

掃流砂の衝突による糸状型付着藻類の強制剥離に関する基礎的研究

東京工業大学大学院 学生会員 ○大澤 秀一
 東京工業大学大学院 学生会員 浅野 誠一郎
 東京工業大学大学院 フェロー会員 池田 駿介
 東京工業大学大学院 正会員 大澤 和敏

1. はじめに

現在、日本のダム直下の河川ではダム建設後の流量の安定、下流への土砂供給の減少などにより、河床攪乱の減少、河床材料の粗粒化が起きている。これに伴い、付着藻類の剥離・更新が行われなくなり、アオミドロやカワシオグサ等の大型の糸状型付着藻類が異常繁茂する現象が生じ、付着藻類を餌とする底生生物、魚類、それらを含む生態系への影響が懸念されている。

この問題への対策の1つとして、河床材料が粗粒化した河川に土砂を供給し、掃流された土砂との衝突により、異常繁茂した付着藻類を強制的に剥離させる事が、現在試みられている。一方で、効果的な土砂の供給方法に関して十分な検討がなされていない。

本研究では、土砂供給による藻類の剥離・更新を効果的に実施する方法を検討する上で有用な知見を得ることを目的とし、室内実験を行った。

2. 実験の概要

実験では、「藻類を培養した素焼タイルを模擬河床として用いた実験」（以後実験①と表記）と「実河川の藻類の付着した巨礫を模擬河床として用いた実験」（以後実験②と表記）の2種類の実験を行った。両実験は、図1に示すような実験水路内への土砂投入によって掃流砂を伴った流れを造り出し、平坦面上の付着藻類を剥離させるものである。また、藻類量として単位面積当たりの藻類の付着面積を被覆率と定義し、それを測定する事で実験中の藻類量の変化を調べた。

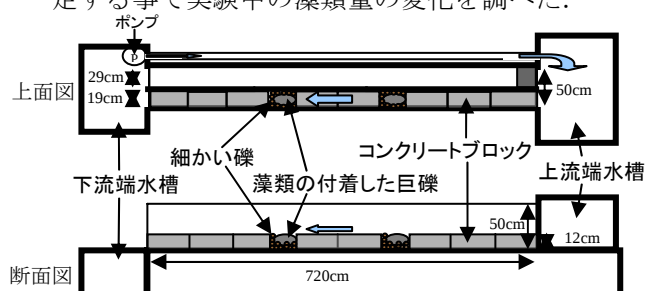


図1：実験②に用いた水路の概要

3. 実験の結果および考察

実験①では、投入した土砂の粒径ごとに土砂の投入量や水理条件（流量、水路勾配等）を変えて実験を行った。なお、本研究では「中央粒径」を単に「粒径」と示す。水理条件は、投入した土砂の無次元掃流力が0.03（粒径3.6mmの土砂のみ0.05）に近づくように決定した。以下の図2に実験①における被覆率の時間変化を示す。なお、図2において測定点間が実線のグラフは2週間培養した付着藻類を用いたケースの結果、点線のものは5週間培養した付着藻類を用いたケースの結果である。また、凡例に示された粒径は投入した土砂のものである。

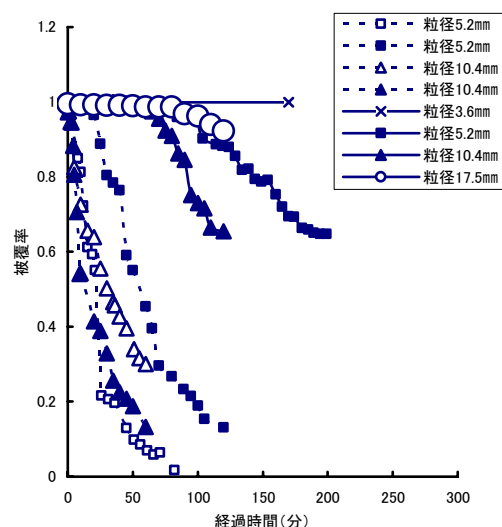


図2：実験①における被覆率の時間変化

図2から、5週間培養された付着藻類の方が2週間のものよりも被覆率の減少速度および実験終了時点での被覆率の減少量が大きかった事がわかる。5週間培養した藻類の方が2週間培養したものに比べ、藻類量が多い反面、付着基板付近の藻類へ光や栄養塩が十分に供給されず、付着力が弱まっていた事が推測される。この事が、上述のように藻類の培養期間が異なるケース間で、被覆率の減少速度や減少量に顕著な違いが生

キーワード 糸状藻類、強制剥離、河川生態系、掃流砂

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1-M1-1 東京工業大学 TEL03-5734-2597 FAX03-5734-3577

じた原因の一つとして考えられる。また、図2から、2週間培養した藻類を用いた場合に関しては、粒径10.4mmのケースが最も短時間で被覆率の減少が進んでいる事がわかるが、実験条件と被覆率の減少量あるいは減少速度との間には明確な関係は見られないと言える。

実験②では、2種類の水理条件を固定し、その中で投入する土砂の粒径を変えて実験を行った。また、実験は各実験条件で2～3回ずつ行われた。そして、既往の研究結果を基にし、掃流砂が藻類の付着面に衝突した時に摩擦力によってなされる単位面積、単位時間当たりの仕事量 Wr を、実験中に土砂の動きを撮影した画像と以下の式(1)から見積もった。

$$Wr = W \times Ns = 2\mu mu_0 v_0 \times \frac{q_B}{L_s \left(\frac{\pi}{6} \right) d^3} \quad (1)$$

ここに、 W : 1個の土砂の衝突時になされる仕事量、 Ns : 土砂が単位面積、単位時間当たりに衝突する回数、 μ : 動摩擦係数、 m : 水中での付加重量を考慮した土砂の重量、 d : 土砂の粒径、 q_B : 単位幅流砂量、 L_s : 土砂の跳躍距離、 u_0 : 流下方向を正とする土砂の河床に対して平行な方向の速度、 v_0 : 衝突直前における土砂の河床に対して鉛直下向きの速さである。また、剥離実験開始後90分の時点での被覆率の減少率(被覆率の減少量を実験開始前の被覆率の値で除したもので、以後、剥離率と表記)を剥離速度の指標として算出した。

以上のように得られた剥離率と Wr の関係をグラフにプロットし、以下の図3に示す。なお、図3の凡例は実験条件を示しており、粒径は投入した土砂のもの、括弧内はその土砂についての無次元掃流力の値である。

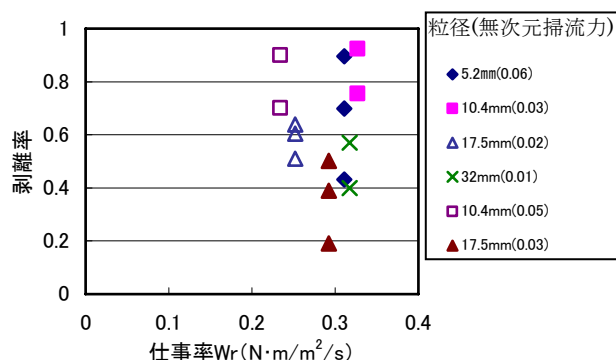


図3: Wr と剥離率の関係 (実験②)

図3において、凡例に示されている実験条件の違いと剥離率の関係に注目すると、同じ実験条件下での剥離率にばらつきは見られるが、それらを実験条件の異なるケース間で比較すると、投入した土砂の粒径が

10.4mmで無次元掃流力が0.03及び0.05のケースが平均的には最も大きな剥離率を示している事がわかる。一方で、実験①の2週間培養した藻類を用いた場合と同様、投入土砂の粒径や水理条件等の実験条件と被覆率の減少速度との間に明確な関係は見られないと言える。

図3における Wr は実験条件ごとに算定しているの、実験条件が同じであれば Wr は同じ値である。図3において、 Wr と剥離率の関係に注目すると、 Wr の値は実験条件の異なるケース間で、最大で40%程度の差が見られるが、一方で、同じ実験条件の実験を2～3回行った結果得られた剥離率の平均値は実験条件の異なるケース間で2倍以上異なる場合がある事がわかる。よって、 Wr には大きな差が無くても、投入土砂の大きさや水理条件の違いによって、付着藻類の剥離速度は大きく異なる場合がある事がわかる。なお、ここでの水理条件の違いは、投入した土砂の水中での移動速度に影響するので、式(1)における W (土砂1個が衝突した時になされる仕事量) や Ns (土砂の河床への衝突回数) の違いと関連付けられる事がわかる。

既往の研究では Wr が増加すれば、剥離速度も増加する事が報告されており、実河川において大きな Wr が与えられるように土砂供給を行えば、短時間で付着藻類を剥離させる事ができると考えられる。そして、上述の実験②に関する考察から Wr の与え方、つまり投入する土砂の粒径や河川の水理条件次第で、さらに短時間で藻類を剥離させる事ができる場合があると考えられる。

4. 本研究の結論

実験①で培養したような、藻類膜を形成して増殖する付着藻類に関しては、成長段階が異なると剥離過程、剥離速度に違いが見られ、ある程度増殖した付着藻類の方がそれよりも前の成長段階の付着藻類よりも剥離され易い。

Wr が増加すれば、付着藻類の剥離速度が増加する事が既往の研究で報告されているが、本実験結果より、同程度の値の Wr でも、その与え方、つまり投入する土砂の粒径や水理条件次第で、さらに剥離速度が増加する可能性がある。

参考文献

田代喬: ダム下流河道における河床の低撓乱化に注目した水域生態系評価に関する研究, 名古屋大学学位論文, 2004.