

土壤中の放射性セシウムの動態研究

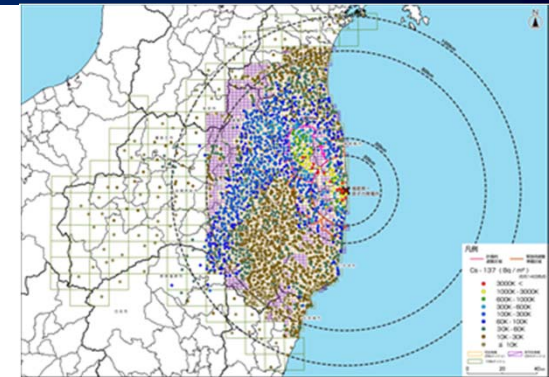
～ 分布や移動に影響を及ぼす要因・プロセスの解明 ～

環境動態研究グループ

小嵐 淳

【背景】

- 2011年3月：福島原発事故により大量の ^{137}Cs が放出
- 土壌に沈着、様々な陸域生態系に深刻な汚染
- 2011年6月：文科省、「土壌濃度マップ」の作成を開始
(80 km圏内、1地点／2 km四方、表層5 cmの土壌)



土壌濃度マップ
(文科省、2011年8月30日公表)

【社会の疑問】 沈着した ^{137}Cs は、今後どうなっていくのか？

【答えるためには】 **中長期的な動態の予測**と、**影響の把握**

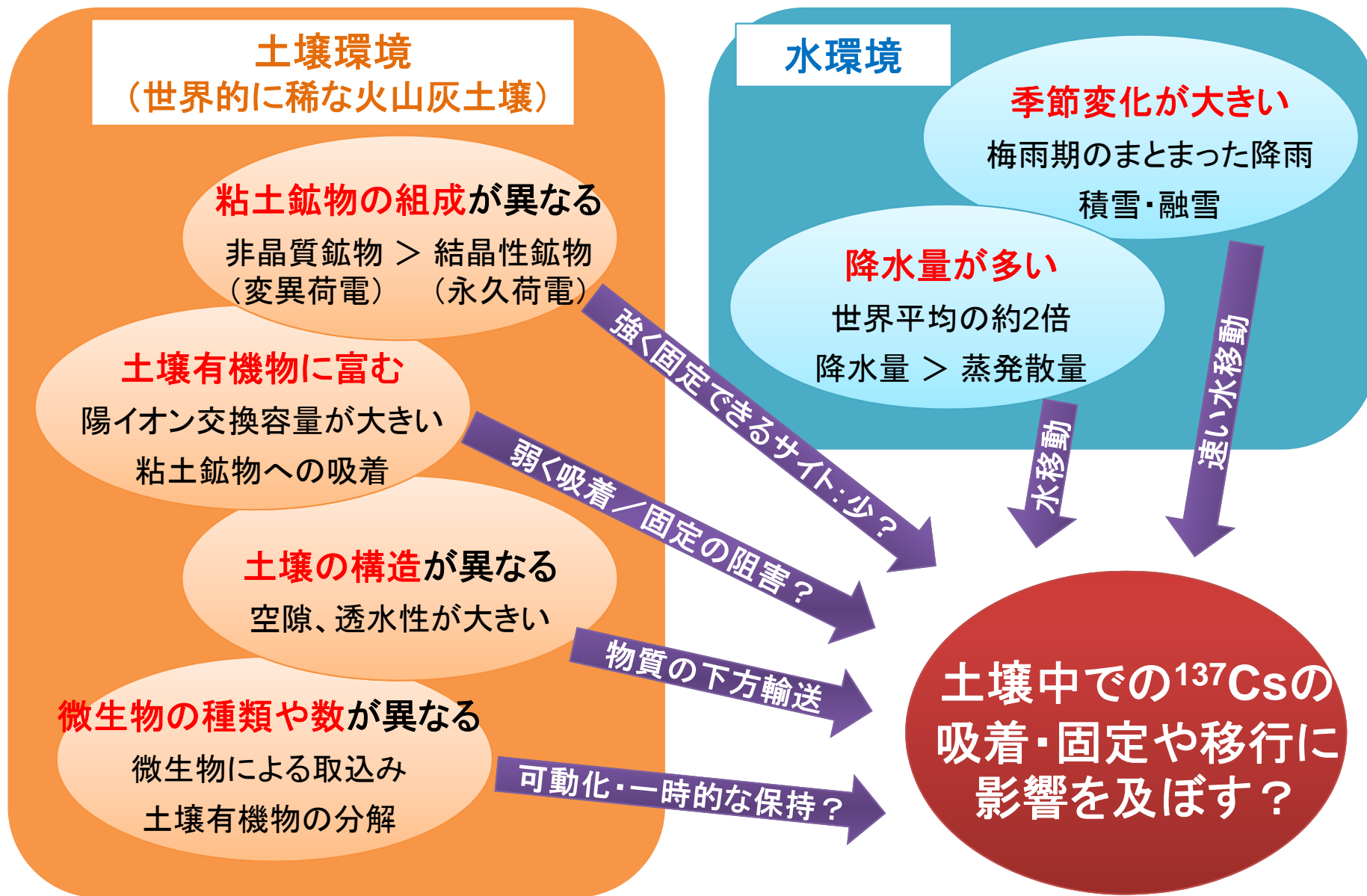
【問題点】

- 土壌濃度マップ：深さ分布や移動プロセスが不明で、動態予測につながりにくい
- 日本特有の土壌・水環境：海外の知見をそのまま適用できない可能性



【課題】

事故の影響を受けた土壌での ^{137}Cs の分布や移動に影響を及ぼす要因、プロセスを明らかにする



多様な土地利用形態が
存在する2 km四方内

【課題】 事故の影響を受けた土壌での ^{137}Cs の分布
や移動に影響を及ぼす要因、プロセスを明らかにする



土壌分類や土地利用の違い
⇒ 土壌特性の違い

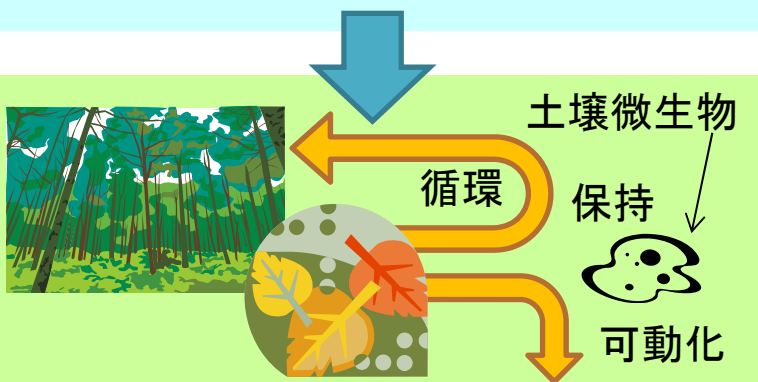


[2] 深さ分布はなぜ違うのか？

^{137}Cs の入り込みに影響を及ぼす
土壌特性・プロセスの抽出

[1] ^{137}Cs はどのように沈着したのか？

土地利用ごとの深さ分布の特徴の把握



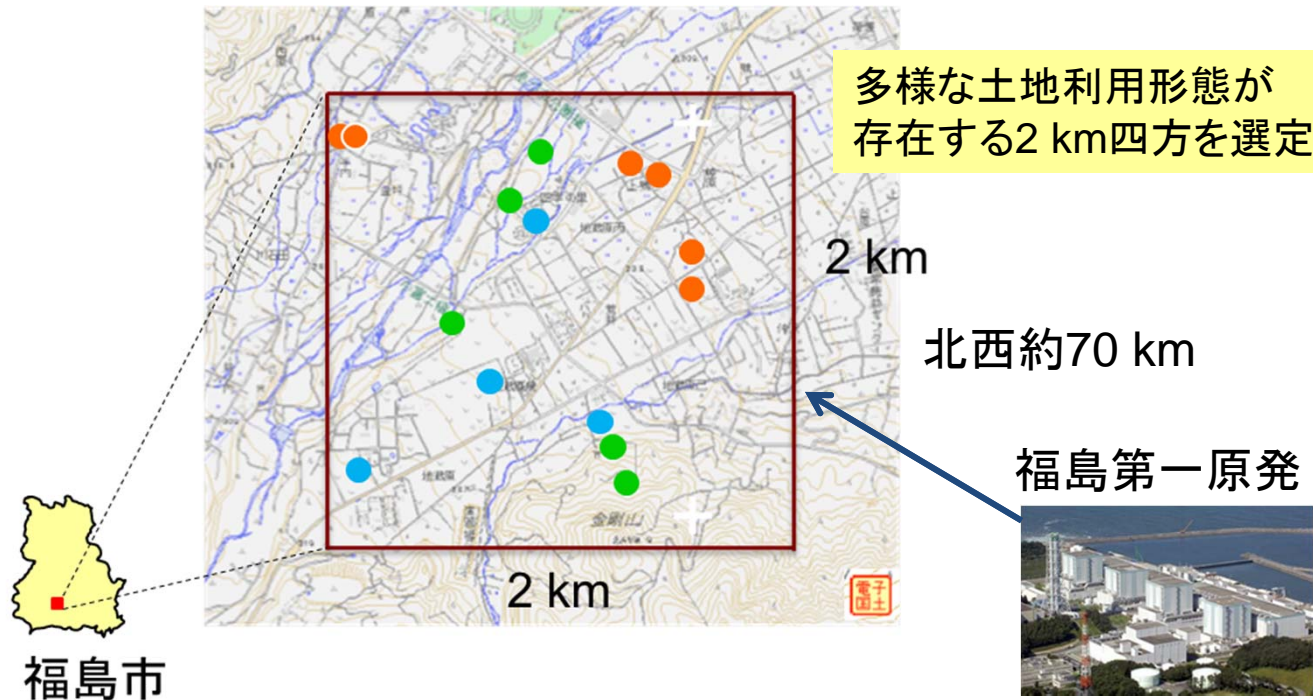
[4] ^{137}Cs はどのような存在状態なのか？

土壌微生物の役割の解明



[3] 深さ分布はどう変わっていくのか？

環境の変化が分布に及ぼす影響の解明



● 耕作地 (6地点)

- 畑①* (ソバ)
- 畑② (休耕地)
- 畑③* (長ネギ)
- 水田*
- 果樹園① (リンゴ)
- 果樹園② (リンゴ)

● 草地 (4地点)

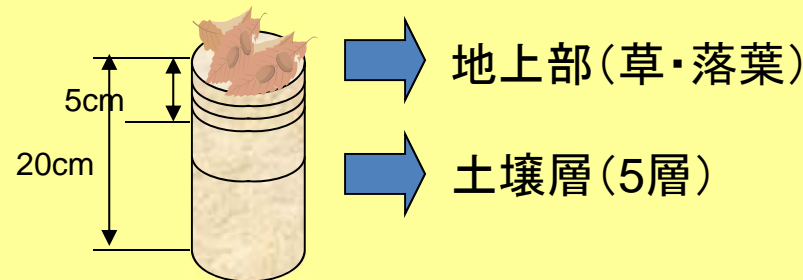
- 公園の芝生
- 牧草地①
- 牧草地②
- 牧草地③

● 森林 (5地点)

- 広葉樹① (遊歩道)
- 広葉樹② (遊歩道)
- 針葉樹① (マツ)
- 針葉樹② (スギ)
- 針葉樹③ (スギ)

* 事故後に土壌を耕起

各地点で土壌コアを
6~10本程度採取



調査時期

- ① 2011年6月(梅雨前)、② 7月(梅雨後)、③ 2012年3月(1年後)

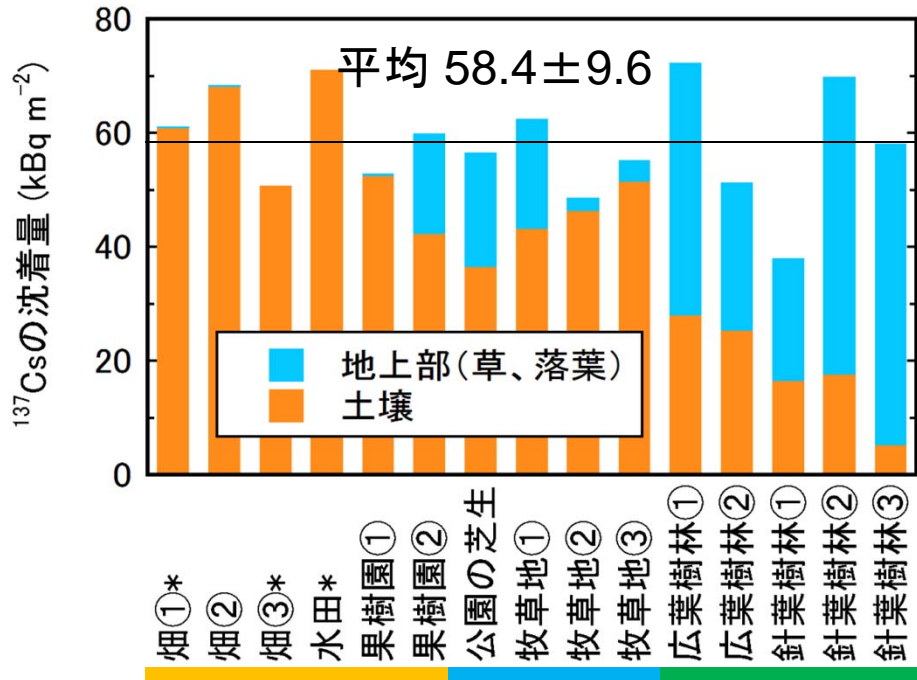
土壌特性の分析

(バルク密度、粒径分布、陽イオン交換容量、有機物など)

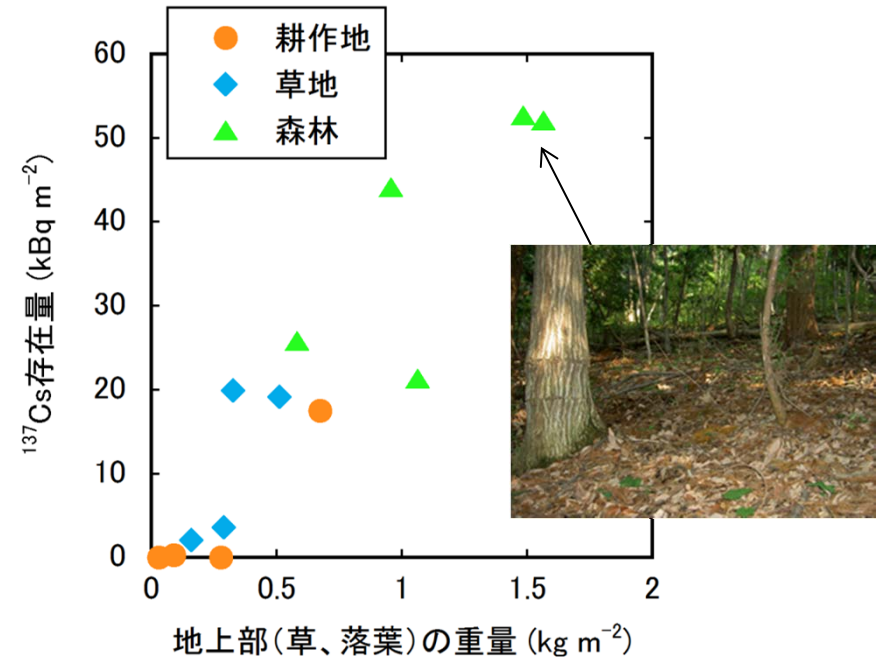
[1] ^{137}Cs はどのように沈着したのか？

～ 土地利用ごとの深さ分布の特徴の把握 (1) ～

各地点の ^{137}Cs 沈着量 (2011年6月)



地上部の ^{137}Cs 存在量と乾燥重量



土地利用形態ごとの沈着量

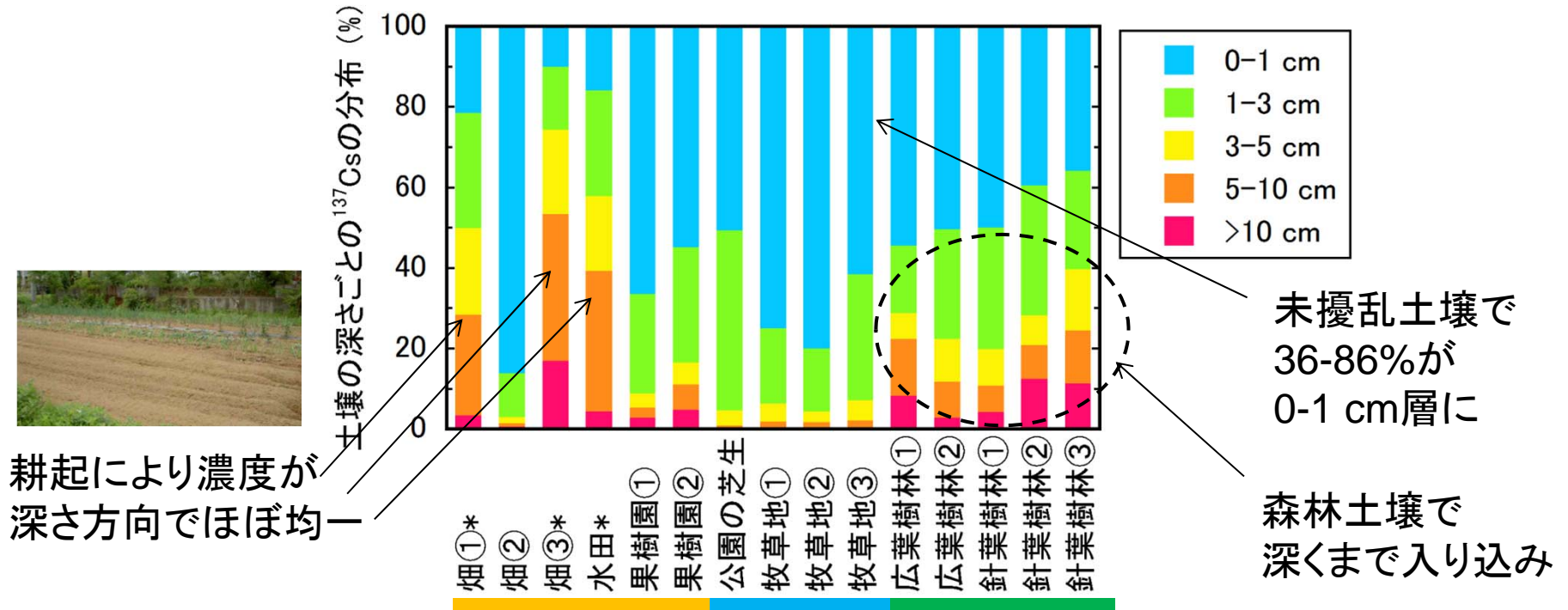
耕作地 (N=6)	60.6 ± 8.1
草地 (N=4)	55.6 ± 5.8
森林 (N=5)	57.9 ± 14.1

- 2 km四方内の沈着量のばらつき: 16%程度
- 土地利用形態ごとの沈着量に有意差なし
- 地上部の草や落葉が ^{137}Cs の土壌への移行を物理的に遮断 (森林で顕著: 50~91%)

[1] ¹³⁷Csはどのように沈着したのか？

～ 土地利用ごとの深さ分布の特徴の把握 (2) ～

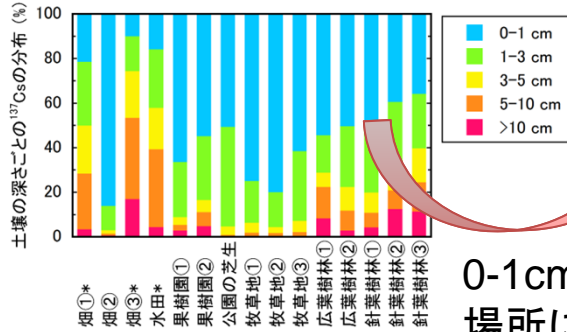
土壌に到達した¹³⁷Csの土壌中への入り込み（土壌部のみ）



■ 5 cm以深に到達している¹³⁷Csの割合：
 耕作地（未擾乱）、草地（平均 3.5%） < 森林（平均 18.1%）
 ⇒ 森林において、土壌に到達した¹³⁷Csは、他の土地利用よりも深くまで入り込む傾向。

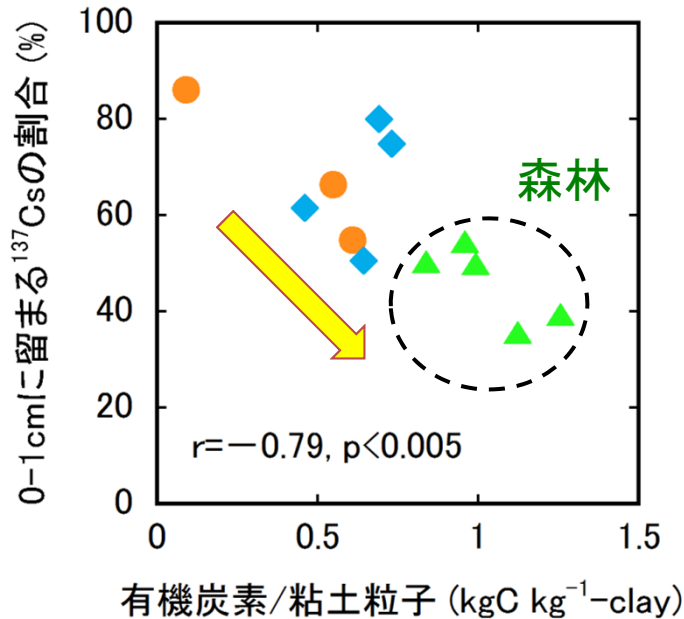
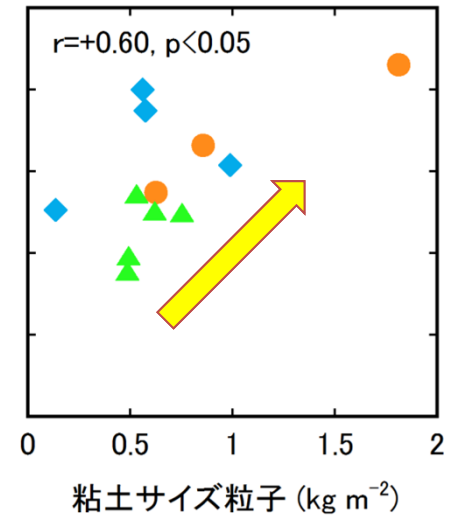
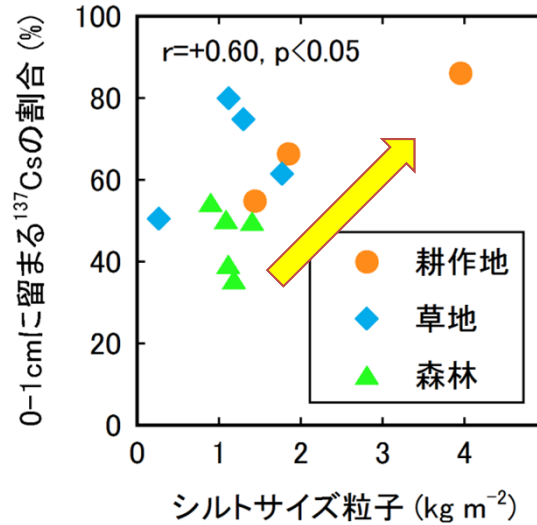
[2] 深さ分布はなぜ違うのか？

～ ¹³⁷Csの入り込みに影響を及ぼす土壌特性・プロセスの抽出 ～



0-1cmに36-86%
場所により異なる

0-1 cmに留まる¹³⁷Csの割合と 土壌特性との関連性

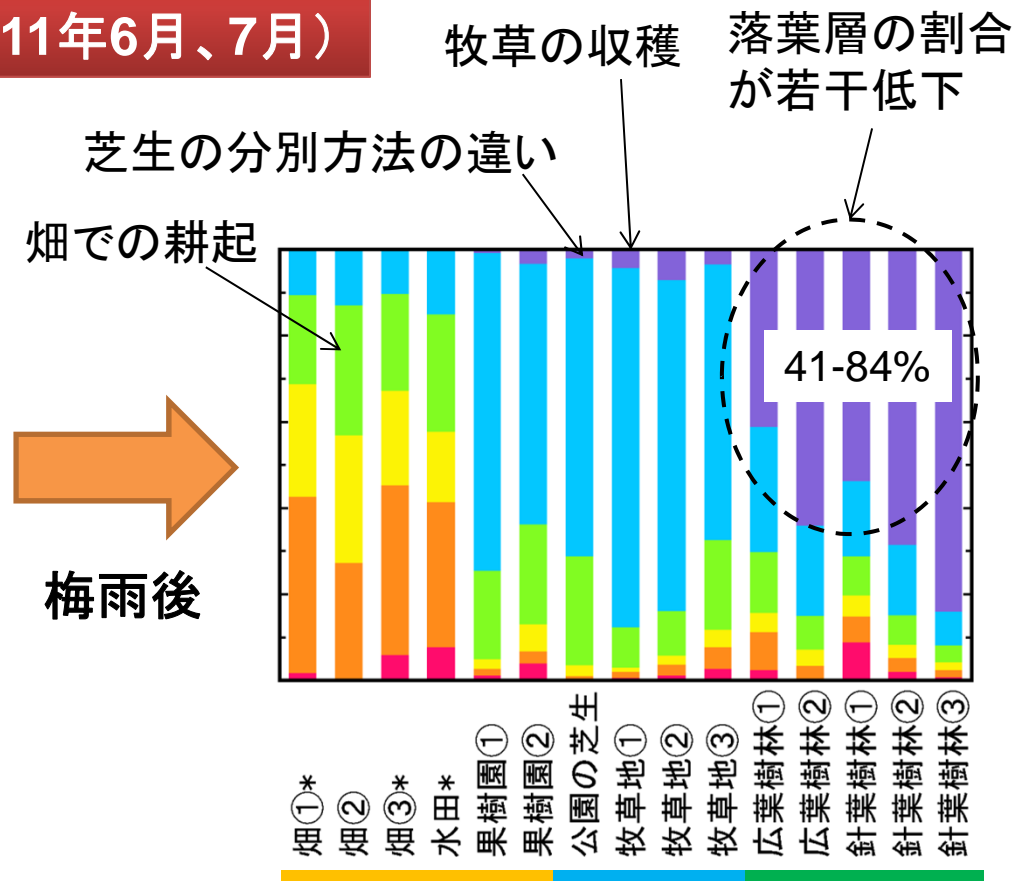
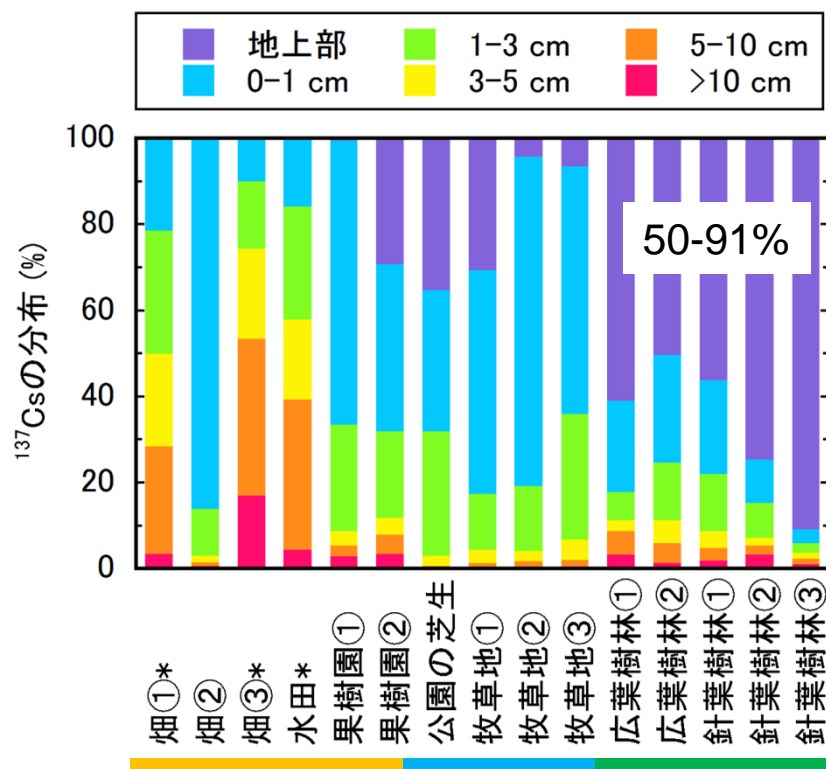


- 細かい土壌粒子が多いほど留まる。
⇒ 粘土鉱物による固定（海外知見と一致）
- 粘土粒子あたりの有機炭素量が多いほど、留まりにくい（森林で特徴的）。
⇒ 有機物が粘土鉱物を覆い、¹³⁷Csが粘土鉱物の固定サイトにアクセスするのを阻害

[3] 深さ分布はどう変わっていくのか？

～ 環境の変化が分布に及ぼす影響の解明 (1) ～

梅雨前後の¹³⁷Csの分布の比較 (2011年6月、7月)

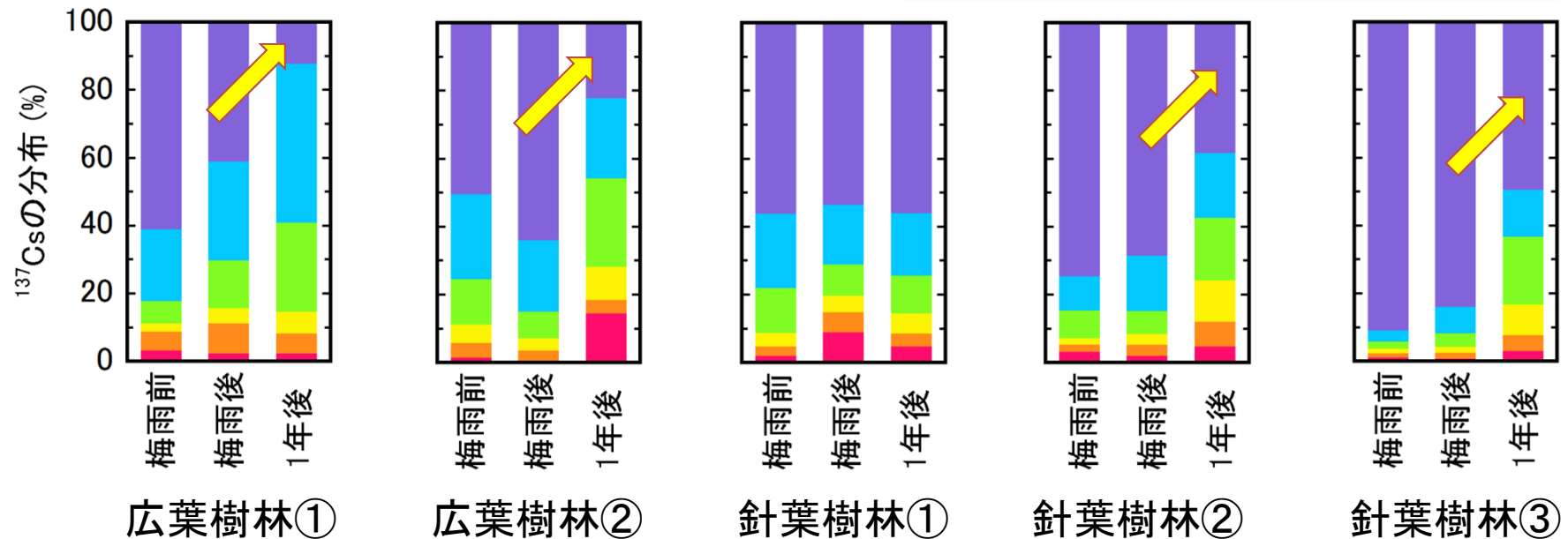


■ 梅雨前後で¹³⁷Csの深さ分布に大きな変化なし。
 ⇒ 梅雨期の降雨による¹³⁷Csの下方輸送(水溶性、コロイド粒子)、再分配の影響小

[3] 深さ分布はどう変わっていくのか？

～ 環境の変化が分布に及ぼす影響の解明 (1) ～

森林における1年間の ^{137}Cs の分布の変化



- 梅雨後～冬の期間に、落葉層(■)の ^{137}Cs 割合が低下(針葉樹林①を除く)
- 特に広葉樹林で大きく低下(12～22%まで)。
 - ⇒ 夏期の微生物による落葉の分解 > 梅雨期の降雨による洗い流し
- 土壌中：土壌深部への ^{137}Cs の移行が見られるが、1年後でも82%以上が落葉層と深さ5cmまでの土壌に存在

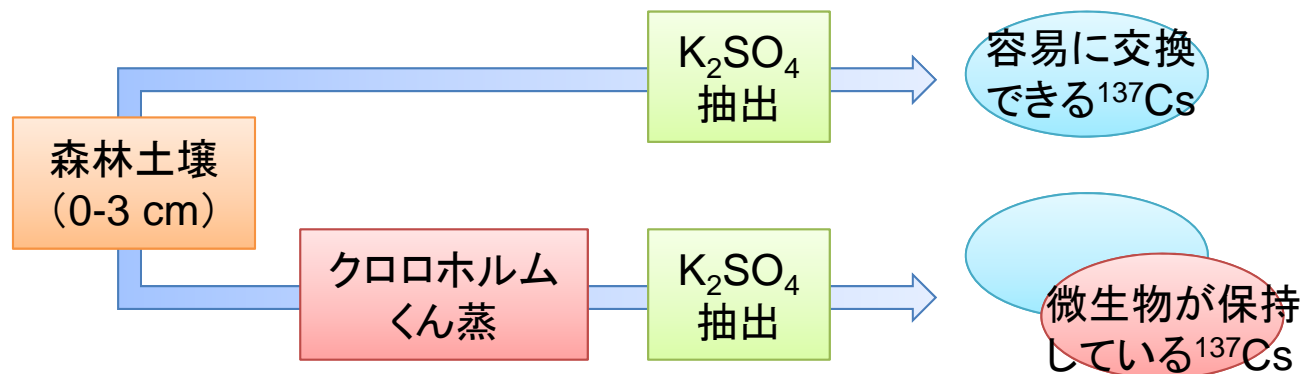
[4] ^{137}Cs はどのような存在状態なのか？

11/13

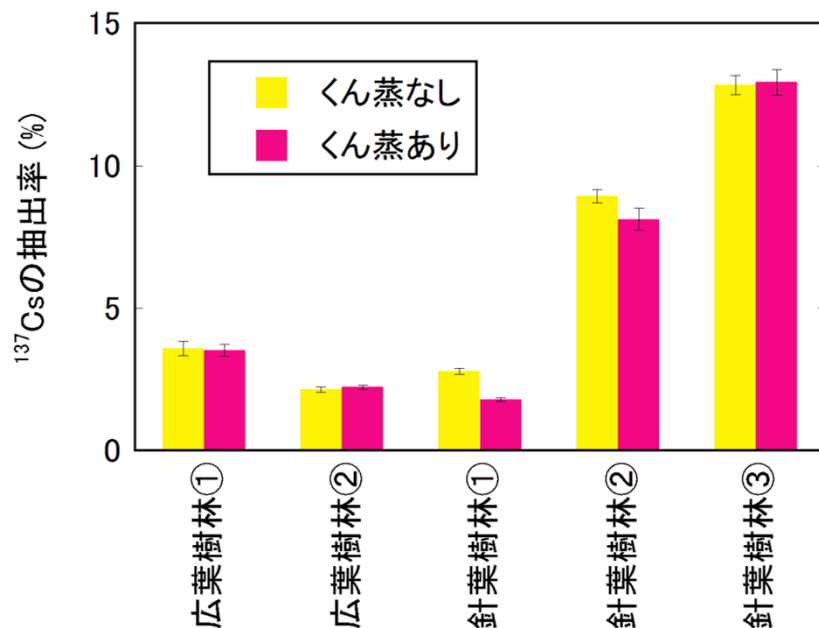
～ 土壌微生物の役割の解明 (1) ～



2012年3月 (積雪下)



森林土壌 (0-3 cm)からの ^{137}Cs 抽出率の比較

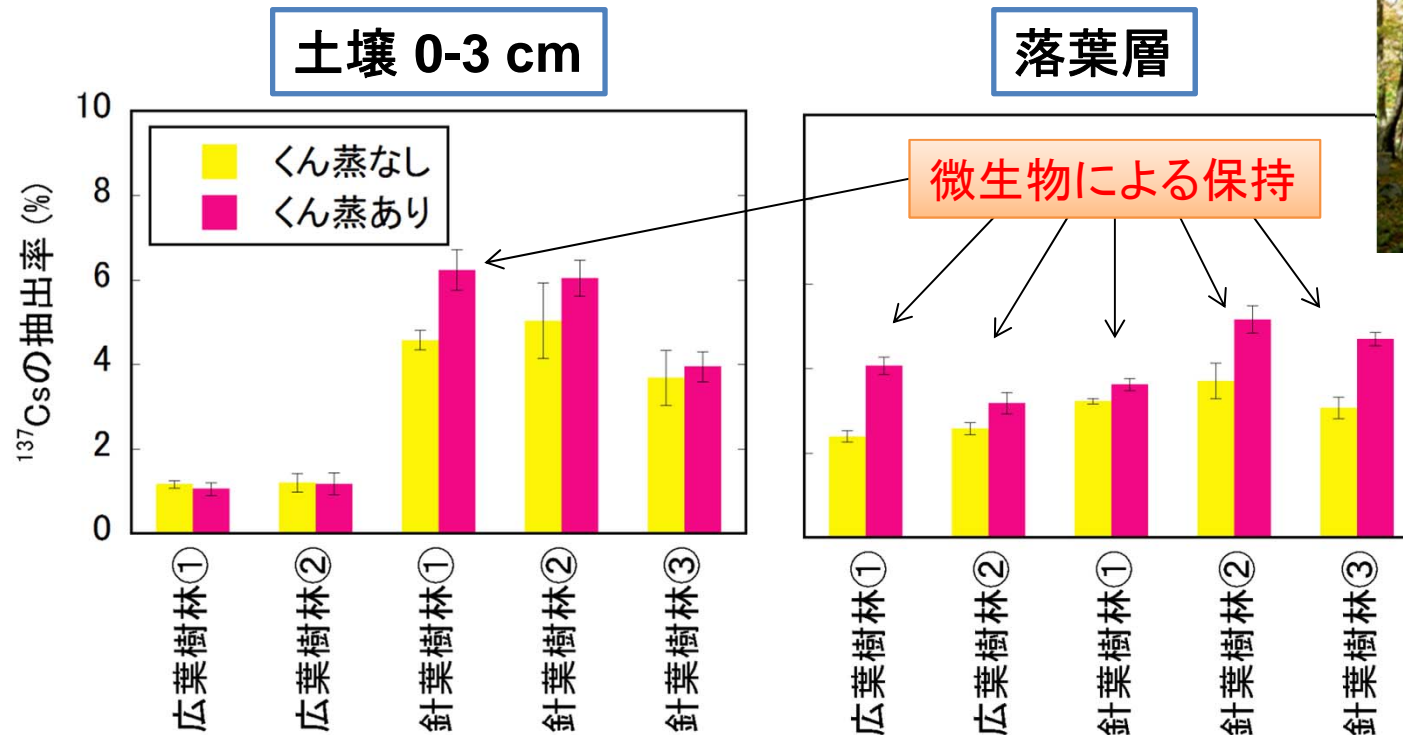


- 容易に交換できる ^{137}Cs (■): 2~13%
- 有機物に富む土壌で、容易に交換できる ^{137}Cs の割合が高い
- くん蒸: 死滅した微生物の細胞を抽出
- ^{137}Cs 抽出率 (■)の増加は見られず。
⇒ 非生物成分によるイオン交換吸着
 > 微生物による保持

[4] ^{137}Cs はどのような存在状態なのか？

～ 土壌微生物の役割の解明 (2) ～

他の季節における微生物による ^{137}Cs の保持



- 土壌0-3cm: 1地点(針葉樹林①)を除き、微生物による保持は見られず。
- 落葉層: すべての森林で、くん蒸により ^{137}Cs 抽出率が増加
⇒ 鉱物の少ない落葉層では、微生物が ^{137}Cs を動きやすい状態で保持

[1] ^{137}Cs はどのように沈着したのか？

- 沈着量 : 2 km四方内で16%のばらつき。土地利用による差なし。
- 深さ分布: 地上部と深さ5 cmまでの土壤に90%以上が存在。
 - ➡ 文科省の「土壤濃度マップ」における調査手法の妥当性の裏付け
- 森林での特徴: 50~91%が落葉層に。土壤へ到達後、深く入り込む。

[2] 深さ分布はなぜ違うのか？

- 粘土サイズの粒子に対して土壤有機物が多いと、土壤中で ^{137}Cs は留まりにくい。
 - ➡ 豊富な有機物が、粘土鉱物による ^{137}Cs の固定を阻害している可能性

[3] 深さ分布はどう変わっていくのか？

- 梅雨期の降雨による ^{137}Cs の下方輸送の影響は小さい。
- 夏期の微生物による落葉の分解により、多くの ^{137}Cs が落葉層から土壤へ移行。

[4] ^{137}Cs はどのような存在状態なのか？

- 数%~10%程度が、非生物成分によるイオン交換吸着により動きやすい状態で保持。
- 落葉層では、微生物による ^{137}Cs の保持を確認。
 - ➡ 土壤微生物が、有機物の分解を通して、森林内の ^{137}Cs の動きに影響