

藻食魚アユが粒状有機物組成及び底生動物の餌料源に及ぼす影響

東北大学 正会員 ○高橋真司
 長崎大学 合屋国祐
 茨城大学 阿部信一郎
 京都大学 竹門康弘
 長崎大学 井口恵一朗

1. 背景・目的

アユ (*Plecoglossus altivelis altivelis*) は河床礫表面に付着している藻類（主に藍藻、珪藻）を摂餌する藻食魚として知られている。付着藻類を両顎の櫛状歯で削り取って摂餌するため、摂餌後の礫表面には食み跡と呼ばれる痕跡が認められる。摂餌の際、削り取られた付着藻類の何割かは水中に放出され、流下粒状有機物 (FPOM) となることが予想される。一方、河川生態系内の一次消費者である底生動物は、付着藻類を利用する刈取食者や FPOM を利用する濾過食者が存在し、付着藻類及び FPOM が重要な餌料源となっている。本研究では「アユの摂餌による付着藻類の取りこぼしによって FPOM 組成が変化する」という仮説を検証するために現地調査並びに有機物及び底生動物の安定同位体比解析を行った。そして、アユの存在が河川内の有機物組成や底生動物の餌料源に及ぼす影響を評価した。

2. 方法

調査対象河川は、京都市内を流れる鴨川に設定し上流 (S1) から下流 (S6) にかけて 6 つの調査地点を設けた (図 1)。現地調査は 2018 年～2020 年の夏季にそれぞれ実施した。但し、2018 年の調査は S1, S4 及び S5 でのみ調査を行った。各調査地点で物理環境、水質測定を行い、併せて有機物採集、底生動物調査及び潜水による魚類調査を行った。各種有機物の現存量及び安定同位体比を測定するために各地点で FPOM、付着藻類及び陸上植物を採取した。底生動物

はコドラート付サーバーネットを用いて採集を行い、採集した底生動物群から主要な刈取食者（主な餌料源は付着藻類：エルモンヒラタカゲロウ *Epeorus latifolium* Ueno, コカゲロウ科 *Baetidae*, ニンギョウトビケラ *Goera japonica* Banks）と濾過食者（主な餌料源は FPOM：ウルマーシマトビケラ *Hydropsyche orientalis*, ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata*, アシマダラブユ *Simulium vittatum*）を選出した。採取した有機物及び生物試料は、凍結乾燥後に粉状にした後、スズカプセルに封入することで安定同位体比分析用の試料を作成した。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

全期間における各地点の流量は $8.2 \pm 3.2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ であり、水温は $25.6 \pm 2.3^\circ\text{C}$ であった。FPOM 濃度は全期間で $1.1 \sim 2.6 \text{ mg L}^{-1}$ の範囲を示し、付着藻類現存量は 2018 年では下流ほど減少する傾向を示したが、2019 年及び 2020 年は S3 より下流側で増加する傾向を示した (図 2)。アユの個体数密度は、2018 年の S5 で 0.68 匹 / m^2 の最大値を示したが、2019 年は S4 及び S5, 2020 年は S2, S4 及び S5 でアユの存在が確認されたがいずれも低密度であった (図 2)。また、本調査河川ではアユの他にオイカワ *Opsariichthys platypus*, カワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus*, タカハ

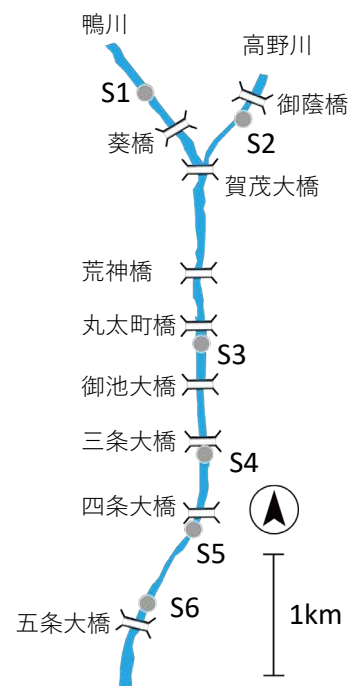


図 1 調査地点概要。但し、2018 年は S1, S4 及び S5 のみで調査を実施した。

ヤ *Rhynchocypris oxycephalus jouyi* などの生息が確認された。

底生動物の主要な餌料源である付着藻類と陸上植物の平均 $\delta^{13}\text{C}$ は、それぞれ $-16.8 \pm 3.1\text{‰}$ 、 $-30.3 \pm 1.1\text{‰}$ を示し、付着藻類が有意に高く (t test, $p < 0.01$)、FPOM の $\delta^{13}\text{C}$ ($= -25.6 \pm 2.5\text{‰}$) はそれら範囲内に内包された。多様な有機物の混合物である FPOM の組成を評価するために $\delta^{13}\text{C}$ に基づいた2起源混合モデルを用いて付着藻類と陸上植物の寄与率を推定した。解析の結果、FPOM 組成の付着藻類寄与率は $40.4 \pm 23.1\%$ と推定され調査年及び地点間におけるばらつきが大きかった。アユ個体数密度と付着藻類現存量及び FPOM の藻類寄与率との関係を一般化線形モデルで解析した結果、アユ個体数密度が高いと FPOM の付着藻類寄与率は増加した (表 1)。

底生動物の刈取食者と濾過食者も FPOM と同様に2起源混合モデルを用いて餌料源推定を行った。解析の結果、刈取食者と濾過食者の付着藻類寄与率はそれぞれ $79.4 \pm 19.2\%$ 、 $74.4 \pm 18.7\%$ であり、有意差はなかった ($p > 0.05$)。各年及び各地点における濾過食者の付着藻類寄与率は、一部を除いて FPOM の付着藻類寄与率よりも高い値を示した (図 3)。また、FPOM 及び濾過食者の付着藻類寄与率は調査間に有意差が見られた (one-way anova, $p < 0.01$)。

4. 考察

2018 年の S4 及び S5 では、アユの個体数密度が高く、上流地点に比べて付着藻類現存量が少なかったことから、付着藻類に対するアユの摂食圧が高かったことが示唆された。また、同地点では FPOM の付着藻類寄与率が高い傾向が認められた。したがって、アユが付着藻類を摂餌することでその場の付着藻類現存量は低下し、その摂餌行動によって付着藻類の剥離、細粒化が起これ、水中に付着藻類由来の FPOM が供給されていることが示唆され、本研究の仮説は支持された。一方、アユの生息密度が低い又は生息が確認できなかった地点では、付着藻類の剥離等が促進されず現存量が維持されていたと考えられる。勿論、流水や流砂の掃流力による付着藻類の剥離は連続的に生じていると考えられるが、剥離した藻類は細粒化し難く FPOM 供給への寄与が小さい可能性が考えられる。

FPOM を餌料源とする濾過食者は、刈取食者と同等の付着藻類寄与率を示し、付着藻類由来の FPOM を主要な餌料源として利用していることが明らかとなった。また、濾過食者のうち、造網性トビケラであるヒゲナガカワトビケラやウルマーシマトビケラは、FPOM の付着藻類寄与率よりも高い付着藻類寄与率を示し、細粒化した藻類を同化する割合が高いことが示唆された。一方、固着型のアシマダラブユは FPOM の付着藻類寄与率と有意な正の相関があり、FPOM の組成に応じた寄与率を示した。これら結果から、アユの摂餌行動は河川内の FPOM の組成を通じて底生動物の食物網にも影響を及ぼしていた。そして、その影響は底生動物の生活型によっても異なることが示唆された。

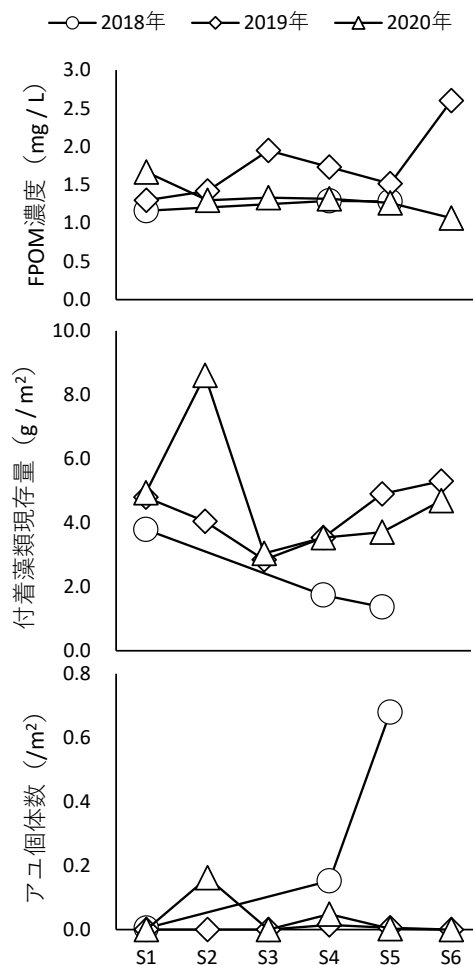


図 2 各調査地点の FPOM 濃度 (上)、付着藻類現存量 (中)、アユ個体数密度 (下)。

表 1 FPOM の付着藻類寄与率とアユ個体数密度との関係。誤差構造はガンマ分布、リンク関数は対数を仮定。

説明変数	係数	t値
切片	-0.98	-8.842**
アユ個体数密度	1.6483	2.740*

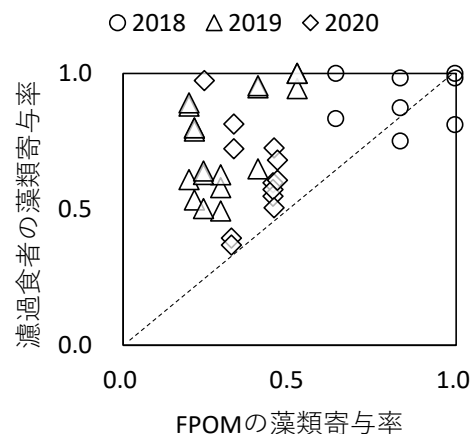


図 3 各調査年の FPOM の付着藻類寄与率と濾過食者の藻類寄与率の関係