

*中川 恵, 田中 敦, 戸津久美子, 松崎慎一郎, 高村典子 (国立環境研究所)

1. はじめに

生態系の状態を評価・予測するためには、長期的な観測と調査データの蓄積が欠かせない。国立環境研究所は、UNEP や WHO などの国際機関によって進められている淡水水質監視プロジェクト (GEMS/Water 事業) の日本の窓口 (以下、ナショナルセンター) として、国内の水質データの収集ならびに全球水質データベース

(GEMStat ; <http://www.gemstat.org/>) への登録を行っている。一方、国立環境研究所では、霞ヶ浦と摩周湖において湖沼長期モニタリングを 40 年近く継続しており、独自のデータベースを整備し、データを広く公開している。そして、本長期モニタリングのデータの一部を GEMStat に提供している。本発表では、GEMS/Water 事業の活動内容を報告し、昨年来整備を進めている摩周湖長期モニタリングのデータベースについて紹介する。

2. GEMS/Water 事業の活動内容と最近の動向

2014 年 4 月の GEMS/Water 事業本部ドイツ移転に伴い、GEMStat の改善・再構築が推進されている。GEMStat は、個々の水質項目の数値データと分析方法が一つのセットとして登録されていることが特徴であるが、2014 年 3 月の見直しで、わが国が提供した分析方法の多くが、国際的な分析コードとして採用された。また、これまで、GEMStat に登録されている生データを入手するためには、メールによる複雑な手続きが必要であった。今後は、多項目あるいは多地点の大規模時系列データセットを、オンラインで取得することができるシステムが構築される予定である。

ナショナルセンターでは、霞ヶ浦、摩周湖に加えて、地方環境研究所や水道局と連携し、2014 年 7 月現在、計 25 サイトの水質データ 30 万件を収集し、国内ウェブサイトにて公開している。2012 年には、新たに三方湖 (福井県) をサイト登録した。2013 年には、GEMStat に登録する測定方法について、40 におよぶコードを整備し、測定値とともに、GEMStat に大量のデータを登録した。また、GEMS/Water が定期的に行っている国際的な分析精度評価の活動 (PE8 ; Performance Evaluation Study No.8) に参加した。

3. 摩周湖長期モニタリングデータベースの整備と利活

用推進

国立環境研究所では、北見工業大学、北海道大学、北海道立総合研究機構、千葉大学、山梨大学、自然公園財団などと共同して、1981 年から摩周湖の水質・生物のモニタリングを継続している。2012 年には「摩周湖長期モニタリング」ウェブサイトを大幅に更新し (図 1)、観測データの公開を開始した。このデータベースは、1917 年からの文献値を含む透明度や、光学的パラメータ (吸収係数、下向き減衰係数)、Chl 濃度、栄養塩類、微量金属類、動植物プランクトン密度などの水深別データなどのデータが登録されている。また、測定器を通年係留して得た水温、Chl 濃度、濁度の時系列データも登録されている。2013 年秋からは、温暖化の影響が出にくいとされる本湖でその検出を目的とした、水温の緻密な連続観測も開始した。

GEMS/Water 事業においても、摩周湖は、ベースラインモニタリングステーション (日本の湖沼で唯一) に位置付けられ、国際的にも重要なベースラインとして UNEP の報告書などでも取り上げられている。観測データの提供・活用とともに、新しい観測技術の適用など、そのプラットフォーム機能を活かした共同研究の推進を図りたい。



図 1. ウェブサイトトップページ。

【データ利用について】

ウェブページにあります利用規約をご確認下さい。

【問い合わせ先】

○GEMS/Water ナショナルセンター gems@nies.go.jp

http://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/gems_jnet/index_j.html

○摩周湖長期モニタリング cebes.data@nies.go.jp

http://db.cger.nies.go.jp/gem/inter/GEMS/mashu/index_j.html

P-26

Web 公開不希望

1. はじめに

天竜川の流域では、国内でいち早く電源開発が開始され、本流には上流から泰阜、平岡、佐久間、秋葉、船明の5ダムがある。ここで取り上げる佐久間ダム（電源開発株式会社、1956年竣工）は戦後にアメリカから導入された近代工法によりはじめて建設されたダムで、わずか3年で完成している。高度経済成長期に果たしたその役割は大きく、戦後の沈滞していた国民の気持ちをおおいに高揚させた。その後、新豊根ダムとの連携で揚水発電機能を備え、多目的ダムとして運用された。東日本大震災以降は化石燃料や原子力によらない電源として、また、電源周波数変換施設を持つ発電所としての重要性が相対的に増した。一方で、流域の地質が軟弱であるため堆砂がひどく、ダムの容量約3億 m^3 に対して約1.3億 m^3 の堆砂があるとされ、ダム湖上流域で洪水リスクが高まる状況が見られる。現在の佐久間ダムの堆砂の状況は、ただちに発電機能に支障をもたらすものではないが、着地点の見えないリスクが増加する一方であり、現状で抜本的対策がないことは原子力発電と類似した状況である。そこで、周辺の状況を考慮し、最善の対策の提案を試みた。

2. 材料と方法

ダムは、降水が自発的に谷に集積することを利用した半持続的な施設であるため、特に発電に際して非常に魅力的で、利水を目的とする場合には代替策のほとんどないインフラである。しかし、河川生態系に与える影響、耐用年数以後の撤去・更新や長期持続的運用法など未解決の問題を多く持つ。しかも、佐久間ダムは代表的なコンクリートダムでもあるので構造上の耐久年数が限られる。国土交通省は、ダム堰堤を迂回して下流に土砂を流す排砂トンネルを解決策の柱として検討しているが、この方法は、トンネルの内壁の消耗と基本的にダムの数だけトンネルが必要であることなどの致命的な欠点がある。さらに、黒部川出し平ダムの排砂操作で起こったような下流環境への負の影響も懸念される。解決策に

求められる要件は、取水などで河川洪水水量が減少していることも考慮して、（1）現在蓄積しているダム堆砂を数十年で実際的かつ経済的に搬出可能であること、（2）下流にダムがある場合はすべてのダムを迂回できること、（3）ダム下流の各所に必要な場所に必要な粒径の必要な量の土砂を供給できること、（4）河口まで運搬が可能なこと、などである。一方、この流域の状況として、遠州灘での海岸後退、飯田線、佐久間線（国鉄未成線）、東海道新幹線、中央リニア新幹線整備事業などがある。

3. 結論

大量の土砂を運ぶ人為的な陸送手段としては、鉄道、道路、ベルトコンベアなどがあるが、佐久間ダムの場合は、山間部から河口までの陸送距離が約70kmとなり道路輸送は道路耐久性、費用、周辺への負荷から考えて問題外であり、ベルトコンベアは最も安価だが現実的ではない。そこで、ダム湖に沿って設置されているJR飯田線、浜松市天竜区の奥山線（国鉄未成線）を利用した鉄道建設を提案する。

4. 考察

建設事業費は、すでに国土交通省が試算している排砂トンネル設置事業費800億円に下流ダムおよび遠州灘海岸後退対策として1000億円ほど上乗せすれば調達可能と思われる。堆砂運搬は主に夜間に行えば、昼間は旅客輸送が可能である。この運用により、中山間地の過疎化と公共交通の衰退対策が可能となり、さらに中央リニア新幹線飯田駅と東海道新幹線浜松駅の結節により不通区間発生時の迂回路確保、地域振興効果、津波対策が期待される。現時点では、具体的な地質、ルート検討、事業者、事業形態、事業費積算などの検討までには至っていない。

文献

戸田三津夫（2014）：ダム堆砂をどうする：天竜川「佐久間ダム」での最善解決策を考える。陸の水（*Limnology in Tokai Region of Japan*），64：39-42。

長谷川裕弥（山梨県衛生環境研究所）

1. はじめに

近年、水生生物保全の観点から環境基準項目に追加される化学物質が増えている。2003年には全亜鉛が追加され、環境基準の検討物質リストには銅やニッケル等の重金属が挙げられている。一方で、環境水中の金属は様々な化学形態で存在している。水生生物に取り込まれ易い形態として解離したイオンが知られているが、公共用水域の水質モニタリング調査ではトータル金属を測定している。従って、水生生物に対する重金属の影響評価を行うには、重金属の形態別分析が必要となる。本研究では、山梨県内河川水中の重金属を形態別に分析し実態を調査したので報告する。

2. 調査の概要

図1に示す山梨県公共用水域水質調査の環境基準測定地点の13地点で2012年7月から2013年6月まで毎月1回調査した(2月欠測)。対象元素は亜鉛、銅、ニッケル、マンガンの4元素とした。化学形態の区分は、トータル金属(懸濁態と溶存態)、溶存態金属(0.45 μ mフィルターでろ過)、イオン態金属(NOBIAS CHELATE-PA1キレート樹脂で分離)の3区分とした。本研究では、溶存態金属のうちキレート樹脂に捕捉される重金属を水生生物に直接影響を及ぼす形態(イオン態金属)と定義した。トータル金属及び溶存態金属は、JIS K 0102に準拠して前処理を行い、キレート樹脂を用いた固相抽出操作は、日立ハイテクテクノロジー社の推奨方法に従った。各元素は、島津製作所製の電気加熱原子吸光度計(AA6800)で分析した。

3. 結果と考察

各トータル金属の11ヶ月平均濃度より、他地点と比べて高濃度の亜鉛やマンガンが検出された地点は、市街地を通過する河川で人為的な影響が考えられた。また、高濃度の銅やニッケルが検出された地点は、工業団地の排水が流入する河川であった。トータルニッケルは全13地点中3地点で検出された。

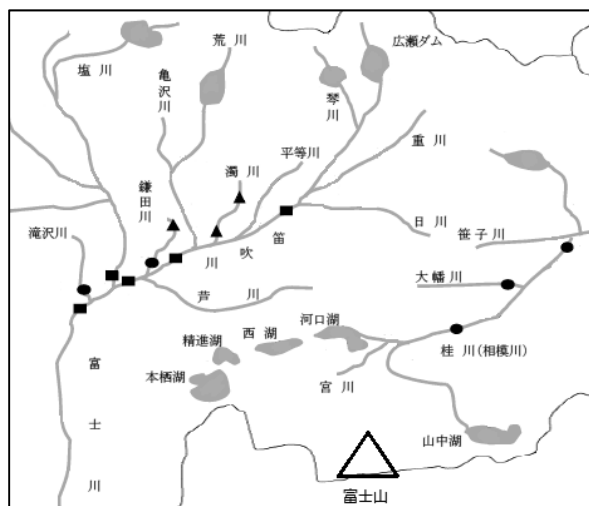


図1 山梨県内の調査地点
(笛吹川水系10地点及び相模川水系3地点)

各金属を形態別に測定し全地点の平均存在形態濃度比を算出した。溶存態/トータル金属の濃度比より52-73%が溶存態で存在していた。河川水中の金属の一部は懸濁物質等に吸着したりして存在していると推察できた。また、イオン態/トータル金属の濃度比より41-66%がイオン態で存在していた。つまりトータル金属のうち半数前後が水生生物に取り込める形態であり、重金属の形態別分析の必要性が示された。

市街地を通過する濁川(全長12.6km)では、上流と下流とで溶存態/トータルマンガン濃度比と浮遊物質(SS)の関係で異なる挙動を示した。上流では、マンガンの存在濃度比とSSの間に相関関係が得られたが($R=-0.89$)、下流では相関関係は得られなかった($R=0.31$)。マンガンは酸化還元電位やpH、SS量等の影響を受けて存在形態が変化することが知られている。pHと溶存酸素濃度の水環境要因より、上流では水に不溶のマンガン酸化物を形成し易い環境にあり、下流では溶存マンガンとして存在し易い環境にあったと推察された。

謝辞：採水にご協力下さった甲府市環境保全課の皆様に御礼申し上げます。

P-26

Web 公開不希望

P-30

Web 公開不希望

P-31

Web 公開不希望

P-32

Web 公開不希望

* 布施泰朗 (京工織大・環境科学セ)、山田 悦 (京工織大・環境科学セ)

1. はじめに

琵琶湖では、1985 年以降、微生物分解を受けにくい難分解性有機物の増加が問題となっており、フミン物質に加えて藻類由来有機物の影響が大きいことをこれまでの研究で示した。また、琵琶湖北湖では成層期にフルボ酸様蛍光物質濃度が表層よりも底層水で高いことを見出した。本研究では、琵琶湖北湖底質フミン物質の影響を明らかにするため、底質フミン物質を抽出・分離し、元素分析、 ^1H NMR、FTIR、熱分解 GC-MS 法などを用いて特性解析を行った。

2. 材料と方法

底質試料は 2010 - 2013 年の 11 月に琵琶湖北湖今津沖中央 (St. 17B、水深約 90m) で柱状採泥器及び不攪乱採泥器を用いて堆積層別に採取した (Fig. 1)。乾燥した底質粉末試料を用い、IHSS 法により、底質フミン酸 (HA) を単離し、底質フルボ酸 (FA)

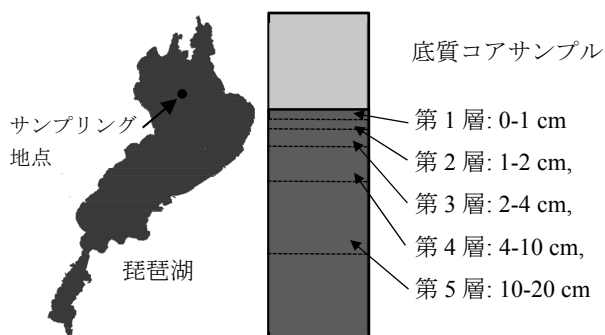


Fig. 1 琵琶湖底質サンプリング地点と堆積層別採取

は溶液試料として得た。熱分解 GC-MS、 ^1H -NMR 及び FTIR 等の方法を用いて琵琶湖底質 HA の特性解析を行い、日本腐植物質学会提供の土壌フミン物質 (Dando HA, FA)、及び 2 種類の植物プランクトン *Microcystis aeruginosa* (NISE-109, Lake Yogo, Shiga) と *Staurastrum dorsidentiferum* (NISE-665, Lake Biwa, Shiga) を培養した細胞の分析結果と比較した。

3. 結果

元素分析より琵琶湖底質 HA の H/C 比と N/C 比は、それぞれ 1.2-1.4 及び 0.7-1.0 で、土壌 HA の 0.9-1.2

及び 0.6 より高い値であった。 ^1H NMR 分析でも底質 HA は土壌 HA の約 2 倍の脂肪族性プロトンが存在していた。FTIR 分析では、底質 HA にはアミド結合 ($1520\text{-}1550\text{ cm}^{-1}$, $1620\text{-}1650\text{ cm}^{-1}$) と多糖類 ($1020\text{-}1050\text{ cm}^{-1}$) の存在を示唆する強い吸収帯が確認された。底質 HA、土壌フミン物質及び植物プランクトン細胞を熱分解 GC-MS 法で分析し、熱分解温度を $400\text{-}700\text{ }^\circ\text{C}$ に変化させ、熱分解生成物への影響を検討した。熱分解生成物を (a) リグニンなど、(b) タンパク質など、及び (c) 脂質の起源別に分類し、生成挙動を比較した (Fig. 2)。底質 HA (2013 年第 5 層) の熱分解生成物の生成量を 100 とし相対値で示した。

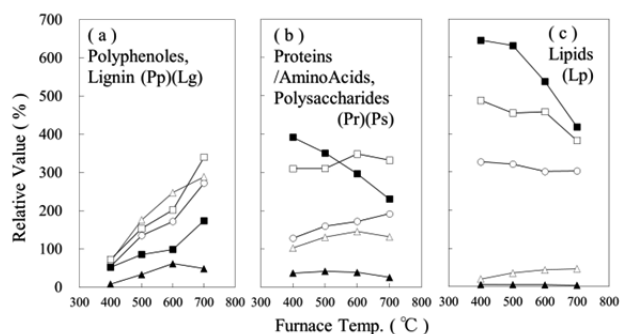


Fig. 2 琵琶湖底質HAなどの起源別熱分解生成物に及ぼす熱分解温度の影響

○: 底質HA (2013年第1層),
△: Dando HA, ▲: Dando FA,
□: *Microcystis aeruginosa*, ■: *Staurastrum dorsidentiferum*

4. 考察

H/C 比と ^1H NMR の結果より、底質 HA は土壌 HA と比べて高い脂肪族性を持ち、N/C 比とアミド結合に帰属される FTIR の強い吸収帯から、底質 HA にはタンパク質構造が土壌 HA よりも多く存在すると推測された。底質 HA のリグニンなどに関する熱分解生成物の相対値は、植物プランクトン細胞と同様、熱分解温度に従い増加し、増加率は $700\text{ }^\circ\text{C}$ でさらに上昇する (Fig. 2(a))。土壌フミン物質の脂質に関する熱分解生成物は少ないが、底質 HA は植物プランクトン細胞の 1/2 から同程度である (Fig. 2(c))。これらの結果より、底質 HA は、土壌フミン物質より植物プランクトン細胞に似た特性をもつと考えられる。

*田中敦・林誠二・高津文人・小松一弘・今井章雄（国環研）
 荻部甚一（茨城大）

1. はじめに

国立環境研究所では、過去 30 年間以上、霞ヶ浦（西浦）の月例モニタリングを続けている。福島第一原発事故直後の 2011 年 4 月から 2013 年秋までの霞ヶ浦底質における放射性 Cs の鉛直分布の経時変化、2 回のメッシュ調査における水平分布などのデータを得た。霞ヶ浦湖底における放射性 Cs の蓄積と挙動解析は、集水域からの放射性 Cs の堆積過程や、今後の水系・生物相への移行を推測するための基本的なデータとなると考えている。

2. 方法

底質コア試料（図 1 ◇）は、湖心及び流入部（高浜入・土浦入）において、事故直後は毎月、その後は 3 ヶ月に 1 回、柱状採泥器（コア径 4 cm, 5 cm もしくは 11 cm）で採取した。表層泥については、2012 年 12 月及び 2013 年 9 月に湖内全域 1 分メッシュ交点付近 67 ヶ所と主要河川（図 1）の河口部で、柱状採泥器（コア径 11 cm）もしくはエクマンバージ式採泥器（砂質泥等の場合）で採取した。表層から 15 cm まで及び 15~25 cm までの 2 層（2012 年調査は 15 cm まで 1 層）を船上で均質化し、分析に供した。別途求めた含水率とみかけ比重及び、水分と泥分の均質混合を仮定したガンマ線吸収補正、サム効果補正等により、放射能及び単位面積あたりの沈着量を求めた。

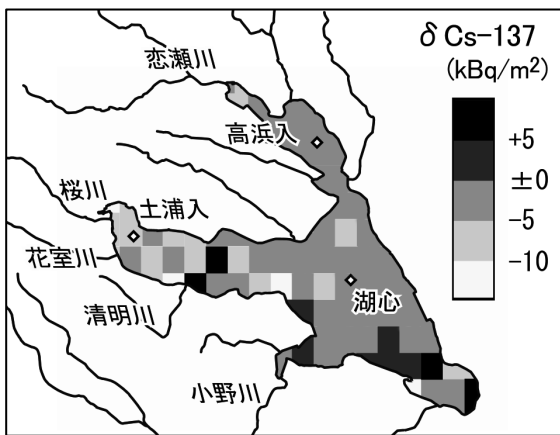


図 1 2012 年と 2013 年の調査間での霞ヶ浦底質への Cs-137 の沈着量の変化 (kBq/m²)

3. 結果と考察

2012 年メッシュ調査では、霞ヶ浦南西部の陸上高線量域が湖底にも広がっている分布が得られた。大気経由の初期沈着の影響とともに、主要河川の河口域に相対的に高い沈着が見られた。2 回のメッシュ調査から求めた 10 ヶ月間における Cs-137 沈着量の差 (15 cm までの 1 層) を図示した (図 1)。Cs-134 は Cs-137 と挙動が等しく、かつ、物理崩壊の効果が大きいので、図示していない。図 1 の多くの地点で負値を示しているのは、放射性 Cs が深部に鉛直移動している効果が大きい。実際に、コアでの放射性 Cs 鉛直分布は時間経過とともに物理的・生物的混合により 15cm 以深への混合が進んでいた。また、図 1 では河口部への沈着、湖尻での増加が認められた。湖面全体の Cs-137 総沈着量は、2012 年で 2.9 TBq, 2013 年で 3.2 TBq と、期間中でわずかながら増加する結果が得られている。

各地点の底泥コアの採取最大深さまでの積分によって求めた沈着量は、事故後からの増加ピークが 2012 年末ごろにあり、その後は減少傾向を示していた (図 2 は湖心のみ表示)。ただし、採取コア径による影響が大きいことは考慮に入れるべきである。沈着量の経時的な増大や減少は、総沈着量の変化が小さいという水平分布の解析結果と整合していない。これについては、2014 年に行う 3 回目のメッシュ調査により、解析が進む可能性がある。

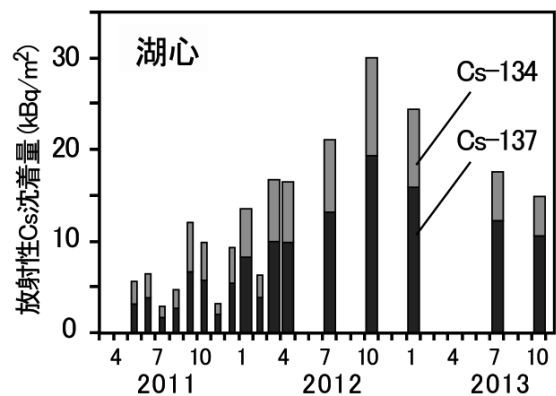


図 2 霞ヶ浦湖心での底質中放射性 Cs 沈着量の経時変化 (太いバーは 11 cm コア)

P-35

Web 公開不希望

* 奥川光治, 菊池美里 (富山県立大学工学部環境工学科)

1. はじめに

庄川扇状地を流れる河川の中には、地下水が湧出する河川がある。そのため、庄川右岸の清水川など鴨川水系ではアシツキやバイカモ、トミヨ、庄川左岸の玄手川ではミクリやトミヨといった貴重な植物や魚類が数多く生息していた。ところが近年、地下水の湧出量減少や水質汚濁により希少生物が減少してきている。そこで河川改修や圃場整備にあたり、環境保全を目的として生態系に配慮した近自然工法が採用され始めているが、水環境の改善はまだ不十分である。玄手川においては、近自然工法とトミヨやミクリの生息状況、水量収支に関する研究が行われているが、庄川扇状地の地下水が湧出する河川の水質解明は不十分である。本研究では、水環境保全のための基礎データを得るため、地下水が湧出する玄手川における水質特性を明らかにすることが目的である。

2. 方法

調査は、玄手川のほかに千保川と市野瀬川でも実施した。玄手川は、小矢部川支流の千保川に流入する農業用排水路である。庄川扇状地の扇央から扇端部を流下するため、湧水が見られる。水草刈りなどの維持管理の合理化と湧水の確保、生態系の保全を目的として、1995年から2000年にかけて、中流部より下流が近自然工法により改修された。千保川は、玄手川の東側を並行して流下するコンクリート三面張りの河川である。玄手川と千保川は、ともに庄川合口ダムで取水された農業用水が灌漑された後に集められている。一方、市野瀬川は、玄手川の上流部に合流する小河川であり、流域で湧出した地下水がおもな水源である。調査地点は、千保川で5地点(S1~S5)、玄手川でも5地点(G1~G5)、市野瀬川で1地点(I1)の計11地点とした。S5地点は、玄手川と千保川の合流地点より下流に位置する。

調査は、2013年9月10日と12月5日に実施した(それぞれ、夏期調査、冬期調査と称する)。調査項目は、現地で水温、pH、電気伝導率(EC)、DOおよび流量、分析項目は全有機態炭素(TOC)、全窒素

(TN)、全リン(TP)、溶性ケイ酸(SiO₂)、イオン類、アルカリ度などである。

3. 結果および考察

夏期調査の結果について見ると、水温は、おもに湧出した地下水が流れる市野瀬川が最も低く、次いで地下水湧出が見られる玄手川が低かった。地下水の湧出が見られない千保川は、最も水温が高かった。ECおよびHCO₃⁻、Ca²⁺濃度は、市野瀬川>玄手川>千保川の順であり、玄手川の上流部での増加傾向が大きかった。TOC、TP濃度は、濁りの少ない地下水の影響により、市野瀬川<玄手川<千保川となった。玄手川では市野瀬川と合流することで、TOC、TP濃度がさらに低下する傾向が見られた。TN濃度は、市野瀬川>玄手川>千保川の順であった。市野瀬川と玄手川ではTNの70-90%以上がNO₃-Nであり、TNの増加は地下水中の肥料由来のNO₃-Nが影響していると考えられる。

冬期調査の結果は、以下のとおりである。水温は、夏期とは逆に、市野瀬川>玄手川>千保川となった。冬期には表流水の温度が低下し、地下水の方が高温になることを反映している。ECおよびHCO₃⁻、Ca²⁺濃度は、夏期と同様の傾向が認められたが、玄手川ではECで2mS/m、HCO₃⁻とCa²⁺で0.1meq/L程度、冬期の濃度が高くなった。これは、冬期には灌漑水の供給が少なくなり、相対的に地下水の割合が増加するためと思われる。TOC、TP濃度も、基本的には夏期と同様の傾向であったが、玄手川最上流G1地点では、護岸の維持管理・清掃活動で土砂や植物が流下しており、千保川よりも玄手川の方が高濃度であった。TN濃度も夏期と同様に、市野瀬川>玄手川>千保川の順であった。市野瀬川と玄手川では、地下水の影響でTN中のNO₃-Nの比率が大きく、ECやHCO₃⁻とCa²⁺同様、TN濃度は冬期の方が0.2mg/L程度高くなった。

以上のように夏期も冬期も、市野瀬川と玄手川では、湧出する地下水の影響で、特徴的な水質特性が認められた。

P-37

Web 公開不希望

大阪湾に流入する河川水および海域に含まれる難分解性有機窒素化合物

○相子伸之・矢吹芳教・中嶋昌紀（(地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所）、
吉田光方子（(財) ひょうご環境創造協会 兵庫県環境研究センター、現（公財）地球
環境戦略研究機関 関西研究センター）

1. はじめに

大阪湾は、総量規制や下水道整備などの対策を講じているが、難分解性物質により COD は海域では横ばいであり、一部では環境基準を満たしていない。一方で、湾口、湾中央部では、栄養塩不足による養殖ノリの色落ちなどが起こっている。さらに、共同研究者らの最新の研究では、湾中央部では全窒素の中で難分解性有機窒素化合物の割合が高く¹⁾、水産生物の物質循環に入らない窒素が相当量存在していることが示唆された。

そこで本研究では、大阪湾に流入する河川と海水について、窒素の生分解性を評価するとともに、その特性について比較を行った。

2. 材料と方法

平成 25 年 8 月に、淀川下流と上流 (YD-1 と YD-2)、大和川の下流と上流 (YM-1 と YM-2)、および大阪湾内の 4 地点 (OS-3 (湾口)、OS-8 (湾中央)、OS-17 (湾奥)、および OS-18 (湾奥)) の表層水を採水した (図 1)。

採取した河川水は、720 mL を 1 L 容量の褐色デュラン瓶に入れ、人工海水用マリンアート SF-1 (大阪薬研(株)製) を塩分濃度が 3% となるように溶解させ、さらに、植種水として海水試料の OS-3 を 80 mL 加えた。一方、採取した海水は、800 mL を 1 L 容量の褐色デュラン瓶に入れた。これら容器には、シリコ栓でフタをした通気状態で、20°C、100 rpm にて 100 日間生分解した。

100 日培養前後の試料中の窒素濃度を測定し、難分解性有機窒素化合物濃度を求めた。なお、全有機窒素濃度、あるいは難分解窒素化合物濃度は、生分解前の全窒素、あるいは生分解後に残留した全窒素か

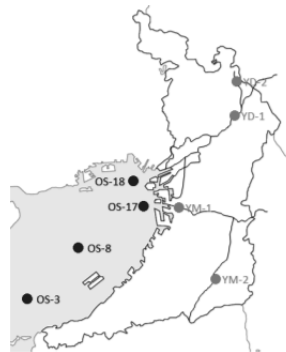


図 1 採水地点

ら、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、および硝酸態窒素を差し引いた濃度とした。

また、生分解性試験前後の有機化合物の特性を調べるため、3 次元蛍光スペクトルを測定した。

3. 結果と考察

河川水の全窒素濃度は、YD-1、YD-2、YM-1、および YM-2 でそれぞれ 0.71、1.04、2.35、および 1.16 mg/L であった (図表には示していない)。全有機窒素濃度は、YD-1、YD-2、YM-1、および YM-2 でそれぞれ、0.21、0.07、0.57、および 0.21 mg/L であり、そのうち難分解性有機窒素化合物濃度は 0.10、0.05、0.12、および 0.15 mg/L と見積もられた (図 2)。

一方で、海水の全窒素濃度は、OS-3、OS-8、OS-17、および OS-18 でそれぞれ 0.21、0.07、0.57、および 0.49 mg/L であり、河川より低い値を示した (図表には示していない)。全有機窒素濃度は、OS-3、OS-8、OS-17、および OS-18 でそれぞれ、0.15、0.11、0.57、および 0.48 mg/L であり、そのうち難分解性有機窒素化合物濃度は 0.08、0.08、0.14、および 0.15 mg/L と見積もられ、河川水の濃度と同程度であった (図 2)。

生分解後の 3 次元蛍光スペクトルの結果では、河川水の 4 地点、海水の 4 地点のどちらでもタンパク質様物質と腐植様物質を示す位置にピークが見られ類似していた。

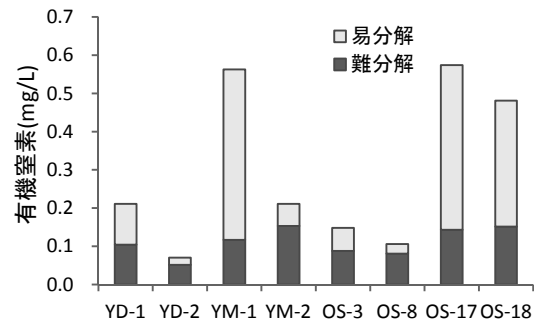


図 2 難分解性有機窒素化合物の内訳

(引用文献) 1) 中嶋昌紀ら：土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 68, No. 2, pp.I_1036-I_1040,2012.

P-39

Web 公開不希望

*片野泉、名倉明日子、濱野紗耶加（兵庫県立大学・環境人間）、土居秀幸、高原輝彦（広島大学・サステナセンター）、源利文（神戸大学・院・人間発達環境）

1. はじめに

ため池は日本全国に20万面以上が存在する。灌漑用の人為的水系であるため池は、水域と陸域が連続して繋がる特徴を持つことが多く、多様な生物群集を育てている。兵庫県はため池の数が全国で最も多いことから、地域の生物多様性を維持する上では、ため池が重要なハビタットであるといえる。先行研究では、水質や水草、魚類、両生類など比較的大きな生物やその分布についての研究が多く、ため池の保全が重要であるとの考察がなされている。しかし、どのようなため池を保全すべきかという議論や、サイズの小さな生物についての研究はまだ少ない。特に、数理モデルや陸域、大型湖沼で提案されている生産性や生態系サイズによって生物群集が規定されるという仮説はため池などのサイズの小さな生息場所では殆ど検証されていない。そこで本研究では、山の斜面方位の違いから一次生産性が異なり、さらにさまざまな生態系サイズを持つため池群を対象にして調査を行い、これらの仮説について検証した。

2. 材料と方法

兵庫県姫路市と加古川市周辺にまたがる高山（標高298m）の南側斜面に位置するため池7面、北側斜面に位置するため池7面、計14面を対象として、2012年9月と12月の2回（夏と冬）、調査を行った。現地では、環境変数の測定、生産量の測定、動物プランクトンの採集を行った。環境変数として測定したのは、電気伝導度、pH、水温、溶存酸素量、光子数、開空度である。動物プランクトンは、池の最深部（中心）で、63 μ mプランクトンネットの鉛直引き（ $n=3$ ）で採集し、ホルマリン固定して、顕微鏡で同定・計数して集計した。密度、種数、Shannon-Wiener 多様性指数（ H' ）、均等度（ J' ）

を計算で求めた。

捕食者であるブルーギルの在不在については、環境DNAを用いて調査を行った。ため池中心部から採水した1Lからのメンブレンフィルターにろ過して、水中に浮遊しているDNAを収集した。Takahara et al. (2013)にて開発されたブルーギルのチトクロームb領域についてのプライマープロセセットを用いて、ブルーギルのDNAをリアルタイムPCRにより定量した。これらのデータから生産性、生態系サイズ、捕食者がため池の動物プランクトン群集に及ぼす影響を検証した。

3. 結果と考察

動物プランクトンの多様性指数（ H' ）と生産性や生態系サイズ、各種環境要因の相関を検定した結果、開空度、PAR(月積算)、PAR(年積算)との間に有意な正の相関がみられた。南側ため池の方が北側ため池よりもPARが高かったことを併せて考えると、動物プランクトンの多様性には日射量・一次生産量が影響する、いわゆる「生産性仮説」が成り立つ可能性が示唆された。生態系サイズや捕食者（ブルーギル）の有無については、動物プランクトンの種数や多様性とはあまり明確な関係はみられなかった。

本研究では、南側斜面に位置するため池は、一次生産量も動物プランクトンの多様性も高いという結果が新たに得られた。ため池の保全計画を立てる上では、斜面方位のようなため池の地理的配置を考慮することが重要であるだろう。

P-41

Web 公開不希望

P-42

Web 公開不希望

1本の葉緑体を持つアオミドロ (*Spirogyra* sp.) の 春の有性生殖と消失ー浜松市三ヶ日町における事例ー

*野崎健太郎 (椋山女学園大学・教育学部)

1. 研究の背景～アオミドロが接合する環境要因

広義の車軸藻の仲間、接合藻綱である1本鎖の糸状藻アオミドロ属 (*Spirogyra* sp.) は、他の群体の細胞との接合による有性生殖を行う。有性生殖では、接合胞子が形成され、胞子が発芽することで新しい群体が形成される。接合は、生息環境の悪化によって誘発され、窒素飢餓が根本的な要因であると考えられている。また山岸(1999, 淡水藻類入門 p.29-30, 内田老鶴圃)は、淡水藻にも種子植物の生物季節 (phenology) と同様な生活相の型があると述べている。この場合は水温が接合の要因となると思われる。現在でもアオミドロの接合を人為的に誘発することは困難であり、Ikegaya *et al.* (2012, *J. Planar Res.*, **125**: 457-464) によるレクチン (lectin, タンパク質) の作用が最も効果的である。

しかしながら、野外においてアオミドロが生殖相に入り群落として消失していく過程を記録した報告は見当たらず、事例の記載が必要である。発表者は、2014年3月～5月に静岡県浜松市三ヶ日町で1本の葉緑体を持つアオミドロ群落が生殖相に入り消失し、複数本の葉緑体を持つアオミドロ群落に交代していく過程を観察した。その結果を報告する。

2. 調査地と方法

調査は、静岡県浜松市三ヶ日町尾奈の水田横の水路で行った (北緯 34 度 46 分 52 秒, 東経 137 度 32 分 26 秒)。天竜浜名湖鉄道尾奈駅から徒歩 10 分である。水田は、主にみかん畑である丘陵地に接し、丘陵地斜面からの湧水によって耕作期以外でも湿田となっていた。アオミドロの採集と水環境の調査は、2014年3月26日、4月11日、18日、25日、5月9日、23日の午前10時～11時の間に行った。

現地では、水温、電気伝導度 (東亜電工, CM-21P)、pH (共立理化, パックテスト WAK-pH) の測定を行った。水質分析用の試水は 100 mL ポリ容器に採取し、冷暗状態で研究室に持ち帰り、濁度、色度を測定した (日本電色, WA1)。なお色度は、原水とガラス繊維ろ紙 (ADVANTEC, GF-75) でろ過後の両

方で測定した。残った試水は凍結保存し、溶存態窒素およびリンの測定に供した。

3. 結果と考察

図1は、3月26日～4月18日に優占していたアオミドロで葉緑体は1本である。このアオミドロは、実験室で現場水、水道水、蒸留水で満たしたガラスシャーレに入れ、水温 12°C 明暗 12 時間で培養するといずれも接合を生じた (図2)。図3は、4月25日の調査から優占したアオミドロで葉緑体は複数本であった。

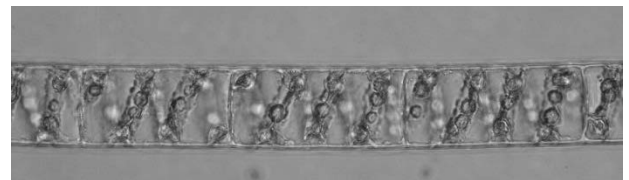


図1. 3月26日～4月18日に優占したアオミドロ (400倍)

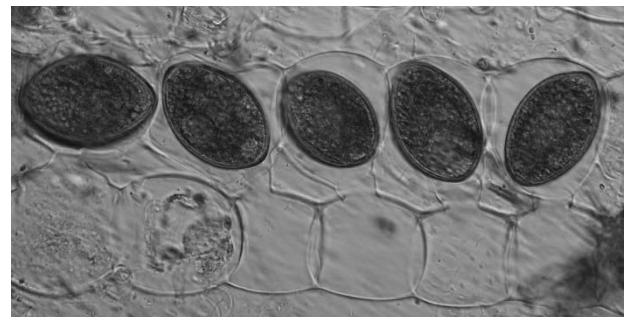


図2. 葉緑体1本のアオミドロの接合と接合胞子 (400倍)

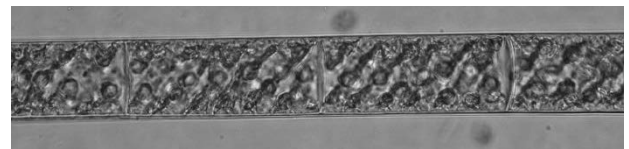


図3. 4月25日から優占したアオミドロ (400倍)

この観察の結果と水環境との関連を考察し、アオミドロの接合要因を推察し、特に水温の変化と生殖相の出現に焦点をあて、葉緑体1本のアオミドロの生物季節の有無を考える。

科学研究費補助金 (基盤研究 C) No.24501114

*土居秀幸（広島大・サステナセンター）、高原輝彦（広島大・総科）
田中万也（広島大・サステナセンター）

1. はじめに

チェルノブイリ原発事故や福島第一原発事故後、生物の放射性セシウム (^{137}Cs) の濃度やその動態について注目され、盛んに研究が行われてきている。放射線セシウムは半減期が約30年と長いため、長期に生態系に影響を与える可能性がある。しかし、原発事故などの影響により生態系にもたらされた放射性セシウムが、どのように、どれくらいの時間をかけて生物体内において濃度が減衰していくかということについては、統一的な結論が得られていない。そこで、本研究では、文献データを持ったメタ解析によって、主に以下の仮説について検証した。

- 1) 食物網での位置（栄養ポジション）が放射性セシウムの減衰過程に影響をあたえるのではないかと。
- 2) 生物の代謝速度が放射性セシウムの減衰過程に影響をあたえるのではないかと。代謝速度は体重と体温（魚の場合は生息場所の水温）で決まるため、それらの要因が影響を与えているのではないかと。

2. 材料と方法

本研究では、淡水魚についてデータを収集し、解析した。なぜなら、魚類は生存期間が長いため、長期的に放射性セシウムを蓄積しているためである。

各淡水魚類の放射性セシウム濃度の長期観察データを、論文や報告書などから収集した。合わせて、世界中の58魚種からの260のモニタリング記録を収集することができた。主な記録は、1986年のチェルノブイリ原発事故後のヨーロッパ各国の湖沼で取られたものである。減衰速度は、以下の3つの指数を用いて評価した。1) Maximum day: 魚類体内での放射性セシウム濃度が最大になる日にち、2) Half-life: 放射性セシウム濃度が体内で半分になる日にち（生態学的半減期）、3) Decay rate: 減衰速度（減衰曲線の傾き）である。これら減衰速度指標への、魚類の栄養ポジション、体重、水温、

生息場所、食性の影響について解析した。

3. 結果

魚類体内での放射性セシウム濃度が最大になる日にちは、魚種の栄養ポジションが高くなるに従って遅くなり、栄養ポジション3と4の間で約230日程度遅くなることが明らかとなった。放射性セシウム濃度が体内で半分になる日にちと、濃度が減衰する速度は、その種の体重と周囲の水温、つまりそれらで規定されている魚類体内での代謝速度によって予測できることが示唆された。

4. 考察

これらの結果から、栄養ポジションや代謝速度という各生物種の生態学的特徴が、放射性セシウムの減衰過程に大きな影響を与えていることが分かった。すなわち、体重や水温、栄養ポジション等のデータがあれば、今後どれくらいの速度で放射性セシウムの減衰が起こるかということがモデルから予測することが可能ということである。しかし、今回の解析は淡水魚にのみ着目したものであり、生態系内全体での放射性セシウムの動態などについてはさらなる研究が必要であると考えられる。

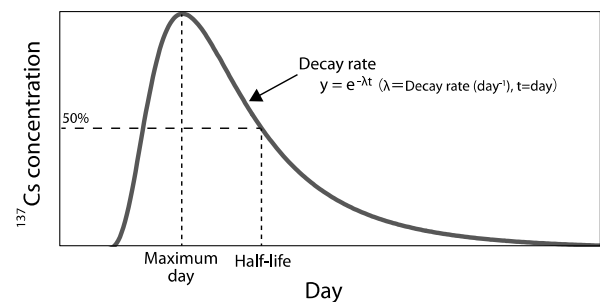


図1：減衰過程指標の模式図（Doi et al. 2012 より）

Hideyuki Doi, Teruhiko Takahara and Kazuya Tanaka (2012) Trophic position and metabolic rate predict long-term decay process on radioactive cesium in fish: A meta-analysis. *PLoS ONE* 7:e29295

P-45

Web 公開不希望

P-46

Web 公開不希望

*後藤直成, 田中由佳 (滋賀県立大・環境科学)

三田村緒佐武 (滋賀大・教育)

はじめに

植物プランクトンの光合成による有機物生産の総量のことを総生産量 (GP) と呼び、総生産量から藻類自身の呼吸量 (R) を差し引いたものを純生産量 (NP) と呼ぶ。また、植物プランクトンの純生産量は粒状態有機物の生産量 (NP_{POC}) と溶存態有機物の生産量 (NP_{EDOC}) の和である。GP に対する NP_{POC}, NP_{EDOC}, R の割合は光や水温, 栄養塩などの環境因子によって影響され、変動することが知られている。

現在, 多くの湖沼は世界規模の環境変動に曝されており, 今後, 植物プランクトンを介した炭素フローが変化し, 湖沼の炭素循環に大きな影響を与える可能生がある。そこで本研究では, 年間を通じて琵琶湖北湖における植物プランクトンの GP に対する NP_{POC}, NP_{EDOC}, R の割合を測定し, また, 植物プランクトンを介した炭素フローがどのような環境因子によって大きく影響されるのかを評価した。

方法

2006年9月から2007年12月の琵琶湖北湖多景島沖において, 単位面積・一日あたりの GP (酸素法: 光合成商を 1.23 とし炭素量に換算) と NP_{POC} (¹³C 法) を現場培養法により測定した。同時に, それらに影響を与える環境因子としての水温, 光量子量, 各栄養塩濃度を測定した。2008年10月から12月にかけて, NP_{EDOC} (¹³C 法) を現場培養法および室内実験により測定した。なお, 植物プランクトンの呼吸量 R は GP から NP_{POC} と NP_{EDOC} を差し引くことにより算出した。

琵琶湖北湖多景島沖で採取した植物プランクトン群集を用いて, 水温 (10°C~30°C) と光量子量 (80~1800 μmol quanta m⁻² s⁻¹) に対する GP と NP_{POC} の反応を室内実験 (24 時間培養, 明暗周期: 12 h/12 h) により測定した。

結果と考察

観測期間を通じて GP に対する NP_{POC} と NP_{EDOC} の割合は, それぞれ, 0.24~0.73 (0.53±0.16, mean±SD) と 0.04~0.08 (0.06±0.02) となった。この間, NP_{POC}/GP 比は水温よりも光量子量の影響を受けて変動することが示唆された。これらの結果に基づいて, 琵琶湖北湖有光層における単位面積・一日あたり植物プランクトンを介した炭素フローを評価した結果, 植物プランクトンによって固定された炭素の約5割が NP_{POC} として粒状態有機炭素プールに入り, 約1割が NP_{EDOC} として溶存態有機炭素プールに入ることが示された。また, 固定された炭素の約4割は暗呼吸や光呼吸によって無機炭素プールに回帰されることが示された。

室内実験において, NP_{POC}/GP 比は水温の上昇とともに減少 (R の増加) したが, 現場培養実験ではそのような傾向は示されなかった。一方, 室内実験での光量子量に対する NP_{POC}/GP 比の反応は現場実験の結果とほぼ一致した。これらの結果から, 琵琶湖における植物プランクトンを介した炭素フローは主に光量子量の影響を受けて変動すると考えられる。

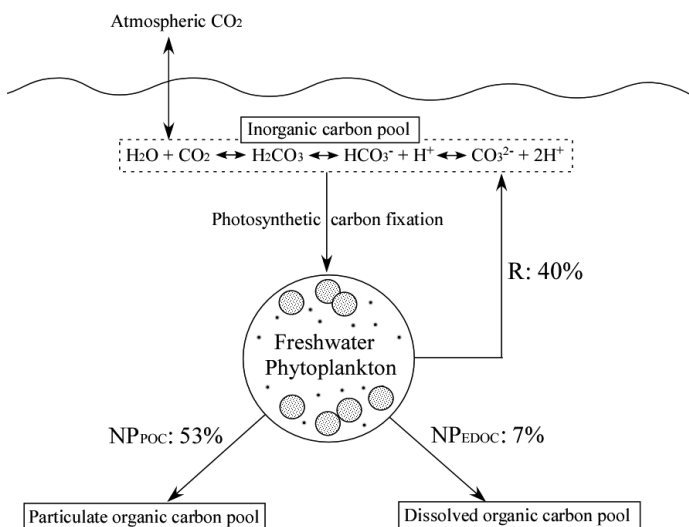


図 琵琶湖における植物プランクトンを介した炭素フロー

P-48

Web 公開不希望

構造解析

*村上和仁, 宮本舜也 (千葉工業大学・生命環境)
吾妻咲季, 林 秀明 (千葉工業大学大学院・生命環境)

1. はじめに

蓮沼海浜公園ボート池 (千葉県・九十九里海岸) では、富栄養化に伴うアオコが発生し、景観の悪化、悪臭などの問題を発生させレジャー施設として利用される公園の観光事業の妨げとなっている。本研究では、本池におけるバイオレメディエーションに向けた生態系構造解析を行った。

2. 海浜公園池の概要

海浜公園池は海岸に隣接しており、350mほど内陸の海浜砂質地帯に位置している。地表面積は約10,000m²となっており、水深は浅く平均水深65cmとなっている。塩分混じりの地下水を水源とする汽水池で、流入河川としては小規模な水路があるが、2004年10月に実施された池の天日干しと同時期から機能しておらず、流入も流出河川もないため非常に閉鎖性の強い池となっている。また、2009年2月に水抜きと底泥の掘削による水質(底質)改善工事が実施されたが、翌年はアオコによる悪臭で住民からの苦情があった。そのため2010年8月は底泥の掘削はせず水抜きが行われた。2009年および2010年6月には *Cladophora* sp. (シオグサ) の大量繁茂が観察されるなど生物相が不安定な状態になっており、さらに2011年3月11日の東日本大震災による津波で水質が大幅に変化している。

3. 調査方法

調査は1999年9月～2014年7月の16年間に亘り継続的に実施し、現在も継続中である。毎月1回の頻度で採水、観測した。観測項目として気温、水温、pH、DOの4項目、分析項目として、T-N、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、COD、Chl.a、Cl⁻の9項目を測定し、同時にプランクトン相の観察を行った。

4. 結果および考察

2009年度、2010年度は *Chlorella* sp. や *Anabaena spiroides* が大量増殖し不安定になりがちなプランクトン相だったが、2011年度は東日本大震災による津波の影響で大幅にCl⁻が増加し、前年度のような過

度なプランクトンの増殖によるアオコの発生はみられず、種数、個体数ともに大幅に減少した。植物プランクトンの減少と同時に *Ruppia maritima* (カワツルモ) の繁茂が観察されるようになり、2012年度はボート池全域を *R.maritima* が占拠するようになった。この大繁茂は2012年11月まで続いたが、12月には気温の低下に加えて飛来したカモやオオバンの捕食作用の影響もあり、ほとんどみられなくなった。*R.maritima* の繁茂と並行して、*Lepadella* sp. や *Ceriodaphnia reticulata* をはじめとする大型の動物プランクトンが多数観察されるようになり、沈水植物の繁茂による生態系構造の複雑化がプランクトン相の多様性を増大させたものと考えられる。2013年度は *R.maritima* の繁殖は観察されず、*A.spiroides* を中心とするアオコが発生した。しかし、2014年度は *Cladophora* sp. が大発生しており、一部で *R.maritima* の繁茂が認められている。このように、蓮沼海浜公園ボート池では、生態系構造の基盤である一次生産者が目まぐるしく交代して優占化しており、生態系としては不安定な状態にあるものと考えられる。

5. まとめ

蓮沼海浜公園ボート池は、リン過多の富栄養状態にあり、藍藻類 *Anabaena spiroides* を優占種とするアオコが毎年のように発生していた。住民からの不安や苦情もあり、2004年と2009年にボート池の水抜きによる底泥の天日干しによる好気化処理が施された。しかしながら、アオコの抑制効果は一時的なものに過ぎず、2008年のシオグサの大繁茂や2010年には再びアオコが発生するようになった。2011年3月の東日本大震災に伴う津波による海水の流入により、ボート池の水質は大幅に変化し、同時にカワツルモの大繁茂など生態系構造も大きく変化した。今後も継続的に調査を実施し、生態系の変遷に関する基礎的データを蓄積していくことが重要である。**謝辞** 本研究を遂行するにあたり、千葉県山武地域整備センター関係各位に多大なるご理解とご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

* 帆苺 信（新潟県立教育センター）、安部信之、伊藤章、富樫繁春
伊藤正一、松本史郎、帆苺信夫（新潟河川生態研究グループ）

1. はじめに

新潟県新潟市に位置する鳥屋野潟は、最大水深1.6m、面積約1.37km²の天然湖沼である。

鳥屋野潟周辺は海水面より標高が低いこともあって、以前は排水が上手くいかず、周囲は腰まで水につかるような泥田が広がる地形であった。昭和23年に潟の東側につながる栗ノ木川に栗ノ木川排水機場が完成して排水能力が向上したことにより、周囲の乾田化が進み、しばらくは栗ノ木川が鳥屋野潟の主要な流出河川として働いてきた。しかし、昭和39年の新潟地震で同排水機場が被災し、その災害復旧工事の中で、反対側の西側に親松排水路、親松排水機場が完成し、今度は親松排水路が主要な流出河川となった。同時に同排水機場により、鳥屋野潟の水位が海水面の高さから2.5m低い水位に調節されるようになったため、鳥屋野潟の水深は浅くなり、水草帯が発達して湖面の約70%を水生植物群落が覆うようになった（鳥屋野潟植生調査報告書1986）。また、その頃、北岸の市街地からの生活排水の流入や南岸に広がる水田地帯からの農業排水の流入などにより水質悪化が進み、昭和52年にはCOD値が15mg/Lに達するなど、水質汚染が深刻化してくるようになってきた。

その後、行政、各種団体等が水質改善に取り組み、ヘドロの浚渫、阿賀野川からの導水（沢海揚水機2.55m³/S、本所排水機1.55m³/S）や信濃川から導水（舞潟揚水機2.44m³/S）を行うなどした結果、ある程度水質の改善がみられ、COD値も環境基準値（5mg/L）以下に収まる時期も見られるようになってきた。しかし、鳥屋野潟は新潟駅から南へ2kmと中心市街地に近く、また、周囲には図書館、サッカー場等公共機関が多いこと、さらにはハクチョウの飛来地であることなどから、市民の関心は高く、更なる水質の浄化が求められている。

本研究では、以上のように複雑な水の流れをもつ鳥屋野潟において、動物プランクトンがどのような影響を受けているかを明らかにすることを目的と

して野外での調査を実施した。

2. 材料と方法

鳥屋野潟に3つの定点（弁天沖、湖心、親松沖）を設定し、2011年5月から月1回の割合で動物プランクトンの採集ならびに水質の測定を行った。それぞれ、弁天沖は阿賀野川からの導水の影響を、親松沖は信濃川からの導水の影響を強く受ける地点である。動物プランクトンの採集は、カラム採水器を用いて全層の湖水を採水し、その湖水をメッシュサイズ40μmのネットで濾すことによって行った。また、同時に水深、水温、溶存酸素濃度、導電率を現場で測定し、採水した湖水からクロロフィルa濃度、セストン量を求めた。

3. 結果と考察

調査期間を通じて、湖心、親松沖に関しては似た環境を示したが、弁天沖は月ごとにデータのばらつきが大きく、環境条件が大きく変化する区域であることが分かった。特に2011年11月には導電率が5420μS/cmと急激に高くなり、大量の海水が流入したことが確認された。これは阿賀野川からの流入河川が導水を始める時期と一致しており、流入河川のどこかに残っていた塩分の多い水塊の一部が、導水開始とともに鳥屋野潟に流入したのではないかと推察される。

動物プランクトンに関しては、鳥屋野潟が非常に多くの魚類（コイ、フナ、ボラ）が生息している湖沼であるため、大型のミジンコは少なく、ワムシ類が中心であった。また、阿賀野川からの導水の影響は、動物プランクトン群集にも大きく影響を与えており、特に弁天沖ではその影響が顕著であった。今後は、潟内の水質と動物プランクトン群集の組成等の関係を議論していきたい。

伊豆沼における魚類群集の餌資源推定

*安野翔（仙台市役所），藤本泰文，進東健太郎，嶋田哲郎（（公財）伊豆沼財団）
鹿野秀一（東北大・東北アジア研），菊地永祐（宮教大・EEC）

1. はじめに

湖沼の沿岸帯食物網は、植物プランクトン、付着藻類、水生植物といった様々な生産者に支えられている。魚類は多様な生産者、一次消費者を餌資源として利用することで、複数の食物連鎖経路を統合していると考えられる。しかし、沖帯食物網に比べ、沿岸帯食物網に関する知見は十分とは言えない。

本研究では、浅い富栄養湖である伊豆沼において、炭素・窒素安定同位体比分析により魚類の餌資源推定を行うことで、食物網構造を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

宮城県北部に位置する伊豆沼（面積 3.69m²、最大水深 1.6m）において、2006～2008 年に採集を行った。安定同位体比測定用サンプルとして、付着藻類（ハス、アサザから採集）、POM、動物プランクトン、底生動物（オオユスリカ、カスリモンユスリカ属の 1 種）、魚類（タモロコ、モツゴ、ゼゼラ、ヌマチチブ、カネヒラ、ワカサギ）を採集した。動物性サンプルについては、クロロホルム・メタノール混合液による脱脂処理を行った。炭素・窒素安定同位体比は、質量分析器（Finnigan MAT DELTA Plus）を用いて測定した。雑食性魚類（ワカサギ以外の 5 種）の餌資源の利用割合を推定するため、IsoSource プログラムを用いて 3 source mixing model による解析を行った。餌資源は 3 種類（底生動物、動物プランクトン、付着藻類）とし、各魚種に対する各餌資源の寄与率を推定した。

3. 結果

餌候補の炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）は、底生動物（ $-36.0\pm 5.4\%$ （平均 \pm SD））、動物プランクトン（ $-31.1\pm 2.4\%$ ）、付着藻類（ $-25.1\pm 3.4\%$ ）と、それぞ

れ異なる値を示した。魚類では、ワカサギが最も低い $\delta^{13}\text{C}$ 値（ $-29.8\pm 0.3\%$ ）、高い $\delta^{15}\text{N}$ 値（ $16.7\pm 0.3\%$ ）を示し、動物プランクトン食者として妥当な値を示した。一方、カネヒラは最も高い $\delta^{13}\text{C}$ 値（ $-26.4\pm 2.0\%$ ）、低い $\delta^{15}\text{N}$ 値（ $12.0\pm 1.0\%$ ）を示した。他の 4 魚種（タモロコ、モツゴ、ゼゼラ、ヌマチチブ）については、ワカサギとカネヒラの中間的な値を示した。

雑食性魚類 5 種について、3 source mixing model を用いて各餌資源の寄与率を推定したところ、動物プランクトンと付着藻類の寄与率が、合わせて 80～100%であったのに対し、底生動物の寄与率は、ゼゼラで 20%と推定されたものの、他の魚種では 0～13%と低い値であった。

4. 考察

伊豆沼に優占する雑食性魚類は、動物プランクトンと付着藻類を主要な餌資源として利用していると推定された。伊豆沼は水深が浅いためにハスやヒシ、アサザといった水生植物が広範囲に分布している。伊豆沼は透明度が低い湖沼だが、水生植物が光の届く湖面付近に付着藻類の基質を提供することで、湖内の付着藻類のバイオマスが増加し、結果的に魚類の餌資源に占める割合が増加したと考えられる。

一方、底生動物（ユスリカ幼虫）は、魚類にほとんど餌として利用されていなかった。伊豆沼に優占するオオユスリカやカスリモンユスリカ属の 1 種は、数 cm 以上堆積物中に潜る。伊豆沼に優占する魚類は小型種であるため、これらの底生動物を捕食するのは難しいと推察される。ユスリカが羽化のために水面まで浮上する際、捕食する機会があると思われるが、短期間のみの捕食では、魚類の安定同位体比には反映されないのかもしれない。

Interaction among rotifers, cladocerans and copepods in eutrophic system: experimental analysis on their food selection and predation impact in mesocosm

* Seo Dong-II, Chang Kwang-Hyeon (Kyung Hee Univ.)

Choi Jong-Yun (Pusan National Univ.)

Nam Gui-Sook (Korea Rural Community Corporation)

1. Introduction

Many lakes and reservoirs are experiencing algal bloom caused by eutrophication. During the bloom period, massive increase of cyanobacterial group can modify ecosystem structure and function seriously. In addition, bloom period which was limited to summer season is extended in accordance with rising temperature due to the climate change. Therefore, it is necessary to understand how algal bloom is affecting the succession of plankton community especially biological interactions occurring in the aquatic food web. However, biological interactions among rotifers, cladocerans and copepods during cyanobacterial bloom period are still insufficiently understood.

In the present study, we installed large-sized mesocosm tanks in the eutrophicated reservoir, and estimated the biological interactions among dominant zooplankton groups using carbon and nitrogen stable isotope analysis.

2. Material and Methods

At reservoir riparian area, we installed 8 mesocosm tanks (two 20-ton tanks and six 10-ton tanks). Each tank was designed to separate zooplankton and phytoplankton from the reservoir water by filters at the inflow pipes, and separated phytoplankton and zooplankton were cultured in the zooplankton and phytoplankton culture tanks, respectively (Fig. 1). Cultured phytoplankton in the phytoplankton culture tanks was used as natural food for zooplankton in the zooplankton culture tanks.

To analyze the temporal changes of zooplankton community in the culture tanks, zooplankton was collected using 100 μm net from each mesocosm tank with weekly basis. Basic water quality parameters and phytoplankton community were also estimated. To estimate the biological interactions among dominant zooplankton groups, we collected zooplankton samples using plankton net, and separated rotifers, cladoceran species and copepod species. Carbon and nitrogen stable isotope ratios of separated zooplankton group were measured using isotope ratio-mass spectrometry (IR-MS). To estimate the consumption of cyanobacteria biomass by different

zooplankton species, we separate POM into edible size organic matter ($<50\mu\text{m}$) and inedible large organic matter including *Microcystis* ($>50\mu\text{m}$)

3. Results & Discussion

Initially, in all the mesocosm tanks, zooplankton community was dominated by rotifers. However, each tank showed different dominant zooplankton species after one~two months, and consequently four different communities were created; [rotifer + Ostracoda + copepods], [rotifer + *Simocephalus* + Ostracoda + *Daphnia*], [rotifer + *Daphnia*], and [rotifer + *Daphnia* + copepods]. For each combination, we analyzed their interactions using stable isotope analysis, and we estimated their feeding behaviors under different species composition.

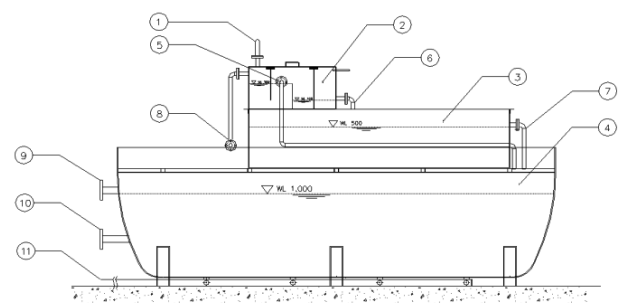


Fig. 1 Design of Mesocosm tank (①Inflow pump and inflow pipe ②Separation tank ③Phytoplankton culture tank ④Zooplankton culture tank ⑤Zooplankton transfer pipe ⑥, ⑦Phytoplankton transfer pipe ⑧Overflow pipe ⑨Outflow pipe ⑩Discharge pipe ⑪Drain

P-53

Web 公開不希望

近江今津沖と近江舞子沖の比較

*石川俊之（滋賀大学・教育），谷中景太（滋賀大学・教育）

1. はじめに

琵琶湖は水深が深い北湖と浅い南湖に分けられる。水深の深い北湖は水温躍層が形成され、夏の終わりから秋にかけてしばしば溶存酸素濃度の著しい低下が観測されることがある。

琵琶湖の北湖には水深の深い場所が広がる湖盆が2つあり、水深約90mの近江今津沖（第一湖盆）と水深約75mの近江舞子沖（第二湖盆）と呼ばれている。

Ishikawa & Kumagai (2012) は、異なる4地点で得られた溶存酸素濃度の長期データを比較し、近江今津沖では溶存酸素の著しい低下が散発されるのに対し、近江舞子沖では溶存酸素濃度は高い状態が維持されていることを指摘した。

この2つの湖盆の溶存酸素濃度の低下は単純に水深が違うからという説明はなりたない。なぜならば、単に水深が異なるだけであれば、水温躍層の消失の時期は異なるであろうが、成層期の溶存酸素濃度の減少は同じ速度となるはずである。しかし、現実には水深の浅い近江舞子沖は成層期の溶存酸素濃度の低下速度も緩やかであり、溶存酸素の消費過程が弱いのか、溶存酸素の供給過程が強いのか、どちらかを考えなければ説明がつかない。

そこで、本研究では2つの湖盆では深水層の混合状態が異なる（供給過程が異なる）という仮説に注目し、鉛直プロファイラーによる水質観測をもとに深水層内の水の混合について検討を行った。

2. 材料と方法

観測は琵琶湖北湖（7地点）と南湖（4地点）の定点で2013年1月から2013年12月までの各月に行った。観測ではアレック電子（現JFEアドバンテック）製のACL220-PDK（クロロテック）を用いた。この機器は水温、電気伝導度、溶存酸素濃度、クロロフィル蛍光、濁度、光量子センサーを備えている。濁度は赤外線後方散乱方式のセンサーである。

また、近江今津沖と近江舞子沖の水の混合をとら

えるため、それぞれの湖盆で5つの定点を十字状になるように設定し、9月、11月、12月の3回観測を行った。用いた鉛直プロファイラーは同じものである。

3. 結果と考察

毎月行った11定点の観測からは、近江舞子沖に比べ、近江今津沖のほうが溶存酸素濃度の低いことが確認された。これは、2012年以前からも確認されている。

9、11、12月に実施した観測では、湖底近傍の水温の地点ごとのばらつきが近江今津沖に比べ近江舞子沖の方が大きいことがわかった。また、水温そのものを同一水深で見ると近江今津沖に比べ近江舞子沖のほうがやや高いことがわかった。このことは、成層期末期に近江舞子沖では深水層内で混合が起きやすいことを意味している。

溶存酸素濃度の地点ごとのばらつきは、近江今津沖に比べ近江舞子沖の方が小さいことが分かった。また、溶存酸素濃度そのものをみると近江今津沖に比べ近江舞子沖の方が高いことが分かった。先ほどの水温のデータと照らし合わせると、近江舞子沖では深水層内の混合によって溶存酸素濃度の高いやや浅い水深の水が湖底近くに供給されている可能性が考えられる。

さらに、濁度をみると近江今津沖は湖底近傍に限って明瞭な高濁度層が形成されるのに対し、近江今津沖はやや濁度の高い層が湖底から上に広がっていることが分かった。このことも、近江今津沖にくらべ近江舞子沖のほうが湖底近傍の水がよく混ざっているという説明を支持している。

本研究では、琵琶湖内で溶存酸素濃度の低下が著しい湖盆とそうでない湖盆が存在する理由について、深水層内の水の混合が異なるという説明が成立することを示した。2つの湖盆で深水層内の混合が異なる理由は検討できていないが、湖盆の形状や風向きに対する位置などにも注目すべきであろう。

*濱田浩美 (千葉大), 大八木英夫 (日大), 知北和久 (北大), 田中敦, 武内章記 (国環研), 牧野晶 (北大), 五十嵐 聖貴 (北海道立総合研・環境研), 深澤達矢 (北大), 南 尚嗣 (北見工大), 小林 拓 (山梨大), 藤江 晋 (てしかが自然史研究会)

1. はじめに

地球温暖化による雪氷域の氷河減少や生態系への影響は、世界各地で報告され、深刻化していることは言うまでもない。本研究では、日本国内の湖沼の底層水温上昇と湖水全体の水温変化に伴う結氷現象の変化に着目し、国内大深度湖沼の今後の温度上昇が湖沼環境に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。湖沼の結氷は、水体の物理的な状態変化だけではなく、非結氷による湖水の低温化、生物の生息環境の変化、循環現象の変化による化学的な物質循環等への影響が大きい。これらの結果は、今後、国内の湖沼の年間の底層水温上昇や非結氷現象、水質変化の特性を見だし、進行する地球温暖化に伴う日本の湖沼環境の将来予測を評価する基礎資料とすることができる。

2. 材料と方法

近年、世界的にみても今まで結氷していた湖沼が結氷しないか、結氷期間が短縮するなどの現象が生じてきた。また、琵琶湖をはじめとした多くの湖では、湖沼の底層水温の上昇も指摘されてきている。これは地球温暖化に起因する可能性が高いと考えられるが、証明には連続的な水温観測と近接地域での気温観測が不可欠である。最近ではアメダス観測網の発達、水温等の観測機器の進歩により、容易にデータを得ることができるようになった。しかし、現状では水温の連続観測が行われている湖沼は稀で、冬季に結氷する湖沼の循環構造や結氷条件の把握に関しては極めて少数の湖沼に限定されている。

そこで本研究では、結氷年と非結氷年が出現している、すでに継続観測している摩周湖(212m)に加え、倶多楽湖(148m)においてもロガーによる継続的な水温観測を実施するとともに、不凍湖の支笏湖(360m)、十和田湖(327m)、田沢湖(423m)、本栖湖(122m)において水温・水質の鉛直分布の観測を行った。鉛直分布測定には JFE アドバンテック社製 Rinko-Profiler を使用し、観測項目は 0.1m 毎の水温、電気伝導度、溶存酸素量、クロロフィル、濁度である。また、0-50m

までは 10m 毎、その後は 100m 毎に、残りは最高水深より数 m~10m 上で採水した。採水した試水は各深度の現地 pH 測定を行い、後日研究室にて主要イオン分析、酸素・水素の同位体分析を行った。

3. 結果と考察

図 1 は春季循環期前後の各層の水温変化である。結氷年の湖面は冬季の氷により蓋がされ、冷却は 100m 付近

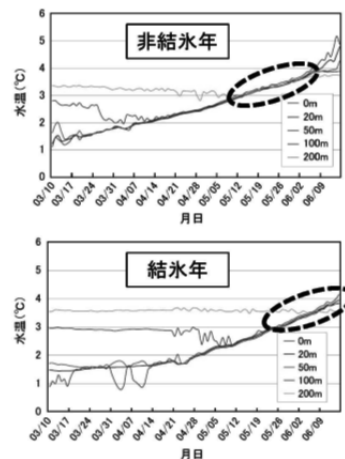


図1 結氷年と非結氷年の春季各層の水温

までに限定され、3°C程度を示す。一方、非結氷年は4月上旬に100mの水温が2°Cまで低下しており、湖水全体が冷却していることを示す。このため、図1の破線で示す範囲のように春季循環期の期間に大きな差が生じる。結氷年は200mの水温の変化が小さく、循環の期間は極めて短い。非結氷年は全層で1ヶ月近い等温上昇期が認められ、結氷の有無で全く異なる春季循環を示すことがわかった。図2には摩周湖における結氷年と非結氷年の溶存酸素飽和度の鉛直分布を示した。底層部の溶存酸素量は結氷年と非結氷年では相違が見られ、結氷年では循環により底層に十分な酸素が供給されていない可能性が示唆された。発表ではその他の大深度湖沼のデータも含め検討を行う。

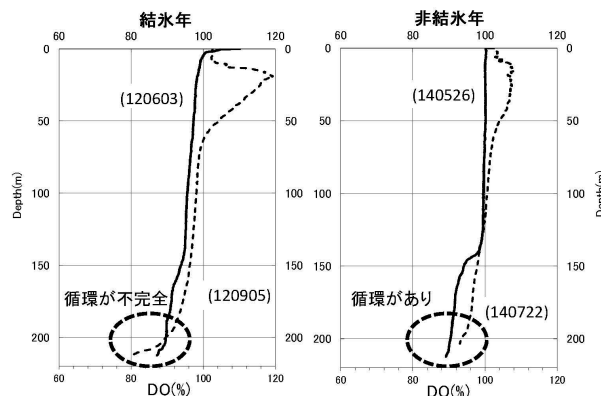


図2 摩周湖におけるDO(%)の鉛直分布

* 広木幹也, 富岡典子, 福島路生, 村田智吉 (国立環境研),
Tuanthong Jutagate (Ubon Ratchathani Univ.), 今井章雄, 小松一弘 (国立環境研)

1. はじめに

メコン川流域のダム開発では様々な環境影響が懸念される一方で、新たな生態系サービスの提供も期待されている。新たに創出されるダム貯水池における漁業生産もその一つであり、発電を目的として建設されたダムの貯水池の中には、発電による経済的利益を上回る漁獲高が得られているという例も報告されている。そのため、ダム開発の影響を評価していくうえで、これらのダム貯水池から得ることが期待される漁業生産を予想し、それに影響する要因との関係を明らかにしていくことは重要である。一方、多くの湖沼についてのこれまでの研究で、湖沼の一次生産と漁獲量の高い正の相関関係があることが知られている。そこで本プロジェクトでは、ダム貯水池の一次生産とそれに関わる要因との関係を明らかにすることを目的として、メコン川流域の代表的なダム貯水池においてタイと共同でモニタリング調査を実施してきた。本報告では、炭素安定同位体法により野外の自然条件下で一次生産を測定した結果について、光条件の日変動、季節変動などをも考慮して、年間の一次生産を推定した。

2. 調査地および方法

タイ東北部にある Sirindhorn (SI)、Lampao (LA)、Ubolratana (UB)、Huay Luang (HU) の4貯水池において、2012年11月、2013年2、6月に水中の一次生産を測定した。面積は31 (HU) ~410 km² (UB) の、いずれもメコン川流域の代表的なダム貯水池であるが、平均水深は3.6 (HU) ~6.8 m (SI) と比較的浅い。水中のTNは0.2~0.7 mg L⁻¹、TPは0.004~0.06 mg L⁻¹程度であり、栄養塩濃度はSI < LA = UB < HUの順であった。

現地調査および一次生産の推定は以下のように行った。

- ① 一次生産の測定は各貯水池ダムサイトよりの最深部において行った。
- ② 光量子計で消光係数を求め、表層直下から光量が概ね5%に減衰する深度までの5層位におい

て、日中1~2時間、in situ条件下での一次生産を¹³C炭素安定同位体法で測定した。

- ③ ②で求めた各層位の光強度と単位クロロフィル量あたりの一次生産の関係を Ryther (1956) の式で近似し、光強度-光合成曲線を作成した。
- ④ タイ東北部のウボンラチャタニ大学構内で日射量の変化を1時間おきに通年測定した結果から、その月の平均的な1日の光強度の時間変化を層位ごとに求めた。
- ⑤ ④の結果を③で求めた光強度-光合成曲線に当てはめ、各層位における、各月の平均的な1日の一次生産の時間変化を推定した。
- ⑥ 各層位ごとに求めた⑤の値から、その月の日当たり、面積当たりの一次生産を推定した。

3. 結果及び考察

これらの貯水池では乾季(暑季)の日中には表層で強光阻害が生じていると推定された。

各貯水池の一次生産は140~1100 mgC m⁻² d⁻¹と推定され、貯水池間で、また、季節的にも変動が大きかった。

年間の一次生産は65~340 gC m⁻² d⁻¹と推定され、水中の全リン濃度と相関関係が見られた(図1)。また、これらの値は、これまでに報告されている温帯域の同程度のリンを含む湖沼と比較して高い値であった。

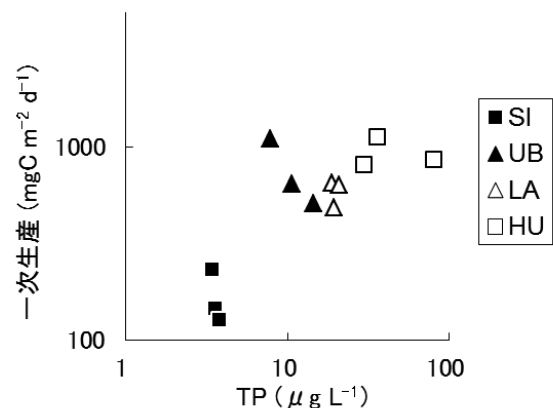


図1 全リン含量と一次生産

P-57

Web 公開不希望

*坂本正樹, 河鎮龍 (富山県立大・工学)
真野浩行 (土木研), 永田貴丸 (琵琶湖センター)

1. はじめに

わが国では、有害化学物質の生態影響を評価する際、種レベルの生物試験で得られた毒性値を指標として PNEC (予測無影響濃度) を算出する。一方、欧州では各生物種の感受性を統計学的に示し、「感受性分布」から、HC₅ (全体のうちの 5%の種が影響を受ける濃度) を算出して生態系影響の基準値としている。しかし、実際に野外で「直接影響 (生存、増殖への影響)」が観察されるほど高濃度の汚染が起こる事例は少ない。従って、低濃度の化学物質が生物間相互作用・生態系機能へ与える影響を評価する必要がある。生態系全体に及ぼす化学物質の影響を評価するためには、「生食物連鎖」と「微生物ループ」を考慮に入れた食物網を対象とする必要がある。本研究では、水圏生態系の構造 (食物網構造) と機能 (一次生産量, 高次消費者の成長量) が、低濃度の農薬 (殺菌剤, 除草剤, 殺虫剤) の曝露によってどのように変化するかを明らかにすることを目的として研究を行った。

2. 材料と方法

農耕地で使用される除草剤 (シメトリン), 殺虫剤 (メソミル, フェニトロチオン), 殺菌剤 (イプロベンフォス) を用い、微生物 (バクテリア, 原生動物), 生産者 (植物プランクトン), 一次消費者 (動物プランクトン), 高次消費者 (モツゴ) から構成される生態系への影響を評価した。

本研究では、種レベルのバイオアッセイから群集レベル実験まで網羅的に実験的解析を行った。実験データをもとに、作用機序の異なる農薬による各生物の生存, 再生産への影響, 生物間相互作用への影響, 食物網構造への影響を評価し, 食物網構造に変化をもたらす化学物質の濃度と, 既存の PNEC 値および HC₅ 値との比較を行った。

3. 結果と考察

各生物を用いて急性・慢性毒性試験を行った結果, 殺虫剤 (メソミル, フェニトロチオン), 除草剤 (シ

メトリン), 殺菌剤 (イプロベンフォス) に対する感受性は緑藻もしくはミジンコが最も高いことがわかった。

マイクロコズム実験 (1-L 容量, ムレミカヅキモとオオミジンコで構成) では, シメトリン濃度が HC₅ の 3 分の 1 以下 ($2.5 \mu\text{g L}^{-1}$) で DO の著しい低下が起こり, それが原因でオオミジンコの密度が大きく低下した。これは, 既存の毒性試験では検出できない農薬の間接影響の一例である。つまり, 単一の種を用いたバイオアッセイと複数種 (2 栄養段階以上) の実験で, 結果が全く異なることを意味している。フェニトロチオンの曝露濃度は最高でも $0.04 \mu\text{g L}^{-1}$ で, HC₅ のおよそ 4 分の 1 だったが, 捕食者-被食者間の相互作用に影響を与え, 藻類の密度が大きく上昇した。

メソコズム実験 (300-L 容量: 微生物, 動・植物プランクトン, 魚で構成) では農薬の曝露濃度を HC₅ (フェニトロチオン $1.5 \mu\text{g L}^{-1}$, シメトリン $8.2 \mu\text{g L}^{-1}$) もしくは PNEC (イプロベンフォス $8.6 \mu\text{g L}^{-1}$) とした。曝露濃度を非常に低く設定したが, フェニトロチオン処理区では動物プランクトンが影響を受け, 結果的に Chl. a 濃度が有意に高くなった。ただし, 魚の体成長には影響が見られなかった。フェニトロチオンとメソミルの処理区では, 最終的にプランクトン群集構造は対照区と同様の構造に収束 (回復) したが, イプロベンフォス処理区ではそれが見られなかった。また, 炭素, 窒素安定同位体比解析の結果からも, 食物網構造の変化が認められた。

このように, 研究対象とした農薬種に関しては HC₅ や PNEC の曝露濃度であっても十分に水圏生態系の構造や機能に影響を及ぼしうることが明らかになった。本研究により, 群集レベル実験で得られる「群集構造の変化」や「炭素, 窒素安定同位体比の変化」に影響を及ぼす農薬の濃度は, 既存の指標値 (HC₅ や PNEC) よりも低いことが示された。ただし, これらをエンドポイントとして基準値を策定するためには, さらに多くの実験データや再現性の確認が必要である。

琵琶湖の透明度に対する植物プランクトン濃度の 影響の経年変化：2010～2012年の3年間の比較

*石川俊之（滋賀大学・教育），藤川和寛（滋賀大学・教育）

1. はじめに

透明度は非常に直感的な湖沼水質の観測方法である。非常に簡素な道具で観測でき、観測の歴史も非常に長く、湖沼観測では最も基本的な項目となっている。

琵琶湖では、滋賀県水産試験場が1900年代初頭から透明度の観測をはじめ、他機関も含めて透明度の観測は現在も続いている。芳賀・大塚（2003）は水産試験場のデータをもとに透明度の長期トレンドを示した。また、芳賀・大塚（2003）は透明度の季節変化の長期変遷についても言及しており、濁水の影響や植物プランクトンの粒子径の影響を指摘している。このように、琵琶湖では透明度の長期的な傾向は理解が進んでいるといえるが、一年一年の透明度の変化についての研究例は意外に思えるほど少ない。

各所で指摘されているように近年、琵琶湖の透明度は改善傾向にあり、南湖では湖底（4m前後）まで透明度板が認識できる状況も珍しくはない。しかし、2012年には南湖において透明度は1m前後と低い値を示すという特徴的な年であった。本研究では、2012年の透明度が低かった理由を鉛直プロファイラーによる観測をもとに考察を試みる。

2. 材料と方法

観測は琵琶湖北湖（7地点）と南湖（4地点）の定点で2010年1月から2012年12月までの各月に行った。観測ではアレック電子（現JFEアドバンテック）製のACL220-PDK（クロロテック）を用いた。この機器は水温、電気伝導度、溶存酸素濃度、クロロフィル蛍光、濁度、光量子センサーを備えている。濁度は赤外線後方散乱方式のセンサーである。

透明度は白色のセッキー板が目視することで観測を行った。

データの解析は、各月・各観測場所のデータを用いた。また、蛍光強度と濁度の値は透明度の深さまでの最大値あるいは平均値を用いることとし、透明度は逆数にして用いた。これらの数値の相関関係は

ピアソンの相関計数を用いて各年のデータを一つのセットとして解析を行った。

3. 結果

3年の観測期間中、2012年は透明度が全体的に低い年であった。5月ごろには3年とも他の月に比べて透明度が低くなる傾向があったが、2012年は6月、7月になっても透明度は低いままであった。

透明度の逆数と濁度・クロロフィル蛍光強度の相関を解析したところ、濁度は3年とも明瞭な相関関係が見られた。これに対し、透明度の逆数とクロロフィル蛍光強度の間には、2012年のみ明瞭な相関関係が見られた。

4. 考察

観測した3年間では特に2012年に透明度が低下したことが特徴的であるが、クロロフィル蛍光強度と透明度の相関関係がみられたことは、透明度の低下が植物プランクトンの増加によってもたらされたものであることを示している。なお、鉛直プロファイラーのデータでは蛍光強度のピークは透明度にあたる水深前後に出現しており、透明度との関係を理解するために植物プランクトンを計数する場合は深度を適切に選択する必要性を示唆している。

透明度の低かった2012年は南湖でそれまで湖面を覆い尽くしていた水草が大きく現存量を落としたことが観測されており、透明度との関係が指摘されている。本研究の結果から、2012年の水草の減少は植物プランクトンの増殖によってもたらされたことが示唆される。

透明度は、新しい水質指標の候補としても議論されているように、直感的で簡単に測れるものである。しかし、透明度の増減がどのような原因で起こるかが検討されなければ、単なる数字にすぎない。透明度の測定時には、濁度やクロロフィル蛍光の鉛直プロファイルも合わせて計測されることが望ましい。

*本研究の観測の一部は、滋賀大遠藤元教授と合同で行いました。観測に参加した皆さんに感謝します。

*石川俊之(滋賀大学・教育), 桑原 崇(滋賀大学・教育)
 鴈 倩倩(滋賀大院・教育), 浅井 恵美(滋賀大学・教育)

1. はじめに

湖流の観測は、古くからおこなわれている湖沼観測であるが、これには大きくわけて2つのタイプがある。一つは視点を定点に固定するオイラー的観測であり、もう一つが流れとともに視点を移動させるラグランジュ的観測である。

オイラー的観測の利点は観測を長期間継続しやすくその場所での流れが詳細にわかることが挙げられる。これに対し、ラグランジュ的観測の利点は渦などの構造を持った流れを理解することが可能になることが挙げられる。

オイラー的観測は係留で用いる流速計(電磁流速計やドップラー流速系)の発達により、今日では多くの観測が行われている。一方、ラグランジュ的観測には漂流ブイを追跡する方法が用いられるが、ブイの位置を決めるためには目視による測量や、レーダー反射板を使うことが多かった。これらブイの位置決めのための観測は大がかりな観測体制を必要とするため、係留系を用いたオイラー的観測に比べてラグランジュ的観測が用いられる頻度は琵琶湖では近年はあまり高くないのが現状である。

本研究では、ラグランジュ的観測のデメリットであったブイの位置決めの手間を解消するため、容易に手に入れることができるようになった小型GPSロガーを用いて湖流観測を試みた。観測の結果、良好なデータを得ることができたので報告する。

2. 材料と方法

湖流の観測には漂流ブイを用いた。漂流ブイはステンレスポールを浮体に通したものを水面構造物とし、このステンレスポールの空中部に目印、レーダー反射板とGPSロガーを固定した。ステンレスポールの水中部にはロープをつなぎ、ロープの下端には約1m×0.5mの防水布を繫いだ。防水布は水中でしっかり広がるように上端と下端は鉄製の棒で固定した。このブイは滋賀大学遠藤元教授の研究室が作製し観測に用いていたものである。

漂流ブイに設置したGPSロガーはHOLUX製M-241である。M-241はMSASを用いたディファレ

ンシャル測位を利用し、位置精度は最も良好な場合で2.2mとなる仕様である。データは最小で1秒間隔、130,000の位置情報が記録可能である。

観測は2012年8月、2013年8月、2014年8月(予定)に滋賀大学教育学部の講義「湖沼学実習」にて実施した。観測場所は琵琶湖の北端東部に位置する塩津湾である。

2012年と2013年は塩津湾内の湖流の水平構造をとらえるため、湾内の3地点からブイを各2本放流した。各2本の部位はそれぞれ漂流布を水深1mと20mになるようロープの長さを設定した。

2014年は湖流の鉛直構造をとらえる予定である。



図 2013.8.9 塩津湾 1m 漂流ブイの軌跡

3. 結果

2012年と2013年に行った観測では、GPSロガーは設定どおり位置情報を記録することができた。得られた位置情報は外れ値もなく、なめらかな軌跡が得られている(図)。図に示した2013年のデータは塩津湾では本学の故岡本教授や遠藤元教授らが指摘したように時計回りの湖流が存在していることを示唆している。

4. 考察

今回用いたGPSロガーで、詳細な湖流のデータを取得できることが明らかになった。琵琶湖では河川水の流入や環流の動態など、GPSロガーを用いたラグランジュ的観測によって新たな知見が得られることが期待できると考えている。本研究で用いたロガーは比較的安価(1万円以下)であり、小型の船舶でも運用できるため、多くの水域で使うことが可能であることも付け加えておきたい。

P-61

Web 公開不希望

P-62

Web 公開不希望

*河鎮龍（富山県立大・工学）、加茂将史（産業技術総合研究所 安全科学研究部門）、
永井孝志（独立行政法人農業環境技術研究所 有機化学物質研究領域）、
坂本正樹（富山県立大・工学）

1. はじめに

金属は水質の違いにより存在形態を変え、水生生物に与える毒性も変化する。一般に、水生生物に急性毒性影響を及ぼす金属は無機態として存在するものであり、有機物と錯形成したものは影響しないと考えられている。現状、日本では全溶存態濃度を基にした評価がなされているが、金属スペシエーション（金属種の分別）を行わずに実際の生態影響を推定することは困難である。

また、水質データから水生生物への金属毒性を予測する BLM (Biotic Ligand Model) は、日本の水と硬度が大きく異なる欧米で開発されたものである。BLM は、Biotic Ligand (水生生物のエラにある) における陽イオン (Ca など) の取り込みを溶存態の無機金属が阻害するという急性毒性のメカニズムを記述したモデルである。つまり、溶存態の各無機金属の濃度と存在割合が一定の場合、硬度が高いと毒性影響があらわれにくくなる。ミジンコ種では、毒性試験の標準試験生物 (*Daphnia magna* や *Ceriodaphnia dubia*) の BLM があるが、*D. magna* は日本に分布しておらず、*C. dubia* も日本の湖沼で優占種となることは稀である。このように、欧米とは生息する生物種が異なることから、既存の BLM を援用しただけでは日本の陸水環境に特有の生態リスクを適切に把握できない。

我々は、*D. magna* への金属毒性をリファレンスとしながら、日本に広く分布する *D. galeata* の BLM を日本の水環境を想定して開発することを目標として研究を進めている。本発表では、硬度 (Ca, Mg) と銅の毒性の関係について、ミジンコ急性遊泳阻害試験の結果をもとに議論する。

2. 材料と方法

D. magna (NIES クローン) と *D. galeata* (霞ヶ浦由来) は国立環境研究所から提供された単一のクローンで、室内 (水温 20 度、16-h 明期 : 8-h 暗期) で *Chlorella vulgaris* を餌として与えながら培養したも

のを実験に用いた。銅は硫化銅 (CuSO_4) を超純水に溶かしたものを使用した。硬度の違いによる銅の毒性影響の変化を明らかにするために、各 5 段階の Ca ($0.625, 2.5, 10, 40, 160 \text{ mg L}^{-1}$) と Mg ($0.244, 0.977, 3.91, 15.64, 62.56 \text{ mg L}^{-1}$) の濃度条件下でミジンコ急性遊泳阻害試験を行った。試験水には超純水を使って作製した COMBO 培地 (EDTA 無添加) を用いた。溶存態銅濃度は ICP-MS で測定し、他の分析機器で測定した有機炭素、無機炭素濃度と Ca, Mg, Na 等のイオン濃度を基に金属スペシエーションを行った。試験結果と推定された無機態の銅濃度を用いて 48-h LC_{50} (半数致死濃度) を求め、各水質条件下での毒性を比較した。

3. 結果と考察

銅に対する 48-h LC_{50} はいずれの水質条件でも *D. galeata* が *D. magna* より低かった。また、Ca と Mg の濃度が高くなると 48-h LC_{50} が高くなった。*D. galeata* の 48-h LC_{50} は Ca 濃度を変化させることで $1.93\text{-}15.74 \mu\text{g Cu L}^{-1}$ と大きく変化した。しかし、Mg は COMBO 培地に含まれる濃度 (3.91 mg L^{-1}) よりも高い場合は 48-h LC_{50} が低くなった。Mg 濃度の違いによる 48-h LC_{50} への影響はあまり小さくなく、 $3.01\text{-}5.69 \mu\text{g Cu L}^{-1}$ の幅で変化した。

Biotic Ligand に対する銅や Ca, Mg などの陽イオンの親和性は一定であるため、銅の濃度が一定なら、硬度が高いと Biotic Ligand に吸着する銅の量が小さくなる。このように、本研究の結果は BLM が想定するメカニズムで良く説明できる。また、48-h LC_{50} に対する影響は Mg が Ca よりも小さかった。ただし、これは Ca がより銅の毒性を抑えるためとは考えにくい。Baudouin と Scoppa (1974) は *D. hyalina* (*D. galeata* の近縁種) に対する Mg の 48-h LC_{50} を 32 mg L^{-1} と報告している。本研究における Mg の最高濃度 (62.56 mg L^{-1}) はこの値よりも高く、高 Mg 濃度の条件では Mg 自体がミジンコに毒性影響を及ぼしていたと考えられる。

* 吉尾卓宏, 小日向寿夫, 桑名美恵子, 相崎守弘 (茨霞環科セ)

1. はじめに

涸沼は、面積 9.35km²、平均水深 2.1m、西浦、北浦に次ぐ県内第 3 位の大きさの湖であり、満潮時には川が逆流し、海水が流れ込む、関東地方唯一の汽水湖である。現在の涸沼は、ヤマトシジミなど汽水性魚介類の漁場であり、ヒヌマイトトンボなど希少動植物の生息場所となっているほか、リクリエーションの場として、県内外の人々に広く親しまれている。また、水質保全対策としては、現在、平成 22 年度に策定された第 3 期水質保全計画による対策が実施されている。

その水質保全計画に関連して、霞ヶ浦環境科学センターでは、水質汚濁機構の解明や水質保全対策検討のため、継続的な湖内水質調査を実施しており、その調査結果から、涸沼の近年の水質、特に 2011 年度前後における水質の違いについて報告する。

2. 材料と方法

湖内に設定した 8 地点 (図 1, H1~H8) において上層水 (水面下 0.5 m) 及び下層水 (湖底上 0.5 m) をポンプにより採水した。調査データは継続的な調査を始めた 2005 年 6 月から 2014 年 3 月で、毎月 1~2 回調査を行った。調査項目のうち、COD, 窒素, リン, 塩化物イオンについて、2011 年度前後の上下層の挙動を比較した。

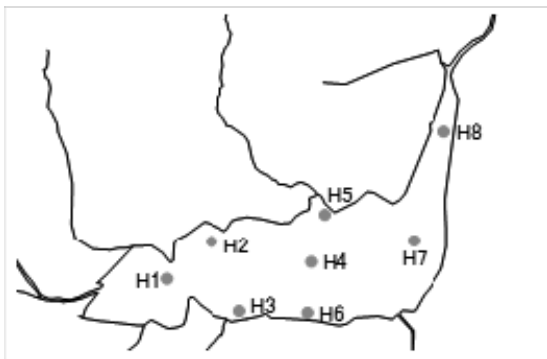


図 1 調査地点

3. 結果

数値は上層, 下層共に調査地点 8 地点の平均値で示してある。年平均濃度の推移は図 2 のとおりで、COD, 窒素, リンは近年ほぼ横ばいで、2011 年度前後で濃度に大きな変化は見られなかった。一方、

塩化物イオンは 2011 年度以降濃度が上昇し、上層と下層の濃度差も大きくなった。そこで、塩化物イオンについて詳細に、月別の濃度推移を示したものが図 3 である。2011 年度以前は主に冬に濃度が高くなっていたが、2011 年度以降は濃度の高い月が季節に関係なく年間を通して見られるようになっていた。

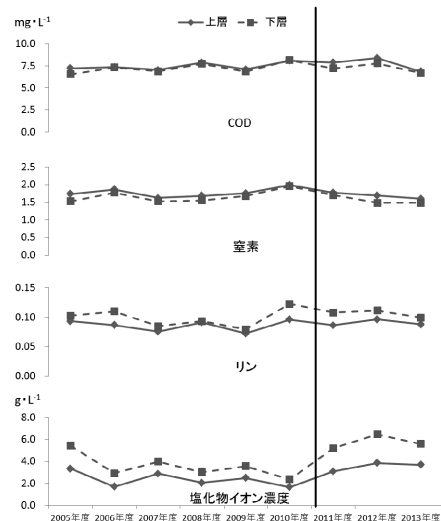


図 2 調査期間中の年平均濃度の推移

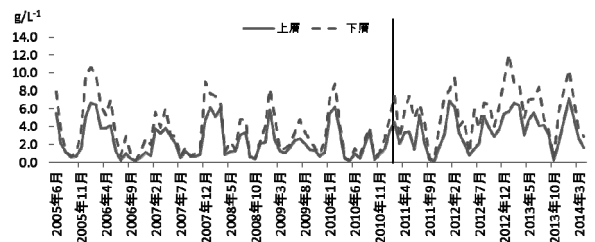


図 3 塩化物イオンの月別の濃度推移

4. 考察

涸沼で定期的に行っている調査結果から 2011 年度前後の水質について比較したところ、一般的な水質については大きな変化は見られなかったが、塩化物イオンについては年間を通じて濃度の上昇が確認された。原因としては海水の浸入による影響が考えられる。この状態が継続するのであれば、水質では塩分躍層が頻繁に形成されることによる底泥からのリンの溶出増加、生態的にはヤマトシジミ等への影響などが懸念される。今後は塩化物イオン濃度の上昇原因についてさらに調査していく必要がある。