

## 【5ZB-1201】群馬県に降下した放射性セシウム の動態解析と将来予測

(H24～H25；累計予算額 27,651千円)

角田 欣一（群馬大学）

### 1. 研究実施体制

- (1) 群馬県内の放射性セシウムによる土壌汚染と湖沼および渡良瀬川水系汚染の実態解明（群馬大学）
- (2) 湖沼および河川生態系における放射性セシウムの動態解析（群馬県水産試験場）
- (3) 赤城大沼湖沼生態系の物質循環に関する研究（(独) 国立環境研究所）
- (4) 放射性セシウム汚染の将来予測（武蔵大学）

### 2. 研究開発目的

本研究では、①群馬県内に降下した放射性セシウムによる汚染の実態を把握する、②赤城大沼および対照となる水系について、放射性 Cs 汚染の生態系への影響を総合的に解析しその原因究明および将来予測を行う、の二つの研究課題を設定し、これらに関する基礎データを行政の協力も得つつ取得することを第一の目的とした。さらに、これらのデータをもとに、赤城大沼について、その放射性セシウム汚染の将来予測を行うことにした。

### 3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

#### (1) 科学的意義

- ・溶出する可能性のある放射性Csの化学形態別割合 (F1+F2) は1～10%程度であり、放射性Csは今後溶出する可能性が極めて低く、周辺環境に対する影響はほとんどないことが予測される。
- ・赤城大沼に生息するプランクトンに含まれる安定同位体Cs及び放射性Csは、可溶性形態 (F1 + F2) が湖底質及び周辺土壌よりも高い割合であることがわかった。このことからプランクトンは赤城大沼に生息するワカサギの放射性Cs濃度に関連があることが示唆された。
- ・測定された群馬県内に降下した放射性セシウム量は文部科学省の実施した航空機モニタリング調査で示された値と整合し、また赤城山一帯に降下した放射性セシウムは群馬県下のほかの山間部に降下した放射性セシウムと同程度であった。
- ・赤城大沼および群馬県内の対照湖沼に生息する魚類、水生植物、プランクトンなどの水生生物の放射性セシウムレベルを測定しその実態を明らかにした。特に、赤城大沼のワカサギについては、詳細な濃度測定を実施して経年変化を調べたところ、2011年8月から2012年9月までは急激な減少傾向を示したが、それ以降は漸減傾向を示している。また、湖の全循環期である10～11月にワカサギの放射性セシウム濃度の上昇を確認した。
- ・赤城大沼の湖水、赤城大沼への流入河川、湧水、さらに対照湖における湖水の放射性セシウムレベルを測定したところ、赤城大沼の放射性セシウムレベルは、他の試料に比べて現在も一桁

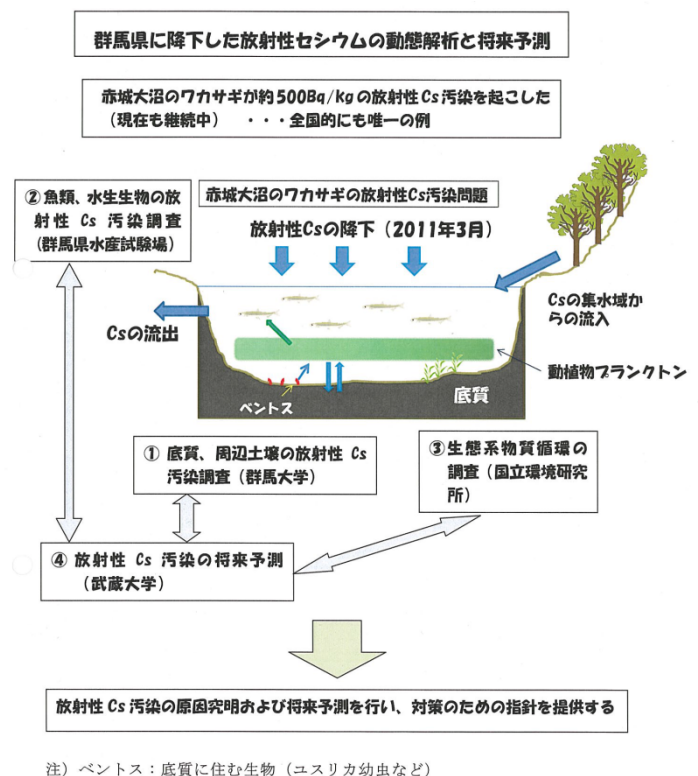


図 研究のイメージ

高レベルであった。また、赤城大沼において水深別の放射性セシウム濃度の測定を行ったところ、水温躍層が形成される時期は、低層が高レベルになることが明らかとなった。

- ・湖沼水質・プランクトン組成調査・粒度分布調査を行い、深度別、季節別の懸濁物質質量 (ss)、プランクトン量、沈殿量を明らかにした。
- ・動植物プランクトン、底生動物および魚類の窒素・炭素安定同位体比測定、および胃内容物解析により、ワカサギの食物網を解明した。その結果、ワカサギは主にプランクトン由来の餌を食べ、さらに底泥の影響は少ないことが分かった。これはワカサギの採餌のハイスピードカメラによるビデオ撮影によっても裏付けられた。
- ・大沼底質と湖水による実験水槽実験を行い、安定Cs、K、また、ゼオライトなどを添加し、その生態系への効果・影響を評価した。その結果、カリウム添加は藻類が予想より減少し貧栄養湖化し、安定Cs添加すると藻類が増加して富栄養化する懸念があることが判った。
- ・湖水に関し、経年変化としての放射性セシウムの減少の傾向がはっきりと認められた。湖水への放射性セシウムの付加はほとんどなく、降水や流入水による希釈により、放射性セシウムがゆっくりと減少しているとみられる。

## (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

○汚染は継続中

赤城大沼のワカサギの放射性セシウムレベルは、2014年3月の段階で、食品の規制値 100 Bq/kg をわずかに下回る～80 Bq/kg であるが、出荷自粛要請は解除されず汚染問題は継続している。遊漁者は例年の3分の1程度であり、地元の経済的被害も継続中である。当初汚染が見出された福島県檜原湖や県内の榛名湖を除く他の湖沼においては、ワカサギの放射性セシウム汚染は既にほぼ解消している一方、赤城大沼はじめ榛名湖、中禅寺湖（栃木県）、沼澤湖（福島県）などの閉鎖性の強い湖沼では、ワカサギやヒメマスなどの汚染がむしろ顕在化し、本問題が普遍的な現象であることが明らかになっている。

○湖沼の閉鎖性が原因

赤城大沼湖水中の全放射性セシウムレベルは、2013年12月で～0.11 Bq/kg を示している。これは2011年の約半分のレベルであるが、他の水系の10倍以上のレベルである。また、ワカサギの放射性セシウムレベルと湖水レベルは高い相関を示した。これは湖水→植物プランクトン→動物プランクトン→ワカサギの食物連鎖（濃縮係数～1,400倍）によりワカサギの高レベル汚染が生じているためである。一方、湖水レベルがゆっくりとしか減少しない原因は、赤城大沼の閉鎖性、すなわち、湖水の平均滞留時間が約2.3年であることによると考えられる。本研究により、集水域からの流れこみ、湖底質への沈降、湖底質からの再溶解プロセスは、放射性Csの湖水レベルに大きな影響を与えず、湖水からの放射性Csの流出（すなわち、流入水による希釈効果）だけで湖水レベルがほぼ決まっていることも明らかとなった。

○汚染は解消するが長期間を要する。

前節の結論により、赤城大沼の放射性Csの湖水レベルはゆっくりだが、着実に減少していく。それに伴って、ワカサギ中の放射性Csは、季節変動を繰り返すものの減少していくことが予想される。したがって汚染は徐々に解消していく。しかし、湖水の放射性Csの減衰速度は、半減期で表すと1.6年程度であり、汚染はしばらく継続すると予想される。一方、その減衰を早めるためには、湖内の放射性Csの循環を断ち切る方策が必要である。さらに、本研究により、閉鎖系湖沼の汚染状況の把握と将来予測には、湖水の放射性Cs濃度と水の平均滞留時間が最もよい

パラメーターとなることが分かった。

#### 4. 委員の指摘及び提言概要

赤城大沼のワカサギの Cs 汚染の実態とメカニズムを明らかにしたことは高く評価される。特に、湖水の放射性 Cs の減衰は主に流入水による希釈効果で決まり、水の平均滞留時間に依存すること、また、魚類等の放射性 Cs 汚染は湖水の汚染度に依存すること、などを明らかにし、他の湖沼における研究や対策に対する波及効果も大きいと考えられる。しかし、行政側にどのような知見をどのような方法で提供してゆくべきかの工夫がされていない。

#### 5. 評点

総合評点：A