

八郎湖流域の小河川における亜酸化窒素の通日変動評価

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○佐藤優樹 非会員 大友渉平 正会員 増田周平
東北大学 非会員 佐藤丈実 正会員 西村 修

1 はじめに

地球温暖化対策として温室効果ガス(GHG_s)の削減が推進されている。亜酸化窒素(N_2O)はオゾン層破壊効果を持つ強力な GHG_s の一種であり、その発生源の約四割が農耕地からとされている。その中でも間接発生と呼ばれる、供給源から流出した窒素成分が N_2O に変換する現象が河川や河口で起こっており、その現象解明が課題とされている。

既往の研究（以下、春季調査と表記）において、秋田県の八郎湖流域には多くの農耕地が存在し、主要な流入河川の一つである馬踏川では春季に N_2O 濃度の通日変動があることが明らかにされている¹⁾。一方で河川においては季節変化にともなう水温や水質の通日変動が、 N_2O 濃度の通日変動に大きく関係している可能性が考えられるものの、馬踏川においては春季以外のデータが得られておらず、その特性は明らかにされていない。

そこで本研究では、春季調査をふまえ八郎湖の流入河川における N_2O の通日変動を季節の違いから評価することを目的として、夏季に調査を行った。

2 調査方法

2-1 調査概要

調査は、2016年8月24日の午前10時から25日の午前10時まで、八郎湖に流入する馬踏川および井川の2地点を対象に2時間おきに採水した。図1に本調査におけるサンプリング地点を示す。天候は両日も晴れであった。調査は馬踏川、井川の順番に行い、各調査地点において橋の上からバケツにより採水した。

2-2 測定項目および分析方法

測定項目は、TOC、DOC、 NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N 、T-N、 N_2O である。また、現場ではDO、pH、水温を

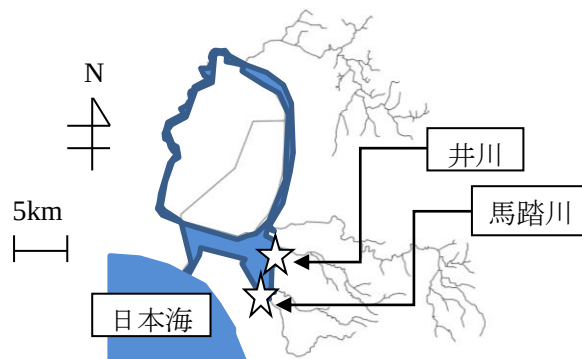


図1 本調査におけるサンプリング地点

DO 計および pH 計を用いて測定した。 NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N は QuAAtro2-HR、T-N はオートアナライザー AA-II (BLTEC)、TOC、DOC は TOC-LCSH (島津製作所) を用いてそれぞれ分析を行った。

N_2O は、現場において 70ml バイアル瓶に試料水を採取して 5%グルコン酸クロルヘキシジ溶液を 2ml 加えたのち、一週間以内にヘッドスペース法により分析した。分析では、10ml プラスチックシリンジにサンプル 5ml とアルゴンガス 5ml を入れ、気液平衡のために 20℃の恒温槽で 2 時間以上静置した。 N_2O の分析は、6890N Network Gas Chromatograph (Agilent Technologies) を用いて行った。

3 結果および考察

3-1 各河川の N_2O 濃度の傾向

春季調査においては、三河川（馬場目川、井川、馬踏川）のうち馬踏川でのみ N_2O 濃度の日変動が見られたが¹⁾、今回の研究においても馬踏川のみで日変動があり井川では観測されなかった。

今回の調査における各河川の N_2O 濃度は、馬踏川で $0.53 \pm 0.13 \mu gN/L$ 、井川で $0.32 \pm 0.03 \mu gN/L$ となり、春季調査において得られた値（馬踏川： $0.90 \pm 0.41 \mu gN/L$ 、井川： $0.53 \pm \mu gN/L$ ）より低かった。

キーワード：八郎湖、小河川、亜酸化窒素、通日調査

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

3-2 馬踏川における N_2O と水質の通日変動

図 2 に春季調査および本調査における、馬踏川の DO 濃度の通日変動を示す。これより、DO 濃度は 10 時から 18 時にかけて微増し、18 時以降は減少を続けた。これは日中の光合成による酸素供給と夜間の生物による酸素消費の影響が考えられる。

また、本調査の DO 濃度は春季調査のデータに比べて低かった。ここで、本調査時の水温は平均 25.6°C であるのに対して春季調査のそれは平均 18.7°C であり、それぞれにおける飽和 DO は、 $7.99(\text{mg/L})$ 、 $9.01(\text{mg/L})$ であった。したがって、水温の上昇にともなう飽和 DO の低下により、本調査の DO 濃度も低下したと考えられる。

馬踏川における N_2O の通日変動を図 3 に、無機態窒素(DIN)の通日変動を図 4 にそれぞれ示す。これより、 N_2O の傾向は NO_3^--N の傾向に追随していた。 N_2O は 12 時から 14 時にかけて増加し、夜間にかけて減少、そしてそれ以降の増加は見られなかった。

さらに、その時間帯における DIN は、 NO_3^--N の増加および減少の傾向が N_2O と類似していた。

また、馬踏川における N_2O と DIN の回帰分析を行ったところ、 NH_4^+-N は $R^2 = 0.193$ 、 NO_2^--N は $R^2 = 0.0012$ 、 NO_3^--N は $R^2 = 0.793$ であった。このことから N_2O と NO_3^--N には高い相関があり、ひいては N_2O の生成は脱窒反応によるものと示唆された。

また、 N_2O の通日変動の傾向について、春季調査と本調査を比較したところ、春季調査の方で明確な変動が見られ、特に 20 時から 4 時にかけて上昇し、4 時以降は減少を続けた。一方で、本調査の同時刻においては減少傾向にあり、特に大きな変動は見られなかった。この要因として、春季調査においては、20 時から翌 10 時にかけて NH_4^+-N 濃度が増加しており、 NH_4^+-N の硝化反応が進行する過程において、副産物としての N_2O 濃度が増加したと考えられている¹⁾。

それに対して本調査を行った夏季においては、 NH_4^+-N および NO_2^--N と N_2O の相関は必ずしも明確ではなく、DIN に対する N_2O の挙動は春季と夏季で異なった。以上のことから、 N_2O の生成経路は同一河川であっても、季節や環境条件に応じて硝化と脱窒で異なる可能性が示唆された。

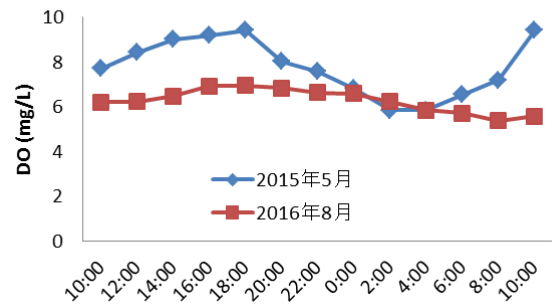


図 2 馬踏川における DO の通日変動

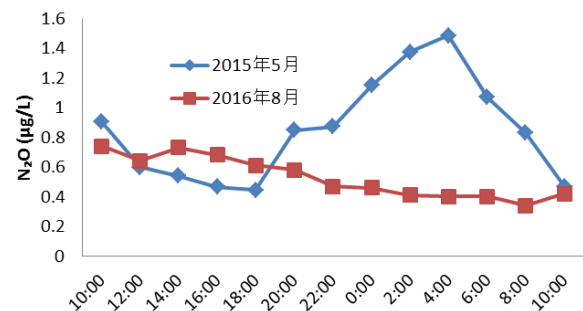


図 3 馬踏川における N_2O の通日変動

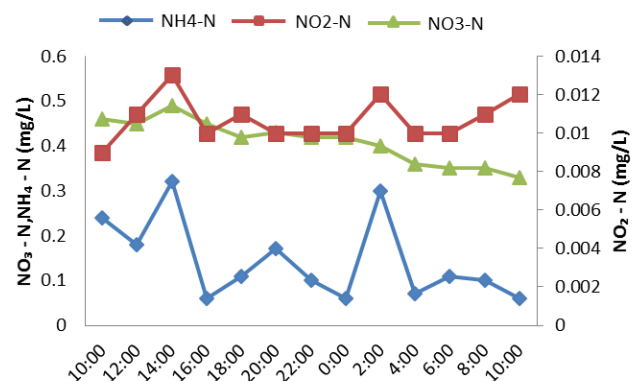


図 4 馬踏川における DIN の通日変動（本調査）

4 まとめ

八郎湖流域の二河川を対象に N_2O の通日変動の解析を行い、馬踏川においてのみ日変動していることが明らかとなった。また馬踏川において、春季と夏季で DIN に対する N_2O の挙動が異なることから、 N_2O の生成経路は季節や環境条件で異なる可能性が示唆された。

5 参考文献

- 1) 佐々木俊輔他, 八郎湖流入河川における亜酸化窒素の通日調査, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会 VII-17