

琵琶湖水から分離した *Bosea* sp. (BIWAKO-01 株) を用いた メタロゲニウム粒子の生成環境について

* 古田世子, 藤原直樹, 一瀬諭 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
宮田直幸 (秋田県立大学・生物)

1. はじめに

琵琶湖におけるメタロゲニウム粒子の観測は、1992年に南湖の浚渫跡地(086地点)で宮島が初めて行った¹⁾。その後2002年11月に北湖で初めて今津沖中央地点水深約90mで、メタロゲニウム粒子が観測された²⁾。それ以降ほぼ毎年夏から冬にかけて溶存酸素濃度(DO)の低下に伴いメタロゲニウム粒子が観測されるようになった。

メタロゲニウム粒子とは、底層部が貧酸素化する成層湖において出現することが広く知られておりその主要成分はマンガンを、DOの低下により底層部から溶出したマンガンを酸化細菌等の微生物が酸化することで生成するものと考えられている。

我々は、既に琵琶湖水を用いた混合培養による、メタロゲニウム粒子の生成を報告しており³⁾、この培養系を用いてメタロゲニウム粒子を生成する単離株(BIWAKO-01株)を分離している。そこで、このBIWAKO-01株を用いて、DOやpH等のメタロゲニウム粒子生成環境について知見を得たので報告する。

2. 培養方法および観察方法

培養に用いた湖水は、琵琶湖北湖今津沖中央地点において水深別に、0.5, 5, 10, 15, 20, 40, 60, 80, 90mの採水を行い、宮島の培地¹⁾によりマンガンを10倍としたM3培地を用いて培養した。

また、この培養を繰り返すことでBIWAKO-01株を単離した。

M3半流動培地(M3培地の寒天量を0.5g/Lとした)を用いて培養を行い、メタロゲニウム粒子生成とDOおよびpHの経時変化について観察を行った。

3. 結果

M3半流動培地にBIWAKO-01株を植え付け、1週間培養を行うと、培地表面から2~4cmに白濁層ができ、3週間後には、白濁した部位が茶色に変化しマンガンを酸化層(Mn: 2.4±0.6mg/L)が確認さ

れた。この部分の溶存酸素濃度は3.5±1.2mg/L、pH7.0±0.2であった。4週間後は、茶褐色のマンガンを酸化層(Mn: 28.6±3.1 mg/L)が厚くなったが、DOは、3.9±1.9mg/LでpH6.6±0.1と3週間後の値とほぼ変わらなかった。しかし、5週間後になると、マンガンを酸化層(Mn: 68.0±6.9 mg/L)は非常に厚くなり、DOは、2.0±0.7mg/Lで、pH5.6±0.1と共に低くなった。

4. 考察

M3半流動培地にBIWAKO-01株を植え付けると菌体の発育とともにDOが低下し、培養3週間でメタロゲニウム粒子が生成されはじめた。培養5週間になると、マンガンを酸化によるメタロゲニウム粒子の生成が急激に起こり、DOおよびpHも低下していた。M3半流動培地にはpH調整剤として、NaHCO₃(500μM)の添加をしていたためか、培養4週間までは、pHは中性であったが、培養5週目に入るとpHが弱酸性となり、1週間という短い期間で2倍以上のマンガンを酸化物が生成されていたことから、メタロゲニウム粒子の生成にはDOだけではなくpHも関与していることが推察された。

参考文献

- 1) Miyajima, T. (1992): Production of Metallogenium-like particles by heterotrophic manganese-oxidizing bacteria collected from a lake. Archives of Microbiology, 158,100-106.
- 2) 一瀬諭ほか(2006): 琵琶湖深層部の微生物由来のマンガンを酸化物構造体 Metallogenium の発生。用水と廃水 vol.48 No.5 71-79
- 3) 古田世子ほか(2008): 琵琶湖水から採取培養したマンガンを酸化微生物 Metallogenium の発育形態について, 陸水学雑誌 vol.68 No3, 433-441

謝辞 本研究の一部は、住友財団環境研究助成および科学研究費助成事業基礎研究(B)により助成を受け実施した。ここに記して謝意を表す。

琵琶湖深水層における植物プランクトン生物量に対する *Synechococcus* の寄与

*高巢裕之 (東大・大気海洋研)、潮雅之 (龍谷大・理工)

Jessica E. LeClair (京大・生態研)、中野伸一 (京大・生態研)

1. はじめに

沖合生態系において、植物プランクトンによる一次生産の大部分は、呼吸、細胞外有機物、摂食および溶菌による死滅、沈降、細胞死によって消失する。一般的に、小型のピコ植物プランクトン (<2.0 μm) は、単体では沈降せず、大型の植物プランクトンに比べて動物プランクトンに摂食され易いため、深水層への有機物輸送にはほとんど関与していないと考えられてきた (Reynolds 2006)。しかし近年、海洋において、大型粒子への付着や細胞凝集などによって、ピコ植物プランクトンの中深層への有機物輸送への寄与が無視出来ないほど大きいことが指摘されはじめた (Richardson & Jackson 2007)。琵琶湖北湖においても、底層 70 m からシアノバクテリア由来色素であるゼアキサンチンが他の色素に比べて高い割合で検出された (Takasu *et al.* 2012)。このことから、大型湖沼においても「ピコ植物プランクトンは鉛直輸送にほとんど寄与せず、表水層において消失する」という概念を覆し得る可能性がある。そこで、本研究では琵琶湖の成層期において、表水層から深水層にかけてピコ植物プランクトンの現存量および植物プランクトンバイオマスへの寄与を評価し、ピコ植物プランクトン沈降の可能性を検証した。

2. 方法

温度躍層が形成される 2011 年 4 月～8 月にかけて、毎月 1 回、琵琶湖北湖定点(Ie-1)において、表水層から深水層まで計 5 水深から試水を採取した。採取した試料について、ピコ植物プランクトンの細胞数、細胞サイズ、自家蛍光強度を測定した。

また、植物プランクトンに対するピコ植物プランクトンのバイオマスの寄与を評価するため、0.2～2.0 μm (ピコ植物プランクトン画分) と >2.0 μm にサイズ分画したクロロフィル濃度を測定した。7 月には 5 m から採取した試水を用いて、ピコ植物プランクトンの暗所培養実験を行った。

3. 結果と考察

表水層および深水層におけるシアノバクテリアの群集組成を予備的に調査した結果、ほとんどが *Synechococcus* であることが示唆された。ピコ植物プランクトン画分、すなわち *Synechococcus* に由来するクロロフィル濃度は、深水層において全クロロフィルの最大 28.8%(平均 16.8%) を占めており、深水層における植物プランクトンバイオマスにおいて *Synechococcus* が無視出来ないほど寄与していることが明らかとなった。また、表水層と深水層の *Synechococcus* 現存量は 2 桁以上の変動幅を示し、両者の間には正の相関関係が見られた。暗所培養実験の結果、*Synechococcus* は暗所においても、ある程度現存量を保持することが出来るものの、有意に細胞数を増加させることは出来ない事が示唆された。これらのことから、深水層における *Synechococcus* 現存量の変動は、表水層から沈降してきた群集の寄与が大きいと考えられる。7 月および 8 月には全水深において *Synechococcus* の凝集体が観察された。従来、有光層以深における *Synechococcus* の分布は無視されてきたが、本研究結果は、*Synechococcus* が深水層生態系における食物網や有機物動態に重要な役割を果たしている可能性を予感させるとともに、その役割の検証の重要性を喚起するものである。

*荻部甚一（茨大・広域水圏），武山智博（岡山理大），酒井陽一郎，奥田昇，
陀安一郎，由水千景（京大・生態研），永田俊（東大・大海研）

1. イントロ

湖沼沿岸帯の食物網において，一次消費者の底生動物は生産物を上位消費者に伝える重要な役割を担っている．その底生動物の各分類群はそれぞれ異なる機能を持っており，その群集構造は底質等の環境条件によって変化する．従って，湖沼沿岸帯の空間異質性による底生動物群集構造の空間変動は，沿岸帯の食物網，特にエネルギーや物質の流れに影響を及ぼすと考えられる．そこで，本研究では琵琶湖沿岸帯において，沿岸帯の空間異質性による底生動物群集の構造と食物網，特にエネルギーフローの変動について明らかにすることを試みた．

2. 方法

調査地点は琵琶湖沿岸の 33 地点とした．各環境要因（水温，溶存酸素量（DO），底質スコア（岩礁：1，礫：2，砂：3，泥：4）等）の測定および付着藻類，懸濁有機物の採集は季節変化を考慮して 2005 年 11 月，2006 年 2 月，5 月，7 月に行い，解析の際には各月の測定値を平均化して用いた．底生動物採集は 2006 年 2 月に行った．採取した付着藻類，懸濁有機物，底生動物は炭素・窒素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ， $\delta^{15}\text{N}$ ）分析を行った．調査地点における出現分類群と環境の対応関係の解析には正準対応分析（CCA）を用いた．また，各底生動物の付着藻類（底生生産）依存割合を $\delta^{13}\text{C}$ ， $\delta^{15}\text{N}$ による 2 ソースモデルにより算出した．各地点における底生動物群集全体の底生生産依存度は以下の式から算出した．

$$\text{FB} = \sum \text{BB}_i / \text{TB} \quad (\text{BB}_i = \text{ER}_i * \text{M}_i)$$

ここで，FB は群集全体のバイオマス（mg 乾/m²）の底生生産依存度，BB は各分類群の底生生産依存バイオマス，TB は群集全体のバイオマス，ER は各分

類群の底生生産依存割合，M はバイオマスである．また，各地点の出現分類群数，FB と環境の関係について重回帰分析による変数選択を行った．

3. 結果と考察

出現分類群数を説明する要因は底質が選択された．CCA においても群集構造の説明変数とし底質が含まれていた．この結果は底生動物群集構造に影響する要因の一つとして，底質が重要であることを示している．底質と関係する分類群では，礫や岩礁ほどヒラタドロムシ科，カワゲラ科，ヒラタカゲロウ科（機能群：藻類食者，捕食者）とテナガエビ類（機能群：捕食者），ミズムシ科（デトリタス食者），モノアラガイ科（藻類食者）が多く出現する傾向が明らかとなった．この結果は，底質が礫，岩礁ほど群集内で付着藻類に依存する機能群が増えることを示唆している．FB を説明する要因は何も選択されなかったが，出現分類群数と FB には有意な正の相関がみられた．FB は群集内の底生動物が実際に同化した餌に占める付着藻類の割合である．以上の結果は，底質が底生動物群集構造の変化を通じて食物網内におけるエネルギーフローを変化させることを示している．

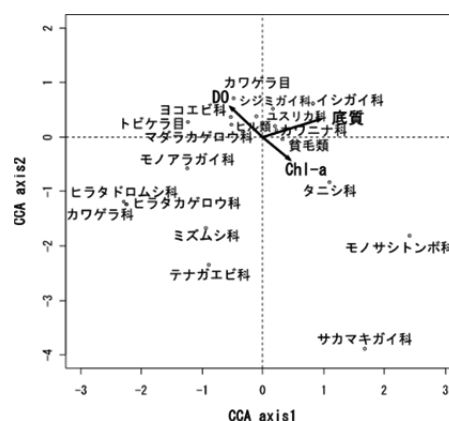


Fig.1 CCA biplot 環境要因と出現分類群

*岩田智也（山梨大・生命），小林あい（山梨大・工）
内藤あずさ（山梨大・工），小島久弥（北大・低温研）

1. はじめに

湖沼から大気へのメタン放出量は，全球規模のメタン収支に大きく影響している．従来，湖沼から放出されるメタンは湖底付近の嫌気環境で生成したものと考えられてきた．しかし，我々は多くの湖沼において好気環境にメタン極大が出現することを明らかにしている．このメタン極大の形成プロセスには，強いリン律速下における微生物の有機リン代謝が関与している可能性が考えられる．しかし，好氣的メタン生成の機構とそれに関与する微生物は未だ明らかとはなっていない．そこで本研究では，制限栄養元素，代謝および基質が好氣的メタン生成に及ぼす影響をバッチ培養により明らかにするとともに，浮遊性細菌群集の鉛直分布を CARD-FISH 法により定量化して溶存メタン濃度の季節変化との対応関係を評価する．これにより，湖における好氣的メタン生成に関与する微生物と代謝プロセスを特定することを目的とする．

2. 方法

調査は，山梨県西湖にて行った．2013年3月~12月に湖内の4地点において定期的に採水を行い，湖内における溶存メタン濃度の鉛直・水平分布とその季節変化を調査した．また，好氣的メタン極大が出現した7月には水深7.5mから湖水を採取し，メタン生成過程を明らかにするための室内培養実験を行った．実験1ではDINおよびDIPが好氣的メタン生成に及ぼす影響を，実験2では各種阻害剤(BES, DFM, 遮光)がメタン生成速度に及ぼす影響，実験3では有機リン化合物であるメチルホスホン酸(MPn)がメタン生成速度に及ぼす影響を評価した．各実験とも4~5日間のバッチ培養を行い，処理区間でメタン生成速度を比較することで，制限栄養元素濃度や微生物代謝およびホスホン酸の有無が好氣的メタン生成に及ぼす影響を評価した．また，CARD-FISHでは，3月，5月，7月および10月に採水した湖水試料に4つのプローブ(EUB338, CYA361, Mg84+Mg705, 405_Syn)をハイブリダイズさせ，浮遊性細菌群集の分布を定量化した．

3. 結果と考察

野外調査の結果から，西湖では夏期において水温躍層近傍に巨大なメタン極大が出現することが明らかとなった．このメタン極大周辺ではクロロフィル*a*濃度が高く，溶存酸素濃度も上昇していた．また，湖底や沿岸帯，大気からメタンが供給された痕跡はなく，現場にて好気性生物によりメタンが生成しているものと考えられた．

培養実験では，栄養塩を添加した実験1および阻害剤を添加した実験2ともに，全ての処理区でメタン生成は確認されなかった．一方，MPnを添加した実験3ではメタン濃度が大きく上昇した．この結果は，C-Pリアーゼによりホスホン酸のC-P結合が開裂し，メタンが生成していることを示唆している．C-Pリアーゼ遺伝子はシアノバクテリアなどの様々な微生物が有しており，基質であるMPnは一部の浮遊性古細菌によって生合成されることも発見されている．このことから，湖沼の好気環境に出現するメタン極大も，C-Pリアーゼを有する微生物のMPn代謝によって形成されていると考えられた．

次に浮遊性細菌群集の鉛直分布を見ると，シアノバクテリア(CYA361)や*Synechococcus* (405_Syn)の細胞密度が，メタン濃度の鉛直プロファイルに一致していた．また，CYA361と405_Synの季節変化はメタン濃度の季節消長によく一致しており，シアノバクテリアのなかでもC-Pリアーゼを有する*Synechococcus*が好氣的メタン生成に関与している可能性がきわめて高いと考えられた．

4. まとめ

本研究結果から，湖沼の好気環境におけるメタン生成には微生物によるMPn分解が関与していると考えられた．とくに，海洋ではシアノバクテリアのMPn代謝によってメタンが生成することが報告されており，CARD-FISHによるCYA361や405_Synの鉛直分布の結果もその可能性を支持している．湖沼においてもシアノバクテリアの有機リン代謝がメタン極大の形成に大きく関わっているものと考えられる．

*大久保卓也¹・石崎大介²

(1: 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、2: 滋賀県水産試験場)

1. はじめに

2012年10月に実施した琵琶湖流入17河川での魚類調査結果からトウヨシノボリ、ウキゴリ、ヌマチチブ、ヌマムツ、ドンコ、ナマズ、コイの個体数は、河川水の栄養塩濃度と正の相関を示すことがわかった(大久保ら, 2013)。この結果は、栄養塩濃度が高い河川の河床では付着藻類生産量(一次生産量)が高く、それを餌とする食物連鎖に含まれる魚類のバイオマスが増加しているためではないかと推定された。そこで、今回は、タイルを用いて付着藻類量の変化を測定し、栄養塩濃度、流速等との関係を把握した。

2. 方法

2013年4月8日に琵琶湖に流入する12河川(真野川、和邇川、安曇川、石田川、知内川、塩津大川、姉川、犬上川、宇曾川、愛知川、白鳥川、野洲川)の河口から第一番目の瀬(St. 1)にタイル(TOTO パーセア AP10MG01UFR、タイル1枚のサイズ: 100mm×100mm)を各地点27枚ずつ設置し、7~10日毎に各地点3枚ずつ回収し、冷蔵して実験室に持ち帰った。この時、各調査地点において、水温、流速、水深を同時に測定した。また、水質測定用の採水を行い、T-N、D-N、T-P、D-P、DOC、SS、電気伝導度、クロロフィルa等を測定した。タイルに付着した付着藻類等の付着物は金属ブラシと蒸留水を用いて洗い落とし、その溶液をガラス繊維濾紙(Whatman GF/F 直径47mm)でろ過し付着物を濾紙上に集めた。その濾紙を一旦冷凍保存し、後日、アセトンとジメチルスルホキシド(DMSO)の1:1の溶液を用いて抽出し、蛍光法によりクロロフィルaとフェオフィチン量を

測定した。タイルの回収は、回収するタイルが無くなるまで9回、6月25日まで行った。

3. 結果

調査河川のうち、白鳥川では、農業濁水の影響で4月中旬から5月末にかけてSS濃度が高く、光の透過率が低下することや付着藻類の上に懸濁物質が堆積するなどの影響で付着藻類の増殖が抑制されていたと考えられたので解析から除くこととした。また、安曇川では、4月に付着藻類が他の河川に比べ急激に増加する現象がみられた。安曇川の調査地点は、瀬切れや下流のヤナ(遡上するアユ等の魚を捕るために木で作られた堰)の影響で魚類や底生動物が少なかったため、藻類に対する捕食圧が小さく、付着藻類が増殖しやすかった可能性が考えられた。そのため、安曇川も解析から除くこととした。

白鳥川と安曇川を除いた10河川について、河川水中のD-P、D-N濃度と付着藻類量(単位面積当たりのクロロフィルa量、または、クロロフィルa量+フェオフィチン量)との関係をみた結果、正の相関がみられた(図1)。宇曾川では、農業濁水のため濁度は白鳥川に次いで高かったが、付着藻類量は多かった。宇曾川の流速が白鳥川よりも速く、そのため懸濁物質が付着藻類の上に堆積しにくかったのではないかと考えられた。

このような結果から、栄養塩濃度が高い河川では付着藻類による一次生産量が高くなり、それを餌とするベントスやトウヨシノボリ等の雑食性魚が多くなり、さらにそれを餌とするナマズ、コイ等の魚食性魚の個体数が増える傾向を示すのではないかと考えられた。

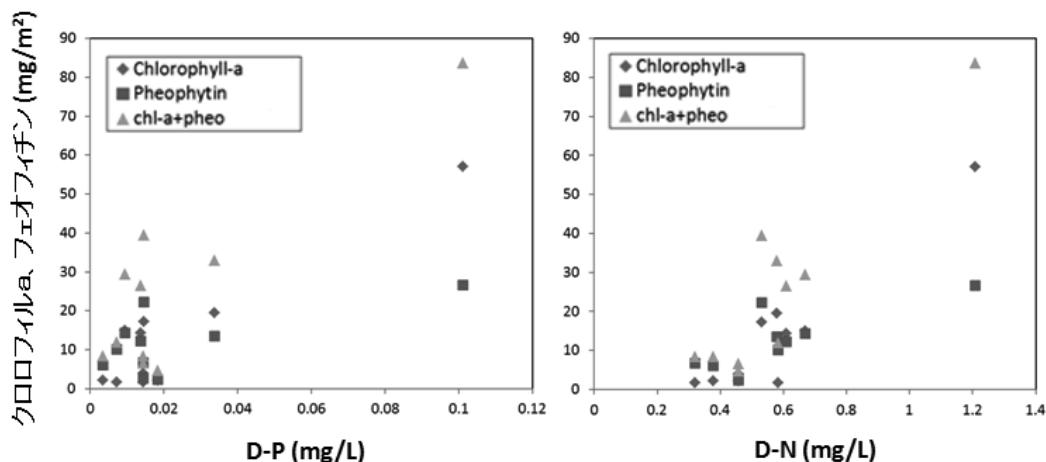


図1 タイルに付着した付着藻類量と河川水中栄養塩濃度の関係
(付着藻類量および河川水中栄養塩濃度は4月18日~5月28日の平均値。
各相関ともにPearsonの相関係数は5%水準で有意であった。)

謝辞 現地調査では井上栄壮氏、永田貴丸氏、水野敏明氏、高木秀史氏の協力を得た。また、化学分析では西村剛史氏の協力を得た。ここに記して感謝いたします。

文献 大久保ら(2013)琵琶湖流入河川における魚類の分布と環境条件の関係解析, 2013年度日本陸水学会発表要旨。

1B06

Web 公開不希望

湖沼に流入した花粉はツボカビを介して ミジンコに利用されるのか？

*鏡味麻衣子（東邦大学・理），本木安倫（東邦大学・理）
Alexandra Bec（Université Blaise Pascal）

1. はじめに

湖沼には陸上植物の花粉が直接もしくは河川から流入する。時として湖面が黄色くなる事もあり、リンの負荷量としても相当あると考えられている。マツ科の花粉は比較的大きいため（直径 50 μm 以上）、ミジンコなどの動物プランクトンには食べられにくいと予想される。一方で水生菌類のツボカビは花粉を分解することができる。そのツボカビの遊走子の大きさは約 2 μm と小さく、ミジンコに食べられるであろう。このツボカビの遊走子を介して、湖水中の花粉はミジンコに利用されているかもしれない。そこで、本研究では花粉—ツボカビ—ミジンコの流れを培養実験により検証した。

2. 材料と方法

ミジンコは *Daphnia pulex*、*Daphnia similis* を用いた。花粉はヒマラヤスギ *Cedrus deodara*、クロマツ *Pinus thunbergii*、ツボカビ *Boothiomycetes* sp. を用いて行った。

①捕食実験：花粉またはツボカビがミジンコに捕食されるのか検討した。花粉と水の入ったスクリー管にミジンコを 0,2,4,6,8,10,12 個体となるよう入れた後、ローテーターにセットし 6 時間培養した。ミジンコの生物量と花粉密度の関係を、単回帰分析により解析した。同様の実験を、2 種類それぞれの花粉から放出された遊走子を餌として用いて行った。

②成長実験：6 つの餌条件で（餌なし:Control、イカダモ:*Scenedesmus*、クロマツ花粉:*Pinus*、ヒマラヤスギ花粉:*Cedrus*、ヒマラヤスギ+ツボカビ *Cedrus+Chy*、クロマツ+ツボカビ *Pinus+Chy*）、*Daphnia pulex* は 5 日間、*Daphnia similis* は 6 日間培養を行った。培養後のミジンコの体長を測定し ANOVA と多重比較 Holm 法によって餌条件間で差があるかを解析した。餌は毎日交換し同一になるように調整した。各条件の餌量は密度及び P 量として評価した。また、バクテリアの密度も蛍光顕微鏡を

用いて計数した。

3. 結果と考察

①捕食実験：ヒマラヤスギ及びクロマツの花粉密度は 2 種のミジンコの乾燥重量との間に有意な相関関係は見られなかった。一方、ツボカビの遊走子密度はミジンコの生物量との間には全ての組み合わせにおいて有意な負の相関関係が得られた。このことからミジンコはヒマラヤスギとクロマツの花粉は共に摂食できないが、花粉から放出されたツボカビ遊走子は捕食することができることが明らかとなった。

②成長実験：餌なし、花粉のみと比べ、花粉+ツボカビ (*Cedrus+Chy*、*Pinus+Chy*) でミジンコの体長は有意に大きかった (図)。花粉のみと花粉+ツボカビの間で餌量 (P 量) やバクテリア量には有意な差はなかったことから、ツボカビの遊走子を捕食したことにより成長が良くなったと考えられた。但し、イカダモが餌の方が花粉+ツボカビよりもミジンコの成長は良かった。花粉+ツボカビ中のツボカビ遊走子量とイカダモは同量 (P 量) であったため、この差は餌量以外によってもたらされたと考える。花粉+ツボカビは 3 日間培養する中でバクテリアやツボカビが酸素を消費する。そのためイカダモに比べて酸素量が少なく体長が小さくなったのかもしれない。以上の結果から花粉は分解性ツボカビを介することによってミジンコに利用される、新たな物質経路 (第 2 の Mycoloop) の存在が示唆された。

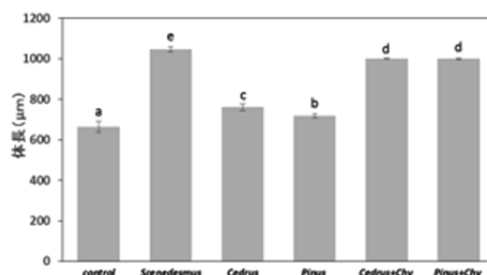


図 成長実験でのミジンコ *D. similis* の平均体長

1. はじめに

生物の形態、行動、生活史特性は様々な生物間相互作用によって変化する。水界に生息する生物では生物の放出する物質(情報化学物質)が様々な生物間相互作用の原因だと考えられている。

Daphnia 属は魚の情報化学物質をシグナルとして魚に捕食されにくいように成熟サイズ、仔虫サイズの低下などの生活史特性を変化させることが知られている。また、*Daphnia* 属の個体群密度が高くなると仲間の情報化学物質をシグナルとして成熟サイズの低下、仔虫サイズの上昇といった生活史特性を変化させることが知られている。*Daphnia* 属は周りの環境によって生活史特性を変化させることで環境に柔軟に適応していると考えられている。

一般に魚の捕食行動は餌生物の個体群密度が高いときの方が低いときよりも活発になると考えられている。そこで本研究では、*Daphnia* 属の個体群密度が高いと *Daphnia* 属の捕食回避にかけるエネルギーの配分が多くなるのではないかという仮説を立てた。*D. pulex* を用いて実験的に仮説を検証することを目的とした。

2. 材料と方法

実験に使用した *D. pulex* は研究室で継代培養しているものを使用した。実験を行う前に、母性効果を最小限にするために、継代飼育している *D. pulex* が産んだ子どもを F₀ として、飼育水 50ml、餌として *chlorella vulgaris*(2.0×10^5 cells/ml)、室温 20°C、明期 16 時間、暗期 8 時間で水替えと給餌を 2 日に一回行い、実験には F₃ 世代が 3 回目に産んだ仔虫を使用した。

実験には水道水を一日以上エアレーションした水(曝気水)と曝気水にモツゴ *Pseudorasbora parva* を無給餌で 24 時間以上放置して魚の情報化学物質を抽出したモツゴ水を使用した。

実験にはアクリルパネルで 3 区画に分けた水槽を使用した。1 区画の水量は 50ml となるように設計し

た。第 1 区画にはストックしている *D. pulex* を 20 匹入れ、第 2 区画には 24h 以内に産まれた仔虫を 10 匹入れ、第 3 区画には 24h 以内に産まれた仔虫を 1 匹入れた。それぞれの区画間には 75um メッシュのナイロン製の網を設置した。第一区画から曝気水末はモツゴ水を 60ml/h の速さで流して実験を行った。餌として *chlorella vulgaris*(2.0×10^5 cells/ml)を与えた。第 2 区画と第 3 区画で *D. pulex* の体長、抱卵数、仔虫サイズを計測した。

3. 結果と考察

D. pulex が最初に抱卵したときの体サイズ(SFR)を比較した。魚が存在しない場合、*D. pulex* が高密度になると、ほかの処理区に比べて *D. pulex* の SFR が大きくなった(図 1)。これは、自身の飢餓に対する耐性を上げるためだと考えられる。しかし、魚が存在する場合、*D. pulex* は高密度であっても SFR が大きくなる傾向は見られなかった。

一般的に、プランクトン食魚は視覚を頼りにサイズの大きな動物プランクトンを選択的に捕食する。従って、魚が存在する場合、*D. pulex* にとって SFR を大きくするのは適応的ではないと考えられる。つまり、*D. pulex* は捕食影響を低減させることを優先し、大きくなりたのになれなかったのだと考えられる。

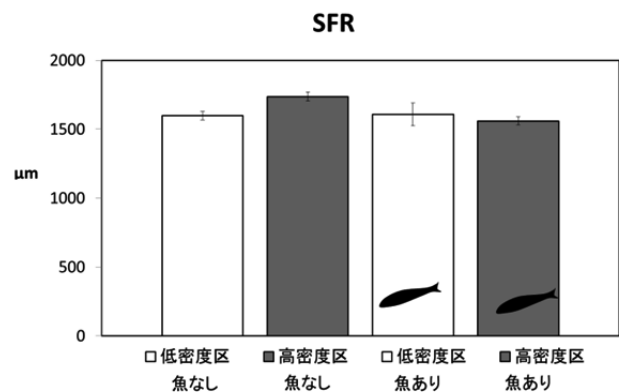


図.1 Size at first reproduction

1. はじめに

近年、琵琶湖では植物プランクトン現存量が減少傾向にある。しかし、その現存量に占める藍藻類の割合は増加傾向を示している。これらの植物プランクトンが、捕食者となる動物プランクトン(ミジンコ)にとって良好な餌資源となっているのか、また、成長阻害や繁殖阻害を与えていないかについては不明である。

今回、甲殻類の生態影響試験法に準じ遊泳阻害や繁殖阻害等についての予備的応答実験を実施した。

2. 材料と方法

動物プランクトンの餌となる植物プランクトンの種類を表1に示した。荻原ら(1984)の方法により琵琶湖から分離した藍藻(5種類)、緑藻(7種類)、珪藻(2種類)の計14種類を用いた。なお、対照種として藻類の生態影響試験方法で用いられる *Pseudokirchneriella subcapitata* (NIES株)を用いて実施した。

応答実験は、ミジンコ類の急性遊泳阻害試験法や成長阻害試験法などに準じ、実験期間は、2013年8月28日～9月11日までの15日間、動物プランクトンは琵琶湖北湖の底層から分離したミジンコ (*Daphnia pulicaria*) を用い、実験には生後24時間以内に生まれた仔虫を各区5頭2連で実施した。

計測は毎日行い、ミジンコの成長や生存数、産仔数、親の死亡数、親の遊泳阻害数を計測した。

3. 結果

琵琶湖から分離した藍藻や珪藻、緑藻を、その捕食者となる *Daphnia pulicaria* に与えることにより、その成長や繁殖阻害の有無について調べた結果、藍藻に属し、カビ臭を生成するような *Phormidium tenue* (PTG、PTB)や超微細な細胞のピコ植物プランクトン(PP)は、動物はミジンコの餌としては不適であり、親ミジンコに成長するまでに全滅した。また、藍藻の中でも、アオコの原因となる浮上性の群体を形成する *Anabaena macrospora* (AM)や *Microcystis wesenbergii* (MWE、MK)はミジンコの成長阻害とはならなかった。しかし、産仔数としては少なかった。緑藻の *Closterium* (CLO)や珪藻の *Asterionella formosa* (AST) は大型であるが、ミジンコの餌としては比較的優れており、産仔数も多かった。

今後、さらに統計的な解析ができるよう種類数や検体数を増やし、動物プランクトンにとって成長阻害や繁殖阻害となるような植物プランクトンの種類をより明確にし、琵琶湖の水産魚貝類の餌資源の復活のための一助としたい。

引用文献

荻原富司ら(1984) 霞ヶ浦に発生する *Microcystis aeruginosa* の純粋分離: 水質汚濁研究, 7(7), 437-442

表1 琵琶湖産ミジンコ (*Daphnia pulicaria*) の餌(植物プランクトン)に対する応答実験結果

No.	略名	綱別	種名	平均体積 μm^3	大型	中型	小型	カビ臭	親死亡数	産仔数
1	PP	藍藻	ピコプランクトン(<i>Synecococcus</i> sp.)	1			○		10	0
2	PTG	藍藻	<i>Phormidium tenue</i> (緑色株)	17			○	○	10	0
3	PTB	藍藻	<i>Phormidium tenue</i> (茶色株)	17			○		10	0
4	CHL	緑藻	<i>Chlorella vulgaris</i>	65			○		0	54
6	MWE	藍藻	<i>Microcystis aeruginosa</i>	65			○		3	23
5	SEN	緑藻	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	92			○		3	12
7	MK	緑藻	<i>Microcystis wesenbergii</i>	110			○		1	24
8	PSE	緑藻	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (NIES)	300		○			3	12
9	AM	藍藻	<i>Anabaena macrospora</i>	320		○		○	0	16
10	AST	珪藻	<i>Asterionella gracillima</i>	300		○			0	20
11	AST	珪藻	<i>Asterionella formosa</i>	350		○			1	26
12	CC	緑藻	<i>Coelastrum cambricum</i>	610		○			1	38
13	CLO	緑藻	<i>Closterium gracile</i>	5,200	○				1	111
14	STD	緑藻	<i>Staurastrum dorsidentiferum</i> var. <i>ornatum</i>	32,000	○				4	5
15	STA	緑藻	<i>Staurastrum arcticon</i>	82,000	○				2	7
16	BL	-	-	-	-	-	-	-	10	0

大型:2,000 μm^3 以上, 中型:1999 μm^3 ~200 μm^3 , 小型:199 μm^3 以下

1B10

Web 公開不希望

1B11

Web 公開不希望

1B12

Web 公開不希望

*辻谷睦巳（大福工業㈱），川上 豪，飯塚 洋平（自然再生セ），相崎守弘（茨城県霞環科セ）

1. はじめに

宍道湖におけるヤマトシジミの6月の資源量は2000年代は約4万トンで推移していたが、2011年から急激に減少し2012年には2万トン台まで低下した。しかし2013年秋季の資源量調査では約7万2千トンと大幅に増加した。そこで本研究では資源量が高い水準であった2013年と資源量が低い水準であった2012年の2年間で宍道湖の環境がどう異なったのかについて検討した。すなわち、宍道湖西岸の十四間川河口付近において、各種の底質を入れたカゴにヤマトシジミを入れ湖内飼育実験を行った。水質変動とヤマトシジミの成育との関係から近年の資源量減少について考察した。

2. 材料と方法

飼育は2012年6月18日～10月9日および2013年4月9日～10月11日の期間行った。調査地点をFig.1に示す。試作した飼育カゴの中に異なった底質7種類(Fig.2参照)を各々50mmの厚さで敷き、その上にヤマトシジミを60個体ずつ収容して飼育カゴを沈めた。底質なしを対照とした。飼育水深は付着物の影響が少なくなる3mとした。現場水質、植物プランクトンおよびChl.aを測定した。現地でヤマトシジミの生残率を求めた。2012年は湿重量および殻長についてそれぞれの飼育カゴごとに無作為に選出した15個体について測定し、日成長率を算出した。2013年は生残するすべての個体を測定し、日成長率を算出し、各底質の影響を検討した。

3. 結果および考察

Fig.2に生残率の変化を示す。2012年の生残率は実験終了時で対照が最も高く50%であった。そのほかの底質では30%以下であった。2013年では実験終了時で来待石粒径0.5～2mmおよびセラミックサンドが最も高く68%であった。そのほかの底質でも50%以上生残していた。日成長率（殻長）では2012年では各底質間で日成長率に有意な差は見られなかった（ANOVA、Tukey-HSD検定： $p > 0.05$ ）が、2013年では対照とゼオライト粒径3～5mm、セラミックサンド、真砂土、来待石粒径0.5～2mmおよび来待石粒径5～10mmの間で有意な差が見られた（ $p < 0.01$ ）。また、2012年と2013年の比較ではゼオライト粒径3～5mmを除く底質で2013年が有意に高かった（t検定： $p < 0.01$ ）。水質では飼育水深で2012、2013年共に夏季に1～2週間貧酸素になる時期が見られた。この時期に2012年では生残率が大幅に減少したが、2013年ではわずかに減少する程度であった。肥満度を見ると2012

年では夏季に大幅に減少しており、活力がかなり低下していたと考えられた。一方で2013年では前年と比べると減少は少なかった。このことから両年の生残率の違いは肥満度の違いが一因と考えられた。また、2012年では夏季に湖内で藍藻類が優占しており、2013年では珪藻類が優占していた。そのため2013年は夏季に良好な餌料環境が保たれ成長の増加につながったと考えられた。以上のことから宍道湖でのヤマトシジミの資源量の減少は餌環境の悪化による生残率および成長量の低下によるものと推定された。また、今回用いた底質間では成長量に差が見られなかったが、底質を敷くことで対照より大幅に成長することがわかった。

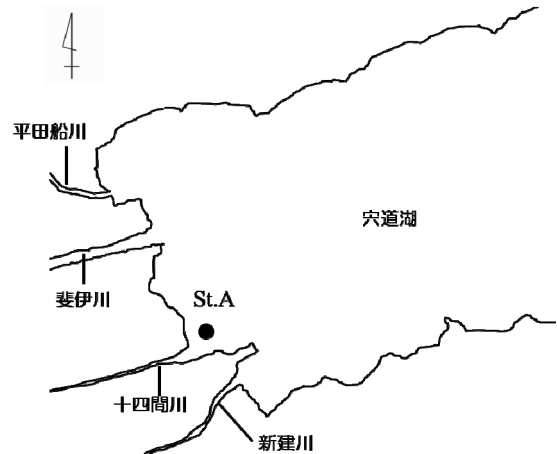


Fig.1 調査地点

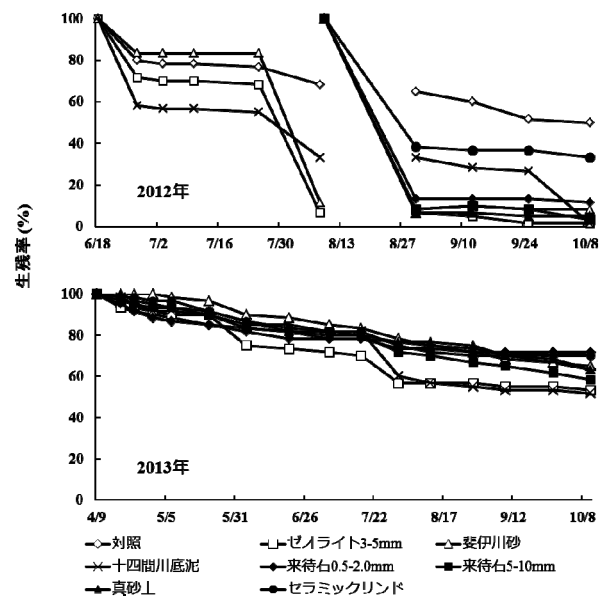


Fig.2 生残率の変化

*安佛かおり¹, 舟橋達宏², 石井健一郎², 笠井亮秀³, 上野正博³, 山下洋³

¹⁾京大・森里海連環学ユニット, ²⁾京大院・農, ³⁾京大・フィールド研

1. はじめに

河川と海域の推移帯である河口域は、生産性が高く、魚介類などの水産資源の生息場として重要である。しかしながら河口域は、水質汚染や浚渫など人間活動の影響を受けやすい水域であり、その生態的機能の保全が求められている。

河口域を特徴づける河川水と海水の混合の様相は、潮汐・河川流量・地形などの諸要因により様々に変化し、生物群集の構造と機能に影響を及ぼしている。本研究を行った由良川河口域では夏季に河川内に海水が侵入し成層が形成される。このとき、塩分躍層付近にクロロフィル *a* の極大が観測されるが、その詳しい形成機構はわかっていない。そこで本研究では由良川河口域の基礎生産構造とその動態を明らかにするために、基礎生産の現場測定を行った。

2. 材料と方法

調査は、由良川の河口から上流 18 km 地点までの区間で行った。各調査ではまず河口から 2 km 毎に 18 km 上流地点まで水温・塩分濃度・chl.*a* 蛍光値の鉛直分布を観測した。そして、河口から 14.7 km 地点 (ST1)・8.4km 地点 (ST2)・河口 (ST3) で基礎生産量を測定した。基礎生産量の測定は、塩分勾配の大きな地点では表層・塩分躍層 (中層)・底層の 3 深度で、その他の地点では表層と底層の 2 深度で行った。各地点では、各層から試水を採取した後、¹³C でラベルした NaHCO₃ を溶存無機炭素の ¹³C atom% が 10 程度になるように添加し、4~5 時間現場培養を行い、¹³C の取り込み量を測定した。調査は 2012 年 5 月から 2013 年 5 月の間におよそ 3 か月間隔で計 5 回行った。

また、2013 年 8 月には、由良川の河道の延長上に位置する水深 10 m と 30 m の丹後海に定点 T10 と T30 (図参照) を設けて、上述した由良川河口域の調査と同様の内容の調査を行い、由良川河口域の基礎生産量

との比較を行った。

3. 結果と考察

由良川河口域の浮遊藻類の分布と生産量は調査日毎に大きく異なっていた。塩水くさびの遡上が弱く区間の中間地点までしか見られなかった 2012 年 12 月と 2013 年 3 月は藻類現存量・基礎生産量ともに小さな値であった。塩水くさびの遡上が区間の上流端付近まで達していた 2012 年 8 月と 2013 年 5 月は、塩分躍層と河口の表層で藻類現存量が大きかった。このときの基礎生産量は、藻類現存量の大きな塩分躍層と河口表層で大きく、また 2012 年 8 月においてはより上流側の表層でも大きかった。

以上のことより、塩分躍層付近で見られるクロロフィル極大は、その場における高い生産性により維持されていることが推測された。しかしながら、8 月の表層で見られたように、高い基礎生産が必ずしも大きな藻類現存量に結びつくわけではないことも明らかになった。2012 年 8 月に観測された流速は、表層や底層と比べ塩分躍層で低く、表層では上流ほど高かった。このことから、河口域における藻類の分布には藻類の生産力とともに流速の分布が大きく影響していることが推測された。

2013 年 8 月の丹後海での基礎生産量は、水柱当たりで比較すると同時期の河口域の値の 0.1 から 0.4 倍であった。丹後海で栄養塩が枯渇する夏季において、由良川下流域は基礎生産の場として重要な意味をもつことが示された。

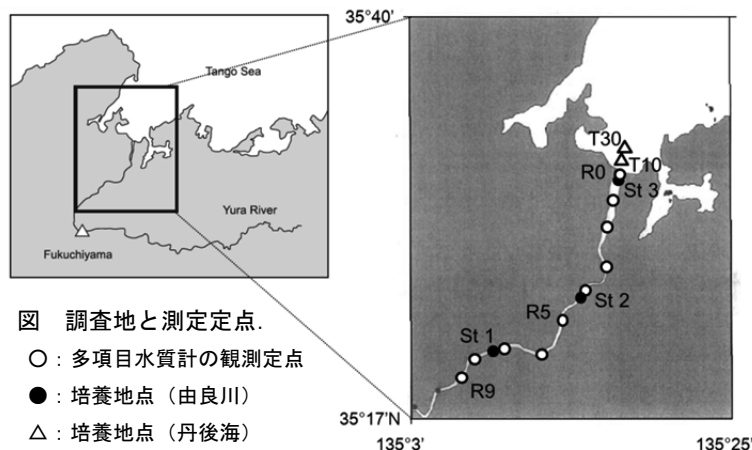


図 調査地と測定地点。
○：多項目水質計の観測地点
●：培養地点 (由良川)
△：培養地点 (丹後海)

* 藤井智康 (奈良教育大・教育)・藤原建紀 (京都大学名誉教授)

1. はじめに

大阪湾の港湾区域は、湾の浅海部の大部分を占めている。港湾区域には多くの埋立地(人工島)があり、海面は長さ数百から数キロメートルの水路状地形となっている。また、要所には航路が掘り込まれ、浅場の中に深みがある地形となっている。さらに、下水処理場の多くは埋立地に立地し、水路状海域に排水している。複雑な水路状地形によって、多くの停滞性の水域(よどみ地形)ができていますが、これが貧酸素化を起しているかどうか、貧酸素化と長さ数百から数キロメートルの地形との関係はほとんど分かっていない。

本研究では、埋立地が作る水路状地形と、貧酸素化の関係を現地調査によって明らかにする。

2. 現地調査

港湾海域の貧酸素水塊の分布を明らかにするために、昨年2013年9月6日に、大阪湾奥部の神戸港東部から西宮港内の水路において、短い測点間隔(おおむね300~500m間隔)で観測を行った(図-1のSt.1~26)。2014年度は、神戸港内(K1~K25)および尼崎港内(A1~A19)(図-2および図-3)で調査を行う予定である。各調査地点で、直読式総合水質計AAQ-177(JFEアドバンテック社製)を用いて、水温、塩分、DO、クロロフィル蛍光の鉛直分布を水深0.1m間隔で測定した。

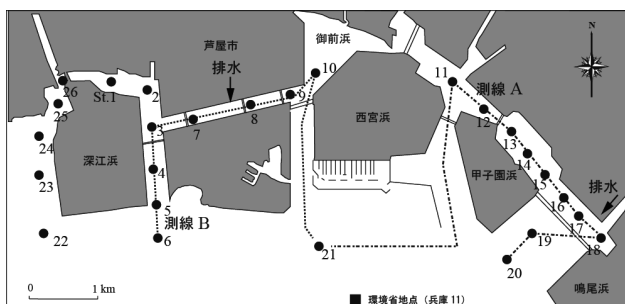


図-1 西宮港周辺貧酸素分布調査地点(2013年度)。



図-2 神戸港周辺貧酸素分布調査地点(2014年度)。

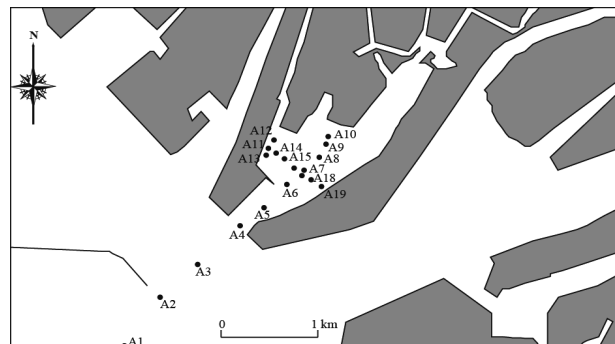


図-3 尼崎港周辺貧酸素分布調査地点(2014年度)。

4. 結果及び考察

大阪湾の貧酸素水塊の多くは窪地にできているが、昨年度の調査結果から、これとは異なった型の無酸素水塊が作られていることが明らかとなった。図-1のSt.3~St.9の水路内では、窪地状地形はみられず、台地状地形となっていた。この水路内の無酸素水塊は、窪地にみられる停滞性による無酸素化ではなく、下水処理場排水によって作られた高クロロフィル水塊から沈降してくる有機物によって、局地的に酸素消費速度が大きくなってできた無酸素水塊と考えられる。本発表においては、昨年度と今年度の調査結果より、埋立地周辺や水路内の貧酸素水塊の形成の違いなどを明らかにし、発表する予定である。

1. はじめに

近年、水環境の汚染を通じて水生生物の生息、または生育に支障を及ぼす恐れのある物質として、全亜鉛が環境基準生活環境項目に設定された。長野県においても2012年4月より33河川が類型指定され、環境基準値が0.03mg/L以下と定められた。この環境基準値の設定には様々な水生生物の既往研究が比較・検討されたが、最終的には底生動物の一種であるエルモンヒラタカゲロウ(*Epeorus latifolium*)の慢性毒性値をもとに算出された。エルモンヒラタカゲロウをはじめとする底生動物は、汚染物質に対し多様な感受性を示すことや河川生態系の物質循環において重要な役割を果たしていることから、重金属汚染の指標生物として広く調査・実験が行われている。しかし全亜鉛に関する毒性試験の例は少なく、底生動物の生態毒性に関する知見は乏しい。本研究室ではこれまでに河川底生動物の代表種であるヒゲナガカワトビケラ幼虫に焦点を当て、全亜鉛濃度が環境基準値を上回る河川(梓川島々谷地点 全亜鉛濃度0.067mg/L)において24時間の急性毒性実験を行ってきた。しかし、本種幼虫の生存を左右する有意な結果は認められなかった。そこで本研究ではヒゲナガカワトビケラ幼虫(*Stenopsyche marmorata*)に焦点をあて、室内において人工的に様々な亜鉛濃度を設定し、本種幼虫の生存および造網活動に与える影響について24時間の観察を行った。

2. 実験方法

千曲川常田新橋付近で採集したヒゲナガカワトビケラ5齢幼虫を用いた。幼虫はGF/Cフィルター(メンブレンサイズ1.2 μ m)でろ過した河川水中で24時間飼育し、消化管内容物を排泄させるとともに、実験環境下に順化させた。飼育水はGF/Cフィルターでろ過した千曲川河川水と硫酸亜鉛(純度95%)を用いてControl(千曲川河川水:亜鉛濃度0.01mg/L以下)、25、50、100、500、1000mg/Lの各亜鉛濃度に調製した。本種幼虫は丸型水槽(直径150mm、高さ85mm)を用い1水槽につき5匹ずつ実験に供した。また、

飼育の際は本種幼虫を1匹ずつチューブ(内径22mm、長さ60mm)に入れ開口部をネットで塞ぎ個体を隔離した。飼育は24時間とし、本種幼虫の生死と造網活動の観察を行った。造網活動の有無については巣網構造に着目し、正常な巣網を形成している個体を計数した。また、巣網の特徴を把握するため、網目面積の測定を行った。網目面積の測定に用いた巣網はControl、0.15、1.75mg/Lの亜鉛濃度で飼育した個体から得られたものを使用した。

3. 結果と考察

死亡率は、Control および 25、50、100、500mg/L 実験区で0%であったが、1000 mg/L 実験区で20% (4個体)の個体の死亡が確認された。環境基準値と比較し、はるかに高い濃度まで生存が可能であることが明らかとなった。造網率はControl 実験区で67.5% (4個体)、25 mg/L 実験区で15% (3個体)、50 mg/L 実験区で10% (2個体)、100 mg/L 実験区で15% (3個体)、500 および 1000 mg/L 実験区で0%であった。全亜鉛濃度が上昇するにつれ、造網率は低下した。巣網全体の網目面積の平均値はControlで51,378.2 \pm 92,195.4 μ m²、0.15 mg/Lで24,566.0 \pm 51,130.4 μ m²、1.74 mg/Lで12,198.9 \pm 39,349.5 μ m²となり、亜鉛濃度の増加に伴い網目面積が減少する傾向が認められた。また、いずれの実験区においても網目面積に有意な差(P<0.01)が認められた。網目面積の減少により本来の巣網機能が阻害され、幼虫の現存量低下や水質浄化作用への影響が推測される。本種幼虫は全亜鉛環境基準値に対してはるかに高い濃度まで生存可能であることが明らかとなったが、巣網構造に関しては0.15mg/Lという低濃度で異常が現れた。全亜鉛が本種幼虫の生存に直接的な影響を及ぼさない場合でも、造網活動の阻害を通して間接的に影響を与えることが推測された。

謝辞：本研究の一部は、公益財団法人河川整備基金助成事業によって実施された。この場をお借りして深謝致します。

2B02

Web 公開不希望

-福島県真野川を中心として-

* 藤野 毅・Hnin Wity・小堀翔太 (埼玉大院・理工学・環境)
五味 高志・境 優 (東京農工大院・農学)

1. はじめに

2011年(平成23年)3月11日に発生した福島第一原発事故以降、様々な生物種を対象とした放射性物質汚染評価が行われ、河川底生生物においてはトビケラの顕著な汚染が確認されている。本研究は、大型で普通種であるヒゲナガカワトビケラ属を対象に、現地における放射性セシウム汚染のモニタリングと並行して、トビケラ体内での放射性セシウム蓄積特性を調べるための実験を試みた。一般に、生物が環境から化学物質を取り込み蓄積させる度合は、i) 吸収、ii) 同化、iii) 排泄の3要素に支配され、一度体内に取り込まれた放射性物質がどの程度速やかに排泄されるのか、生物学的半減期を調べることを目的に室内実験を試みた。

2. 材料と方法

福島県飯館村から南相馬市を流れる真野川のはやま湖上下流において、ヒゲナガカワトビケラ属5齢幼虫と流下物の収集を行った。2012年は6月2日と11月23日に、翌2013年は4月から2014年1月にかけて複数回行い、1度の放射性セシウムの測定のために乾燥重量として最低1gに達するまで個体数を集め、 γ 線スペクトロメリ法ゲルマニウム半導体検出器により放射性強度の測定を行った。流下物は粒径500 μ m以下のサイズに対して同様の条件で測定を行い、さらにC/Nコーダを用いて炭素および窒素含有率を測定した。

ヒゲナガカワトビケラ属幼虫の放射性セシウムに対する生物学的半減期を評価するため、はやま湖下流域において2013年8月9日と12月5日に5齢幼虫を200~300個体を捕獲し、現地にて流下物の無い水槽に移した後、3、6、12、24、48時間後に20個体程度を分取し、95%エタノールで固定・乾燥したのち上記と同様に放射性強度の測定を行った。

3. 結果

採取したすべてにおいて、ヒゲナガカワトビケラ属幼虫および流下物から放射性セシウムは明確に検出され、Cs-137では1,000~3,700 Bq/Kg、Cs-134では400~2,000 Bq/Kgの範囲が多かった。流下物については、Cs-137では10,000~40,000 Bq/Kg、Cs-134では5,000~20,000 Bq/Kgの範囲が多くを占めた。一年を通して出水による土砂の流出後に数値が高くなる傾向が得られた。

4. 考察

夏季・冬季ともに、ヒゲナガカワトビケラ属幼虫からの放射性セシウム強度は絶食後3時間から6時間の間に大きく減少した。12時間経過後以降は数値が一定に近づいた。しかし、Cs-137についてはゼロにはならなかった。一方、Cs-134についてはもともと強度が低く、24時間経過後は検出限界以下となった。

既往の研究例より、自然環境下のヒゲナガカワトビケラ属幼虫は24時間採餌し続けており、絶食状態にして空胃になる時間は半日程度との報告されている。本研究では、夏季と冬季で水温が10 $^{\circ}$ C程度も異なっていたが、どちらも減少傾向は同様であった。これより、放射性セシウムは流下物で汚染された流下物を常に体内に取り入れているものの、そのほとんどが消化管を通して排泄されている。ここで、流下物の放射性セシウム強度と炭素含有率には正の相関も見られており、その一部は体内に同化されていくことも予想される。以上の結果からヒゲナガカワトビケラ属幼虫の放射性セシウム汚染はその時点での流下物の汚染濃度を反映している。なお、わずかでも排泄されず残っている分の挙動については今後の課題である。なお、当地域の汚染は経年変化としては減少傾向にあるものの、降雨の後には以前高い数値が検出される。

1. はじめに

河川底生動物種における生息場所パッチ間の密度の相違 (すなわち河床平面分布) は, 生息環境要求により説明されることが多い。一方, 流下・着地といったパッチへの移入行動に対する水理環境の影響は, 特に淵に生息する種についてはほとんど着目されてこなかった。また, パッチ自体の環境に関する移出応答を明示的に調べた研究も少ない。

溪流の淵において, 落葉枝によって形成されるリターパッチは, 淵の中央付近に位置する淵央パッチと, 淵の下流端付近に位置する淵縁パッチの2タイプにおおむね区別され, 底生動物種の多くはいずれかのタイプに偏った分布を示す。淵央パッチは淵縁パッチと比べて微生物コンディショニングの進んだ葉リターが堆積しやすいものの, 葉リターの平均堆積量は少なく, 厚く硬い樹種の葉リターが占める割合が大きいことが知られている。

本研究は, 淵内分布の異なる3種類の落葉破砕食昆虫 (シュレッダー) について, パッチ間の移動行動をパッチへの移入とパッチからの移出の2過程に区別して比較し, 種間の分布の相違を生じる要因について明らかにすることを目的とする。

2. 材料と方法

材料: 淵央パッチに分布が偏るコカクツツトビケラ種群 (以下コカクツツ), 淵縁パッチに分布が偏るオナシカワゲラ類 (以下オナシ), 偏りを示さないヤマガタトビイロトビケラ (以下ヤマガタ) の, 終齢もしくは老齢幼虫を実験に供した。コカクツツは葉を用いた, ヤマガタは主に枝を用いた筒型の可携巣を持つ。

流下・着地行動: シュレッダーの淵央, 淵縁パッチへの到達しやすさを比較するために, 上流の樋から流れ込む透明な人工淵において, 淵に流入後の幼虫個体の流下・着地行動を観察し, 着地点と着地までの時間を測定した。幼虫は生体とともに, ホルマリンに1~2分間浸した死体を実験に供した。

パッチからの移出: 淵央, 淵縁パッチをそれぞれ

特徴づけるリターの量的, 質的条件が, シュレッダーのパッチからの移出に及ぼす影響を明らかにするために, 人工水路実験を行った。直線流路の横にコの字型に接続した模擬淵にリターパッチを設置し, 葉リターの量, 樹種, コンディショニング期間を変えたパッチに, シュレッダー5個体を導入し, 一定時間後にパッチから移出した個体の割合を移出率として求めた。

3. 結果

流下・着地行動: オナシの平均流下時間, 距離 (中央値) は, コカクツツの2倍であった。ヤマガタ個体には, 流下時間, 距離がコカクツツと同様の個体と, オナシの2倍以上の流下時間, 距離を示す個体が存在した。生体も死体も同様の傾向を示した。

パッチからの移出: 淵縁パッチで優占度の高いチドリノキやアワブキの葉リターパッチからのコカクツツの移出率は, 淵央パッチで優占度の高いケヤキやイヌシデのパッチの4倍であった。葉リターの量やコンディショニング期間の移出率への影響は, いずれのシュレッダー種でも認められなかった。

4. 考察

3種類のシュレッダーは, 淵内分布の相違に整合する流下・着地行動を示した。すなわち, 淵に流入後の流下距離が相対的に長いオナシと, ヤマガタの一部個体は, コカクツツと比べて淵縁パッチへの移入が容易であるといえる。生体と死体で同様の傾向がみられたことから, 個体や可携巣のサイズや形状的特性が淵に流入後の流下距離を規定し, 各種の分布を制限する要因となっていると考えられる。コカクツツの葉リターの樹種に対する移出応答から, リター特性に基づくパッチの好適性も, 淵内分布の種間差を説明する要因となることが示された。

淵央パッチと淵縁パッチの相対量は, 河川地形に支配される。本研究の結果は, 河川地形がリターの空間分布を通して, 水生昆虫種の生息量を左右することを示唆するものである。

*横田久里子(豊橋技科大・工), 永淵修(滋賀県立大・環境科)

北淵浩之, 吉田明史(滋賀県大院・環境科), 手塚賢至(屋久島生物多様性保全協議会)

田辺雅博(日科機バイオス株), 鮎川和泰(環境システム株)

1. はじめに

国の天然記念物であるヤクシマカワゴロモは、屋久島北部に位置する一湊川にのみ分布し、急流で水没する花崗岩の転石上に付着することが明らかにされている^{*)}。しかし、その生態等不明な点が多いため、ヤクシマカワゴロモの生育に及ぼす影響について様々な要因を検証するために定点観測を実施している。今回、水深と流速、光強度等に着目しカワゴロモの繁茂状況の観測を行ったところ、流速よりも水深と光強度の影響を受けることが示唆されたので報告する。

2. 調査流域及び定点観測地点

一湊川流域年間降水量(2013)は3,553mmで、1mm以上の降水が観測されたのは158日であり、2~3日に1回雨が降っている。そのうち、4回に1回、20mm以上の強い雨が降り、水位の変動幅が大きい河川である。河口から約2km上流地点の人工堰に水文観測を行うため水位・流速計を設置(図1)している。4/28、5/15、5/30、7/5、7/26の現地観測時に、水深と流速計にて流速を計測し、カワゴロモ繁茂状況を観測した。また、水温・水中光量子計を水上、表層(水深約1cm、日蔭)、水中(同約20cm)の3地点に設置した。

3. 結果と考察

水位・流速計のケーブルに直径約5cmの保護管を設置しているが、これを境に上流側と下流側で水深・流速が異なり(図1)、カワゴロモ繁茂状況も異なった。4/28、5/15、5/30の観測では、流速の早い下流側が繁茂していたのに対して、7/5、7/26の観測では、これが逆転し、水深が深く流速の遅い上流側が繁茂していた。また、7/26の観測で兩岸は木々の陰になっており、カワゴロモが繁茂していたが、光が十分に照射されている中央部分ではカワゴロモは見られなかった。図2に示すように、気温の上昇とともに水温は上昇しているが、光強度は梅雨入りした6月初旬から減少し続け、梅雨明け前後には増加に転じている。水生生物の生育には水中光量、水温、流速等様々な影響を受けるとされる。急流な流れを好むとされるカワゴロモが、水深が深く、流速の緩やかな上流側で繁茂していることは、水中光量子の影響を受けることが示唆された。

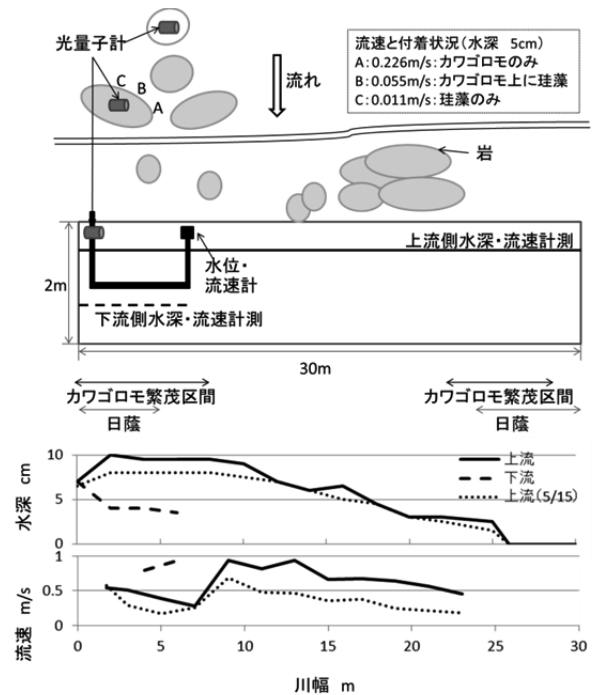


図1 調査地点概要と水深及び流速(7/26)

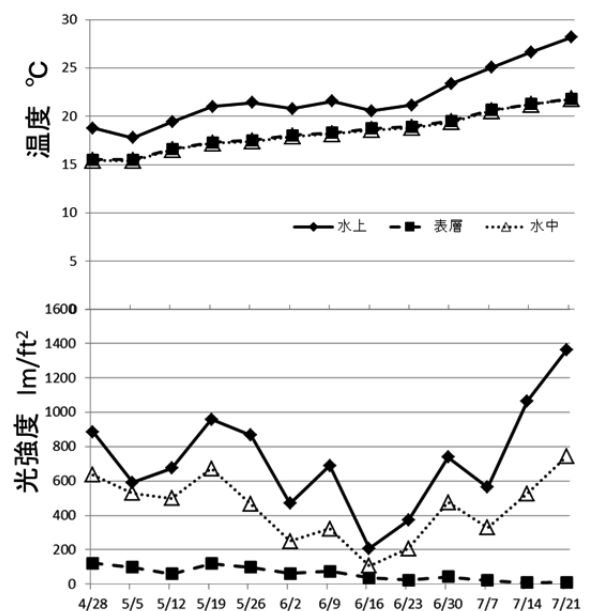


図2 水温と光強度(1週間平均値)

参考文献: 寺田ら、屋久島一湊川におけるヤクシマカワゴロモの分布と生育環境について、鹿児島県立博物館研究報告、2009。

2B06

Web 公開不希望

2B08

Web 公開不希望

福島県郡山市と浪江町における放射性セシウムの大気中濃度と 降下量の季節変化

*長谷川英尚¹, 赤田尚史², 落合伸也¹, 柿内秀樹¹, 植田真司¹
奥山克彦³, 床次眞司⁴, 反町篤行⁵, 久松俊一¹

1:環境科学技術研究所, 2:核融合科学研究所, 3:日本大学工学部, 4:弘前大学, 5:福島県立医大

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故により福島県内の広い範囲に放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs) が拡散し地表面へ沈着したため、住民生活や自然環境への影響が深刻な問題となっている。そのため、今後の住民帰還や自然環境の修復を行う上で、大気中における放射性セシウム濃度と降下量を把握し、その変動要因を明らかにすることは重要である。本発表では郡山市と浪江町において観測された放射性セシウムの大気中濃度及び降下量の季節変化とその特徴についての報告を行う。

2. 材料と方法

大気中浮遊粒子と全降下物試料は、郡山市内の日本大学工学部建屋の3F屋上と(2011年11月～)、浪江町南津島地区の南津島上集会所の敷地内(地上1.5m)において(2012年10月～)、1ヶ月毎に採取した。大気中浮遊粒子はハイボリュームアンダーセンサンプラーを用いて粒径1.1 μm 以上と以下の粒子に分級して採取した。全降下物の採取には開口部0.19 m^2 の水盤を用いた。大気中浮遊粒子を採取したフィルター試料は金型に詰めてディスク状にプレスして測定試料とした。全降下物は、全量をイオン交換樹脂に通し粒子成分をろ別すると共に可溶性成分を吸着させた。イオン交換樹脂は乾燥後U-8容器に詰めて測定試料とした。放射性セシウム (^{134}Cs , ^{137}Cs) の測定は高純度 Ge 半導体検出器を用いて行った。

3. 結果

^{137}Cs の大気中濃度の変化を図1に、降下量の変化を図2に示した。郡山市における大気中濃度は0.004～0.7 mBq m^{-3} の範囲で変化し、冬から春にかけて高く、夏から秋には低い明瞭な季節変化を示した。一方、浪江町での濃度変化は0.02～0.84 mBq m^{-3} の範囲で、夏から秋にかけて高く、冬から春は相対的に低いという郡山市とは逆の季節変化を示した。この

ような地点による季節変化の違いは周辺の ^{137}Cs 沈着量の分布と季節による風向の違いに起因すると考えられる。

郡山市における ^{137}Cs 降下量は冬から春にかけて増加する傾向があり年間を通して大気中濃度の変化と概ね一致していた。浪江町の降下量は2012年10～12月にかけての増加を除くと郡山市と同様に冬から春に高い傾向であったが、大気中濃度との関係は明瞭でなく、両地点における大気からの ^{137}Cs の除去過程が異なる可能性がある。

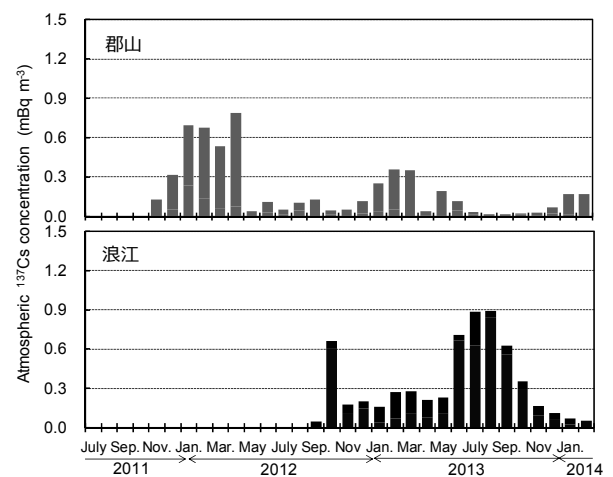


図1 郡山市(上段)と浪江町(下段)における放射性セシウムの大気中濃度

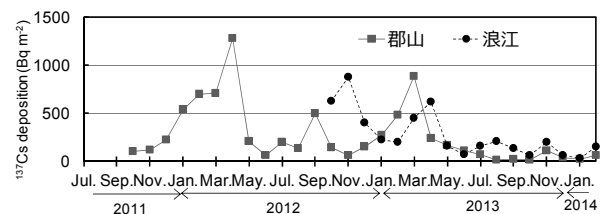


図2 郡山市と浪江町における放射性セシウムの降下量

本記事事項は青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

*植田 真司, 長谷川 英尚, 柿内 秀樹, 赤田 尚史¹
大塚 良仁, 久松 俊一 (環境科学技術研究所、¹現 核融合科学研究所)

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故により大気中に放出された放射性セシウム (^{134}Cs 及び ^{137}Cs) の一部は広範囲にわたって降下し、土壌に沈着した。沈着した放射性セシウムは土壌に強く吸着しているため、降水時に土壌粒子とともに環境を移動すると考えられ、上流域から下流域へ、そして最終的に下流部の湖沼や海洋に流入し、堆積する。

本研究では、福島第一原子力発電所から北西約 30 km に位置する飯舘村の新田川水系上流河川を対象に、出水（降水イベント）時及び平水時における河川水中の放射性セシウム濃度、河川流量等を測定し、流域から河川への放射性セシウム流出量（率）を推定することを目的とした。

2. 材料と方法

図 1 に示した福島県飯舘村における新田川支流の比曽川及び割木川で観測を実施した。採取地点の上流部の土地利用形態は、比曽川では水田であり、割木川では森林である。

2011 年 7 月から 2014 年 3 月の期間、出水時 5 回、平水時 14 回の現地観測を行った。観測では、河川水を採取すると共に、流速、水位を測定して、河川断面積と流速から河川流量を求めた。採取した河川水は、実験室にて原水の一部を孔径 $0.45\ \mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過し、ろ過水を溶存態として分析に供した。原水及びろ過水における放射性セシウムをイオン交換樹脂充填カラムに通水して捕集した後、樹脂を乾燥し、U8 容器に充填した。放射性セシウム濃度は、Ge 半導体検出器 (Seiko EG&G ORTEC 社製) で測定した。懸濁態中の放射性セシウム濃度は、原水中の放射性セシウム濃度からろ過水中の放射性セシウム濃度を引いて算出した。

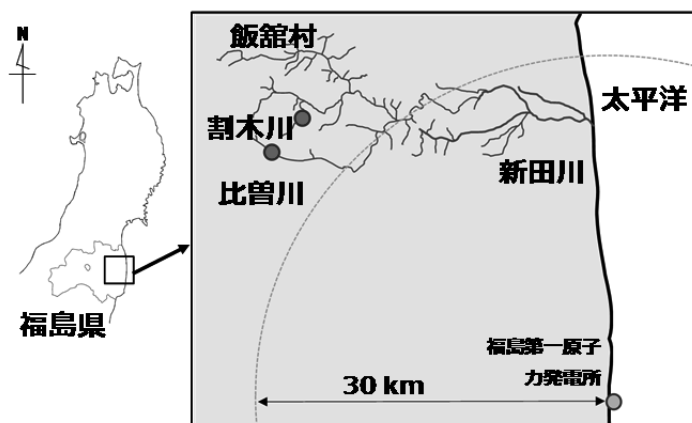


図 1. 飯舘村河川における観測地点

3. 結果と考察

比曽川及び割木川における河川水中の放射性セシウム濃度は、出水時に高く、数十 Bq L^{-1} オーダーであり、そのうちの約 9 割が懸濁態粒子であった。一方、平水時の河川水中の放射性セシウム濃度は数 Bq L^{-1} オーダーであり、懸濁態は両河川共に約 4 割と低かった。河川水中の放射性セシウム濃度と懸濁態物質濃度との間に相関関係が認められ、流域に沈着した放射性セシウムの大部分が、降水による土壌浸食によって流出していると考えられる。また、2011 年 3 月 15 日から 12 月 31 日までの 290 日間に河川から流出した放射性セシウム量を見積もり、調査地点より上流域に沈着した放射性セシウム沈着量 (文科省報告値) に占める割合 (流出率) を求めた結果、図 2 に示すように $0.3\sim 0.5\%$ となった (Ueda *et al.*, 2013)。更に、2012 年における河川からの放射性セシウム流出率は、 $0.1\sim 0.2\%$ となり、2011 年の流出率の 3 割から 5 割程度の減少が認められた。しかしながら、2013 年の流出率は比曽川では 2012 年と比べて小さくなったが、割木川では 2012 年と 2013 年とでは違いが無かった。この差異は、比曽川上流に水田が多くみられることに対して、割木川は森林が主であるという土地利用形態の違いによって生じたものと考えられる。全体をとおして、3 年間経過した時点でも流域に沈着した放射性セシウムの大部分は流域に留まった状態で存在していると判断された。

参考文献

Ueda *et al.*, (2013) *J. Environ. Radioact.*, 118, 96-104.

本記載事項は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

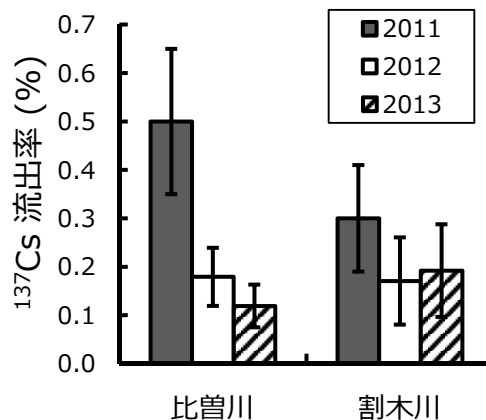


図 2. 河川からの ^{137}Cs の流出率

* 荒居博之, 福島武彦 (筑波大学・生命)

恩田裕一 (筑波大学・アイソトープ環境動態研究セ)

1. はじめに

湖沼は河川から運搬された放射性物質、特に半減期の長い ^{137}Cs のシンクとなるため、その動態解明や将来予測が管理・除染の観点から重要となる。本研究では霞ヶ浦を対象とし、底質コアや流入河川 SS の採取・分析、室内分配実験に基づき、 ^{137}Cs の分布、動態、収支について知見を得ることを目的とする。

2. 材料と方法

2.1 霞ヶ浦における底質コアの採取と分析

福島原発事故前の 2007 年 6 月 (図 1; 地点 A、B、C)

及び事故後の 2011 年 9 月 (地点 B)、2012 年 7 月、2013 年 11 月 (地点 A、B、C) に底質コアを採取した。2011、2012 年の地点 A、B は HR 型採泥器で長さ 10~20 cm のコアを、それ以外はダイバーがアクリル管で長さ 60~70 cm のコアを採取した。試料は 2 cm (2011 年は 3 cm) ごとにカットし、乾燥後、すり潰して Ge 半導体検出器による ^{137}Cs 濃度の測定に供した。

2.2 主要流入 2 河川における SS の採取と分析

主要流入河川として桜川・恋瀬川 (図 1) を選定し、SS サンプラーと濁度計を国交省の流量観測点に設置した。2012 年 9 月以降、2014 年 2 月までほぼ月 1 回の頻度で試料を回収した。試料は乾燥後、すり潰して Ge 検出器による ^{137}Cs 濃度の測定に供した。

2.3 分配実験

霞ヶ浦で採取した底質と湖水を室内で 1 日間攪拌し、水中の ^{137}Cs 濃度を測定した。攪拌後の平衡状態を仮定し、水-底質間の ^{137}Cs 分配係数を求めた。

3. 結果と考察

3.1 底質の ^{137}Cs 濃度の鉛直分布と変化傾向

地点 C (湖心) の ^{137}Cs 濃度分布を概観すると、深度 10 cm (重量深度 15 kg m^{-2}) 程度まで変化に乏しく (600~700 Bq kg^{-1})、これより下層では深さとともに

減少し、およそ深度 20cm (30 kg m^{-2}) 以深では原発事故前と同オーダーであった (図 2)。 ^{137}Cs は底質堆積速度 (1 $\text{kg m}^{-2} \text{y}^{-1}$ 前後) から想定される深度より深くまで混入しており、堆積後の挙動、例えば物理的・生物的攪乱による底質の鉛直混合や溶出及び拡散の影響が推察される。2011~2013 年にかけて、地点 B、C では鉛直分布の下方移動とピーク濃度の減少が確認された。2013 年の ^{137}Cs インベントリーは 3 地点で大差なく、16~19 kBq m^{-2} であった。

3.2 流入 2 河川の SS の ^{137}Cs 濃度の比較と変化傾向

^{137}Cs 濃度の SS 重量加重平均は恋瀬川で 540 Bq kg^{-1} 、桜川で 120 Bq kg^{-1} であった。文科省航空機モニタリングによる観測点上流域の沈着量は桜川より恋瀬川の方が大きく、濃度の差異と整合性がみられた。恋瀬川において ^{137}Cs 濃度の減少傾向が検出されたが ($p < 0.001$)、桜川では検出されなかった。

3.3 霞ヶ浦における ^{137}Cs の収支

図 1 の点線で分けた領域を各底質採取地点で代表できると仮定すると、2013 年の底質中の ^{137}Cs 総放射エネルギーは約 3×10^{12} Bq と推定され、その 9 割程度が福島原発事故起源と考えられる。一方、SS サンプラーと濁度・流量から推定した 2013 年頃の懸濁態 ^{137}Cs 流入量は $(8 \sim 77) \times 10^9$ Bq y^{-1} 、実験で求めた分配係数 (7.0×10^4 L kg^{-1}) に基づく溶存態 ^{137}Cs 流出量は 1×10^{10} Bq y^{-1} であった。したがって、 ^{137}Cs 総放射エネルギーに対する年間の懸濁態流入量は 1/10 以下、溶存態流出量は 1/100 以下と推定された。

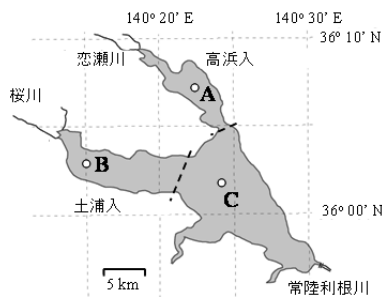


図 1 対象地域

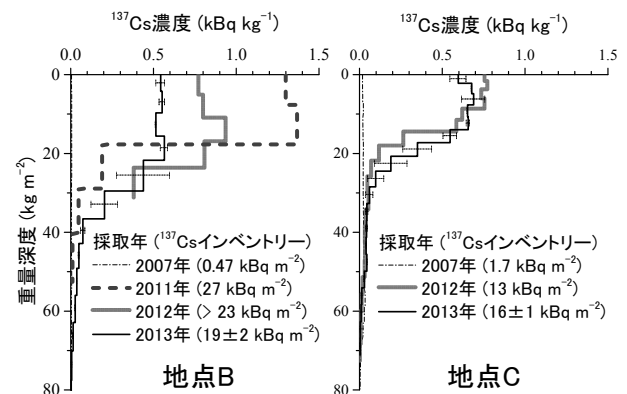


図 2 霞ヶ浦における底質の ^{137}Cs 濃度鉛直分布

福島第一原子力発電所事故による群馬県赤城大沼の
放射性セシウム汚染 —放射性 Cs の物質収支—

*角田欣一・相澤省一・森 勝伸・齋藤陽一・小崎大輔・小池優子・阿部隼司（群馬大学）、鈴木究真・久下敏宏・泉庄太郎・田中英樹・小野関由美（群馬県水産試験場）、野原精一（国立環境研究所）、葉袋佳孝（武蔵大学）、岡田往子（東京都市大学）、長尾誠也（金沢大学）

1. はじめに

H23年3月11日の東日本大震災を原因とする福島第一原子力発電所(FNPP)事故により、同年の9月に、赤城大沼において、ワカサギ、ウグイ、イワナなどの魚類に暫定基準値(500 Bq/kg)以上の放射性セシウム(¹³⁴Cs、¹³⁷Cs)の汚染が観測された。この問題には、1) 同程度の放射性セシウムの降下があったと考えられる他県の湖沼や県内の利根川水系の湖沼などと比較しても、赤城大沼における魚類の放射性セシウム汚染は特異的に高いのはなぜか、という科学的問題、および、2) 赤城大沼のワカサギ漁は群馬県の貴重な観光資源でありその対策が望まれる、という社会的問題の二つの側面があり、演者らはH24年度から2年間、環境省「環境研究総合推進費」の委託を受け本格的な調査を行なった。

その調査内容は、①赤城大沼および対照としての群馬県内の渡良瀬川水系や他の湖沼における湖水、周辺土壌、底質、さらに魚類を含む水生生物の放射性セシウムによる汚染状況評価とその経年変化の観測および②赤城大沼の水文学的調査および窒素・炭素安定同位体比測定などによる生態系の放射性セシウム汚染の基礎となる食物網の解明、などである。これらの研究成果のうち、本発表では、特に放射性セシウムの赤城大沼における収支について報告する。

2. 調査の概要

H24年度から、水文学的基礎データなどに関しては毎月、その他、水生生物、底質などについては、2ヶ月に1度程度調査を行なった。具体的な調査内容は、周辺土壌と湖底質のサンプリングと放射能測定および放射性Csのスペシエーション分析、ワカサギなどの魚類、プランクトンおよび水生植物の採取と放射能測定、湖水試料の採取と放射能測定、基礎的な水質調査、懸濁粒子の沈降速度、粒度分布、湖水の流向流速分布、さらに底質や水生生物の窒

素・炭素安定同位体比測定などである。また、赤城大沼からの流出水量は、赤城大沼用水の流出量データおよび文献[1]から推定した。一方、流入水量に関しては、①直接湖面への降雨、②覚満川、③地下水(大雨時の溪流からの流入を含む)、の3つ分けて、文献[1]および降水[2]のデータから推定した。

3. 結果と考察

湖水中の¹³⁷Cs濃度などの観測値や水流入量などの推算値に基づき、一定期間に区切って赤城大沼における¹³⁷Csの収支を計算した結果をTable 1に示す。いずれの期間も、湖水中の総¹³⁷Cs濃度の測定値から計算した湖水中の総¹³⁷Cs量の減少量と湖水から赤城用水を通じて流出した¹³⁷Cs量がほぼ等しいことがわかる。一方、流入量は極めて小さい。また、文献[1]からは、湖水が地下水として流出していることが示唆されており、これを考慮すると湖底質からの¹³⁷Cs再溶解の寄与はかなり大きいことも推定され、今後の検討が必要である。

Table 1. Mass balance of ¹³⁷Cs in Lake Onuma (GBq)

Period	Total outflow of ¹³⁷ Cs through Akagi Flume (1)	Outflow of ¹³⁷ Cs as ground water (1)'	Inflow of ¹³⁷ Cs (2)	Deposition of ¹³⁷ Cs or elution of ¹³⁷ Cs to or from the lake sediment (3)-(2)-(1) ((3)-(2)-(1)-(1)')	Change of total ¹³⁷ Cs in the lake water (3)
Nov. 28/2011 to Aug. 20/2012	-0.41±0.02	(-0.10)	+0.01	+0.01 (+0.11)	-0.39±0.06
Aug. 21/2012 to Aug. 20/2013	-0.37±0.02	(-0.09)	+0.01	-0.01 (+0.09)	-0.37±0.04

() 内は文献[1]から地下水流出を見積もった場合の計算値

[1]. 近藤智子, 濱田浩美, 千葉大学教育学部研究紀要, **59**, 319-332 (2011).

[2] 国土交通省水文学水質データベース, 赤城山観測所
<http://www1.river.go.jp/cgi-bin/SiteInfo.exe?ID=103031283317030>

福島第一原子力発電所事故による群馬県赤城大沼の放射性セシウム汚染 —水生生物の汚染状況—

*鈴木究真・久下敏宏・泉庄太郎・田中英樹・小野関由美（群馬県水産試験場）、角田欣一・相澤省一・森勝伸・齋藤陽一・小崎大輔・小池優子・阿部隼司（群馬大学）、野原精一（国立環境研究所）、葉袋佳孝（武蔵大学）、岡田往子（東京都市大学）、長尾誠也（金沢大学）

1. はじめに

群馬県では、福島原発事故に起因する放射性セシウム汚染が北西部の山間部を中心に県内全域に広がっている。特に赤城大沼に生息するワカサギからは2011年9月に暫定規制値（500 Bq/kg）以上の放射性セシウムが検出され、事故後3年以上が経過した現在でも基準値（100 Bq/kg）前後で推移している。しかし、同程度の放射性セシウムが降下したと考えられる県内の他湖沼と比較すると赤城大沼におけるワカサギ（魚類）の放射性セシウム汚染は特異的と考えられ、その原因は必ずしも明確でない。そのため、今後の放射性セシウムの動態評価を含めて、その原因を研究する必要があることから、演者らはH24年度から2年間、環境省「環境研究総合推進費」の委託を受け本格的な調査を行なった。本発表では、これら研究成果の一部である赤城大沼に生息する水生生物における放射性セシウム汚染状況を中心に報告をする。

2. 材料と方法

調査場所の赤城大沼は、群馬県前橋市富士見町に位置する赤城山頂部のカルデラ内に形成された半円型の火口原湖である。調査は2011年8月から開始し、赤城大沼で採集した水生生物の魚類（ワカサギ、ウグイ、オイカワ、イワナ等）、セストン、コカナダモと湖水を調査対象とした。

水生生物の前処理は、フードプロセッサーでミンチ状にした。湖水の前処理には、リンモリブデン酸アンモニウムと塩化セシウムによる沈殿分離法を用いた。前処理後の測定試料は定容し、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリーにより放射性セシウム濃度を測定した。

3. 結果および考察

赤城大沼に生息するワカサギの放射性セシウム

濃度は、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、2012年10月以降は漸減傾向となった。

湖の全循環期（10-11月）を含2013年9月～2014年1月の赤城大沼におけるワカサギの放射性セシウム濃度について詳細な分析を行ったところ、湖の全循環期にワカサギの放射性セシウム濃度の上昇が確認された。

魚類を食性別（プランクトン食性、雑食性および魚食性）に分類して放射性セシウム濃度の比較を行った。魚類の食性別の濃度には有意差が認められ、魚食性魚類で高い傾向が認められた。

コカナダモの放射性セシウム濃度は全て基準値以下であり、低濃度であった。

セストンの放射性セシウム濃度であるが、湖沼の循環期（5-6月と10-11月）には、植物プランクトンの珪藻が優占し、100-200 Bq/kgの放射性セシウムが検出された。一方、夏季（8-9月）には植物プランクトンが減少し、動物プランクトンのゾウミジンコ属が優占し、その時の放射性セシウム濃度は植物プランクトンと比較して低い濃度（10-20 Bq/kg）であった。セストンの放射性セシウム濃度も減少傾向を示しているが、食物連鎖の出発点である植物プランクトンおよびワカサギの直接の餌となる動物プランクトンで汚染が確認されていることから、生物濃縮によって放射性セシウムがワカサギに蓄積した可能性が高いと考えられた。

湖水の放射性セシウム濃度も漸減傾向をしており、湖水濃度は湖への流入出水量で説明が可能であった。

最後に湖水とワカサギの放射性セシウム濃度（Cs-137）の関係を調べたところ、正の相関が認められた。つまり、湖水はワカサギの放射性セシウム濃度に影響を与えており、放射性セシウムは湖水→プランクトン→ワカサギへと移行していると推察された。

*吉村真由美（森林総合研究所・関西支所）、横塚哲也（栃木県水産試験場）、赤間亮夫（森林総合研究所）

1. はじめに

2011年3月に福島沖で起きた地震及びそれに伴って発生した大津波によって、太平洋に面している福島第一原子力発電所(FDNPP)は大きな打撃を受け、その結果、大量の放射性物質が大気中に放出されました。FDNPPから放出された放射性物質は数百キロメートルも遠く離れた場所にまで広がり、広範囲の森林・土壌・草地・湖沼・河川などを汚染しました。

放射性物質による汚染は生物に何らかの形で影響をもたらしますが、その現れ方は分類群によって異なるようです。しかし、放射性物質による生態学的な影響について、分かっていないことが多く、溪流魚の主な餌となる水生昆虫に関しては放射性物質による汚染に関する研究はほとんどありません。

溪流魚や水生昆虫は、溪流生態系の主要な構成要素です。また、溪流魚は釣りレジャーの主要な対象魚種であり、食物として消費されることもあることから、魚の放射能汚染除去は喫緊の課題となっています。しかし、国の安全基準値(100Bq/kg)を上回っている放射性セシウムを含んだ魚が、FDNPPから数百kmも離れたところでも見つかっており、一日も早い汚染の解消が待ち望まれています。溪流魚の放射性物質による汚染は、主な餌である水生昆虫等の摂取または水環境中に存在する遊離態あるいは物質に吸着している放射性物質のとりこみによってもたらされていると考えられます。溪流における放射性物質の汚染ルートを解明するため、まず、比較的空間線量率の低い地域において、藻類・リター・水生昆虫の放射性セシウム濃度と空間線量率との関係を明らかにするとともに、異なる生息環境における

水生昆虫の汚染度を比較しました。

2. 方法

栃木県奥日光地区6箇所および足尾地区4箇所において、2012年12月にサンプル採集を行いました。また、瀬と淵に特化したサンプル採集を足尾地区1か所にて行いました。奥日光地区の空間線量率は0.08-0.11 μ SV/hでしたが、足尾地区の空間線量率は、奥日光地域のそれより高く、0.21-0.27 μ SV/hでした。

3. 結果と考察

空間線量率が高いと、川の中に落ちているリターや川砂の放射性セシウム濃度は高くなりました。藻類の放射性セシウム濃度は、空間線量率と相関せず、サンプルによるばらつきが大きくなりました。水生昆虫の放射性セシウム濃度も空間線量率と相関せず、サンプルによるばらつきが大きくなりました。

捕食者の放射性セシウム濃度より濾過食者の濃度の方が高い場合もあったことから、食物網で上位に位置する分類群が、必ずしも高い放射性セシウム濃度を示すわけではないことが分かりました。

水生昆虫の放射性セシウム濃度は、概して、淵に生息している個体群の方が瀬に生息しているものより高くなりました。

溪流においては、藻類・リター・砂が汚染される限り、放射性セシウムによる溪流魚の汚染が続くと予想されます。淵における水生昆虫・リター・藻類・砂などの放射性セシウムのモニタリングと管理が、溪流における放射性セシウムによる汚染を減らす対策の一つとして重要と考えています。

1. はじめに

生物多様性に重要な湿地生態系の健全性を維持することが世界的な課題となっている。

福島県浜通地方は、2011年3月の東日本大震災によって、地震と大津波の被害に見舞われ、さらに原発事故による放射性物質も蓄積している。大津波によって湿地生態系は怎么样了か？放射性物質による湿地生態系・生物への被害はどうか？また今後の自然再生はどう進めたらよいか？を明らかにするため現地調査を継続して実施した。

2. 材料と方法

災害直後の航空写真から大津波後の被害マップ及び現地調査を行い被災後の植生図を作成した。更に、上流から放射性物質が流下するとどこに蓄積するか明らかにするため、UAV（無人航空機システム）であるマルチコプターによる高度5mの空間線量汚染マップを作成した（図）。新田川河口域の植生タイプ別の構成比(%)を詳細な空中写真から判読した。災害直後の航空写真から作成した新田川河口域の現地踏査による相観植生図（2012年7月）とUAVによる相観植生図（2013年8月）を比較した。更に新田川河口域の植生タイプ別図も作成した。

真野川及び新田川の湿地60ヶ所において各植物群落内の空間線量率（河口～上流）を測定し、底質を採取しGe分析による放射性セシウムの蓄積量を測定した。また、湿地植物への移行量を把握するため、50cm方形区から地上部を刈り取り、乾燥後灰化してGe分析を行った。福島浜通地方の宇多川、真野川、新田川、太田川の河川流下量のモニタリングと河口域に沈殿物を係留して蓄積量の季節変化をモニタリングした。また、大潮の時期にドップラ一流速計（M-9）による河川流出や潮汐流による遡上についても真野川と新田川河口域で検討した。

3. 結果

福島浜通地方の4河川底質への放射性セシウムの蓄積は原発に近いほど高濃度であるが、上流域のダムの有無などの土地利用も関係していた。

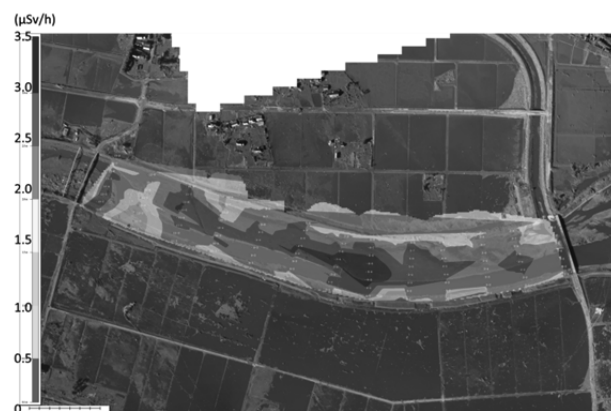
植物の生息適地の分布域は怎么样了か？2011年3月11日には地上部は枯れていた。そのため、

植生被害は少ない。一方、植物遺体の蓄積や堤の破壊は顕著に認められた。湿地地表の空間線量は、オギなどの少し高い場所で空間線量が高い事が判明した。UAVによる広域の空間線量観測から河口付近の河川湿地での高濃度汚染地域は、比較的高い地盤高に生育するオギ群の落空間線量が高かった。上流の放射性セシウムが洪水の度に流下して湿地で流れが弱められ懸濁態に付いた放射性セシウムが蓄積していくと考えられた。

4. 考察

2011年3月福島県浜通地方をおそった大津波と放射性物質蓄積の影響を把握し、その対策をとるうえで、河口付近の植生帯の変化に注目した。今回開発したUAVをつかって、生物多様性の保全や自然の再生を検討するとともに、一方で、今後起こりうる津波に備える知恵を蓄えることが重要になってきている。

リモセン技術を使うことで、踏査の困難な高濃度汚染地域に立ち入らなくとも、汚染実態変化や除染効果を継続的に監視し、評価し、必要な対策をとることは可能となった。私たちがこのまま何も対策をとらずにいた場合、福島県浜通地方の湿地生態系はどうなるだろうか。広範囲にわたって河口域の湿地生態系を評価し、効率的に自然を再生させるための戦略的な環境アセスメントの手法の開発は今後特に重要である。



UAVによる新田川河口域の空間線量分布図
(2013年8月)

大気－陸域－湖沼モデルを結合した 放射性物質の琵琶湖水質への影響予測

* 佐藤祐一・園正（滋賀県・琵琶研セ），山中直（元：滋賀県・琵琶研セ）
小松英司（筑波大・院），上原浩・湯浅岳史（パシフィックコンサル），永禮英明（岡山大・院）

1. はじめに

東日本大震災に伴う原子力発電所の事故を受け、滋賀県に隣接する地域で同様の事態が発生した場合、琵琶湖の水質にどのような影響が及ぶのかを予測し、必要となる対応について検討する必要がある。本研究では、福井県内の原子力発電所から、福島での事故相当の放射性物質が排出された場合の琵琶湖における拡散予測を、大気・陸域・湖沼の各メディアにおける放射性物質動態モデルを結合することにより実施した。対象物質は半減期の大きく異なる放射性セシウムおよび放射性ヨウ素とした。

2. 方法¹⁾

計算に使用したモデルについて説明する。大気モデルは気象モデルとして WRF3.1, 大気質モデルとして CMAQ4.7 を用いた。気象データとしては GPV MSM (5km メッシュ 3 時間毎) および NCEP FNL (約 20km メッシュ 6 時間毎) を用いた。

陸域モデルおよび湖沼モデルは、筆者らが有機物・窒素・リン等の予測を目的に開発した「琵琶湖流域水物質循環モデル」(陸域 500m メッシュ, 湖沼 1km メッシュ 8 層)²⁾を、浮遊物質や放射性物質の環境中の移行過程が考慮できるように改良して使用した。例えば陸域においては、雨滴衝撃および表面流出による土壌発生量を算定するモデルを構築し、水中における浮遊物質 (SS) 濃度を予測した。陸域・湖沼の分配係数は文献の最頻値³⁾より設定した。

計算条件は以下の通りである。まず大気モデルを用いて大飯・美浜の各地点で 2010～2012 年度を対象として単位量の放射性セシウム（大気中では全て粒子態として存在すると仮定）及び放射性ヨウ素（大気中における粒子態成分比率は 15%もしくは 50%と仮定）を連続放出させ、琵琶湖流域への沈着量が最も大きくなる日時をそれぞれ四半期ごとに抽出した。この日時を計算開始日とし、福島第一原子力発電所から 2011 年 3 月 15 日に放出されたのと同程度量の ^{134}Cs ・ ^{137}Cs ・ ^{131}I が大飯・美浜で放出さ

れたとして、大気は 1 日間、陸域・湖沼は 3 ヶ月間の計算を行い、大気からの沈着及び流域からの流入を踏まえた琵琶湖表層 (0～5m) の濃度を算出した。

3. 結果と考察

各気象条件を適用した際の琵琶湖北湖表層（水深 0～5m）における放射性セシウム ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) および放射性ヨウ素 (^{131}I) の平均濃度の変化を図 1 に示す。湖水への影響が大きかったケースで、事故直後に放射性セシウムで 100Bq/L, 放射性ヨウ素で 400Bq/L を超過すると予想された。その後共に濃度は減少するが、放射性セシウムについては深層への移流拡散が、放射性ヨウ素については放射性崩壊がその主たる要因であることが分かった。

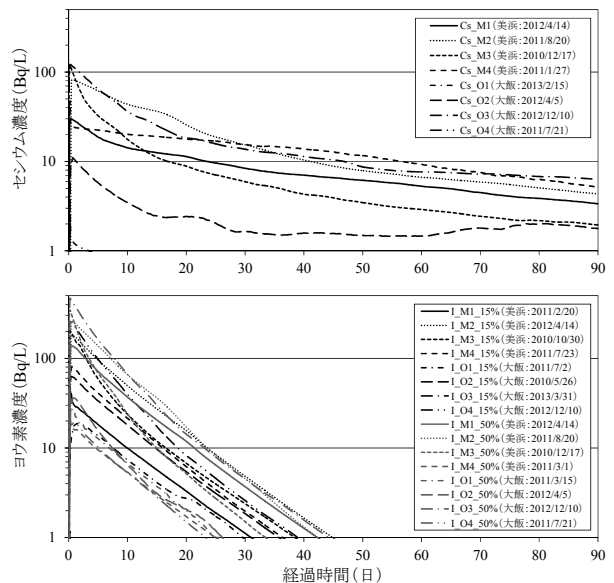


図 1 琵琶湖北湖表層における平均濃度予測結果
(上：放射性セシウム，下：放射性ヨウ素)

参考文献

- 1) 佐藤祐一ら (2014) 日本原子力学会 2014 年春の年会, 35.
- 2) 佐藤祐一ら (2011) 水環境学会誌, 34(9), 125-141.
- 3) P. Ciffroy et al. (2009) J. Environ. Radioact., 100, 785-794.