

八郎湖流入河川における水質の時間的変動特性

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○佐藤雄哉 正会員 増田周平
秋田県立大学 非会員 岡野邦宏 東北大学 非会員 佐藤丈実 正会員 西村 修

1 はじめに

秋田県中央西部に位置する八郎湖は、八郎潟干拓事業によって残された淡水湖である。干拓以降、八郎湖では富栄養化の進行による水質汚濁が顕在化しており、近年は夏季のアオコの大量発生が問題となっている。

八郎湖は約 20 程の中小河川や水路を水源としており、富栄養化に影響を及ぼす要因としてこれらからの流入水の影響が指摘されている。しかし、これら流入水の影響については、これまでに水質の定期調査に基づく長期的影響に着目した調査が行われてきた一方、通日変動など比較的短期間の影響に着目した検討は不足している¹⁾。

よって、本研究では八郎湖流入河川における一日の水質の変動の把握と、水質に影響を与える要素の推定を目的として各水質項目の分析を行った。また、起源解析を目的とした安定同位体比解析と、底泥の細菌叢の解析を行い、より詳しく河川環境について解析した。

2 対象と方法

2-1 調査方法

調査は八郎湖に流入する代表的な河川である井川・馬場目川・馬踏川の三河川の河口を対象として行った。図 1 に本調査におけるサンプリングポイントを示す。

調査は 2015 年 5 月 28 日から 29 日にかけて行った。採水は午前 10 時から翌日の午前 10 時まで 2 時間おきに行い、各調査地点において、橋の上からバケツにより水を採取した。また、調査の順番は馬踏川、井川、馬場目川で行った。天候は晴れであった。最後のサンプリング時に、各河川においてエクスマンバー型採泥器を用いて底泥の採取を行った。

2-2 測定項目および解析方法

測定項目は、 $T-N \cdot NH_4^+-N \cdot NO_2^- -N \cdot NO_3^- -N \cdot TOC \cdot DOC \cdot NO_3^-$ の $\delta^{15}N$ と $\delta^{18}O$ であり、現場採取後それぞれ分析を行った。また、現場において $DO \cdot pH \cdot 気温 \cdot$

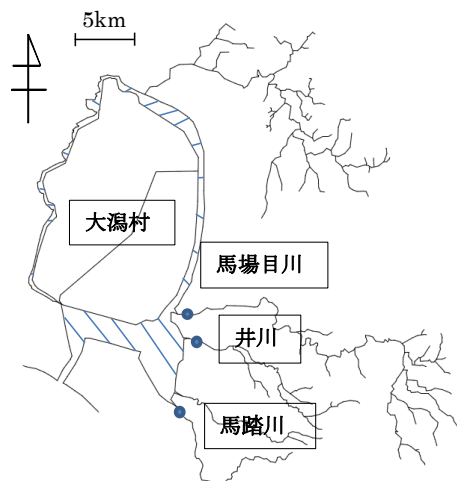


図 1 本調査におけるサンプリングポイント

水温を DO メーター、 pH メーターを用いてそれぞれ測定した。

$T-N \cdot T-P \cdot NH_4^+-N \cdot NO_2^- -N \cdot NO_3^- -N$ はオートアナライザー AA-II および QuAAtro2-HR (BLTEC) を用いた。 $TOC \cdot DOC$ は $TOC-LCSH$ (津島製作所) を用いた。 DN_2O の測定は現場において、70mL のバイアル瓶を試料水で満たして、グルコン酸クロロヘキシジン 5%液を 2mL 添加し、冷蔵保存した後、一週間以内にヘッドスペース法で測定した。分析にあたっては、サンプル 25mL とアルゴンガス 25mL を 50mL プラスチックシリンジに入れ、気液平衡のため、20°C の恒温槽で 2 時間以上静置した。 N_2O の分析には、ECD ガスクロマトグラフ (島津製作所) を使用した。

さらに、安定同位体比解析においては NO_3^- の $\delta^{15}N$ ($^{15}N/^{14}N$) および $\delta^{18}O$ ($^{18}O/^{16}O$) を脱窒菌法により分析し、既往の研究に基づき、両者のプロット位置から窒素起源の推定を行った²⁾。また、細菌叢解析においては既往の研究を参考にした³⁾。底質試料より ISOIL for Beads Beating (NIPPON GENE) を用いて DNA を抽出した。その後、真正細菌の 16S rRNA 遺伝子を標的として PCR 操作を行い、454 GS Junior システム (Roche)

キーワード：河川、窒素、通日変動、安定同位体比、底泥

連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校 増田周平 E-mail: masuda@akita-nct.ac.jp

により配列を決定した。得られた配列は、RDP Pipeline において、分子系統学的に分類した。

3 結果および考察

各河川での水質項目の平均値を表 1 に示す。DO を除くすべての項目において馬踏川が最も高くなり、特に TOC・DOC・NO₃⁻-N においてそれが顕著であった。

各河川の DO 濃度の経時変化を図 2 に示す。馬踏川や井川においては日中に値が上昇し、夜間に低下していた。この原因として、日中には水中の微生物が消費する酸素量より光合成により生成される酸素量の方が多いのに対し、夜間には光合成が行われなため消費される酸素の方が多かったためと考えられる。

安定同位体比分析の結果、馬踏川の NO₃⁻の δ¹⁵N は 4.45±0.63(n=12)、δ¹⁸O は 2.81±1.75(n=12)であった。また、井川の NO₃⁻の δ¹⁵N は -0.37±0.95(n=3)、δ¹⁸O は 6.68±2.90(n=3)であった。ここで既往の知見²⁾をふまえ、δ¹⁵N と δ¹⁸O の値に基づき窒素起源を推定したところ、馬踏川の主な窒素起源は土壌中の N や尿尿、畜産、廃棄物であるのに対して、井川の主な窒素起源は肥料・降水中の NH₄⁺と推定された。

ここで、馬踏川における水質および NO₃⁻の δ¹⁵N の経時変化を図 3 に示す。δ¹⁵N は、10 時から 14 時にかけて一定であった後、14 時から 18 時にかけて減少し、その後 20 時にかけて概ね減少前の値まで増加した後、ほぼ一定の値で推移した。これより、河川における窒素起源は、14 時から 20 時における変化時以外はほぼ同一であったと推定できる。一方で、14 時から 18 時にかけての減少時には、何らかの要因により δ¹⁵N の低い用水、例えば農業用水等が流入することで、δ¹⁵N の値が低下した可能性が考えられる。なお、調査地点上流には農業用水の確保を目的としてラバーゲートが運用されている。また、NO₃⁻や NH₄⁺は 14 時から 18 時以外の時間にも変動していたが、δ¹⁵N に関する上記の議論をふまれば、それらの変動は生物学的硝化脱窒反応の影響により引き起こされていたと考えられる。

底泥の細菌叢解析の結果、約 300bp の配列が平均で約 13100reads 得られた。硝化に関与する細菌では Nitrosomonas 属などもわずかに検出されたものの、Nitrospira 属が優占化しており、各河川のサンプルの最大は、馬踏川では 0.27%、馬場目川では 1.3%、井川では 0.29%検出された。

表 1 各河川における水質測定結果

	馬踏川	井川	馬場目川
DO	7.77±1.28	7.75±1.09	9.75±0.59
TOC	4.12±1.07	3.81±0.27	2.47±0.34
DOC	3.80±1.20	3.54±0.29	2.18±0.22
NH ₄ ⁺ -N	0.34±0.06	0.33±0.04	0.24±0.02
NO ₂ ⁻ -N	0.009±0.004	N.D	N.D
NO ₃ ⁻ -N	0.25±0.13	0.09±0.006	0.06±0.01

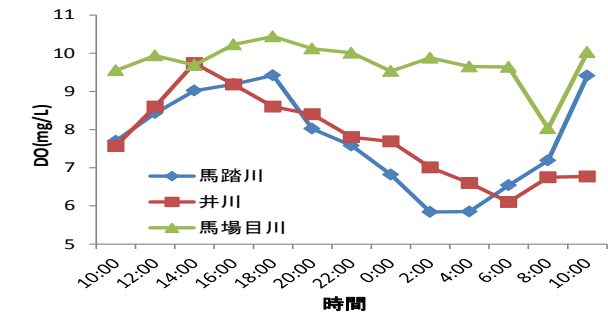


図 2 各河川における DO 濃度の経時変化

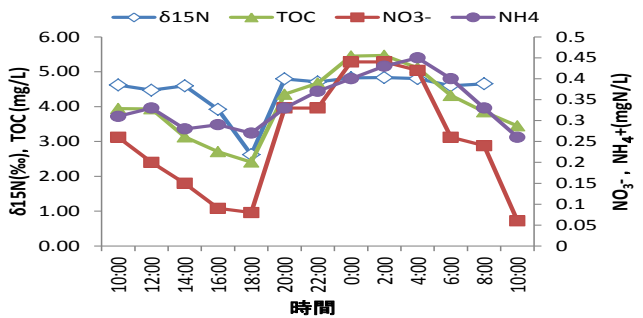


図 3 馬踏川における δ¹⁵N、TOC および DIN の経時変化

4 まとめ

八郎湖流入河川において、特に馬踏川では NO₃⁻や δ¹⁵N 等が高いことから、人為的流入負荷源の影響を受けていることが示唆された。また、通日調査の中では δ¹⁵N の値が一時的に低下し、DIN や TOC も同時に低下する時間帯が見られたことから、異なる起源に由来する比較的清澄な用水の一時的な流入が起きていたと推定された。また、細菌叢解析の結果、全ての河川において硝化菌が検出された。

参考文献

1)佐藤丈実他, 八郎湖流入河川における N₂O の長期変動特性と生成メカニズムに関する検討, 第 49 回日本水環境学会年会, p.424, 2015
2)永田俊他, 流域環境評価と安定同位体比, 京都大学学術出版会
3)岡野邦宏他, 1,4-ジオキサンを含む埋立地浸出水の生物処理における細菌叢解析, 第 48 回日本水環境学会年会, p.66, 2014