

国立公害研究所 正員 津野 洋
 〃 〃 村岡 浩爾
 東京電機大学 植戸 良雄

1. はじめに

河川水中の窒素および磷等の栄養塩を摂取して増殖し、河川での有機汚濁物の1因となる付着藻類に着目し、その増殖特性や河川水質に及ぼす影響等を把握する目的で、モデル水路を用いて基礎的な実験および検討を試みた。

2. 実験方法および結果

実験は国立公害研究所の直線長水路(長さ70m, 断面50cm, 台形側面勾配45度, 鉄筋コンクリート製)を用いて行なった。流量1L/sec(平均流速3cm/sec)および水位6.0~6.5cmに設定し、地下水に磷硝安を添加し、連続掛け流し方式で行なった。栄養塩濃度は、実験期間中および流下方向にはほとんど変化せず、約20mgN/Lおよび0.4mgP/Lに維持されていた。モデル河川の河床の付着藻類を10cm×10cmづつはぎ取り、付着藻類量(クロロフィルa, DW)および含有成分量(炭素, 窒素, 磷)を測定した。付着藻類量は実験開始(7月19日, 1978)後1週間程度で増殖し始め、8月中旬に最高となった。その後3~4週間周期で300~400mgChl a/m²前後で増減を繰り返した。尚、8月中はアオミドロが優占となり水面ほとんどをおおったが、9月初旬には全くなくなり、その後ユスリカの幼虫が出現した。

藻類の付着増殖速度は、ガラスファイバー-濾紙水路8カ所に20枚ずつアルミ板に貼って浸漬し、その濾紙上への付着増殖した藻類量を経日的に測定(クロロフィルa, POC等)した。増殖状態の一例を図-1に示す。付着藻類量は、濾紙浸漬後の増殖初期には急激に増加し、その後付着現存量が多くなるにつれて増殖は鈍り、50~300mgChl a/m²に達した後やや増加しなくなるという傾向が示されている。また、測定期間が夏期から冬期に移るにしたがって、増殖する速度が鈍り、付着藻類現存量の最大値も低下することも示されている。尚、増殖状態の各測定地点間の差はほとんどなかった。

はぎ取りサンプルおよびガラスファイバー-濾紙付着サンプルについての測定より、クロロフィルa量が増加すると、クロロフィルa 1g当たりPON, POP, およびPOCは各々0.5, 3.0および4.2g増加することが示された。即ち、クロロフィルa量の増加により、これらの比率で各栄養塩が河川水中より摂取されることになる。また、クロロフィルaが1g増加すると130gのSS量および47gのCOD量が増加することも示された。すなわち、付着藻類量の増加により、これらに相当する有機物量が河道中に蓄積されることになり、出水時等の付着藻類のはく離による下流の湖沼や内湾への影響が考えられる。尚、別の観点からみると、窒素1g当たり5.5gのCODが、また磷1gの摂取により16gのCODが生成されることになる。

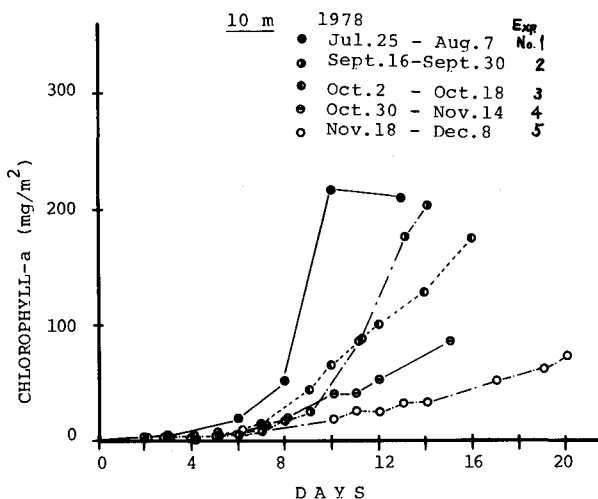


図-1 グラスファイバー-濾紙上への付着増殖状態

3. 付着藻類の増殖に関する動力学モデル

藻類の増殖速度は一般に $dM/dt = \mu M$ (1) の形で表わされる。比増殖速度定数 μ は栄養塩濃度、水温および日射量等の関数である。本研究で取り扱う付着藻類の場合は、付着生物膜が厚くなるにつれ、膜内部への光の透過率や栄養塩の拡散速度の低下および藻類排泄物による増殖活性の低下等によるスペース効果も重要な因子となる。この因子を β ($0 \leq \beta \leq 1$) とすると式(1)は $dM/dt = k\beta M$ (2) と表わされる。この式で示される比増殖速度定数 $k\beta$ は、モデル河川での実験のように栄養塩濃度を近似的に一定に維持できる場合には、主に水温や日射量の関数である。そして、スペース効果がほとんど効かない ($\beta \approx 1$) ような付着増殖初期や、 $\beta = \text{const}$ と取り扱うような十分に短い期間においては、式(2)を積分して $\log(M/M_0) = (k\beta/2.30)t$ (3) が得られる。したがって、藻類増殖状態を片対数プロットすることにより、 $k\beta$ の値を近似的に得ることができる。

得られた $k\beta$ の値と付着藻類現存量との関係の一例を図-2に示すが、 $k\beta$ の値は付着藻類現存量が少くなるにつれて直線的に減少することが示され、スペース効果因子 β は近似的に関数 $\beta = (1 - M/M_{\max})$ (4) で表示しうる。

例えば図-2のy軸切片より k の値が、またx軸交点より最大付着現存量 $M_{\max}$ の値が得られる。このようにして得られた各実験期間毎の k の対数値および $M_{\max}$ の値と水温 (temp) に対してプロットしたものが図-3である。 k および $M_{\max}$ の値は、水温だけでなく日射量の影響も受けるが、日射量因子の効果パターンは明確には解らないので、ここでは簡単に日射量の大きい時には水温が高いという観点より両者の相乗効果を水温だけで表わすることとする。図3より、本実験条件下でのガラスファイバー-伊紙上での付着藻類量(クロロフィルa)の増殖速度は、式(2)および(4)で近似することができ、これらの式に与えられる k および $M_{\max}$ の値は、水温と日射量の相乗効果を水温 (temp) のみで代表して表示すると、水温 $14 \sim 22^\circ\text{C}$ および日射量 $200 \sim 520 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ の範囲では各々 $k = 2.032 \times (1/17)^{\text{temp}} \text{ (1/day)}$ (5), $M_{\max} = 0.030 \times (\text{temp}) - 0.39 \text{ (mg Chl. a/m}^2\text{)}$ (6) で表わしうることが知られる。尚、式(5)で示される比増殖速度定数 k に関する温度効果は微生物反応に関して一般に示される効果程度より幾分大きいようであり、またこの際の活性化エネルギーは約 $25,000 \text{ cal/mol}$ 程度となり一般に示される温度変化のみによる微生物反応の値よりも幾分大きい。

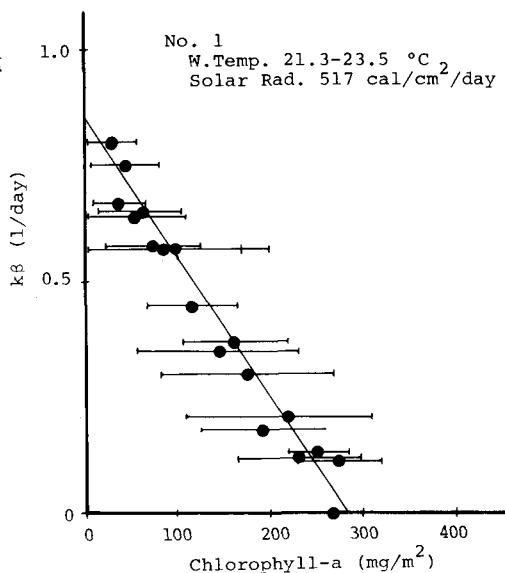


図-2 $k\beta$ と付着藻類現存量との関係

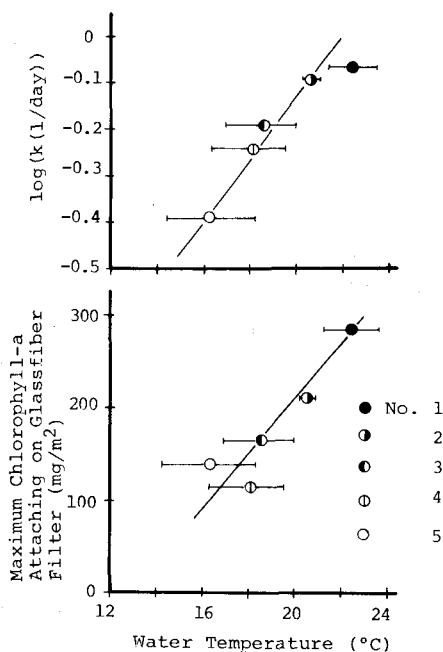


図-3 k および $M_{\max}$ と水温との関係

4. おわりに

本研究の遂行に際し御協力を頂きました東京電機大学 田島守隆教授に心からお礼申し上げます。

【参考文献】 1) 若井重久訳「藻類の生物学的処理」M.W.Eckenfelder et al.