

各種土壌のセシウム吸着特性

Cesium Adsorption Properties of Selected Soils

○田村昭典*, 西脇淳子**, 軽部重太郎**

Akinori Tamura, Junko Nishiwaki, Jutaro Karube

1. はじめに

2011年3月の福島第一原子力発電所の事故により、土壌が放射性セシウム(Cs)に汚染される問題が生じた。セシウムは土壌に強く吸着する性質を持つ事が知られている。我々は、茨城県周辺の土壌および一般の粘土鉱物等にセシウムがどの程度強く吸着するかを調べた。

2. 試料と実験方法

2-1 試料

セシウム： ^{137}Cs , ^{134}Cs の安定同位体である ^{133}Cs を用い、分析にはICP-MSを使用した。

土壌：自然の土壌として黒ボク土表土および心土（茨城大学農場）、霞ヶ浦ヘドロ、常総粘土を、また純粋な粘土鉱物としてカオリナイト（入来カオリン）、モンモリロナイト（クニピアF）、アロフェン（鹿沼土から精製）を用いた。比較のために人工ゼオライトを用いた。

2-2 実験方法

(1) セシウムの土壌への吸着と溶出

① **セシウムの土への吸着**：0.2～1.0 g（炉乾土相当）の土壌に 1 mg L^{-1} CsCl溶液約27 mLを混ぜ、24 h振とうした。その後、遠心分離（13500 rpm, 0.5～8 h）して上澄みを採取した。

② **水洗浄によるセシウムの溶出**：実験①に続いて試料に純水約27 mLを加え、20 h以上振とう後、遠心分離して上澄みを採取した。この操作を3回繰り返した。

③ **KCl洗浄によるセシウムの溶出**：実験②に続き、1M KCl溶液を約27 mL加え、20 h以上振とう後、遠心分離して上澄みを採取した。この操作を3回繰り返した。

(2) 分配係数(K_d)の初期濃度依存性

濃度 $0.01\sim 10\text{ mg L}^{-1}$ のCsCl溶液27 mLを $0.1\sim 0.5\text{ g}$ （炉乾土相当）の土壌に混ぜた。これらを24 h振とうし、実験(1)の①に準じて遠心分離し、上澄みを採取した。

3. 結果および考察

添加したセシウムの何%が土壌に吸着したかをFig.1に示す。Fig.1の処理番号1は添加後、同2-4は純水洗浄後、5-7は1M KCl洗浄後の吸着割合である。添加後、モンモリロナイト、カオリナイト、常総粘土、ゼオライトはセシウムを99%以上吸着した。霞ヶ浦ヘドロは97%、黒ボク土表土は88%吸着した。黒ボク土の主要な粘土鉱物アロフェンは64%吸着した。

水洗浄では、土壌に吸着したセシウムは、アロフェンを除けばほとんど溶出しなかった。

*東京農工大学連合農学研究科 United graduate school, TUAT **茨城大学農学部 Ibaraki University

キーワード：セシウム 土壌 分配係数

1M KCl 洗浄では1回目（処理番号 5）のみ多少セシウムが溶出した。これはイオン交換によるものである。通常の畑土壌溶液中の K^+ 濃度は、ここで使用した KCl 溶液の K^+ 濃度に比べて約 3 桁低いので、農地での施肥等によるセシウム溶出の影響は小さいと考えられる。

セシウムの土への吸着性を一般化するのに分配係数 (K_d) が用いられている。 K_d が大きい程、土壌がセシウムを強く吸着することを表す。Fig.1 のデータから K_d を求めて Fig.2 に示す。カオリナイトは比表面積も CEC も低いにも関わらず、高い K_d を示した。ゼオライトの K_d は常総粘土や霞ヶ浦ヘドロと同程度であった。

20000 Bq kg^{-1} （実測された高いセシウム汚染土）の乾土質量当りのセシウム濃度は $4.5 \times 10^{-11} \text{ mol kg}^{-1}$ と極めて低く、ICP-MS を利用してもそれに近い濃度で実験する事は困難であった。そこで、セシウム初期濃度が十分低い場合も K_d が一定かどうかを調べた。測定できた範囲でのセシウム初期濃度と K_d の関係を Fig.3 に示す。自然の土壌では、セシウム初期濃度が低くなるほど K_d が増加する傾向が見られた。実際の土壌中のセシウム濃度を考慮すると、 K_d は Fig.3 の値よりも高いと予想される。

土壌はセシウムを強く吸着・固定することで放射能汚染の拡大を防いでいると言える。

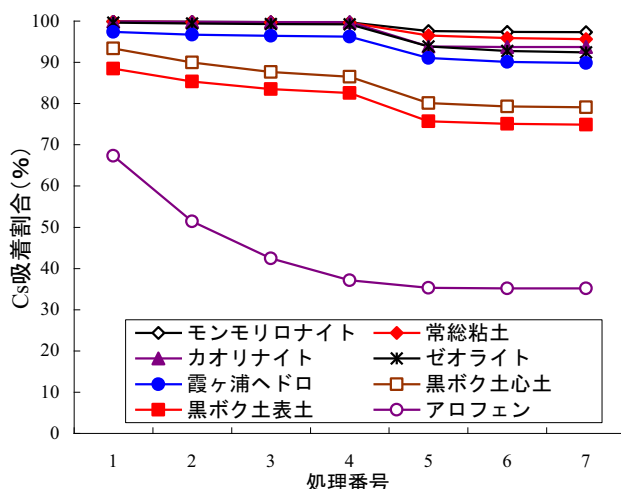


Fig.1 各種土壌の Cs 吸着割合変化
Changes in Cs adsorption percentage

(処理番号 1 は CsCl 添加後、2~4 は純水洗浄後、5~7 は KCl 洗浄後)

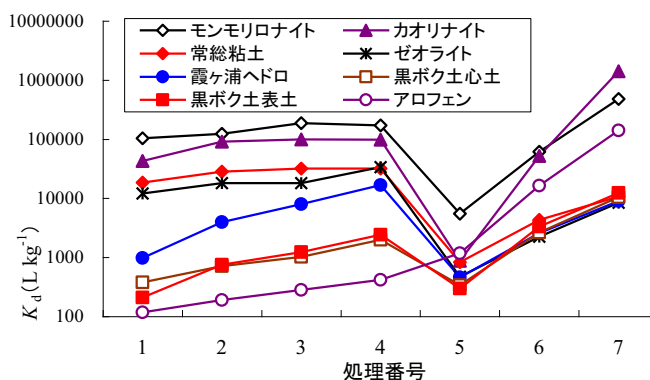


Fig.2 各種土壌の分配係数
Changes in distribution coefficients (K_d)

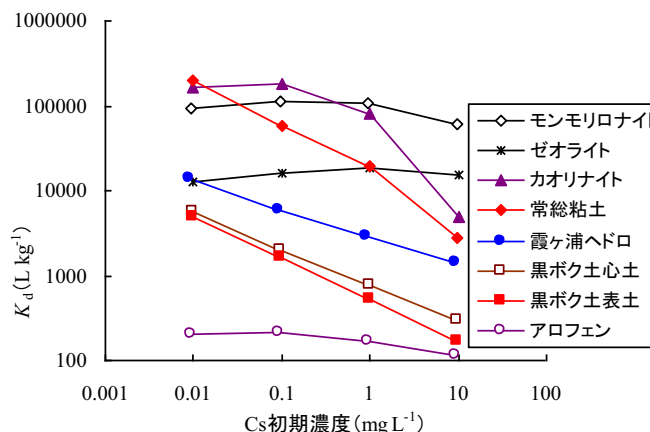


Fig.3 Cs 初期濃度と分配係数 (K_d) の関係
Relationships between Cs initial concentration and K_d