

# 放射性セシウムはどこから水系に流出したのか — 福島県のため池における蓄積量調査から —

東京大学農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 農地環境工学研究室  
塩沢 昌、財津卓弥、山野泰明

福島県の一部のため池や市街地河川、阿武隈川や阿賀野川に放射性セシウム (Cs) 濃度の高い底泥が堆積している地点がみられ、ホットスポットとなっている。河川流域の大半は山の森林であるから、山からの Cs の流出が心配される。しかし、Cs が土壌と地表の有機物 (草木) に著しく固定されやすい特性からすれば、放射性 Cs の流出源は土壌被覆のある山や農地ではなく、土壌被覆のない市街地 (アスファルトや建物屋根) からの流出であると考えられる。この仮説を検証するために、ため池の底泥が 2011 年 3 月以降に上流から流入した Cs を、池に直接降下した Cs とともに蓄積していることに着目し、上流域が森林であるため池と上流域の土地被覆の大半がアスファルトと建物であるため池において、底泥に堆積している放射性 Cs の総量を測定して池に直接フォールアウトした量との比を求め、ため池への Cs の流入量 (上流域からの流出量) を比較した。また、この調査を可能にするために、シンチレーションサーベーターで池の底泥表面の Cs 濃度を現場の水中で測定しスキャンする方法を新たに開発した。

## 調査ため池

上流域が森林である二つの溜池 (M 市の O 池と南相馬市の Y 池) と、上流域の大半が市街地 (工場) でアスファルト駐車場と道路および建物で覆われ降雨排水が U 字溝を経て直接流入するため池 (M 市の H 池) を選んで、池の底泥に蓄積している放射性セシウムの総量と平均値を求める調査を、2012 年 12 月と 2013 年 2 月に行った。

## 測定装置と方法

水中の底泥の Cs 濃度 ( $F_{sed}$ ;  $Bq/m^2$ ) を、底泥をサンプリングして求めるのは容易でないため、シンチレーションサーベーターを用いて現場測定する方法を開発した。プローブのケーブル接続部をゴムチューブで防水して、先端に Fig.1 のような発泡スチロール製のアタッチメントを取り付けた。密度の小さい発泡スチロールにより、湖底に静置時に底泥表面とプローブとの間の水が排除されて、水による  $\gamma$  線の遮蔽がなくなり感度が上がる。池の平面上に格子状に測点を設けるために 5m または 10m 間隔で平行に湖面にロープを張って、ゴムボートをロープに固定しながらボートからプローブを湖底に降ろして、20 秒間の  $\gamma$  線入射数をカウントした。

一方、湖面にフォールアウトした Cs 濃度 ( $F_{fall}$ ;  $Bq/m^2$ ) は地上堤体部の土壌の表面濃度から得られるが、 $F_{sed}$  の測定と同じ測定器で周囲に水のある同じ条件になるように、水を満たしたビニールプールの中で  $F_{fall}$  を測定することで、両者の比  $F_{sed} / F_{fall}$  が得られるようにした。別途この地点で、キャリブレーション済み鉛コリメータ付きサーベーターで  $F_{fall}$  を測定して、水中底泥測定法のカウントを  $Bq/m^2$  に変換する定数を得た。

## 調査結果

Fig.2 に示す現場測定した底泥の放射性セシウムの濃度は、水深が深い地点ほど濃度が高い傾向があるが、測定地点によるバラツキが大きく、池全体の Cs 量と平均値を得るには、多点の測定が必要であることがわかる。

Table 1 に示す結果より、森林集水域ため池の底泥に蓄積している Cs 量 ( $F_{sed}$ ) は、池に降下した濃度とみなされる堤体土壌 ( $F_{fall}$ ) より約 15% 少なく、上流から池に流入した放射性セシウム放射より池から流出した量が多いことがわかる。フォールアウトの直後に、水中の Cs がプランクトン等に付着して底泥に沈降するまでの間に池から流出したと考えられる。一方、上流域の

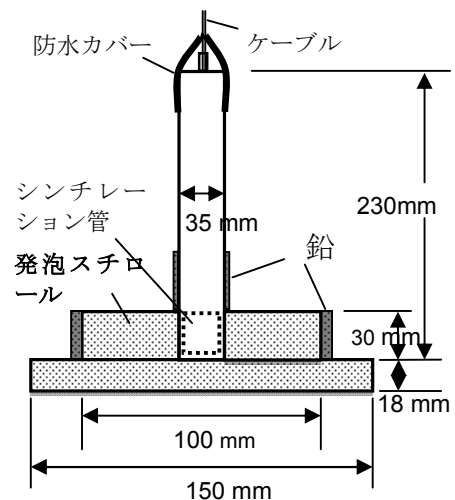


Fig.1  $\gamma$  線プローブ (HPI 社,5000 型) と水中底泥測定用アタッチメント。鉛は発泡スチロールの浮力に対する重りである。

大半がアスファルトと建物である H 池では、 $F_{sed}$  が  $F_{fall}$  の 4.8 倍であり、フォールアウト直後の池からの流出を考えれば、池に直接のフォールアウトした Cs の少なくとも 4 倍の Cs が上流域から流出して池に流入したことを示している。池の水の Cs 濃度を比較すると、底泥の表面濃度にはほぼ比例しているが、フォールアウトから 2 年を経た調査時点では十分に低濃度であり、流出負荷（濃度と流量との積）も Cs の自然崩壊に比べて十分に小さなレベルとなっている。

## 結論

本調査により、放射性セシウム水系への大きな流出は、福島県の河川流域の大半を占める森林（山）から生じたのではなく、アスファルトや建物で被覆された市街地から生じたことが示された。

Table.1 ため池の底泥に蓄積した放射性セシウム濃度の比較

謝辞：本調査について農村工学研究所の白谷栄作氏と久保田富次郎氏および南相馬市の除染対策関係の皆様へ情報提供とご協力をいただいた。また、池の水の Cs 分析は東大 RI 総合センターの野川憲夫先生に依頼した。

	森林ため池		市街地ため池
	O 池	Y 池	H 池
平均水深 [m]	3.00	1.27	2.00
池面積 [m <sup>2</sup> ]	5,850	7,580	1,770
流域面積* [m <sup>2</sup> × 100]	1700	(16000)	650
流域面積/池面積	29		37
底泥の平均 Cs 濃度**	<b>343</b>	<b>505</b>	<b>1680</b>
$F_{sed}$ [kBq/m <sup>2</sup> ]			
池に降下した Cs 濃度**	399	603	350
$F_{fall}$ [kBq/m <sup>2</sup> ]			
$F_{sed}/F_{fall}$	<b>0.86</b>	<b>0.84</b>	<b>4.81</b>
水の Cs 濃度 [Bq/L]			
懸濁態 + 溶存態	0.34	0.45	1.59
溶存態	0.12	0.20	0.93

\* 地形図から求めた。Y 池は地形が複雑急峻で流域面積を特定できないが、調査時の流量は O 池より少なかった。

\*\* 2011 年 3 月時点の放射能に換算

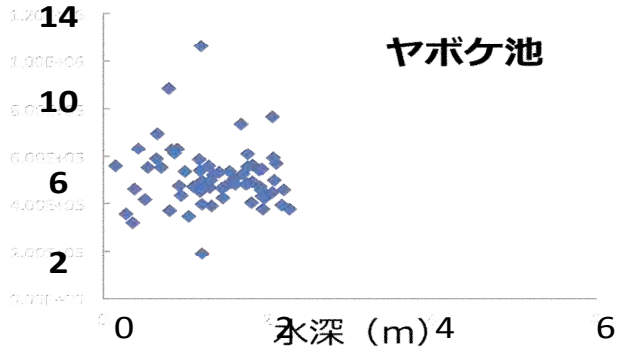
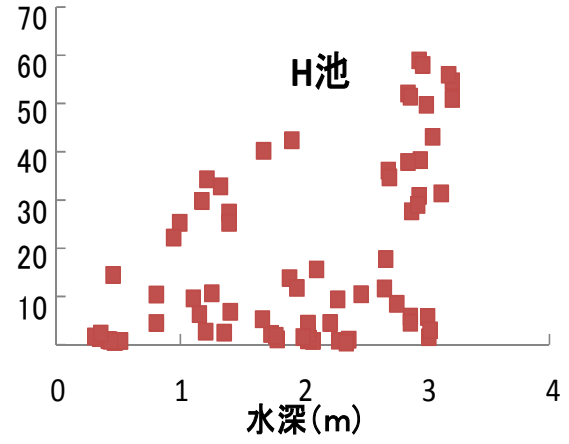
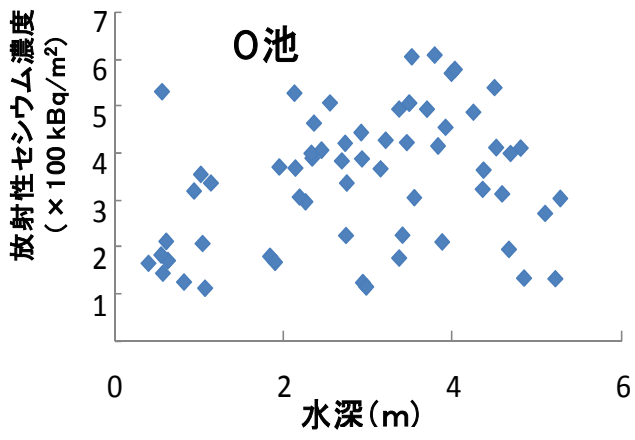


Fig.2 底泥の放射性セシウム濃度と水深との関係