

# 福島県白河市南湖における底質・水生植物の放射性セシウム濃度の分布特性

日本大学工学部 土木工学科 非 ○落合真之

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

福島県白河市にある南湖公園は国の史跡名勝に指定され、親水活動の場となっている。しかし、2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の放出により公園利用者等への影響が懸念され、放射性Csの管理方法の検討が求められている。本研究では、南湖の底質と水生植物の放射性Csの分布特性を把握し、今後の南湖の放射性Csの管理の基礎資料を得ることを目的とする。

## 2. 調査方法

2014年8月22日に湖内18地点(図-1)を対象とした底質、水生植物の平面分布調査を行った。底質はエクマンバージ採泥器を用いて採取し、表層0~3cm層を切り取り、分析試料とした。水生植物は1m×1mの範囲で採取した。2014年10月2日に流下方向の3地点(II-1、II-3、II-5)、2013年に高濃度を示したIV-6、2014年に高濃度を示したIV-1の計5地点の鉛直分布調査を行った。底質の採取は、不攪乱柱状採泥器を用いて行い、0~24cmを3cmごとに切り分けて分析に用いた。

底質・水生植物の放射性Cs濃度はゲルマニウム半導体検出器で測定した。水生植物は種類別に分けて分析した。また、水生植物表面の付着物の影響を把握するため、採取した水生植物を水道水で洗浄した試料の放射性Cs濃度も測定した。さらに南湖で優占的に繁茂しているヒシを部位別(葉、茎、水中根)に分けた試料も分析し、放射性Csの蓄積部位を検討した。なおCs-134は検出限界以下の試料があったため、Cs-137のデータを用いて検討した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 底質表層のCs-137濃度の平面分布特性

2013年<sup>1)</sup>と2014年における底質表層のCs-137濃度の平面分布を図-2、図-3に示す。両年共に流入部のある西側で高く、流出部のある東側で低い傾向がみられる。しかし、2013年では北東部、2014年では南東部で局所的に高い値が確認された。これらは通年では確認されていないことから極狭い範囲で高濃度のCs-137が底質に蓄積していたものと考えられる。

底質表層の平均Cs-137濃度は、2013年では2.7kBq/kg、2014年では3.1kBq/kgであり、F検定とt検定を行った結果、有意差はなかった( $p>0.05$ )。従って、底質表層の放射性Cs濃度を低減させる場合、浚渫や覆砂等の対策が必要と考えられる。

### 3.2 底質のCs-137濃度の鉛直分布特性

2014年10月の底質Cs-137濃度鉛直分布を図-4に示す。全地点において表層で高く、深層で低い傾向があったが、地点により特徴が異なった。II-3、IV-1、IV-6は表層が最も高く、深くなるほど低くなり15cm以深は数十から数百Bq/kgであった。一方、II-1では6~9cm層、II-5では15~18cm層に最大値があり、深さ20~25cm程度まで数千Bq/kgであった。II-1は流入部に位置しており、流入水に含まれるCs-137が蓄積している可能性がある。また、流入水の影響による擾乱も考えられる。一方、II-5は流出部に近い地点であることから、Cs-137を含む枯死した水生植物が流れ着いて堆積

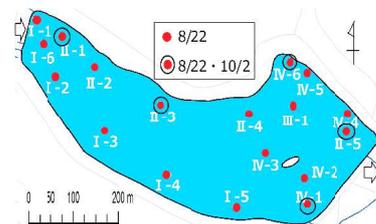


図-1 2014年度の調査地点

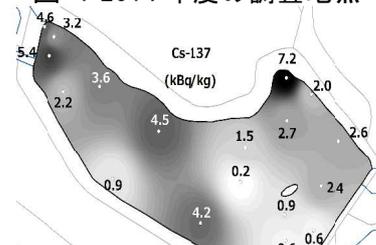


図-2 2013年8月底質のCs-137濃度分布

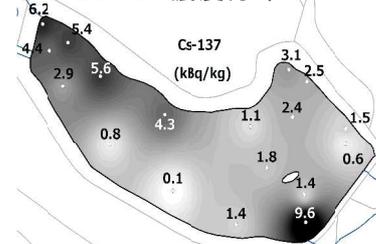


図-3 2014年8月底質のCs-137濃度分布

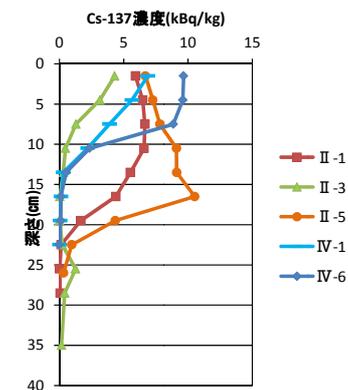


図-4 底質のCs-137鉛直濃度分布

キーワード: 放射性セシウム、底質、水生植物

連絡先: 〒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 TEL 024-956-8724

した可能性はあるが、同じく流出部に近いIV-1ではCs-137の蓄積している層は薄く、異なる傾向であった。よって、Cs-137の鉛直分布の要因を明らかにするには湖内流動、底質の擾乱等について把握する必要があると考えられる。

### 3.3 植物体と付着物のCs-137濃度の関係

水生植物体と植物体表面の付着物に由来するCs-137濃度を図-5に示す。洗浄前の状態では、全5試料が300Bq/kg~400Bq/kgと概ね同程度であったが、洗浄することでCs-137濃度は低下し、浮葉植物よりも沈水植物のほうがより低下した。沈水植物の方が水に接する比表面積が大きいので、表面の付着物も大きくなり、その寄与が大きくなったものと考えられる。

部位別のヒシとそれらの付着物に由来するCs-137濃度を図-6に示す。Cs-137濃度は、水中根で900Bq/kg以上と他の部位の3~4倍と高い値を示した。また、付着物由来のCs-137濃度はヒシ全体では40%であるが水中根では60~70%であった。水中根は栄養と共にCs-137を吸収し、他の部位よりも高濃度で蓄積していたと推測される。また、水中根は羽状であるため、土粒子や生物膜が付着しやすく、付着物由来のCs-137濃度が高くなったと考えられる。

### 3.4 底質から水生植物へのCs-137移行係数

底質からの水生植物へのCs-137移行係数を図-7に示す。移行係数は、植物(乾燥重量)のCs-137濃度÷土壌(乾燥重量)のCs-137濃度とする。農作物の移行係数(イネ:0.0016~0.0033、葉菜類:0.049、キャベツ:0.026、果菜類:0.029、パレイシヨ:0.02~0.03)<sup>2)</sup>と比較すると、南湖に生息している水生植物は0.05~0.47%であり地上の農作物よりも移行係数が高いことが分かる。また、陸稲が0.033~0.049%、水稲が1%前後と、水稲のほうが著しく高いという報告<sup>3)</sup>があるため、放射性Csの移行係数は陸上より水中のほうが高くなる可能性が考えられる。一方、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>は植物の根によるCs吸収を抑制する効果は小さいが、土壌からCsを溶出させる効果はカリウムよりも大きいという報告<sup>4)</sup>がある。南湖の底質には有機物が多く、湖水低層付近ではDO濃度が低く、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>が発生しやすい状況である。よって、発生したNH<sub>4</sub><sup>+</sup>とCs-137が入れ替わって水生植物に吸収されているものと推測される。

## 4. まとめ

(1) 2013年と2014年の平均Cs-137濃度に有意差はなかった。底質表層の放射性Cs濃度を低減させる場合、浚渫や覆砂等の対策が必要である。(2) Cs-137の鉛直分布は、全地点において表層で高く、深層で低い傾向があった。(3) 水生植物体と植物体表面の付着物に由来するCs-137濃度は、浮葉植物よりも沈水植物の方が高くなっていた。これは、沈水植物の方が水に接する比表面積が大きいので、表面に付着するCs-137が多かったと考えられる。(4)底質から水生植物へのCs-137移行係数は、地上の農作物よりも高くなっていた。底質に含まれる有機物の分解によりNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が生じ、底質に吸着しているCs-137と置き換わり、植物の吸収しやすい溶存態Cs-137が増えた可能性がある。

参考文献 1)手塚公裕, 長林久夫, 古河幸雄, 中野和典:白河市南湖における底質と水生植物の放射性セシウムの分布特性, 平成26年度第57回日本大学工学部学術研究報告会講演要旨集, pp.29-32, 2014. 2)日本土壤肥料学会HP: <http://jssspn.jp/info/secretariat/cs.html>, 原発事故関連情報(2)セシウム(Cs)の土壌でのふるまいと農作物への移行(2013改訂), 2014年1月23日閲覧 3)天正清, 葉可霖, 三井進午:水稲及び陸稲による土壌よりの<sup>137</sup>Cs及びKの吸収と作物体内の分布, 日本土壤肥料学雑誌, 第30巻, 第6号, pp.253-257, 1959. 4)山口紀子ら:土壌-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因, 農業環境技術研究所報告第31号, p.p.92-94, 2012

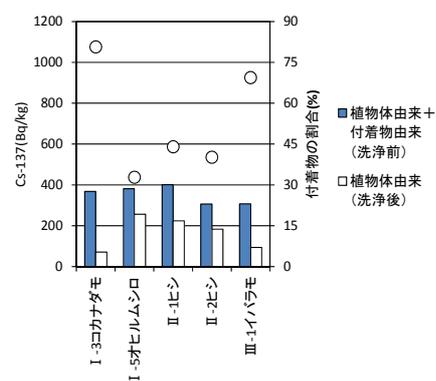


図-5 植物体と付着物のCs-137濃度

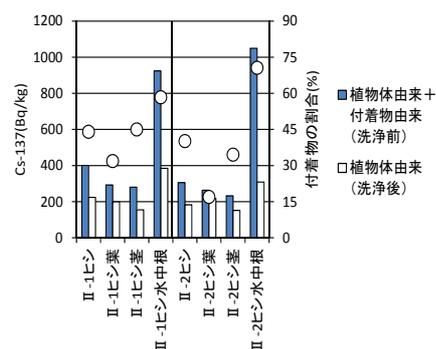


図-6 部位別のヒシの植物体と付着物のCs-137濃度

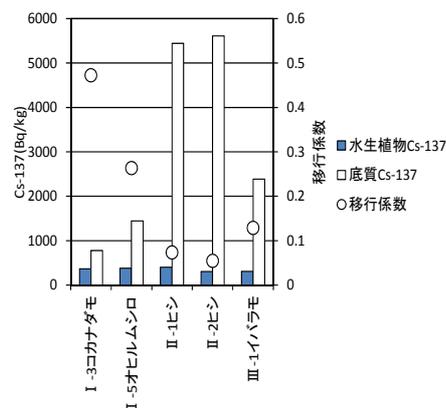


図-7 底質から水生植物へのCs-137移行係数