

流水中に固定された円柱周辺における藻類の付着増殖に関する研究

徳島大学大学院 〇学 住山 真
 徳島大学工業短期大学部 正 細井 由彦
 徳島大学工業短期大学部 正 村上 仁士
 蜂 谷 工 業 富山 亨

1. まえがき 著者らは、先に人工水路を用いて路床に付着した藻類の増殖に関する実験¹⁾を行ってきた。今回、増殖に及ぼす流れの影響をより詳しく検討するため、人工水路内に円柱を設置し、流況が異なった円柱各部分の藻類の付着状況を調べ、若干の考察を行った。

2. 実験方法・結果 実験は共通のヘッドタンクと受水槽を有する3本の水路(巾20cm x 長さ350cm)を用い、各水路上にそれぞれ2本の円柱を設置して行った。使用した円柱は直径8.5cmのもので、図-1のように円柱表面を各部分にわけ、実験開始後一週間ごとに各部分の付着物を剥ぎとり、乾燥重量・クロロフィルa量を測定した。実験条件を表-1,2に示した。循環水は培養しておいた藻類と表-1に示す水質条件に調節された水を混合したものをを使用した。また、表-2は水理条件を示したもので、各部分の流速は熱線流速計を用いて円柱表面から法線方向に2mm離れたところで計測した結果である。実験は3度行ったが、紙上の都合上その一例について述べる。

図-2,3に円柱表面各部における乾燥重量、クロロフィルa量の変化を示した。乾燥重量の変化については、Cでは前面と他の部分で増殖状態に差がみられたが、A, Bでは円柱各部で流速に大きな開きがあるにもかかわらず現存量にあまり差がみられなかった。クロロフィルa量に関しては各水路間で差がみられ、断面平均流速が速いほどクロロフィルa量が多く、特にBでは実験開始後1.2週間で急激な増殖を示した。

3. 藻類の増殖と水理量との関係 図-4は実験開始3週間後の付着物の乾燥重量と円柱各部における流速との関係を示したものである。図より円柱中面においては、各部分と比べて流速が速いにもかかわらず現存量が少ない結果となった。これは円柱表面に作用するせん断力が他の部分に比べて大きいため付着効果が抑制されたと考えられる。また後面については前、中面より低流速であるが現存量が多い。これは円柱の後方に生ずる渦が付着物の増加に影響していると考えられる。

従来の研究²⁾では流速が速いほど栄養塩輸送が促進さ

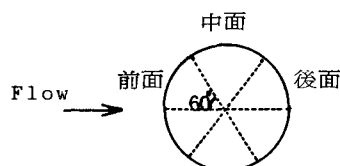


図-1 円柱の概略

表-1 実験条件 (水質条件)

Nutrient			
KNO ₃	2.5	水温	18.0-23.8 °C
K ₂ HPO ₄	6.0		
MgSO ₄ 7H ₂ O	30.0	照度	1,000-1,100 Lux
FeCl ₃	4.0		
CaCl ₂	40.0	初期クロロフィル濃度	
Na ₂ SiO ₃	19.0 (mg/l)		18.7 μg/l

表-2 実験条件 (水理条件)

Stream	θ	流量 (cc/sec)	水深 (cm)	平均流速 (cm/sec)	各部流速 (cm/sec)
A	30°	425	4.9	4.42	4.39
	90°				7.73
	150°				0.14
B	30°	500	4.8	5.26	5.28
	90°				10.43
	150°				1.51
C	30°	26	4.8	0.27	0.29
	90°				0.49
	150°				0.00

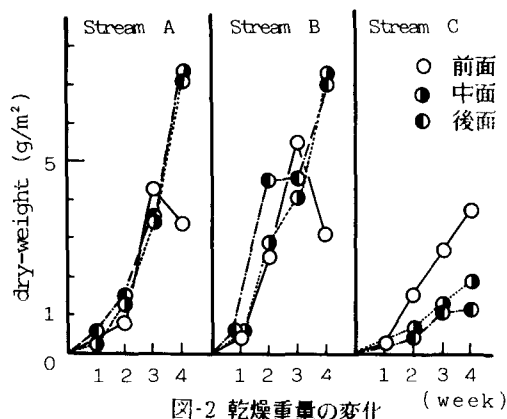


図-2 乾燥重量の変化 (week)

れ増殖に有効であると指摘されてきたが、流速以外に付着微生物膜付近に作用するせん断力や乱れが増殖に重要であると思われるので、それらの影響について検討した。

一様な流れと垂直な方向に円柱が設置されている場合、円柱前縁のよどみ点を原点とし、円柱表面から接線方向にx軸、法線方向にy軸をとり、主流部流速 U_∞ 、円柱半径Rとするポテンシャル流では、境界層理論より剥離点までの任意の場所xに作用するせん断応力 τ_0 は(1)式より求まる。

$$\tau_0 = \frac{1}{2} \rho U_\infty^2 \sqrt{\frac{U_\infty R}{\nu}} \left(f_1'(x/R) - \frac{4}{3!} f_3'(x/R)^3 + \dots \right) \quad \dots (1)$$

$f_n(n=1,3,\dots)$ は相似変数⁽³⁾でTiffordらによって算出されている。(1)式より求めたせん断応力と実験開始3週間後のクロロフィルa量との関係を示したものが図-5である。図より適度なせん断力は藻類の増殖に有効であるが、せん断力が大きすぎるとシアーによる引き剥がしの効果が考えられる。

後面に関しては、一般に後流の運動方程式は(2)式で表わされる。

$$U_\infty \frac{\partial u_1}{\partial x} = \epsilon \frac{\partial^2 u_1}{\partial y^2} \quad \dots (2) \quad u_1: \text{欠損流速}$$

これを解くと渦動粘性係数 ϵ には(3)式の関係が導かれる。

$$\epsilon = 0.0222 \cdot (C_D \cdot d \cdot U_\infty) \quad \dots (3) \quad C_D: \text{抵抗係数} \\ d: \text{円柱直径}$$

(3)式は後流の欠損流速分布から導かれたものであるが、後面の乱れと何らかの関係があると思われるので、主流部流速を水路の平均流速として近似的な渦動粘性係数 ϵ を求めた。求めた渦動粘性係数と増殖曲線より求めた比増殖速度 μ との関係を示したのが図-6である。図より ϵ が大きくなるほど栄養塩が供給されやすく、このことから乱れが微生物の増殖に有効であると考えられる。

4. あとがき 今回の実験より微生物膜付近に作用するせん断力や乱れが増殖に影響を及ぼしていることがわかった。しかしサンプリング期間が一週間と長すぎることや、流量差による円柱表面への初期付着効果を考慮していないなど問題点も多く残し、今後さらに条件を整えて実験を行い、増殖と水理量との関係をより詳しく検討したい。

(参考文献)

- 1) 細井・村上・住山：土木学会38回年次講演会，1983
- 2) 沖野：資源研究所集報，第74号 1970
- 3) Schlichting, h.: Boundary layer theory pp154

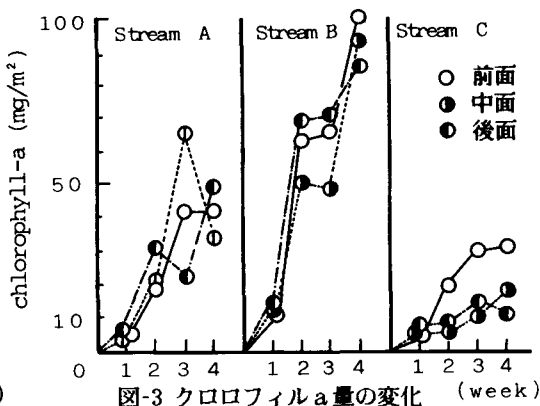


図-3 クロロフィルa量の変化 (week)

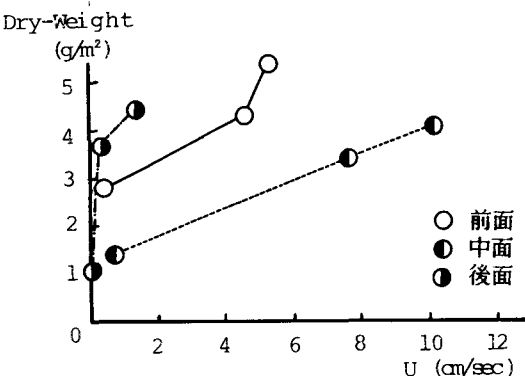


図-4 3週間後の乾燥重量と流速との関係

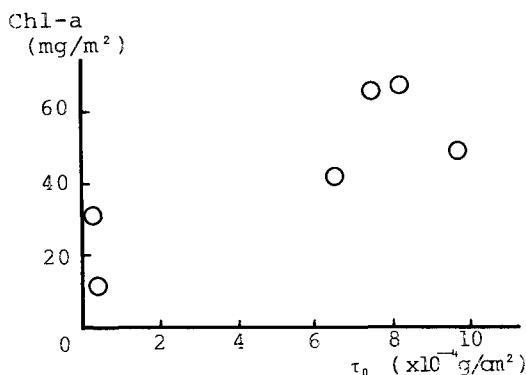


図-5 3週間後のchl-a量とせん断応力との関係

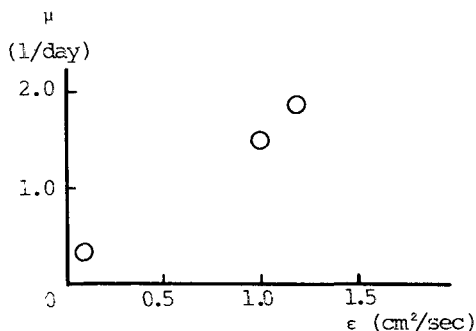


図-6 比増殖速度と渦動粘性係数との関係