

福島県の森林小流域から流出する放射性 Cs の特徴

Characteristics of radioactive Cs in stream discharge from a small forest in Fukushima

○西村 拓, 濱本昌一郎, 篠原 魁, 二瓶直登
○Taku Nishimura, S. Hamamoto, K. Shinohara, and N. Nihei

1. はじめに

2011年の東日本大震災後の原子力発電所の事故によって、多くの放射性物質が環境に放出された。沈着量は、発電所から北西側では、 $1000\sim 3000\text{kBq/m}^2$ にも及ぶ。事故後5年以上が経過し一部の避難区域では帰還も始まった。一方で、政府の方針としては、森林について、住居などから20mの範囲や人が立ち入る場所のみの除染で流域全体の森林除染は予定されていない。しかし、森林が面積の70%を占める福島県では、従前から森林の縁に位置し、森林から流出する水を用いて営農してきた農地も多い。本研究では、飯舘村東部において森林小流域を対象に流出水の採取等を行い、沈着したCsの流出について検討した。

2. 方法

2016年春に、調査地小流域は非除染の森林で、流域面積は $435,000\text{ m}^2$ 。林床の大半がリターに覆われている。この小流域の末端に水位計(CWG-H10-C20, クリマテック社)、濁度計(TC-100, Optec社)、水温センサー、採水器(ISC03700, ISCO社)等を設置した。濁度の単位は、(Nephelometric Turbidity Unit, NTU)である。採水器は、水位が一定値を超えると採水を開始し、30分間隔で4回、計2Lの採水を行う。データの記録ならびに採水器の制御は、CR-800(キャンベル社)で行った。また、現地の降雨が飯舘村や福島のアメダスの記録と必ずしも一致しないため、採水器から200m程離れた平地に雨量、気温、湿度、日射を記録する計器を設置した。測定値はすべてフィールドサーバー(FR, X-Ability社)によって一日一回、携帯電話を介して、サーバーに転送蓄積される。

採水器の試料に加えて適宜、10Lタンクで流出水を採取し、放射性Cs濃度を測定した。定性ろ紙、 $0.45\mu\text{m}$ メンブレンフィルター、溶存態セシウム用カートリッジフィルタ(Cs-13ZN, 日本バイリーン社)で捕捉したものをそれぞれ、浮遊態、コロイド態、溶存態のCsとした。また、水位-流量関係、濁度-懸濁物濃度関係、濁質(懸粒子, SS)に収着したCs量を別途求め、流出水のモニタリング水位、濁度から放射性Csの流出量を推定した。

3. 結果と考察

図1にモニタリング例を示す。当初過電流防止のためのヒューズの容量が小さく、濁度計が不安定であったが、容量を増量した後は、安定した。集水域が小さいため、降雨開始後速やかに流出量が増し、その後漸減する。濁度は、流量増大と共に高くなるが、その後は、流量の漸減とは異なり、ほとんどの降雨でピーク後、速やかに濁度が減った。したがって、長時間の降雨に伴う流出量増大時においても、濁質が多く流出するのは、降雨開始後の限定された時間帯のみであった。

溶存態のCsは、 $0.049\sim 0.105\text{Bq/L}$ 程度であった。懸濁粒子の流出については、8月17

日の大雨以前とその後で傾向が変化した。SS 濃度は、濁度計で測定した濁度に比例するが、8月17日の大雨の後に明らかに比例定数が大きくなった(図2)。これについては、次年度も継続して検討する。

6月から11月のモニタリング結果から、積算値を推定すると、集水域からの流出は、降雨量1103mmに対して702mm(流出係数0.64)、放射性Csの流出は1743MBq(推定沈着量の0.13~0.4%)でその大半は懸濁態であった。

データを細かく検討すると課題が残った。降雨イベントによって、単位質量の濁質粒子に収着しているCs量が変わらない場合と、SS濃度が比較的低く、単位質量の濁質粒子に収着しているCs量が大きく増減する場合があった(図3三角印)。前者として9月下旬、後者として11月上旬の懸濁粒子を写真撮影すると共にイメージングプレートで放射線を露光した。その結果、シルト状の粒子に万遍なく放射性物質が収着している(9/24, 写真右上)のようなものと、懸濁物質の大半は放射性物質を含まず、比較的強く放射線を放出する物質がわずかに混ざっているも(11/12 写真右下)の二つタイプが観察された。原因としては、集水域の大半がリター被覆されていて、土砂の流出が少ないことと、セシウムボールのようなCsの集中した塊の流出があることが考えられる。

4. まとめ

森林小水域からの流出のモニタリングを行い、Csの流出が推定沈着量の0.13~0.4%と既往の研究と同程度の値を得た。しかし、流出してきたCsの様子は多様であり、このような推算が許容されるかどうかは、さらに検討すべきと考えられる。

謝辞 本研究は、科研費(15H02467)の補助を受けた。また、測定準備には環境地水学研究室の職員・院生に、RI測定では、東京大学大学院農学生命科学研究科放射性同位元素施設、理学系研究科小暮敏博教授、向井広樹博士に協力いただいた。ここに記して感謝する。

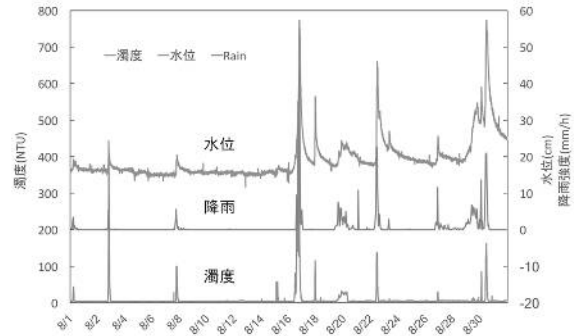


図1 降雨量、水位、濁度の観測例

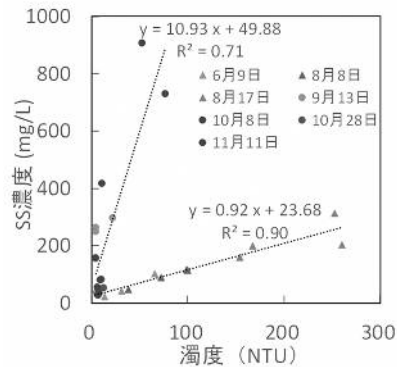


図2 流出水の濁度と懸濁粒子(SS)の関係

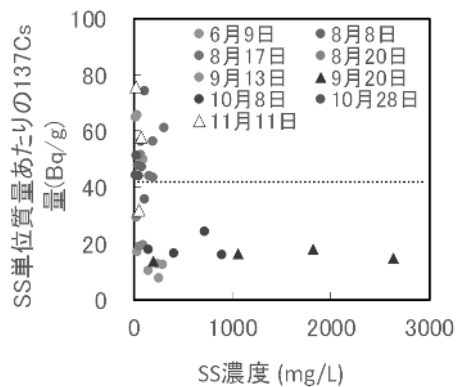


図3 SS濃度とSSに収着した¹³⁷Cs

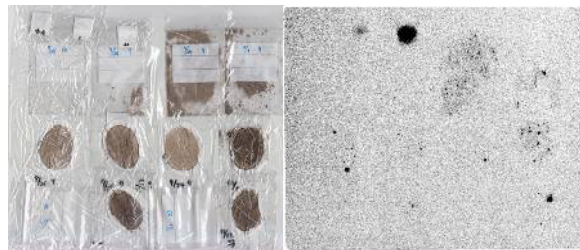


図4 乾燥後のSS(左)とSSのImaging Plate画像(48h露出、右)。左右の写真中の対応する位置の画像が同一の試料の結果。左上の3点が0.1、1、10Bqの参照線源。