

在来魚類群集に対する外来魚 オオクチバスの影響の水域間差異

*角田裕志（岐阜大・野生動物セ），満尾世志人（龍谷大・理工）

1. はじめに

肉食性外来魚のオオクチバス（*Micropterus salmoides*、以下バスと記す）は直接的な捕食対象となる在来魚類に対して顕著な影響を及ぼすと考えられており、特に小規模水域であるため池では、バス侵入後に種数の減少や多くの種の消失が報告されてきた。しかし、バス侵入後の魚類相の変化には池間で差異が生じる事例も報告されている。本研究では、在来魚類群集に対するバスの影響の水域間の差異とその要因を検討することを目的として、ため池の魚類相およびバスの食性を地域内（同一水系内）と地域間（複数の水系間）のそれぞれにおいて比較した。

2. 材料と方法

地域内比較については、岩手県奥州市の14箇所のため池のデータを用いた。2008年から2009年に計4回の魚類採捕調査を実施して、魚類相を把握した。また、バスは捕殺して持ち帰り、実験室において胃内容物の分析に共試した。出現種数や種組成、バスの相対個体数比、バス胃内容物中の魚類の割合（以下、魚食率と記す）を計算し、各項目間の相関分析を行った。魚類の種組成およびバス胃内容物組成の分析においては非計量多次元尺度構成法（NMDS）を用いた。また、地域間比較では、ため池や比較的小規模の湖沼を対象とした先行研究をレビューし、出現種数や主要魚種の出現頻度、面積を比較した。

3. 結果

岩手県のため池群における地域内比較

バスの個体数比と出現種数やコイ科止水性魚類の個体数比との間に負の相関関係が認められた。また、NMDSによる種組成の解析の結果、魚類相はバスの個体数比の

多寡で区分された。一方で、バスによる魚食率は0～96.5%と池間で大きく異なり、NMDSでは魚食性、昆虫食性、その他の3タイプに区別された。また、魚食率はため池の出現魚種数や総CPUEと正の相関関係を示し、魚種数・個体数共に豊富な池ほど魚食性を示すことが明らかとなった。魚食率はバスが餌として好むヨシノボリ類（*Rhinogobius* sp.）やモツゴ（*Pseudorasbora parva*）の個体数比とも正の相関関係を示した。

複数地域間における比較

先行研究では、本研究対象地域に比べて小規模のため池（1ha未満）を対象とする事例が多かった。先行研究では、バス侵入後の魚種数は0～2種との報告が多かった。統計モデルによる解析では、出現魚種数に対して池の面積の関連性は認められず、地域性のみが認められた。種組成の特徴として、コイ科大型魚と底生魚は半数以上の池で出現したが、コイ科小型魚の出現頻度は低かった。

4. 考察

大規模の水域ほど生息環境の異質性（heterogeneity）が高まるため、捕食回避のための隠れ場所（refuge）が多くなる可能性がある。しかし、本研究では、ため池の面積と出現魚種数には相関関係は認められなかった。このことから、単純にため池の規模だけではなく、他の物理的・化学的な環境要因や種間相互作用との複合要因によって、バス侵入の影響が変化・軽減されるものと考えられる。例えば、植生カバーや透明度はバスの捕食効率に影響を与えることが報告されており、本研究の地域内比較においてもこれらの要因がバスの影響を変化させる可能性が示唆された。

木曽・長良・揖斐川における魚類群集の流程変化 ～ 水系ネットワークに注目した多様性のパターン ～

*森照貴（自然共生研究セ）、上野公彦（岐阜県）、高岡広樹（自然共生研究セ）、
佐川志朗（兵庫県立大）、加藤康充、萱場祐一（自然共生研究セ）

はじめに

河川は、数多くの源流から流れ出た水が合流を繰り返すことで徐々に水量が多くなり、最終的には一本の河川となって海へと流れ込む。このような流域における河川の構造は樹状構造と呼ばれ、水系ネットワークを形成しているわけである。河川における魚類群集は、上流から下流にかけて種数が増加し、その種構成も変化していくことが知られている。また、同じ河川サイズを持つ支流間でも魚類群集に違いがあることが知られており、合流点からの距離や合流する河川サイズによって異なることが報告されている。

このように水系ネットワーク内において、魚類群集は様々なパターンを示すことが示されている。しかし、多くの研究は流域内の一部だけに注目したような局所的なものである。また、上流から下流までを扱った研究についても、ひとつのラインとして扱える河川を対象としたものが多い。そのため、流域全体に渡って樹状構造を形成する水系ネットワークを扱った研究は非常に少なく、流域全体における河川性魚類のパターンに関する知見は非常に乏しい。

そこで、本研究では濃尾平野を流れる揖斐川、長良川、木曽川の木曽三川を対象に、流域全体にわたる魚類群集のパターンを明らかにし、水系ネットワークと言う特徴的な構造に注目することで、得られたパターンをもたらしプロセスを解明することを目的とし、研究を行った。

2. 材料と方法

2000年から2011年の間に、木曽川・長良川・揖斐川流域で行われた魚類調査結果を集め、各地点で観察された各魚種の在／不在を集計した（データ元：岐阜県内の土木事務所、岐阜県自然共生工法

研究会、岐阜県川づくり協議会、土木研究所自然共生研究センターの調査結果および河川水辺の国勢調査結果）。また、各調査地点の河川次数や標高、勾配、集水域面積、集水域における最大標高、海までの距離、最近隣合流点までの距離などを、GISを用いて算出した。

本研究では、水系ネットワーク内における魚類群集のパターンを明らかにするため、最初に河川次数と種数との関係性を解析した。次に、河川サイズが比較的、類似していたとしても、種組成が異なるかどうかを明らかにするため、同じ河川次数に属する調査地間で群集の類似性を求め、次数に応じて類似性がどのように変化するかを検証した。最後に、同じ河川次数に属する調査地内で、種数および種構成の変異を説明するために、各調査地の環境要因との関係性を一般化線形モデルを用いて解析し、種構成の変化についてはNMDSを用いて解析した。

3. 結果と考察

本研究で集めた魚類調査は773箇所にわたり、全部で124種（汽水性魚類を含む）が木曽三川流域には生息していることが明らかとなった。解析の結果、河川の魚類群集は、上流から下流と言った流程変化を示すだけでなく、水系ネットワークにおける位置によっても大きく変化することが示された。つまり、水系ネットワーク内において、枝状部分に相当する各河川に注目すれば、いずれの河川でも基本的に流程変化するわけだが、その変化パターンは枝状部分によって異なるわけである。これは、その枝状部分（河川）が流れる標高やハビタットに依存するためであると考えられた。また、枝状部分ごとに生息する種が異なることで、流域全体で非常に多く魚種が生息していることと考えられる。

長期・広域データに基づいた河川の水質に対するダムの影響

※加藤康充、小野田幸生、森照貴、萱場祐一
(土木研究所・自然共生研究センター)

1. はじめに

窒素やリンなどの栄養塩、水温、濁度（光条件）等は、河川生態系の一次生産などを規定する重要な要因の一つである。通常、これらの水質要因は上流から下流にかけて緩やかに変化し、それぞれの流程の生態系を特徴づけている。しかしながら、流程内にダム及びダム湖が存在することで、水質の変化をもたらす。

ダム及びダム湖の存在による水質への影響を把握することは、ダム下流河川生態系の保全にとって重要である。しかし、この水質の変化を把握する際、スナップショット的な短期データを用いると、水質測定時の瞬間的な環境の変化を反映した値になっている可能性があり、長期的なデータを用いることが必要である。また、水質変化のパターンには、ダムの運用方法（ダムの管理目的、貯水容量や回転率）、ダムの位置（流程（流域面積））に加え、集水域の特徴（気候、土地利用など）なども影響することから、広域的なデータを用いることが必要である。

つまり、水質に対するダム及びダム湖の影響を検証するためには、長期・広域データに基づく解析が必要である。しかし、日本国内における、長期・広域データに基づいた解析は少ない。

そこで、本研究では、日本全国における主要なダム（図1）のうち、ダムの上下流で10年以上にわたって継続的に観測されたデータを用いて、水質（窒素、リン、水温、濁度等）に対するダムの影響について検討した。

2. 方法

ダム及び集水域の特徴（気候、表層地質、土地利用等）とダム上下流で観測された水質（窒素、リン、水温、濁度等）のデータを集め（表 1）、水質に対するダムの影響について解析を行った。また、ダムの特徴は、ダム諸元などを参照し、集水域の特徴は、

GIS を用いて算出した。水質のデータについては、ダムの上下流で長期間（10 年以上）観測データがあるダムを解析の対象とした。

なお、水質（窒素・リン・水温・濁度等）については、貯水池における植物プランクトンの発生状況などの影響を受けることが想定されるため、季節ごとに解析した。

3. 結果

ダムを通過することによる水質（窒素・リン・水温・濁度等）の変化率とダム及び集水域の特徴との関係について解析を行う。それをもとに、ダムを通過することによる水質の変化について検証し、水質に対するダム及びダム湖の影響について議論を行う。

表 1 解析に用いたデータ

項目	データ
ダムの特徴	ダム諸元（目的、総貯水量、竣工年、回転率 等）
集水域の特徴 (GIS による集計)	流域面積
	気候・気象
	表層地質
	土地利用
	地形（起伏度、平均標高 等）
水質	窒素、リン、水温、濁度等



図1 日本における主要なダム

溶存鉄が筑後川河口高濁度水域の従属栄養細菌に与える影響

*藤永承平¹、吉永郁生²、田中克³

1: 京都大学生態学研究センター、 2: 京都大学大学院農学研究科、 3: 国際高等研究所

はじめに

筑後川は九州最大の流域面積を持つ河川であり、有明海に面するその河口域には多量の懸濁粒子による高濁度水域 (Estuary Turbidity Maximum: ETM) が形成される。この ETM は、多くの稚仔魚を育む生物生産性の高い水域である。その一方で ETM では光が制限されるため、水塊の光合成量を呼吸量が上回ることがある。一般に粒子に付着する細菌 (粒子付着細菌) は浮遊細菌よりも活性が高く、ETM のような粒子が多い水域では、水塊の全細菌活性の 90% を粒子付着細菌が担っているという報告もある。

また、筑後川河口域のもう一つの特徴は溶存鉄濃度が高いことである。鉄は多くの生物に必須の元素であり、微生物にもそのことは然りである。マーティンの鉄仮説が提唱されて以降、多くの研究が行われ、溶存鉄の変動が植物プランクトンの生産性や細菌の活性に影響を与えることが分かってきた。しかし、これまでの研究は鉄が欠乏している水域で主に検証されており、高濃度の鉄が細菌の活性に与える影響はこれまで研究されてこなかった。

本研究では、筑後川河口域において、高濃度の鉄が粒子付着性および浮遊性の従属栄養細菌に与える影響を検証した。

材料と方法

調査は筑後川河口高濁度水域 (ETM) と筑後川中流域で、2011 年 8 月から 2012 年 1 月の間、ほぼ月に一度、大潮時に行った。採取した河川水試料を孔径 3.0 μm の nuclepore filter でろ過することで、粒子を含む画分 (無処理) と含まない画分 (<3.0 μm) に分画した。鉄を増殖に必要とする細菌の定量培養計数

には最確数法を用いた。クエン酸鉄を用いて溶存鉄濃度が異なる (0M, 100 μM , 1000 μM) 低栄養培地 (約 2mgC/L) を作製し、段階的に希釈した試料を接種した。20°C、暗条件で 1 ヶ月間培養後、細菌の増殖を蛍光顕微鏡で確認した。細菌の従属栄養活性として、河川水試料に設定した濃度のクエン酸鉄を添加した後、放射性同位基質を添加して 1 時間培養し、細菌への基質の取り込み・同化量と呼吸量を測定した。

結果

鉄を増殖に必要とする細菌数は溶存鉄濃度が 0M と 100 μM の培養系間では有意な差は見られなかった。しかし、溶存鉄濃度が 1000 μM の培養系では細菌数が有意に減少した。この濃度の鉄添加は、チミジンの DNA 画分への同化活性や呼吸活性には影響しなかったが、ロイシンのタンパク質画分への同化を抑制した。また、粒子が多く存在する ETM 水域では粒子を含む画分の細菌数、及び活性が高かったのに対し、粒子が少ない中流域では粒子を含む画分と含まない画分の測定項目に有意な値の差は見られなかった。

考察

筑後川河口域において、100 μM の溶存鉄添加は現場の低栄養性従属栄養細菌の培養計数値に影響を与えなかった。しかし、河口域の懸濁粒子には多くの細菌が付着しており、有機物分解や懸濁物捕食者への栄養供給に大きな寄与をしていることが示唆された。また、1000 μM の溶存鉄添加は低栄養性従属栄養細菌の増殖を阻害し、それは細菌のタンパク質合成を阻害するためである可能性が示唆された。

Geochemical characteristics of sediments in Nagara River Estuary Barrage region, Central Japan: Evaluation of heavy metal pollution

*Subuda¹, Shinichiro Ueno¹, Kenichiro Sugitani¹

¹ (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

1. Introduction

Heavy metals are the most common and serious pollutants in natural environment because of their toxicity, persistence and bioaccumulation problems. The excess occurrence of heavy metals in sediment can be attributed to either natural or anthropogenic sources. Heavy metals that released from these sources tend to be absorbed onto suspended particulate matters, furthermore, incorporated into bottom sediment as SPM precipitated. Sediment acts as carrier and source of heavy metals in aquatic environment, and reflects water quality.

The Nagara River had long been recognized as one of the cleanest rivers in Japan. However, in 1995, for the purposes of flood control and water use, the Estuary Barrage has been brought into operation, and the natural environment of the Nagara River has changed remarkably. So far, the studies carried out by numbers of researchers and communities which were mainly focused on downstream of the Estuary Barrage, and the upstream area was not studied that much. However, unpublished work by Hiramatsu (2009) suggests that by the Barrage (the Nagara River Dam) and inflow of poorly treated sewage waters cause the environmental problems at its upstream area.

2. Materials and Methods

We collected systematically 70 sediment samples within a stretch of 30 km along the upstream of the Barrage, from 2009 to 2011, using Ekma-Birge Grab. Sediment samples were dried at 105 °C for 24 hours and homogenized. These samples were fractionated using a series of sieving process according to needs of further analysis. The grain size distributions of sediment samples suggest that the fraction <180µm would be a reasonable choice for further analysis. Major components (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, MnO, Na₂O, K₂O and P₂O₅) and minor components (Ba, Co, Cr, Cu, Nb, Ni, Pb, Rb, Sr, Th, Y, Zn, and Zr) were analyzed by PANalytical's Axios series X-ray fluorescence (XRF) spectrometer. FLASH 2000 organic elemental analyzer was employed to analyze the C, N, H, and S.

3. Results and Discussions

Compare to the upper stream, the content of finer fraction, and that of P₂O₅ and C_{total} in sediment increased at the Barrage area. Meantime, the high C/N ratios (C/N>10), suggest terrestrial organic matter likely to be responsible. The major compositions (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅) of the sediment are in a great agreement with the upper crustal average of Japan. Concentrations of heavy metals are shown in Table1. Compared to the upper crustal average

values of Japan (Togashi et al, 2000), these elements are enriched or depleted to various degrees; Co (x1.5-2.2), Cr (x0.3-2.1), Cu (x0.2-2.1), Ni (x0.5- 1.7), Pb (x0.9-3.6) and Zn (x1.5-4.2). The enrichment factors of heavy metals differ from site to site, and some samples are remarkably enriched in Zn and Pb. According to the location of these enriched sites, Sakai River, Sai River, and Kuwabara River, these three branches likely to be contributing to the enrichment of those two elements.

Table1. Heavy metals concentration of this study with literature values

Element(ppm)	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Minimum	15	26	1	15	11	80
Maximum	41	141	41	55	53	242
This study	24	57	18	28	23	142
Average shale ¹	19	90	45	68	20	95
Mean sediment ²	-	72	33	-	19	95
Crustal average ³	10	35	25	20	14	71
Upper crustal average of Japan ⁴	15	84	25	38	16.9	74.1
Accretionary & metamorphic rocks ⁴	21	155	31	82	17.9	78
Neogene-Quaternary igneous rocks ⁴	15	71	26	27	13.2	64

¹ Turekian and Wedepohl, 1961; ² Salomons and Förstner, 1984; ³ Taylor and McLennan, 1985; ⁴ Togashi et al., 2000.

References

- Togashi, S. et al. (2000) Geochemistry Geophysics Geosystems (Electronic Journal of the Earth Sciences), Vol.1, Page number 2000GC00083
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M. (1985) The Continental Crust: Its composition and evolution: an examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks. Blackwell, Oxford, pp.312.
- Turekian, K.K. and Wedepohl, K.H. (1961) Distribution of the Elements in some major units of the Earth's crust, Geological Society of America, Bulletin 72, pp. 175-192.
- Salomons, W. and Förstner, U. (1984): Metals in the hydrocycle, Berlin, Springer.
- Atgin, R. S. et al. (2000) Investigation of the sediment pollution in Izmir Bay: trace elements, Spectrochim. Acta B., Vol. 55, pp.1151-1164
- Hiramatsu, Y. (2009): Geochemical characteristics of estuary sediments from the Ibi, Kiso, and Nagara Rivers, Central Japan, Nagoya University master's thesis

由良川河口域における浮遊藻類の分布と一次生産について

*安佛 かおり¹, 舟橋 達宏¹, 笠井 亮秀¹, 上野 正博², 山下 洋²
(¹京大・農, ²京大・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、一方の端から淡水が流入し、もう一方の端からは冠水が浸入するきわめて生産性の高い水体である。河川水と海水の混合の様相は、潮汐、河川流量、地形などに影響を受けて様々に変化し、そこに生息する生物群集の構造や機能特徴づける。

本研究を行った由良川は若狭湾西部海域の丹後海に流入する河川である。由良川下流域は河床勾配が緩く、また日本海は潮汐差が少ないため、河口域は典型的な弱混合型の様相を呈する。ここでは、夏季に成層が形成される際、塩分躍層下にクロロフィル極大が形成されることが報告されている(Kasai et al. 2010)が、この分布を生み出している藻類群集の基礎生産力については、よくわかっていない。そこで本研究では、由良川河口域の塩分とクロロフィル *a* (chl. *a*) の分布調査とあわせて、植物プランクトンの一次生産の測定を行うことにより、由良川河口域の生産構造を明らかにすることを試みた。

2. 材料と方法

本研究は、由良川の河口からその上流 18 km 地点までの区間で行った。水深はおよそ 3~5m で変動し、水深 10 m 以上の窪地が点在する。最上流の 18 km 地点は塩分濃度が 1 以下であり、塩水の侵入の影響を受けない地点である。現場での基礎生産測定に先立って、河口から 2 km 間隔で、総合水質計を用いて、水温・塩分濃度・濁度・クロロフィル蛍光の鉛直分布を観測した。この結果から、塩分躍層下に高濃度クロロフィルが観測された地点を抽出し、二日後に基礎生産のための現場実験を行った。

基礎生産培養用の試水は、表層、中層(塩分躍層)、底層(河床から 0.5m 上)から採取した。この試水をサイフォンを用いて 100ml の酸素ビンに注入し、正午から夕方まで現場培養を行った。基礎生産量は明暗ビン法による酸素量の変化として算出された。なお、この定点では分光光量子計での測定も行った。

3. 結果と考察

河口から 18 km までの観測の結果、河口から 16 km 地点までの区間を通して水深 1 m 付近に塩分躍層が見られた。クロロフィル蛍光値は、表層より深層で高く、より上流地点の底層部で高くなる傾向が見られた。この観測の翌日に降雨があったため、培養実験日に 10 km より上流の区間で再観測を行ったが、躍層は 2 m 付近まで下がり、河口域の塩分構造が河川流量に応答して変動することが示された。

培養実験を行った地点における chl. *a* 濃度は、表層ではほぼ均一で、塩分躍層下から底層に向かって高くなった(図 1)。培養時間当たりの総生産量は、表層、中層、底層で、それぞれ、0.73, 0.43, 0.33 mg O₂/L であった。この値を chl. *a* 量当たりで評価すると、表層を 1 としたとき、中層と底層では 0.42 と 0.26 となり、表層から底層に向けて活性が低下することが示唆された。この要因としては光制限が考えられる。しかしながら、各波長で異なるものの、入射光の 0.03-0.26% が最深部まで達しており、全層にわたって植物プランクトンが基礎生産に寄与していることが推測された。その一方で、プランクトン群集全体での呼吸を加味した一日単位での生態系代謝を求めると、底層ではちょうど 0 となることがわかった。

これら生産量の傾向は chl. *a* 濃度の分布と逆の関係にある。このことから、河口域の表層水と深層水とでは、植物プランクトンの現存量はそれぞれ異なるメカニズムで決定していることが推察される。

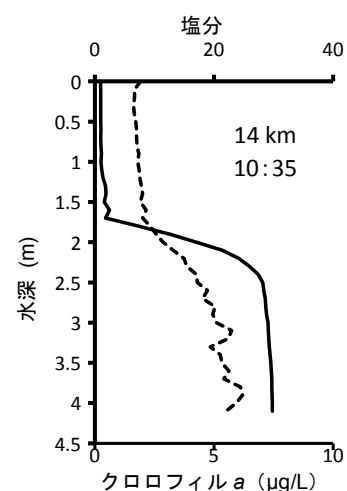


図 1 培養実験を行った地点(河口から 14 km 地点)における塩分とクロロフィル *a* の鉛直分布

ハルマンスナモグリ（甲殻十脚目スナモグリ科）の 浮游幼生期における食性

宗宮麗，齋藤悠子，本郷友一郎，鈴木利一，玉置昭夫（長崎大・水産）

1. はじめに

天草下島の富岡湾には砂質干潟（富岡干潟）があり、ハルマンスナモグリ（以下スナモグリ）が 200～400 個体/m²の密度で生息している。地下数十 cm に達する巣穴を作るため、基質攪拌作用により干潟内のベントス構造と物質循環に大きな影響を及ぼしている。スナモグリの幼生は干潟から放出された後大潮時の下潮で分散し、天草灘でゾエアⅠ期からデカポディット期になる約 1 カ月の浮游幼生期を経て、大潮時の上潮によって干潟に回帰する。富岡干潟への幼生回帰率は年により異なり、2010 年夏季における回帰率はゼロに近い数値であった。

そこで、浮游幼生期の生残率に及ぼす餌環境の影響を検証することを目的として、その生息域である天草灘で本研究を行った。現場海水中の動植物プランクトンの分類と個体数の計数を行い餌環境を把握して、幼生の消化管内容物と現場海水中プランクトンとの照合を行った。また、スナモグリ幼生の口器構造を詳細に観察して食性を推定した。

2. 材料と方法

長崎大学鶴洋丸にて天草灘で 2011 年 6～8 月に毎月 1 回、水深 60m から表層まで各層採水し、酢酸ルゴール溶液と中性ホルマリン溶液（20 μ m メッシュ濾過）で固定後、動植物プランクトンの分類及び計数を行った。また、珪藻は細部構造を観察するため Millpore フィルター（ ϕ 25mm、孔径 3.0 μ m）で濾過後、十分に脱塩しカナダバルサムで封入をして、生物顕微鏡下で観察を行った。

スナモグリ幼生をプランクトンネット（目合 330 μ m）の水平曳きで採集・ホルマリン固定して持ち帰った。幼生個体を実体顕微鏡下で解剖後、口器や消化管等を取り出し封入して観察した。消化管の封入にはマウントメディアを用い、他器官の封入にはマウントメディア及びアパチ封入剤を用いた。

3. 結果と考察

6～8 月のプランクトン組成では珪藻が優占した。消化管内容物からは、中心目珪藻のリゾソレニア亜目、コスキノディスクス亜目、ビドゥルフィア亜目や、羽状目珪藻、及び放散虫の骨格が観察され、これらの分類群は現場海水中でも確認された。7 月にはプランクトン現存量に対するゾエア幼生の餌収集能において要求量を満たしていたが、6、8 月のゾエアⅥ期では満たしていたとは言えず、餌環境は充分でなかった可能性がある。

スナモグリ幼生の口器は上唇、下唇、大顎によって形成されており、第 1 小顎、第 2 小顎、第 1 顎脚で覆われていた。大顎には、腹面側の肉薄の歯（門歯）と背面側の肉厚の歯（臼歯）があり、門歯で食物を捕え、臼歯で磨り潰すような構造になっていた。この大顎構造は、カイアシ類の粒子食者の大顎と類似しており、スナモグリ幼生は粒子食者であることが推測される。また、下唇は二股に分かれており、羽状目珪藻など細長いものを選択的に挟み込める構造になっていた。第 1 小顎や大顎を使い、羽状目珪藻など細長いものを挟み込んでいる個体も確認した。

スナモグリの浮游幼生期の全長は、ゾエアⅠ期で約 2mm、ゾエアⅥ期で約 6mm とプランクトンとしては大型であり、カイアシ類ノープリウス幼生などある程度大型な個体を摂食していると考えられてきたが、本研究の消化管内容物から、羽状目珪藻などの長細い微小プランクトンを好んで摂食している可能性が伺えた。また、脱皮直前の個体では、大顎の歯が磨耗されており、脱皮後には鋭利なものに生え代わることを確認した。このことから、少なくとも珪藻などの固いものを摂食していることがわかった。

本研究は環境省の環境研究総合推進費（D-1104）により実施された。

沿岸域における人工島建設後の堆積物の長期変動

*大八木麻希（愛知工業大学・工）、川瀬基弘（愛知みずほ大学・）、
横山亜希子（愛知工業大学 院）、鮎川和康（環境システム）、
菅原（環境システム）、寺井久慈（名古屋大学博物館）、
八木明彦（愛知工業大学・工）

1 はじめに

伊勢湾東岸常滑沖に建設された中部国際空港は、日本海洋学会環境問題委員会が、その水域は特に優れた漁場であり、伊勢湾の漁業に重大な影響を与えると警告していたが、事業者が行ったアセスメントでは「影響は軽微である」として空港島ならびに対岸（前島）の埋め立てを実施した。空港運営後には、空港島付近の観測が愛知県と中部国際空港株式会社によって行われている。従来、常滑沖は木曾三川の水が海水と混じりながら南下する海域であったが、建設後には空港島の南側ではよどみが生じている。

本研究では、人工島建設による影響について、10年間の調査によって堆積物の変動を明らかにすることを目的とした。

2 方法

中部国際空港島と知多半島沿岸にはさまれた海域において、底泥の採取を行った地点は空港島の東側と南側の7地点である。調査時期は2002年～2011年の概ね春と夏及び秋に行った。化学分析用の底泥採取はアクリルパイプ（直径5.0cm X 長さ50cm）を底泥に打ち込む方法で行い、1-2.5cm間隔で切断し、分析に供した。I.L.（強熱減量）は650℃強熱減量を、全炭素(C)、全窒素(N)、全イオウ(S)は元素分析機で定量した。粒度はふるい法で求めた。

マクロベントスのサンプリングは、海底表面に30cm四方の方形枠を設置し、深さ15cm程度までの海底堆積物をスコップで土嚢袋に採取した。採取した海底堆積物を網の目1mm四方の篩にかけ、篩上に残ったマクロベントスの個体数を記録した。マクロベントスの種別個体数変動、貝類の種別個体数変動と種類数変動を調べた。

3 結果及び考察

3-1 堆積物

底泥について、調査地点付近の堆積速度は0.5cm・

year⁻¹であり、2003年と2007年の表層（深度0-2.5cm）の強熱減量を比較してみると、工事期間を含む2003年の値については、浅海域では概ね変化は見られなかったが、深度が深い地点では約2倍程度と顕著に高い値をとった。このことから、特に深度のある地点で有機物堆積が生じ、また、海底が凸の形状をとる場所や、極浅海域においても、有機物堆積の増加が認められ、底泥汚濁の進行は明らかとなった。また、有機物堆積に対応して、シルト・粘土画分の増加も明らかとなった。

3-2 マクロベントス

工事前後の比較では、3地点でも、工事前に比べて工事後は種類数、個体数ともに減少していた。特に2005年7月には2地点で軟体動物が全く確認されなかった。また、ホトトギスが、水深の浅い2地点において、工事以前は出現しなかったのに工事以降は頻繁に出現するようになった。また、水深が深い地点では、水深が浅い2地点に比べてもともと種類、個体数ともに少なかったのが、工事以降は工事開始前に比べて一層少なくなった。総じて、空港島建設工事後に底生生物群集が劣化したことが確認された。

このように、有機物堆積は貧酸素を引き起こし、底生生物の生息を困難にする。また、底質の均一化は底生生物の生物多様性に悪影響を及ぼすことが明らかとなった。前島の埋立事業により海流によどみが生じ、底質は有機物堆積、シルト・粘土堆積が生じ、均一化し、さらに底生生物相の貧弱化へと発展した。しかし、中部国際空港島は海流の変化を極力抑える設計がなされているためこの程度に抑えられたものと考えられる。特に浅海域での巨大構造物建設においては、海流への影響を考慮に入れた事業配慮が必要である。

摩周湖における通年係留観測による結氷・非結氷年の水質

*田中 敦（国環研），五十嵐聖貴（道総研），藤江 晋（てしかが
自然史研究会），濱田浩美（千葉大・教育），小林 拓（山梨大・生命）
深澤達矢（北大・工），南 尚嗣（北見工大）

はじめに 1931 年の 41.6m という世界最高の透明度を持つ摩周湖の近年の透明度低下原因を探るために、2008 年から 3 年度の集中的な観測を行ってきた。水中光学、生物分布の現地観測に加えて、冬季を含む年間の水質や透明度の変化を得ることを目的に係留観測を実施した。集中観測期間には摩周湖は結氷しなかったが、今回、2012 年の全面結氷時の氷上観測及び係留データを得ることができた。

方 法 2008 年 5 月から水深 20m と 40m の各層に、後述する 3 種の測器（JFE アドバンテック）に係留し通年の観測を行った。ただし、5 年間の観測期間では、係留地点の変更（水深 200m から 212m：最深部へ）や測器の不調等の欠測を伴っており、実際の係留深度も設置時期ごと（図縦破線）に異なっている。クロロフィル・温度計、低濃度濁度計はセンサー下向き、光量子計はセンサー上向きで、1 時間ごとに受光面をワイパー清拭の後、20 データを採取する。20 データのうちの外れ値を除外し、ウラニン及びホルマジンを用いた簡易校正により係留間の感度補正を行っている。クロロフィルは日中値、

下向き減衰係数 (K_d) は、日中の 2 深度の水中光量子束密度の変化から求めた。ただし、2 深度の観測時間での太陽光変化が考えられるため、観測値の変動が 10% 以上の測定値は解析に利用しなかった。

結果と考察 5 月の循環期の後、クロロフィル濃度が深層から上昇して極大層を形成する（図上）。その深度と濃度は年々異なる。ピコプランクトンを主体とする小型植物プランクトンによる光吸収と光散乱が、摩周湖の透明度に強く寄与しており、生物に乏しい深層水の湧昇する循環期にいったん透明度は上昇する。2010 年秋までは、係留観測の K_d から推定した透明度と実測との一致度は高く（図下）、冬季には 30m 前後の透明度を示すことが期待される。濁度はおおむねクロロフィルと同調しており、生物分布が濁度に対して支配的であることを支持する（図中）。結氷期には光透過が劣り、かつ春季全層循環時期が遅れ、その期間が短い。水温構造とその形成時期、栄養塩のプロファイル、前年のプランクトン組成などにより、結氷年の翌夏の透明度に影響することが期待される。

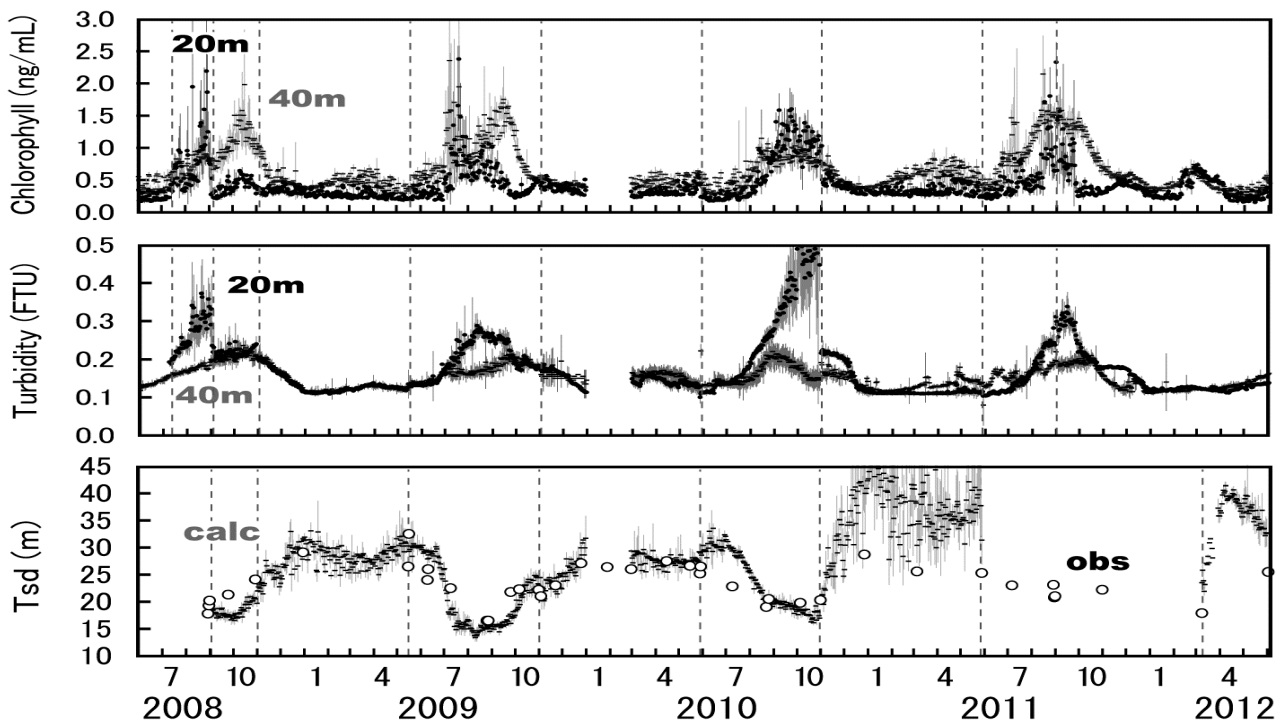


図 摩周湖クロロフィル、濁度、推定透明度の経年変化（1 日値、異なる係留条件を一葉にまとめている）

青森県小川原湖における水環境による底質環境への影響

*永島郁(島根大・総合理工), 瀬戸浩二(島根大・汽水域研究センター)

岡崎裕子(島根大・総合理工), 中島広海(島根大・総合理工)

山田和芳(早稲田大), 米延仁志(鳴門教育大)

1. はじめに

近年, 小川原湖のような汽水湖では水環境の悪化によって, シジミの斃死やシラウオやワカサギなどの成長不良等の影響が懸念されている. 湖水の水質悪化は, 底質環境に影響するため, 水質・底質環境を把握することは, 水資源の保全を考える上で重要である. そこで本研究では, 青森県小川原湖全域の水質・底質環境を把握するため, 2011年8月31日~9月9日に現地調査を行った. 調査地域である小川原湖は, 青森県東部に位置する汽水湖で, 水深20m付近には年間を通じて塩分躍層が存在する. 夏季には水深10m付近に水温躍層が形成され, 三成層状態になると言われている. そのため, この時期は中層においても溶存酸素が供給されず, 貧酸素水塊が厚くなる. 本研究では, このような時期の小川原湖の水環境による底質環境への影響について報告する.

2. 調査方法

調査は小型船舶を用い, 定点調査とルート水質調査を行った. 定点調査は, 1-0.5kmのグリッド状に区切った約110地点で行った. 定点では, 水質測定, 表層採水, 採泥を行い, ルート水質調査は, 湖口から湖奥のルート上において約200m間隔で水質測定を行った. 底質環境については, 底質試料のCNS元素分析, 粒度分析などを行った.

3. 結果

小川原湖の表層水温は24-25℃, 底層では9℃と低い水温を示し, 水深8-18mで水温躍層がみられた. 塩分は, 表層では2psu以下で, 中でも七戸川河口付近では1psu以下であった. 底層では12psuと高い塩分を示し, 8-18mの水深で塩分躍層が形成されて

いた. また, 表層と底層ではクロロフィルa濃度が高く, 底層で濁度, 懸濁態有機炭素濃度が高い. 表層堆積物は, 水深10m以浅では, 比較的淘汰の良い砂質堆積物, それ以深では黒色の泥質堆積物である. 粒度分析の結果, 3.5φ, 5.5φ, 7.5φにモードを持つ多峰性の頻度分布を示した. 表層堆積物のCNS元素分析の結果, 全有機炭素(TOC)濃度は, 主に水深が深くなるにしたがって高くなる傾向を示し, 水深18m以深で8%前後と非常に高い値を示した. 全イオウ(TS)濃度は, 水深18m以深で1-2%の値を示した.

4. 考察

水質測定の結果から, 水質は, 表水層(0-8m), 変水層(8-18m), 深水層(18m以深)の三層構造を示した. 変水層の上部は水温と塩分による密度変化を示し, 下部は主に塩分のみによる密度変化を示している. 変水層以深は無酸素~強還元的な環境である. 粒度分析の結果から, 3.5φのモードは, 北部で高く, 南に向かって減少することから, 太平洋側から流入する密度流によって供給されたものと考えられる. また, 変水層以深でTOC濃度が高い値となったのは, 基礎生産が高いこと, 変水層以深の水環境が無酸素~強還元的環境を示すことにより湖底の有機物が分解されにくいこと, 堆積速度が遅いことに起因しているものと思われる. 小川原湖の水環境は強還元的環境にも関わらず, 湖底の堆積環境は, TS濃度がTOC濃度と比較すると相対的に低いいため, 高いC/S比を示した. これは, 通常の海洋の堆積環境より相対的に低い領域を示しており, 硫酸イオンの供給不足, または鉄などの金属イオンの枯渇を示唆している.

青森県六ヶ所村の汽水湖尾駁沼における湖底湧水量の分布

*長谷川英尚，植田真司，久松俊一（公益財団法人 環境科学技術研究所）

はじめに

大型再処理施設から大気中に排出された放射性核種は降水に伴う湿性沈着等により地表に降下し、河川や地下水脈を経由して、下流部に位置する湖沼等へ集積される。従って、集水域における水文学的特性を明らかにすることは陸水中の放射性核種の移行を評価する上で重要である。

近年、沿岸部海底からの地下水の湧出現象が精力的に調査され、その結果から沿岸部の富栄養化に対する地下水の寄与が比較的大きいことが明らかとなってきた。このような状況を考慮すると、沿岸部に位置する汽水湖である尾駁沼の湖底においても地下水の湧出及びそれに伴う将来的な放射性核種の移行現象がある可能性は否定できない。

そこで、大型再処理施設に隣接する汽水湖である尾駁沼の湖底に湧水量計を設置し、湧水の分布実態を把握し、将来的な放射性核種の移行現象を評価するための基礎データを取得することを目的として調査を行った。

材料と方法

尾駁沼全域（3.7 km²）を 40 格子に分割し、各格子内（約 200 m×200 m）で支配的な底質が分布している場所を選択し、Lee（1977）の方法に準じた簡易型湧水量計（図 2）を 1 台設置した。設置直後に底質内の圧力変化による水の移動が起こる可能性を考慮し、湧出水を定量するためのゴム製バッグの最初の取り付けは、湧水量計本体の設置から約 20 時間後に行った。取り付けから約 1 時間後にバッグを回収し、貯留した水の量を現場においてメスシリンダーを用いて計測した。湧水量は 1 地点につき 3 回繰り返して測定を行い、その平均値を湧水量とした。算出された湧水量は湧水量計開口部面積及び貯留時間で除し、フラックスとして求めた。調査は 2009 年 7 月 10～14 日、及び 11 月 25～30 日の 2 期間に渡り実施した。

結果

7 月の調査における湖内全体の平均湧水量は 1.3 l m⁻² h⁻¹ であった。一方、11 月の調査では 7 月に比較

して平均湧水量がやや少なく 1.1 l m⁻² h⁻¹ であった。2 度の調査を通じて比較的湧水量の多かった調査地点は、沼の東岸部、西岸部、湖心部に分布しており、これらの地点の中間部及び沼の南岸部では湧水量が比較的少ない状況であった。

講演では湧水量計直上の湖水と湧水の化学組成の関係についての報告も行う予定である。

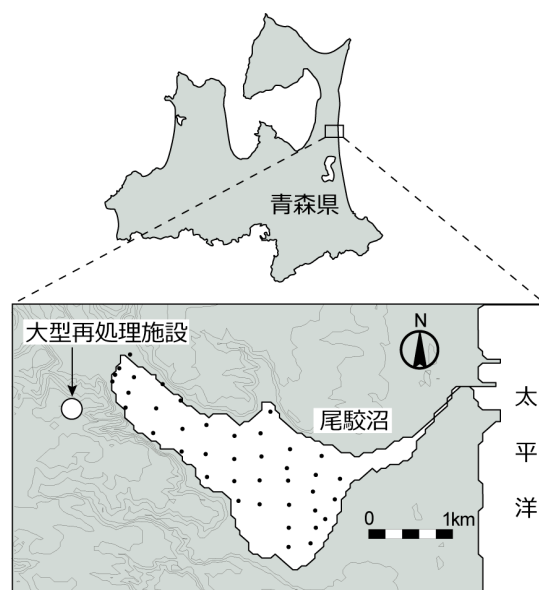


図 1 尾駁沼における湧水量計の設置地点図

●:湧水量計の設置地点を示す

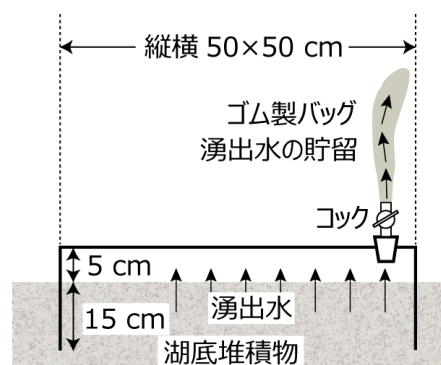


図 2 簡易型湧水量計の原理

本発表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。

霞ヶ浦における珪藻ブルームの長期変化要因とモデル化

* 荒居博之^{1,2)}・福島武彦¹⁾

¹⁾ 筑波大院・生命環境科学、²⁾ 日本学術振興会特別研究員

1. 目的

霞ヶ浦では、過去約 30 年間で溶存態ケイ素 (Dissolved silicon, DSi) 濃度が上昇している (荒居・福島、日本陸水学会第 73 回大会)。筆者らは室内実験を行い、濃度上昇の主要因として、近年まで増加傾向にあった底質巻き上げ物質からのケイ素溶出を過去に報告した (第 74 回大会)。また、同期間に霞ヶ浦の珪藻量は有意に増加しており、珪藻ブルームの時期が年 2 回 (春・秋) から 1 回 (冬～春) に変化していることを示した (第 75 回大会)。これらの珪藻ブルームの変化は、ケイ素溶出量の増加に起因している可能性があるが、これまでは簡単なモデルによる評価のみであった。本研究では、珪藻量の長期変化要因をより詳細なモデルによって評価することを目的とする。

2. 方法

本研究では福島 (1984) に基づき、霞ヶ浦を 4 つのボックスに分割した。以下の計算では、各ボックスは均質な水体であり、水位は一定 (定常状態) と仮定した。

$$dM_{\text{DSi}} / dt = L_{\text{DSi}} / A - fM_{\text{DSi}} + R - b\mu M_{\text{diatom}} \quad (1)$$

$$dM_{\text{diatom}} / dt = L_{\text{diatom}} / A + (\mu - f - c/h)M_{\text{diatom}} \quad (2)$$

ここで M は各ボックスの水柱に含まれる量 (DSi は g m^{-2} 、珪藻は $\text{cm}^3 \text{m}^{-2}$)、 t は時間 (day)、 L は各ボックスへの流入負荷量 (DSi は g day^{-1} 、珪藻は $\text{cm}^3 \text{day}^{-1}$)、 A は面積 (m^2)、 f は流出率 (day^{-1})、 R は DSi 溶出速度 ($\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$)、 b は珪藻被殻のケイ素密度 (g cm^{-3})、 μ は珪藻の成長率 (day^{-1})、 c は珪藻の沈降速度 (m day^{-1})、 h は水深 (m) である。流入負荷量 L は次式から求めた。

$$L = L_{\text{river}} + L_{\text{piston}} + L_{\text{exchange}} \quad (3)$$

ここで L_{river} は流入河川からの負荷量、 L_{piston} は上流のボックスからの押し出し流による負荷量、 L_{exchange} はボックス間の交換流による負荷量である。DSi 溶出量 R は Arai et al. (2012) の実験結果に基づき、次式から求めた。

$$R = R_{\text{SS}} \cdot \text{SS} \cdot h + R_{\text{bottom}} \quad (4)$$

ここで R_{SS} は懸濁物質からの溶出量 ($\text{g g}^{-1} \text{day}^{-1}$)、 SS は底質由来の懸濁物質濃度 (g m^{-3})、 R_{bottom} は湖底からの溶出量 ($\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$) である。珪藻の成長率 μ は次式から求めた。

$$\mu = \mu_{\text{max}} f_1 f_T \left[M_{\text{DSi}} / (K_m h + M_{\text{DSi}}) \right] \quad (5)$$

ここで μ_{max} は最大成長率 (day^{-1})、 f_1 、 f_T はそれぞれ光、温

度に関する制限関数、 K_m は DSi 半飽和定数 (g m^{-3}) である。

また、解析及びモデルの検証用として、国立環境研究所が毎月観測している霞ヶ浦湖心の DSi 濃度 (ICP) 及び珪藻量 (計数法) を使用した。

3. 結果・考察

DSi 濃度と珪藻量の季節変化の関係を図 1 に示す。これらの関係は左回りのループを描き、1980 年代は 2 周であったものが 2000 年代には 1 周に変化している。一方、モデルパラメータを調整することで左回りのループを再現でき、モデル中で底質由来の懸濁物質濃度を極端に高くすることで、図 1 に近い変化を再現できた (図 2)。ただし、懸濁物質濃度を現地の濃度レベルまで下げると図 1 に見られる明瞭な変化を再現できず、他の要因 (濁度上昇による光環境の悪化等) が影響している可能性がある。

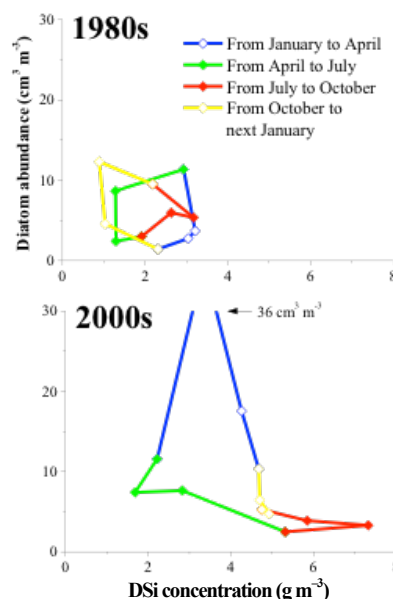


図 1 各年代の平均的な DSi 濃度と珪藻量の季節変化の関係

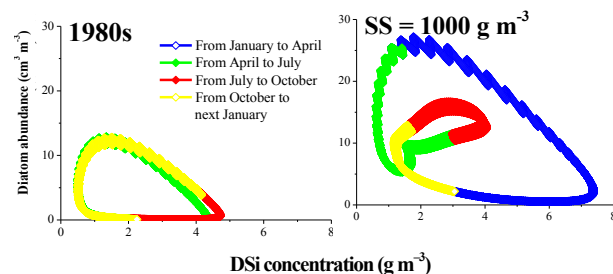


図 2 モデルにより推定された DSi 濃度と珪藻量の季節変化の関係

参考文献

Arai H, Fukushima T, Komatsu K (2012) Increase in silicon concentrations and release from suspended solids and bottom sediments in Lake Kasumigaura, Japan. *Jpn J Limnol* 13:81–95.

福島武彦 (1984) 浅い湖沼の水質変化特性と水質管理方法に関する研究。

霞ヶ浦アサザ植栽地における消波施設が 堆積環境に与える影響

*加茂川優紀（東大院・新領域）、山室真澄（東大院・新領域）

1. はじめに

霞ヶ浦は茨城県南東部に位置する淡水湖である。日本の平野部にある湖沼では 1950 年代半ばまで沈水植物が主要な水生植物であったが、現在では衰退・消滅している水域が多い。霞ヶ浦（西浦）においても、かつては沈水植物が水生植物群落の半分以上を占めていたが、現在では消滅している¹⁾。しかし国土交通省は浮葉植物アサザ（*Nymphoides peltata*）の保全を中心とした対策を提案した。これに対して、再生目標とする 1980 年代は霞ヶ浦が最も汚れた時期である、浮葉植物が消波施設などで隔離された水面で繁茂すると酸欠が生じる危険があるなどの理由から、一部の市民団体や研究者は上記計画の撤回を求めている。科学的な議論が合意に達しない中、植生減退の要因分析の結果に基づくとして 2001 年度に 11 地区で消波施設が建設された。

現在ではアサザが分布する地区と、植栽を繰り返すも定着していない地区が存在する。また消波施設やアサザ植栽が底質に与えた影響を公表した報告は少ない。本研究では、アサザ分布地区と定着できなかった地区の底質について、消波施設内外の粒度分布・全硫化物濃度・有機物濃度を分析した。その結果から、消波施設が底質に与えた影響やアサザが定着できない原因を推定した。

2. 材料と方法

保全対策工事が行われた 11 地区のうち、西浦 3 地区、北浦 2 地区を対象に調査を行った。ここでは西浦について紹介する。麻生（図 1 右下）は保全対策以前からアサザの自然群落が存在し、植栽は実施されていない。また、消波施設は 200m 以上沖合にあり、開口部（同図の白い矢印）が広い。境島・根田（同図上・左下）は岸近く（約 40～50m 沖合）に消波施設があり、開口部は麻生と比べて狭い。境島では消波施設内でアサザ植栽を行ったが定着せず、岸に作られた人工池（同図中の地点 4）に植栽がなされた。調査時にはこの池全体をアサザが覆っていた。根田は植栽により 2008 年には消波施設内をアサザが覆っていたが、調査時には植栽された痕跡はなく、アサザも認められなかった。

堆積物は 2011 年夏季にテフロン管（内径 6cm）

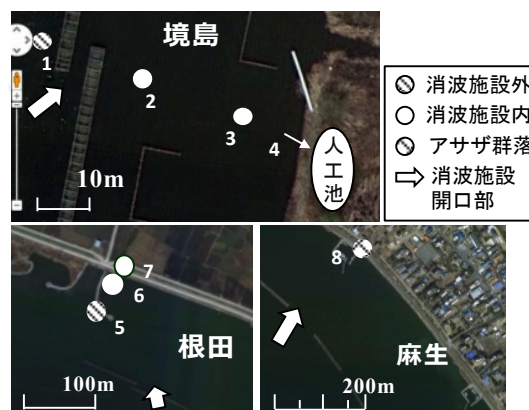


図 1 調査地域の消波施設と調査地点（西浦）

を用いて採取し、表層 1cm を分析対象とした。粒度分布は標準篩を用いて湿式で測定した。全硫化物は検知管（GASTEC 社製ヘドロテック-S）、有機物濃度は元素分析計（サーモエレクトロン社製 NC アナライザー）で分析した。

3. 結果と考察

粒度分布からシルト・粘土含有率（重量%）を計算した結果、境島と根田の消波施設外側（地点 1, 5）ではともに 1.4% 未満であった。消波施設内側について、境島では消波施設近傍、湖岸近傍、人工池（地点 2～4）ともに 1.8～2.7% で、泥質化が若干進んでいた。根田では消波施設近傍、湖岸近傍（地点 6, 7）ともに 8.0～9.0% と、泥質化が明らかであった。アサザの自然群落がある麻生では、消波施設までアクセスできなかったため、岸から 20m 位のアサザ群落内で採泥した結果、1.1% 未満であった。

全硫化物は、境島・根田の消波施設外側では 0.03mg/g 未満、麻生では約 0.05mg/g であった。一方、かつてアサザが植栽された消波施設近傍では、境島で 0.07mg/g、根田で 0.12mg/g と高い値が検出された。両地点とも消波施設設置前には二枚貝が生息していたが、現在では全く生息しておらず、泥質化が原因と考えられた。

引用文献

- 1) 平塚純一ほか：里湖モク採り物語，生物研究社，p.74，2006

涌池における水温と水質の経年変化

＊大八木 英夫（日本大学文理学部）・市丸康平（日本大学文理学部・学）

1. はじめに

涌池は、長野市の西南方約 15km の犀川流域に位置する。湖盆の成因は、1847 年に善光寺一帯をおそった地震により、元来より湧水のあった場所が堰止められたことによるとされる。標高 565m に位置し、面積 0.02km²、最大水深 10.8m の小湖沼である。恒常的な流入河川と流出河川は無く、浸透湖であるが、湖岸からの湧水の流入と降雨による涵養と、夏季には灌漑用水としての人為的な利用による流出があるため、年 2～3m の水位変動が認められている。

また、涌池では、夏季において深水層が停滞し、無酸素層が厚く形成され、深水層に高濃度の硫化水素が溶存する湖沼として注目されてきた。また、夏季停滞層が形成されている最中、『水変わり』と呼ばれる何らかの要因により短期間に循環が活発化し、瞬時に硫化水素が表層に出現する特異な現象が見られる湖沼でもあるとの報告もある。涌池では、特に浅い位置での温度躍層が形成され、湖水の約半分の無酸素層になることが大きな特徴である。

そこで本研究では、涌池を対象に、湖水の循環機構を明らかにすることを目的として、水温・水質をトレーサーに夏季停滞層の形成過程について考察することを試みた。

2. 調査概要

2009 年 9 月から現在まで、湖心部において水温の自記観測を行った。水温の自記録計は、表層から 0m・2m・4m・6m・7m・湖底に設置した。また、2012 年からは、電気伝導度・溶存酸素量・濁度の計測を行っている。また、湖心部における調査は、水温・透明度、水温、水深、pH、電気伝導度、溶存酸素量の測定と採水を行っている。採水した試水は、イオンクロマトや ICP による主要イオン濃度分析を行った。

3. 結果および考察

涌池における年間の水温の特徴は、表水層の変化が 0.4～33.3℃に対し、湖底では 3.7～12.3℃で変化していた。特に夏季の停滞期における湖底の水温は、水温躍層が形成される 4 月から循環期にあたる 11 月まで、0.01～0.02℃/日で水温が上昇しているが、安定的であった。また、冬季には、表層の水温が 4.6～1.3℃の変化に対し、湖底では 4.2～4.8℃となり、逆列成層が形成されたことが確認された。

表層下 2m と 4m の最大の温度差は、17.2℃・2m⁻¹（2010 年）・20.7℃・2m⁻¹（2011 年）で、どの年も 9 月に観測された。過去の資料によれば、夏季に水温躍層がおおよそ 3～4m の深度に最大の温度降下率 8.6℃・m⁻¹ が 9 月に観測されていた。さらに、その時の 2～3m の温度降下率が 2.0℃・m⁻¹であった。したがって、本結果は、過去に計測された値よりも高い数値であったといえる。

図 1 には、停滞期中における湖底の電気伝導度の変化を示した。期間中、電気伝導度は、55.9mS/m（3 月）から 65.4mS/m（7 月）に増加した。その増加量は、表層と湖底の水温の継続観測から、混合した形跡は認められないため、硫酸還元反応により HCO₃⁻の増加によって、上昇していると考えられる。しかし、その増加は、5 月初旬などの一時的に増減が認められ、地下水の混入などの影響が考えられる。

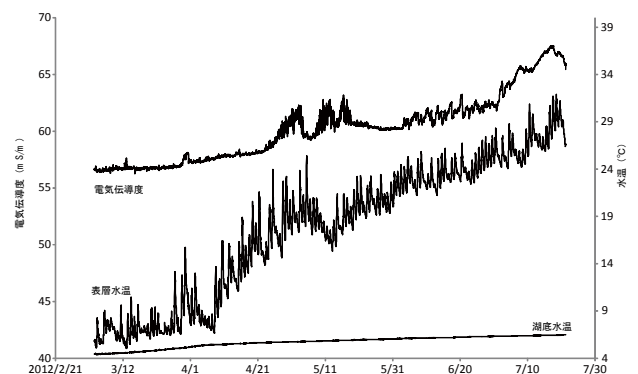


図 1 涌池における湖底の電気伝導と表層・湖底水温の変化（2012 年 3 月～2012 年 7 月）

本栖湖における水温変化と水収支

*濱田浩美(千葉大・教育), 大八木英夫(日大・文理), 勝又大樹(千葉市立花園小)

1. はじめに

本栖湖は、山梨県甲府市の南約 22km、富士山の北西約 17km に位置し、864 年に剱海（せのうみ）が青木ヶ原溶岩流によって堰止められ、西湖・精進湖と分離して形成された堰止湖である。湖水面標高は 900m、水深は富士五湖中で最深の 121.6m を有する。

本栖湖は流入・流出河川を持たない閉塞湖である。南西に位置する雨ヶ岳の斜面の谷には一部の区間に水流が認められるが、通常は本栖湖に達する 1km ほど上流で伏流している。しかし、東側の幅約 2km の溶岩流の堰止部分からは、富士山体からの相当量の地下水流入が考えられる。また、本栖湖・西湖・精進湖の湖水面は常にほぼ同じ標高を示すことから、青木ヶ原溶岩流によって堰止め部分は地下水による水の流動が容易に行われていると推定される。

本研究では、年間を通して継続的調査を行い、本栖湖における水温・水質の季節変化および水収支を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

現地調査は、2008 年 12 月から現在までおよそ毎月 1 回実施している。湖心部における調査は、水温・透明度、水温、水深、pH、電気伝導度、DO、クロロフィル a の測定と採水、流入河川では、2009 年 11 月から、水温、pH、電気伝導度、流量の測定と採水を行っている。採水した試水は、イオンクロマト、ICP による主要イオン濃度分析を行った。

3. 結果および考察

①水温・水質の季節変化

本栖湖における水温は一年を通して水深

35m 以深では、水温が 6~7℃となっており、冬でも最低水温は約 6℃であった。1 月の終わりに表層から湖底までの水温は一樣になり、全層循環を示す。循環は、3 月下旬まで継続、その間、湖水は冷却される。4 月から成層が始まり、躍層を形成し、表層水が最高水温を迎える 8 月にもっとも強固な成層が形成される。躍層の深度は、4 月から徐々に降下し、12 月で最深を呈する。本栖湖は 4 月から 12 月まで成層が形成される一方で、鍋底状の湖盆形態と深い深度のため、冬季逆列成層が形成されず、1 月末から 3 月下旬まで循環する 1 循環湖であることがわかった。

湖心部における電気伝導度の鉛直分布では 1 月は表層から湖底まで一様であるが、9 月は躍層付近で上昇する。9 月の溶存酸素飽和度は表層で 85%だが、躍層付近で上昇し、最高で 114%となる。また、湖底でも約 30%存在する。これは、本栖湖が貧栄養で生産性の小さな湖沼であることを示している。

②水収支

本栖湖は富士山を集水域に含んでいると考えられるが、富士山北麓は単純な地形であることから、集水域の特定が困難で研究結果や報告書によっては集水域面積が異なることが多い。また、溶岩流の成層状態からも、地形学的分水界と水文学的分水界が一致する可能性は低い。ここでは、本栖湖の集水域を最少面積と最大面積とする 2 パターンの集水域に関して、水収支計算を行った。本栖湖には流入・流出河川がなく、降水と地下水流入、地下水流出が水収支に大きな役割をたしている。このことは、本栖湖周辺の溶岩形状が地下水流入と地下水流出を同時に満たしていること示す結果と考えられる。

諏訪湖水質の不均一性

*小松正知¹・宮原裕一²・白石不二雄³・中島大介³

¹信州大学大学院・²信州大学山岳科学総合研究所・³国立環境研究所

1. はじめに

諏訪湖は湖面積の約 40 倍の集水域を持ち、その滞留時間は約 40 日と短く、その水質に及ぼす流入河川の影響は大きい。湖内の水質分布から、水質の異なる河川水の湖内での混合状態を把握できれば、湖水の流れや、局地的な河川水の湖内生物に及ぼす影響の有無を評価することができると考えた。

そこで、本研究では諏訪湖と流入河川において水中のイオンと農薬の分布を調査した。

2. 材料と方法

2-1 試料採集

諏訪湖では、湖内に定めた 11 地点において、表層(0m)、中層(3m)、深層(湖底から 1m 未満)から湖水を採取した。さらに、主要な 10 流入河川において、河川水の採集を行った。

2-2 イオン分析

採集した試料はガラス繊維濾紙 (GF/C ワットマン) とメンブレンフィルター (RC-15 0.2 μ m ザルトリウス) で濾過し、イオンクロマトグラフ (ICS-1500 ダイオネクス) により主要イオンの分析を行った。

2-3 農薬分析

GF/C で濾過した試料に内部標準としてシマジン d5 と、ダイアジノン d10 を加え、固相 (Autoprep PS@Liq 昭和電工) に通水した。固相は遠心分離と窒素ガスで脱水・乾燥させ、アセトニトリル 5ml で抽出を行なった。抽出液は、窒素乾固後アセトニトリル 1ml に再溶解し、LC/MS を用いて農薬の分析を行った。

得られた湖内 11 地点の水質データは Gsharp (日本電子計算株式会社) を用いてコンター図の作成を行なった。

3. 結果

3-1 イオン分析

諏訪湖の 7 月のイオン分布は表層と中層ではほぼ均一であったのに対し、深層では北で濃度が低く、南で高いといった不均一な分布となっていた。

8 月も同様な傾向が見られたが、全体的にイオンの濃度差は小さく、7 月に比べて全体的に均一化している傾向が見られた。

流入河川については、北からイオン濃度の低い河川、南からイオン濃度の高い河川が流入していた。

3-2 農薬

湖内での濃度の分布をみると、北部で低濃度、南部で高濃度になっていた。

諏訪湖深層水中の農薬濃度は 7 月に比べ 8 月の方が高く、農薬濃度を比較すると総量としては約 1.5 倍に増加しており、8 月の試料では農薬濃度の高い南部と濃度の低い北部の比は約 2.5 倍となっていた。

北側の流入河川水中には農薬がほとんど含まれておらず、南側の流入河川には比較的に高濃度の農薬が含まれていた。

湖水中に含まれていた農薬の割合が 7 月と 8 月変化しており、7 月に比較的高濃度検出されていたダイムロンは 8 月には濃度が低下していた。一方、8 月にはピロキロンやシメトリンの濃度が増加していた。

4. 考察

イオンの水平分布の調査結果から水深 3 m までの湖水はよく混ざっていることが示された。

また、諏訪湖深層では夏期にイオン、農薬の不均一な分布が見られた。これは、流入する河川水質とよく一致しており河川水の流入の影響が強いと考えられた。

ダイムロンの濃度が 7 月から 8 月にかけて減少した理由は、ダイムロンの使用時期が田植え前後であるため、徐々に流入が減ることと、湖内で分解、排出が進んだためと考えた。

一方、8 月に増加したピロキロンは 7 月 7 日にいもち病の注意報が出されたため、ピロキシロンの使用量が急増にしたものと考えられた。このように使用時期の差が 7 月と 8 月の農薬の組成の違いとして現れたのではないかと考えた。

湖内の農薬の濃度分布に不均一性がみられたため、生物影響に差があるのかどうか発光細菌を用いた毒性試験を行う予定である。

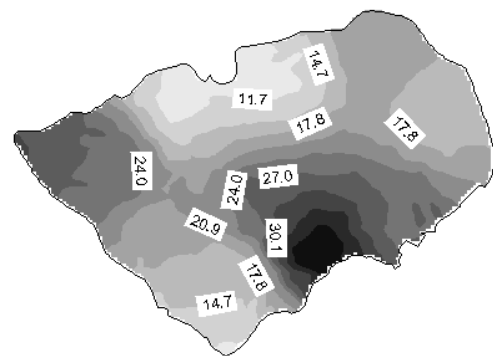


Fig.1 2011 年 8 月のシメトリン

静岡県佐鳴湖における

ピコシアノバクテリアの増殖特性

*谷 幸則・山本貴幸・内藤 博敬（静岡県大・環境）
高巢裕之・中野伸一（京大・生態）

1. はじめに

佐鳴湖は塩分濃度約 5‰の汽水湖であり、盛夏には、*Synechococcus* sp.を主体としたピコシアノバクテリアが優占し、透明度の極端な低下を引き起こしている。世界的にも様々な富栄養化した汽水域で *Synechococcus* sp.を主としたピコシアノバクテリアの高細胞密度の優占が報告され、生態系の破綻との関連性が議論されている。ピコシアノバクテリアの特異的な栄養利用がピコシアノバクテリアの高密度な優占に関係しているかどうかを知るために、本研究ではピコシアノバクテリアが優占する盛夏の佐鳴湖湖水に栄養塩を添加し、蛍光顕微鏡による細胞計測とカロテノイド量からピコシアノバクテリアの増殖特性を調べた。

2. 方法

2011 年 7 月 16 日及び 8 月 16 日に浜松市・佐鳴湖において現場培養実験を行った。湖水を 20 μ m ナイロンメッシュで濾した後、透明なプラスチックバックに入れ、各栄養塩を添加し、湖表層で 8 時間培養した。培養後、GF/F ガラスフィルターで吸引濾過を行い、植物プランクトンを含む懸濁物を捕集し、アセトン抽出後、HPLC による色素分析を行った。全植物プランクトン指標として Chlorophyll *a* (Chl *a*) シアノバクテリアの指標となるカロテノイドの Zeaxanthin と珪藻の指標となるカロテノイドの Fucoxanthin(量の変化から植物プランクトンの増加傾向を調べた。また、一部の試料については、蛍光顕微鏡による細胞計測をおこなった。

3. 結果と考察

2011 年 7 月 16 日及び 8 月 16 日の湖水中のカロテノイド分析から、ピコシアノバクテリア由来の Zeaxanthin、 β , β -carotene と珪藻由来の Fucoxanthin、Diadinoxanthin、19'-Hexanoyloxyfucoxanthin が検出され、ピコシアノバクテリアと珪藻が主たる植物プランクトンであることが確認できた。

窒素成分として硝酸塩や尿素（1 mg/L）の添加に

よって培養後にピコシアノバクテリアの特徴的なカロテノイドである Zeaxanthin 濃度が増加した。リン成分としてリン酸水素カリウムや β -glycerophosphate の添加では Zeaxanthin 濃度の有意な増加は認められなかった。G 励起による細胞数計測においても、窒素成分の添加によってのみ細胞数の増加が認められた。このことから夏季の佐鳴湖のピコシアノバクテリアは窒素成分が成長制限因子であることが示唆された。この結果は、夏季の佐鳴湖における低濃度の溶存態無機窒素と調和的である。

窒素成分としてのアミノ酸（arginine, glutamine）添加では Zeaxanthin の増加が見られなかった。このことから一部のシアノバクテリアで利用可能が報告されているこれらのアミノ酸は、佐鳴湖のピコシアノバクテリアの増殖には寄与しないことがわかった。

珪藻由来の Fucoxanthin はすべての栄養塩添加条件において、培養時間内（8 時間）に有意な増加が認められなかった。この結果から、夏季の佐鳴湖では、珪藻に比べピコシアノバクテリアの窒素成分の利用効率が非常に高く、窒素成分添加によってピコシアノバクテリア由来の Zeaxanthin が選択的に増加することが示唆された。この優先的な窒素利用効率が、夏季におけるピコシアノバクテリア優占の一因であることが推察された。

4. まとめ

ピコシアノバクテリアは、不飽和脂肪酸、ステロール類の含有率が低いため、高次捕食者にとって「エサの質」が低いことが明らかとなっている。今後、佐鳴湖におけるピコシアノバクテリアの原生動物による捕食効率などの知見を集積し、世界的に報告されているピコシアノバクテリア優占水域における生態系への影響を調べる必要がある。

5. 謝辞

この研究は、平成 23-24 年度挑戦的萌芽研究（23657017）の補助を受けた。ここの謝意を表します。

琵琶湖流入河川における 人工構造物とウツセミカジカの分布

*吉田直子(龍谷大・理工), 伊藤琢哉(龍谷大・理工)

仲島佑美(龍谷大・理工), 遊磨正秀(龍谷大・理工)

1. はじめに

河川には流れを調節, 制御するために, 河道を横断して設けられる堰などの河川横断構造物がある。そして, 堰に設置される魚道とは, 特別な水路や構造を設けて, 魚の通り道を確保するものである。従来わが国では魚道においても, 水産資源の保護上重要な遡河性魚類の実態を反映したアユ・サケ・マスなどを対象としたものが設置されていた。現在では, 広く河川の生態系保全といった観点から, そこに生息し, 移動を必要としている全ての魚類を対象を広げ, 魚道の検討をしなければならない(中村 1995)。琵琶湖流入河川には, 固有種であり, また絶滅危惧種 I B 類に指定されているウツセミカジカ(*Cottus reinii*)が生息している。川と湖で生活と産卵を行い, 孵化後は川で生まれた仔魚が一度降下して湖に集まり, 再び川に遡上して生活・産卵を行う。そこで, 本種の河川内の遡上分布に着目し調査した。また, ここでは本種の遡上に際して, 河川横断人工構造物が影響を与えているのかを明らかにすることを目的として, 加えて, 本種の生息域, 産卵域が広がり, 希少種であるウツセミカジカを保全する上で, 今後のより良い河川環境を検討する。

2. 材料と方法

琵琶湖に流入する河川のうち人工構造物の数の違いに留意して 4 河川を選択し, 2010 年 5 月 4 日～2010

年 11 月 26 日の間, 各河川 3 回ずつ調査を行った。調査内容は, 各河川の河口か

ら中流にかけての地点で, 3～5 人タモ網を用いて 20 分間のランダム採集を行い, 全長・体長・重量・胸鰭条数を計測した。調査区間にある人工構造物(堰)の高さなども計測した。

3. 結果と考察

対象河川である安曇川では河口から約 12km・高度 141m の中流域地点まで遡上できていたのに対し, 鴨川・和邇川・犬上川では比較的下流域で遡上が終わっていた。そこで, 小型(全長～39mm), 中型(40～59mm), 大型(60mm～)に分けて, それぞれの全長と河川横断構造物の高さ・斜度・環境を比較した。その結果, 全てのサイズの個体で, 45cm 以下の高さの段差を越えることができ, 130cm 以上の高さの構造物を遡上することができなかったことが明らかになった。一方, 構造物の斜度が 90 度であっても遡上できていることを確認できた。

両側回遊型のウツセミカジカは下流～中流または湖岸に生息し, 産卵を行う。希少種であるウツセミカジカの保全を行うためには, 下流～中流域をウツセミカジカが自由に移動できるよう, 少なくとも 120cm 以下の高さの構造物のみとする河川構造にすることが理想であろう。

琵琶湖北湖底泥間隙水の地球化学的特徴に基づく微量元素の湖内動態解析

*板井啓明、兵部唯香、田辺信介 (愛媛大沿岸研セ)

熊谷道夫 (琵琶湖環境研セ、立命館大Σ研究セ)

1. はじめに

琵琶湖の底泥表層に Mn や As の濃集層が存在することは、早くから指摘されてきた (高松ほか, 1985)。濃集層の厚みは表層から約 2 cm で、Mn・As の濃度はそれぞれ数%・数 100 mg/kg に達する (高松ほか, 1985; Itai et al. 2012)。この濃集層は、北湖の広い範囲に分布しており、濃集層中の Mn・As の総量は、それぞれ 4350 トンおよび 73 トンと推定されている (高松ほか, 1985)。Mn・As は酸化還元状態に敏感な元素で、還元的環境下では底泥から溶出するため、近年観測されている琵琶湖の貧酸素化は (Yoshimizu et al. 2010)、これらの元素の湖水への溶出を促進する可能性がある。したがって、濃集層の形成過程と貧酸素化にともなう溶出量変化の推定が必要である。本研究では、底泥の酸化還元状態が異なる 7 地点でコア試料を採取し、間隙水の化学組成にもとづき、Mn と As の鉛直拡散フラックスを推定した。

2. 材料と方法

2012 年の 1 月に、琵琶湖北湖の 7 地点 (A: 39 m, B: 78 m, C: 89 m, D: 91 m, E: 98 m, F: 67 m, G: 73 m, 数字は採取深度) で底泥コアおよび湖底水を採取した。コア試料は、深度 12 cm までを 5 mm 間隔でスライスし、遠心分離後速やかにろ過して間隙水を採取した。間隙水は、現場で硝酸酸性にしたものを Mn・As の総濃度分析に、塩酸酸性にしたものを As の形態分析に供試した。間隙水中の各種微量元素濃度は ICP-MS で、As の化学形態は HPLC-ICP-MS で定量した。コア試料中の Mn と As (可動態のもの) は、シュウ酸-シュウ酸アンモニウム緩衝液で抽出し、ICP-MS で定量した。Mn と As の化学形態は、Photon Factory BL12Cにおいて X 線吸収微細構造法 (XAFS) を用いて分析した。

底泥中の Mn と As の鉛直拡散フラックスは、間隙水中の Mn・As の濃度プロファイルをもとに、Fick の第一法則を用いて算出した (Roberts et al. 2010)。

3. 結果と考察

底泥中の可動態 Mn の鉛直プロファイル解析した結果、7 地点中 5 地点の表層において、明瞭な濃集層が認められた。Mn の X 線吸収端近傍構造

(XANES) を解析した結果、濃集層の認められた 5 地点 (A, B, D, F, G) では 0 - 1 cm では MnO_2 が支配的であったが、濃集層の認められなかった 2 地点 (C, E) では最表層 (0 - 0.5 cm) でも Mn^{2+} が主体であった。これらの結果から、C, E 地点は他の 5 地点と比較して還元的な環境にあると考えられる。可動態 As の鉛直プロファイル解析した結果、7 地点全てで明瞭な濃集層が認められた。As の XANES を解析した結果、表層 0 - 1 cm ではヒ酸が卓越し、1 - 4 cm では亜ヒ酸の割合が増加、さらに深部では硫化物態のヒ素が支配的になるという傾向が見られた。ただし、C, E 地点では表層のヒ酸の割合が <60% と低く、やはり他の地点と比較して還元的環境にあることが示唆された。C, E 地点は、ともに水深が深く、溶存酸素の供給が少ないために還元的環境が形成されたと推察される。

間隙水中の Mn プロファイル解析した結果、全地点で表層 0 - 2 cm に濃度のピークが認められた。すなわち、Mn はピークを境に上下方向に拡散すると考えられる。上方向への推定拡散フラックスは、 $3400 - 16000 \text{ mg/m}^2/\text{year}$ であった。推定拡散フラックスの変動は、間隙水中のピーク位置およびピーク形状と関係しており、ピーク位置が浅い地点ほど、ピークが鋭くフラックスが大きい傾向が認められた。ピーク深度は、 $F > A \approx B \approx G > D > C \approx E$ であり、推定拡散フラックスが最大であったのは D 地点であった。これらの結果から、底泥から湖水への Mn 溶出フラックスは、酸化的環境から還元的環境への変化にともなう濃集層厚の減少により次第に増加するが、濃集層が消失すると再度減少すると考えられる。As については、間隙水中のピーク深度が Mn と比較して深い位置に現れる傾向があるが、各採取地点間のピーク深度の相対位置は、Mn のケースと一致していた。本研究の結果は、今後琵琶湖の貧酸素化が進行した際の、底泥から湖水への Mn・As 溶出フラックスの変化予測に有効である。現在は最深部付近の濃集層が消失しつつある状況にあるが、今後貧酸素化が進行すると、より浅部においても濃集層の厚みが減少し、Mn と As の溶出量が増加すると予測される。

なお講演では、Mn と As 以外の 17 元素に関する鉛直分布の特徴、固液分配比の特徴、続生過程にともなう動態変化についても考察結果を紹介する。

琵琶湖と山の神沼の底質を用いた藻類のシードバンク機能について

* 古田世子、廣瀬佳則、藤原直樹、一瀬諭（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）、田中仁志（埼玉県環境科学国際センター）、馬場大哉、郡司房子（東レテクノ株式会社）、岸本直之（龍谷大学）、西村修（東北大学大学院）

1. はじめに

琵琶湖では、植物プランクトンの小型化や粘質鞘を有する種の増加が確認されており、このような植物プランクトンの群集構造変化による内部負荷の影響も無視できないことが明らかとなっている。しかし、植物プランクトンの群集構造の変化について、その原因は現在のところ明らかではない。植物プランクトンの群集構造への影響因子として、底質に分布する休眠細胞の回帰（シードバンク機能）がある。琵琶湖北湖の平均水深は44mであり、沿岸帯での回帰量が沖帯より多いと考えられることから、沿岸帯底質のシードバンク機能評価を行うことが重要である。

そこで今回、琵琶湖における自然的湖岸（低栄養）の代表地点として愛知川沖、人工的湖岸（中栄養）の代表地点として、長浜沖と長命寺沖の合計3地点と、富栄養湖の代表として埼玉県山ノ神沼を調査地点として選定し、各地点の底泥を用いて、藻類のシードバンクとしてのポテンシャルを把握するため回帰試験を行った。

2. 調査場所および回帰試験方法

調査場所は、長浜沖、愛知川沖、長命寺沖、および埼玉県の山ノ神沼（図1）で、2011年11月に採泥調査を実施した。採泥は、エクマンバージを用いて行い、採取した底泥の表層約1cmを試料とし、夾雑物を取り除いた後、攪拌を行い均一な試料とした。この時直上水の採水も併せて行った。

回帰試験は、底泥試料30gを滅菌瓶に採取し、ろ過滅菌を行った直上水を150ml加え、20℃、12h/12h（明暗周期）で培養を行い、48時間後に、添加した

直上水を回収しこれを試料とした。この操作を57日間繰り返し、試料の経日変化をみた。

設定条件は好気・静置、好気・攪拌、低酸素・静置、低酸素・攪拌（低酸素：溶存酸素濃度0.5mg/L以下）の4条件で各3試料ずつ実施し、藻類の同定計数、クロロフィルa量、溶存酸素濃度、ORP、pHおよび粒径分布調査を行った。

3. 結果および考察

底泥から回帰した藻類の総細胞数を表1に示した。各調査場所ともに最も回帰数が多い回帰条件は、低酸素・攪拌であった。特に山ノ神沼では、回帰細胞数が低酸素条件で、好気条件に比べ数倍多い結果となった。この回帰細胞数を網別にみると、全ての条件でらん藻>緑藻>珪藻の順に多く、好気・攪拌、低酸素・静置、低酸素・攪拌ではらん藻が90%以上を占め、好気・静置でも78%と、山ノ神沼ではらん藻が占める割合が非常に多い結果となった。

次に、琵琶湖の調査地点について回帰数の多い低酸素・攪拌で網別に比較すると、長浜沖と長命寺沖で、緑藻>らん藻>珪藻の順に多く、愛知川沖は、山の神沼と同様に、らん藻>緑藻>珪藻の順に多い結果となり自然的湖岸の代表地点で、らん藻が多く回帰する意外な結果となった。しかし、低酸素・静置では、長浜沖と長命寺沖で、らん藻が多く、愛知川沖では、緑藻が多い結果となったことから、底泥に含まれている藻類シードは、底泥の攪乱など物理的条件の違いにより、回帰する藻類種が異なることが推察された。本研究では11月に採取した底泥を用いたが、今後は、春や冬に採泥を実施し、採取時の季節の違いによる回帰藻類の変化について検討を行ってきたい。

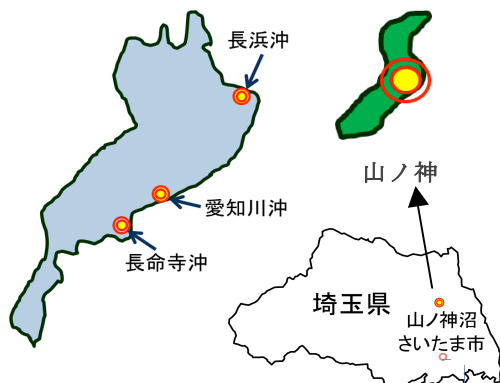


図1 琵琶湖と山ノ神沼の調査場所

表1 設定条件別、総回帰細胞数 (cell/g乾燥重量)				
調査場所	好気・静置	好気・攪拌	低酸素・静置	低酸素・攪拌
長浜沖	1,600,000	1,340,000	1,090,000	2,520,000
愛知川	193,000	301,000	123,000	405,000
長命寺	304,000	122,000	285,000	517,000
山ノ神沼	588,000	1,540,000	4,370,000	5,030,000

謝辞 本研究は、環境研究総合推進費「湖沼水質形成における沿岸帯の機能とその影響因子の評価」（研究期間：平成23年～25年）の一部として実施した。ここに記して謝意を表す。

琵琶湖深湖底における底生動物の分布とその季節変化

*井上栄壮（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）、西野麻知子（同、現・びわこ成蹊スポーツ大）、大高明史（弘前大・教育）、永田貴丸、石川可奈子、焦春萌（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）

1. はじめに

琵琶湖北湖では、年に1回、冬季に全循環が起こり、水温躍層の発達する成層期晩期の深底部において溶存酸素濃度が低下する。近年、深底部における全循環期前の溶存酸素濃度が2 mg/Lより低くなる現象が頻繁に起こるようになり、生物群集への影響が懸念されている。1991年には琵琶湖で初めて微好気性の硫黄酸化細菌 *Thioploca* spp. が大量に発見されたが、近年では水深90 m地点における現存量が減少しており、湖底の低酸素化の指標として注目されている。また、2007年12月にはイサザおよびスジエビの死骸が第一湖盆湖底の広範囲に散在しているのが見つか、低酸素化が生物に及ぼす直接的な影響も明らかになりつつある。

本研究では、琵琶湖北湖の主に第一湖盆深底部における底生動物の分布現況と、特に低酸素化の影響を受けやすいと考えられる水深90 m付近の地点における生息密度の季節変化を明らかにすることを目的として実施した調査の結果について報告する。

2. 材料と方法

2011年5月から2012年3月まではほぼ毎月、琵琶湖北湖第一湖盆の3地点（N4：今津沖、水深91 m；HY90：早崎沖、水深89 m；D80：安曇川沖、水深75 m）および第2湖盆の1地点（Ie：南小松沖、水深73 m）において、エクマン・バーシ採泥器（開口部15×15 cm²）で底泥を3回定量採集した。また、2011年10月および2012年2月には、上記の地点に加えて第一湖盆の3地点（F100：安曇川沖、水深100 m（最深部）；B90：今津沖、水深87 m；HY70：早崎沖、水深65 m）においても底泥を採集した。これらの底泥を目合0.25 mmの網でふるい、残渣を10%ホルマリンで固定した後、実体顕微鏡下で底生動物を選別・同定し計数した。また、各採集と同時に、多項目水質プロファイラー（F-Probe: Seabird Electronics, Inc.）で湖底上1 m程度までの溶存酸素濃度を測定した。

3. 結果と考察

湖底の溶存酸素濃度は、本研究の観測結果においては全循環期前の2011年12月下旬に最低となり、N4で2.65 mg/L、HY90で2.70 mg/L、D80で5.60 mg/L、Ieで5.45 mg/L

であった。

N4、HY90においては、ユスリカ科（主にアシマダユスリカ *Stictochironomus pictulus*）の生息密度は調査期間を通して0.0~103.7 個体/m²と低かった。しかし、D80、Ieにおいては5月~6月に14.8~59.3 個体/m²で、その後増加し、9~2月にはD80で251.9~311.1 個体/m²、207.0~251.9 個体/m²とほぼ一定となる傾向がみられ、本種の羽化期が5月頃であることとおおむね一致した。

水深と底生動物の生息密度との関係を見ると、ユスリカ科、エラミミズ *Branchiura sowerbyi* 等の生息密度は水深90 m前後のN4、HY90、B90で低く、水深が浅い地点ほど高くなる傾向がみられた。また、ミズムシ *Asellus hilgendorfi* はIeのみ生息密度が高かった。これらの結果から、底生動物の分布は、水深によって異なる溶存酸素濃度の影響をある程度受けているものと推測された。

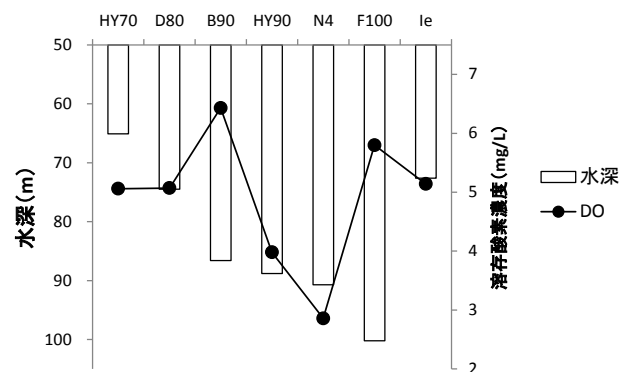


図1. 琵琶湖北湖の7地点における水深および湖底直上の溶存酸素濃度（2011年10月）。

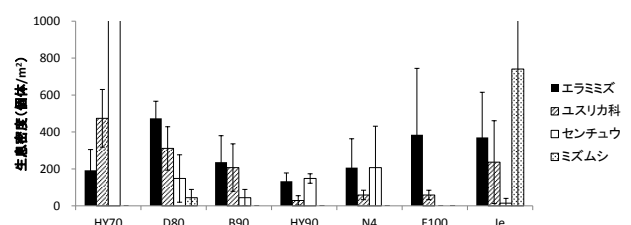


図2. 琵琶湖北湖の7地点における底生動物（一部抜粋）の生息密度（2011年10月）。