

C1 水質モデルを用いた阿武隈川流域における放射性セシウム動態解析

Analysis of the environmental fate of radiocesium in the Abukuma river basin using water quality model

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H14031 高見京平 (Kyohei TAKAMI)

Abstract: After the accident at the FDNPP (Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant), a large amount of radiocesium was widely deposited on the land surface and strongly adsorbed to soil particles, especially fine particles such as clay and silt. To evaluate the environmental fate, for example deposition on riverbeds and discharge to the Pacific Ocean, of radiocesium, it is necessary to predict size-dependent transport of soil particles in rainfall-runoff process. In this study, the behaviors of radiocesium adsorbed to eroded soil particles in the Abukuma river basin, located 30-100 km west of the FDNPP, were analyzed by a water quality model. Results showed that 1.7 TBq of radiocesium were transported to the ocean from May 2011 to December 2012.

Keywords: Radiocesium, Rainfall-runoff process, Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Water quality model

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所（FDNPP）の事故により、環境中に大量の放射性核種が排出された。大気中放射性核種は大気の流れにより輸送され、湿性・乾性沈着によって広範囲へと落下した。50年間積算実効線量について、放射性セシウム（ ^{134}Cs , ^{137}Cs ）の線量が非常に大きいことが確認され、今後の被ばく量評価の際には、放射性セシウムに着目していく必要がある。放射性セシウム沈着量のモニタリング結果から、原子力発電所から80 km圏内を中心に多くの放射性セシウムが沈着したことが明らかとなり、土壌に沈着した ^{137}Cs は、比表面積の大きな粘土やシルトなどの微細土壌粒子に偏在していることが明らかとなったため、FDNPP事故後の放射性セシウムの環境動態プロセス全体を予測し、将来の健康影響を評価する上で、水循環に伴う侵食土壌粒子の挙動を推定する必要がある。

そこで、本研究では、降雨流出過程に伴う土壌粒子流出量を推定することができる水質モデルを用いて、2012年12月までの阿武隈川流域における放射性セシウム動態の再現を試みた。

2. 解析方法

2.1 水質モデルの概要

水質モデルでは、流域界・水路網データ、土地利用データ、気象データの3種類の入力データと、放射性セシウム初期沈着量などの境界条件を基に、降雨流出過程に伴う水、粒度分布を考慮した侵食土壌粒子、土壌粒子に吸着した放射性セシウムの移動量が解析される。

2.2 計算条件

計算領域は図1に示す阿武隈川流域全域とし、流域全体を標準地域メッシュ（3次メッシュ）ごとに区分し、計算格子を設定した。計算期間は2011, 2012年の2年間とする。なお、放射性セシウム輸送解析については第2次航空機モニタリングの最終測定日である平成2011年5月26日から行った。本研究では、粘土（ $0.45 \sim 3 \mu\text{m}$ ）、シルト

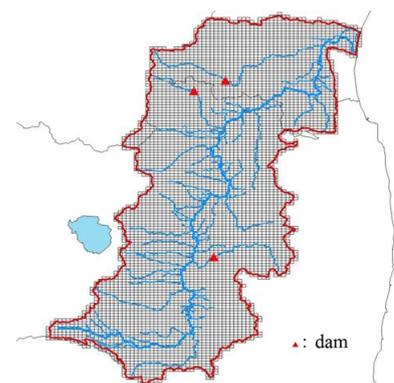


図1 計算領域

(3 ~ 63 μm)、極細粒砂 (63 ~ 125 μm)、細粒砂 (125 ~ 250 μm) の4種類の無機物土壌粒子を対象として、粒径による流出特性の違いを考慮し、水質モデルで解析を行った。

3. 計算結果

阿武隈川河口からの日平均河川水流出量とSSに吸着した放射性セシウム積算流出量計算結果を図2に示す。2011年5月26日から2012年12月までの浸食土壌粒子輸送に伴う ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 流出量はそれぞれ708 GBq (1.21 GBq d⁻¹)、970 GBq (1.66 GBq d⁻¹)であると計算され、2011年5月26日における流域全沈着量に対する流出割合は0.14%、0.18%となった。

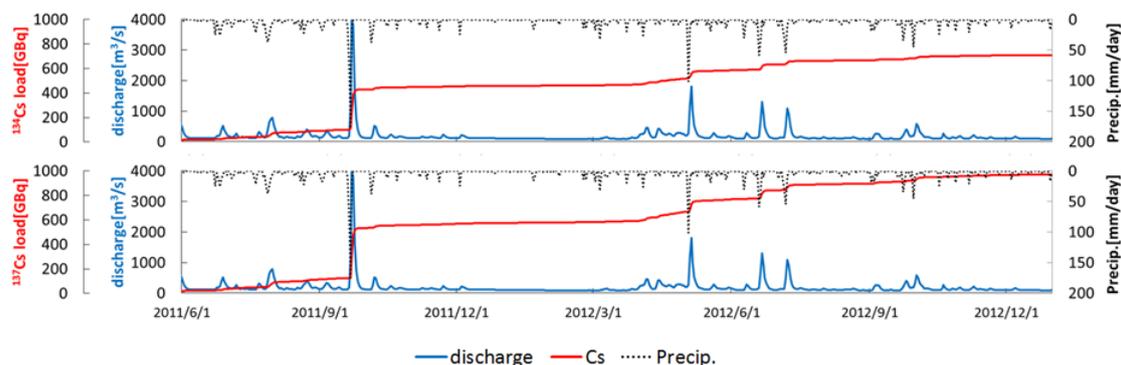


図2 阿武隈川河口からの日平均河川水流出量とSSに吸着した放射性セシウム積算流出量計算結果 (上： ^{134}Cs ，下： ^{137}Cs)

4. 考察

^{137}Cs 流出量について、先行研究¹⁾において粒度分布を考慮した分布物理型モデルを用いて算出された2011年1月から2013年12月の流出量 (58.6 GBq d⁻¹) に対して小さな値となった。その要因として、降水イベント時における浸食土壌移動量が過小評価されたことが挙げられる。本研究の水質モデルでは、河口の平水時における水流出量とSS負荷量の関係から、LQ式を用いて横流入負荷量が算出されているが、土地利用による土壌粒子流出特性を反映できていない。そこで、土壌侵食量と放射性セシウム流出量の将来予測が可能であるUSLE式 (Universal Soil Loss Equation)¹⁾を用いることで、実際の浸食土壌流出過程とそれに伴う放射性セシウム流出過程の再現性が向上する可能性がある。

5. 結論

本研究の結論を、以下にまとめる。

- SS単位質量あたりの放射性セシウム濃度について、計算値は実測値のオーダーを捉えた。
- 2011年5月26日から2012年12月までの浸食土壌粒子輸送に伴う ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 流出量はそれぞれ708 GBq (1.21 GBq d⁻¹)、970 GBq (1.66 GBq d⁻¹)であると計算され、2011年5月26日における流域全沈着量に対する流出割合は0.14%、0.18%となった。

今後の課題としては、将来における放射性セシウムの環境動態プロセス全体を予測し、将来の健康影響を評価するために、阿武隈川流域の過去における降水パターンから将来における降水シナリオを作成し、降雨流出過程に伴う放射性セシウム動態の現況再現から将来予測へと移行することとする。

参考文献

- 1) 原子力規制委員会：平成25年度東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立事業成果報告書，pp.218-238，2014

<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/504/list-1.html>