

水理特性が付着藻類の増殖と剥離に及ぼす影響に関する実験的研究

東京工業大学工学部 正会員 戸田祐嗣
 東京工業大学大学院理工学研究科 学生会員 赤松良久
 東京工業大学工学部 正会員 池田駿介

1. はじめに

河床付着藻類は礫床河川や水深の小さな都市河川の一次生産を担い、河川水質や水生昆虫・魚類の生育環境に大きな影響を与える。本研究では、水理特性のみが異なる4つの開水路を用いて付着藻類の生育実験を実施し、流れの特性が藻類の一次生産活動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

藻類の生育に対して栄養塩や日射等の環境が等しく、水理特性のみが異なる実験を実施するため、上・下流端水槽を共有し勾配の異なる4つの開水路を作成した。図-1に実験水路の概要図を示す。日射環境に関して、各水路上方に設置した屋外用白色レフランプにより、関東圏の春期の地表が受ける太陽エネルギーに相当する光量を確保した。実験水の水質に関しては、礫床河川の水質を想定し、多摩川で調査した水質を基準に無機態窒素濃度を3.0(mg/l)、無機態リン濃度を0.1(mg/l)に調節した。これらの栄養塩濃度は藻類の増殖に伴って減少するため、約1週間間隔で実験水の水質調査を行い、規定の濃度になるようKNO₃、K₂HPO₄を随時添加した。長期間の実験水の循環により付着藻類の生育に悪影響を及ぼす代謝物が蓄積することや窒素・リン以外の微量栄養元素が生産の制約因子となることを防ぐため、実験期間中に3度、全ての水の取り替えを行った。

実験では河床形状の異なる2つのケースを実施し、Case1では平坦床、Case2では礫床河川を模擬して河床面に半球状の突起(直径:62mm)を千鳥状に配置した。それぞれのケースにおける各水路の水理条件を表-1に示す。水路下流端には剥離した藻類を捕捉するためのネットを設けた。藻類の現存量および剥離量は、増殖の初期段階で3~5日間隔、その後は1週間間隔でクロロフィルa量として計測した。

3. 実験結果

3.1 平坦河床上の藻類の挙動

キーワード: 付着藻類, 水理特性, 一次生産, 基質拡散

連絡先: 東京都目黒区大岡山 2-12-1, Tel: 03-5734-2597, Fax: 03-5734-3577

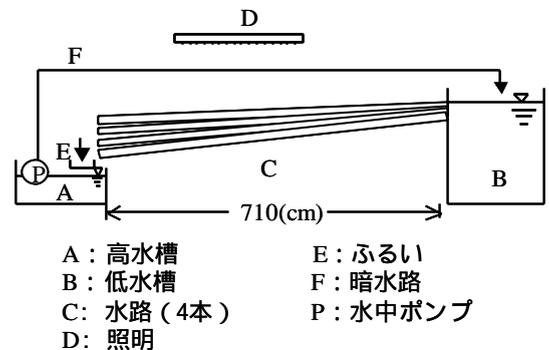


図-1 実験水路

表-1 実験条件

水路	水路勾配	Case1		Case2	
		水深(cm)	平均流速(cm/s)	水深(cm)	平均流速(cm/s)
1	1/500	3.5	9	8.1	8
2	1/285	2.7	13	9.8	12
3	1/138	1.8	51	8.2	33
4	1/68	1.5	71	8.5	41

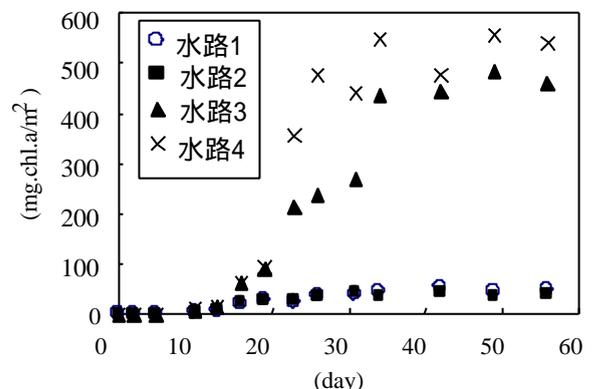


図-2 付着藻類の現存量 (Case1)

表-2 糸状・群体状の付着藻類の割合 (Case1)

		群体, 単細胞	糸状体
実験開始 後5日目	水路1	94	6
	水路2	85	15
	水路3	66	34
	水路4	53	47
実験開始 後34日目	水路1	84	16
	水路2	80	20
	水路3	18	82
	水路4	5	95

(数字は%)

図-2 に平坦河床上における付着藻類の現存量の変化を示す。付着藻類量は増殖の初期段階で指数関数的に増加し、その後 35～40 日程度で一定の値を示すようになる。水路間の藻類量の違いに関して、実験開始より 15 日後付近から流速の大きな水路 3,4 で活発な増殖が生じ、実験開始から 55 日後にはその現存量は水路 1,2 の 10 倍程度まで増加している。表-2 に実験開始から 5 日後、34 日後における各水路の藻類の体のつくりによる分類を示す。実験開始後 5 日の時点では各水路ともに糸状体の藻類より群体や単細胞型の藻類が優先しているが、その後、流速の大きな水路ほど糸状体の藻類が優先するようになる。また、既往の生物膜に関する研究¹⁾より、生物膜上の流速が大きいほど、膜内の基質の拡散が活発に行われるため、基質消費速度が上昇することが知られている。従って、本実験では藻類種の遷移と流れによる基質拡散の効果によって、流速の大きな水路ほど藻類の現存量が大きくなったものと思われる。

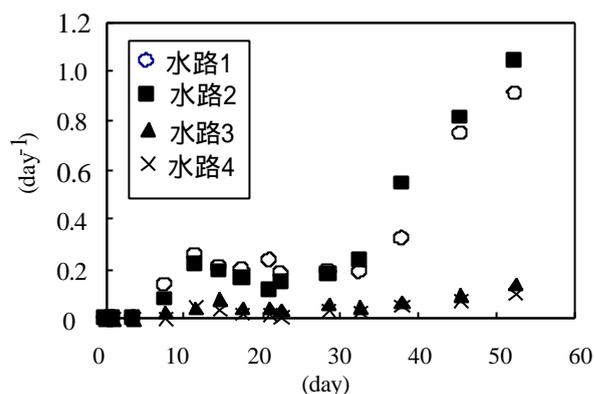


図-3 藻類の剥離率 (Case1)

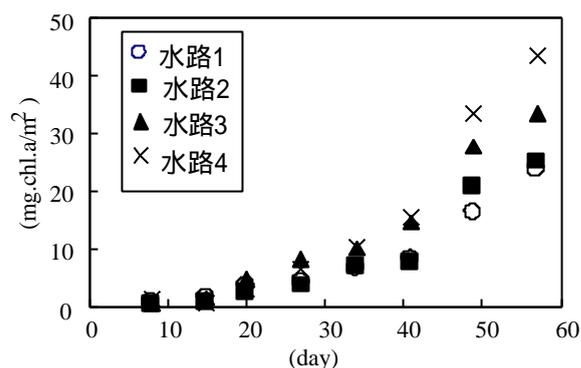


図-4 付着藻類の現存量 (Case2)

図-3 に藻類の剥離率の時間変化を示す。剥離率は一定期間内に剥離した藻類量をその期間の平均藻類現存量で除すことによって算出した。剥離を引き起こす原因としては、流体のせん断力による機械的作用と藻類自身の寿命や種組成の変化に起因する生物的な要因が考えられるが、本実験では河床せん断力の小さい水路 1,2 の方が水路 3,4 より剥離率が大きくなり、付着藻類の剥離が機械的な作用というよりむしろ生物的な要因に因っていることが分かる。

表-3 糸状・群体状の付着藻類の割合 (Case2)

		群体, 単細胞	糸状体
実験開始 後 13 日目	水路 1	92	8
	水路 2	73	27
	水路 3	79	21
	水路 4	81	19
実験開始 後 27 日目	水路 1	64	36
	水路 2	61	39
	水路 3	25	75
	水路 4	20	80

(数字は%)

3. 2 半球粗度を有する河床上の藻類の挙動

図-4 に半球上粗度を有する河床上の藻類現存量を示す。平坦床ほど顕著ではないものの、流速の大きな水路ほど藻類の現存量が大きくなることが分かる。表-3 に示された藻類の体のつくりによる分類では、平坦床同様に流速の大きな水路ほど糸状体の藻類が優先していることが分かる。また、半球周辺の藻類の分布は流れの剥離域に相当すると思われる半球背面に多く分布していた。このことは、剥離域の内部では乱れによる拡散が大きく、その結果、基質輸送が活発に行われ一次生産力が上昇することに起因しているものと思われる。

4. 結論

付着藻類の増殖、剥離に関する実験的研究を行った結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 付着藻類の一次生産力は、基質の乱れによる拡散が大きな場合ほど高い値を示す。
- 2) 流速の大きな流れ場では糸状体の藻類の占有率が上昇する。
- 3) 付着藻類の剥離は、流体のせん断力よりもむしろ藻類自体の生理的特性の影響を強く受ける。

参考文献：1) B. J. F. Biggs et al.: Subsidy and stress responses of stream periphyton to gradients in water velocity as a function of community growth form, *J. Phycol.*, 34, pp.598-607, 1998.