

## 流域面源からの放射性セシウムの流出特性

吉川 夏樹

### 1. はじめに

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（ $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ 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<sup>1)</sup>。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<sup>2)</sup>。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<sup>3)</sup>。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、農地の二次汚染、農作物への移行が危惧されている。

Csは、主に、(1) 水溶性画分、(2) イオン交換態画分、(3) 有機物結合画分、(4) 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）であることが報告されている<sup>1) 4)</sup>。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。

### 2. 研究概要

研究対象地は、福島県二本松市東和地域である。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 $300\text{k}-600\text{kBq}/\text{m}^2$ のCsが蓄積した。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 $500\text{Bq}/\text{kg}$ （現在は $100\text{Bq}/\text{kg}$ ）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。

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、9月）に60L採水した。この用水を孔径 $1\mu\text{m}$ 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. 結果と考察

農業用水に利用される渓流水のCs濃度は平水時で0.1～0.3Bq/L、増水時で0.7～2.2Bq/Lであった。各流域の用水路流量と負荷量の関係式を作成し、関係式と観測流量の結果から灌漑期間中の総比負荷量を算出した結果、増水時の濃度が最も高い水田畑地混合流域において、総比負荷量が5,810Bq/m<sup>2</sup>と最も高かった。しかし、そのうち可給態画分の割合は、1%程度であった。一方で、果樹・広葉樹・水田流域は可給態画分の割合が20%前後であり、特に果樹流域において可給態画分の総比負荷量が大きい結果となった(図1)。

水田流域を例にとると、水田への新規流入Cs量は300Bq/m<sup>2</sup>であり、これは2012年4月時点の土壤中Cs量491,400Bq/m<sup>2</sup>と比較すると僅か0.06%である。しかし、可給態画分のみに着目すると、土壤中Cs量13,500Bq/m<sup>2</sup>に対し新規流入量が91Bq/m<sup>2</sup>であることから0.7%程度となることが明らかになった。

また、本地域の平均的なコメの収量420kg/10aから、コメ1kgの収穫に必要な面積は2.4m<sup>2</sup>となる。可給態Csの新規流入量(91Bq/m<sup>2</sup>)を乗ずると220Bq/kgであり、この全てが移行に供するのではないが、食品の放射性セシウムの基準値100Bq/kgと比較しても決して低い値ではないことが示された。

### 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。

### 参考文献

- 1) 塩沢昌, 水田の放射能汚染とイネへの移行, 水土の知, 80 (7), 15-18, 2012
- 2) IAEA, Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience, Reports of the Chernobyl Forum Experts Group 'Environment', 2006
- 3) 吉田聡, 森林生態系での放射性物質の動態 - 過去の研究事例から予測される状況と課題-, 森林科学, 65, 31-33, 2012
- 4) 塚田祥文, ドジョウから作物への放射性核種の移行, 第34階農業環境シンポジウム「放射性物質によるドジョウの汚染」, 農業環境技術研究所

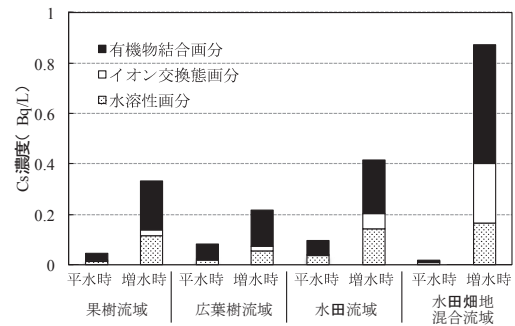


図1 用水中の可給態Csの濃度