

ダム下流において異常繁茂した糸状藻類の強制剥離に関する研究

東京工業大学大学院	正会員	○赤松 良久
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	正会員	大澤 和敏
東京工業大学大学院	フェロー会員	池田 駿介

1. はじめに

ダムは治水・利水の観点から必要不可欠であるが、一方では河川環境の縦断方向への連続性を遮断し、その下流において流量調節による流況の平滑化、流送土砂量の減少による河床の粗粒化、貯水による水温・水質の変化などをもたらしている。このような水質の変化や河床攪乱頻度の減少は糸状藻類の異常繁茂を招き、河川生態系の根幹をなしている河床付着藻類の動態を大きく変化させている。近年、ダムからのフラッシュ放流による河川環境の回復への取り組みが始められ、糸状藻類の強制的な剥離に関しても研究が行われつつある。

糸状藻類は流水の掃流力のみによって剥離させることは困難であると言われ、掃流砂が河床上を移動し衝突することによる剥離を期待する必要がある。そこで、本研究では土砂による糸状藻類の剥離について室内実験を行うとともに、神奈川県相模川水系の宮ヶ瀬ダム下流におけるフラッシュ放流による糸状藻類の強制的な剥離について検討した。

2. 付着藻類の剥離と河床への土砂の仕事量の関係

付着藻類の剥離と河床への土砂がなす仕事の関係について水路実験により検討した。神奈川県相模川水系の宮ヶ瀬ダム下流域の糸状藻類（緑藻のアオミドロ属）を用いて、水路の上流から土砂を投入し、土砂粒径と各水理量を系統的に変化させて、糸状藻類の強制的な剥離実験を行った。実験から得られた各粒径 d_i ($d_1=5.2\text{mm}$, $d_2=10.4\text{mm}$, $d_3=17.5\text{mm}$, $d_4=31.8\text{mm}$) の土砂が単位面積あたりの礫になす仕事量 W_i と剥離率 p_i の関係を図-1 に示す。仕事量の算出には田代ら¹⁾が提案した以下の式を用いた。

$$W_i = \gamma q_{Bi} d_i^{1/3} u_*^{2/3} \quad (1)$$

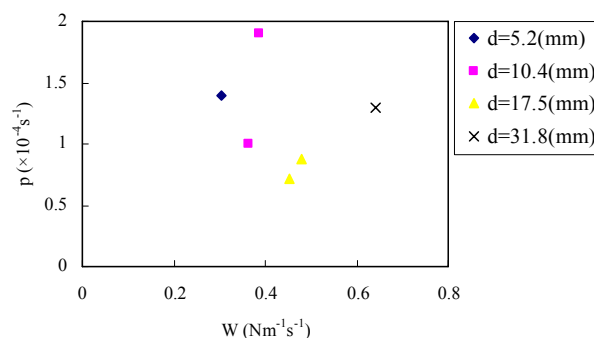


図-1 単位時間、単位面積あたりの仕事量と糸状藻類の剥離率の関係

ここで、 q_{Bi} :各粒径の土砂の掃流砂量(m^2s^{-1}), u_* :摩擦速度(ms^{-1})であり、 $\gamma=4.94\times 10^5(\text{Nm}^{-4}\text{s}^{2/3})$ とした。粒径 $d_0=3.6\text{mm}$ の土砂でも同様の実験を行ったものの、藻類の剥離はまったく見られなかった。このことを加味すると、図-1 の結果から 5~10mm 程度の粒径の土砂が付着藻類の剥離にもっとも効果的であると考えられる。

また、仕事量 W_i と剥離率 p_i には近似的に線形の関係があると考えられ¹⁾、それぞれの粒径の土砂について以下の関係式が成り立つとした。

$$p_i = \alpha_i W_i \quad (2)$$

ここで、 α_i は各粒径に対する藻類の剥離抵抗を表す係数で実験結果から $\alpha_1=4.6\times 10^{-4}$, $\alpha_2=3.9\times 10^{-4}$, $\alpha_3=2.0\times 10^{-4}$, $\alpha_4=1.7\times 10^{-4}$ とした。

3. 現地観測

観測は神奈川県相模川水系の宮ヶ瀬ダム下流の中津川を対象として行った(図-2)。対象域では糸状藻類の異常繁茂が顕著であり、河川環境改善のため宮ヶ瀬ダムではフラッシュ放流を実施している。そこで、図-2 中の赤枠で示す調査域でフラッシュ放流前後での付着藻類の現存量や放流期間中の流れ・水位

キーワード 糸状藻類, 強制剥離, 河川生態系, 掃流砂量

連絡先 〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 TEL 045-924-5515 FAX 045-924-5549

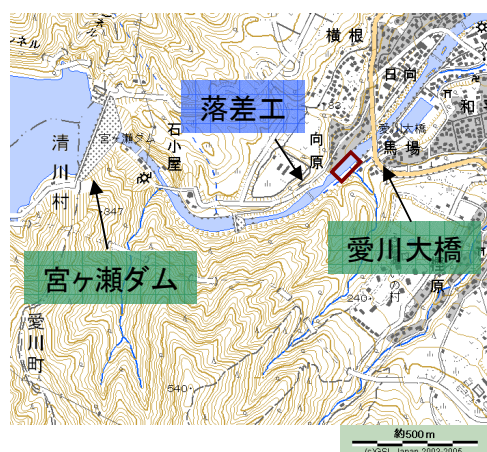


図-2 観測対象域

といった水理条件の測定を行った。また、放流前に河床材料の採取も行った。対象とした2005年10月15日のフラッシュ放流時の放流量の時系列変化を図-3に示す。

図-4に観測から得られた放流前の河床材料の粒度分布を示す。ダムによる河床の粗粒化が顕著に見られ、付着藻類の剥離に有効と考えられる5～10mm程度の粒径の土砂が河床にはほとんど存在していないことがわかる。表-1に放流前後の単位面積あたりの付着藻類の強熱減量を示す(10個の礫上の付着藻類を採取し、その平均値を求めた)。糸状藻類の剥離に有効な5～10mm程度の粒径の土砂が河床にほとんど存在しないため、フラッシュ放流による糸状藻類の除去率は23%と非常に低い値となっている。

4. 糸状藻類の剥離シミュレーション

実験から得られた知見を元に土砂に河床付着藻類剥離予測モデルを構築した。本モデルでは2次元土砂輸送モデルによって計算された掃流砂量や摩擦速度から式(2)を用いて各水理状態での剥離率を計算し、フラッシュ放流による付着藻類の剥離を予測する。土砂輸送モデルでは混合粒径による計算を行っている。ここでは、本モデルを現地観測対象域に適用した。計算において上流端(図-2中の落差工部分)ではダムからのフラッシュ放流量を与え、下流端(愛川大橋)では観測で得られた水位を与えた。

本モデルを用いて観測対象域における2005年10月15日のフラッシュ放流を対象として再現計算を行ったところ、付着藻類の除去率は27%となり、実際に観測で得られた23%に近い値が得られた。

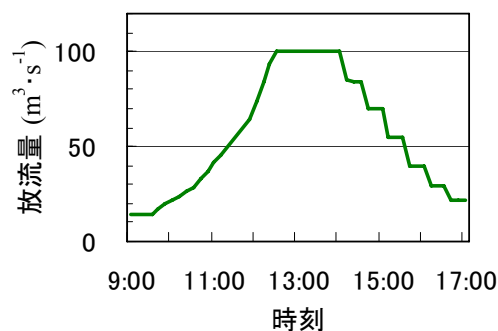


図-3 放流量の時系列変化

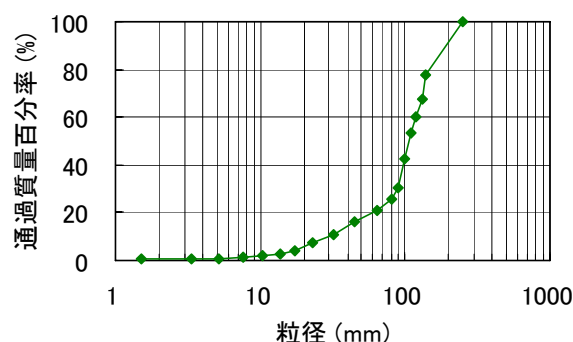


図-4 観測対象域の河床材料の粒度分布

表-1 放流前後の付着藻類の強熱減量

放流前(A)	放流後(B)	除去率
強熱減量(mg/cm ²)	強熱減量(mg/cm ²)	(A-B)/A×100[%]
10.37	7.991	23

5. 結論

糸状藻類の剥離には5～10mm程度の粒径の土砂が有効であり、ダム下流において糸状藻類が異常繁茂しているような場所においては5～10mm程度の粒径の土砂がほとんどなく、フラッシュ放流のみによる藻類の除去は困難であることがわかった。さらに、実験から得られた知見を元に土砂に河床付着藻類剥離予測モデルを構築し、現地に適用したところフラッシュ放流による除去率を予測可能であることがわかった。今後、本モデルを用いて置き砂等による土砂投入を伴うフラッシュ放流の効果についても見当していく予定である。

参考文献

- 1) 田代喬, 加賀真介, 辻本哲郎: 個体群動態モデルの生息場評価手法への導入に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第47巻, pp.1105-1110, 2003.