

福島県飯舘村における土壌侵食に伴う放射性セシウムの流出動態評価 Evaluation of Radiocesium Dynamics Accompanying Soil Erosion in Iitate, Fukushima

○齊藤 真利* 大澤 和敏** 西村 拓** 松井 宏之**

○Mari SAITO*, Kazutoshi OSAWA*, Taku NISHIMURA**, Hiroyuki MATSUI

1. 背景・目的

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質が飛散し土壌等に沈着した。放射性物質は降雨による出水によって、水路、河川、湖沼、沿岸域に再分配される。中でも、放射性セシウム ^{137}Cs は半減期が約30年であり、事故周辺地域での住民の生活や農林水産物に長期にわたる影響が懸念される。そのため、継続的に流域における ^{137}Cs の動態をモニタリングする必要がある。本研究では、福島県飯舘村の2河川を対象に現地観測を行い ^{137}Cs の流出形態の経年変化を明らかにすると共に、土壌侵食・土砂流出モデルであるGeoWEPP(Geo-spatial Interface for the Water Erosion Prediction Project)を活用し、 ^{137}Cs 動態を解析することを目的とした。

2. 研究方法

【対象流域】福島県飯舘村の北部に位置する真野川と南部に位置する比曾川とした(Fig. 1)。比曾川は一部に帰還困難区域を含んでおり、真野川に対し ^{137}Cs の沈着量が大きい。

【現地観測】両地点に計測機器を設置し、雨量、水位、流速、濁度の連続測定と降雨時、無降雨時に採水を行った。観測期間は2013年6月から2017年11月である。

降雨時の採水試料は、目開き0.42 mmのふるいにかけた後、通過したものを孔径 $1\ \mu\text{m}$ のガラス繊維濾紙で吸引濾過し、SS(懸濁物質)濃度および懸濁態 ^{137}Cs 濃度を測定した。

【侵食実験】WEPPにおける土壌の受食性(侵食の受けやすさ)を表す指標であるインターリル受食係数のベース値 K_{ib} 、リル受食係数のベース値 K_{rb} 、限界掃流力のベース値 τ_c を室内実験により算定した。インターリル侵食とはリル(水の流れによってできる流路)間の斜面で生じる面状侵食を表し、リル侵食とは、リルにおける土壌の剥離および運搬過程を表す。インターリル侵食実験では、降雨装置(レインカーテン、テクノコア社)を用いた疑似降雨によって面状侵食を発生させ、 K_{ib} を算定した。リル侵食実験では、模擬リルに定量ポンプ(FP-600-1515, フロントラボ)を用いて水を流すことによってリル侵食を発生させ、 K_{rb} および τ_c を算定した。供試土は福島県飯舘村から採取した草地土壌(褐色森林土)、森林土壌(黒ボク土)、水田土壌(灰色低地土)の3種類とした。

【モデル解析】室内実験で得られた受食係数を利用し、GeoWEPPで土砂流出量の算出をした。GeoWEPPはWEPPを解析機構とし、GISから必要な情報を抽出しパラメータ化す

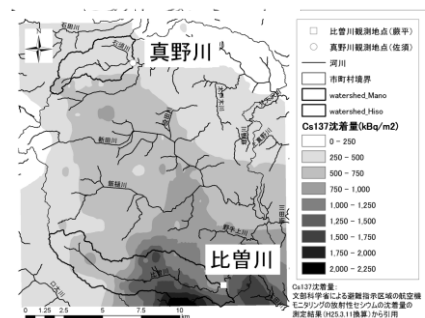


Fig. 1 観測地の概要

* 宇都宮大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agriculture, Utsunomiya University)

** 宇都宮大学 農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University)

*** 東京大学 大学院農学生命科学研究科 (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

キーワード: 放射性セシウム, 懸濁物質, 福島

ることで、WEPP の制限要因である流域スケールでの作業性を向上させている²⁾。解析期間は 2013 年から 2017 年とした。計算精度の評価をするため、WEPP で推定される受食係数を用いた解析結果(計算値_{def})、室内実験より算出した受食係数を用いた解析結果(計算値_{exp})、現地観測の結果(観測値)で比較を行う。解析後、現地観測から得た SS 1mg 当たりの¹³⁷Cs 線量(SS 基準の¹³⁷Cs 濃度)を土砂流出量に乗じることで¹³⁷Cs 流出量を求めた。

3. 結果・考察

【現地観測】比曾川における SS 濃度に対する¹³⁷Cs 濃度の関係を一雨ごとに分け、その近似直線の傾き(SS 基準の¹³⁷Cs 濃度)の変化を Fig. 2 に示す。2015 年 9 月に観測期間中最大の出水があり、その前後で傾きが 0.041 Bq·mg⁻¹ から 0.026 Bq·mg⁻¹ と減少した。その後、2016 年や 2017 年の大きな出水では、傾きは小さい値を維持した。真野川でも同様であった。2015 年 9 月の大規模な出水を境に、この SS 基準の¹³⁷Cs 濃度が低下した要因として、水際に存在する流出しやすいセシウムの枯渇や農地等の除染作業が考えられる。

【侵食実験】実験で得られた各土壌の受食係数を Table 1 に示す。土性などの物性値から計算される受食係数の推定値と比較すると、ほぼすべての値において実測値の方が小さい値となった。

【モデル解析】比曾川における年土砂流出量を Fig. 3 に示す。計算値_{def}よりも計算値_{exp}の方が観測値に近い値を示した。これより、土砂流出の解析には室内実験によって得られた受食係数を利用した方が精度を高めることができる考えられる。年¹³⁷Cs 流出量を

Fig. 4 に示す。2013 年と 2014 年において¹³⁷Cs 流出量の観測値と計算値に大きな差が見られた。これは、土砂流出量を計算値では過小評価したためである。一方、2015 年以降では¹³⁷Cs 流出量の観測値と計算値は概ね一致した。

4. 結論

2015 年の大規模な出水を境に、¹³⁷Cs の流出形態が大きく変わり、土砂流出量に対する懸濁態¹³⁷Cs 流出量の割合は 2017 年まで低い傾向が続いた。室内実験で得られた受食係数はその推定値よりも土砂流出量の計算精度を向上させた。また、観測結果と土砂流出量の解析結果を用いることで、¹³⁷Cs 流出量が推定できた。

引用文献

- 1) 野中優衣, 大澤和敏: 福島県飯館村の河川における放射性セシウムの流出, 第 67 回農業農村工学会関東支部大会講演会講演要旨集, 78-79, 2016.
- 2) 辰野宇大ら: GeoWEPP を利用した福島県飯館村における放射性セシウムの動態評価, 平成 26 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 98-99, 2014.

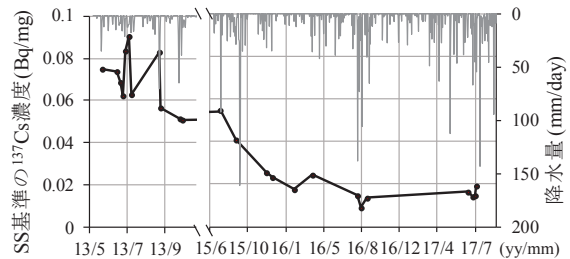


Fig. 2 SS 基準の¹³⁷Cs 濃度の変化(比曾川)

Table 1 各土壌の侵食係数(実験による実測値)

	K_{ib} ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-4}\cdot\text{s}$)	K_{rb} ($\text{s}\cdot\text{m}^{-1}$)	τ_c (Pa)
草地土壌	6.9×10^5	1.2×10^{-2}	0.2
森林土壌	7.3×10^5	2.4×10^{-3}	0.1
水田土壌	4.8×10^5	1.5×10^{-3}	0.2

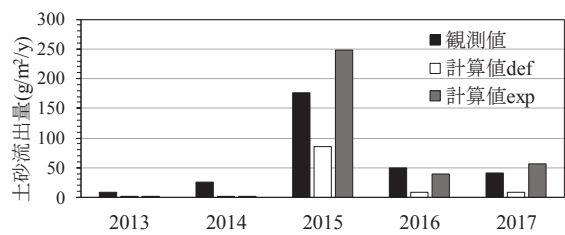


Fig. 3 比曾川の年土砂流出量(降雨イベント時)

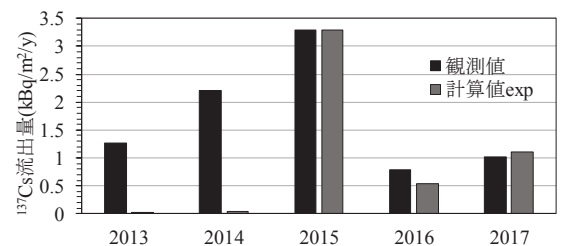


Fig. 4 比曾川の年¹³⁷Cs 流出量(降雨イベント時)