

## 5. 多摩川の付着藻類植生による水質の調査研究

### Estimation of Water Quality by Attached Algal Flora of the River Tama

松尾清孝・平山南見子・黒沢芳則・山田茂

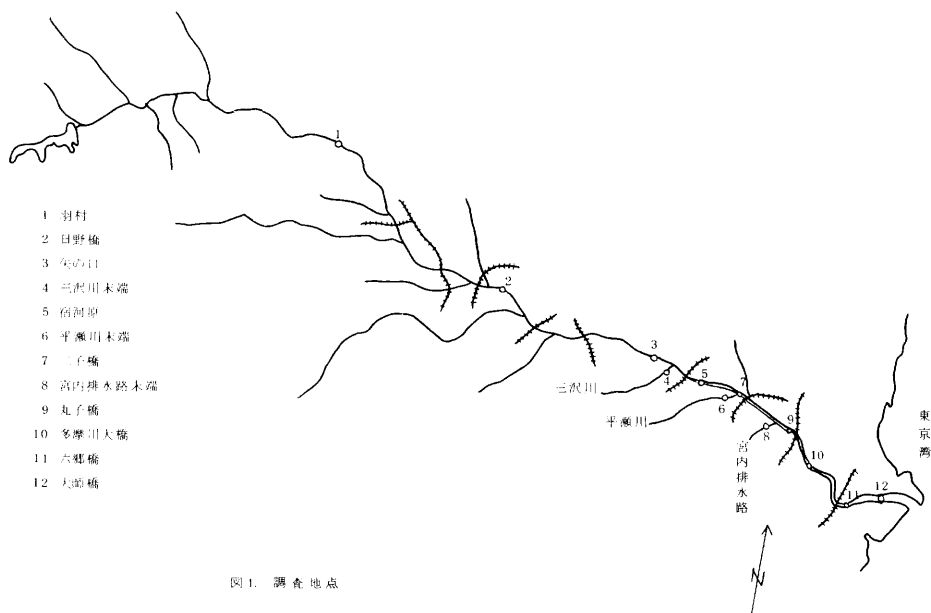
Kiyotaka MATSUO, Namiko HIRAYAMA, Yoshinori KUROSAWA,  
Shigeru YAMADA

#### 1. まえがき

現在当研究所で行なっている河川の水質調査は化学分析のみである。しかし化学分析による水質調査のみで水質の全体像が充分あきらかになるとは言えない。化学的な分析手法による水質調査では、その時どきの水質のその項目についての状態を表わすにすぎない。この欠点を補うために考察された方法が生物学的な調査法である。<sup>1)</sup>この調査法は『水質が異なれば、そこにすむ生物相も異なる』という事実を利用して、生物相を調べて水質調査をしようというものである。また1回の調査でそれまでのかなり長期にわたる水域の総合的な状態をつかむことができる利点があり、最近環境庁、建設省、神奈川県などで特に注目されてきている。<sup>1),2),3)</sup>今回、当研究所において、多摩川水系の付着藻類の調査を行なった。なお、今後さらに継続する予定であるが、ここに昭和52年における結果について報告する。

#### 2. 調査方法

調査は昭和52年5月19日および26日に多摩川水系の次の12地点で行なった。



羽村と日野橋を除くといずれも川崎市内の地点である。

調査方法は福島らの方法<sup>2),3)</sup>に従った。各地点で、なるべく瀬のところまで膝位までの深さの部分を選び、標準的な藻類のつき方をしている夏みかん大の石(下流の瀬のない所ではあらかじめ1ヶ月くらい前にレンガや木のくいを置いておく)を4個採集し、5×5cmコアドラートを表面にあて、外側を定性材料、内側を定量材料とし、それぞれをブラシでバットの中に洗い落とし、直ちにホルマリン(10%溶液)で固定した。定性材料は研究室に持ちかえって硫酸処理を施した後、プレラックスで封じて永久プレパラートとし、写真撮影用とした。種の同定はこの写真により行なった。定量材料は研究室に持ちかえりメスシリンダーに入れて一昼夜放置後沈澱量を測定した。定量材料を適当量の蒸留水でうすめ、よく振とうして0.05mlを界線入りスライドガラス上にとり、約400~800個体(細胞)計数し、石礫1mm<sup>2</sup>上の個体数(細胞数)を算出した。

各調査地点で個体数の多い種について信頼度90%の出現確率を計算し、優占種と亜優占種を決めた。<sup>2)</sup>また各地点間の類似性をCλ法<sup>4)</sup>により計算した。

### 3. 調査結果および考察

#### 3.1 環境要因と付着藻容量、個体数

表1に採取当日の環境要因と付着藻容量(ml/河床の石礫100cm<sup>2</sup>)、個体数(個体数/河床の石礫1mm<sup>2</sup>)をまとめた。宿河原の水温が低いのは湧水のためである。日本の河川の付着藻容量の平均値は4.13mlであるのに対し、日野橋、矢の口、宿河原、二子橋、宮内排水路末端、大師橋ではその値は大きかった。また付着藻個体数の日本の河川の平均値は2000~5000であるのに対し、羽村、日野橋、矢の口、三沢川末端、宿河原、二子橋における付着藻個体数の値は大きかった。

表1. 多摩川の付着藻容量および付着藻個体数  
天候 5/19:晴 5/26:曇

St No.	地点名	月日	時刻	水温(°C)	PH	付着藻容量 (ml/河床の石礫100cm <sup>2</sup> )	付着藻個体数 (個体数/河床の石礫1mm <sup>2</sup> )
1	羽村	5/19	12:00	22.5	8.6	4.5	19944
2	日野橋	"	14:30	24.0	8.5	17.3	30528
3	矢の口	5/26	14:00	20.4	8.8	8.7	27300
4	三沢川末端	5/19	16:00	23.0	7.2	5.5	67580
5	宿河原	5/26	16:00	14.8	7.0	9.0	18912
6	平瀬川末端	"	13:10	19.3	7.4	5.0	4628
7	二子橋	"	12:40	18.4	7.4	11.0	46873
8	宮内排水路末端	"	11:50	19.8	7.3	14.0	1237
9	丸子橋	"	11:15	18.0	7.2	6.0	1074
10	多摩川大橋	"	10:30	18.8	7.3	1.0	115
11	六郷橋	"	10:00	19.9	7.4	6.0	953
12	大師橋	"	17:40	20.2	7.5	10.0	6462

### 3.2 優占種, 亜優占種

図2に多摩川の主要付着藻の信頼度90%の出現率<sup>2)</sup>を示した。この図から各地点の優占種, 亜優占種を決め, 表2に一覧表とした。

羽村の優占種は *Achnanthes japonica* で他の地点と異なっている。日野橋から宮内排水路に至るまでは宿河原を除くと *Nitzschia palea* が優占種となっている。宿河原の優占種は *Nitzschia amphibia* で, ここでは湧水があり, 水温が14.8℃と他の地点に比べて低く, 水質が異なっているためと思われる。丸子橋から下流は海水の影響を受ける水域であり, 多摩川大橋では *Nitzschia palea* が最も多かったが, 優占種にはならなかった。

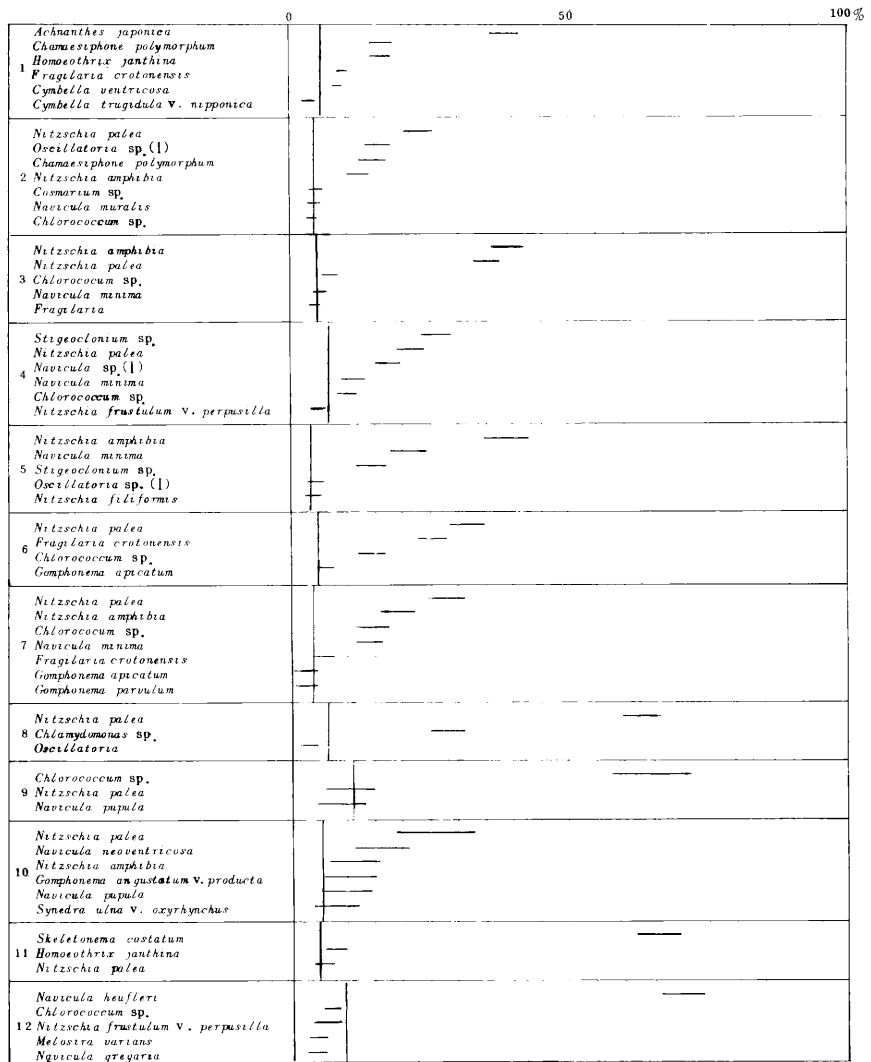


図2. 多摩川の主要付着藻の信頼度90%の出現率

表2. 多摩川の付着藻類の優占種，亜優占種

st	No.	種名	地点名															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
		<i>Chamaesiphonia polymorpha</i>	○	○														
		<i>Homoeothrix japonica</i>																
		<i>Oscillatoria sp. (I)</i>		○														
		<i>Achnanthes japonica</i>																
		<i>Cymbella ventricosa</i>																
		<i>Fragilaria crotonensis</i>																
		<i>Navicula heufferi</i>																
		<i>Navicula minima</i>																
		<i>Navicula sp. (I)</i>																
		<i>Nitzschia amphibia</i>																
		<i>Nitzschia palea</i>																
		<i>Chlamydomonas sp</i>																
		<i>Chlorococcum sp</i>																
		<i>Skeletonema costatum</i>																
		<i>Stigeoclonium sp</i>																

◎ 優占種
○ 亜優占種

優占種，亜優占種となった種の特徴は別記の通りである。

### 3.3 各調査地点の付着藻類植生の概況

#### st 1. 羽村

付着藻容量は 4.5 ml (河床の石礫 100 cm<sup>2</sup>上，以下省略) で日本の河川としては普通であり，個体数は 19944 (河床の石礫 1 m<sup>2</sup>上，以下省略) で多い方である。出現種数は 17 種で優占種は *Achnanthes japonica* である。

#### st 2. 日野橋

付着藻容量は 17.3 ml，個体数は 30528 でどちらも多い。出現種数は 23 種で優占種は *Nitzschia palea* である。

#### st 3. 矢の口

付着藻容量は 8.7 ml で個体数は 27300 でどちらも多い。出現種数は 22 種で優占種は *Nitzschia amphibia*，*Nitzschia palea* である。

#### st 4. 三沢川末端

付着藻容量は 5.5 ml で日本の河川としては普通であるが，個体数は 67580 で大変多い。出現種数は 15 種で優占種は *Stigeoclonium* sp.，*Nitzschia palea*，*Navicula* sp. (I) である。

#### st 5. 宿河原

付着藻容量は 9.0 ml で多い。個体数は 18912 で多い。出現種数は 27 種で優占種は *Nitzschia amphibia* である。

#### st 6. 平瀬川末端

付着藻容量は 5.0 ml で普通である。個体数は 4628 で普通である。出現種数は 20 種で優占種は *Nitzschia palea*，*Fragilaria crotonensis* である。

#### st 7. 二子橋

付着藻容量は 11.0 ml，個体数は 46873 で大変多い。出現種数は 25 種で優占種は *Nitzschia palea* である。

#### st 8. 宮内排水路末端

付着藻容量は 14.0 ml で大変多い一方，個体数は 1237 で少ない。ミズワタが多いためと思われる。出現種数は 15 種で優占種は *Nitzschia palea* である。

st 9. 丸子橋

付着藻容量は 6.0 ml で普通であり，個体数は 1074 で少ない方である。出現種数は 10 種で優占種は *Chlorococcum* sp. である。

st 10. 多摩川大橋

付着藻容量は 1.0 ml で個体数は 115 で大変少ない。木のくいからサンプリングしたためと思われる。出現種数は 18 種で，個体数が少ないわりには多い。そのため優占種となるような種がなかった。

st 11. 六郷橋

付着藻容量は 6.0 ml で普通であるが，個体数は 953 で少ない。出現種数は 21 種で優占種は *Skeletonema costatum* である。汽水域である。

st 12. 大師橋

付着藻容量は 10.0 ml で個体数は 6462 でやや多い。出現種数は 11 種で優占種は *Navicula heufleri* である。汽水域である。

3.4 群落の類似性

群落の類似性を  $C\lambda$  法<sup>4)</sup>により計算したものを表 3 に示した。0.8 以上を類似性が高いとし，0.7 以上をやや類似性が高いとすれば，矢の口と宮内排水路末端の類似性が高く，日野橋と二子橋，矢の口と二子橋，平瀬川末端と二子橋，二子橋と多摩川大橋がそれぞれ類似性がやや高かったが，全般的にみて類似性が低かった。

表 3. 植生の類似性

1 羽 村													
2 日 野 橋	0.156												
3 矢 の 口	0.040	0.669											
4 三沢川末端	0.011	0.413	0.415										
5 宿 河 原	0.025	0.406	0.684	0.379									
6 平瀬川末端	0.129	0.523	0.573	0.523	0.139								
7 二 子 橋	0.039	0.709	0.788	0.559	0.601	0.748							
8 宮内排水路末端	0.013	0.514	0.866	0.426	0.064	0.598	0.551						
9 丸 子 橋	0.017	0.205	0.252	0.281	0.046	0.420	0.431	0.131					
10 多摩川大橋	0.012	0.675	0.655	0.409	0.349	0.543	0.709	0.544	0.131				
11 六 郷 橋	0.041	0.051	0.071	0.379	0.039	0.055	0.062	0.068	0.015	0.069			
12 大 師 橋	0.0004	0.012	0.017	0.029	0.005	0.028	0.034	0.0003	0.092	0.008	0.006		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	羽	日	矢	三	宿	平	二	宮	丸	多	六	大	
	村	野	の	沢	河	瀬	子	内	子	摩	郷	師	
		橋	口	川	原	川	橋	排	橋	川	橋	橋	
				末		末		水		大			
				端		端		路		橋			
								末					
								端					

### 3.5 付着藻類植生からみた水質汚濁状況

生物学的水質判定法として強汚濁域 (*poly-saprobic zone*)、強・中汚濁域 ( $\alpha$ -*meso-saprobic zone*)、弱・中汚濁域 ( $\beta$ -*mesosaprobic zone*)、貧汚濁域 (*oligosaprobic zone*)と水域を4段階の水質階級に分けて水質判定をする污水生物体系がもっとも広く用いられている。その判定方法は種々あり、福島(1972)<sup>5)</sup>、津田(1972)<sup>6)</sup>により詳しく述べられているが、本調査では Pantle u. Buck<sup>7)</sup>(1955)の *Saprobity Index* により水質階級をもとめた。*Saprobity Index* は各種の相対出現頻度とそれぞれの種の属する水質階級に重みをつけて算出する方法であり次式により求められる。

$$S = \frac{\sum (s \cdot h)}{\sum h}$$

s : 汚濁階級指数でその標点は次のように与えられる。

貧汚濁性指標種 s = 1

弱・中汚濁性指標種 s = 2

強・中汚濁性指標種 s = 3

強汚濁性指標種 s = 4

h : 出現頻度で以下のとおりである。

少ししか見られないもの  $h = 1$  ( 9.9 %以下)

普通にみられるもの  $h = 3$  ( 10~29.9% )

多量にみられるもの  $h = 5$  ( 30 %以上)

得られたS値によって示される水質階級は以下のとおりである。

$S = 1.0 \sim 1.5$  : 汚濁は非常に僅か ( 貧汚濁域 :  $\alpha$  )

$S = 1.5 \sim 2.5$  : 汚濁は中位 ( 弱・中汚濁域 :  $\beta_m$  )

$S = 2.5 \sim 3.5$  : 汚濁は強い ( 強・中汚濁域  $\alpha_m$  )

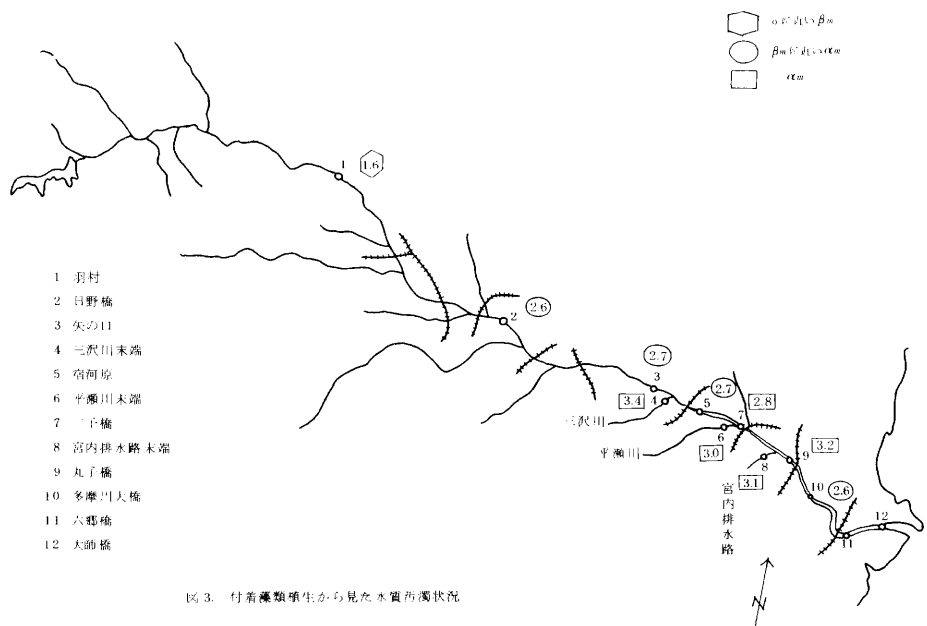
$S = 3.5 \sim 4.0$  : 非常に強い ( 強汚濁域 :  $p$  )

*Pantle u .Buck* の *Saprobity Index*により求めた12調査地点の生物学的な水質判定は次のとおりであり、さらに図3に示した。

st 1. 羽村	1.6 ( $\alpha$ に近い $\beta_m$ )
st 2. 日野橋	2.6 ( $\beta_m$ に近い $\alpha_m$ )
st 3. 矢の口	2.7 ( $\beta_m$ に近い $\alpha_m$ )
st 4. 三沢川末端	3.4 ( $p$ に近い $\alpha_m$ )
st 5. 宿河原	2.7 ( $\beta_m$ に近い $\alpha_m$ )
st 6. 平瀬川末端	3.0 ( $\alpha_m$ )
st 7. 二子橋	2.8 ( $\alpha_m$ )
st 8. 宮内排水路末端	3.1 ( $\alpha_m$ )
st 9. 丸子橋	3.2 ( $\alpha_m$ )
st10. 多摩川大橋	2.6 ( $\beta_m$ に近い $\alpha_m$ )
st11. 六郷橋	— 感潮域
st12. 大師橋	— 感潮域

以上の結果からわかるように多摩川源流から約6.7km下流の羽村地点では *Saprobity Index* 1.6 とほぼ清浄な水質を保っているが、羽村より1.3km下流の日野橋では羽村堰での取水による河川流量の著しい減少と家庭排水等の流入のため、*Saprobity Index* 2.6 と著しく汚濁している。その後2.2km下流の二子橋まで *Saprobity Index* 2.6~2.8 とほぼ同等の汚濁状況が続く。さらに5km下流の丸子橋では両岸からの下水の流入、し尿処理水、家庭排水の混入、強汚濁支川の合流のため河川の汚濁はさらに進む。その下流の多摩川大橋では海水の影響により汚濁は低下する。河口附近の六郷橋、大師橋では完全な感潮域のため本法による汚濁状況の把握は出来なかった。





優占種，亜優占種となった種の特徴

*Chamaesiphon polymorphum*

河川の上流部から中流部まで見られる種で，優占種として出現することはしばしばある。

$\beta_m$  の指標種で耐汚濁性種。

*Homoeothrix janthina*

上流部から中流部まで見られ，ひんばんに優占種として出現する。耐汚濁性種。

*Achnanthes japonica*

山地の原流部から中流部まで見られる種，時に優占種として出現することもある。塩分不定性，好流水性， $\alpha_m \sim \beta_m$  の指標種とされているが， $\beta_m \sim 0$  の指標種とし取り扱うべきと考えられる。*A. japonica* は小林(1977)<sup>8)</sup>により荒川の付着藻中より報告された種である。耐汚濁性種とされているが，非耐汚濁性種にすべき種と考える。

*Fragilaria crotonensis*

富栄養化した止水のプランクターとして見られる種で塩分不定性，pH 不定性，好止水性種。

*Navicula heufleri*

汽水域，アルカリ性水域に多く見られる種で，耐汚濁性種である。この種に類似する種に *N. cinctaeformis* がある。*N. cinctaeformis* は好流水性で  $\alpha \sim \beta_m$  の指標種で，非耐汚濁性種であり，汽水域には生育することはないと考えられる。

*Navicula minima*

河川の中流部から下流部に見られる種。優占種として見られることもしばしばある。水質階級は  $p \sim \alpha_m$  と考えられる。耐汚濁性種。

*Nitzschia amphibia*

河川の中流部に見られる種。優占種として出現することはあまり観察されていない。塩分不定性，真アルカリ性域，流れ不定性， $\beta_m$  の指標種で耐汚濁性種。

*Nitzschia palea*

河川の中流部から下流部まで見られる種。汚濁の進んだ場所で優占種として出現することが非常に多い。塩分，pH，流れとも不定性で  $p \sim \beta_m$  の指標種。耐汚濁種。

*Chlamydomonas* sp.

富栄養化した止水域のプランクターとして見られることが多い。 $p \sim \alpha_m$  の指標種と考えられる。耐汚濁性種。

*Chlorococcum* sp.

まれに優占種として出現することがある。 $p \sim \alpha_m$  の指標種と考えられる。耐汚濁性種。

*Skeletonema costatum*

海洋プランクトンであるが沿岸に多い。一般に河川の付着藻として見られることはなく海水とともに河口部に侵入してきたものである。指標種とはならない。温度，塩水不定性。

*Stigeoclonium* sp.

河川の中流部から下流部に見られる種。優占種として見られることもしばしばある。 $\alpha_m \sim \beta_m$  の指標種で耐汚濁性種。この種を *Stigeoclonium tenue* としてあつかつている報告もある。

#### 4. 総括

- (1) 12調査地点の環境要因と付着藻容量，個体数を示した。
- (2) 主要付着藻の信頼度90%の出現率から各地点の優占種，亜優占種を決めた。*Nitzschia palea* は12地点中6地点で優占種であった。
- (3) 各調査地点の付着藻類植生の概況を示した。
- (4) 群落の類似性をCλ法により計算したが，各地点間でほとんど類似性はなかった。

(5) Saprobity Index (Pantle u. Buck の方法) を求め各地点の汚濁状況を把握した。

本調査にあたり終始御指導下さいました横浜市公害研究所の福島悟氏に深く感謝致します。

#### 文 献

- 1) 津田・森下 (1974) : 生物による水質調査法 山海堂
- 2) 福島等 (1975) : 藻類植生と水質汚濁 神奈川県
- 3) 建設省関東地方建設局京浜工事事務所 (1975) : 多摩川の生物相と水質汚濁の現況 29-100
- 4) Morishita , M. (1959) : Measuring of interspecific association and similarity between communities  
*Mem . Fac . Sci .Kyushu Univ , Ser.E(Biol) 3 (1) 65-79*
- 5) 福島等 (1972) : 生物学的水質判定と相模川の水質汚濁 神奈川県
- 6) 津田松苗 (1972) : 水質汚濁の生態学 公害対策技術同友会 53-134
- 7) Pantle , R.u. Buck , H. (1955) : Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse . Gas-u. Wasserfach .  
**96** 604
- 8) 建設省関東地方建設局荒川上流 , 下流工事事務所 (1977) : 荒川水系底生生物調査報告書

表 4. 多摩川の付着藻類, 河床の石塊 1 ㎡ 上の個体数

種名	調査地点											
	1 羽村	2 日野橋	3 矢の口	4 三沢川 末端	5 宿河原	6 平瀬川 末端	7 二子橋	8 宮内排水 路末端	9 丸子橋	10 多摩川 大橋	11 六郷橋	12 大師橋
<i>Chamaesiphone polymorphum</i>	3264	4560										
<i>Homoeothrix janthina</i>	3240		538		480	16					74	
<i>Oscillatoria</i> sp.(I)		4896	576	86	778		211		38	5		
<i>Oscillatoria</i> sp.(II)					86			35				
<i>Achnonthes japonica</i>	7632		38		48							
<i>A. lineariformis</i>	480	1056	154	1462			633					
<i>A. minutissima</i>	48										2	
<i>Ampora</i> sp.						25						
<i>Asterionella formosa</i>												
<i>Ceratoneis arcus</i> v. <i>vancheriae</i>			38									
<i>Cocconeis placentula</i>		48			96		105					
<i>Cyclotella comta</i>					96		105	11	9	4	30	64
<i>Cymbella targuiada</i> v. <i>nipponica</i>	792											
<i>C. ventricosa</i>	1752											
<i>C. v. v. sillesiaca</i>	96											
<i>Fragilaria crotonensis</i>			1113			1164	2534		57			
<i>Gomphonema angustatum</i>	1872					8	105					
<i>G. ang. producta</i>				86	192		316	2		11		
<i>G. apicatum</i>		816			384	271	1372	2		4	16	
<i>G. parvulum</i>			77	172	96		139	5				
<i>Melosira italica</i>						172	316					
<i>M. nummuloides</i>											2	
<i>M. varians</i>		96	77				633			2		288
<i>M. sp.</i>										3		
<i>Meridion circulare</i> v. <i>consticta</i>		48										
<i>Navicula accomoda</i>			77		48						16	
<i>N. cinctaeformis</i>					48							16
<i>N. cryptocephala</i>						16	316	2		1		16
<i>N. c. v. veneta</i>		48	38	86	96	16	211				5	
<i>N. gregaria</i>	72					57				2	25	272
<i>N. heusleri</i>												4544
<i>N. insosabilis</i>												2
<i>N. menisculus</i>	48											2
<i>N. minima</i>		1104	1344	7740	3936	205	6441	14		3	7	
<i>N. muralis</i>		1200	115	1360	240		528					
<i>N. mutica</i>		96	77		240							
<i>N. neoventricosa</i>											17	2
<i>N. pupula</i>		672	230	344	144		1372	20	86	10	12	
<i>N. rynechocephala</i> v. <i>amphiceras</i>		144										
<i>N. salinarum</i>										1	39	176
<i>N. ventralis</i>	48					8						
<i>N. sp.</i>				12212								160
<i>Nitzschia aciculus</i>	264					8						
<i>N. amphibia</i>		3744	10700	1118	7296	45	9081		28	12	16	32
<i>N. clausii</i>					144							
<i>N. dispersata</i>		144										
<i>N. filiformis</i>		192				672		11		1	9	
<i>N. fonticola</i>	48		38			96						
<i>N. frustulum</i> v. <i>perpusilla</i>				3354								416
<i>N. gracilis</i>						148	633					
<i>N. palea</i>	144	7152	9728	14706	576	1455	12777	783	100	29	46	
<i>N. romana</i>	120	336	38		144							
<i>N. sublinearis</i>			269									
<i>N. tryblionella</i> v. <i>lividensis</i>						48						7
<i>Pinnularia</i> sp.					48			2				
<i>Surirella angusta</i>		768			48		105					
<i>Synedra acus</i>						41	105					
<i>S. rumpens</i>										1		
<i>S. ulna</i>							528					
<i>S. ulna</i> v. <i>oxyrhynchus</i>	24		77		144		211	2	28	8	16	
<i>Chlamydomonas</i>		672						338				
<i>Chlorococcum</i> sp.	1200	1920	6880			645	6758		700			430
<i>Cosmarium</i> sp.	1392								5	19	2	64
<i>Scenedesmus</i> sp.	144	38	86	48	41	105	5	9		2		
<i>Skeletonema costatum</i>											623	
<i>Stigeoclonium</i> sp.				17888	2688	148						
合計	19944	30528	27300	67580	18912	4628	46873	1237	1074	115	953	6462

Plate 1.

- A , B *Achnanthes japonica*  
C , D *Cocconeise placentula* v. *lineata*  
E *Cyclotella comta*  
F , G *Cymbella turgidula*  
H , I *C. ventricosa*  
J , K *Gomphonema angustatum* v. *producta*  
L *G. apicatum*  
M , N *G. parvulum*  
O *Navicula accomoda*  
P , Q *N. cryptocephala*  
R , S *N. c. v. veneta*  
T , U *N. minima*  
V , W *N. muralis*  
X *N. sp. (I)*

Plate 2.

- A , B *Navicula mutica*  
C , D *N. neoventricosa*  
E , F *N. pupula*  
G , H *Nitzschia amphibia*  
I *N. dissipata*  
J , K *N. palea*  
L , M *N. frustulum* v. *perpusilla*  
N , O *N. romana*  
P *Pinnularia braunii*  
Q , R *Surirella angusta*  
S *S. ovata*  
T , U *Synedra ulna* v. *oxyrhynchus*

Plate 1

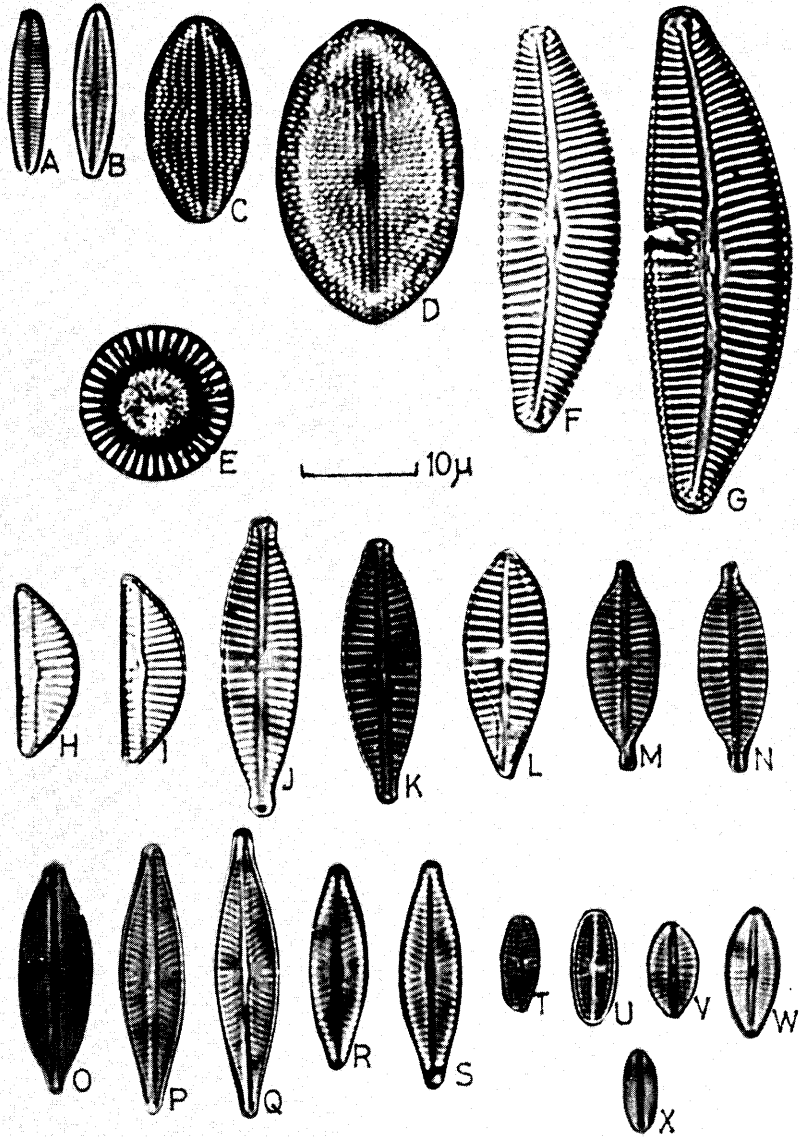


Plate 2

