

## 福島県飯舘村の2河川における放射性セシウム流出の形態と経年変化 Radiocesium Runoff Form and Temporal Variation at Two Rivers in Iitate, Fukushima

○大澤 和敏\* 野中 優衣\*\* 西村 拓\*\*\* 溝口 勝\*\*\* 松井 宏之\*

○Kazutoshi OSAWA\*, Yui NONAKA\*\*, Taku NISHIMURA\*\*\*, Masaru MIZOGUCHI\*\*\*, Hiroyuki MATSUI\*

### 1. 背景と目的

2011年3月の東日本大震災の影響で発生した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などに吸着した。中でも放射性セシウム<sup>137</sup>Csは半減期が約30年と長く、土壌中の粘土鉱物や有機物に吸着しやすい性質を持っている。土壌に吸着したCsは河川に流出、湖沼や海洋に輸送されると考えられる。事故周辺地域では健康被害や農林水産物に長期にわたる影響が出るのが懸念されるため、流域におけるCsの動態をモニタリングすることは必須である。既往の研究では、河川水の懸濁物質(SS)濃度とCs濃度の関係性が確認されているが、懸濁態、溶存態等の輸送形態や経年的な流出量の変化に着目した研究は少ない。そこで本研究では、Csの土壌沈着量が異なる福島県飯舘村の2河川を対象とした現地観測を実施し、流域からのCsの輸送形態や流出量の経年変化について考察することを目的とした。

### 2. 研究方法

福島県飯舘村の北部に位置する真野川、南部に位置する比曽川を対象流域とした (Fig. 1)。帰還困難区域を含んでいる比曽川流域では、土壌へのCs沈着量が真野川流域より大きい。両地点に各種計測機器を設置し、雨量、水位、流速、濁度の連続測定と採水を行った。観測期間は2013年6月～2016年12月である。使用した計測機器およびCsの流出量の算出方法を Fig. 2 に示した。降雨時に採水した約1Lの試料は目開き0.42mmのふるいを通す試料としない試料に分け、それぞれ孔径1μmのガラス繊維濾紙で吸引濾過し、SS濃度およびCs濃度(降雨時懸濁態)を測定した。なお、一部の試料は2mm, 0.42mm, 0.072mmのふるいを用い、粒度別に分けて測定した。また、無降雨時に約20Lの採水を行い、ガラス繊維濾紙で吸引濾過し、SS濃度およびCs濃度(無降雨時懸濁態)を測定した。さらに、降雨時と無降雨時の採水試料の濾液を蒸発乾固させ、Cs濃度(降雨時溶存態, 無降雨時溶存態)を測定した。

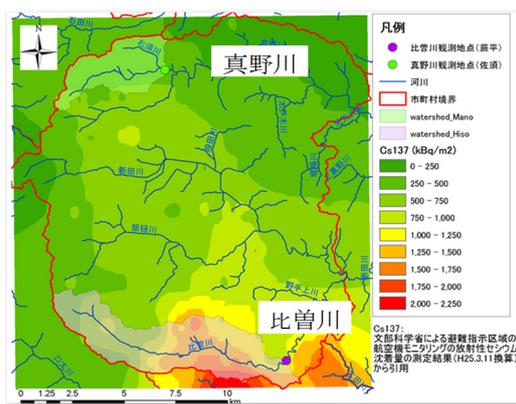


Fig. 1 観測地の概要  
Study sites and <sup>137</sup>Cs levels in Iitate Village

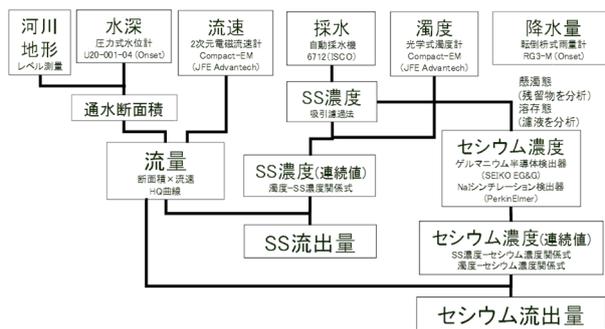


Fig. 2 観測および分析方法  
Methodology for field monitoring

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

\*\* 富士電機株式会社 (Fuji Electric Co., Ltd)

\*\*\* 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：環境保全, 放射性セシウム, 河川, 福島県飯舘村

### 3. 結果と考察

降雨時の懸濁態試料における  $^{137}\text{Cs}$  線量の粒径別割合を Fig. 3 に示した。粘土やシルトなど粒径の小さいものほど  $^{137}\text{Cs}$  線量が高く、粘土、シルト、細砂成分で約 70%以上を占めた。

比曾川および真野川における粒径 0.42mm 以下の SS 濃度と  $^{137}\text{Cs}$  濃度の関係を Fig. 4 に示した。土壌への Cs 沈着量が大きい比曾川の方が近似直線の傾きが大きかった。また、近似直線の傾きを比較すると、2013 年から 2016 年の間で明確に減少している。このことから、SS に吸着している  $^{137}\text{Cs}$  は年々減少しており、減少率は 3 年間で 79% 以上と物理的半減期に基づいた 3 年間の減少率 6.7%と比較し、非常に大きかった。これは雨水に流されやすい細粒成分や有機物に吸着した  $^{137}\text{Cs}$  から選択的に流出したことによると考えられる。

観測値と Fig. 4 の関係式から  $^{137}\text{Cs}$  流出量を算出した結果を Table 1 に示した。降雨時懸濁態での流出割合は、どの年も両河川で 95%以上と最大であった。一方、無降雨時の  $^{137}\text{Cs}$  流出量は微少となった。また、降雨時、無降雨時それぞれで懸濁態の割合より溶存態の割合が小さかった。各流域における 4 年間の総  $^{137}\text{Cs}$  流出量は比曾川で 6.9 kBq/m<sup>2</sup>、真野川で 2.1 kBq/m<sup>2</sup>であり、土壌沈着量の平均値（比曾川：1017 kBq/m<sup>2</sup>、真野川：421 kBq/m<sup>2</sup>）と比較すると非常に微少であった。SS 当たりの  $^{137}\text{Cs}$  線量をみると、年々  $^{137}\text{Cs}$  は減少しており、その推移は線形で表せることが確認できた。 $^{134}\text{Cs}$  においても同様の結果が確認できた。

### 4. 結論

放射性セシウムの流出は、降雨時懸濁態の流出成分が大部分を占めており、細粒成分や有機物に吸着して流出する割合が高いことが分かった。土壌の沈着量に対して Cs 流出量は微少であり、流域内にほとんどが残存している状況下で、Cs 流出量は自然崩壊による減少よりも著しく減少した。これは雨水に流されやすい細粒成分や有機物に吸着した Cs から選択的に流出したことによると推察される。

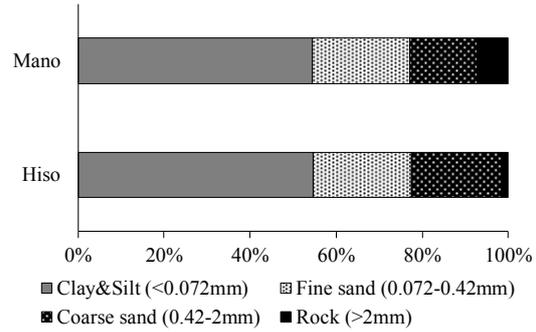


Fig.3  $^{137}\text{Cs}$  線量の粒径別割合  
Ratios of each particle size in  $^{137}\text{Cs}$  radiation

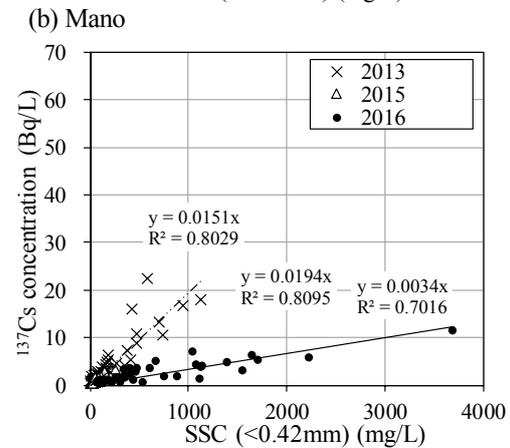
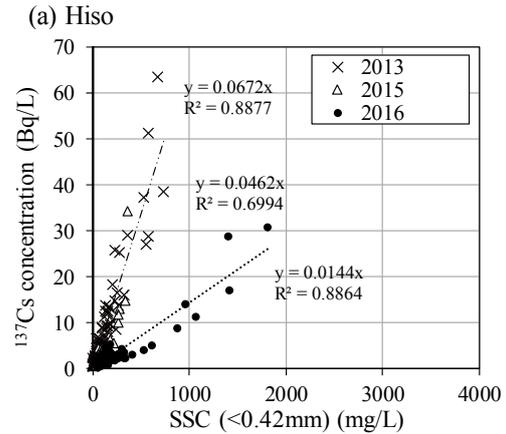


Fig.4 SS 濃度と懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  濃度の関係性  
Relationships between SSC with Cesium concentration

Table 1 年別の  $^{137}\text{Cs}$  流出量  
Annual Cesium runoff

比曾川	降雨量 (mm)	流量 (mm)	SS(<0.42mm) 流出量(g/m <sup>2</sup> )	$^{137}\text{Cs}$ 流出量 (Bq/m <sup>2</sup> )	$^{137}\text{Cs}$				SSあたりの $^{137}\text{Cs}$ 線量 (Bq/g)
					FP	FD	NP	ND	
2013年	974	562	21	1410	1387	26	12	5	68
2014年	1595	1234	39	2126	1000	21	19	8	55
2015年	1639	753	74	2604	2502	45	13	6	35
2016年	1394	750	55	730	613	20	8	3	13
真野川									
2013年	906	574	33	705	647	11	10	4	22
2014年	1241	997	51	776	693	16	18	8	15
2015年	1563	573	59	525	510	12	8	4	9
2016年	1319	259	25	94	69	2	3	2	4

FP:降雨時懸濁態, FD:降雨時溶存態, NP:無降雨時懸濁態, ND:無降雨時溶存態