Kを用いたカラム実験

Kを添加することによる土壌中の交換態K及び^{137}Cs抽出量変化を調べる

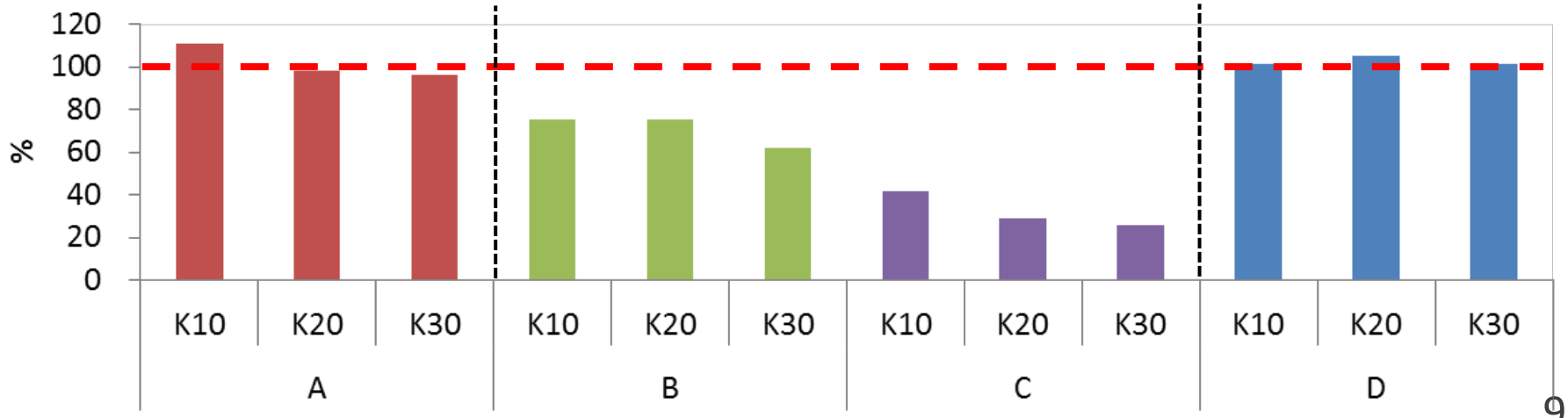
K添加　抽出試験：K 抽出量・抽出率

・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

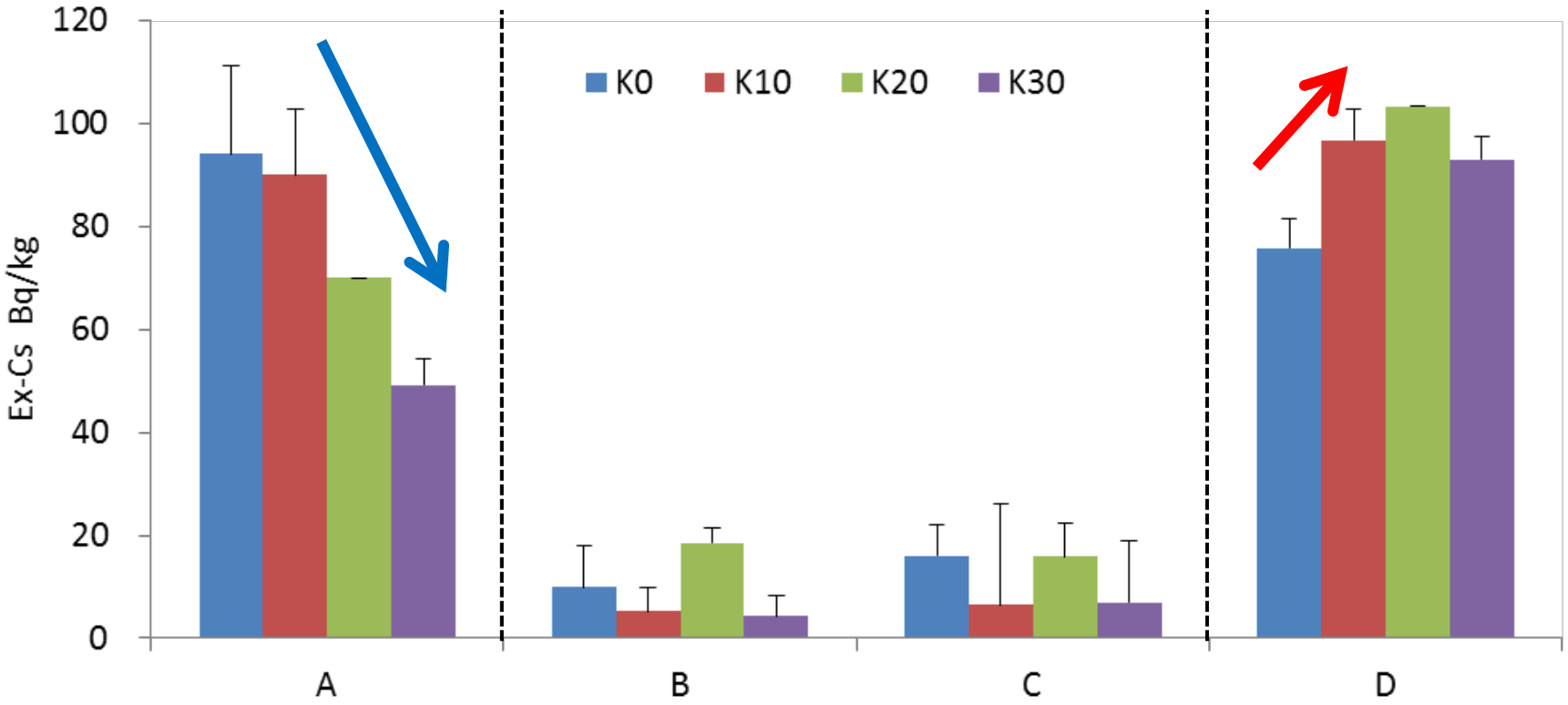
K抽出量



K抽出率



K添加　抽出試験：交換態Cs抽出量



- 土壌A：K施肥量の増加に伴い，交換態Cs抽出量低下
  ⇦Kの増加によりCsが脱離しにくい構造へと変化？
- 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？
  ⇦KとCsの交換？

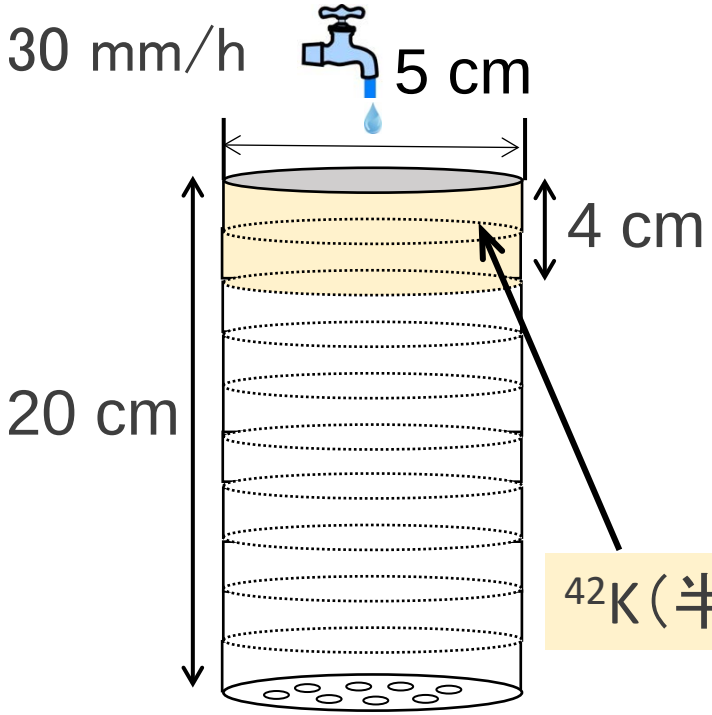
1. K添加試験（バッチ試験）

2. ^{42}Kを用いたカラム実験

トレーサーとして^{42}Kを用いたカラム実験により投与したKの土壌内挙動を把握する.

カラム実験方法

カラム装置



散水装置

全体装置図

^{42}K（半減期 12 h）添加

66mg カリウム/100g 乾土（増肥区施肥量）

or

6.6mg カリウム/100g 乾土（慣行施肥量）

測定項目

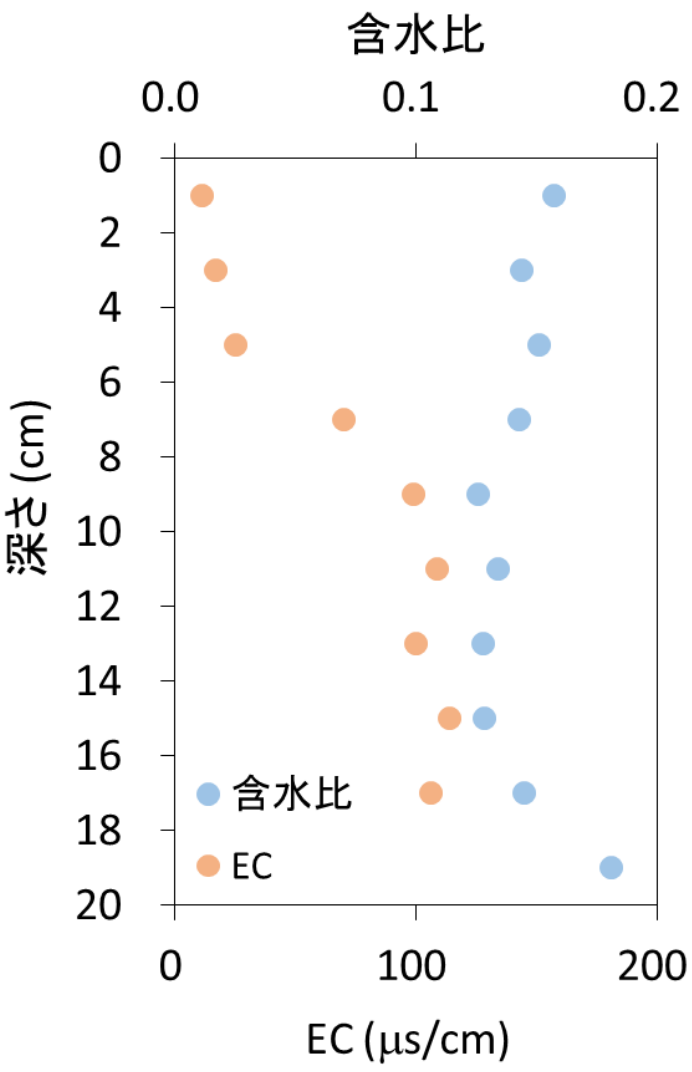
- ^{42}K, ^{137}Csの全量　　^{42}K, ^{137}CsはRI施設内で測定
- 含水比
- EC（水抽出）
- pH（水抽出，1M 酢安（酢酸アンモニウム）抽出）
- 抽出溶液の各種イオン濃度（水抽出，酢安抽出）
- 抽出溶液に含まれる^{42}K, ^{137}Cs（水抽出，酢安抽出）

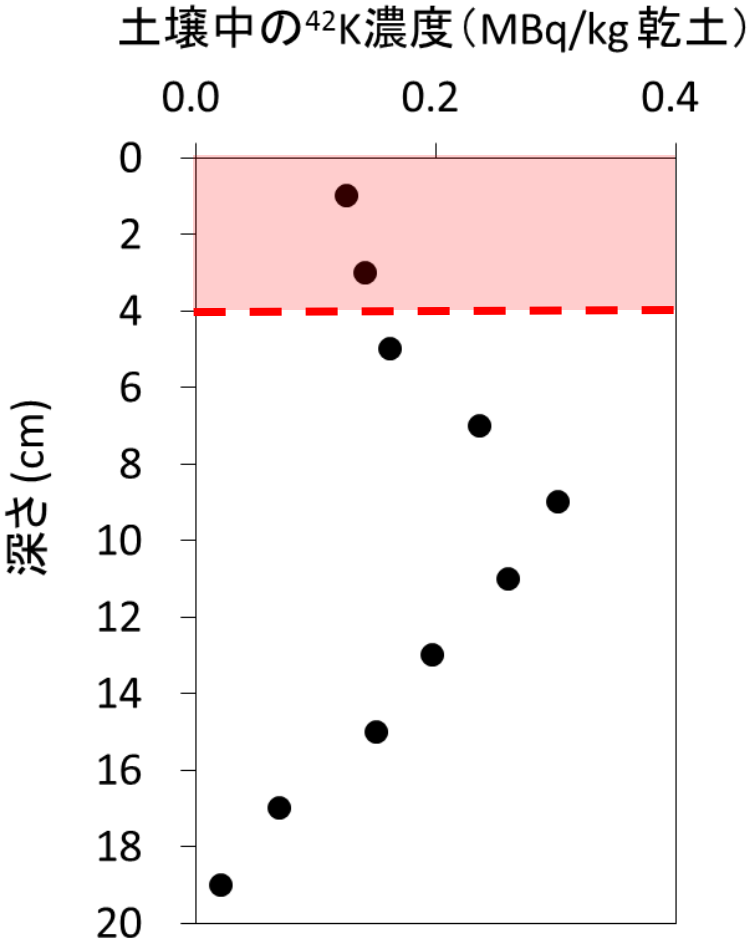
水溶性イオン＝水抽出

交換態イオン＝酢安抽出ー水抽出

固定態イオン＝全量ー酢安抽出

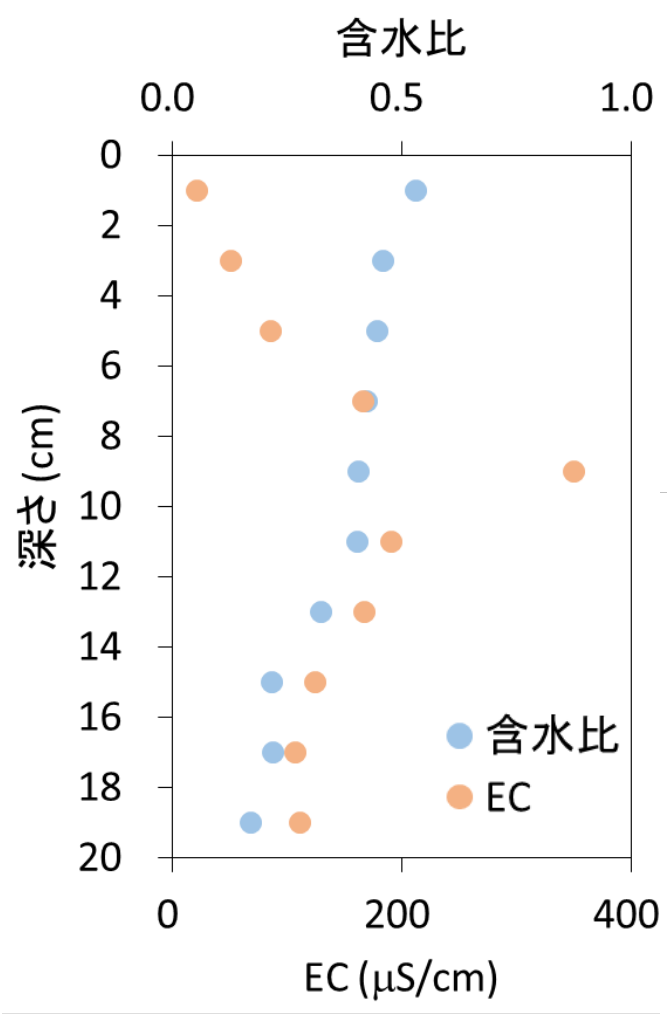
カラム試験結果：豊浦砂

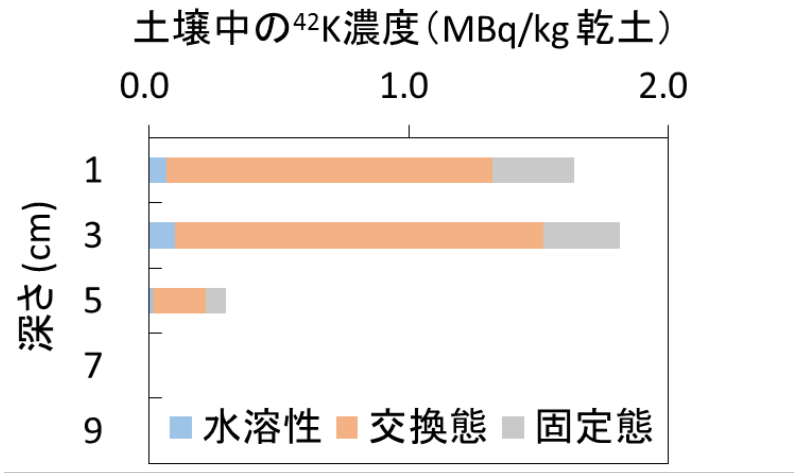




- ^{42}Kは下層まで移動し，深さ9cmでピーク

カラム試験結果：土壌A（K施用効果が有る土壌）

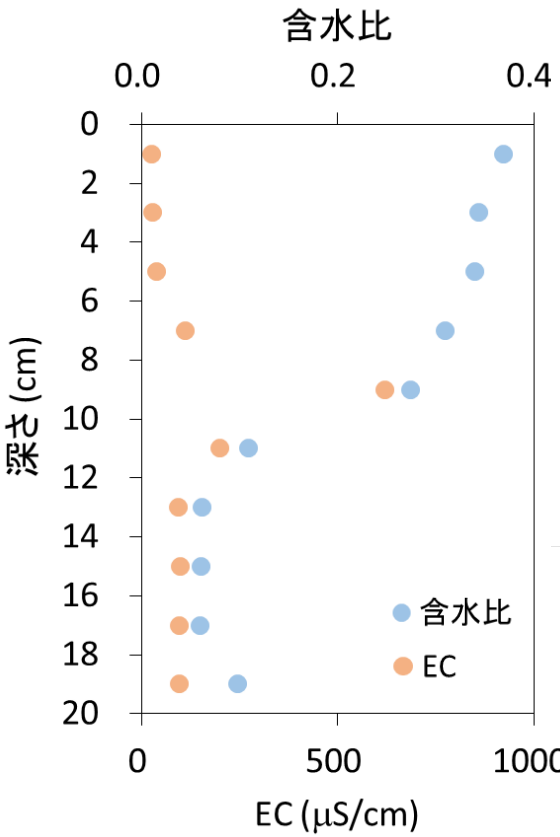


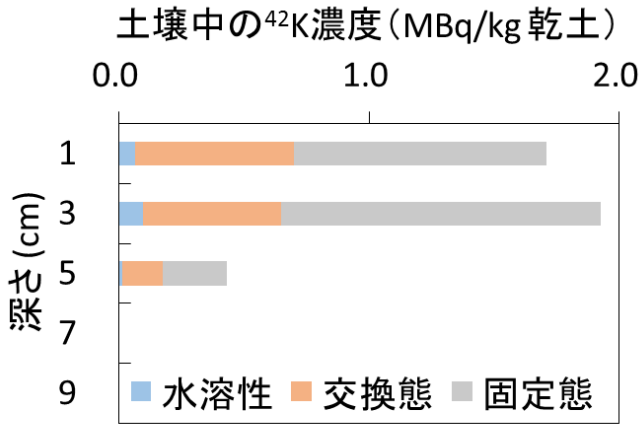


- 水は深さ13cmまで移動し，K以外のイオンは深さ9～11cmでピーク
- ^{42}Kは深さ5 cmまで移動し，交換態イオンの形態で多く存在

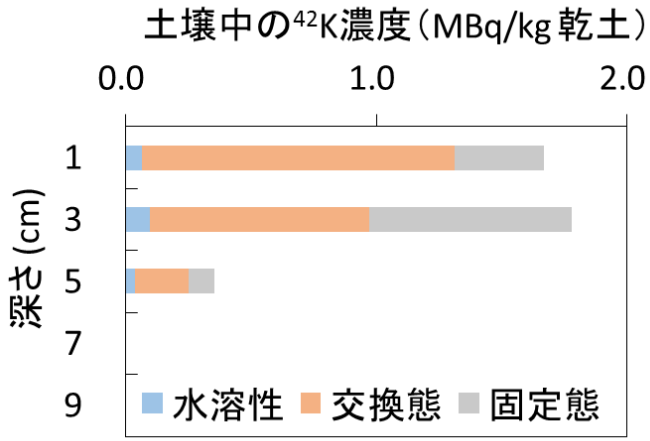
カラム試験結果：土壌B・C（K濃度上がらない土壌）

土壌B



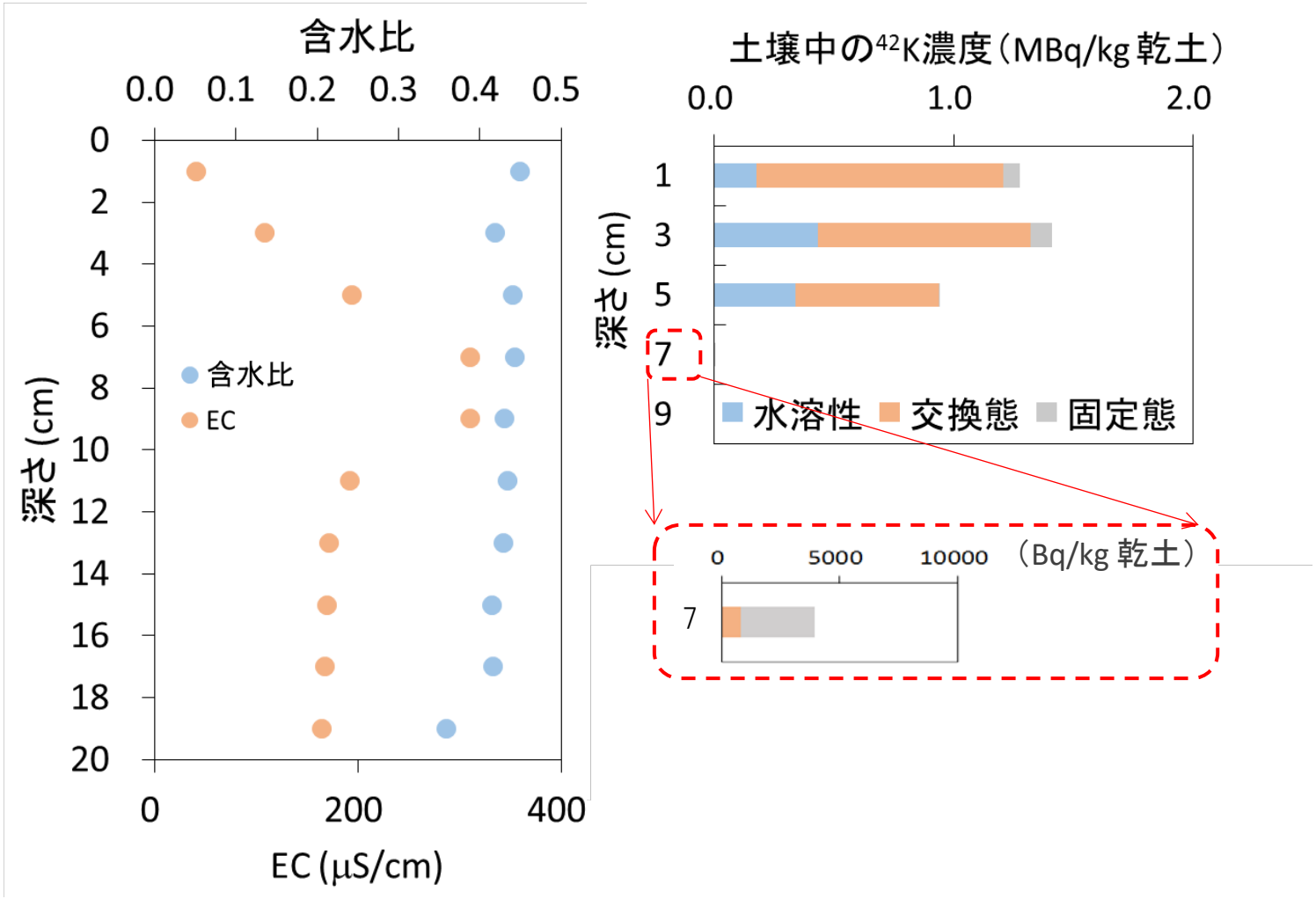


土壌C



- 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
- ^{42}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

カラム試験結果：土壌D（子実Cs濃度が高い土壌）



- 水は最下層まで移動し，K以外のイオンは深さ7～9 cmでピーク
- ^{42}Kは深さ7 cmまで移動し，水溶性イオンの形態で多く存在

各土壌における^{42}K存在形態

増肥区施肥量

	水溶性	交換態	固定態
A	0.05	0.77	0.19
B	0.04	0.33	0.63
C	0.05	0.62	0.33
D	0.26	0.69	0.04

慣行施肥量

	水溶性	交換態	固定態
A	0.03	0.75	0.21
B	0.04	0.52	0.45
C	0.03	0.72	0.24
D	0.11	0.77	0.13

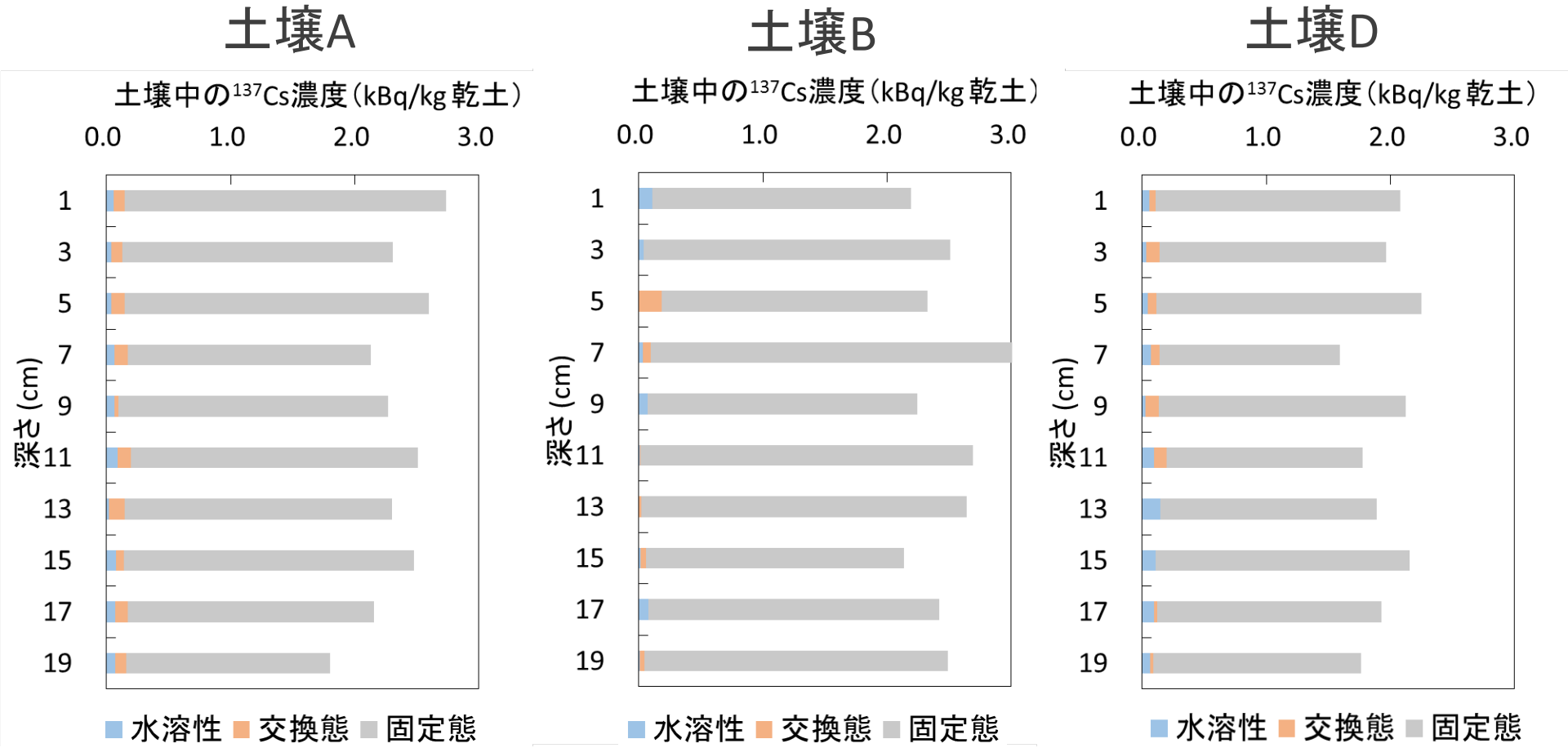
増肥区：他の土壌に比べて，

- 土壌A：交換態K
- 土壌B・C：固定態K　の存在割合高い
- 土壌D：水溶性K

慣行区に比べて増肥区では，

- 土壌A：割合は変わらず
- 土壌B・C：固定態Kの割合増加
- 土壌D：水溶性Kの割合増加，固定態Kの割合低下

各土壌における^{137}Cs存在形態



- 全土壌で^{137}Csはほとんど固定態として存在
- K添加による存在形態変化は見られず

各土壌のまとめ

土壌A

施肥したKの多くが交換態として存在する.

⇒Csに対する競合イオンとして機能し，根によるCs吸収抑制に効果を発揮

土壌B・C（Kの溶脱が原因と言われてきた土壌）

固定態Kとしての存在割合が高い.

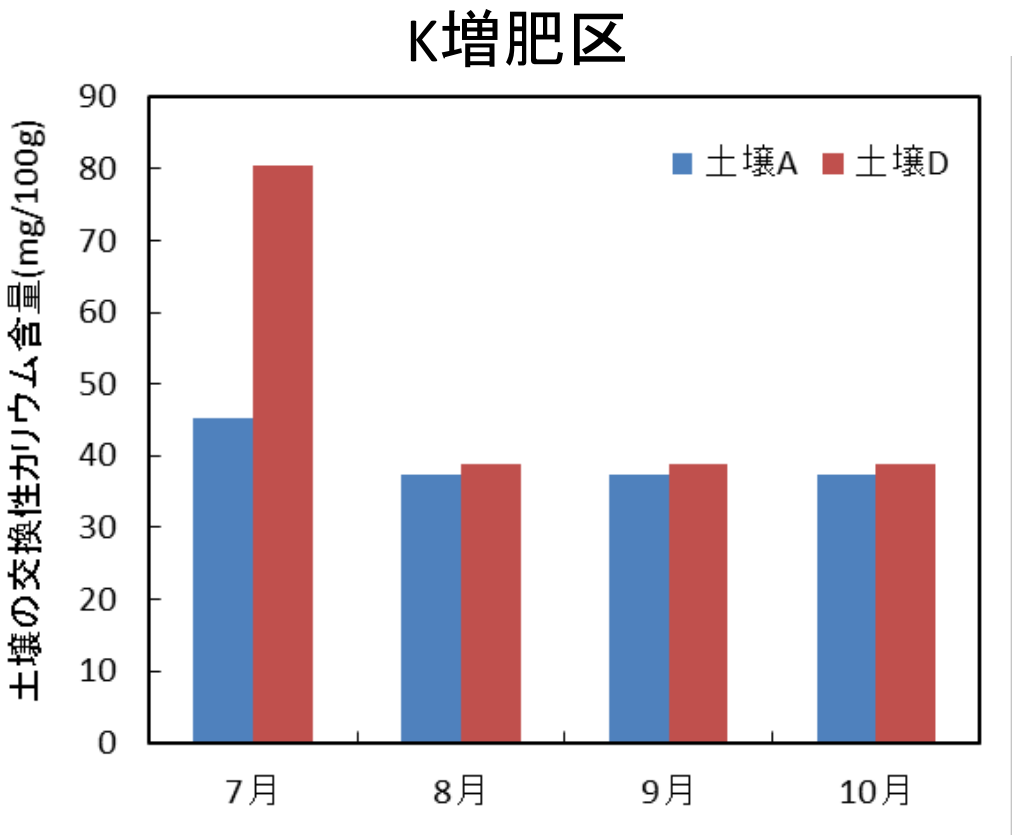
⇒土壌中の交換態Kが増加しなかった原因

土壌D（子実中のCs濃度が高い土壌）

水溶性Kとしての存在割合が高い.

⇒長期的に見ればK溶脱の可能性

土壌の交換態カリウムの経時変化（土壌A･D）

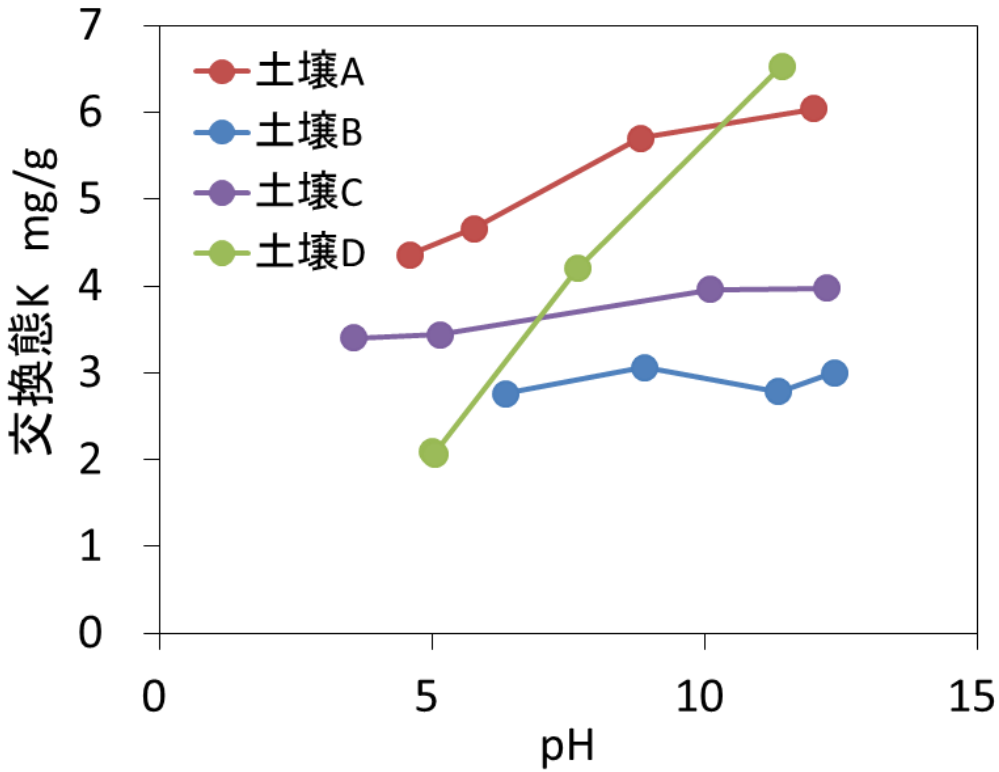


H25現場試験データ （提供：福島県農業総合センター）

- 土壌Dは7月から8月にかけて交換態K濃度が大きく低減（K溶脱？）
- ゼオライト施用により，交換態K濃度は安定

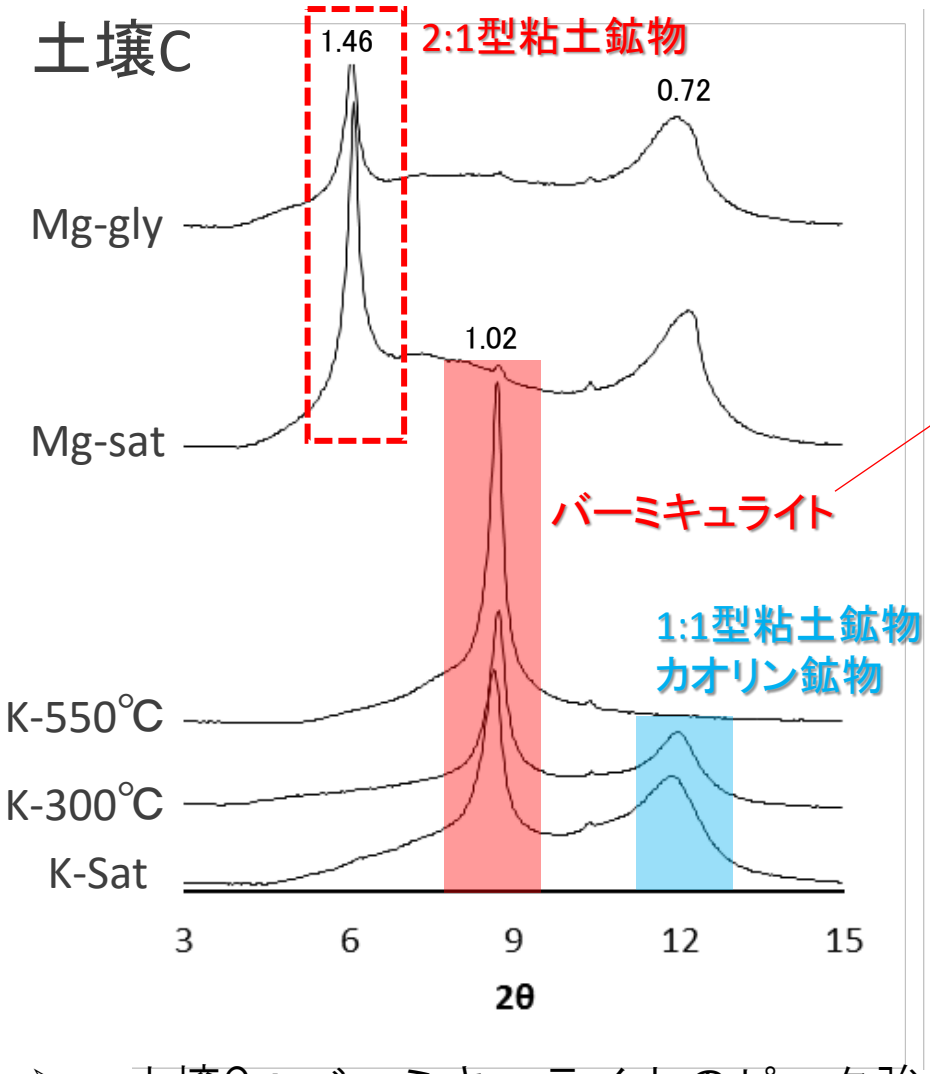
交換態カリウム保持容量

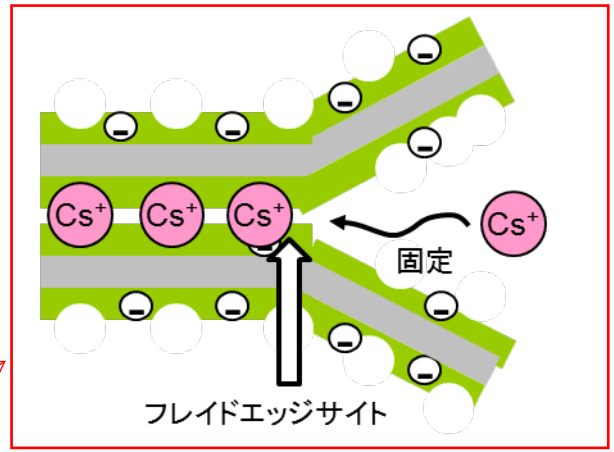
・1M KClを添加（1:10)し，KOHによりpH調整
・1時間振とう後，上澄みを捨て水で3回洗浄
・酢安(1:5)で交換態Kを抽出

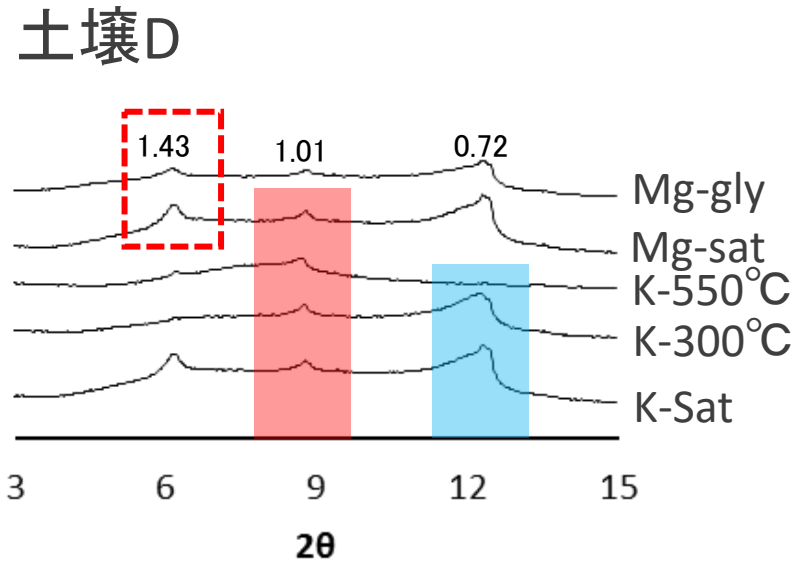


- 土壌pH（５～6付近）：土壌A ＞ 土壌C ＞ 土壌B ＞ 土壌D
- 土壌B・C：pHによるK保持量は一定 ⇐ 永久荷電由来
- 土壌D：K保持に対するpH依存性 ⇐ pH依存荷電由来

X線回折分析（土壌C･D）







- 土壌C：バーミキュライトのピーク強い ⇒ K固定能力 高
- 土壌D：2:1型粘土鉱物のピークが弱い
  ⇒カオリン鉱物・有機物・アロフェン（pH依存荷電）の存在
  ⇒ Kの土壌への吸着性低

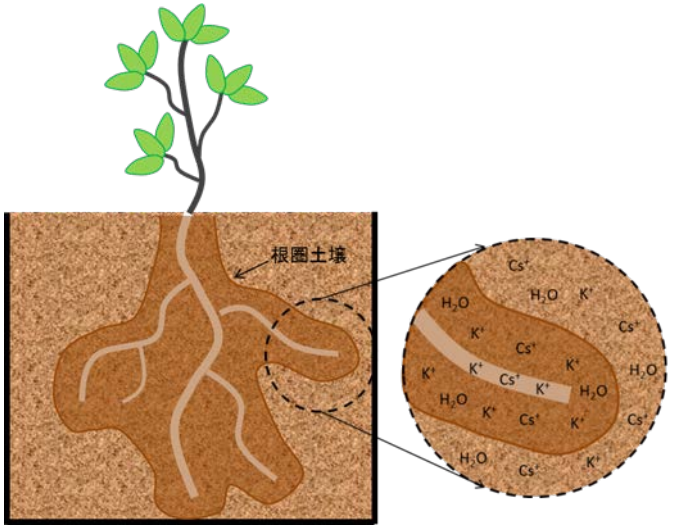
今後の課題

・異なる物理特性（鉱物組成・初期水分・乾燥密度）を有する土壌を用いたK動態把握

・K施用後の長期的なKとCs動態把握

・根-土壌間でのKおよびCs動態（根近傍域における物質動態）

⇒潜在的なCs吸収リスクのある土壌の把握と要因解明



謝辞

・福島県農業総合センター:

平山 孝 氏

・農研機構 東北農業研究センター:

江口 哲也 氏・久保 堅司 氏

ご清聴ありがとうございました。