

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ことが知られている。特に、雲母類の風化によって膨潤した末端部はフレイド・エッジ・サイト (Frayed edge sites, FES) と呼ばれ、放射性セシウムを特異的に吸着することが知られている。そのため、土壌の放射性セシウム保持力は、土壌の FES 濃度 ([FES]) が大きく影響すると考えられる。放射性セシウム捕捉ポテンシャル (Radiocesium Interception Potential: RIP) は、直接定量することが困難な [FES] の指標値として考案され (Cremers et al. 1998; Wauters et al. 1996)、土壌の RIP の違いが放射性セシウムの植物への吸収に影響することが報告されている (Delvaus et al. 2000)。福島県等のダイズ圃場を対象にした調査において、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、放射性セシウムの移行要因の解明に有効であることが示された (環境科学技術研究所 2014)。牧草については、草地更新後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。

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 (半減期 1600 万年) 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、日本各地の多様な土壌断面から採取された土壌について、ヨウ素及び臭素濃度の存在範囲を明らかにするとともに、土壌の元素組成や土壌特性値との関連性について解析する。

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

RIP は、FES における K に対する Cs の選択係数 ($K_c^{\text{FES}}_{(\text{Cs-K})}$) と FES 濃度 ([FES]) の積として定義されている。 $K_c^{\text{FES}}_{(\text{Cs-K})}$ 及び [FES] は直接測定することが困難であるため、特定の土壌-溶液系で実測された Cs の分配係数 ($K_{d\text{Cs}}$) と溶液中 K 濃度 (mK) の積によって近似的に導かれる。その関係は次式のように表すことができる。

$$\text{RIP} = K_c^{\text{FES}}_{(\text{Cs-K})} \cdot [\text{FES}] = K_{d_{\text{Cs}}} \cdot mK \quad (\text{mol kg}^{-1}) \quad \dots (1)$$

そのため、 $0.1 \text{ mol L}^{-1} \text{ CaCl}_2$ 及び $0.5 \text{ mmol L}^{-1} \text{ KCl}$ 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、キャリアフリーの ^{137}Cs 溶液を添加し、更に 5 日間振とうした。土壌への ^{137}Cs の吸着量から $K_{d_{\text{Cs}}}$ を求め、(1)式により RIP を算出した。

牧草中の放射性セシウム濃度が比較的高い牧草地より農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所が収集した土壌試料約 50 試料の RIP 測定を開始した。

2) 日本の土壌におけるハロゲン元素蓄積要因の解析

約 70 地点から採取した土壌試料を収集し、土壌特性データ等の整理を行った。試料の一部については土壌中ヨウ素及び臭素の定量を実施し、土壌特性値との関連を検討した。

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

平成 26 年度に本格的な RIP 測定とデータ解析を行う予定である。現在のところ、牧草中の放射性セ

シウム濃度及び移行係数が高い草地土壌は、RIP が低い傾向が見られている。今後 RIP 測定を進めるとともに、土壌に保持された Cs が可溶化する要因についても検討を進める。

2) 日本の土壌におけるハロゲン元素蓄積要因の解析

試料の一部について、土壌中ヨウ素及び臭素と土壌特性値との関連を検討した結果、火山灰土壌の成熟程度の指標(非晶質粘土含量、リン酸吸収係数等)とヨウ素及び臭素濃度に相関関係が認められた。今後、測定を進め、両元素が高濃度に存在する土壌を対象に X 線吸収端微細構造による存在形態分析を行う。

引用文献

環境科学技術研究所 (2014) 平成25 年度排出放射能環境移行調査報告書, 青森県, 333-343.

Cremers et al. (1988) *Nature*, 335, 247-249.

Delvaux et al. (2000) *Environ. Sci. Technol.*, 34, 1489-1495.

Wauters et al. (1996) *Appl. Geochem.*, 11, 589-594.