

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25660188

研究課題名(和文)福島における放射性セシウムの土壤中の挙動・流出経路・稲への移行メカニズムの解明

研究課題名(英文) Radiocesium migration, effluence path to water system, and mechanizum of transfer to rice in Fukushima

研究代表者

塩澤 昌 (Sho, Shiozawa)

東京大学・農学生命科学研究科・教授

研究者番号：80134154

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：福島県の一部のため池や河川に放射性セシウム(Cs)濃度の高い底泥が堆積しているホットスポットがある。その流出源が、流域の大半を占める森林ではなく、市街地(アスファルトや建物屋根)であることを、ため池底質の濃度(F_{sed} ; Bq/m²)と湖面沈着濃度(F_{fall} ; Bq/m²)を測定しその比を土地被覆の異なるため池間で比較し、上流域が森林のため池では $F_{sed}/F_{fall}<1$ であったが、上流域の大半がアスファルトのため池では $F_{sed}/F_{fall}=4.8$ であったことから確認した。

研究成果の概要(英文)： In Fukushima there are Radiocesium (Cs) concentration hot spot, in some ponds, rivers in city, and Abukuma river. This research confirmed that the source of high concentration Cs from where Cs flowed out was not forest but city (asphaltic pavement and roof of buildings), by measuring sediment concentration (F_{sed} ; Bq/m²) in agricultural ponds and fallout concentration (F_{fall} ; Bq/m²) on the pond, and comparing the ratio F_{sed}/F_{fall} among three ponds of different land cover of those catchment. As the results $F_{sed}/F_{fall}<1$ for two ponds whose catchments are forest, indicating inflow Cs to the pond had been less than outflow Cs, however, $F_{sed}/F_{fall}=4.8$ for a pond whose catchments is mostly asphaltic pavement and building roof, indicating that large inflow of Cs (outflow from the catchment) had occurred.

研究分野：農地環境工学

キーワード：放射性セシウム ため池 土壌への固定 底質のセシウム濃度

1. 研究開始当初の背景

福島第一原発事故によって環境中に放出され福島県の農地・森林に沈着した放射性セシウムの土壤中の挙動、農作物への移行、水系への流出が心配された。セシウムは土壤に固定されて流出しにくい。しかし、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。その流出経路の解明が課題となった。

2. 研究の目的

福島のため池や河川へのCsの流出源が、上流域の大半を占める山の森林からの流出ではないかと考えるのが自然であり、森林からの流出が心配された。しかし、Csが土壤に強く固定されやすい特性からすれば、放射性Csの流出源は土壤被覆のある山や農地ではなく、土壤被覆のない市街地(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、ため池の底質には2011年3月以降に上流から流入したCsが、池に直接降下したCsとともにプランクトンや粘土粒子に固定されて沈降し底泥に蓄積していることに着目し、水底の底質の単位面積当たりのCs平均濃度(F_{sed} ; Bq/m^2)を測定し、2011年3月の湖面への沈着(F_{fall} ; Bq/m^2)との比 F_{sed}/F_{fall} を求め、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ついてこの比を比較することにした。

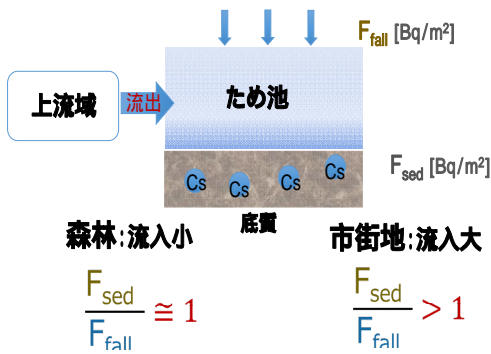


図1 ため池の底質平均濃度 F_{sed} と湖面沈着濃度 F_{fall}

3. 研究の方法

調査したため池は、上流域が森林である二つの溜池(本宮市の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(本宮市のH池)である。H池は農水省のため池調査で底泥のセシウム濃度が10万 Bq/kg を超える高い値を示した池で、O池はこのH池と上流域が分水嶺で接した近接した池であるが、H池と違って上流が森林で市街地がない。

ため池の底質をサンプリングして持ち帰ってCs濃度を測定することは、底質のサンプリングが容易ではない。さらに地上の土壤と違って、Csを固定したプランクトン等が水中で沈降する過程で水平方向に移動して場所による著しいCs量のバラツキが生じているため、ため池全体の平均値 F_{sed} の信頼できる値を得るには、一つのため池について格子状の多点測定が必要となる。そこで、現場で底質のCs濃度を測定する方法を新たに開発した。NaIシンチレーションサベーター(HPI社,5000型)のコネクタ部分を防水し、シンチレーション管と底質の間の水を排除するためのアタッチメントを取り付けて底質のCs濃度を測定できるようにした(図2)。

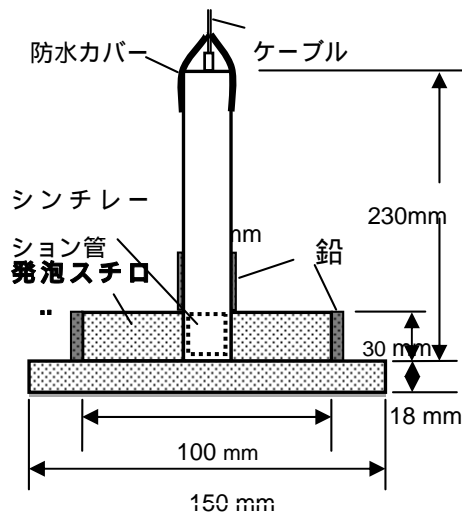


図2 シンチレーションプローブと水底Cs測定用アタッチメント。発泡スチロールで水を排除して感度を上げるとともに、水底で直立させる。鉛は浮力に対する重りである

現場測定においては、測量によって格子状の側線を決めて岸に杭を打ち、ロープを張ってゴムボートを格子点に固定して、プローブを湖底に下して測定した。一方、湖面の沈着濃度 F_{fall} は地上堤体部の土壤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で測定するために、水を満たしたビニールプールを地表に置いてその中で F_{fall} を測定することで両者の比 F_{sed}/F_{fall} が正確に得られるようにし、同時に測定値(cpm)を Bq/m^2 に換算するキャリブレーション定数も得た。

4. 研究成果

現場測定した底質の放射性セシウムの濃度は、図3のように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。

調査の結果を表1に示す、森林集水域ため池では、2つのため池で F_{sed}/F_{fall} の値が0.85である、底泥に蓄積しているCs量(F_{sed})は、

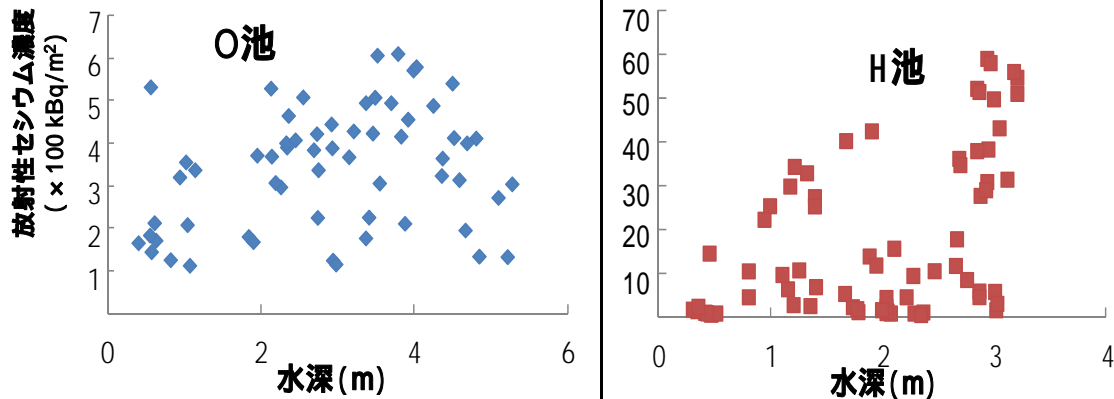


図3 ため池底質のCs表面濃度と測点水深との関係(2012年12月現場測定)。測定点を、O池では10m、H池では5m間隔の格子点とし、サーベーターをボートから下して測定した。

表1. ため池底質Cs濃度(F_{sed})、湖面沈着濃度(F_{fall})とその比。 F_{fall} はため池周囲の土壌表面濃度を現場測定した。

	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 ²]	5,850	7,580	1,770
流域面積* [m ² × 100]	1700	(1600)	650
流域面積/池面積	29		37
底質の平均Cs濃度			
F_{sed} [kBq/m ²]	343	505	1680
池に降下したCs濃度			
F_{fall} [kBq/m ²]	399	603	350
F_{sed}/F_{fall}	0.86	0.84	4.81
水のCs濃度 [Bq/L]			
懸濁態 + 溶存態	0.34	0.45	1.59
溶存態濃度	0.12	0.20	0.93

池に降下した濃度とみなされる堤体周辺土壌(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かった。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、上流域の大半がアスファルトと建物であるH池では、 $F_{sed}/F_{fall}=4.8$ で、 F_{sed} が F_{fall} の約5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、 F_{sed} にほぼ比例している。

本調査により、放射性セシウムの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。アスファルトやコンクリートや建物屋根は土壌と違ってCsを固定しにくく流出しやすいのである。著者が各地で測定したアスファルト表面濃度は隣接の土壌表面濃度より約50%低く、沈着直後(2011年夏まで)の降雨で洗い流されたと考えられる。周辺の沈着濃度に比べて高濃度にセシウムを蓄積して問題になっているため池はいずれも、周囲がアスファルト道路やコンクリートでその雨水が流入する市街地の中のため池である。また、福島県ならびに周辺の都市の下水汚泥のCs濃度が高いことが問題となっているが、これもアスファルト等の土壌でない人工物に沈着して洗い流されたものである。農業用水路内のCsも、大部分は河川から流入したのではなく、用水路内に沈着したCsと用水路に沿うアスファルト道路から流出して水路に流入したセシウムが水路内の土砂に固定されたものと思われる。

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1件)
塩沢昌(2016)放射性セシウムの土壌中の挙

動と水系への流出,農業農村工学会誌、2016、
84-6,p.36-31

〔学会発表〕(計 3件)

1. 塩沢 昌,山野泰明,小谷駿太郎,小野勇治
「放射性セシウムの地表面濃度の簡易な測定法
と応用」,2014年度農業農村工学会大会講演会講
演要旨
2. 「放射性セシウムの土壌中の挙動と水系への
流出」、学術会議福島ワークショップ 2015年8
月22日 福島市
3. 「放射性セシウムの添加による土壌への固定
状態の経時変化」 2016年3月24日, 研究科
放射能汚染研究報告会、弥生講堂

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

塩澤 昌(Sho, Shiozawa)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号：80134154