

八郎湖流入河川における亜酸化窒素の通日調査

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○佐々木俊輔 非会員 大友渉平 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

近年締結されたパリ協定では、地球規模の温室効果ガス (GHGs) の削減に向けた合意がなされ、地球温暖化対策への機運は高まっている。亜酸化窒素(以下 N_2O) は GHGs の一種であり、強力な温室効果とオゾン層破壊効果を持つ物質のため、削減が求められている¹⁾。

N_2O の主な発生源の約 4 割は農耕地からとされている¹⁾。既往の研究において、流域に多くの農耕地が存在する秋田県八郎湖への流入河川において、 N_2O 濃度の季節変動があることが明らかにされている²⁾。一方で、これまでに同流域における N_2O の日変動特性は明らかにされていない。一般的に河川水質は一日を通して変動する可能性があるため、無機態窒素濃度などの変動がある場合、それにとまなう N_2O の日変動を引き起こす可能性がある。

そこで本研究では、八郎湖流入河川における N_2O の日変動特性を明らかにすることを目的として、各種水質及び N_2O の通日調査を行った。

2 調査方法

2-1 対象地域

調査は、八郎湖流入河川における既往の研究²⁾を参考に、 N_2O 濃度が高い馬踏川、井川および N_2O 濃度が低い馬場目川の三カ所を対象とした。図 1 にサンプリング地点を示す。調査は 2015 年 5 月 28 日の午前 10 時から 29 日の午前 10 時までに行い、2 時間おきに採水した。天候は両日も晴れであった。調査はそれぞれ、馬踏川・井川・馬場目川の順に行い、各調査地点において、橋の上からバケツを使い採水した。

水質は水温、DO、pH、TOC、DOC、T-N、T-P、 NH_4^+ -N、 NO_2^- -N、 NO_3^- -N、 N_2O を測定した。現場において、気温、水温、pH、DO を pH 計および DO 計を用いて測定した。TOC、DOC は TOC-LCSH (津島製作所) を用い

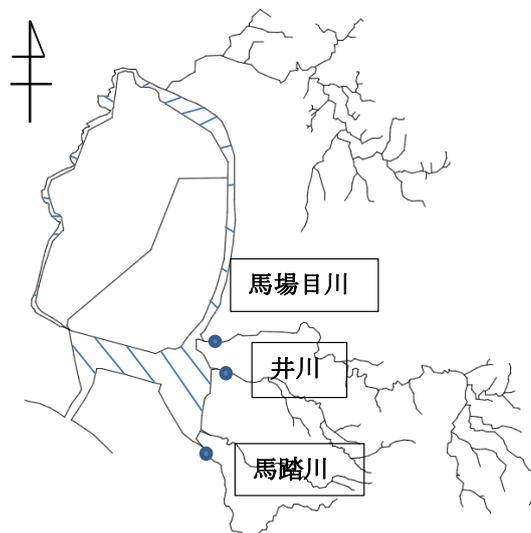


図 1 本調査におけるサンプリング地点

て、また、T-N、T-P、 NH_4^+ -N、 NO_2^- -N、 NO_3^- -N はオートアナライザー AA-II および QuAAtro2-HR (BLTEC) を用いて分析した。 N_2O は、現場において 70mL のバイアル瓶を試料水で満たし、グルコン酸クロルヘキシジン 5%液を 2mL 添加し、冷蔵保存した後、一週間以内に分析を行った。分析にあたっては、現場で採取したサンプル 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 の恒温室で 2 時間以上静置し、ヘッドスペースのガスを分析した。 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。

3 結果および考察

3-1 各河川における N_2O 濃度

既往の調査においては、馬踏川における N_2O 濃度が他の河川よりも高かったが²⁾、今回の調査においても、馬踏川の N_2O が $0.90 \pm 0.41 \mu\text{gN/L}$ 、井川の N_2O が $0.53 \pm 0.09 \mu\text{gN/L}$ 、馬場目川の N_2O が $0.43 \pm 0.06 \mu\text{gN/L}$ と、馬踏川において比較的高く、同様の傾向が見られた。一方で、日変動は馬踏川においてのみ観測され、他の

キーワード：河川、亜酸化窒素、八郎湖、通日変動

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

二河川においてはほとんど観測されなかった。

3-2 馬踏川における水質と N₂O の関係

N₂O の日変動が見られた馬踏川を対象に、水質と N₂O の傾向を解析した。

図 2 より、DO は日中に上昇し、夜間に減少した後、翌朝からは再び上昇に転じた。これは、日中においては光合成による酸素供給が生物による酸素消費を上回るのに対し、夜間は光合成が行われないため、生物による酸素消費により DO が減少したためと考えられる。また、DIN と TOC の傾向は似ており、日中（10 時～18 時、翌 6 時～10 時）にかけて減少し、夜間（20 時～4 時）にかけて上昇した後、再び減少した。この要因としては、生物学的硝化脱窒反応や人為的負荷の流入の影響が考えられる。

図 3 に馬踏川における N₂O の通日変動の結果を示す。これより、N₂O の傾向は DIN および TOC の傾向に追随しており、日中に減少し、夜間に上昇した。10 時から 18 時にかけて、N₂O は DIN および TOC とともに減少した。その後 N₂O が大きく増加に転じるのは 18 時から 20 時にかけてであるが、その時間帯においては DIN や TOC の濃度も大きく増加していた。さらに、それに続く 20 時から 22 時における濃度の停滞の傾向は、TOC および NO₃ の傾向と類似しており、両者との相関の高さ、ひいては N₂O が脱窒反応由来であることを伺わせた。一方で、N₂O は夜間に上昇を続け、そのピークは 4 時に見られたが、これは NH₄⁺ のピークと一致していた。その後、4 時以降では N₂O は減少に転じるが、減少速度は NO₃ と連動しており、ここでも脱窒との関係性の強さが示唆された。以上より、夜間においては DO 濃度が低下することで底泥中に嫌気状態が形成され、脱窒反応の進行にともない N₂O 濃度が増加したと考えられる。

図 4 に、馬踏川における DIN と N₂O の関係を示す。これより、N₂O は NH₄⁺、NO₂⁻、NO₃⁻ のいずれとも高い相関を示し、決定係数はそれぞれ 0.90、0.85、0.84 で与えられた。以上のことから、N₂O は硝化反応および脱窒反応両方の影響を受けて生成するものの、特に DO が低下する夜間において脱窒反応が進行することで、濃度が増加する可能性が示唆された。

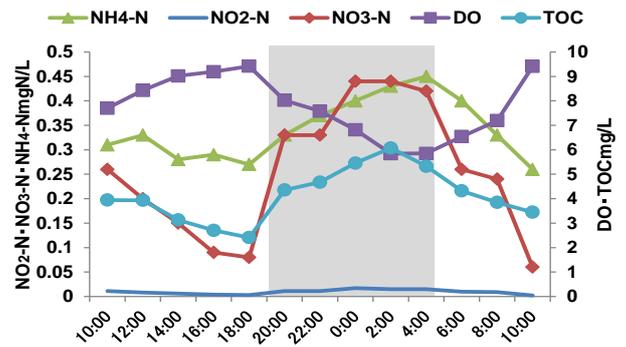


図 2 馬踏川における水質の通日変動

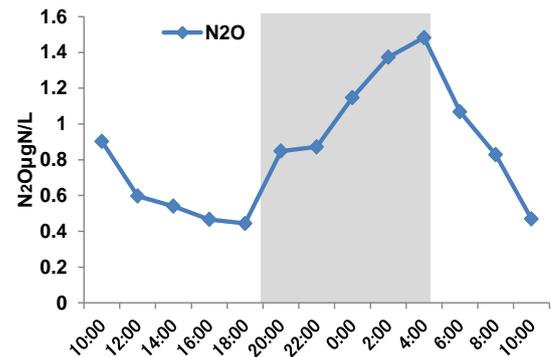


図 3 馬踏川における N₂O の通日変動

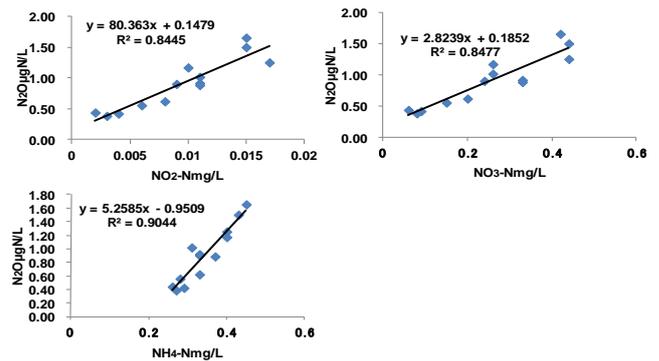


図 4 馬踏川における DIN と N₂O の関係

4 まとめ

本調査で対象とした三河川のうち、N₂O 濃度が最も高い馬踏川において N₂O の日変動が見られた。馬踏川においては、N₂O は日中に減少し、夜間に増加した。N₂O 濃度の変動に影響を及ぼす要因として、特に夜間における DO の低下にともなう脱窒反応の進行が考えられた。

5 参考文献

- 1) IPCC, Climate Change 2013, The Physical Basis
- 2) 佐藤丈実他, 八郎湖流域における亜酸化窒素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