

河川付着藻類現存量(クロロフィル a)の現地簡易計測法の提案

井芹 寧(西日本技術開発(株) 環境部)

藤田和夫・矢野真一郎(九州大学 工学部)

1. はじめに

河川生態系を評価する際には、食物網の最も基本的なレベルに位置している基礎生産者すなわち付着藻類の現存量を把握することが重要である。付着藻類の現存量の計測には、河床石礫の一定範囲に付着する生物膜を採取し、採取試料について検鏡により付着藻類の細胞数を計測する方法があるが、同定技術が必要とするため、藻類細胞が含有する光合成色素のクロロフィル量を計測する方法がとられることが多い。付着藻類の試料採取は、生物膜が形成された石礫を河床から取り上げ、陸上部でブラシや洗ビン等の器具を用いて付着膜を剥がしとる方法が一般的である。

近年、河川生物のハビタットとして河川環境を評価する事例が増えている。この場合、河川水域全体の多種の環境を評価するため、広範囲に試料を採取する必要があるが、河床に適当な石礫がなく、試料採取が困難なことが多い。特に、アユのハビタット評価においては、ハミアトの多い巨石の付着藻類を採取することが重要となるケースがあるが、巨石が人力で河床から取り上げ不可能なため、試料採取をあきらめなければならないことがある。また、自然河川と、三面コンクリート水路の環境を比較する場合など、後者では試料採取が困難で、評価自体が成り立たない。さらに、正確なハビタット評価には、できるだけ多くの箇所において試料を採取し付着藻類現存量を把握すべきであるが、分析工程の手間から、おのずと試料数には限界を生じる。

以上のとおり、従来の河床石礫を取り上げ、ゴム杵等で方形区を設定後、試料を採取する従来法は多くの問題点がある。

そこで、筆者はわが国の標準的な付着藻類調査方法(河川水辺の国勢調査等)と整合性を有し、原位置で試料採取が可能な水中付着膜採取器具と、多項目水質計を組み合わせた付着藻類現存量簡易計測法を考案し現場適用を試みた。

2. 水中付着藻類採取器具

アクリル板を加工して、5cm×5cmの枠内の付着膜が採取できる水中付着藻類採取器具(九州大学水理研方式)を作成した(写真-1)。装置は石礫面に接する部分に弾力のあるゴム緩衝材、試料採取後に密封するためのシャッター、試料を保存するゴム袋、付着膜をはく離するブラシからなる。試料採取は、装置を水中の石礫に密着させた後、シャッターを開け、ブラシを外側からつかみ、石礫面の生物膜を剥ぎ落とす。その後、シャッターを閉め試料を密閉した後、水上に取り上げる。試料水が入ったゴム袋は取り外し保管する(図-1 参照)。



写真-1 水中付着膜採取器具(九大水理研方式)



図-1 試料採取概要図

3. クロロフィル計測方法

採取した試料は、クロロフィル(a)センサーを装備した多項目水質計を用いてクロロフィル(a)濃度を計測する。採取試料を計量容器に移し一定水量に調整した後、試料水を均一化するため攪拌した状態で計測を実施する。筆者は試料水を300mLに調整した後、センサーカバーに試料水を入れた状態で水質の計測が可能なYSI6600(YSI ナノテック社製)を用いて測定を行った(以下簡易法)。

4. 現地調査への適用事例

(1) 筑後川大山川流域の概要

九州地方筑後川の上流域に位置する大山川では、河川生態系の回復のため、アユの遡上・産卵期を中心に、上流のダムから放流量の増加措置が実施されている。また、本流域の特徴として、河床に直径1mを超える巨石が数多く存在する。この巨石の上、側面に多くのアユのハミアトが観察されており、巨石の付着藻類はアユの生息にとって重要な位置付けにあるものと考えられている。

(2) 方法

異なる河川放流量条件下において、アユの食餌環境としての巨石付着藻類量を把握することを目的として、2006年

3月19日(河川流量;2.8m³/s)と4月13日(河川流量;4.5m³/s)に、**図-2**に示す河床巨石の左側面・右側面・後面の上・中・下、合計9点において、石礫面流速を測定し、水中付着藻類採取器具で試料を採取し、クロロフィルa(Chl-a)を簡易測定法により測定した。また、3月19日調査時には簡易測定を行った試料を実験室に持ち帰り、従来法(上水試験方法に準じた)であるGF吸引ろ別後試料のアセトン抽出吸光光度法によりChl-a($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)を定量分析した。さらに、3月5日(流量;1.8m³/s)において、付着藻類の横断的な分布を把握することを目的として、河川横断方向の4m間隔の付着藻類について試料を採取し、簡易測定法によりChl-aを測定した。

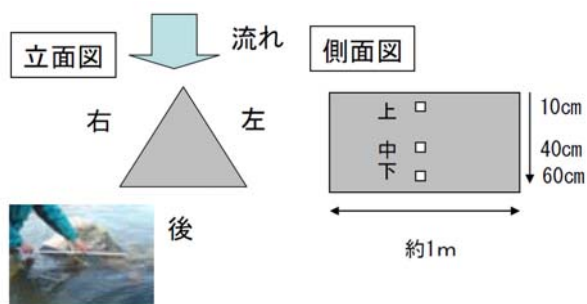


図-2 巨石の試料採取位置

(3) 結果

巨石から採取した試料において、アセトン抽出吸光光度法と簡易測定法のChl-aの関係を**図-3**に示す。これにより、両方の測定結果間には相関関係があり、簡易測定法により測定後、この関係を用いて変換することにより、単位面積当たりの付着藻類量を測定できることが示された。簡易測定法計測値の変換値を比較することで、大山水域の付着藻類に関して以下の評価が得られた。

まず、巨石におけるChl-aと生物膜採取石礫表面の流速分布を**図-4**に示す。これより、流量の違い、採取位置によるChl-aの差異が認められ、特に、河川流量が増加すると巨石の後面でChl-aが増加することが明らかとなった。次にChl-aと底層流速の河川横断分布を**図-5**に示す。これより、ワンドや止水域と比較して、河川中央の主流水域でChl-aが多いことが明らかとなった。さらに、Chl-a/濁度

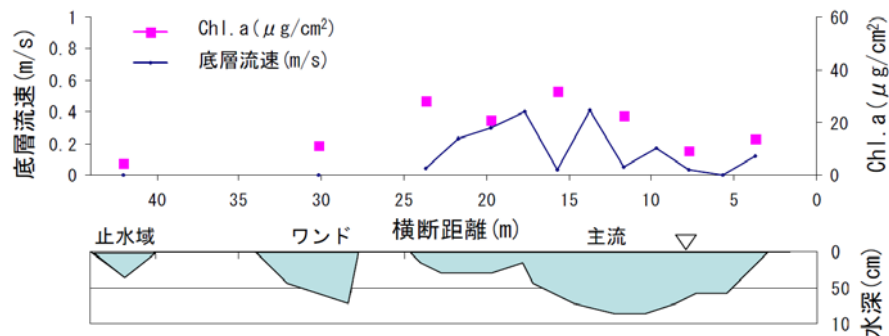


図-5 クロロフィルと底面流速の河川横断分布

比と水深、底層流速の間に一定の傾向が見られるなど、新たな環境指標の創出の可能性が示唆された(**図-6**参照)。

5. まとめ

新たに提案した付着藻類現存量測定法により、水中における付着藻類の試料採取と現地における多試料のクロロフィルaの簡易計測が可能となり、河川横断方向の藻類量の変化や巨石表面の位置の違いによる付着藻類量の流量変化への応答の特徴が把握できた。

新提案測定法と従来法の比較を**表-1**に、新提案測定法の試料採取手順を**図-7**にまとめた。

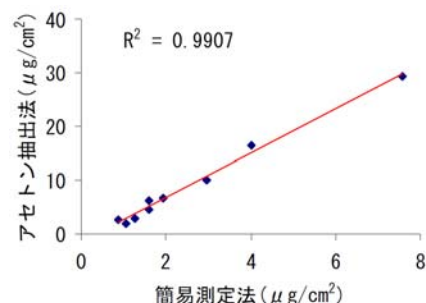


図-3 吸光光度法と簡易測定法の関係

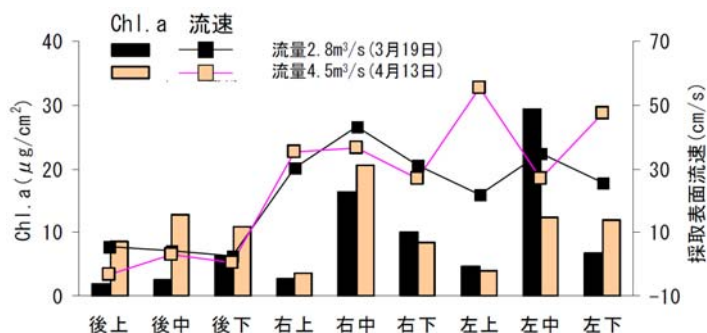


図-4 巨石の付着藻類調査結果

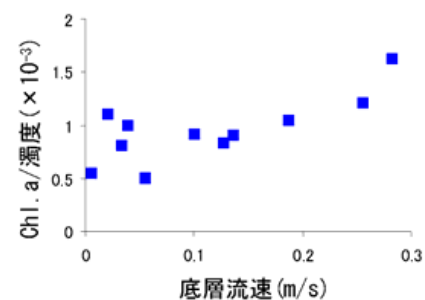
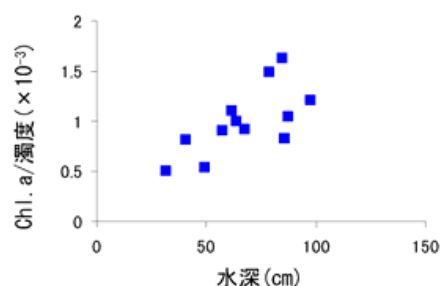


図-6 Chl-a/濁度と環境条件の関係

表-1 河床付着藻類現存量 (Chl-a) 測定法の比較

項 目	従 来 法 (採取:石礫採取、ブラシ剥離、洗い出し法) (分析:アセトン抽出吸光度法)	新 手 法 (採取:九大水理研方式水中生物膜採取器具) (計測:多項目水質計利用法)
試料採取・計測範囲	人力で河床から採取、川岸等水上に運搬可能な石礫に限られる。	従来法で採取可能な石礫に加え、採取・運搬ができない巨石、岩盤、コンクリート面も採取可能である。
試料の損失	採取時に石礫を動かすことによる乱れ、水上部への持ち上げ時の石礫表面流などの影響を受け、試料が損失する。	密閉した後、採取作業を行うので試料の損失がほとんどない。
サンプリングの 手間	水中部から付着膜採取作業をする川岸等に試料を運搬する手間がかかる。採取必要面以外を剥ぎ落とした後、採取面をはぎ落とす2段の工程が必要である。ブラシ、洗ピン、バット等複数の器具が必要で、2名作業が標準である。	器具に採取に必要な部品は全て装備しており、石礫が位置する水中部で付着膜採取まで終わることができる。作業は1名で可能である。
採取試料の 転用	クロロフィル等色素計測専用の試料となる。	試料には前処理、加工を加えないので、計測後生物組成分析試料への転用が可能である。
同一地点継続調査	採取のたびに石礫を取り上げるので、同一石礫、同一条件における継続調査には向かない。	石礫を動かさず採取が可能であり、石礫周辺環境を乱さない。同一石礫の継続調査が可能である。
標準化	河川水辺の国勢調査等のマニュアルにも採用され、わが国では標準的な手法となっている。	水中で作業すること以外は、従来法と同様な採取範囲、採取方法をとっており、従来法との整合性を有する。
サンプリングによる環境影響	水上に取り上げ採取範囲以外の付着膜もはぎ取るなど、採取石礫に付着する生物全体に影響を及ぼす。採取作業時に河床構造を乱す。現状復帰させるには石礫を元の状態に戻す必要がある。	ほぼ、石礫の採取面のみへの影響に限られる。河床構造を乱さない。
前処理	生物膜資料はサンプリング後の試料の変質が進みやすいため、ろ別乾燥等の前処理や、冷蔵状態で速やかに持ち帰り分析に供する必要がある。	現地で試料採取後直ちに測定値を得ることが可能で、前処理を要しない。
分析	試料調整、抽出、機器分析等数段階の作業工程があり、分析操作が煩雑で熟達が必要である。試料調整、分析作業には1〜数十サンプルで数時間を要する。	測定は簡易的で、特別な知識、技術を要しない。1サンプルについて試料調整、分析時間は数分で終了し、多試料分析が可能である。
分析値の精度等	分析方法が標準化されており、測定値は一定の精度が保たれ比較的安定している。	検証例が少なく、絶対値による評価には従来法とクロスチェックし分析値の信頼性を確認した上、適用することが望ましい。
薬品	有機溶媒など有害な薬品を使用する。	計器測定であり、有害な薬品は使用しない。
分析項目	クロロフィルの色素別(a,b,c...)の計測、その他の光合成色素、酸処理後のフェオフィチン等の分析が可能である。	計器のセンサーにより総クロロフィル、クロロフィルaの単独計測となる。クロロフィル以外の色素センサーを装備する機種が開発されている。濁度等、同時に取り付けられているセンサー項目の計測が可能である。
標準化	吸光光度法、蛍光光度法等が測定法として標準化されている。	計器の測定方式、メーカー別特性、クロロフィル以外の物質の影響、希釈水量等、従来法との整合性を確認する必要がある。
総 合	採取分析が小石礫に限られるので、条件によっては結果が河床全体の状況を反映しているとはいえない。河床の構造(岩盤、コンクリート、巨石等)によっては試料採取が不可能である。試料採取、分析の手間から試料数が制限される。分析には多くの器具・機器、管理された実験室が必要である。廃液処理の手間を要する。専門家以外も対象とした場合、汎用的な手法とはいえない。	河床石礫等の状況に左右されず試料採取、計測が容易であり、多試料の採取分析が可能である。したがって、対象河床全体の正確な情報を得ることが出来る。現地で測定値を確認した上、試料採取計画の修正が可能である。有害な薬品を使用せず、測定に専門的知識を要しないので、観察会、教育活動などで利用でき、広範なデータを得ることが可能である。

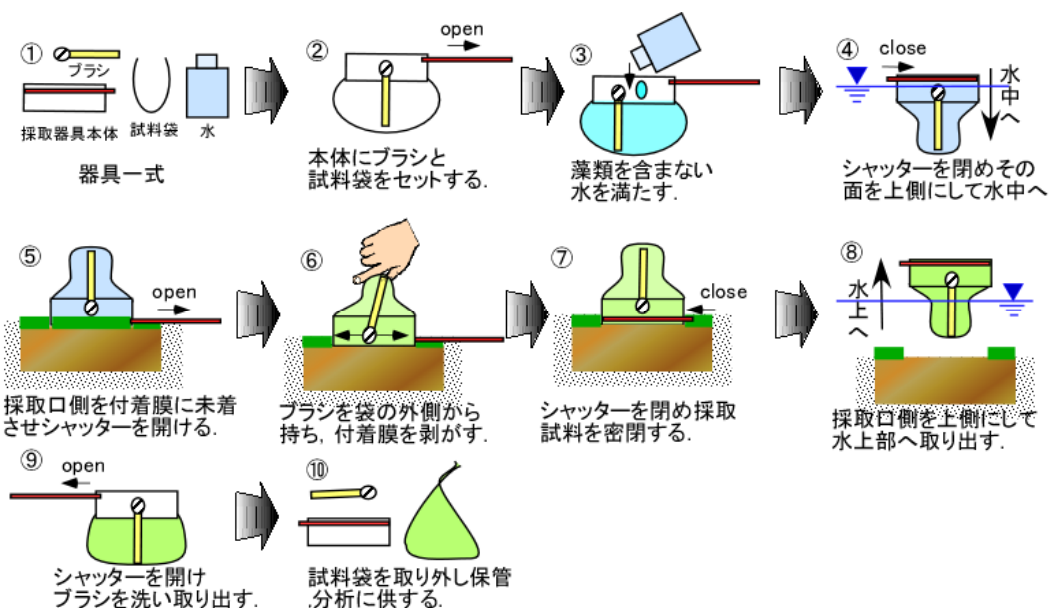


図-7 試料採取の手順