

## 半球粗度に対する流砂の挙動と付着藻類の剥離効果の関係 Relationship between Sediment Transport and Detachment of Benthic Algae on Hemisphere Roughness

○伊藤潤\* 濱上邦彦\*\* 吉岡秀和\*\*\*

○Jun Ito\* Kunihiko Hamagami\*\* Hidekazu Yoshioka\*\*\*

### 1. はじめに

ダム下流域など、アーマー化が見られる河床で、悪影響を及ぼす付着藻類の過剰繁茂が確認されている。対策として流砂による付着藻類の剥離除去の検討を行っている研究例が多く存在し、その剥離効果は示されている。しかし、それらの研究では投入した全流砂が付着藻類繁茂領域上を通過する条件での検討であり、実河川への適用は難しい。そこで本研究では、河床に半球礫から構成される半球粗度を用いることで、上記の課題を解消する。半球粗度に対する流砂の挙動、付着藻類の剥離効果を明らかにすることを目的とし、開水路実験を行う。

### 2. 実験概要

図1に実験水路の概要を示す。水路はサンドポンプを用いた循環型水路となっている。本研究では、半球粗度に対する流砂の挙動を把握する目的である実験(Case1)と、付着藻類の剥離動態を把握する目的である実験(Case2)の2パターン行う。半球礫直径、流量、単位幅流砂量をパラメータとして変化させ、全12条件で実験を行った。実験条件を表1に示す。半球礫を相互に接触させて千鳥格子状に配置し、半球粗度を形成している。Case1では、付着藻類が繁茂していない粗度を用いる。各条件で設定した単位幅流砂量が得られるよう、砂の投入量を調節する。流砂の挙動(砂の移動速度、各礫上を通過する砂の数、堆砂等)、流速、水面形状の測定を行う。Case2では、付着藻類が繁茂した粗度を用いる。水と砂を流下させ、付着藻類の剥離に変化が見られなくなった時点で実験終了とする。実験開始時、終了時の付着藻類の様子を撮影する。

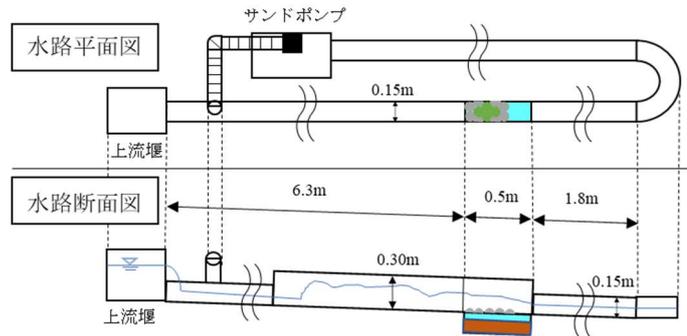


図1 実験水路

Fig. 1 Experimental equipment

表1 実験条件

Table. 1 Experimental conditions

実験	1	2	3	4	5	6
半球礫直径 $\phi$ (m)	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
流量 $Q$ ( $\times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ )	5.5	5.5	5.5	8.0	8.0	8.0
単位幅流砂量 $q_B$ ( $\times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ )	2.85	4.95	6.44	2.89	4.90	6.54
		7	8	9	10	11
		0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
一律条件		5.5	5.5	5.5	8.0	8.0
水路勾配 $I$	1/70					
砂粒径 $d$ (m)	0.002	3.04	4.95	6.35	2.97	5.04
		6.54				

### 3. 結果・考察

Case1: ほとんどの条件では、礫間に砂の堆積が確認された。その堆積部から露出した礫の上部を、跳躍し通過す

\*岩手大学大学院総合科学研究科 Iwate University Graduate School \*\*岩手大学農学部 Iwate University

\*\*\*島根大学学術研究院環境システム科学系 Shimane University キーワード: 開水路流れ, 土砂水理, 付着藻類

る流砂がはっきりと確認された。この流砂を有効流砂と定義し、有効流砂が付着藻類の剥離に及ぼす影響を検討する。単位幅あたりの有効流砂量を(1)式より算出する。

$$q_{B*} = N \frac{(v_s D)}{a} V \tag{1}$$

ここで、 $q_{B*}$ ：有効流砂量( $m^2/s$ )、 $N$ ：砂の数、 $v_s$ ：砂の移動速度( $m/s$ )、 $D$ ：露出部礫直径( $m$ )、 $a$ ：礫露出面積/ $2(m^2)$ 、 $V$ ：流砂の体積( $m^3$ )である。結果を表2に示す。全流砂中、有効流砂として作用する量は、約1.0~2.4%と少ない。

Case2：実験開始時の付着藻類の占める面積を  $S_0$ 、終了時の占める面積を  $S$  とし、剥離率を  $P (=1-S/S_0)$  と評価する。剥離率と各パラメータとの関係から、剥離率は流量との間に正の相関が見られた。一方、単位幅流砂量、礫直径、有効流砂量との間には明確な関係は確認できなかった。図2に実験終了時の礫の様子を示す。礫上部・下部の剥離が確認されず、中部の剥離が顕著に確認され、場所的な剥離の差が生じた。この要因として、以下のようなことが考えられる。礫下部は、恒常的な堆積が見られる箇所に対応していることから、砂の動きが無く、剥離が進まなかった。礫中部は、恒常的な堆積の表面を滑動・転動する掃流砂が移動する箇所に相当しており、この部分に最も流砂が衝突し、剥離が顕著になった。また、礫上部に関しては、有効流砂の影響を受けている箇所であるが、本研究では、有効流砂量が少ないことから、剥離が進まなかった。図3に礫毎の無次元堆積高  $H$  (堆積高/礫高) と剥離率の関係を示す。無次元堆積高の上昇に伴い、剥離率の減少傾向が見られ、さらに、ばらつきが小さくなっている。図4に実験毎に平均化した結果を示す。平均化したことで、無次元堆積高と剥離率の間に、負の相関が顕著にみられた。以上から、堆積高の上昇に伴い、剥離効果が低下することが示唆された。

4. まとめ

半球粗度に対する付着藻類剥離は、衝突頻度の高い滑動・転動する掃流砂により生じ、堆積高の上昇に伴い、剥離率は低下する。

表2 有効流砂量

Table. 2 Amount of effective sediment discharge

実験	1	2	3	4	5	6
有効流砂量 ( $\times 10^{-7} m^2/s$ )	2.93	5.86	12.1	4.42	7.05	15.3
	7	8	9	10	11	12
	5.01	7.72	11.5	4.66	6.90	12.6

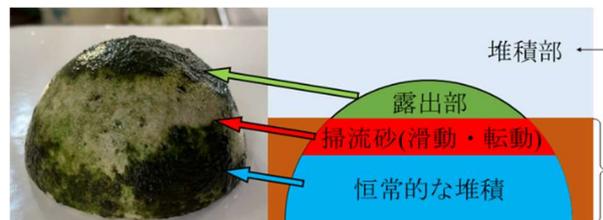


図2 礫の様子(実験終了時)

Fig. 2 State of gravel (End of experiment)

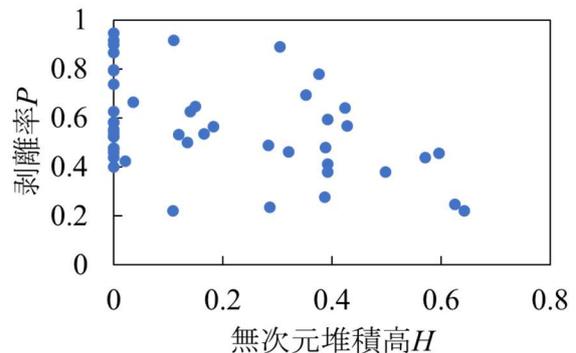


図3 無次元堆積高と剥離率の関係(礫毎)

Fig. 3 Relation between  $H$  and  $P$  (Each gravel)

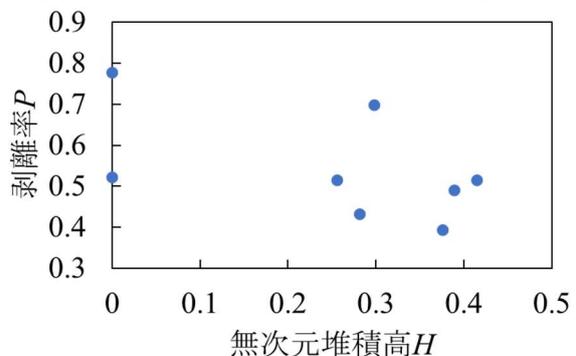


図4 無次元堆積高と剥離率の関係(実験毎)

Fig. 4 Relation between  $H$  and  $P$  (Each experiment)