

土中のコロイド移動モデルによる 放射性セシウム移動の検討

土壌圏循環学教育研究分野

514154 前田 晴香

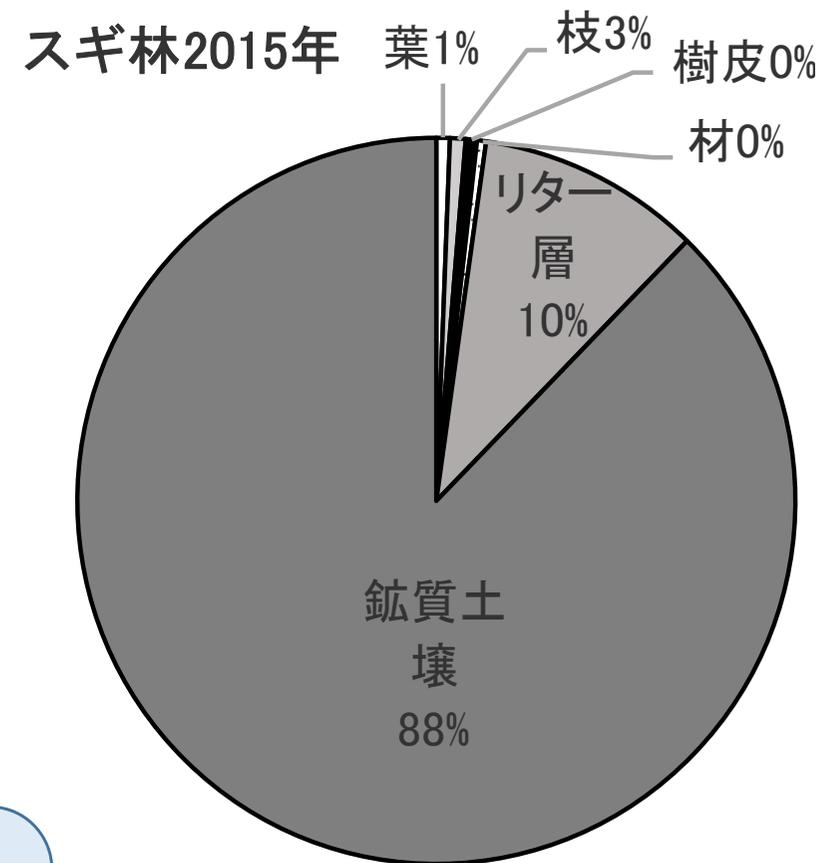
はじめに

福島原発事故後、除染の行われていない

森林では放射性セシウムの約9割が鉍質土、
約1割がリター層に存在。

セシウムは土に極端に強く吸着，土中での移動は小さいが，コロイド（例えば粘土・有機物）に吸着して予想以上に移動することがある。

観測例はほとんどない。



福島県大玉村地のスギ林2015年の放射性Csの分布(Cs-134とCs-137の合計)(林野庁(2016)を基に作成)(小林(2016))

コロイド存在下で

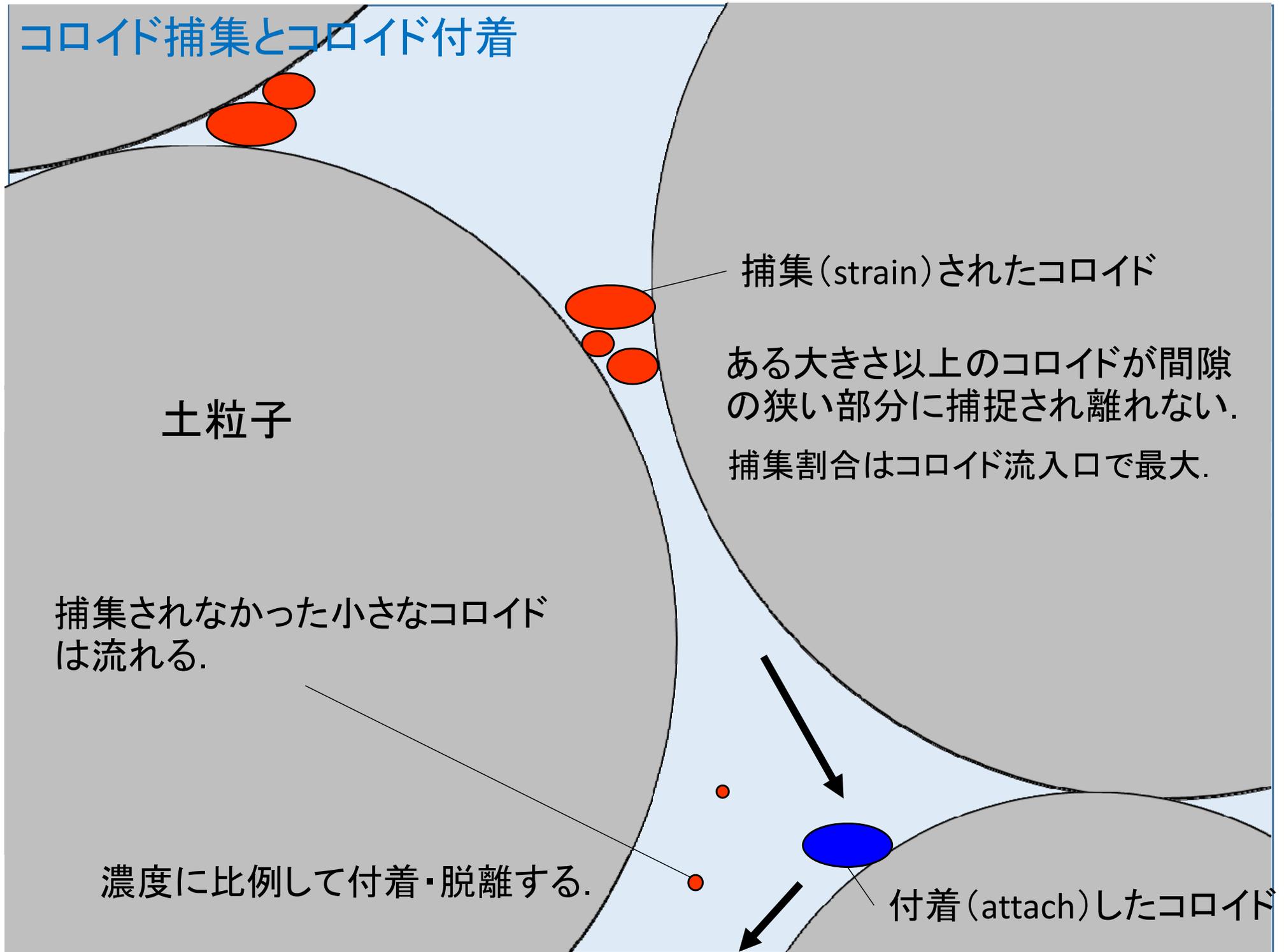
セシウムはどのように移動する？

目的

数値シミュレーションにより、実測値に基づく土中のコロイド移動を再現し、粘土コロイドと有機物コロイドを想定した土中のセシウム移動について検討する。

- 数値計算プログラムHYDRUS-1Dにおけるコロイド移動モデルであるC-Rideモデルにより、実測値 (Bradford et al.(2003)) を用いた飽和多孔質体におけるコロイド移動実験を行う。
- セシウムを強く吸着し脱着が起こらない粘土コロイド、セシウムの吸着・脱着が可能な有機物コロイドに伴うセシウム移動を予測する。

コロイド捕集とコロイド付着



土粒子

捕集 (strain) されたコロイド

ある大きさ以上のコロイドが間隙の狭い部分に捕捉され離れない。

捕集割合はコロイド流入口で最大。

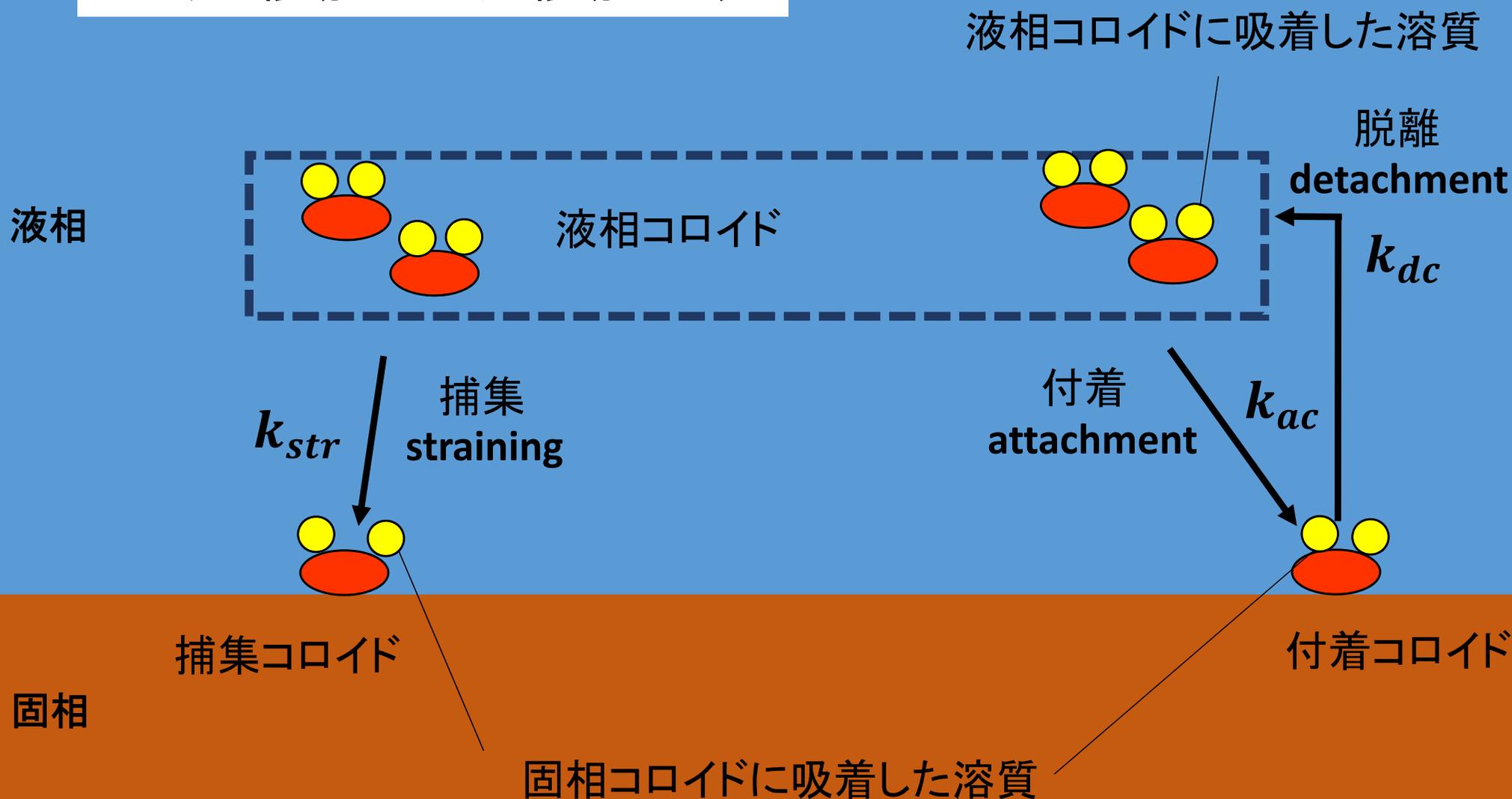
捕集されなかった小さなコロイドは流れる。

濃度に比例して付着・脱離する。

付着 (attach) したコロイド

気相

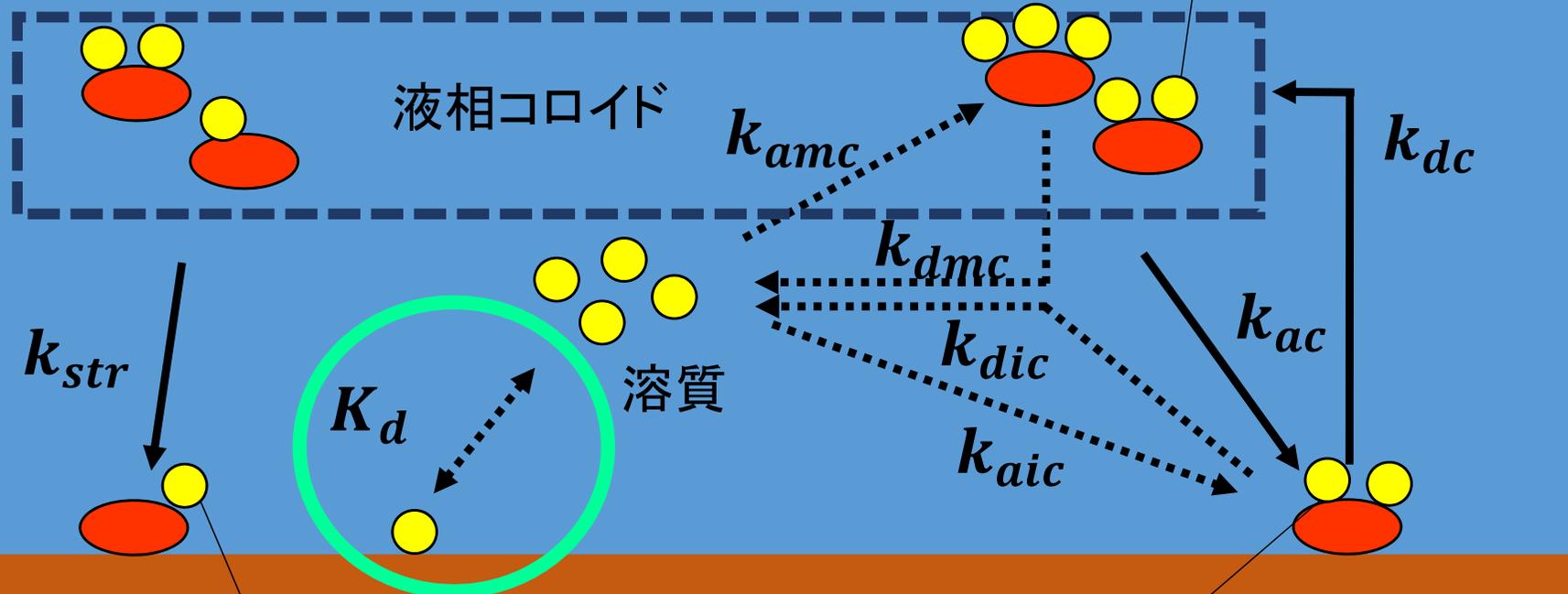
セシウム移動はコロイド移動に一致.



気相

セシウムの分配係数 K_d は大きく、最終的に土に吸着して存在.

液相



液相コロイドに吸着した溶質

捕集コロイド

固相に平衡吸着した溶質

付着コロイド

固相

固相コロイドに吸着した溶質

計算条件

▶コロイド・溶質の境界条件

0 - 60分

液相コロイド 1×10^7 個 cm^{-3} に吸着した
セシウムを仮定した溶質 1×10^{-7} mg cm^{-3} ($K_d=1000$)

60 - 15000分

コロイド・溶質なし

コロイド移動はBradford et al.(2003)の実験より

コロイドの種類	コロイド移動
①粘土コロイド	(A)
	(B)
②有機物コロイド	(A)
	(B)

(A) 表面付近の捕集が卓越する条件

土粒子平均粒径

$d_{50}=0.36\text{mm}$

コロイド平均粒径

$d_p=3.2\mu\text{m}$

水分フラックス

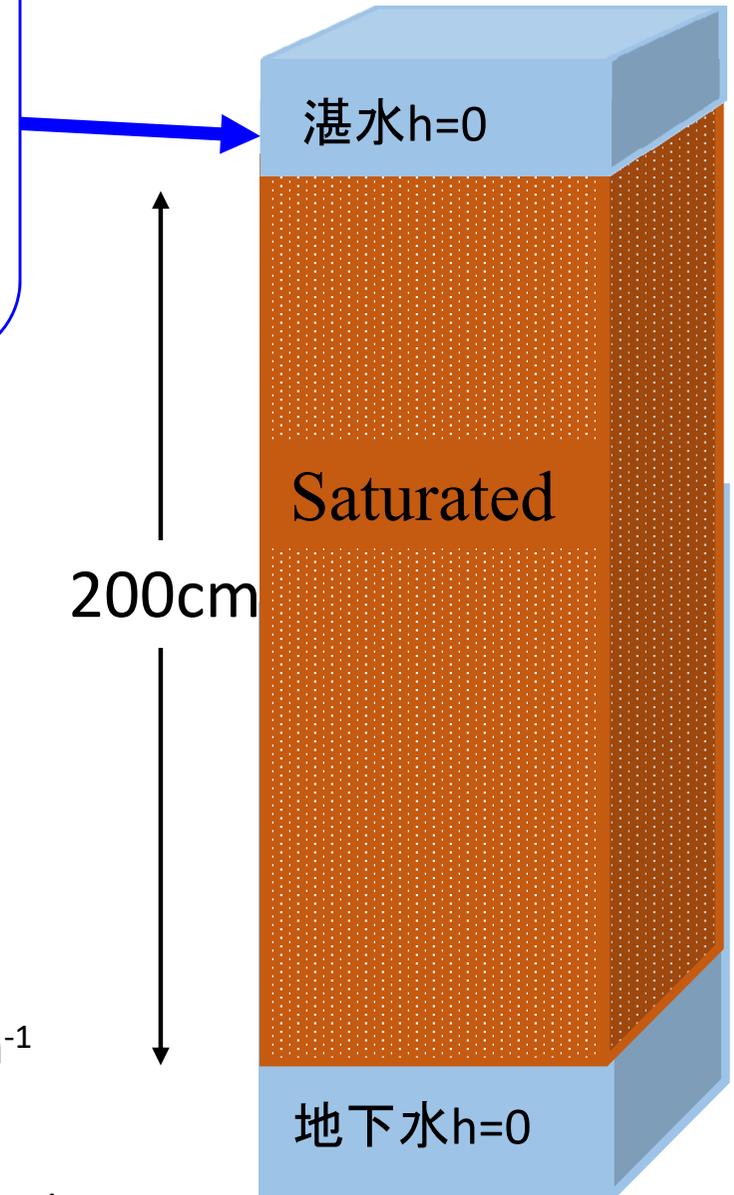
$q_w=0.1\text{cm min}^{-1}$

(B) 付着・脱離の割合の大きい条件

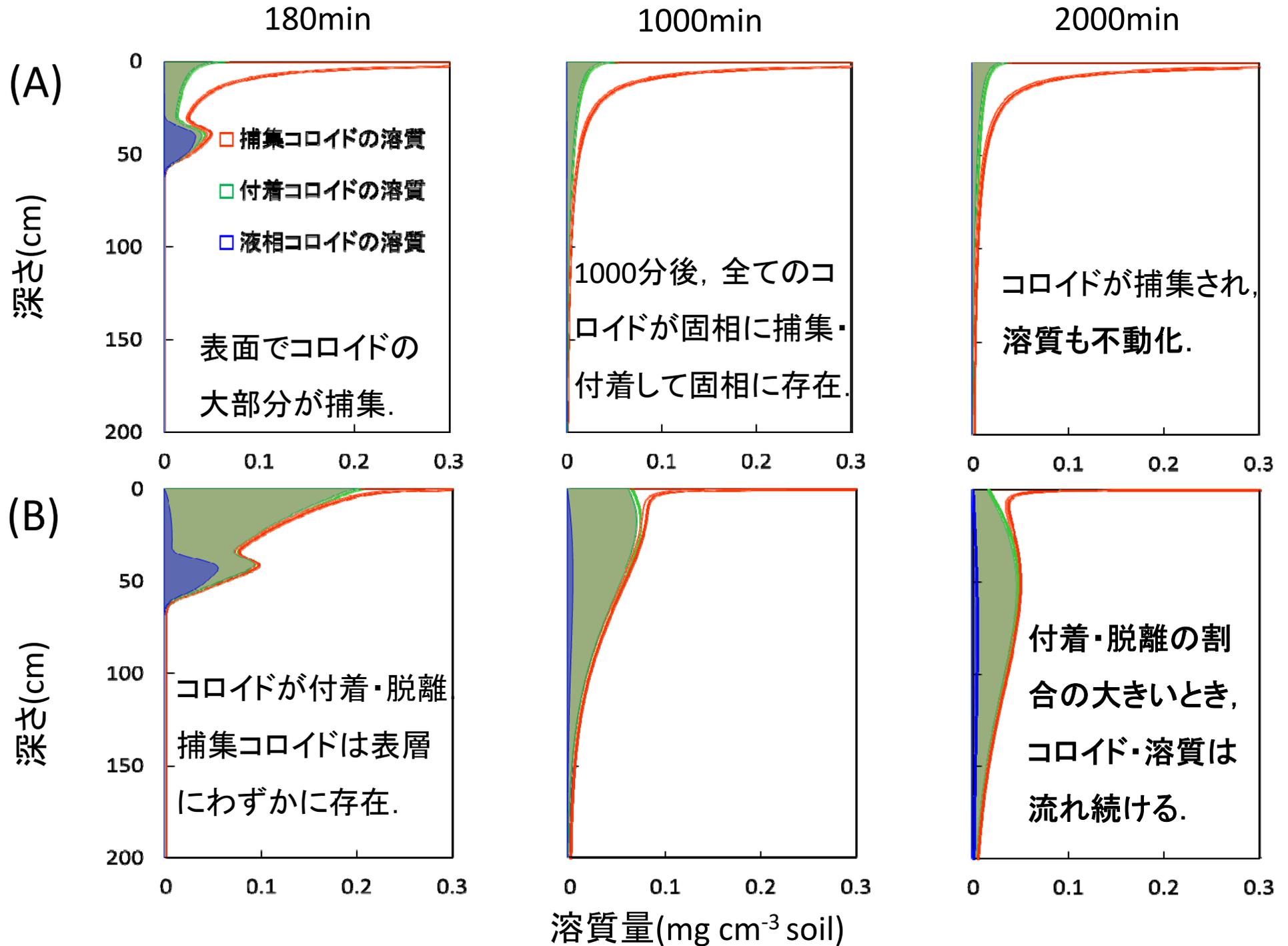
$d_{50}=0.15\text{mm}$

$d_p=0.45\mu\text{m}$

$q_w=0.11\text{cm min}^{-1}$

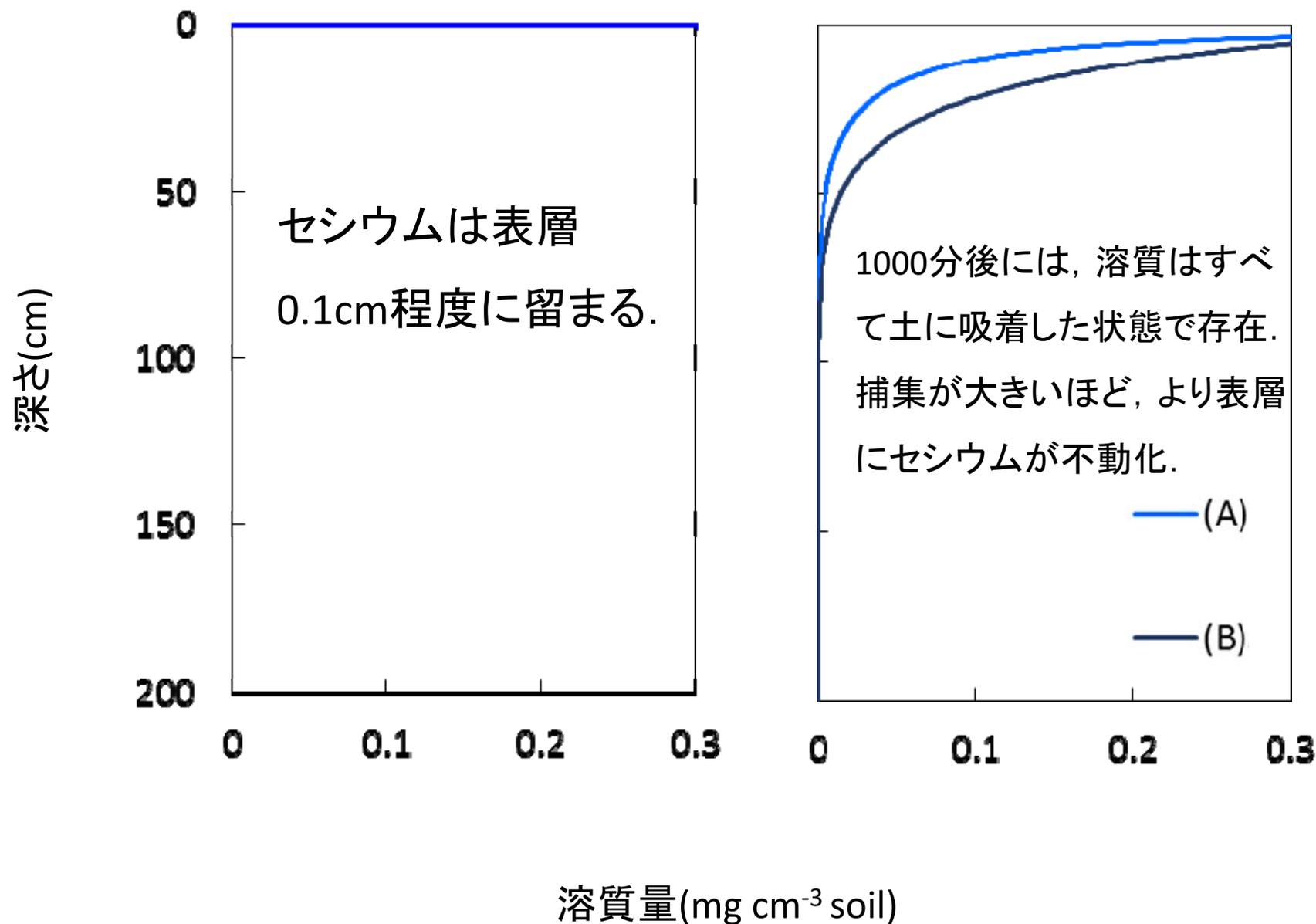


結果 ①粘土コロイド



結果 ②有機物コロイド(コロイドなし(セシウム移動)との比較)

(i)コロイドなし(セシウム移動) (ii)有機物コロイドに伴うセシウム移動



まとめ

土に降り注いだセシウムは、コロイド存在下では通常より下方へ進行することを数値シミュレーションにより確認できた。

- **粘土コロイド**と移動する場合、溶質移動はコロイドに吸着してのみ存在し、コロイド移動に一致。
 - コロイド捕集 > 付着のとき、セシウムはある深さまでで不動化。
 - コロイド捕集 < 付着のとき、セシウムはどこまでも下方に進行。
- **有機物コロイド**と移動する場合、溶質は最終的に土に吸着。
 - コロイド捕集が大きいほど、より表層にセシウムが不動化。