

福島県北部の上小国川への放射性微粒子の流入と Cs 濃度への影響  
 Inflow of Cesium-rich microparticles from forests in northern Fukushima Prefecture to Kami-Oguni River and its effect on Cs concentration in the river

○辰野宇大\* 脇嘉理\*\* 角間海七渡\*\* 二瓶直登\*\*\* 和田敏裕\* 大手信人\*\*

○Takahiro Tatsuno, Hiromichi Waki, Minato Kakuma, Naoto Nihei, Toshihiro Wada, and Nobuhito Ohte

## 1. 背景・目的

2011年の福島第一原発事故により、県北部の森林地帯にも多量の放射性セシウム (Cs) が拡散・沈着した。森林からは土粒子等に吸着した Cs が降雨時の土壌侵食に伴いが河川に流入し、下流へ移動する。また、河川水中において Cs を比較的多量に含む原発由来のガラス質状粒子である放射性微粒子 (CsMPs ; Cesium-rich microparticles) も検出されており、河川水中の Cs 濃度や分配係数 ( $K_d$ ) への影響、生物の呼吸器官等に取り込まれた際の内部被ばくが懸念されている (Konoplev et al., 2016; Miura et al., 2018)。本研究では、原発から北西約 60 km に位置する福島県伊達市上小国川の流域を対象に、森林から河川を通じた Cs 流出、特に放射性微粒子の流出の把握を目的に河川のモニタリング、採水試料の分析を行った。

## 2. 研究方法

対象河川 (Fig.1) において 2021 年 2 月から、河川水のモニタリング (水位、水温、濁度) と流出水のサンプリングを行った。降雨時は自動採水機を用いて 20 分間隔で 1 L 採水を 24 本分の採水を 2021 年内に 3 回行った (採取日: 2021 年 6/4, 7/7, 10/1)。また、無降雨時はポリタンクを用いて 1 回 10 L の採水した (採取日: 2021 年 5/23, 8/13, 12/16)。

採水試料は孔径 0.45  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルターを用いて懸濁物 (SS) とろ液に分け、懸濁物は採水試料毎、ろ液は採取イベントごとにまとめてゲルマニウム半導体分析器を用いて測定し、それぞれの Cs 濃度を懸濁態 Cs 濃度、水溶態 Cs 濃度として扱った (Fig.2)。また、イメージングプレートを用いたオートラジオグラフィ法により、懸濁態 Cs 中の放射性微粒子由来の Cs 量を測定した。尚、微粒子の識別に際し、既往の報告 (Ikehara et al., 2020) の閾値を参考に 1 粒当たり 0.06 Bq の粒子を放射性微粒子と定義した (Ikehara et al., 2018)。

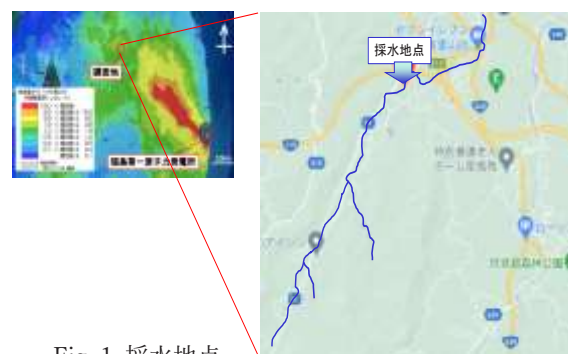


Fig. 1 採水地点  
 Fig. Sampling point on the targeted river

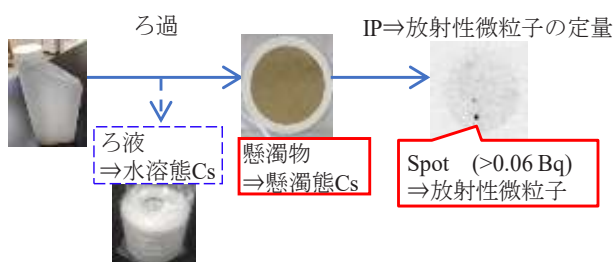


Fig. 2 採水試料のろ過と CsMPs の識別  
 Fig. 2 Sample filtration and identification of CsMPs

\*福島大学 環境放射能研究所 Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, \*\*\*福島大学 食農学類 Faculty of Food and Agricultural Sciences, Fukushima University, \*\*京都大学 大学院情報学 研究科 Graduate school of Informatics, Kyoto University  
 キーワード セシウム, 放射性微粒子

### 3. 結果

#### 3.1 SS 濃度と CsMPs 由来の Cs 濃度の関係

降雨時の採水試料の一部から CsMPs 由来の Cs が検出された (72 試料中 5 試料). また, 降雨時の採水試料中の SS 濃度と懸濁態 Cs 濃度の間には正の相関がみられたが, CsMPs 由来の Cs 濃度とは相関がみられなかった (Fig. 3). 対象河川の流域において, CsMPs は降雨時に河川へ流入することは確認されたが, 流入する土砂とともに安定して河川に流入しているわけではないことが確認された.

#### 3.2 Cs 濃度に対する CsMPs の寄与と $K_d$ 値への影響

降雨時, 無降雨時の水溶態, 懸濁態 Cs 濃度の平均値, および CsMPs 由来の Cs 濃度の平均値を示す (Fig. 4). 既往の報告と同様に, 降雨時に河川水の Cs 濃度が大きく増加し, そのほとんどは懸濁物由来の Cs 濃度だった. また, 降雨時の CsMPs 由来の Cs 濃度は懸濁態 Cs 濃度中の 4.68% であり, 降雨時の  $K_d$  値

(式 (1)) と CsMPs 由来の Cs を差し引いた  $K_d$  値 ( $K_d$  without CsMPs, 式 (2)) の間には有意な差はなかった (Fig. 5). よって, 採水期間中, 対象河川においては CsMPs が懸濁態 Cs 濃度を大きく上昇させることは無く,  $K_d$  値にもほとんど影響しなかった.

$$K_d(L/kg) = \frac{\text{懸濁物のCs濃度 (Bq/kg)}}{\text{水溶態Cs濃度 (Bq/L)}} \quad (1)$$

$$K_d \text{ without CsMPs (L/kg)} = \frac{\text{懸濁物のCs濃度(Bq/kg)} - \text{CsMPs由来のCs濃度 (Bq/kg)}}{\text{水溶態Cs濃度 (Bq/L)}} \quad (2)$$

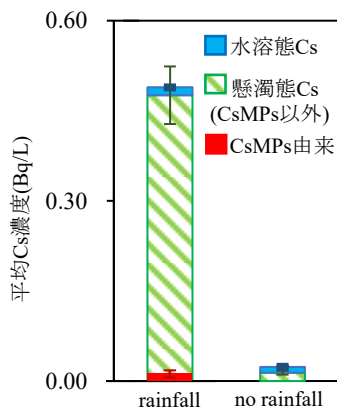


Fig. 4 降雨時, 無降雨時の平均 Cs 濃度  
Fig. 4 Average Cs concentration in the river water collected during rainfall and no rainfall

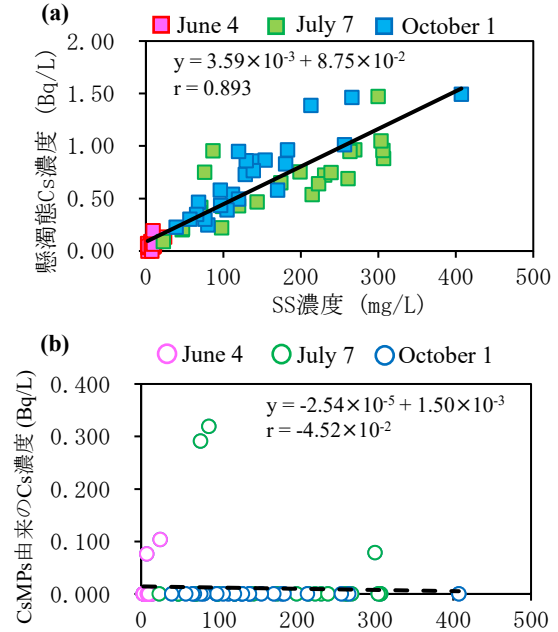


Fig. 3 降雨時の採水試料の SS 濃度と懸濁態 Cs, CsMPs 由来の Cs 濃度の関係  
Fig. 3 Relationships between SS concentration and RCs concentration derived from (a)SS and (b)CsMP in samples collected during rainfall

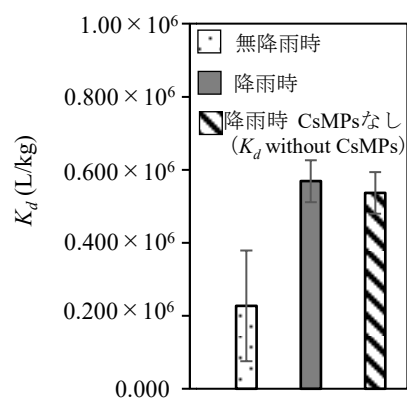


Fig. 5 降雨時, 無降雨時の分配係数  
Fig. 5 Distribution coefficient in the river water collected during rainfall and no rainfall

謝辞 この研究は科研費 (20H00435) と放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 2021 年度重点共同研究 (受付番号 F-21-28) の助成を受けて行った. ここに記して感謝する.

参考文献 Miura et al., 2018. Geochem. J. 52, 145-154. Konoplev et al., 2016. J. Environ. Radioact. 151, 568-578. Ikehara et al., 2018. Environ. Sci. Tech., 52(11), 6390-6398.