

桧原湖とその流域における放射性セシウムの平面分布と動態

日本大学工学部 学生会員 ○高木 大介 日本大学工学部 非会員 小里 諒弥
 日本大学工学部 正会員 手塚 公裕 日本大学生物資源科学部 非会員 高井 則之

1. 研究背景・目的

平成 23 年 3 月に起きた東日本大震災の影響を受け、福島第一原子力発電所から放射性セシウム(Cs)が放出された。福島県北塩原村の桧原湖は比較的低線量の地域に位置するが、平成 30 年 10 月時点ではウグイ、イワナ等の魚種で出荷制限が続いている。魚類への放射性 Cs 蓄積機構を明らかにするには、水域における放射性 Cs の平面分布や動態を把握することが重要である。そこで、平成 30 年に桧原湖内底泥と流入流出河川の河床堆積物、山林の落ち葉、表面土を対象とし、放射性 Cs 等を調査した。これらの調査結果、H24 年～29 年の調査結果^{1~3)} および環境省の調査結果を組み合わせ、桧原湖とその流域における放射性 Cs の動態を検討した。

2. 調査方法

2.1 流域

桧原湖流域調査は平成 30 年 7 月 2 日、11 月 8 日に実施した。7 月 2 日は 9 つの流入流出河川で河床堆積物、河川調査地点付近の山林で落ち葉、表面土(深さ 0~3cm)を採取した(図-1)。11 月 8 日は 7 月 2 日と同地点で落ち葉を採取した。採取試料は 110℃で乾燥し、ゲルマニウム半導体検出器 GC-2520(CANBERRA)で放射性 Cs 濃度を測定した。

2.2 湖内

桧原湖内調査は、平成 30 年 8 月 1、2、29 日に実施した。不攪乱型柱状採泥器を用いて 43 地点の表層から 3cm の底泥を採取した(図-1)。調査地点の座標は GPS、水深は魚群探知機を用いて測定した。底泥の放射性 Cs 測定は流域調査と同様に行った。なお、桧原湖南部は湖底が岩盤であったため、窪地に堆積した底泥を探索して採取した。

3. 調査結果

3.1 流域における Cs137 濃度の経年変化

落ち葉、表面土、河床堆積物(粒径 2mm 未満)、河床堆積物(粒径 75 μ m 未満)の Cs137 濃度の経年変化を図-2 に示す。図中の点線は調査開始日の値を起点に自然減衰(Cs137 の半減期:30 年)した場合の推移を示した。落ち葉と河床堆積物の Cs137 濃度は自然減衰した場合よりも早く減少した。落ち葉は降雨に伴う河川への流出や微生物による分解(濃縮して表面土へ移行)、河床堆積物は出水に伴う下流への移送¹⁾が減少要因と考えられる。一方、表面土の Cs137 濃度は増加傾向がみられたが、環境省の調査地点では平成 28 年頃から減少しつつあった。Cs137 を含んだ落ち葉が分解・濃縮したため表面土に Cs137 が蓄積したものと推測される。落ち葉の Cs137 濃度は数十 Bq/kgDW まで減少しており、今後は表面土も減少すると考えられる。

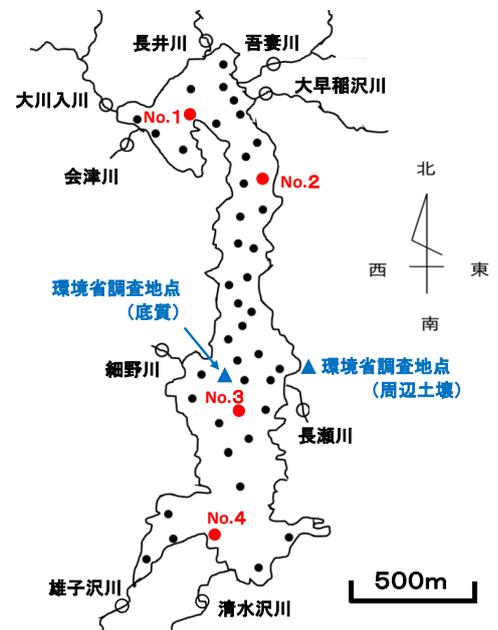


図-1 調査地点

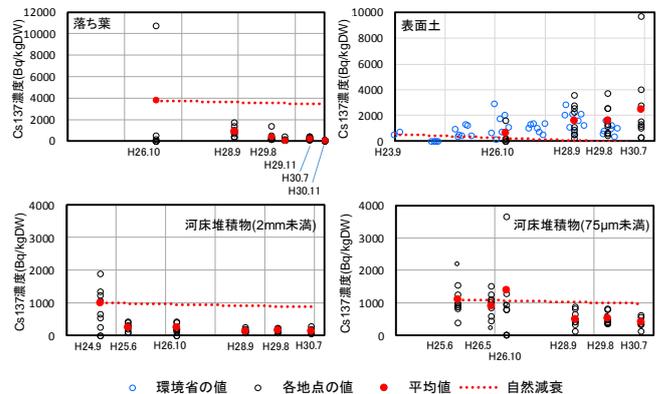


図-2 落ち葉、表面土、河床堆積物(2mm 未満)、河床堆積物(75 μ m 未満)の Cs137 濃度の経年変化

キーワード：桧原湖、流域、放射性セシウム、平面分布、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

3.2 湖内底泥におけるCs137濃度の経年変化と平面分布

湖内底泥表層 Cs137 濃度の経年変化を図-3 に示す。なお、本図では No.1 ~4 と環境省の調査結果（表層）を用いた。湖内底泥 Cs137 濃度は、平成 23 年の事故直後では 410Bq/kgDW であったが、徐々に増加して平成 28 年には約 9000Bq/kgDW に達し、その後はやや減少傾向にある。事故直後、大気降下物に含まれた Cs137 が流域や湖面に降り注ぎ、流域の植物、土壌、河床堆積物等や湖水中の懸濁物に沈着したと推測される。降雨時に Cs137 の沈着した落ち葉や土粒子から微細粒子が選択的に流出し、湖水中の懸濁物と共に徐々に沈降・堆積して湖内底泥の Cs137 濃度を増加させたと考えられる。その後、流域の落ち葉や河床堆積物の Cs137 濃度が減少したため、降雨に伴い流域から供給される土粒子の Cs137 濃度も減少傾向にあると推測される。平成 28 年の湖内底泥調査²⁾によると、湖内底泥 Cs137 濃度の鉛直分布のピークは、最深部や南部では表層（深さ 0~3cm）にあったが、流入河川の多い北部では深さ 3~6cm とやや深い層にみられた。この結果からも流域から供給されている土粒子の Cs137 濃度が減少傾向にあることが分かる。

平成 30 年 7、8 月における桧原湖とその流域の Cs137 濃度の平面分布を図-4 に示す。Cs137 濃度は、流域の表面土と深い地点の底泥で高い傾向がみられた。原発事故から約 7 年の時を経て Cs137 がこれらの場所に集積したと考えられる。水深と湖内底泥の Cs137 濃度の関係を図-5 に示す。水深と Cs137 濃度には正の相関がみられ、無相関検定で有意性（ $n=43$ 、 $R^2=0.75$ 、 $p=0.0001<0.05$ ）が認められた。平成 26 年におけるセジメントトラップ調査によると、北部の河川流入部付近では沈降物質量が多く、最深部付近では少ないことが分かっている³⁾。また、北部の底泥では Cs137 濃度のピークが深層に移行しつつある²⁾。従って、湖内底泥表層の Cs137 濃度は、浅場では低くなり、深場では自然減衰に近い速度で低下するものと推測される。なお、底泥の粒径と Cs137 濃度の相関は弱い（ $n=43$ 、 $R^2=0.37$ 、 $p=0.06<0.05$ ）ことから、河川から供給される土粒子以外にも底泥表層の Cs137 濃度の平面分布を規定する要因があると考えられる。

4. まとめ

- 1) 流域の Cs137 濃度は、落ち葉や河床堆積物で減少傾向、表面土で増加傾向がみられた。落ち葉は降雨に伴う河川への流出や微生物による分解、河床堆積物は出水に伴う下流への移送が減少要因と考えられる。Cs137 濃度の高い落ち葉が分解し、表面土となり蓄積したものと推測される。
- 2) 湖内底泥の Cs137 濃度は、事故直後から徐々に増加して平成 28 年にピークに達し、その後はやや減少傾向にある。また、平成 30 年における湖内底泥の Cs137 濃度は深い地点で高い傾向がみられた。河川流入部付近では流入する土粒子の Cs137 濃度が減少に伴い、底泥表層の Cs137 濃度も減少したと推測される。

参考文献 1) 鈴木, 手塚, 高井 (2018) 桧原湖流域における放射性セシウムの経年変化に関する調査研究, 平成 29 年度土木学会東北支部技術研究報告会, VII-41. 2) 粕谷, 手塚, 高井 (2017) 桧原湖底質における放射性セシウムの経年変化, 平成 28 年度土木学会東北支部技術研究報告会, VII-22. 3) 田嶋, 宮澤, 手塚 他 (2015) 桧原湖における水温躍層の季節変動と懸濁態放射性セシウム濃度の動態, 平成 26 年度土木学会東北支部技術研究報告会, II -36.

謝辞 本研究は JSPS 科研費 16K07830 の助成を受けました。ここに記し謝意を表します。

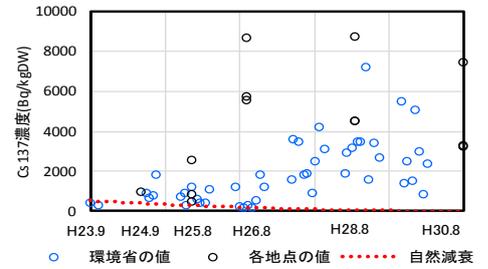


図-3 湖内底泥表層の Cs137 濃度の経年変化

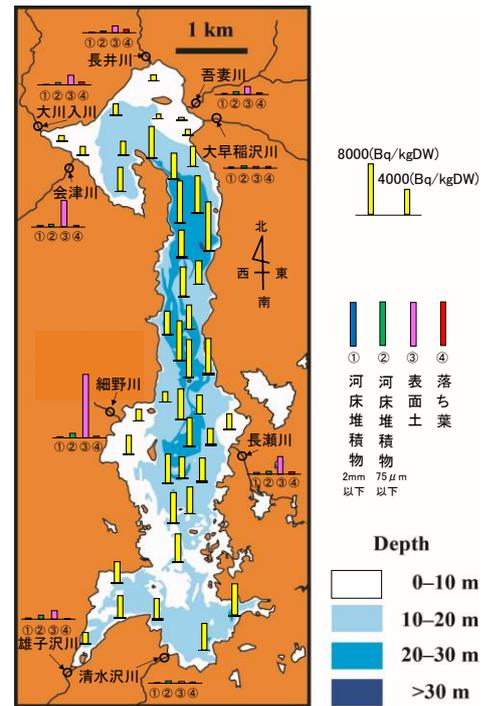


図-4 平成 30 年の桧原湖とその流域の Cs137 濃度の平面分

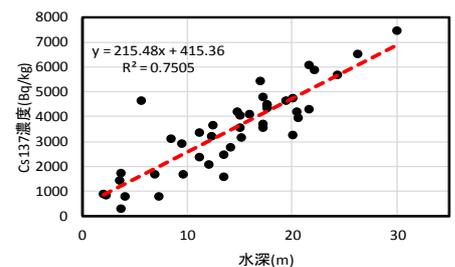


図-5 水深と湖内底泥の Cs137 濃度の関係