

イオン組成および窒素安定同位体比からみた河川水中の窒素起源の推定

Estimation of nitrogen origin in river water
using ion composition and nitrogen stable isotope○山崎由理^{*}・宗岡寿美^{**}・東 信行^{***}中西 厚^{****}・木村賢人^{**}・辻 修^{**}

Yuri YAMAZAKI, Toshimi MUNEOKA, Nobuyuki AZUMA

Atsushi NAKANISHI, Masato KIMURA and Osamu TSUJI

1. はじめに

流域内では土地利用ごとにさまざまな形態の窒素負荷が発生し水系の窒素汚染を引き起こしている。窒素の安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) は、降水中の $\delta^{15}\text{N}$ が 0‰以下、人間活動に由来するものは 3-7‰以上と異なる数値を示すことが報告されており¹⁾、安定同位体比から水質汚染の起源を推定する研究が進められている²⁾。

本研究では、森林流域・畑作流域・畑酪混合流域・酪農流域の 8 地点を対象に、河川水中のイオン組成および付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ を調査し、農業流域における河川水質の特徴と河川水中の窒素成分の起源に考察を加えた。

2. 調査概要

北海道十勝総合振興局管内の十勝川水系および北海道釧路総合振興局管内浜中町・厚岸町の別寒辺牛川水系および風蓮川水系において、森林流域 2 地点、畑作流域 1 地点、畑酪混合流域 2 地点、酪農流域 3 地点を選定し、計 8 地点を調査対象とした

Table 1 調査流域諸元

調査地点	土地利用	流域面積		森林率	調査位置
		km ²	畑草地率 %		
F ₁	森林流域	72	2	97	十勝川水系支流(上流部)
F ₂	森林流域	15	17	83	別寒辺牛川水系支流
C ₁	畑作流域	74	82	6	十勝川水系札内川支流
M ₁	畑酪混合流域	3	80	18	十勝川水系然別川支流
M ₂	畑酪混合流域	5	75	19	十勝川水系然別川支流
D ₁	酪農流域	9	74	15	風連川水系支流
D ₂	酪農流域	10	79	18	風連川水系支流
D ₃	酪農流域	14	70	24	風連川水系支流

(Table 1)。調査地点において 2015 年 7 月および 9 月(平水時)に、採水、電気伝導率(EC)・水温の測定および流量観測を行った。採取した河川水は、Na, Mg, K, Ca, NO₃, NO₂, Cl, SO₄, PO₄および HCO₃の 10 項目についてイオン組成を分析した。また、調査地点の河床にコンクリートブロックを約 3 週間設置し、河川水の採取と同日にブロックに付着した藻類を採取した。ほとんどの藻類は水中の溶存無機態窒素を利用しているため、河川水中の $\delta^{15}\text{N}$ を反映している³⁾。採取した付着藻類は自然乾燥させてから $\delta^{15}\text{N}$ を計測した。

3. 結果および考察

Fig. 1 に、各調査流域における河川水のトリリニアダイアグラムを示す。すべての調査地点は Ca-HCO₃型に分類されたが、畑作流域はその他の流域とは異なる傾向を示した。畑作流域は、河川水中の溶存イオン濃度が 113-116 mg/L と高く、イオン組成のうち SO₄(29-31 mg/L)・NO₃(4.7-5.1 mg/L)が高いことが特徴である。酪農流域では、河川水中の溶存イオン濃度は 102-140 mg/L と畑作流域と同程度か高い濃度を示した。酪農流域のイオン組

* 岩手大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University

** 帯広畜産大学 Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

*** 弘前大学農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

**** (株)北開水工コンサルタント Hokkaisuiko Consultant Corporation

キーワード: イオン組成, 窒素安定同位体比, トリリニアダイアグラム

成は HCO_3^- が支配的であり、 NO_3^- 濃度は 0.5-1.3 mg/L と比較的 low 濃度であった。畑酪混合流域の河川水中の溶存イオン濃度は 45-62 mg/L と森林流域と同程度の濃度であった。畑酪混合流域の NO_3^- 濃度は 1.3-2.1 mg/L で、酪農流域よりは高濃度であるものの、畑作流域のような高濃度の SO_4^{2-} や、酪農流域における HCO_3^- の上昇などの特徴はみられなかった。

付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ について、森林流域 1 試料 (9 月)、畑作流域 2 試料 (7 月・9 月)、畑酪混合流域 2 試料 (7 月・9 月)、酪農流域 1 試料 (7 月) の結果を報告する。本研究では、コンクリートブロックの流出や解析に必要なサンプル量が採取できなかった地点があったため、上記の 6 試料を解析対象とした。

まず、森林流域の $\delta^{15}\text{N}$ は 0.32‰ と低い数値を示した。畑作流域の $\delta^{15}\text{N}$ は 7 月に 2.1‰、9 月には 4.3‰、畑酪混合流域では 7 月に 2.8‰、9 月には 5.4‰ であり、9 月の採取時に上昇していた。ここで酪農流域の $\delta^{15}\text{N}$ (9.6‰) は、6 試料の中で最も高い数値であった。

流域内に人為的外因がない森林流域では、河川水中の溶存イオン濃度が低く、 NO_3^- も 0.3 mg/L 以下と low 濃度であった。 $\delta^{15}\text{N}$ は 0.32‰ を示し、森林流域における河川水中の窒素成分は降水由来であると推定された。一方、農業的土地利用を有する 3 流域では河川水中の溶存イオン濃度が上昇する傾向にあった。畑作流域および畑酪混合流域では河川水中の NO_3^- 濃度が高く、 $\delta^{15}\text{N}$ は 2.1-5.4‰ を示した。化学肥料由来の $\delta^{15}\text{N}$ は 0‰ に近い数値を示すことから、畑作流域および畑酪混合流域における河川水中の窒素成分は化学肥料由来である可能性が高い。とくに畑作流域では、化学肥料に多く含まれている SO_4^{2-} が高濃度を示しており、主として化学肥料由来の窒素成分であると推定できる。しかし畑酪混合流域では、流域内で発生する家畜ふん尿の積極的な施用に加えて、9 月の採取時に $\delta^{15}\text{N}$ の上昇傾向がみられたことから、化学肥料および有機質肥料などの施肥スケジュールによって河川水中の窒素成分の起源が変動している可能性がある。酪農流域では、 NO_3^- 濃度は 0.5-1.3 mg/L と low 濃度であったが、 $\delta^{15}\text{N}$ は 9.6‰ と畑作流域や畑酪混合流域よりも高い数値を示した。畜産排水由来の $\delta^{15}\text{N}$ は 10‰ 前後の数値となることが報告されており²⁾、酪農流域における河川水中の窒素成分は家畜ふん尿由来であると推定された。

4. あとがき

この研究は JSPS 科研費 15J04743 の助成を受けて実施されたものであることを付記する。

引用文献

- 1) 米山忠克：土壌-植物系における炭素、窒素、酸素、水素、イオウの安定同位体自然存在比：変異、意味、利用、日本土壌肥科学雑誌 58(2), pp.252-268 (1987)
- 2) 永田俊・宮島利宏：流域環境評価と安定同位体、京都大学学術出版会、476 pp. (2008)
- 3) 森 淳：いわさ南部地区原川排水路における付着物の炭素・窒素安定同位体比特性、農業土木学会誌 74(2), pp.131-136 (2006)

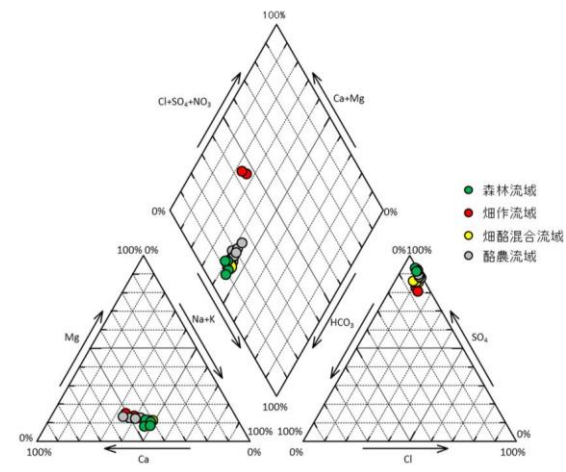


Fig. 1 河川水のトリリニアダイアグラム (2015年7月・9月の採水データ)