

瀬と淵におけるアユの生息適正の相違に関する検討

九州工業大学工学部	学生員	○畑中弘憲	中川由美子
九州工業大学大学院	学生員	尾関弘明	
九州工業大学工学部	正会員	鬼束幸樹	
九州工業大学工学部	フェロー会員	秋山壽一郎	
(株) 建設技術研究所	正会員	永矢貴之	白石芳樹
大分工業高等専門学校	正会員	東野 誠	高見 徹
延岡河川国道事務所	正会員	大塚法晴	

1. はじめに

我が国の河川に生息している典型種であるアユとオイカワを比較すると、オイカワは多少水質が悪化しても、平坦化した河川でも生息可能なのに対し、アユは水質が良好で瀬と淵が明瞭な河川にしか生息できない。前者をオイカワ型河川、後者をアユ型河川というが、アユ型河川であればアユのみならず他の多くの水生生物も生息可能となる。したがって、河川改修を行う際にはアユ型河川を理想型にする事が望ましい。しかし、アユ型河川が如何なる水理環境および水質環境を有しているのかは解明されていない。本研究では、アユ型河川を構成する瀬と淵におけるアユの生息状況を調査すると共に、流速計測および付着藻類の採取を行い、両者の生息環境の相違を解明したものである。

2. 現地計測

図-1 に計測対象とした五ヶ瀬川水系の北川 15K200m 地点の様子を示す。計測期間は2005年10月19日～22日である。瀬および淵に各6点の計測ポイントを設定し、2005年10月19日に河床材料の付着藻類を完全にはぎ取り、再び沈めた。この際に瀬の RC1～RC3、淵の PC1～PC3 の河床材料の周囲には5cm メッシュの金網で囲いを作り、アユの接近を防いだ。一方、瀬の RN1～RN3、淵の PN1～PN3 の周囲には金網の囲いを作らずに、アユが付着藻類を自由にはめる状態にした。その後、24, 48, 72, 96 時間後の各点の付着藻類を剥ぎ取り、蒸発残留物 TR を測定した。また、各測定地点において3次元流速計を用いて流速を測定した。なお、囲いの有無による流速場への影響を調べるために、RC-2、PC-3 では囲いをとり除いた状態 (RC-2(NC)および RC-3(NC))でも流速測定を行った。さらに、水中カメラによって瀬と淵におけるアユの密度、単位時間あたりのはみ数等のアユの挙動を撮影した。以上と同様な計測を、2005年8月9日～12日にほぼ同じ流況を示す北川の瀬と淵でも行った。

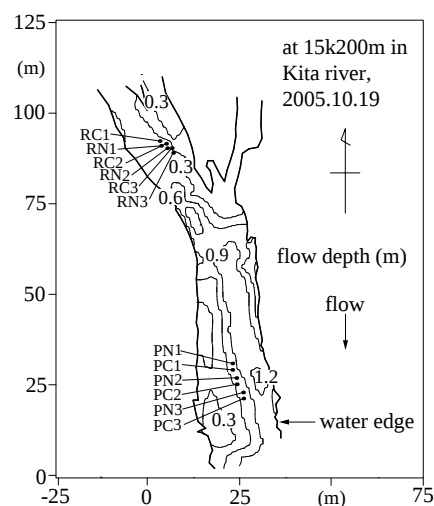


図-1 測定位置

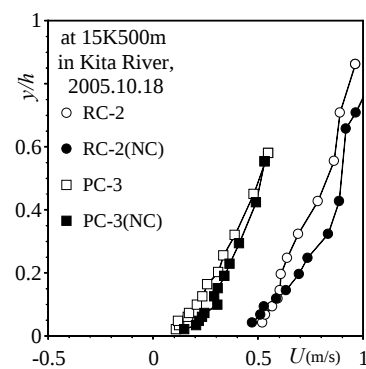


図-2 金網設置による流速場への影響

3. 計測結果および考察

瀬の RC-2、RC-2(NC)および淵の PC-3、PC-3(NC)における流速分布を図-2 に示す。ここに、 h は水深、 y は鉛直座標、 U は時間平均された流下方向流速である。図-2 より金網設置による平均流速への影響は微小であることがわかる。乱れ強度分布についても同様に金網設置による影響は特に観察されなかった。

図-3 に付着藻類の時間変化を示す。TR と付着藻類量とは一義的な関係があり、TR の変化は付着藻類量の変化と捉えて良い。同図より、淵よりも瀬の方が付着藻類の増殖率が高いことがわかる。こうした結果は、既往の研究結果と一致する。一方、金網の有無による影響に着目すると、金網のあるものの方が増殖率が高い。これは、金網がない場合にアユがはんだことによると考えられる。ここで、アユのはめないケースの付着藻類の増殖速度をロジスティックモデルで評価する。

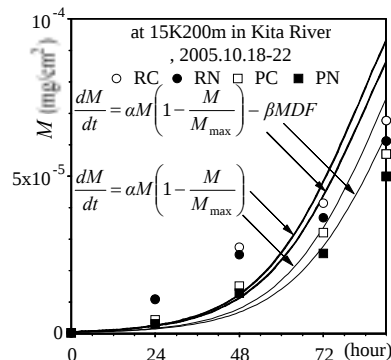


図-3 付着藻類量の時間変化

$$\frac{dM}{dt} = \alpha M \left(1 - \frac{M}{M_{\max}} \right) \quad (1)$$

ここに、 M は TR 量、 $M_{\max}$ は TR の最大現存量、 t は時間、 α は比増殖速度である。この式は、移入量およびはき離量が小さいという仮定に基づいている¹⁾。一方、アユの摂食を考察すると、はき取られる付着藻類量は、アユの密度 D および単位時間当たりのアユのはみ数 F に比例すると判断される。そこで、アユの摂食を考慮したモデルを提案する。

$$\frac{dM}{dt} = \alpha M \left(1 - \frac{M}{M_{\max}} \right) - \beta M D F \quad (2)$$

ここで、 β は係数である。金網のある RC および PC の TR 量を式(2)にベストフィッティングすれば比増殖速度 α が算出される。続いて、 α を式(2)に代入し、RN、PN の TR 量を用いることで係数 β を算出できる。得られた係数 α および β に基づき、図-3 中に式(2)の計算値を実線で示した。式(2)によって実測値が良好に再現されていると認められる。したがって、係数 α および β を把握することでアユの摂食圧および付着藻類量の変化が予測可能となる。

図-4 に比増殖速度 α 、係数 β と摩擦速度 U_* との関係を示す。比増殖速度 α は摩擦速度の増加関数である。これは、淵よりも瀬の方が増殖速度が速いことによる。このように空間変化を捉えることができたが、比増殖速度は季節的にも変化すると考えられる。そこで、図-5 に比増殖速度 α 、係数 β と水温との関係を示す。比増殖速度 α は水温の上昇とともに増加し、係数 β は減少している。これは水温が上昇するほど付着藻類の増殖速度が増すことを示している。

次にアユの摂食行動特性について考察する。アユの遊泳位置は底面近傍に集中している^{2,3)}。そのため、アユの摂食行動は底面近傍の流速の影響を受けると考えられる。そこで、摩擦速度 U_* とアユの密度 D および単位時間当たりのアユのはみ数 F との関係を求める。図-5 に水中撮影したビデオの解析によって求めた D 、 F と摩擦速度 U_* との関係を示す。摩擦速度の増加に伴って D 、 F とともに減少している。これは瀬においては体勢を整えるためにかなりの遊泳力を必要とするため付着藻類をはむのが困難になり、また一部の優秀なアユしか存在できないためと考えられる。一方、アユの摂食行動も季節的に変化すると考えられる。図-6 にアユの密度 D およびアユのはみ数 F と水温との関係を示す。温度が上昇するにつれて D および F は増加する傾向にある。これは水温が上昇するほどアユの活動が活発になることを示しており、既往の結果と一致する。

4. おわりに

本研究では、瀬と淵におけるアユの生息適正の相違を解明するために、現地計測を行った。これより淵よりも瀬の方が付着藻類の成長速度が速いことが確認された。また、比増殖速度は摩擦速度の増加に伴い増加し、水温の上昇とともに増加することが確認された。さらに、アユの単位面積当たりの密度およびアユの単位時間当たりのはみ数が瀬と淵で異なることを定量的に証明した。

上記のデータに基づいて、アユの摂食を考慮した付着藻類の増殖モデルを式(2)のように提案した。本モデルによって付着藻類の増殖量が予測可能となった。今後、モデル定数の空間的(瀬と淵)・時間的変化(季節変化)を詳細に解明したい。

参考文献

- 1) 戸田祐嗣, 辻本哲郎, 藤森憲臣, 河川技術論文集, 第11巻, pp.541-546, 2005.
- 2) 知花武佳, 辻本哲郎, 玉井信行, 水工学論文集, 第48巻, pp.1567-1572, 2004.
- 3) 鬼束幸樹, 東野誠, 高見徹, 永矢貴之, 大塚法晴, 秋山壽一郎, 松本和也, 河川技術論文集, No.10, pp.447-452, 2004.

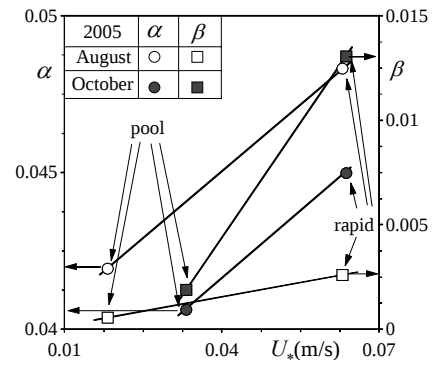


図-4 比増殖速度 α 、係数 β と摩擦速度 U_* との関係

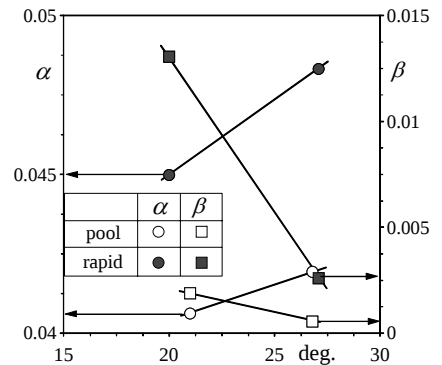


図-5 比増殖速度 α 、係数 β と水温との関係

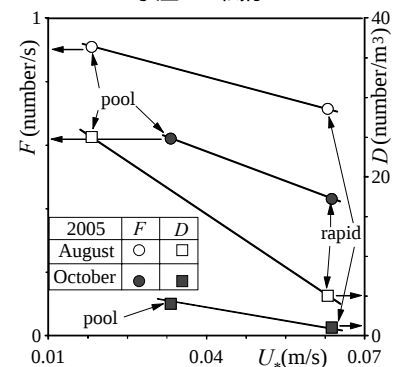


図-6 アユの密度 D およびアユのはみ数 F と U_* との関係

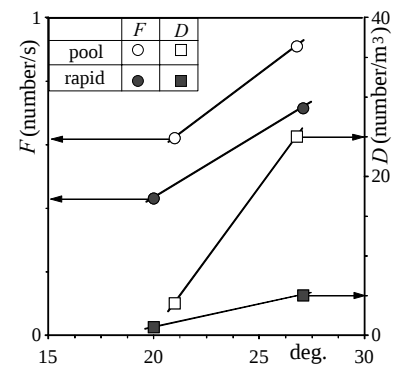


図-7 アユの密度 D およびアユのはみ数 F と水温との関係