

# 手賀沼における魚類の放射能汚染状況の実態把握

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻  
東京理科大学理工学部土木工学科

学生員 橋田 創  
正会員 二瓶 泰雄

## 1. 序論

福島原発事故の影響により、大量の放射性物質が飛散し、広範囲にて放射能汚染が確認されている。飛散した放射性物質は地上に沈着し、雨水と共に河川・湖沼へ流出している。その結果、水域の底泥中の放射能汚染のみならず、魚類などへの移行も福島県のみならず関東地方の湖沼や海域にて報告されている。放射性セシウムの魚類への移行過程としては、図1に模式的に示すように、「採餌」やエラを通じた「吸入」、「浸透圧」(淡水のみ)が挙げられる<sup>1)</sup>。また、放射性セシウムは粘土鉱物との結合が強いことから、「吸入」過程では懸濁態無機物は体内で吸収されず<sup>2)</sup>、懸濁態有機物や溶存態の形で放射性セシウムが体内に移行される。しかしながら、魚類への放射性物質の移行過程は十分分かっておらず、上記の「採餌」、「吸入」、「浸透圧」の寄与率については不明である。また、放射性セシウムの生物学的半減期はニジマスの場合には55日と物理学的半減期と比べて非常に短いにも関わらず、魚類の放射能汚染は長期化しており、魚類の放射能汚染の実態やその素過程を把握し、何らかの対策を講じることは喫緊の課題である。そこで本研究では、流域にホットスポットを抱え、底泥や魚類の放射能汚染が報告されている千葉県手賀沼を対象として、魚類(主にコイ)の放射能汚染の実態や推移を明らかにすると共に、水底質環境調査を行い、水環境と魚類の放射能汚染状況を比較する。また、魚類への放射性物質の移行過程の一つである「吸入」の影響を調べるために、室内試験を実施する。

## 2. 研究方法

(1) 観測サイト：対象サイトの手賀沼は総面積 3.69km<sup>2</sup>、容積 320 万 m<sup>3</sup>、平均水深 0.86m の極浅い湖沼であり、流域にはホットスポットとなる柏市や流山市等を抱える。手賀沼や流入河川(大堀川、大津川)では 1 万[Bq/kg]程度の放射性セシウム濃度が確認されている。また手賀沼ではモツゴの放射性セシウム濃度が 115.3[Bq/kg]と出荷制限の基準値を越える値が千葉県内で初めて検出された(2011年11月)。

(2) 現地観測概要：魚の採取を釣りか投網により実施し、対象魚類はコイ (*Cyprinus carpio*) とワタカ (*Ischikauia steenackeri*) とした(体長 40~60cm)。採取地点は、大堀川河口(Stn.1)と手賀沼西側(Stn.3)、東側(Stn.4, 5)である(図2)。採取日は2012年7月(Stn.1, 3, 5)、9月(Stn.1, 3, 4)、2013年1月(Stn.4のみ)である。また、底質調査として、大堀川1点と手賀沼7点にてコアサンプルを採取し、放射性セシウム濃度の鉛直分布計測が行われた結果<sup>3)</sup>と共に、セディメントトラップ(Stn.2にて設置)に沈降土砂の放射性セシウムを計測する。さらに、河川から沼の底泥動態を把握すべく、光学式濁度計(Compact-CLW, JFE アドバンテック(株)製)を2012/7/10からStn.1, 2に設置した。

(3) 室内分析：本学に持ち帰った魚を捌いてフードプロセッサーで粉碎し、NaI(Tl)シンチレーション検知器を搭載している高感度ベクレルモニター(AT1320, ATOMTEX社製)により<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csを計測した。計測用に魚の部位としては、主に筋肉とし、一部のみ内臓や卵、骨を含む全てを対象とした。

(4) 実験：高い放射性セシウム濃度の有機態懸濁物の吸入が魚類の放射能汚染に及ぼす影響を調べるために、水槽内(100[L])を攪拌させて高濁度水(目標SS:800mg/L, Cs濃度:7000[Bq/kg])を作り、そこに体長10cmのコイを放流した。飼育開始から7, 14日後にコイを回収し、放射性セシウム濃度を計測した。

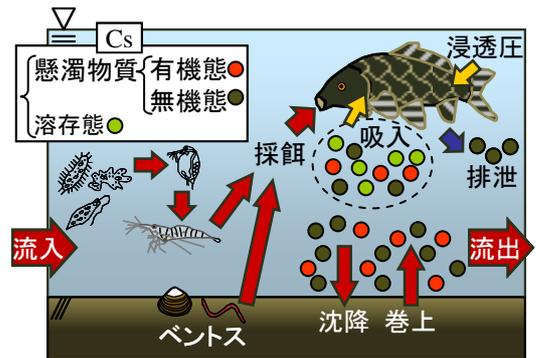


図1 放射性セシウムの魚類への移行過程

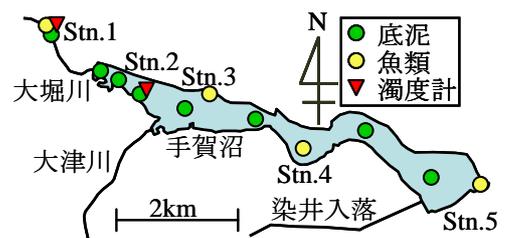


図2 観測サイト(手賀沼, 大堀川)

キーワード：Cs<sup>134</sup>, Cs<sup>137</sup>, 魚類, 放射能汚染, 手賀沼

連絡先 : 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL : 04-7124-1501 (内線 4069) FAX : 04-7123-9766

### 3. 結果と考察

(1) 魚類の部位別の放射性セシウム汚染状況：魚の放射性セシウム汚染状況に関する基本特性を把握するために、魚の部位毎の放射性セシウム濃度 (=  $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ ) を比較したものを図3に示す。ここでは、全体と筋肉部 (2012/7, Stn.3), 筋肉・内臓・卵 (2013/1, Stn.4) の結果を比べており、魚種はいずれもコイである。まず、全体と筋肉部を比べると、両者は概ね同程度であり、次節以降の分析には、筋肉部のみの結果を用いる。また、筋肉部と内臓、卵の結果を比べると、筋肉部が最も高く、一般的な知見と同じである。また、卵も 92.4[Bq/kg]と高くなっており、これは放射能汚染が次世代に継続されることを意味し、同汚染の長期化が推測される。内臓における放射性セシウム濃度は相対的に低い。魚の採餌活動が停滞する冬期に採取した影響も含まれる。

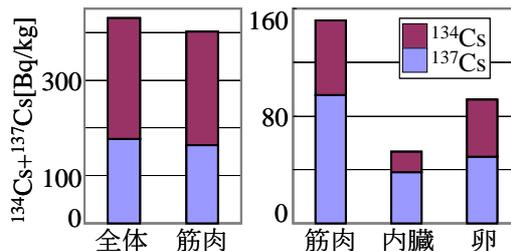


図3 部位別の放射性セシウム濃度の比較 (左は2012/7, Stn.3, 右は2013/1, Stn.4)

(2) 魚類と底質の放射性セシウム汚染状況の空間分布：魚類の放射能汚染状況の実態や他の環境要因との関係を把握するために、大堀川と手賀沼西・東側での魚類と底泥表層における  $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$  を比較したものを図4に示す。ここで、魚に関しては1回目 (2012/7), 2回目 (2012/9), 3回目 (2013/1) の結果として、魚種に関わらず平均した結果を、底泥については2012/10の表層10cmの結果を、それぞれ表示する。これより、魚類としては、いずれも出荷制限 (=100[Bq/kg]) を上回っており、特に大堀川や手賀沼西側では 400[Bq/kg]を越える値が記録されている。底泥に関しては、沼西側が高く、東側や大堀川は相対的に低い。これより、沼内では魚類と底泥の放射能汚染状況は対応しているが、大堀川は異なっている。この状況をより詳細に把握するために、大堀川と沼西側 (Stn.2) の表層・底層における濁度の時系列変化を図5に示す。ここでは、24h 移動平均の濁度データと共に、大堀川の水位を表示する。これより、出水時に濁度がやや上昇しているものの、それ以外の時にも濁度が増減している。この期間全体の平均値としては、大堀川、沼表層、底層でそれぞれ 8.7, 13.1, 15.8[FTU]である (図6)。以上より、大堀川では相対的に低濁度かつ低 Cs 濃度であり、魚類の放射能汚染には濁質以外の影響が大きいものと考えられる。

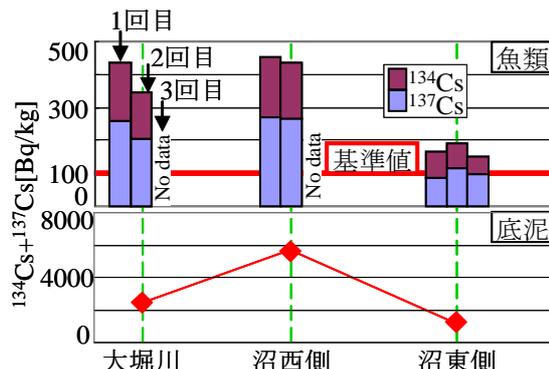


図4 魚類 (上) と底泥 (下) における  $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$  の空間分布 (底泥は2012/10のデータ)

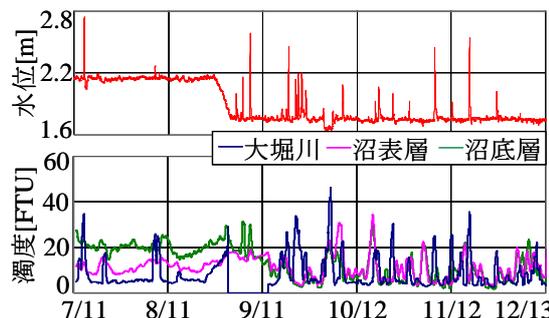


図5 各地点における濁度の時系列変化 (2012/7/11~12/13, 24h 移動平均)

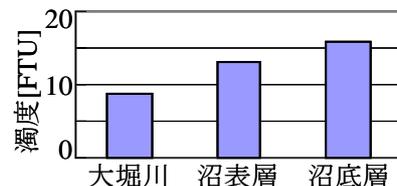


図6 全期間の濁度平均値 (沼の値は Stn.2 の結果)

(3) 懸濁物質吸入が魚類の放射能汚染へ及ぼす影響：沼 (Stn.2) で採取された IL=15%の有機質底泥で作られた濁水実験の結果、魚類からの放射性セシウムは実験開始 7, 14 日後共に検出限界以下となった (表1)。以上より、有機物を多く含む懸濁物質を吸入しても魚類の放射性セシウム汚染は起こらず、濁質吸入の寄与は小さいことが示された。そのため、手賀沼における魚類の放射能汚染は採餌による影響が大きく、今後、魚類の餌の放射能汚染状況を調査する必要がある。

参考文献：1) 笠松不二男：海産生物と放射能—特に海産魚中の  $^{137}\text{Cs}$  濃度に影響を与える要因について—, RADIOISOTOPES, Vol.48, pp.266-

282, 1999, 2) 吉田勝彦：水産物の放射能汚染をどうみるか, 日本農学アカデミー会報, Vol.16, pp.17-48, 2011, 3) 二瓶泰雄ら：都市流域—河川—湖沼における放射性セシウム  $^{134}$ ,  $^{137}$  の動態 ~手賀沼流域を例に~, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.69, No.4, I\_1693-I\_1698, 2013

表1 飼育実験結果

日数	単位:[Bq/kg]		
	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	合計
0	<25.5	<30.3	<55.8
7	<22.6	<26.1	<48.7
14	<22.6	<26.7	<53.3