

大阪市立大学工学部都市学科 学生会員 ○熊野 哲也
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 矢持 進
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 遠藤 徹

1. 研究背景・目的

河川整備はこれまで治水，利水の向上を優先して行われてきた。しかし，近年では河川が本来持っている機能（生物多様性，景観など）に注目し，従来の治水，利水対策に加え，これらも配慮した自然共生型の河川整備が重視されている。

都市河川大和川は奈良県と大阪府にまたがる一級河川である。高度経済成長期に水質が悪化したが，近年は水質が改善され，生物の種数や個体数も増加した。清流のシンボルと呼ばれるアユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)も発見され，天然アユであることがわかった。アユは河川を広く利用することから，都市の中で河川生態系の多様性を創造するための指標種としての役割を持ち，アユの行動特性の把握は河川生態系に配慮した大和川づくりを進めていく上で重要である。

アユは，秋に河川の下流域で孵化して海へ流下し，冬は海で過ごし，春から夏にかけて河川へ遡上，夏は河川において生活する年魚である。既往研究として，生活段階別に，遡上期は耳石を用いた遡上数推定，遊離アンモニアに対する耐性，産卵期は主産卵場の推定とその人為的造成法の検討などが行われている。しかし，夏の河床定着期，特に生活に必要な不可欠な餌料環境については知見が不足している。少ない知見の1つとして，浪田は大和川で捕獲した天然アユの肥満度が良好な生育状態を示していないと報告しており¹⁾，十分な餌料環境が整っていないと予想される。そこで本研究では，河床定着期に着目し，餌料環境を現地調査により明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2-1. 河床の藻類現存量の把握

アユの餌料となる河床の藻類現存量について，2013年6月から10月に現地調査を行った。調査範囲は河口から約9kmの下高野橋下流から河口から約19.3kmの国豊橋下流までの約10.3kmとし，そのうち瀬である



図-1 調査地点

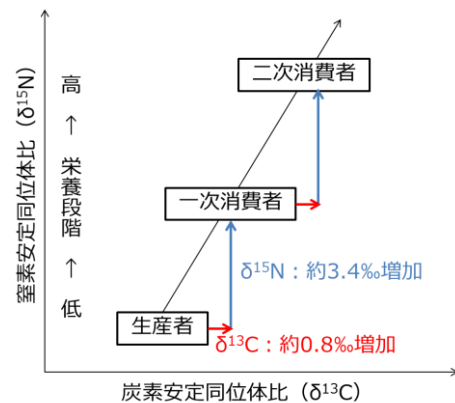


図-2 炭素・窒素安定同位体比と栄養段階

計6地点を選定した(図-1)。各地点において河床の石を3つ無作為に選び，5cm×5cmの範囲内の藻類を採取した。試料を持ち帰りクロロフィルa濃度などを測定し，藻類の活性の指標とした。さらに，採取した藻類を顕微鏡で観察し，種の査定を行った。

2-2. 食性調査

遡上アユを投網で捕獲し，胃内容物を顕微鏡で観察し，胃内の藻類の種および藻類以外の餌について調査した。さらに，生活史を通して蓄積された餌の情報を得るため，安定同位体比分析を行った。試料は，大和川で捕獲・採取した天然アユ，付着藻類，水生昆虫を用いた。安定同位体比分析とは，生物の体を構成する主要元素である炭素，窒素の安定同位体比(以下 $\delta^{13}\text{C}$ ， $\delta^{15}\text{N}$)の測定により，対象の栄養起源・段階を評価するものである。 $\delta^{13}\text{C}$ は炭素供給源となる一次生産者の推定に， $\delta^{15}\text{N}$ は消費者の栄養段階の算出に利用できる。図-2のように， $\delta^{13}\text{C}$ ， $\delta^{15}\text{N}$ のプロットにより消費者と

生産者の捕食・被食関係を表すことができる。

3. 結果・考察

3-1. 河床の藻類現存量

結果を図-3に示した。光合成に不可欠な緑色色素で、藻類現存量の指標となるクロロフィル a について、6月のst2~st5, 10月のst1, st2, st5, st6で中栄養河川、それ以外で富栄養河川に分類された。7月, 8月はすべての地点で中栄養河川と富栄養河川の境界である60mg/m²を大きく上回り、6~10月において貧栄養河川と分類される地点は無く、河床の藻類現存量が十分であることがわかった。アユの餌料となる藻類の種は、主に藍藻類・珪藻類である。緑藻類（特に糸状緑藻）は餌料として貢献せず、クロロフィル a が100mg/m²以上の地点で大きな割合を占めるといわれている²⁾。結果より、クロロフィル a 濃度が100mg/m²を大きく越えることが多く、糸状緑藻のカワシオグサ (*Cladophora* sp.)が優占種であったことから、特に7, 8月は糸状緑藻が占める割合が高いと考えられた。

3-2. 大和川の天然アユの食性

胃内には、珪藻類が優占しており、現存量調査において見られた種とほぼ同様の種が見られた。また、水生昆虫は見られなかった。

安定同位体比分析の結果について、アユ、付着藻類（珪藻、藍藻優占群落）、水生昆虫の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ と $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ に関する経験則³⁾から、予想される餌料源の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ を図-4に示した。図-4より、珪藻類が餌料として貢献していることがわかった。また、餌資源として寄与する割合（寄与率）を各生産者の相対的重要性を評価する解析モデル³⁾(式-1)を用いて算出した結果、珪藻優占群落0.54、藍藻優占群落0.33、水生昆虫0.11となり、珪藻類を一番多く摂餌していると考えられた。

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet PR_1 + PR_2 + PR_3 = 1 \\ \bullet PR_1 \delta^{13}\text{C}_1 + PR_2 \delta^{13}\text{C}_2 + PR_3 \delta^{13}\text{C}_3 \\ \quad + \Delta \delta^{13}\text{C}_{\text{ef}} (TL - 1) = \delta^{13}\text{C}_{\text{cons}} \\ \bullet PR_1 \delta^{15}\text{N}_1 + PR_2 \delta^{15}\text{N}_2 + PR_3 \delta^{15}\text{N}_3 \\ \quad + \Delta \delta^{15}\text{N}_{\text{ef}} (TL - 1) = \delta^{15}\text{N}_{\text{cons}} \end{array} \right. \quad (\text{式-1})$$

PR：寄与率， $\delta^{13}\text{C}_{\text{cons}}$ ・ $\delta^{15}\text{N}_{\text{cons}}$ ：消費者の炭素・窒素安定同位体比， $\delta^{13}\text{C}_x$ ・ $\delta^{15}\text{N}_x$ ：生産者の炭素・窒素安定同位体比， $\Delta \delta^{13}\text{C}_{\text{ef}}$ ・ $\Delta \delta^{15}\text{N}_{\text{ef}}$ ：濃縮係数($\Delta \delta^{13}\text{C}_{\text{ef}}=0.8\text{‰}$ ， $\Delta \delta^{15}\text{N}_{\text{ef}}=3.4\text{‰}$)，TL：栄養段階

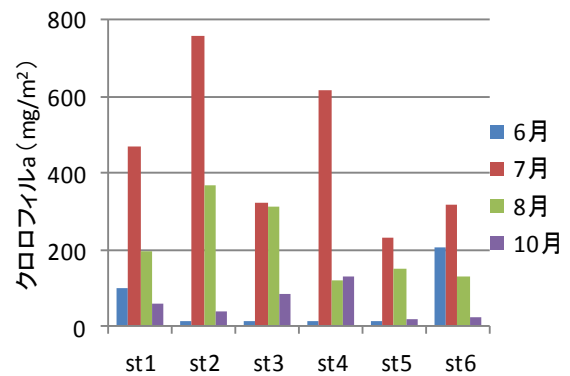


図-3 月別、地点別の河床の藻類現存量

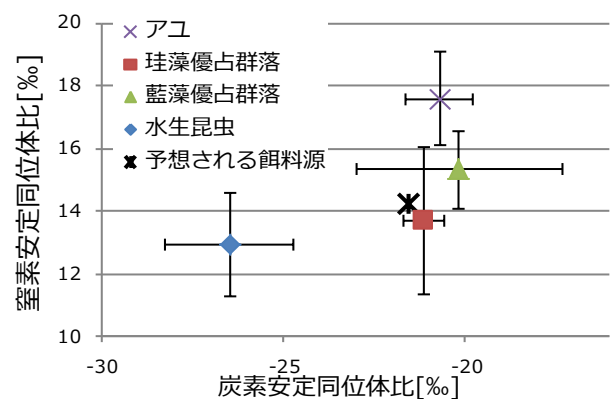


図-4 天然アユ、珪藻優占群落、藍藻優占群落及び水生昆虫の炭素・窒素安定同位体比（図中のバーは標準偏差を示す）

4. まとめ

本研究において、大和川下流域における河床の藻類現存量は貧栄養河川と分類されることが無く十分であることがわかった。また、大和川のアユは珪藻類を多く摂餌していることがわかった。しかし、河床には餌料として貢献しない糸状緑藻が優占しており、このことが肥満度に影響を与えていると考えられた。餌料環境を良くするためには、栄養塩濃度を低下させ、糸状緑藻の繁茂を抑制する必要があると考えられる。

<主要参考文献>

- 浪田真由, 矢持進: 微小部蛍光 X 線分析法を用いた都市河川大和川における天然アユ遡上数の推定, 環境アセスメント学会誌, Vol.12(1), (印刷中), 2014.
- 内田朝子, 藤居勇, 山戸孝浩: 「矢作川における大型糸状緑藻の時空間変動」, 矢作川研究 No.6, pp113-124, 2002.
- 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, 2008.