

第9章 環境科学技術研究所自主研究

9.1 土壌の放射性セシウム及びハロゲン元素等の保持機構に関する研究

Retention Mechanism of Radiocesium and Halogens in Soil

武田 晃

環境影響研究部

1. 目的

放射性セシウム及び放射性ヨウ素は、大気から地表面に沈着した後、表層土壌に強く保持され長期間にわたり表層土壌に留まる特徴がある。放射性セシウム及び放射性ヨウ素の長期的な挙動を予測し、更にその土壌中での移動を制御するためには、それらの保持機構を理解する必要がある。それらの表層土壌における保持機構を解明するため、以下の2つのサブテーマを実施する。

1) 農地土壌の放射性セシウム保持力評価と可溶化要因の解析

大気から地表面に沈着した放射性セシウムは、土壌の粘土鉱物に強く保持される。放射性セシウム捕捉ポテンシャル (RIP) は、土壌中の放射性セシウムの選択的吸着サイト容量の指標値であり、土壌の放射性セシウム保持力を相対的に比較することができる。これまでに、福島県内ダイズ圃場において、土壌-ダイズ子実間の放射性セシウム移行係数と RIP に負の相関関係が認められている。牧草については、草地更新等の対策を行っても暫定許容値を超える事例が見られ、その原因を解明することは緊急の課題になっている。そこで本研究では、牧草の放射性セシウム濃度が比較的高い草地土壌の RIP を測定し、放射性セシウムの牧草への移行性との関連を明らかにすることを目的とする。

2) 日本の土壌におけるハロゲン元素蓄積要因の解析

長半減期核種 ^{129}I は核燃料再処理等の原子力施設から環境中に放出され、周辺の土壌表層に沈着する。一方、土壌に含まれる安定ヨウ素 (^{127}I) も主に海洋から大気へ揮散した後、土壌に沈着したものと考え

られている。 ^{129}I は長期的には安定ヨウ素と同様の挙動をとると考えられることから、環境中の安定ヨウ素に着目した研究が行われている。臭素はヨウ素と同族のハロゲン元素であり、ヨウ素と類似の化学的性質を持つことからヨウ素と比較して議論されることが多い。ここでは、日本各地の火山灰土壌を対象に、ヨウ素及び臭素濃度の存在範囲を明らかにし、土壌特性値との関連性を調べるとともに、それらの土壌中での存在形態を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

1) 農地土壌の放射性セシウム保持力評価と可溶化要因の解析

草地更新及びカリウム施肥による対策後も牧草中放射性セシウム濃度が比較的高い傾向にある牧草地を中心に、2013~2014年に農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所によって採取された東北・北関東地方の草地土壌 (0-15 cm 深) 65 試料を用いた。0.1 M 塩化カルシウム及び 0.5 mM 塩化カリウムからなる溶液と土壌試料を固液比 1:100 の条件で5日間振とうした後、キャリアフリー ^{137}Cs 溶液を添加し、5日間振とうした。土壌への ^{137}Cs の吸着量から RIP を算出した。更に、一部の試料については、吸着された ^{137}Cs のうち1 M 酢酸アンモニウム溶液によって抽出される割合を求めた。

2) 日本の土壌におけるハロゲン元素蓄積要因の解析

日本各地の26地点の各層から採取された火山灰土壌試料を対象として、土壌中ヨウ素及び臭素濃度を蛍光 X 線分析法により測定し、土壌の一般理化学

特性値のデータベースとの比較を行った。更に、両元素の濃度が高い試料を対象として、大型放射光施設 SPring-8 の BL14B2 ビームラインを利用して、ヨウ素及び臭素 K 吸収端の X 線吸収端近傍構造 (XANES) 測定を行い、土壌中での存在形態を調べた。

3. 成果の概要

1) 農地土壌の放射性セシウム保持力評価と可溶化要因の解析

土壌の RIP 値は $0.063-6.4 \text{ mol kg}^{-1}$ の範囲にあった。土壌-牧草間放射性セシウム移行係数は、土壌の交換性カリウム濃度及び RIP 値と負の相関関係が認められた。特に、交換性カリウム濃度が $20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ 以上の土壌では、RIP 値のみが移行係数と有意な相関が認められた。更新後の草地における放射性セシウムの移行性に影響する土壌要因の 1 つとして、草地土壌のセシウム保持力の違いが重要であると考

えられた。

また、RIP 測定の際に土壌に吸着させた ^{137}Cs のうち、酢酸アンモニウム溶液によって抽出される割合は 2-67% の範囲にあり、青森県内農地土壌における値と比較して著しく小さい値を示す土壌も見られたことから、土壌に保持されたセシウムの溶出特性は地域による違いが大きいことが示唆された。

2) 日本の土壌におけるハロゲン元素蓄積要因の解析

土壌中の臭素及びヨウ素濃度はそれぞれ $1.8-253 \text{ mg kg}^{-1}$ 及び $1.0-90 \text{ mg kg}^{-1}$ の範囲にあった。臭素及びヨウ素ともに、土壌中の濃度は、リン酸吸収係数及び $\text{pH}(\text{NaF})$ と正の相関関係が認められ、成熟した火山灰土壌において蓄積している傾向が見られた。臭素及びヨウ素濃度が高い土壌試料を対象に XANES スペクトルを解析した結果、両元素ともに有機態として土壌に蓄積していることが明らかになった (図 2)。

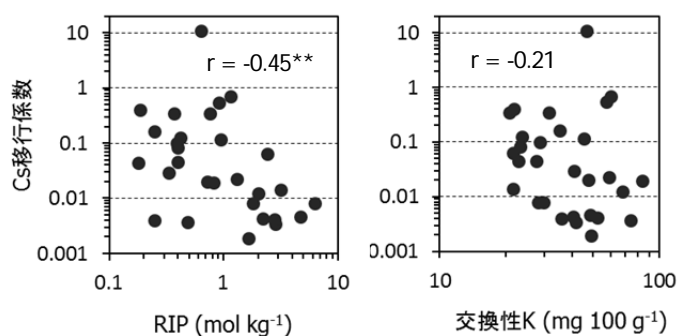


図 1 草地土壌の RIP 及び交換性カリウム濃度と土壌-牧草間放射性セシウム移行係数の関係

交換性カリウム濃度が $20 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ 以下の試料及び土壌の混和が不十分であった地点の試料を除く。

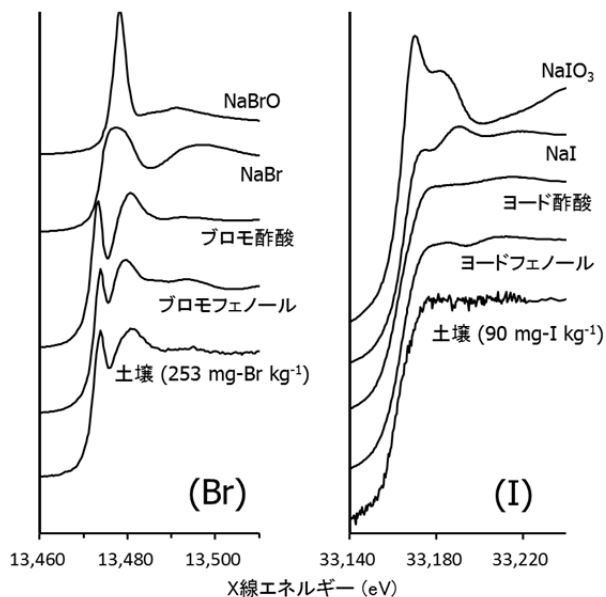


図 2 臭素及びヨウ素の XANES スペクトル