

流域面源からの放射性セシウムの流出特性

Runoff Characteristics from Non-Point Sources of Radioactive Cesium

○小原 ひとみ* 吉川 夏樹** 小笠 真理恵* 宮津 進*

Hitomi OBARA Natsuki YOSHIKAWA Marie OGASA and Susumu MIYAZU

1. 研究背景と目的

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島原発）事故によって、大量の放射性セシウム（ ^{134}Cs と ^{137}Cs の合算値を以下 Cs とする）が放出・降下したため、周辺地域では作付制限が行われている。

農地に蓄積した Cs は、粘土粒子に強く固定されるため、移動しにくい（塩沢ら，2012）。その一方で、森林ではリター層に多くの Cs が蓄積し、有機物と結合した状態で他の栄養塩と同様に植物に利用されやすい形態で系内において物質循環を繰り返しているため、移動量は小さいことがチェルノブイリ事故の経験から示されている（IAEA，2006）。しかし、降水量が多く、急峻な地形の多い日本では、降雨時の Horton 流型表面流の発生に伴う Cs の森林系外への移動が懸念されている（吉田，2012）。森林からの渓流水を農業用水（以下、用水）として取水している里山地域では、農地の2次汚染、農作物への移行が危惧されている。

Cs は、主に、(1) イオン態として水に溶けている水溶性画分、(2) 有機物や土粒子の負電荷によって固定されたイオン交換態画分、(3) 有機物結合画分、(4) 粘土粒子に強く固定された粒子結合画分として存在している。このうち、

(1)、(2)、(3) は農作物へ利用されやすい画分（以下、可給態画分）であると言われている（塚田，2011，塩沢，2012）。しかし、用水中の各画分の存在量および存在割合について未だ明らかにされていない。

本研究では、(1) 現地において用水の採水および流出量の観測、(2) 水質分析を実施し、これらの結果と(3)各流域の流域特性を踏まえ、用水中の可給態 Cs の流出特性を把握することを目的とした。

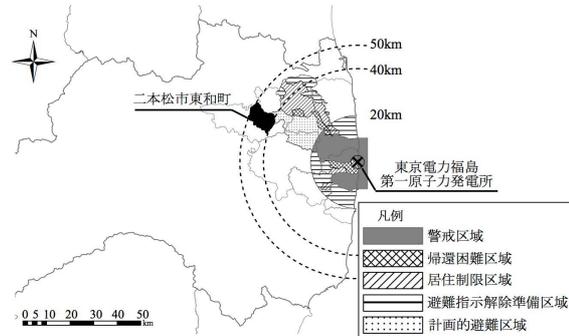


図1 研究対象地

2. 研究対象地

研究対象地は、福島県二本松市東和地域である（図1）。本地域は福島原発から40-50km圏内に位置し、原発事故後のフォールアウトによって $300\text{k}-600\text{kBq/m}^2$ の Cs が蓄積した（文部科学省，2012年6月28日現在）。2011年には、一部の地域において収穫された玄米から食品衛生法の暫定基準値である 500Bq/kg （現在は 100Bq/kg ）を超える Cs が検出された。本地域では、多くの水田で山地からの渓流水を直接取水している。本地域から、土地利用・土地被覆の異なる4流域を選択し、それぞれを①果樹流域、②森林流域、③水田流域、④水田畑地混合流域とした。

3. 研究概要

3.1 現地調査

(1) 流出量の観測

用水路において、上流部からの流出量を把握するため、水位計を設置し、10分間隔で水位を記録した。水位データを用いて、全幅せきの公式から流出量を算出した。

(2) 試料の採水

各流域の水田が用水源として利用している渓流水を平水時（6、7月）に500L、増水時（6、

*新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate school of science and technology, Niigata University

**新潟大学自然科学系 Institute of Science and Technology, Niigata University

キーワード：放射性セシウム，福島第一原子力発電所，流出特性

9月)に60L採水した。

3.2 水質分析

採水した用水を、孔径 1 μ m の定量ろ紙 (ADVANTEC 社製) を用いて吸引ろ過し、ろ液 (水溶性画分) と残渣 (懸濁物質 (以下, SS)) に分離した後、日本環境科学株式会社 (山形県山形市) に依頼し、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロリーによって Cs を定量した。測定時間は、ろ液が 43,200 秒, SS が 2,000 秒である。さらに、SS の酢酸アンモニウム抽出、過酸化水素抽出を順次実施し、イオン交換態画分、有機物結合画分、残渣の粒子結合画分に分離した後、Cs を定量した。

3.3 流域特性の把握

Cs の流出特性として放射線量、地形および土地利用・土地被覆等の流域特性を把握した。

4. 結果と考察

水質分析の結果を図 2、図 3 に示す。

(1) 平水時

流域内の森林 (果樹含む) の面積率と用水中の可給態画分の割合には最も強い相関が見られた (図 4)。平水時の用水は主に森林域からの基底流出 (地下水) である。森林域ではリター層に最も多くの Cs が蓄積しているため、リター層由来の有機物結合画分が輸送されたと考えられる。

(2) 降雨時

広葉樹林面積率と可給態画分の割合には最も強い相関が見られた (図 5)。広葉樹林は、針葉樹林と比較してリター層上部に蓄積した Cs が 3-6 倍多い (文部科学省, 2011)。一方、果樹流域の果樹園にはリター層が少ない。降雨時は、各土地被覆から雨水による表面流出、中間流出が生じるため、リター層中の Cs 蓄積量が少ない針葉樹林やリター層の少ない果樹と比較して、広葉樹林では Horton 流型の表面流出によってリター層由来の Cs 輸送が増加すると考えられる。

5. まとめ

用水中の Cs 濃度を存在形態毎に定量し、Cs 流出特性を明らかにした。この結果、森林面積率が可給態画分の Cs 流出に影響を与えること

が示唆された。今後、Cs 流出と流域特性の関係をより確かなものにするため、降雨時の採水回数および観測点を増やす予定である。また、季節変動や降雨のパターンについても注目していきたい。

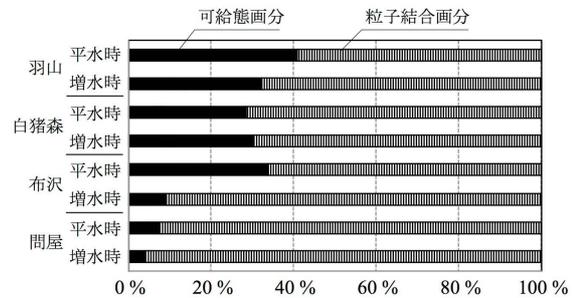


図 2 平水時および増水時の Cs の存在形態

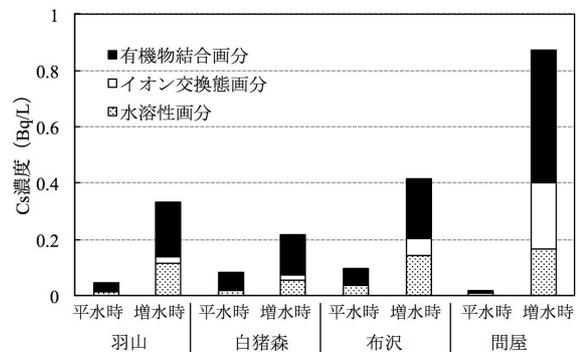


図 3 平水時および増水時の可給態各画分の Cs 濃度

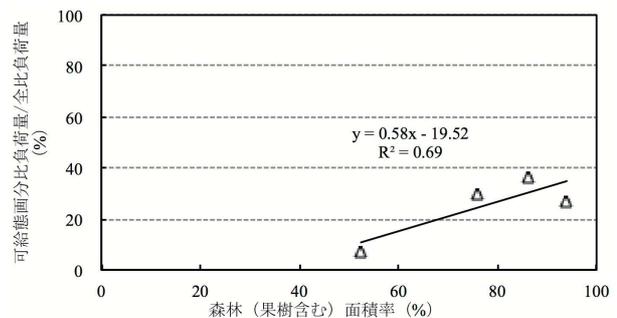


図 4 森林 (果樹含む) 面積率と可給態画分の関係

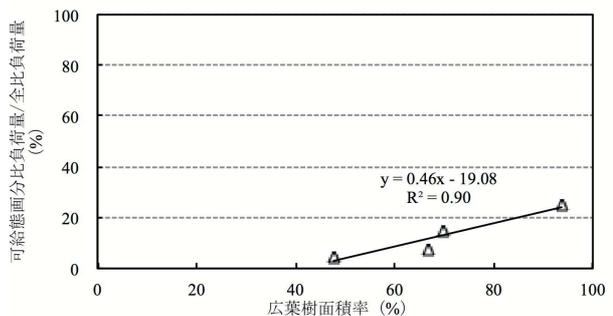


図 5 広葉樹林面積率と可給態画分の関係