

二次元蛍光測定法による河川藻類の活性度評価の試み

藤野 毅 (埼玉大学大学院理工学研究科)

1. はじめに

河川の一次生産能力は、対象とする空間スケールによって大きく異なる¹⁾。河川は、河床状態が複雑で不均一であることから、生物生産に関する定量値がどの程度代表性を持っているのかを的確に評価することは困難である。そこで本研究は、 10^{-1} m オーダーのマイクロハビタットスケールを対象に、様々な条件下で2次元クロロフィル蛍光測定器を利用した付着藻類の活性度を調べ、詳細かつ精度の高い一次生産能力の評価を試みる。元来、生物生産量の評価は、サンプルを採取するために生物自身が取り除かれるだけでなく、その環境も乱されるが、本手法は、極力人為的にサンプルを乱すことなく直接測定するもので、追従して行えば動態把握も可能である。これと従来の方法を合わせて、評価対象とする河川の各空間スケールで調査項目を設定し、スケール間の関連性を検証することを目的としている(図1)。

2. 着眼点

クロロフィル蛍光測定器による光合成活性を評価する手法は、1930年代初頭の Kautsky の研究以降大きく発展し²⁾、現在ではパルス振幅調節蛍光法(pulse-amplitude-modulation(PAM)-fluorometric method)として実験室レベルで行う研究で定着している。その基本的なしくみは、暗条件に置かれた基底状態の植物クロロフィル a に強い光エネルギーを照射し、これを励起状態にした後に発する蛍光の強さを測定するというものである。これまでのほとんどの事例では、Heinz Walz GmbH 社(ドイツ)による植物体にセンサーを接触させる一点測定による手法が用いられてきたが、本研究では、Photon Systems Instruments(PSI)社製(チェコ)の Handy Fluor Cam を用いる(写真1)。これは、植物体から多少離れた位置からの計測が可能であり、最大 16cm²の面積を捉えることができる。水工学分野では、実際のフィールドで生じている基盤となる礫が動き、また、常時流下物の質や量が異なるという複雑な条件をどう考慮するかが重要である。従って、こうした手法により個々の細胞の状態を把握することは当然重要で有益であるが、粗くともある程度の範囲でその環境ごと評価することを意識したもので、リモートセンシングの微小版として利用するという発想である。

3. 方法

水中で測定を行うために特殊ケースを発注した。機器をこのケースに入れて対象物を乱さずに直接測定を行う(写真2)。測定はその原理の性質上、暗条件となる夜間に行う。また事前に、現地の礫だけではなく、セラミック平板を敷いて、藻類の発生段階から生長の過程の把握を試みる。後日、バイオフィルムの発達を確認するため、設置したセラミック平板を実験室に持ち帰り、バクテリアのコロニーや微小センサーおよび微量電流測定器(ユニセンス社製、PA2000(デンマーク))を用いてバイオフィルム層内の酸素や pH のプロファイルを測定する。

調査は2009年6月より、荒川水系中津川上流域に建設された滝沢ダムの約6km上流地点とダムサイト直下において試行中である。調査時にはプランクトンネットを設置して流下物を採取し、これらが堆積しやすい流速の遅い河川の縁と流速の速い平瀬で比較する(写真3)。

4. 実験室内における評価

現場で藻類の繁茂状況を視察すると、流速の遅い際において糸状藻がより繁茂している光景が見られるが、同時に流下物も堆積しやすく、枯死した藻類も多くみられる。こうした場所ではリターからの腐食酸の溶出が生じているが、これが条件によっては生物の生理機能をより活発にする場合と、不利にする場合とがあり、不明な点が多い³⁾。こうした環境を実験室内で再現し、腐食酸の与える影響を調べている(図2)。この場合の測定は個々の礫を対象に測定することに加えて、Heinz Walz GmbH 社(ドイツ)による Junior PAM を用いてスポット的に評価する。この2つの機器を合わせて行うことで、多少測定条件が異なる機器の測定精度の検証にも用いられる。なお、室内実験では人工照明を用いているので、昼夜を逆転させることで昼間に暗条件にして作業を行う。

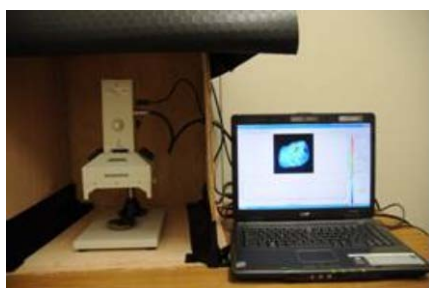
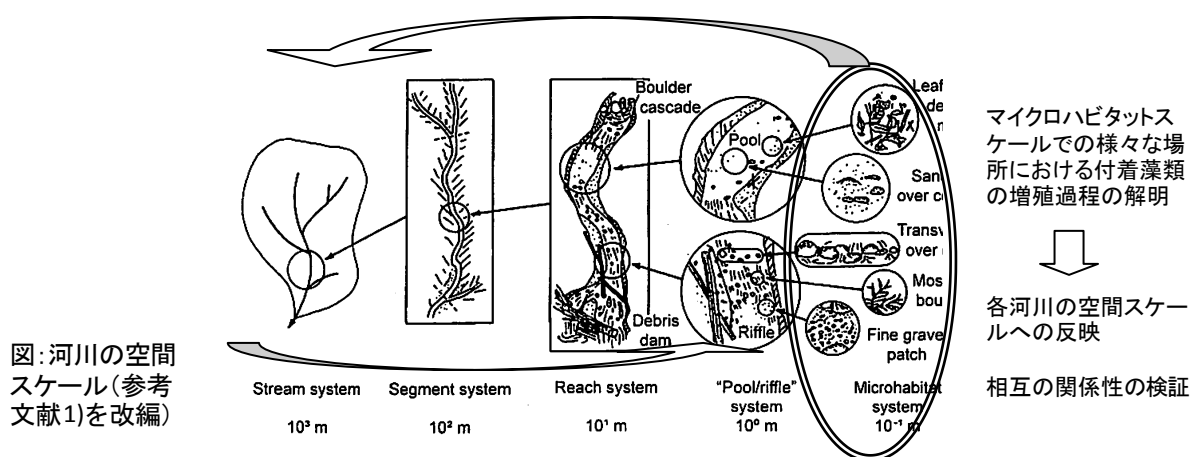


写真1 Handy Fluor Cam による蛍光測定

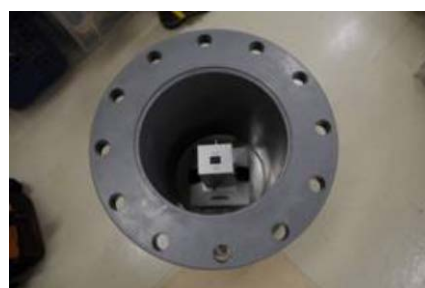


写真2 現地直接測定用ケース底は透明アクリル



写真3 現場での測定環境

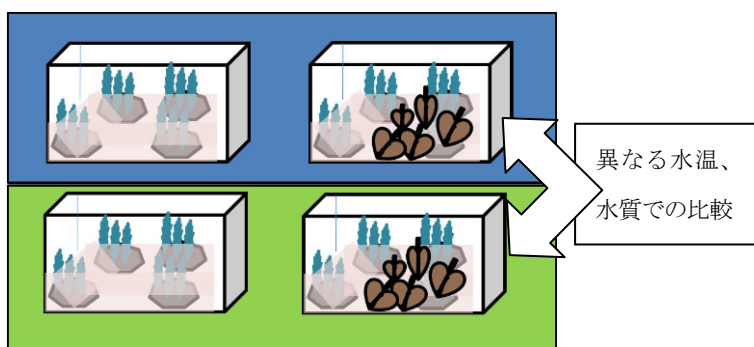


図2 リターによる腐食酸の影響評価実験イメージ

- 1) Allan, J.D. and Castillo, M.M. eds.: Primary producers, Stream Ecology 2nd edition, Springer, 105-134, 2007.
- 2) Govindjee: Sixty-years since Kautsky: Chlorophyll a Fluorescence, Aust. J. Plant. Physiol., 22, 131-160, 1995.
- 3) Christian E.W. Steinberg: Direct effects on organisms and niche differentiation, Ecology of Humic Substances in Freshwaters, Springer, 269-322, 2003.