

# 河川の浄化に関する研究 (そのIX)

## — 河川における基礎生産量の測定 —

菊地 幹夫 若林 明子

### 1 はじめに

多摩川中流部では、家庭排水等の流入により栄養塩類等の濃度が高くなり、そのため、浅く流れの速い個所では河床の石礫上に付着微生物群集が発達している。

付着微生物群集は、湖沼や河川の沿岸帯や河床における生産者および分解者として重要な位置を占めており、<sup>1)</sup>また、有機汚濁のやや進んだ河川においては日中は水中への酸素の供給にも大きな役割をはたしている。しかし、これらの付着微生物群集ははく離して浮遊物質(SS)となって下流や湖・湾へと流れ込み、その底質を悪化させる原因となる。

本研究では多摩川中流部においてどの程度の基礎生産量があるか明らかにすることを目的とした。

### 2 実験

#### (1) サンプルング地点

多摩川中流部中央自動車道下付近。この付近は浅瀬で河床は石礫である。

#### (2) 水質分析

SS: 検水をワットマンGF/Cで濾過し、ろ紙を105℃で1時間乾燥後秤量して求めた。なお、付着微生物群集の乾燥重量も同様に測定した。

栄養塩類濃度: 濾液をオートアナライザー(日本テクニコンK.K.)または前報<sup>2)</sup>の方法で分析した。

溶存酸素(DO): ウィンクラー・アジ化ナトリウム変法<sup>3)</sup>

クロロフィル: アセトン抽出・比色法<sup>4)</sup>

#### (3) 付着微生物群集の現存量の測定

河床の石の表面の付着物をナイロン製ブラシではく離し( $n=3\sim 10$ ), その乾燥重量およびクロロフィル量を測定した。

#### (4) 流下微生物群集の増殖と水質変化

暗条件下: 5ℓ三角フラスコに上記の地点で採取した検水を約3ℓ入れ、エアレーションして好氣的に保った。経時的に100mlをダブルで採取し、SS濃度および濾液の栄養塩類濃度を測定した。

明暗サイクル下: 500ml三角フラスコに検水を100mlずつ入れ、明(昼色蛍光灯4000~5400ルクス)暗サイクル下で振とう培養(90回転/分)した。経時的に2検体を濾過し、SS濃度および濾液の栄養塩類濃度を測定した。

#### (5) 河川中での付着微生物群集の増殖(現場実験)

河床の石の表面の付着物をナイロンブラシでよく取り除いた後、その石を再び河床においた。経時的に石を取り上げ( $n=2\sim 4$ ), 石の表面の付着物をナイロンブラシではく離し、その乾燥重量およびクロロフィル量を測定した。

#### (6) 付着微生物群集による生産量の測定

河川水を、窒素ガスでばっ気しDO濃度を少し下げた後(DO:  $2\sim 6\text{ mg/l}$ ), 付着微生物群集のついた石と共に試験管に入れ、空気を入れないで密栓した( $n=2\sim 9$ )。試料を採取した時の水温にほぼ等しい温度条件下で4000~5400ルクスの光を1.5~5時間照射した後、DOの変化量を測定した。

### 3 結果と考察

#### (1) 付着微生物群集の現存量

多摩川中央自動車道下付近における付着微生物群集の現存量を乾燥重量およびクロロフィルa量で表わすと図1のようになった。乾燥重量とクロロフィルa量との間には良好な相関が認められた。

$$\begin{aligned} \text{乾燥重量 (mg/cm}^2\text{)} &= 0.127 \times \text{クロロフィルa} \\ &\quad (\mu\text{g/cm}^2) - 0.160 \quad (1) \\ &\quad (n=77, \quad r=0.883) \end{aligned}$$

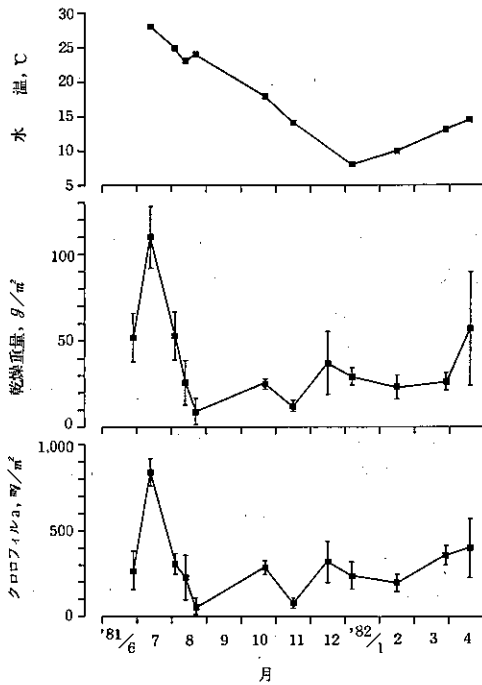


図1 多摩川中央自動車道下付近における付着微生物群集の現存量(平均±標準偏差, n=3~10)

付着微生物群集量は変動の幅が大きく、これは付着微生物群集が短期間で増殖とはく離をくりかえしている(後述および文献<sup>1)</sup>)ことから当然であろう。しかし平均的には  $300 \text{ mg/m}^2$  ものクロロフィル a が現存し、また水温の低い冬にも多くの付着微生物群集が存在していることは、河川での基礎生産の面から重要な意味をもつ。

(2) 流下微生物群集の増殖と水質変化

河川水中の微生物群集の増殖とそれに伴う水質変化を図2, 3に示した。

暗条件下では、水温が数℃および10数℃の場合、1週間程度の経過日数ではSS濃度および栄養塩類濃度はいずれも変化しなかった。しかし水温が20数℃の場合には、SS濃度は変化しないが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の酸化が観察された。

明暗サイクル下では、いずれの水温でもSSが増加

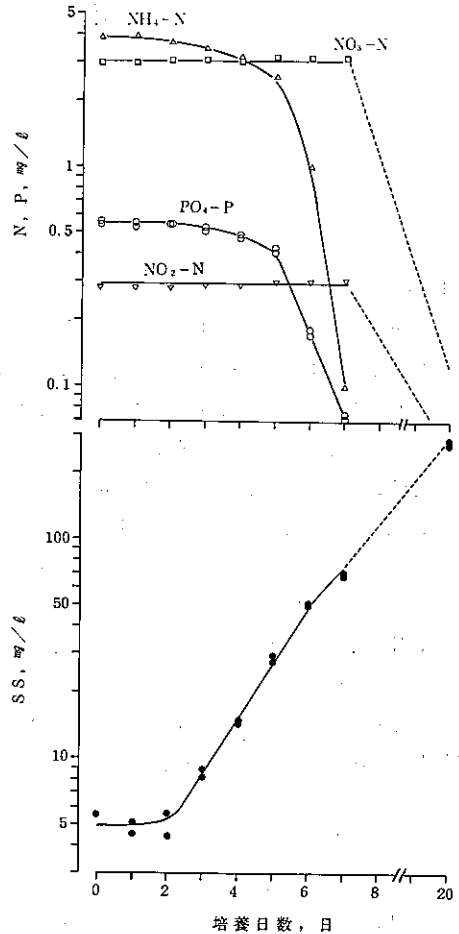


図2 明暗サイクル下における流下微生物群集の増殖と水質変化

明:  $16.7^\circ\text{C}$ , 12時間

暗:  $13.1^\circ\text{C}$ , 12時間

し、またそれに伴い栄養塩類濃度が減少し、特に窒素化合物の中では  $\text{NH}_4\text{-N}$  が優先的に減少した。SSの倍加日数は、対数増殖期では水温数℃で2.3日、10数℃で1.2日、20数℃<sup>5)</sup>では約1日と計算され、流下微生物群集の増殖速度は速く、また水温に著しく支配されていることがわかった。

多摩川中流部におけるSSとクロロフィルa濃度を表1に示すが、 $\text{SS} = 6.6 \pm 2.3 \text{ mg/l}$  (平均値±標準偏差, n=7),  $\text{クロロフィル a} = 10.1 \pm 3.8 \mu\text{g/l}$

( $n=7$ )である。SS中の付着微生物群集量は、クロロフィルa量を用いて(1)式から $1.1 \text{ mg/l}$ となり、これはSSの17%を占める。また、図2、3の対数増殖期の直線を時間0に外挿すると流下微生物群集量は $0.7 \sim 1.5 \text{ mg/l}$ と求まり、SSの10~23%となる。これらのことから河川水中の流下微生物群集は約 $1 \text{ mg/l}$ (SSの約10数%)となり、したがって、多摩川中流部の増殖量すなわち流下微生物群集による生産量は $0.4$ (水温:数℃)~ $1$ (水温:20数℃) $\text{mg/l} \cdot \text{日}$ と算出できる。

(3) 河川中での付着微生物群集の増殖(現場実験)  
 ブラシで石の表面の付着物をはく離した後の石の表面での付着微生物群集の生成の様子を図4に示した。

夏期では付着微生物群集の生成は早く、1~3週間ではく離しなかった石の表面とほぼ同じレベルにまで回復すること、しかしあるレベルにまで達すると増殖速度がやや遅くなること、および短期間でまた自然的条件によりはく離してゆくことがわかる。そして図4から、夏季における生産量をだまかに見積ると乾燥重量として約 $40 \sim 100 \text{ g/m}^2 \cdot \text{月}$ ( $1 \sim 3 \text{ g/m}^2 \cdot \text{日}$ )となる。

(4) 付着微生物群集による生産量の測定

そこで種々の水温の時期に付着微生物群集による純生産量を測定し図5に示した。なお、これらの実験に用いた試験水の水質は、 $\text{NH}_4\text{-N}$   $0.68 \sim 6.0 \text{ mg/l}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$   $0.02 \sim 0.46 \text{ mg/l}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$   $0.14 \sim 4.3 \text{ mg/l}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$   $0.29 \sim 1.1 \text{ mg/l}$ である。純生産量は大きくバラついており、必ずしも水温とは相関がない。しかし、付着微生物群集の乾燥重量と純生産量の関係を見ると図6のようになり、付着微生物膜が厚くなるに

従ってクロロフィルa当りの純生産量は低下し、また単位面積当りの純生産量は最大値を経て減少した。このことは付着微生物群集の発達の程度によって生産量が大きく変ること、および付着微生物群集が適度にはく離されるような季節と水域では生産量が高くなることを意味する。

純生産量をだまかに見積ると水温が約10数℃の場合 $0.05 \sim 0.25 \text{ g} \cdot \text{O}_2 / \text{m}^2 \cdot \text{時間}$ となった。

今回得られた付着微生物群集の現存量は、すでに相

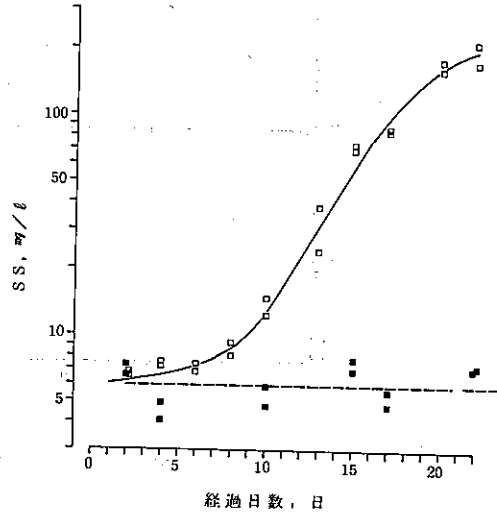


図3 流下微生物群集の増殖

□—□ 明(6.7℃, 10時間)暗(3.5℃ 14時間)サイクル下  
 ■---■ 暗(6.5℃)

表1 多摩川中流部のSSとクロロフィルa

採水月日	SS, mg/l		クロロフィルa, μg/l	
	中央自動車道下	田園調布堰上	中央自動車道下	田園調布堰上
1981年 7月13日	11	—	8	—
8月4日	—	—	6	17
9月29日	6	8	10	9
10月21日	—	—	7	6
11月16日	3	—	3	—
11月25日	—	—	6	5
1982年 1月7日	6	—	15	—
2月16日	5	7	12	14
4月19日	—	—	14	—

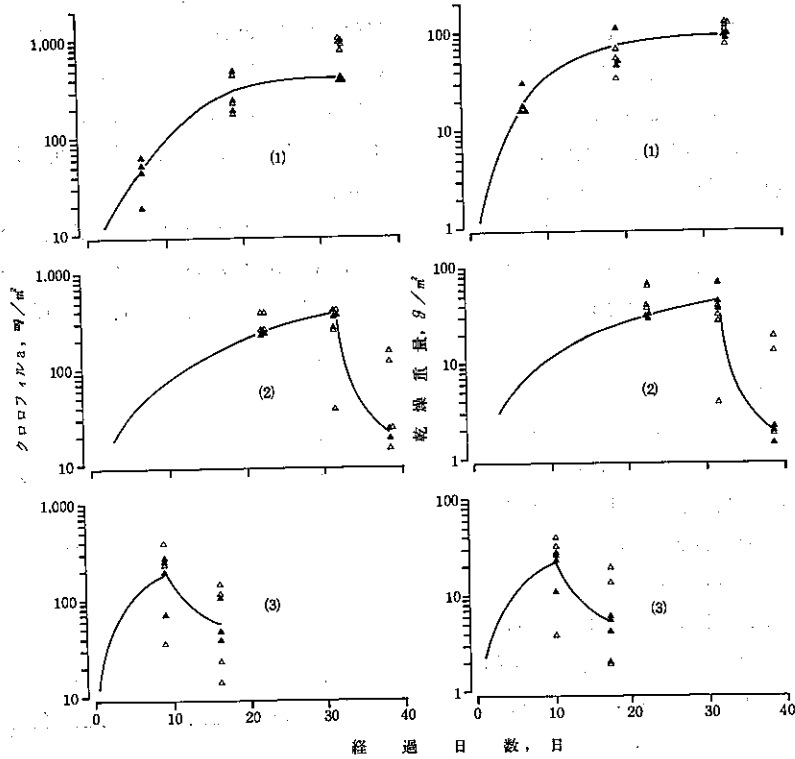


図4 多摩川中央自動車道下付近における付着微生物群集の増殖過程

実験(1) 6月10日～7月13日  
 実験(2) 7月13日～8月20日  
 実験(3) 8月4日～8月20日  
 ▲ 増殖実験  
 △ 対照

崎が多摩川中流部(著者らのサイプリング地点より20数km下流の丸子橋付近で測定した結果<sup>6)</sup>と同じレベルかやや低い値であった。また、付着微生物群集による生産量は相崎の報告した「夏季では約 $2g \cdot C/m^2 \cdot 日$ 、その他の季節では約 $1g \cdot C/m^2 \cdot 日$ 程度」<sup>1)</sup>、「1日当りの総生産量の最高値は約 $19g \cdot O_2/m^2$ 、また最低値は $0.53g \cdot O_2/m^2$ 」<sup>6)</sup>と比べて同レベルかやや低い値であった。

藻類の増殖速度は下水処理水の流入によって増大する<sup>7)</sup>ことはすでに述べた。したがって河川における基礎生産量は家庭排水による汚濁が適度に進んだ水域の方が高くなる可能性が高い。例えば、多摩川の支川

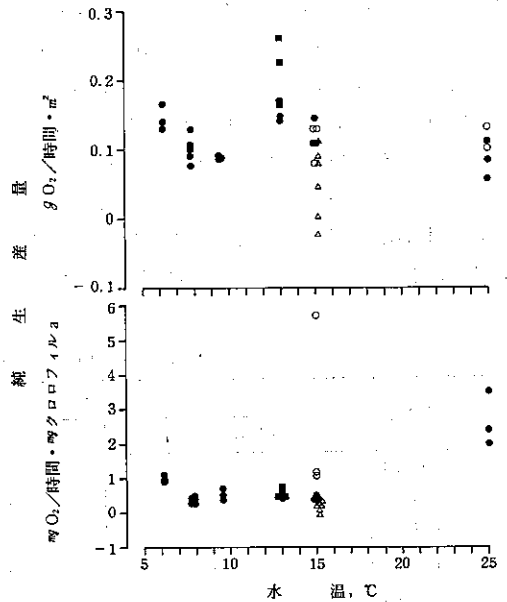


図5 種々の水温における純生産量の測定結果

参 考 文 献

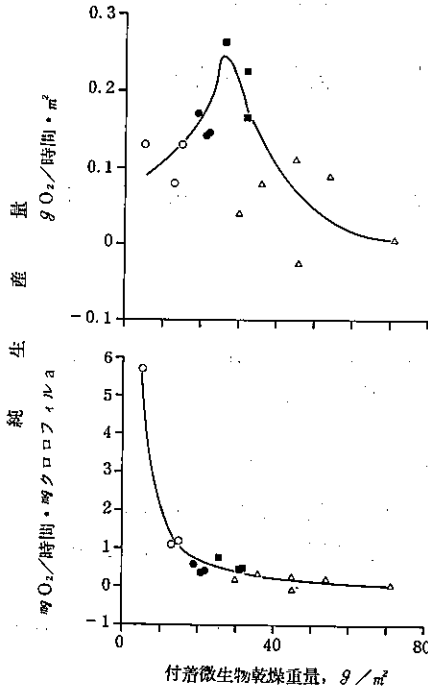


図6 付着微生物群集量と純生産量との関係  
水温：13～15℃

の1つで著者らと相崎のサンプリング地点の間に流入している野川は、家庭排水が多量に流入しており、また流量の日間変動が大きく付着微生物群集がはく離しやすい。前報<sup>2)</sup>の調査データのうち流下に伴なう $PO_4 - P$ の減少から付着微生物群集の増殖量を算出すると、増殖量は乾燥重量にして2～3  $g/m^2 \cdot \text{時間}$  (水温25℃)となり、本川でのデータと比べて著しく大きかった。

- 1) 相崎守弘：富栄養河川における付着微生物群集の発達にともなう現存量および光合成量の変化，*Jap. J. Limnol.*，41，225 (1980)。
- 2) 曾田京三ほか：河川の浄化に関する研究—そのI 汚濁物質の浄化効果等に関する調査の結果について 東京都公害研究所年報，1981，127。
- 3) 日本工業規格工場排水試験方法，日本規格協会，83，(1981)。
- 4) 日本海洋学会：海洋環境調査法，初版，恒星社厚生閣，373 (1979)。
- 5) 若林明子，菊地幹夫：河川の浄化に関する研究—そのV—混合培養によるAGP試験法 (AGP<sub>M</sub>)，東京都公害研究所年報，1982，109。
- 6) Aizaki, M.: Seasonal Changes in Standing Crop and Production of Periphyton in the Tamagawa River, *Jap. J. Ecol.* 28, 123 (1978)。
- 7) 若林明子ほか：河川の浄化に関する研究—そのVIII—藻類の増殖速度による河川水・排水等の評価— 東京都公害研究所年報，1983，157。