

福島県桧原湖流域及び湖内における懸濁態物質と放射性セシウムの動態

日本大学工学部 土木工学科 学生会員 ○田嶋海人 非 宮澤俊

日本大学工学部 正 手塚公裕 正 中野和典 正 古河幸雄 非 平山和雄 正 長林久夫

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に生じた福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質汚染は福島県とその近県に被害をもたらした。福島県桧原湖は観光地として有名であり、内水面漁業も行われている。事故から数年経過してもイワナ、ウグイから食品暫定基準値(100Bq/kg)を超える放射能濃度が検出されている。桧原湖では既往研究により流域の放射性セシウムが降雨流出により懸濁物質として湖に集積している可能性が指摘されているが、集積機構は明らかにされていない。

本研究では、桧原湖流入河川の河床堆積物と周辺土壌、湖内の沈降物質、底泥等を調査し、放射性セシウムの動態を把握することを目的とする。

2. 調査方法

流域調査は、平成 25 年 9 月 27 日、平成 26 年 5 月 16 日、10 月 16 日の合計 3 回を行った。調査地点は、流入 8 河川、流出 2 河川の河口付近とした(図-1)。1、2 回目の調査では各河川の河床堆積物を採取、3 回目は河川付近の落ち葉、リター、土壌を採取した。河床堆積物と土壌は採取したままの土壌(全粒度)、ふるいで 75 μ m 以下に分けた試料を分析した。落ち葉、リターは、ミキサーを用いて粉碎し分析した。

湖内調査は、平成 25 年 6 月 9 日、8 月 1 日、10 月 31 日、平成 26 年 5 月 30 日、8 月 5 日、10 月 16 日の合計 6 回行った。調査地点は、湖の北側から No.1、No.2、No.3、No.4 の 4 地点を選定した(図-1)。現地では、総合水質計を用いて水深 1m 間隔で水温、濁度の鉛直分布を観測した。また、セジメントラップを水温躍層の上、下端に約 2 か月設置し沈降物質を採取した。No.2 は最深部(30m)であるため湖底から 5m にも設置した。底泥の採取は、1~5 回目の調査ではエクマンバージ採泥器、6 回目の調査では柱状採泥器を用いた。採取した底泥は表面から 3cm ごとに層分けし、分析に用いた。

前処理した全ての試料は、110℃で乾燥させ、放射能濃度をゲルマニウム半導体検出器で測定した。本調査では、Cs137 濃度と比べ Cs134 濃度は低く、検出されない試料もあったため、Cs137 を用いて検討した。

3. 調査結果および検討

3.1 流入河川の河床堆積物 Cs137 の経年変化

流域河床堆積物(全粒度)Cs137 濃度の経年変化を図-2 に示す。流入河川河床堆積物の平均 Cs137 濃度は、平成 25 年で約 230Bq/kg、平成 26 年で約 140Bq/kg であり、F 検定と t 検定を行った結果、有意(p<0.05)に減少していた。これは、原発事故直後に河床堆積物に付着した土壌が、増水により流出したことが原因と考えられる。一方、粒径 75 μ m 以下の河床堆積物の平均 Cs137 濃度は、平成 25 年で 1,101Bq/kg、平成 26 年で 1,073Bq/kg と有意なことがわかっている(p>0.05)。これらのことから河床堆積物中の微細な粒子が減り、全粒度の Cs137 濃度が減少したと考えられる。

キーワード: 桧原湖、放射性セシウム、底泥

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部水環境システム研究室 TEL024-956-8724

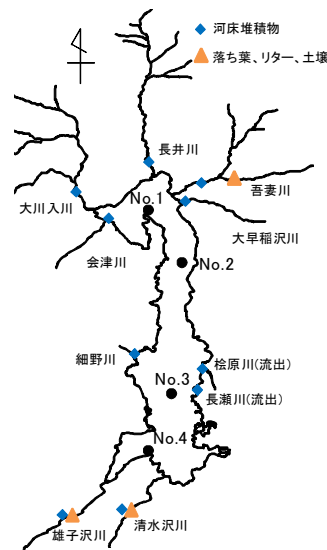


図-1 調査地点

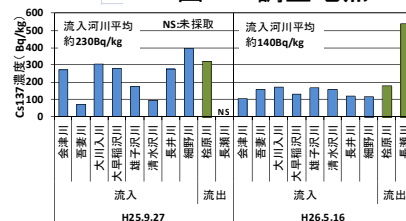


図-2 流域河床堆積物 Cs137 濃度

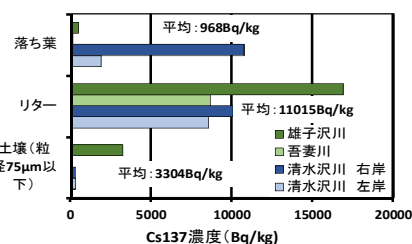


図-3 流域土壌 Cs137 濃度鉛直分布

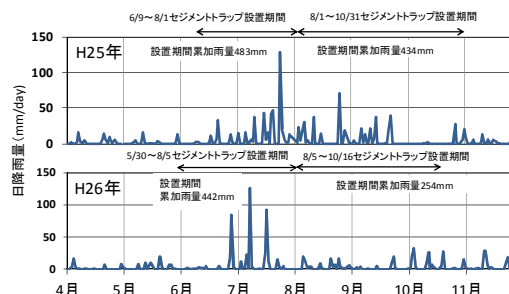


図-4 大塩観測所降雨量

流域土壌 Cs137 濃度の鉛直分布を図-3 に示す。Cs137 濃度は落ち葉が 3,304Bq/kg、リターが 11,015Bq/kg、土壌が 968Bq/kg と、リター、落ち葉、土壌の順で高くなっていた。よって、原発事故直後に高濃度の Cs137 が付着した葉が落ち、分解されリターとして蓄積しているものと考えられる。一方、河床堆積物よりも落ち葉、リター、土壌の Cs137 濃度が高いことから降雨流出した土壌などは河床に堆積していないと考えられる。

3.2 湖内水温、濁度鉛直分布の季節変動

大塩観測所の日降雨量を図-4 に示す。大塩観測所は桧原湖 (No.2) から西方約 8km に位置する。平成 26 年の各調査地点の水温鉛直分布を図-5、濁度鉛直分布を図-6 に示す。8 月 5 日の調査で水深 3～11m に水温躍層、水深 3～9m に高濁度層が確認できた。成層のできる 7 月から 8 月に降雨流出した流域土壌が躍層に貫入しているものと考えられる。また、8 月 5 日の高濁度層は 7 月 18 日の降雨によるものだと考えられるため、躍層に貫入した懸濁態物質は約 20 日間浮遊していたと考えられる。

3.3 湖内沈降物質の量と Cs137 濃度

平成 25、26 年の湖内沈降物質量を図-7 に示す。4 回の調査の平均沈降物質量は No.1 が高い。No.1 付近には流入河川が多く、懸濁態物質が多く流入するため考えられる。一方、躍層の上端よりも下端の沈降物質が多い傾向であった。躍層に貫入した懸濁態物質が下端のセジメントトラップに堆積したものと考えられる。設置時期による沈降物質量を比較すると、平成 25、26 年は共に 1 回目調査よりも 2 回目調査の方が高い傾向がみられた。これは、流入した懸濁態物質が湖底に堆積するまでに数十日程度のタイムラグがあったためと考えられる。

平成 26 年の湖内沈降物質 Cs137 濃度を図-8 に示す。沈降物質 Cs137 濃度は 1 回目調査よりも 2 回目調査の方が高く、最大値を示した No.4 下端では 7,154Bq/kg であった。流入した懸濁態物質の沈降には時間を要するため、1 回目のセジメントトラップ調査では 5～6 月、2 回目では 7～8 月の懸濁態物質が堆積したものと考えられる。また、5～6 月よりも 7～8 月に強い降雨が多く (図-4)、Cs137 濃度の高いリターがより多く流出していた可能性がある。

3.4 湖内底泥の Cs137 濃度の分布特性

平成 25、26 年の底泥 (全粒度) Cs137 濃度の比較を図-9 に示す。平成 26 年 8 月 5 日までは全地点で平均 1,000Bq/kg 前後で横ばい傾向であった。ただし、平成 26 年 10 月 16 日に 4,000～5,000Bq/kg に上昇したが、この調査のみ柱状採泥器を使い不攪乱試料を採取したため、浮泥層が多くなり Cs137 濃度が高くなった可能性が懸念される。

平成 26 年 10 月 16 日の湖内底泥 Cs137 濃度鉛直分布を図-10 に示す。深さ 0～3cm 層で Cs137 濃度が 4,000～8,000Bq/kg と高く、深さ 9cm 以深では 1,000Bq/kg 以下の低い値しか出ていない。表層の Cs137 濃度は、沈降物質と同程度であることから、流入してきた懸濁態物質が底泥の表層付近に堆積しているものと考えられる。

4. まとめ

1) 流入河川河床堆積物の Cs137 濃度は減少傾向にある。一方、山林のリターには高濃度 Cs137 が堆積している。2) 降雨量が増加する時期に Cs137 濃度の高い懸濁態物質が湖内に流入しており、山林のリター等が流出している可能性がある。3) 流入した懸濁態物質は躍層に貫入し、湖底に堆積するまでに数十日程度のタイムラグがあるものと推測される。4) 湖内底泥の Cs137 濃度は横ばい傾向にあり、降雨流出した流域土壌が底泥表層に堆積しているものと考えられる。

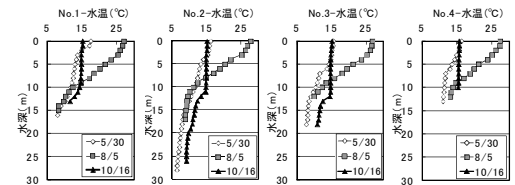


図-5 湖内水温鉛直分布 (H26)

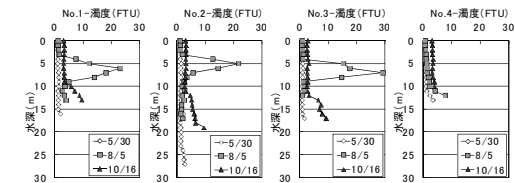


図-6 湖内濁度鉛直分布 (H26)

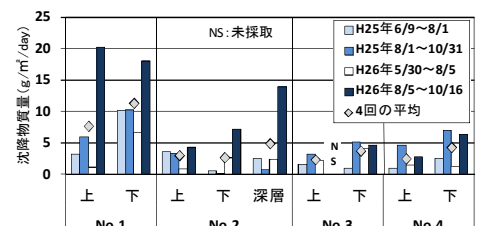


図-7 湖内沈降物質量 (H25, 26)

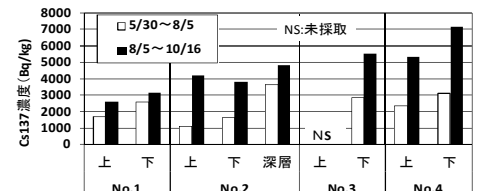


図-8 湖内沈降物質 Cs137 濃度

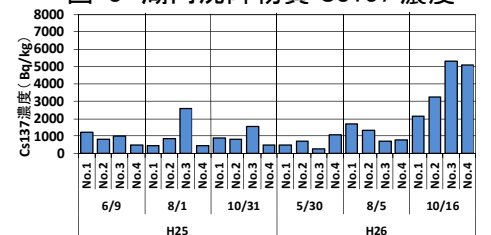


図-9 湖内底泥全粒度 Cs137 濃度

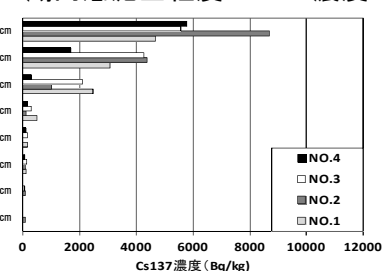


図-10 湖内底泥 Cs137 濃度鉛直分布