

大山川におけるアユと藻類の炭素・窒素安定同位体比の解析

九州大学大学院 学生員 ○ 黨秀治郎

九州大学大学院 学生員 田辺智子

愛媛大学大学院 正会員 宮坂 仁

国土交通省 学生員 齊藤正徳

九州大学工学部 学生員 吉海 宏祐

九州大学大学院 正会員 矢野真一郎

九州大学大学院 正会員 河口 洋一

西日本技術開発株式会社 正会員 井芹 寧

1. 目的

ダム直下の河川では、流量の減少や安定化による魚類や底生動物などの生息場への影響が懸念されている。筑後川上流に位置する大山川において河川環境改善のために、大山川ダムからの放流量が増加されている。そこで、維持流量増加が河川生態系に与える影響を把握することが求められている。吉海ら(2008)により維持流量の増加が付着藻類へ与える影響が検討されたが、付着藻類が上位の栄養段階に位置するアユへ与える影響は把握されていない。

近年、生態系の物質循環や環境変化の過程を解明するために、炭素・窒素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$)を用いた研究が行われており、今まで不明だった生物の挙動や生態系の機構を知ることができるようになってきている。そこで、維持流量増加がアユと付着藻類の食物網に及ぼす影響を把握するため、付着藻類の調査とアユの採取を行い、それらの炭素・窒素安定同位体比の測定を試みた。

2. 調査概要

2.1 付着藻類調査

上流にダムがなく自然流況を示す杖立上流、平常時の流量が松原ダムにより通年 $1.5\text{m}^3/\text{s}$ に制御されている松原ダム下流、ならびに平常時の流量が大山川ダムにより夏季は $4.5\text{m}^3/\text{s}$ 、冬季は $1.8\text{m}^3/\text{s}$ に制御されている小五馬の3区間で2007年4月～7月と9月に付着藻類調査を行った。それぞれの調査区間において、流軸方向に約30mの範囲で水際部分を除く領域でランダムに石礫(直径約15～25cm)を5個ずつ採取した。採取した石礫の上面からナイロンブラシと蒸留水を用いて付着物全てをこすり取り4等分し、実体顕微鏡(倍率:45倍)で確認できる底生動物と土粒子を取り除いた後、60℃で2日間乾燥させたものを試料とした。そして、安定同位体比質量分析計(ANCA-SL, PDZ Europa 社製)を用いて炭素・窒素安定同位体比の測定を行った。なお、安定同位体比は、一般的な方法に基づいて国際標

準物質(炭素:PDB, 窒素:大気中の窒素ガス)からの千分偏差(‰)により表記した。

2.2 魚類調査

7月下旬に杖立地点のみで、9月下旬に杖立、松原、小五馬の3地点でそれぞれアユを10尾程度ずつ採取した。アユを実験室に持ち帰り、各地点毎に8尾程度から胸ビレの筋肉を切り取り、60℃で2日間乾燥させた後、粉末状にして炭素・窒素安定同位体比を測定した。また、それぞれ3匹ずつのアユから胃の内容物を採取し、同じく60℃で2日間乾燥させ、炭素・窒素安定同位体比を測定する。

3. 結果及び考察

まず、各地点別の $\delta^{13}\text{C}$ の経時変化を図-1に示す。3地点とも7月までは $\delta^{13}\text{C}$ の値が減少傾向であることがわかる。日射量が大きくなり光合成活性度が上昇すると、付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ は高くなることが知られているが¹⁾、ここでは夏場に向かい逆に小さくなっていた。一方、有機物の分解が生じている場合には河川水中の $\text{CO}_2(\text{d})$ の $\delta^{13}\text{C}$ は低下し、また、 $\text{CO}_2(\text{d})$ の濃度が上昇すると $\text{CO}_2(\text{d})$ の $\delta^{13}\text{C}$ が低下することも知られている¹⁾。ダム下流においては5～6月にかけて流量が安定した状態が続くため、付着藻類の自己遮光やバクテリアによる分解によって藻類が枯死することが指摘されている。よって、松原・小五馬において付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ を小さくする要因として、有機物の分解が光合成活性度よりも影響が大きかったことが考えられる。

また、7月から9月にかけて $\delta^{13}\text{C}$ は上昇していた。これは7月から8月にかけて梅雨が続く、ダム下流においても出水が生じており、付着藻類の剥離・更新が生じ、有機物の分解よりも光合成活性度の影響が大きくなったためと考えられる。また、流速が増大すると付着膜で利用可能な $\text{CO}_2(\text{d})$ の濃度が上昇し、付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ は低下することが知られているが²⁾、松原より維持流量が大きく、流速も大きい小五馬の方が $\delta^{13}\text{C}$ は大きかった。安定同位体比は活性度や河川水中の $\text{CO}_2(\text{d})$ の濃度など

により変化するが、藻類種によっても変わるため、付着藻類の種組成の違いが $\delta^{13}\text{C}$ の違いに影響を与えていた可能性もある。

次に、安定同位体比について各月・各地点毎にアユと胃の内容物、ならびに藻類の結果を図-2にそれぞれ示す。水生生物の炭素・窒素安定同位体比は餌資源による同位体効果により重い同位体が濃縮され、餌資源に対し $\delta^{13}\text{C}$ は0.8‰、 $\delta^{15}\text{N}$ は3.3‰上昇する³⁾。餌資源の同定に関して、食う食われるの関係が1対1に対応している食物連鎖上の生物群集は、 $\delta^{13}\text{C}$ を横軸、 $\delta^{15}\text{N}$ を縦軸としたとき傾き4.1(=3.3/0.8)の直線上にプロットされる。よって、同一直線上にプロットされるかを判別することにより対象生物の餌資源が特定できる。餌資源の同位体比が生物の同位体比に反映されるまでに時間差が生じる(アユの場合は約1ヶ月)ため、松原・小五馬地点では7月の藻類のデータも併せて掲載した。なお、7月の杖立地点は豪雨の影響で藻類の採取が行えなかった。

各図にアユの測定結果から想定される傾き4.1の直線が入る領域をハッチをつけて示した。9月の各地点において、胃内容物の $\delta^{13}\text{C}$ は7月と比べて9月の藻類の値に明らかに近く、採取したアユが試料とした藻類を食べていたことが裏付けられる。各地点別にみると、藻類は直線のレンジに収まっているものもあるが、全体的に直線よりも右に寄っていた。これは、アユの同位体比は捕獲までに採餌してきた餌資源全体の影響が反映されていることや、上流から流下する浮遊性藻類が石礫上に堆積したものも捕食していることなどが影響したと推測される。また、アユは付着藻類以外に水生昆虫を食べる場合があることも知られており、付着藻類以外が餌資源になっていた可能性も考えられる。

4. 結論

大山川におけるアユと付着藻類の炭素・窒素安定同位体比の調査結果から、以下のような知見が得られた。

ダムにより流量変動が抑制され安定すると、付着藻類の自己遮光やバクテリアによる分解により藻類の $\delta^{13}\text{C}$ は低下する。出水による流量変動が起こると $\delta^{13}\text{C}$ は上昇する。

食物網については、今回の調査で明確な結論は得られなかったが、サンプルや採取する餌資源を増やすことで、流量変動が与える影響を評価できることが期待される。

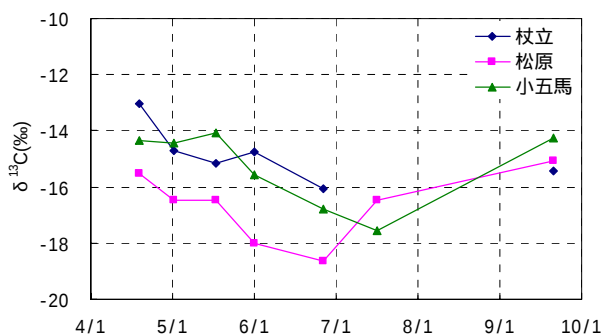


図-1 各調査区間における付着藻類の経時変化

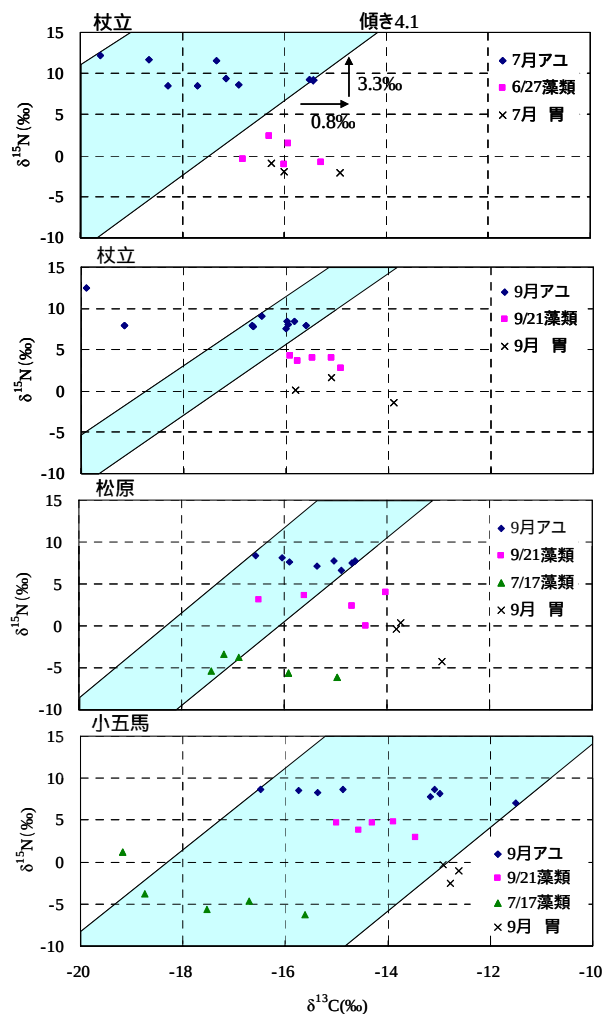


図-2 各地点のアユと藻類の炭素・窒素安定同位体比

参考文献

- 1) Finlay, J.C.: *Limnology and Oceanography*, 49 (3), pp.850-861, 2004.
- 2) Finlay et al.: *Limnology and Oceanography*, 44 (5), pp.1198-1203, 1999
- 3) 高津ら: *応用生態工学*, 7 (2), pp.201-213, 2005