

II-382

瀬と淵の水質及び生物一次生産に関する現地観測

東京工業大学大学院 学生会員 赤松良久

東京工業大学工学部 フェロー会員 池田駿介

東京工業大学工学部 正会員 戸田祐嗣

1. はじめに

河川上中流域にみられる瀬と淵は河川生態にとってきわめて重要な空間となっており、近年、瀬と淵における水理特性及び環境に関する研究が行われるようになってきた。しかし、生態系を支える一次生産者や水質に関する現地観測は少なく、瀬と淵といった流れの違いを考慮して、それらを捉えた研究はほとんど行われていない。そこで本研究では瀬と淵のそれぞれの区間における河床藻類の特性や河川内での酸素・栄養塩類の物質循環を捉え、流れの違いがそれらに与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 観測概要

多摩川上流域の奥多摩橋付近の連続する七つの瀬と淵を観測対象領域とした（以降、上流から淵1、瀬2、淵3、瀬4、淵5、瀬6、淵7と呼ぶ）。本観測では河床藻類量観測と水質観測の二種類を行った。河床藻類量観測では1997年7月24日～9月11日に、瀬と淵に模擬石を設置し、それらに付く河床藻類量を測定した。水質観測では1997年8月26日～8月27日に、瀬と淵の境界における栄養塩類（ $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 T-P 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ ）、溶存酸素量の測定を2時間間隔で24時間測定した。

3. 観測結果及び考察

3-1 河床藻類観測：模擬石に付く河床藻類の増殖過程を図-1に示す。一般に、生物の増殖は最初、指数関数的に増殖し、資源や環境条件の制約により増殖が低下すると言われており、その様子が本観測でも捉えられている。観測値に代表的な生物の増殖曲線であるロジスティック曲線を最小二乗法でカーブフィッティングして求めた各瀬と淵での増殖率と定常状態のクロロフィル a 量を表-1に示す（瀬4は模擬石の設置の仕方に問題があったためここでは割愛する）。ここで増殖率とは河床藻類の増殖の立ち上がりの早さを表し、増殖率は光強度・水温・栄養塩に支配される。河床藻類の定常状態のクロロフィル a 量については瀬と淵で際だった違いはみられなかったが、河床藻類の増殖率は明らかに淵より瀬の方が大きい傾向にある。観測対象領域の瀬と淵では光強度・水温・

栄養塩の有意な違いはみられなかったため、瀬と淵の河床藻類の増殖率は水理量の影響を受けるものと推察される。ここで河床付近の流れの特性を表す水理量として摩擦速度を考え、摩擦速度と河床藻類の増殖率の関係を図-2に示す。摩擦速度が大きいほど増殖率が大きくなる傾向がみられる。実際の河床礫について礫を前面・上面・後面に分け、それぞれの場所に付く河床藻類量を表-2に示す。河床藻類は淵では全面にほとんど一様に付いているのに対して、瀬では前面に比べ

て上面・後面に多く付着している。
これは瀬のように摩擦速度の大き

表-1 河床藻類の増殖率と飽和クロロフィル a 量

	瀬2	瀬6	淵1	淵3	淵5	淵7
飽和Chla量(mg/m^2)	46	31	56	29	48	30
増殖率(day^{-1})	0.71	0.88	0.42	0.56	0.42	0.61

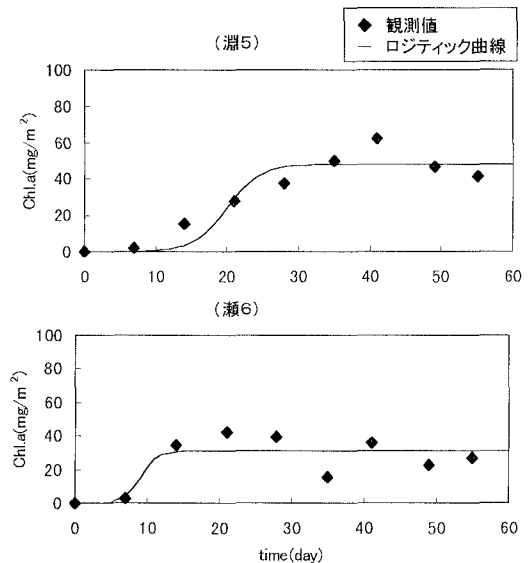


図-1 河床藻類の増殖過程

キーワード：瀬と淵、河床藻類、溶存酸素量、増殖率、摩擦速度、曝気、栄養塩

連絡先：〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 TEL 03-5734-2597 FAX 03-57343577

表-2 河床礫のクロロフィルa量

Chla(mg/m ²)	前面	上面	後面
淵5	20.3	19.9	19.1
瀬6	7.0	35.7	33.6

いところでは底質の礫の径も大きく、その上面・後面に広い剥離域が生じる。剥離域の内部では流れも穏やかであり、河床藻類が付着しやすい状況がつくられているものと考えられる。これらのことから摩擦速度が大きいと増殖率が大きくなる傾向がみられたと推察される。

3-2 水質観測：8/26 6:00～8/27 6:00 にかけての全水質調査地点の平均の溶存酸素量の日変化を図-3 に示す。溶存酸素量は水温の影響によって飽和値が変化するので飽和度としての検討も必要であり、溶存酸素量の飽和度も同時に示す。8:00～17:00 の間、酸素は過飽和状態にあるが、これは日中河床藻類の光合成によって溶存酸素量が増加するためと考えられる。河川内での酸素の挙動をより詳しくみるために、溶存酸素量に関して瀬・淵という単位区間で酸素の収支をとって考えてみる。河川内の酸素、栄養塩の物質循環は図-4 のようになる。酸素循環の中で大気との交換以外を見積もり、大気との交換量を算出した。一般に大気との酸素交換量 Q_{DO} (mg/m²/s) は

$$Q_{DO} = k \cdot (X_{DO}^* - X_{DO}) \cdot h$$

で表され、ここで X_{DO}^* ：飽和溶存酸素量(mg/m³)、 X_{DO} ：溶存酸素量(mg/m³)、 h ：水深(m)、 k ：再曝気係数(m/s)である。瀬と淵での再曝気係数は大気との酸素交換の活発さを表すものであり、瀬と淵におけるその日変化は図-5 のようになる。再曝気係数の絶対値は瀬の方が淵より大きく、瀬は淵に比べて大気との酸素交換が大きい。また、瀬では、日中、再曝気係数が負の値を示している。このことは、実際の瀬においては、日中の過飽和状態に逆らって、さらに曝気が起こっていることを示している。栄養塩(全無機態窒素)についても瀬・淵という単位区間で収支をとってみた。河床との栄養塩の交換量と河床藻類による栄養塩の純吸収量を絶対値の日積分で比較したものを図-6 に示す(淵1, 淵7は瀬と淵の正確な境界で調査していないため割愛する)。河床との栄養塩の交換量は河床藻類による栄養塩の純吸収量に比べても非常に大きく、また瀬と淵を比べてみると栄養塩の河床との物質交換は淵より瀬の方が激しい。

4. 結論

- 1)河床藻類の増殖率は水理量と深く関連し、淵より瀬の方が大きい。
- 2)瀬では、日中、過飽和状態でも曝気が起こっている。
- 3)瀬と淵を有する河川では河床面での栄養塩の交換が激しく、その量は淵より瀬の方が大きい。

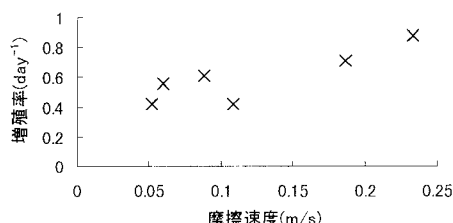


図-2 摩擦速度と増殖率の関係

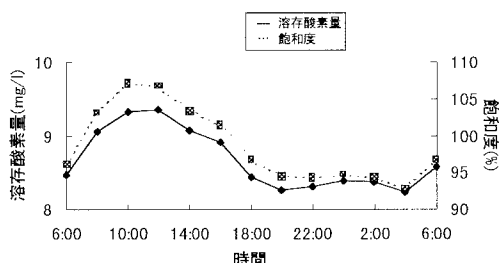


図-3 溶存酸素量とその飽和度の日変化

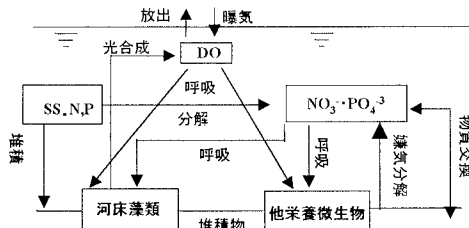


図-4 河川内の酸素・栄養塩の循環概念図

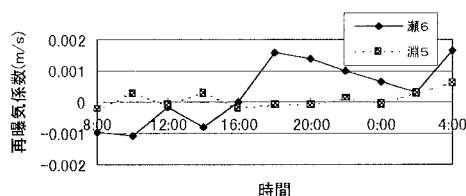


図-5 再曝気係数の日変化

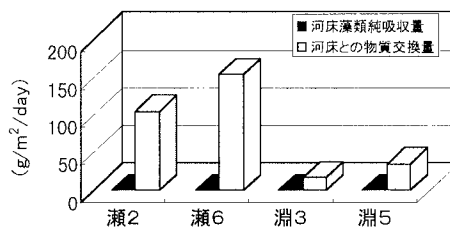


図-6 栄養塩の河床との交換量と河床藻類の純吸収量の比較