

炭素・窒素安定同位体比からみた河川底生動物群集に及ぼす栄養塩負荷の影響評価

東北大学	正会員	○高橋 真司
岩手大学	学生会員	菊池 凛
岩手大学	正会員	笹本 誠
岩手大学	正会員	石川 奈緒
岩手大学	正会員	伊藤 歩

1. 背景・目的

河川底生動物は、河川生態系内の低次消費者であり、河川内の付着藻類や微細なデトリタス、流下有機物等を魚類などの高次消費者へ伝達する役割を担う。河川水中の栄養塩類は、付着藻類などの有機物を介して底生動物の群集組成に反映されると考えられる。また、底生動物は種毎に採餌する餌資源（藻類、POM、落ち葉、デトリタス等）が異なるため、群集全体に及ぼす栄養塩負荷の影響は一律ではない可能性がある。本研究では、人為的な栄養塩負荷が懸念される中小河川を対象に現地調査を行い、炭素・窒素安定同位体比を用いて流域内の栄養塩負荷が餌資源を介して底生動物群集に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とした。

2. 方法

調査対象河川は、岩手県北部を流れる瀬月内川及び雪谷川、そして両河川が流れ込む世増ダムの下流河川とした。両河川とも流程間で生活排水や農業用地からの排水の影響を受けていることから人為的な栄養塩負荷が生じている可能性がある。調査地点は、瀬月内川の上・下流（S1・S2）、雪谷川の上・下流（Y1・Y2）及び世増ダム下流（D1）の計5地点に設定した。現地調査は2020年6月、9月、11月の計3回に渡って実施した。但し、本報では6月に実施した調査結果の一部のみを報告する。

各調査地点で採水及び底生動物の定量採取を行った。水試料中の窒素及びリンはオートアナライザーを用いて測定した。陰イオン類は、水試料をシリンジフィルターで濾過し、その濾液をイオンクロマトグラフィーにより測定した。無機元素類は、試料水にHNO₃を加えて加熱処理を施した後、適宜希釈を行いICP-MSにより測定した。浮遊粒子状物質（SS）は水試料を1mmふるいに通水させた後、あらかじめ強熱処理を施したGF/Fフィルターに濾過して濾紙上に残った物質の重量を測定することで求めた。強熱減量は、SSサンプルを灰化し揮発した重量の差分から求めた。底生動物の定量調査はコドラート付サーバーネットを用いて行った。採集した底生動物は、エタノールを用いて固定し実体顕微鏡を用いて種、属または科レベルまで同定し、5種類の摂食機能群に分類した。各種有機物の安定同位体比を測定するために各地点で流下微粒状有機物（SFPOM）、堆積微粒状有機物（BFPOM）、付着藻類及び陸上植物を採取した。採取した試料は、凍結乾燥後に粉状にし、スズカプセルに封入することで分析試料を作成した。炭素・窒素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ ）は、元素分析装置と質量分析計から構成されているオンライン分析システムを用いて測定した。

3. 結果

各地点の懸濁物濃度の指標であるSS及びAFDMはS1で7.9mg/l, 3.3mg/lと最も高く、次いでY2で高かったが、有機物割合はS2, Y1の順で高かった。河川水中の主要な栄養塩類であるT-Nは2.55~4.22mg/l, NO₃-Nは1.05~1.39mg/l, T-Pは0.06~0.17mg/lであった。各調査地点における栄養塩類の負荷状況を整理するために窒素・リンを含む無機元素類を用いて主成分分析を行った（図1）。第1及び第2主成分の寄与率はそれぞれ40%, 34%だった。第1主成分に基づく因子負荷量では、16変数が0.6以上の高い値を示し、FeやMnなどの重金属類は正の値、窒素及びリンは負の値を示した。第2主成分に基づく因子負荷量では、15変数が0.6以上の高い値を示し、NO₃-NやT-

キーワード 底生動物, 炭素・窒素安定同位体比, 栄養塩負荷

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-11, 電話 022-795-4849

Nなどは正の値, T-PやSiなどは負の値を示した. 調査地点ごとの主成分スコアを見ると, 第1軸の正方向にY2及びD1が位置し, その他は負の領域に配置された. 一方, 第2軸の正方向にはD1, Y1及びS1が配置され, 負方向にはS2及びY2が配置された.

SFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ は, Y2を除き5‰以上と高い水準を示し, $\delta^{13}\text{C}$ は-26.4~-23.6‰の範囲だった(図2). BFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ は全ての地点で5.5‰以上と高い水準を示した. 付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ は3‰以上を示し, $\delta^{13}\text{C}$ は河川毎に大きく異なった(雪谷川:平均-24.4‰, 瀬月内川:平均-29.2‰).

本調査で採取された底生動物の総分類群は49分類群であり, 総個体数は1753個体だった. 主な分類群はカゲロウ目(*Ephemeroptera*)23分類, トビケラ目(*Trichoptera*)16分類だった. 各調査地点の種多様性(Shannon-Wiener index: H')は, S1で2.35と最も低く, 他地点は3.66~3.71だった. 全調査地点の個体数に基づく優占率は造網型トビケラ(ヒゲナガカワトビケラ(*Stenopsyche marmorata*)), ウルマーシマトビケラ(*Hydropsyche orientalis*)など, ホソバマダラカゲロウ(*Ephemerella atagosana*), ヨシノマダラカゲロウ(*Drunella ishiyamana*)及びユスリカ科(*Chironomidae sp.*)が高かった.

栄養塩負荷と底生動物群集との関係を明らかにするために, 栄養塩濃度及び各種有機物の $\delta^{15}\text{N}$ と群集構造指標との相関関係を調べた(表1). 種数は, $\text{NO}_2\text{-N}$, T-P及びT-Nと正の相関関係があり, 付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ と負の相関関係があった. 個体数は, $\text{NO}_3\text{-N}$ と負の相関関係があった. H' は, $\text{NO}_3\text{-N}$ 及びBFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ と正の相関関係があり, $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び付着藻類の $\delta^{15}\text{N}$ と負の相関関係があった.

4. 考察

調査対象の2河川では, 河川水中のT-Nが高く, SFPOMやBFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ も高かったことから人為的な栄養塩負荷の影響を受けていることが示唆された. 特に流下有機物の履歴を反映するBFPOMの $\delta^{15}\text{N}$ が全地点で高水準であったことから, 栄養塩の流入は一時的なものではないと考えられる. また, 栄養塩負荷が餌資源となる有機物を介して底生動物の群集組成に影響を及ぼしていることが示唆された. 但し, 群集全体と摂食機能群別では相関関係の傾向が異なることから底生動物の摂食行動や餌資源の選択性を考慮した評価が必要である. 技術研究発表会では, 底生動物の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ の結果も踏まえて栄養塩負荷が群集組成に及ぼす影響を報告する.

表1 栄養塩類, 有機物の $\delta^{15}\text{N}$ と群集構造との相関関係

CG: 採集食者, FF: 濾過食者, PR: 捕食者, SC: 刈取食者, SH: 破碎食者

	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	T-N	T-P	$\delta^{15}\text{N}$		
							SFPOM	BFPOM	Algae
Taxa	0.85	0.21	-0.12	0.26	0.65	0.67	0.45	0.98	-0.97
Abundance	-0.08	-0.93	0.60	0.65	0.00	-0.07	0.46	-0.46	0.37
H'	0.32	0.80	-0.50	-0.43	0.20	0.27	-0.22	0.67	-0.59
Taxa (%)									
CG	-0.92	0.53	0.03	-0.69	-0.96	-0.31	-0.67	-0.72	0.77
FF	-0.63	-0.55	0.57	0.18	-0.59	-0.26	0.02	-0.87	0.82
PR	0.84	-0.22	0.41	0.67	0.53	0.93	0.83	0.82	-0.85
SC	-0.30	0.47	-0.92	-0.73	0.08	-0.89	-0.82	-0.19	0.24
SH	-0.81	-0.26	0.14	-0.21	-0.61	-0.66	-0.40	-0.97	0.95
Abundance (%)									
CG	-0.46	-0.71	0.64	0.37	-0.42	-0.17	0.20	-0.76	0.69
FF	0.85	0.20	-0.12	0.27	0.66	0.67	0.45	0.98	-0.97
PR	-0.19	0.93	-0.87	-0.88	-0.05	-0.43	-0.79	0.15	-0.06
SC	0.05	0.88	-0.87	-0.74	0.15	-0.27	-0.63	0.38	-0.30
SH	-0.83	-0.15	-0.02	-0.33	-0.58	-0.77	-0.53	-0.96	0.94

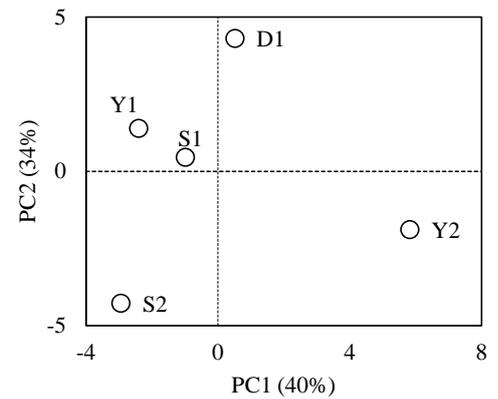


図1 栄養塩類を用いた主成分分析

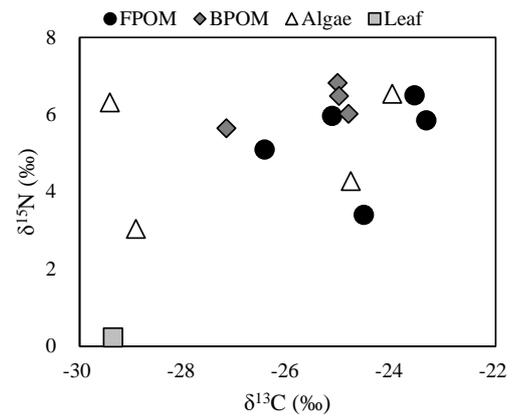


図2 有機物の $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップ