河川上流域での付着生物膜の発達に及ぼす素材の影響

石巻専修大学理工学部　○（正会員）高崎みつる　高橋俊策
環境工学株式会社　（正会員）　酒見ゆき

１.はじめに

河川の源流域や上流域にはまだ多くの自然が残され、多くの植物、昆虫、魚など生き物が生息している。このような源流域から上流域での河川内生態系は河川内で生産されたものと、川に入って来る生産物によって支えられている。源流や上流の流れは速く、通過時間が短いことから、この流域で河川内の主な生産は河川河床の礫、岩、倒木／流木に付着生息する生物によって支えられていると思える。河川内に置かれた構造物なども、生産の場となることに違いは無いだろう。このように山間地の源流域での付着生物から始まる生産は、同じ付着生物でも廃水処理や都市河川に出現するものとは異なった意味合いを持っている。従って、自然の豊かな恵みを育むことに適した素材の選定は、源流や上流域の生物生産を支え、生態系の維持に適したものでもある。

本報告はこのような背景から、河川構造物や工事で使われる可能性のある７種類の素材を対象に、付着生物膜の発達を基準に、素材毎の比較や流速の影響に関して検討を行なった。

２.調査対象と方法

調査は宮城県北部の奥羽山脈を水源とする鳴瀬川で行なった。調査地点は、奥羽山脈内の源流一箇所と、人里に入った上流の一箇所の 2 点で、後者では、堰横に設けられた魚道を利用し、異なる流速ポイント３箇所に調査セットを設置した。両ポイント共河床は大きめの石や礫、岩で覆われ護岸の無い河岸はヨシやマコモの植生も観察された。源流地点（以降ここを st.1 とする）の上流には民家や牧場、畑などが全くなく、この区間の流れは稜線に近い渓流で、殆どが人の手の入っていない河川になっている。人里に入った上流地点は周辺に水田／畑が点在し、集落も存在する山間部を流れる河川である。このポイントにある堰に設けられた魚道は幅９０cm 深さ６０cm の矩形をしたコンクリート製である。このポイントでの調査セット設置 st.2 は魚道直前で、流速の穏やかな（平均流速 7.85[cm/sec]）ポイント、st.3 は魚道中間の流速のやや強い（平均流速 32.7[cm/sec]）ポイント、st.4 は st.3 と st.4 の間に流入する水路の影響を受け、流速の強い（平均流速42.0[cm/sec]）ポイントである。St.2 から st.4 の距離は約30m である。調査期間は 01 年９月上旬から１２月下旬までの期間で、合計５回の調査を実施した。

実験で検討した素材は、花崗岩、広葉樹、針葉樹、タイル（表滑面）、タイル（裏粗面）コンクリート、下水処理で用いられる接触材（塩化ビニリデン）の７種類である。接触材については繊維一本当たりを根拠にその積算値としての表面積を算出し、接触材以外の素材は予め表面積を求め、分析時に備えた。７つの素材は、縦 40.5[cm]横 24.5[cm]のプラスチック製の板に固定して実験セットとした。実験セットの河床への固定は素材表面までの水深が各ポイント共ほとんど一定になるよう注意して行なった。生物膜の採取方法は、実験セットを河床に固定してから、一定期間設置後、各素材の表面をブラシで強制的に剥離させ行なった。

分析項目は、クロロフィル a、フィオフィチン a、乾燥重量、強熱減量である。生物膜の採取時には pH、水温などに加え、濁度、色度、窒素（T-N+無機三態＋有機態 N）リン（T-P,PO4-P）ケイ酸、TOC、金属元素などの水質の測定も行なった。調査セットに置かれた７種類の素材は付着生物膜と流速の関係を求める為、各素材直上での流速を測定した。流速測定にはプロペラ直系10mm の流速計を用いた。

3.調査結果と考察

調査対象期間中の2 地点４ポイントの水質は、観測日毎のばらつきが大きくTOC は最小1.3mg/l、最大6.0mg/l の範囲を示した。ポイント毎の水質はTOC でst.1＜st.2,st.3＜st.4 となっていた。st.１からst.2 st.3 までのTOC 増加は0.9mg/l 程（平均値）st.1 からst.4 までのTOC 増加は1.2mg/l （平均値）となっていた。ケイ酸や溶存態総窒素、溶存態総リ

Keywords 河川源流　付着生物膜　流速　クロロフィル-a　素材

連絡先：宮城県石巻市南境新水戸１　石巻専修大学理工学部　tel：0225-22-7716/7711
東京都立川市曙町2 丁目　　環境工学株式会社　tel：042-525-3767

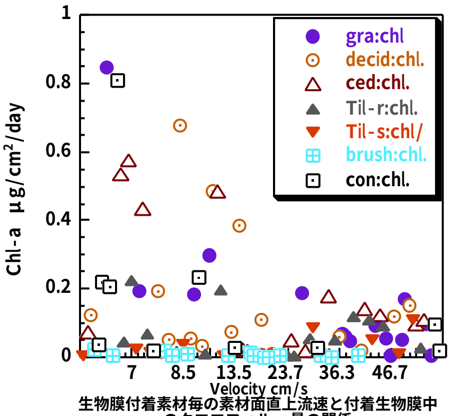
ンにはTOC ほどの変化が見られず、地点間のばらつきは小さかった。

Fig.1 に各素材直上の流速（横軸）に対するクロロフィル-a 量を示す。全体的に流れの遅い方でクロロフィル-a は大きな値を示していた。ただし、素材によって流速分布に対する付着生物膜中クロロフィル-a 量は異なっていた。流速 7cm～13.5cm の範囲では、針葉樹や広葉樹に突出して多くのクロロフィル-a が見い出された。流速が 13.5cm 以上の領域での値は低くなっていたが、そのなかでも花崗岩、針葉樹、広葉樹に他の素材より多くのクロロフィル-a が見出せた。天然素材系の自然石や針葉樹、広葉樹では、全体的に一次生産の指標と言えるクロロフィル-a の高い値が見出せた。コンクリートは流れの遅い領域の一点で高い値を示したが、この一点以外は全般的に天然素材より一次生産への関与と言った評価軸で見ると劣っていた。Fig.2 には、流速と一次生産の活性段階（分解）の指標となるフィオ色素の関係を示す。この図からはクロロフィル-a の値の小さかった塩化ビニリデン接触材のフィオ色素が際立って大きな値を示している傾向が認められる。実験に用いた接触材はひも状のブラシのような形状を持つもので、接触材の内部には、容易に植物プランクトンが入り込める。この結果は、流水や光に直接触れる面に対し、内部に潜り込んだ面が大きな接触材の構造上の特徴によって出てきたと思える。

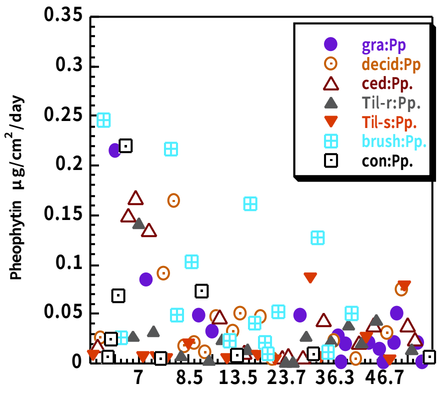
全体的にはフィオ色素もクロロフィル-a と同様、流速の遅い所で大きく、流れが速くなっていくと小さな値を示す傾向になっていた。流速の大きな領域では塩化ビニリデンの接触材とともにタイル（滑面）がフィオ色素の大きな値を示していた。Fig.3 に各素材毎の付着物乾燥重量と流速との関係を示す。この図ではクロロフィル-a／フィオ色素と流速の関係図と異なり、極大値が低流速領域になかった。付着物量のピークは 11cm/s あたりに出現していた。Fig.3 で付着物のピークが低流速側に片寄らなかった理由には水棲昆虫カウント有無も影響しているだろう。付着物の多くは植物プランクトンと原生動物だったが、水棲昆虫も数多く見出せた。付着物量測定では水棲昆虫（トビケラ、トンボの幼虫など）は除いているため、これが水の中の生態系や生物総量をすっかり表しているとは言い難い。水棲昆虫が多く巣を作っていた素材は、花崗岩、広葉樹、針葉樹の天然素材組となっていた..

4.おわりに

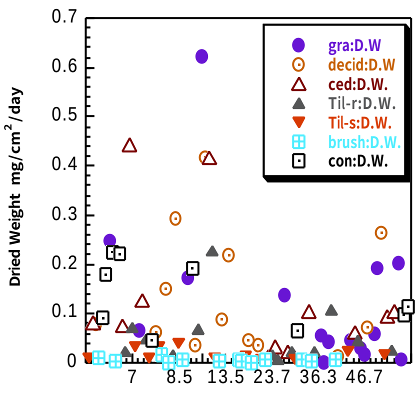
河川の源流域や上流域で花崗岩、広葉樹、針葉樹、タイル（滑面）タイル（粗面）、コンクリート、塩化ビニリデン接触材に対し、付着生物膜中のクロロフィル-a、フィオ色素、乾燥重量と流速の関係を検討した。観測結果に水質の影響がどの程度反映されているか曖昧な点はあるが、クロロフィル-a は全体的に流速の遅い水域に多いこと、天然系の素材ではクロロフィル-a の含有量が全体的に多いことが示された。また、接触材（塩化ビニリデン）は付着膜中に分解生成物を多く含有していた。



生物膜付着素材毎の素材面直上流速と付着生物膜中のクロロフィル-a量の関係
●:花崗岩◎広葉樹△針葉樹▲タイル粗▼タイル滑田ブラシ　□コンクリート
Fig.1



Velocity cm/s
生物膜付着素材毎の素材面直上流速と付着生物膜中のフィオフィチン量の関係
●:花崗岩◎広葉樹△針葉樹▲タイル粗▼タイル滑田ブラシ　□コンクリート
Fig.2



Velocity cm/s
生物膜付着素材毎の素材面直上流速と付着生物膜中の乾燥重量の関係
●:花崗岩◎広葉樹△針葉樹▲タイル粗▼タイル滑田ブラシ　□コンクリート
Fig.3

謝辞　本研究は国土交通省東北地方建設局「海の生態系を支える河川システム研究会」の一部として行なわれた。関係各位に深謝致します。