相模川（神奈川県）の藻類植生

Algal vegetation of the River Sagami

小林 艶子¹⁾・福島 博²⁾・石井 明子³⁾・勝山 志乃¹⁾
(横浜市立大学¹⁾, 東京女子体育大学²⁾, 東京都水道局³⁾)

Tsuyako KO-BAYASHI¹⁾, Hiroshi FUKUSHIMA²⁾, Akiko ISHII³⁾ and Shino KATSUYAMA¹⁾
(Yokohama City University¹⁾, Tokyo Women's College of Physical Education²⁾,
Tokyo Metropolitan Government Waterworks Bureau³⁾)

1. はじめに

相模川は、神奈川県のはほぼ中央を南北に流れる県内で最大の河川である。上流には、相模湖、津久井湖があり、上水道の水源として重要である。相模湖の付着藻類については後に記すように多くの報告があるが、最近の状況を知るために相模川の河口部から津久井湖の付近まで、本川9地点を(図1)、1986年1月24日、5月1日、7月30日、10月31日の4回調査を行った。調査方法は著者らの定法に従った。

相模川の付着藻類についての最初の報告は、殖田・岡田(1934)が、相模川のアユの消化管内容物を調査したものである。量的には、ケイ藻とラン藻とが相半ばしていると記している。相模川水系の底生生物については水質汚濁防止京浜地区協議会において1955年に1ヶ年間にわたり詳細な調査が行われ相模川調査報告として報告された。藻類担当の小島力は、源流付近より河口までを1年間に8回採集しケイ藻が全水域、全期間を通し常に優占的であると報告している(1956)。小出(1964, 1966, 1967)は、上記1956年の結果に比較して、1964, 1965年には、汚濁がかなり進行していると記している。

日本の水をきれいにする会(担当者松井・上條)(1970)は相模川の本川14地点支川6地点の3回の調査結果を報告している。福島(1970, 1971)と神奈川県(1971, 1972, 1974, 1975, 1977)担当者は福島、福島、小林)は、1968年から1975年にいたる7年間に付着藻類植生とそれより判定した水質階級とを示し、さらに、小林・福島ら(1972)は相模川で得たケイ藻4種の変異を報告し

ている。

印東、寺尾、福島(1979)は、1978年に相模大橋より上流の本流及び支流を調査し、付着藻より得られた諸指数と群落の類似性について報告している。浜村・中田(1979)は、1978～1979年に相模川本川、支川36地点を4回調査し、付着藻の種類と量について報告している。また、中田(1978, 1979)は相模川のpH上昇と付着藻との関係を考察している。福島・小林・寺尾(1980)は1978年、本川11地点、支川12地点で調査した結果を報告している。中田・浜村(1984)は1983年に調査した相模川の付着藻の現存量を示し、さらに、中田・浜村(1984)は1978年より5年間の調査で認めた主要種の分布を示しているが、この中に相模川の付着藻も含まれている。

今回の調査結果の1部は福岡(1988)によって(群落構造の類似性)報告されている。

この研究の遂行に当って、大塚晴江、寺尾公子両女史の多大の援助をえたことをここに記し深く感謝する。

2. 環境要因

環境要因を表1にまとめた。次に各項目について記す。

2.1 気温

気温は、現地で採集を行っている間に測定したもので、測定時刻がそれぞれの地点で異なるため、気温について論じるのは困難である。1月と5月は下流から上流へと調査したが、7月と10月は上流から下流へと行った。

各季節での最低気温と最高気温について、その較差を

図1 相模川調査地点図

みると、1月は27℃より7.8℃まで、5月は14.8℃より23℃まで、7月は27℃より35℃まで、10月は18.4℃より25℃までである。各季節の平均気温は1月が5.2℃、5月が18.7℃、7月が29℃、10月が21.8℃である。地点別にみると、中流のSt. 4. 5. 6がやや高い傾向があるが、これは測定した時刻が日中であるためかもしれない、はっきりしたことはわからない。

2.2 水温

水温も現地では採集している間に測定するので、その時刻は地点によって異なるが、四季を通じてSt. 1がやや

高く、St. 8. 9が低い傾向がみられる。St. 1は河口部で感潮域であるため、他の地点より水温が高めと考えられる。St. 8. 9が低いのは、上流部であるためと推定できる。また、10月のSt. 4が28℃と異常に高い水温を示しているが、この時は流れがなく、よどんだ浅い所で測定したためと考えられる。各地点間の温度変化は冬季が一番変動が少ない(図2)。

各季節の平均水温は1月が7.5℃、5月が14.8℃、7月が25.1℃、10月が20.5℃となっている。気温に比べ、季節による差は小さくなっているが、5月と10月については気温が3.1℃しか変わらないのに対し、水温は5.7℃も10月の方が高くなって

2.3 pH

相模川のpHは弱アルカリである(図3)。このことは過去の調査と同様である。

一般的な傾向として、上流部のSt. 9はpHが低く、流下に従ってpHが高くなり、St. 7が最大値(7月は例外)で、その後は流下に従ってpHが低くなり、St. 5が谷でそれより下流は再びpHが高くなり、St. 2で低くなる。St. 1は1月と5月がやや低く、7月と10月はやや高い。1月と5月は干潮時、7月と10月は満潮時に調査したので、その影響が考えられる。St. 7のpHが高いのは過去の調査(1968~1969福島)と同様であるが、今回は季節による変動が大きい。pHの高い順に1月、5月、10月、7月となっている。

2.4 DO(溶存酸素)

DOの測定結果を図7にまとめた。季節による変化をみると、1月の値が最も大きい。これは冬季の付着現存量が大きいことと、水温が関係していると考えられる。地点別にみると、St. 5が谷になっているが、これはCOD、BOD共に高い値を示す地点であるためと推定される。上流部のSt. 9と河口部のSt. 1が季節による変動が大きい。これはダム湖や海の影響が考えられる。

2.5 COD(化学的酸素要求量)

図5よりSt. 1の季節変動が大きいことがわかる。1月の測定値がぬけているので、はっきりとはいえないが、5月がSt. 2. 3などと同じ位の値であり、7月と10月が異常に高い値であることから、海水の影響が考えられる。潮の満ちている時に調査した7月、10月の値が高くなっている。また、St. 5のCOD値が高い。この地点はDOが低く、次に検討するBOD値が高い。この地点のみ、他と異なる値を示すため、St. 5のすぐ上流での排水の流入

表1 相模川の環境要因と付着藻の概要 (1986)

調査地点名	項目	位置	月	時間	気温	水温	pH	RpH	流速 cm/sec.	DO	COD	BOD	現 存 量		ベックの 生物指数	清浄度	汚濁度	汚 濁 指 数	多様性 指 数	ザンプロビ 指 数
													容量 mℓ 石レキ 100cm	細胞数 石レキ 1mm						
1 湘南大橋	右岸		1	10:15	3.5	8.8	7.8	7.9	0	9.41	—	1.90	2.6	4,886	6	0	50.0	150.0	0.38	2.30
			5	10:15	18.6	17.2	7.3	7.3	0	11.1	2.50	2.80	1.5	30,504	9	0	44.4	144.4	0.65	2.31
			7	13:40	27.5	28.8	8.4	8.4	0	13.9	7.59	2.41	4.4	2,778	15	7.1	42.9	137.5	2.04	2.35
			10	15:15	19.4	21.0	8.2	8.2	0	7.2	10.8	1.31	3.4	9,130	21	5.0	70.0	165.0	3.87	2.67
2 神川橋	左岸		1	11:13	4.2	7.6	7.6	7.8	0.78	13.2	1.92	1.62	10.4	9,440	20	17.6	29.4	111.8	3.17	2.20
			5	11:00	19.7	14.0	7.5	7.6	7.31	10.0	1.90	1.50	0.5	172	26	8.3	37.5	129.2	2.73	2.53
			7	12:55	28.5	26.5	7.8	7.9	2.33	10.0	2.81	1.58	5.5	25,959	18	0	33.3	133.3	0.92	2.27
			10	14:25	24.0	20.5	7.6	7.8	0	10.2	1.60	1.80	1.8	11,682	14	7.7	23.1	115.4	1.47	2.10
3 相模川橋	右岸		1	13:08	7.8	8.0	7.9	7.9	0.82	13.8	1.72	1.01	5.8	8,904	24	33.3	22.2	88.9	3.00	2.00
			5	11:50	20.4	15.0	7.6	7.7	5.01	11.8	1.60	3.59	2.4	3,920	24	20.0	30.0	110.0	2.57	2.21
			7	12:20	28.5	27.0	8.4	8.4	3.02	12.8	1.31	1.91	6.8	5,212	14	7.7	46.2	138.5	2.37	2.57
			10	13:38	19.5	20.0	8.0	8.1	3.02	11.0	1.28	2.01	6.7	30,112	16	6.7	40.0	133.3	1.88	2.30
4 相模大橋	左岸		1	13:30	7.2	8.0	8.0	8.0	0.81	13.8	1.88	1.38	8.0	11,010	20	11.1	27.8	116.7	1.88	2.21
			5	13:10	21.4	16.0	8.0	8.1	4.55	12.8	1.70	1.62	5.0	9,339	12	9.1	54.5	145.5	1.97	2.62
			7	11:45	35.0	26.0	8.2	8.2	3.78	12.8	1.31	1.49	14.0	11,029	18	12.5	50.0	137.5	1.70	2.54
			10	12:55	22.5	26.0	7.8	7.8	0	10.1	1.62	1.91	5.7	15,191	15	7.1	50.0	142.9	2.47	2.65
5 新相模川橋	左岸		1	14:25	6.1	7.0	7.4	7.7	0.49	9.9	6.28	5.00	15.0	13,433	17	6.3	50.0	143.8	2.41	2.73
			5	13:50	18.5	15.8	7.6	7.6	6.15	10.1	5.10	3.98	6.2	15,876	14	0	71.4	171.4	2.57	2.88
			7	11:05	29.6	28.0	7.7	7.9	3.24	10.0	3.62	4.48	8.1	18,066	12	0	66.7	166.7	0.82	3.00
			10	12:25	22.5	19.2	7.4	7.5	2.97	10.0	4.21	4.72	9.3	100,320	15	15.4	38.5	123.1	2.14	2.33
6 座架依橋	右岸		1	15:05	6.0	7.2	8.0	8.0	0.67	13.2	1.58	1.58	12.0	35,182	22	22.2	44.4	122.2	1.80	2.38
			5	14:35	23.0	14.0	8.0	8.0	4.17	11.8	3.10	1.41	4.2	8,610	21	16.7	50.0	133.3	2.38	2.46
			10	11:42	28.8	24.5	7.7	7.8	3.35	10.0	1.41	1.45	15.0	9,165	21	16.7	38.9	122.2	3.00	2.33
			10	11:43	22.5	19.8	7.6	7.6	9.88	10.8	2.50	3.48	7.6	9,012	20	25.0	31.3	106.3	2.26	2.32
7 昭和橋	右岸		1	15:58	5.5	8.0	9.2	9.0	0.44	16.2	1.08	1.58	12.2	19,002	18	20.0	26.7	106.7	1.70	2.24
			5	15:25	14.8	17.0	8.6	8.6	6.71	12.0	1.90	1.48	6.2	25,978	26	23.8	28.6	104.8	2.59	2.11
			7	9:43	28.0	24.5	7.9	8.0	4.38	11.1	0.70	1.45	5.6	3,960	30	25.0	25.0	100.0	3.49	2.09
			10	10:48	25.0	20.5	8.4	8.6	8.05	13.2	1.02	1.51	9.9	15,159	19	18.8	25.0	106.3	2.35	2.09
8 高円橋	左岸		1	16:35	3.6	7.0	8.1	8.1	0.12	12.2	2.18	0.99	9.4	1,597	32	23.1	26.9	103.8	3.68	2.19
			5	15:54	16.2	13.5	8.0	8.1	28.7	11.8	1.80	0.62	2.2	1,434	33	32.0	12.0	80.0	2.15	1.69
			7	9:15	27.0	20.3	7.3	7.6	0	10.1	1.01	0.89	3.7	1,419	27	17.4	26.1	108.7	3.60	2.15
			10	10:13	18.4	18.4	7.5	7.7	0	11.1	1.50	1.48	4.2	8,867	23	21.1	31.6	110.5	2.22	2.35
9 小倉橋	右岸		1	17:08	2.7	6.0	7.3	7.4	0.24	12.9	1.10	1.29	10.2	18,930	25	31.6	21.1	89.5	2.36	1.93
			5	16:20	15.8	11.1	7.6	7.7	17.5	11.9	1.80	0.79	1.2	2,136	17	13.3	20.0	106.7	1.46	2.00
			7	8:45	27.7	20.0	7.0	7.1	4.61	8.25	0.90	1.11	4.4	4,259	26	44.4	16.7	72.2	1.81	1.77
			10	9:40	22.5	19.5	7.3	7.3	0	10.1	1.02	1.08	6.6	1,176	14	7.7	46.2	138.5	3.25	2.67

図2 相模川の水温

図3 相模川の pH

が考えられる。St. 4 では値が低下していることから、St. 5 から St. 4 に流下する間に自然浄化されているのがわかる。

2.6 BOD (生物学的酸素要求量)

最高値を示したのは St. 5 の冬季で、最小値は St. 9 の春季である。全体の傾向は St. 5 の値が飛び抜けて大き

図4 相模川の DO

図5 相模川の COD

く、次に St. 1 が大きく、残りの地点は St. 3 の春季を除いてはほぼ同じような値を示している。

季節変化では秋季の値が他の季節より多少高いだけで、他の季節はほとんど同じ値と思われる。

3. 現存量

3.1 容量

冬季は日本河川の平均値 (4.13 mℓ) よりも小さい値を示すのは St. 1 のみで、他の地点は平均以上の値を示している。特に中流部の値が大きく、平均値の 3 倍近い値を示している。最大値は St. 5 (15.0 mℓ)、最小値は

図6 相模川のBOD

St. 1 (2.6 mg/l) で示している。全般的には上流から中流で大きく、St. 5がピークでそれより流下に従って小さくなっている。冬季における全地点の平均値は9.5 mg/lである。

春季は、上流で小さく中流でやや大きくなり、St. 5をピークに再び小さくなる傾向がある。日本の河川の平均値以下の値を示す地点がSt. 9. 8. 3. 2. 1の5地点もあり、上流部と下流部に見られる。平均値以上の値を示す地点でも、その値は冬季の半分程度である。最大値はSt. 5 (6.2 mg/l)、最小値はSt. 2 (0.5 mg/l) で示している。春季の平均値は3.3 mg/lで冬季よりも大変小さい値である。

夏季は、上流部で小さく中流のSt. 6. 4で大きくなり、以後は流下に従い小さくなっている。St. 8を除く8地点で日本の河川の平均値以上の値を示している。St. 6. 4. 3. 1では、冬季以上の値を示し、その地点での最大値になっている。夏季の最大値はSt. 6 (15.0 mg/l)、最小値はSt. 8 (3.7 mg/l) で示している。夏季の平均値は7.5 mg/lで冬季に近い値を示している。

秋季は、上流部で小さく、St. 7. 5で大きくなった後は流下に従って小さくなっている。下流部のSt. 2. 1で日本の河川の平均値以下の値を示している。地点による容量の差異は他の季節により小さい。最大値はSt. 7 (9.9 mg/l)、最小値はSt. 2 (1.8 mg/l) で示している。秋季の平均値は6.2 mg/lである。

調査地点別に検討すると、St. 2の値が四季を通して小さい。これは、St. 2の上流に神川放水堰があり、時々放

図7 相模川付着藻の現存量 (容量/石レキ 100 cm²)

水されるために付着藻がつきにくいと考えられる。日本の河川の平均値よりも小さな値を示す地点は、上流部と下流部に見られる。中流部は大きな値を示している。このことは、各季節において最大値を示す地点がSt. 5. 6. 7であることからうかがえる。また、最小値を示す地点がSt. 1. 2. 8であることから上流部と下流部の容量が少ないことがわかる。日本の河川では、容量は冬季に最大、夏季に最小の値を示すのが一般的である。今回の調査でも、冬季に最大値を示すのは5地点と過半数を占めている。しかし最低値を春に示す地点が8地点もあり、日本の河川の一般的傾向とは異なっている。

3.2 細胞数

冬季は、St. 9で大きくSt. 8で小さくなるが、St. 6まで大きくなり、以後はやや小さくなっている。日本の河川の平均値より小さな値を示すのはSt. 8のみで、他の地点は平均と同じ位か、それより大きな値を示している。容量の少ないSt. 1は、細胞数は平均値よりも多くなっている。これはシルトなどの混入物が少なかったことを示している。最大値を示す地点はSt. 6 (35.182)、最小値を示す地点はSt. 8 (1.597) で、平均値は13.598である。

春季は、上流で小さく、St. 7で大きくなるが、以後は徐々に小さくなりSt. 2が谷で、St. 1で再び大きくなっている。日本の河川の平均値以下の値はSt. 8. 2に見られ、平均的な値はSt. 9. 3に見られる。冬季よりも細胞数の減少した地点がSt. 9. 8. 6. 4. 3. 2の6地点あり、容量とあわせて考えると春の現存量が少ないことがわかる。

最大値は St. 1 (30.504), 最小値は St. 2 (172) で示し, 平均値は 10.885 である。

夏季は, St. 8 で小さく, St. 5 まで大きくなり, St. 3 が谷で St. 2 が大きく, St. 1 で再び小さくなっている。日本の河川の平均値以下を示す地点は St. 8 のみで, これは夏季の容量の場合と一致している。平均値に近い値を示す地点は St. 9, 7, 1 である。最大値は St. 2 (25.959), 最小値は St. 8 (1.419) で示している。平均値は 9.094 であり, 細胞数の平均値は夏季が最も小さい値になっている。

秋季は, St. 9 で小さく, 流下に従って値が大きくなり, 下流部で再び小さくなっている。日本の河川の平均値よりも小さな値を示す地点は St. 9 (1.176) のみで, 他の地点は平均値以上の値を示している。容量では St. 1 と 2 で平均値より小さな値を示したが, 細胞数は平均値よりも大きな値である。これはシルトなどの混入物が少ないためと考えられる。最大値は St. 5 (100.302), 最小値は St. 9 (1.176) で示し, 平均値は 22.292 である。また, 秋季に最大値を示す地点が St. 8, 5, 4, 3 の 4 地点あり, 各季節の中で最も多くなっている。

4 回の調査結果をまとめると次のようである。日本の河川の平均値よりも小さな値を示す地点は上流部に少し見られ, 中流部では大きな値を示す傾向が見られる。容量の少なかった下流部で, 細胞数では平均値またはそれ以上の値を示すのは, シルトなどの混入物が少ないこと, 細胞の大きさが小さいことなどが原因として考えられる。季節による変化をみると, 秋季に最大値を示す地点が 4 地点あり, 最も多かった。日本の河川では最大値を冬季に示すことが多いが, 今回は秋季であると考えられる。また, 最小値を春季に示す地点が 6 地点あり, 容量の場合と同様の結果を示している。日本の河川では, 最小値を夏季に示すことが多いが, 今回の調査では春季と考えられ, 一般的傾向とは異なっている。調査地点ごとの平均値と比較すると, 秋季の細胞数が最も多く, 夏季の細胞数が最も少なくなっており, 容量の結果とは異なっている。しかし, 秋季の細胞数が多いのは St. 5 の値が 100.302 と飛び抜けて多いため, これを除くと冬, 春, 秋の値はほぼ同じであると考えられる。地点別に検討すると, St. 8 の値が他地点に比較して少なく, 容量の場合と同様である。四季を通して細胞数が日本の河川の平均値よりも大きい値を示す地点は, St. 1, 3, 4, 5, 6, 7 の 6 地点あり, 容量の場合よりも多い。これは相模川全体において, シルトなどの混入物が少ないのではないかと考えられる。また, 中流部での細胞数が多いことは, 容量の場合と一致し, BOD 値の傾向とよく似てい

図8 相模川付着藻の現存量 (細胞数 / 石レキ 1 mm²)

る。

4. 多様性を示す指数

4.1 シャノンの多様性指数 (bit)

冬季の結果は最高値は St. 8 (3.68), 最小値は St. 1 (0.38) で, 平均値は 2.26 である。各地点の値を検討すると, 最下流の St. 1 と中流部の St. 4, 6, 7 の値が小さい。St. 1 は出現種が少なく, 汽水域によく出現する *Ulothrix* sp. が第 1 優占種として他の出現種より飛び抜けて多く出現するためと考えられる。一方中流部は St. 1 ほどではないが, かなり小さい値を示している。これは, BOD, COD もそれほど高くなく, 出現種も少なくないが, 第 1 優占種の個体数が第 2 優占種の個体数よりかなり多く出現しているため値が小さくなると考えられる。

春季の結果は最高値は St. 2 (3.17), 最小値は St. 1 (0.65) で, 平均値は 2.26 である。各地点の値は, 冬季のようなジグザグした形ではなく, St. 1 を除き 2 前後の値を示す地点が多い。春季は St. 1, 4 を除き出現種が多く, 個体数に差がないためと考えられる。St. 1 の値が低いのは冬季の所で述べた理由とほぼ同じである。

夏季の結果は最高値が St. 8 (3.60), 最低値が St. 5 (0.82) で平均値は 2.19 と春季と同じである。各地点の傾向は冬季と似ており, 下流部と中流部の値が小さくなっているが, 今まで極端に値が低かった St. 1 の値が少し大きくなっている。これは春季までは出現種も少なく, 第 1 優占種の *Ulothrix* sp. が圧倒的に多く出現していたのに対し, 夏季からは出現種もふえ, 極端な優占種

がなくなってきたためと考えられる。一方 St. 5 と St. 2 の値が低くなっている。St. 2 の値が低くなっているのは、出現種数は多いが、夏季に特に多量に出現する *Homoeothrix janthina* が第 1 優占種として出現しているために値が低くなっていると考えられる。この St. 2 は調査地点のすぐ上に神川取水堰があり、ときどき放水されるため、石に付着した藻類が剝離するが、そのような場合も体の一部が残る *Homoeothrix janthina* はすぐに回復するため、このような純群落を形成し DI 値が低くなると考えられる。St. 5 は BOD の値が高く、汚濁が進んだ地点と考えられる。出現種をみても、汚濁耐性の強い種がほとんどである。第 1 優占種の *Nitzschia frustulum*、次に多い *Navicula mutica* も汚濁耐性が強い。この St. 5 は以上のことより汚濁が進んだ地点で、特定の種が多数出現しているため値が低くなると考えられる。

秋季の結果は最高値は St. 1 (3.87)、最小値は St. 2 (0.92) で、平均値は 2.43 である。各地点ごとに検討すると、夏季まで値の低かった St. 1 と St. 9 の両端が大きくなっている。St. 1 の値が高くなっているのは夏季の所でも述べたような理由と考えられる。一方 St. 9 の方は出現種数も少ないが、出現種間の個体数の差が少ないため値が高くなっていると考えられる。中流部の値はどの地点にも似た値を示している。

4 回の調査の多様性指数をまとめると以下のようになる。各地点ごとの四季の平均値は St. 8 (2.91) の値が最も大きく、St. 1 (1.74) の値が最も小さい。次に値が小さいのは St. 5 で、次は St. 4, 2, 9, 6, 3, 7 という順で値が大きくなる。St. 8 は BOD の値も低く、比較的清浄な地点と思われる。また各季節とも出現種数も多く、個体数に差がないため値が大きくなっていると考えられる。最小値を示した St. 1 は河口部で、特殊な汽水産の藻類が多量に生産するため多様性が小さくなったと考えられる。次に値の低い St. 5 は BOD の値をみても一番低い値なので、汚濁が進んでいるために多様性も低くなっていると考えられる。

四季変化を検討すると、秋季の値が高く、春、夏、冬の値はほぼ同じである。秋季は全体的にどの地点も出現種数は少ないが、それぞれの個体数にあまり差がないため値が高くなると考えられる。しかし、St. 1 と St. 9 の値を除くと他の季節と似たような値となる。

4.2 ベックの生物指数

この指数は水質汚濁を示すものとして開発され、日本でも盛んに用いられたが多様性を示す指数でもあるのでこの項に記す。

図9 相模川付着藻のシャノンの多様性指数 (bit)

冬季は最高値は St. 8 (32)、最小値は St. 1 (6) で、平均値は 20.4 である。各地点の傾向をみると、中流部 (St. 4, 5, 6, 7) と St. 1 の値が小さい。

ベックの生物指数は出現種数に大きく左右されるため、出現種が少なく、非耐汚濁性種が出現しない St. 1 は値が低く、中流部は上流部と比べ、出現種数はほとんど変わらないが、非耐汚濁性種が少ないため、値が多少低くなっていると考えられる。

春季は最高値は St. 8 (33)、最小値は St. 1 (9) で平均値は 20.2 である。各地点の値をみると、冬季と同じような傾向を示し、両端部 (St. 1 と St. 9) と中流部の値が小さい。St. 9 の値が低いのは、出現種が少ないためである。BOD 値をみると、St. 9 の値は 0.79 と低く、第 1 優占種も非耐汚濁性種の *Nitzschia dissipata* である。これらより St. 9 は清浄な地点で、出現種が少ないため、ベックの生物指数も低くなっていると考えられる。一方 St. 1 は St. 9 とは反対に BOD 値も高く、耐汚濁性種の *Ulothrix*, sp. が第 1 優占種として出現している。このことより、汚濁が進行している地点と思われる、出現種数も少なくなり、値が低くなっていると考えられる。中流部の値が低いのは、出現種数が少ないためと考えられる。全体の平均値も冬季と春季ではあまり差がない。

夏季は最高値は St. 7 (30)、最小値は St. 5 (12) で、平均値は 19.8 である。各地点の値をみると、上流部から流下するに従って値が小さくなり、中流部から下流部にかけては同じような値となっている。上流部の値が高いのは、出現種数も多く、非耐汚濁性種が多数出現してい

るためである。中流部から下流部にかけては、出現種数が上流部に比べると少なく、非耐汚濁性種もほとんどないため上流部に比べると値が低くなっている。

秋季の最高値は St. 8 (23)、最小値は St. 2 と 9 (14) で、平均値は 17.0 である。各地点の値は、夏季まで値の小さかった St. 1 の値が大きくなっている。他の地点は値にそれほど差はなく、ジグザグした形となっている。St. 1 の値が高いのは、出現種数が多くなったためである。また上流部から下流部にかけて値にそれほど差がないのは、どの地点も出現種数がほぼ似ているためである。また夏季までは上流部では非耐汚濁性種が多かったのに対し、秋季では少なくなったことも関係していると考えられる。

4 回の調査結果をまとめると次のようになる。各地点の年間の平均値を計算すると、St. 8 の値が最も大きく、St. 1 の値が最も小さい。他の地点は St. 5. 4. 3. 1. 9. 6. 7 の順に値が高くなる。これより中流部の値が低く、上流部の値が大きいことがわかる。中流部の値が低いのは、出現種数も多くなく、非耐汚濁性種が少ないためである。中流部の値が低いことはシャノンの多様性指数と一致している。

季節変化をみると、秋、夏、春、冬の順に大きくなっている。これらの値は秋を除いて他の季節は値にあまり差がない。これは、ベックの生物指数は出現種数に影響されるためである。秋季は出現種数が少ないため値が低くなっていると考えられる。

図 10 相模川付着藻のベックの生物指数

4.3 純率

冬季の値は最高値は St. 1 (94.7)、最低値は St. 2 (26.2) で、平均値は 53.2 である。各地点の値は、最下流の St. 1 の値と中流部の値が高い傾向にある。St. 1 の値が高いのは、第 1 優占種の *Ulothrix* sp. が圧倒的に多く出現しているためである。また中流部は St. 1 ほどではないが、第 1 優占種の個体数が多いため値が高くなっている。

春季の値は最高値は St. 1 (91.3)、最低値は St. 7 (20.0) で、平均値は 52.1 である。各地点の値は、冬季とは逆に中流部の値が小さく、両端部の値が大きくなる。中流部の値が低いのは、第 1 優占種と第 2 優占種の個体数に差がないためである。St. 1 の値が高いのは第 1 優占種の *Ulothrix* sp. が飛び抜けて多く出現しているためである。一方、St. 9 の値が高いのは、第 1 優占種の *Nitzschia dissipata* が飛び抜けて多く出現しているためである。しかし、St. 1 と St. 9 では第 1 優占種の汚濁耐性が異なる。St. 9 の *Nitzschia dissipata* は非耐汚濁性種であるが、St. 1 の *Ulothrix* sp. は耐汚濁性種である。このように多様性指数の値が似ていても、その値だけではその地域の水質が判定できないことがある。

夏季の値は最高値は St. 5 (88.3)、最低値は St. 7 (20.2) で、平均値は 54.8 である。各地点の値をみると、St. 9. 5. 2 に山がある。St. 9. 2 は夏季に多く出現する *Homoeothrix janthina* が第 1 優占種として極めて多量に存在しているため値が大きくなっている。また St. 5 は BOD 値も高く、優占種は耐汚濁性種の *Nitzschia*

図 11 相模川付着藻の純率

frustulum が多量に出現しているため値が高くなっている。また、冬、春と値が大きかった St. 1 の値が低くなっている。St. 1 の値が低くなるのは、*Ulothrix* sp. のようにはば純群落を形成する種がなくなり、どの種も個体数にあまり差がなくなったためと考えられる。

秋季の値は最高値は St. 8 (64.0)、最低値は St. 1 (18.1)、平均値は 45.1 である。各地点の値をみると、両端部の値が小さくなっている。St. 1 と 9 の値が小さいのは、優占種がないことと関係している。優占種がないということは出現種間の個体数にほとんど差がないためである。このために純率の値も小さくなったと考えられる。

4 回の調査結果をまとめると以下ようになる。冬季と春季は St. 1 の値が極端に大きくなっているが、夏季、秋季になるに従い値が小さくなる。この理由は各季節の所で述べた。季節ごとに検討すると、夏季の値が大きく、続いて、冬、春、秋の順に小さくなっている。しかし、夏、冬、春の値にそれほど差はない。

4.4 多様性を示す各指数の相関関係

シャノンの多様性指数と純率は、一般的には負の相関関係を示すが(福島)，今回は相関係数が -0.909 で両者間に強い負の相関関係が認められ、回帰式は $y = 4.078 - 0.035x$ である。

シャノンの多様性指数とベックの生物指数の相関係数は 0.601 で両者間に正の相関関係が認められ、回帰式は $y = 9.45 + 4.48x$ である。

純率とベックの生物指数の相関係数は -0.416 で両者間に負の相関関係が認められ、回帰式は $y = 25.792 - 0.121x$ である。

5. 優占種

冬季の調査で優占種になっていたのは、*Nitzschia frustulum*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla* で、最も多く出現しているのが *Nitzschia frustulum* である。これは上流部から中流部までに多く出現し、この地点では St. 6 を除き第 1 優占種になっている。次に多く出現しているのが *Navicula gregaria* で、中流部から下流部にかけて出現している。*Nitzschia frustulum* var. *perpusilla* は St. 4, 5, 7 に出現している。また最下流の St. 1 は汽水域のためか他の地点と違い緑藻類の *Ulothrix* sp. (ヒビミドロ) が圧倒的な優占種となっている。

他には *Homoeothrix janthina*, *Navicula yuraensis*, *Rhiocosphenia curvata*, *Stigeoclonicum* sp. が優占種となっている。

春季の主な優占種は *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla*, *Nitzschia frustulum*, *Nitzschia dissipata*, *Navicula gugania*, *Nitzschia palea* で、最も多く出現しているのが *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla* である。この種は冬季でも多く出現しており、春季では中流部で第 1 優占種となっている。次に多く出現しているのは *Nitzschia frustulum* であるが、冬季のような第 1 優占種ではなく、第 2 優占種として中流部に出現している。

図 12 シャノンの多様性指数と純率の相関関係

図 13 ベックの生物指数とシャノンの多様性指数の相関関係

図 14 ベックの生物指数と純率の相関関係

冬季には優占種として出現しなかったが春季の上流部 (St. 9. 8) で第 1 優占種となっているのが *Nitzschia dissipata* である。この種は非耐汚濁種であるため、上流部に集中的に生育していたものと考えられる。*Navicula gugaria* は冬季ほどではないが、St. 4 と 3 に優占種として出現している。また強腐水性の *Nitzschia palea* が第 3 優占種ではあるが、St. 5 と 4 に出現している。St. 1 は冬季と同様 *Ulathrix* sp. が頻度の高い優占種になっている。

夏季の優占種は *Homoeothrix janthina*, *Nitzschia*

fustulum, *Navicula yuraensis* で、最も多く出現しているのが *Homoeothrix janthina* である。これは上流から下流までの 5 地点 (St. 2. 4. 6. 7. 9) で優占種となっている。この中で St. 7 を除く他の地点で第 1 優占種となっている。次に多く出現しているのは *Nitzschia fustulum* であるが、春季と同様、中流部で第 2 優占種として出現している。また冬季や春季ではあまり出現しない *Navicula yuraensis* が St. 3 で第 1 優占種、St. 1 で第 2 優占種となっている。他には *Navicula capitatoradiata*, *Fragilaria crotonensis* *Navicula cryptocephala*

var. *veneta* が優占種となっている。前者は浮遊性種であるが、後者は耐塩性種である。

秋季の主な優占種は *Nitzschia fustulum* var. *perpusilla*, *Navicula yuraensis*, *Homoeothrix janthina* で秋季は優占種の種類が他の季節と比べて少ないが、この中で最も多く出現しているのは *Nitzschia fustulum* var. *perpusilla* で、中流部から下流部にかけて広く分布し、中流部では第1優占種、下流部では第2優占種となっている。次に多く出現しているのが *Navicula yuraensis* で上流部から中流部にかけて第1優占種となっている。*Homoeothrix janthina* は中流部から下流部にかけて出現しているが (St. 2, 3, 5, 7), どの地点でも第2, 第3優占種となっている。また St. 1 や 9 では優占種がなく、すべて亜優占種となっている。亜優占種として出現しているのは *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* と *Navicula* sp. である。

各季節の優占種をまとめると、*Nitzschia frustulum* var. *perpusilla*, *Nitzschia fustulum*, *Navicula yuraensis*, *Homoeothrix janthina* が優占種として広く分布している。この中で四季を通して出現するのは *Nitzschia fustulum* var. *perpusilla* だけである。優占種となった種の特徴を記すと次のようである。

Nitzschia fustulum var. *perpusilla* 相模川では四季を通して出現しているが、汽水域である St. 1 には優占種としては出現しない。このことより、この種は耐塩性の強くない種と思われる。

Nitzschia fustulum, *Nitzschia fustulum* var. *perpusilla* と同様に St. 1 では優占種として出現しないので、耐塩性の弱い種と思われる。また、多摩川の河口域も *Nitzschia fustulum* は出現しない。しかし、熊野川な

どでは河口域まで生育している (後藤・根来 1986)。

Homoeothrix janthina は日本では水温の高い季節に多く出現する種であるが、ヨーロッパなどでは寒い時期に多く出現する。日本では夏季に洪水が多く、他の付着藻はすべて流されるのに対し、*Homoeothrix janthina* は洪水時でもすべて剥がされず、基部の1部が残るために他の藻類より早く生育し、石の表面を被ってしまうため、夏季に多く出現すると考えられる。

Navicula yuraensis 夏から秋にかけて多く出現する。この *Navicula yuraensis* は上流から下流にかけて出現している。このことより *Navicula yuraensis* は淡水でも汽水でも生育できる種と考えられる。このことは熊野川の結果と同じである。

Navicula gregaria 相模川では冬季と春季の中流部から下流部にかけて (St. 6, 5, 4, 3, 2) 出現している。この *Navicula gregaria* も *Nitzschia fustulum* と同様に淡水域から汽水域まで生育できる種である (後藤 1986)。しかし、相模川の今回の調査では *Nitzschia fustulum* と同様に河口部には出現しない。

優占種の出現頻度と強い相関関係があると思われるものはシャノンの多様性指数である。優占種の出現頻度が50%以下になるとシャノンの多様性指数は高く (3.00以上) なる。反対に優占種の出現頻度が80%以上になるとシャノンの多様性指数は低く (1.00以上) なる。シャノンの多様性指数は群集を構成している種類の豊富さなどを検討する指数なので、出現する種が多いとシャノンの多様性指数も高く、種の個体数もそれほど差がない。また出現する種が少ないと、この指数も低く、種の個体数の差が大きくなるので、上記の結果は当然である。純粋と優占種はシャノンの多様性指数と逆の傾向がある。優占種の出現頻度が高い (80%以上) と純率も高く、優占種の出現頻度が低い (50%以下) と純率も低くなる。シャノンの多様性指数と強い負の相関関係にある純率なので、この結果も当然であると思われる。ベックの生物指数と優占種との間にはシャノンの多様性指数と純率のような関係はみられない。

6. 水質汚濁を示す指数

6.1 清浄度

冬季の清浄度は最も大きな値を St. 3 (33.3) で示し、St. 1 は清浄度 0 である。上流部は大きな値であるが流下につれて徐々に小さくなり、St. 5 が谷で以後は St. 3 までは値が大きくなるが、その後再び値が小さくなり、St. 1 では 0 になっている。春季では最大値を St. 8 (32.0) で示し、St. 5 と St. 1 は清浄度 0 である。その傾向は冬

表2 相模川の優占種の季節変化

	W	Sp	S	F
<i>Homoeothrix janthina</i>	1		5	4
<i>Fragilaria crotonensis</i>		1	1	
<i>Navicula capitatoradiata</i>			2	
<i>Navicula cryptocephala</i> v. <i>veneta</i>			1	
<i>Navicula gregaria</i>	4	2		
<i>Navicula salinarum</i>		1		
<i>Navicula yuraensis</i>	1		3	5
<i>Nitzschia dissipate</i>		2	1	
<i>Nitzschia frustulum</i>	6	4	4	
<i>Nitzschia f. v. perpusilla</i>	3	5	2	6
<i>Nitzschia palea</i>		2		
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	1			
<i>Stigeoclonium</i> sp.	1			
<i>Ulothrix</i> sp.	1	1

図 15 冬季相模川付着藻の信頼度 90% の出現確率

図 16 春季相模川付着藻の信頼度 90% の出現確率

図 17 夏季相模川付着藻の信頼度 90 % の出現確率

図 18 秋季相模川付着藻の信頼度 90 % の出現確率

図 19 冬季相模川付着藻の優占種とその順位。
() 内は亜優占種

季と似ているが、St. 9 よりも St. 8 の値が大きい点異なっている。また、値の大きさは St. 8. 7 を除き、冬季よりも小さくなっている。夏季では最大値を St. 9 (44. 4) で示し、St. 5. 2 で清浄度 0 を示している。上流部、特に St. 9 の値が大きい、St. 5 より下流では値が小さく、St. 3 付近の山は見られない。秋季では最大値を St. 6 (25. 0) で示し、最小値を St. 1 (5. 0) で示している。清浄度 0 の地点はなかったが、全般的に値が小さく、特に St. 4 より下流では小さな値を示している。

図 20 春季相模川付着藻の優占種とその順位。
() 内は亜優占種

4 回の調査の清浄度をまとめると、全般的に上流部の値が大きく、流下に従って値が小さくなり、St. 5 で谷になっている。それより下流は、冬季と春季には St. 3 を頂点とする小さな山が見られるが、夏季と秋季にはそれが見られず、小さな値のままである。全調査地点の各季節の平均値は、秋季 (12. 7) が最も小さく、春季 (13. 7)、夏季 (14. 5)、冬季 (18. 4) の順に大きくなっている。清浄度は、一般に冬季に大きく夏季に小さい傾向があるが、今回は秋季が最も小さくなっており、一般的傾向と

図 21 夏季相模川付着藻の優占種とその順位.

() 内は亜優占種

は異なっている。

6.2 汚濁度

冬季の汚濁度は上流部が小さく, St. 6および5で大きくなり, その後St. 3までは値が小さくなるが, 以後は流下に従って再び値が大きくなっている。これは冬季の清浄度と全く逆の傾向である。最大値はSt. 5 (50.0) で示し, 最小値はSt. 9 (21.1) で示している。春季の汚濁度の傾向は冬季と同様であるが, St. 8 (12.0) が最小値を

図 22 秋季相模川付着藻の優占種とその順位.

() 内は亜優占種

示している点が異なっている。また, St. 7. 6. 5. 4. 3. 2 の6地点において, 冬季よりも値が大きくなっている。これも春季の清浄度と全く逆の傾向を示している。最大値はSt. 5 (71.4) で示している。夏季の汚濁度は流下に従って値が大きくなり, St. 5 (66.7) で最大値を示す点では, 冬季, 春季と同じ傾向であるが, 次の谷がSt. 2である点が少し異なっている。最小値はSt. 9 (16.7) で示している。秋季は他の季節と異なり, 上流部のSt. 9が大きな値を示し, St. 7まで値が小さくなり, 以後は流下に

図 23 相模川付着藻の清浄度

図 25 相模川付着藻の汚濁指数

図 24 相模川付着藻の汚濁度

従って値が大きくなり、St. 4 が山で St. 2 まで再び値が小さくなり、St. 1 (70.0) で最大値を示している。最小値は St. 2 (23.1) で示している。

4 回の調査をまとめると、汚濁度は上流部の値が小さく St. 5 が山で、それ以後値が小さくなり、St. 3、2 が谷で St. 1 で再び大きくなる傾向が見られる。秋季の St. 9 は例外的に大きな値を示している。秋季の St. 9 は水量が少なく、よどんでおり、腐敗臭も感じられたため、このような結果になったものと考えられる。また汚濁度は清浄度と全く逆のパターンを示していると考えられる。全調査地点の各季節の平均値は、冬季 (33.2)、夏季

(38.4)、春季 (38.7)、秋季 (39.5) の順に大きくなっている。

6.3 汚濁指数

冬季の汚濁指数は上流部の値が小さく、流下に従い値は大きくなり、St. 5 (143.8) が山でそれ以後値が小さくなり、St. 3 (88.9) が最小値で以後は再び値が大きくなっている。この分布パターンは冬季の汚濁度と全く同様である。また、最大値は St. 1 (150.0) で示している。春季の汚濁指数も冬季と似たようなパターンを示すが、St. 8 (80.0) で最小値を示し、St. 9 がそれよりも大きな値である点が異なっている。St. 9、6、5、4、3、2 の 6 地点で冬季よりも大きな値を示しており、これは春季の汚濁度と同じ傾向である。最大値は St. 5 (171.4) で示している。夏季の汚濁指数は St. 5 でピークになる点では冬季、春季と同様であるが、それより下流では値がそれほど小さくならず、前述の季節とは異なっている。夏季の汚濁度のパターンに似ているが、汚濁度では St. 2 の値が小さく谷になっているのに対し、汚濁指数はそれほど小さくならならず、やや違った形になっている。これは夏季の清浄度が 0 であったためと考えられる。最小値は St. 9 (72.2)、最大値は St. 5 (166.7) で示しており、夏季の汚濁度と同様である。秋季の汚濁指数は夏季とは異なり、St. 9、4、1 が山、St. 7、2 が谷となる分布を示している。このパターンは、秋季の汚濁度と全く同様である。最小値は St. 7 と St. 6 (106.3)、最大値は St. 1 (165.0) で示している。

4 回の調査の汚濁指数をまとめると次のようである。

汚濁指数の分布パターンは汚濁度とよく似ているが、異なる部分もある。これは、汚濁指数が清浄度と汚濁度の両方を加味して表わされる指数であるためである。たとえば、夏季のSt. 2のように汚濁度が小さくても清浄度が0であれば、汚濁指数はそれほど小さくならない。しかし、全体としては汚濁度と大変よく似た状況を示している。全調査地点の平均値も、最も小さい値は冬季(114.8)で、夏季(124.1)、春季(125.0)、秋季(126.8)の順に大きくなっており、汚濁度と全く同じ傾向である。

6.4 ザプロビ指数

冬季は上流部の値が小さく流下に従い値が大きくなり、St. 5 (2.73) で最大値を示し、以後はSt. 3まで値が小さくなり、末端部で再び値が大きくなっている。このパターンは、冬季の汚濁度や汚濁指数と似ているが、St. 1の値が先の2指数よりも小さくなっている。最小値はSt. 9 (1.93) で示している。春季はSt. 9よりもSt. 8の値が小さく、以後はSt. 5まで値が大きくなり、St. 3まで値が小さくなっている。このパターンは春季の汚濁度や汚濁指数と同様であるが、ザプロビ指数ではSt. 1の値がSt. 2よりも小さくなっている。最小値はSt. 8 (1.69)、最大値はSt. 5 (2.62) で示している。夏季のザプロビ指数は、上流部で小さくSt. 5まで値が大きくなり、その後はやや値が小さくなっている。このパターンは夏季の汚濁度や汚濁指数と似ている。また、St. 2.1の値は汚濁指数よりも小さくなっている。最小値はSt. 9 (1.77)、最大値はSt. 5 (3.00) で示している。秋季はSt. 9.4.1が山で、他の地点が谷になっており、このパターンは秋季の汚濁度、汚濁指数と同様である。最小値はSt. 2 (2.10)、最大値はSt. 9.1 (2.67) で示している。

4回の調査のザプロビ指数をまとめると次のようである。ザプロビ指数も、汚濁度や汚濁指数と似た分布パターンを示している。しかし、冬季、春季のSt. 1が同じ季節の汚濁度や汚濁指数よりも小さな値を示し、異なる点もある。これは冬季、春季のSt. 1には耐汚濁性種の *Ulothrix* sp. (ヒビミドロ) が著しく多く、混生する種数が少ないためと考えられる。全体の種数が少ないため、耐汚濁性種が、少ない個体数であっても何種か出現すると、種数のみを問題にする汚濁度が大きくなり、汚濁指数もそれによって大きくなる。ザプロビ指数は種数とその出現率で表現されるため、個体数の少ない種は小さく表わされる。しかし、全般的には先の2指数と同様の傾向を示している。全調査地点の各季節の平均値は、冬季(2.24)が最も小さく、春季(2.31)、夏季(2.34)、秋

図 26 相模川付着藻のザプロビ指数

季(2.39)の順に大きくなっている。春季と夏季の順序が前述の指数の順序と入れ替わっているが、春季と夏季の値の差は小さい。

6.5 水質汚濁を示す諸指数からみた相模川

6.5.1 諸指数の季節変化

水質汚濁を示す諸指数の季節変化についてまとめたのが表3である。どの指数も冬季が最も清浄であることを示しているが、これは日本の都市河川の通例である。最も汚濁の強い季節は秋季であったが、日本の河川では夏季に最も汚濁が強くなるのが普通であり、今回の結果は通例とは異なっている。しかし、冬季を除く3つの季節の値の差は小さい。

次に、地点ごとに四季の平均値をまとめたのが表4である。○印は最も清浄、×印は最も汚濁の強い値を示す。この表より、St. 7. 8. 9特にSt. 8. 9が清浄であり、St. 5. 4. 1が汚濁していることがわかる。

BOD値には四季による変化は認められなかったが、水質汚濁を示す各指数は冬季が最も清浄であることを示し

表 3 相模川諸指数の季節変化

清 浄 度	汚 濁 度	汚 濁 指 数	ザ プ ロ ビ 指 数
18.4 W.	33.2 W.	114.8 W.	2.24 W.
14.5 Su.	38.4 Su.	124.1 Su.	2.31 Sp.
13.7 Sp.	38.7 Sp.	125.0 Sp.	2.34 Su.
12.7 F.	39.5 F.	126.8 F.	2.39 F.

F.=秋季, Sp.=春季, Su.=夏季, W.=冬季

表 4 相模川諸指数の地点別平均値

項目 調査地点名	清 浄 度	汚 濁 度	汚 濁 指 数	ザ プ ロ ビ 指 数
1 湘 南 大 橋	× 3.0	51.8	149.2	2.40
2 神 川 橋	8.4	30.8	122.4	2.28
3 相 模 川 橋	16.9	34.6	117.7	2.27
4 相 模 大 橋	10.0	45.6	135.7	2.51
5 新相模川橋	5.4	× 56.7	× 151.3	× 2.74
6 座 架 依 橋	20.2	41.2	121.0	2.37
7 昭 和 橋	21.9	26.3	104.5	2.13
8 高 田 橋	23.4	○ 24.2	○ 100.8	2.10
9 小 倉 橋	○ 24.3	26.0	101.7	○ 2.09

○は各調査地点の中でもっとも清浄な値を示す。

×は各調査地点の中でもっとも汚濁した値を示す。

ている。また、春季の St. 3、秋季の St. 6などは、他の季節に比べて異常に大きな BOD 値を示しているが、水質汚濁を示す諸指数はそれとひどい汚濁状況を示していない。これは、BOD 値がある地点の瞬間の値であるためにその地点の状況をよく反映していないことや、生物の生活条件は BOD 値だけでは推定できないことを示していると考えられる。

6.5.2 関東地方の諸河川との諸指数の比較

福島・小林・寺尾(1982)は、河川の水質汚濁の程度は本川の主要調査地点の水質汚濁を示す諸指数の平均値で比較できるとし、その当時までに調査した関東地方の諸河川の平均値を示しているの、今回の調査によって得られた値がどの辺に位置するかを比較する。

冬季の清浄度の平均値は 18.4 で、'80 年 1 月金目川(9.2)と'79 年 1 月酒匂川(23.7)の間、汚濁度は 33.2 で'74 年 1 月多摩川(49.7)と'79 年 3 月酒匂川(28.7)の間である。汚濁指数は 114.8 で、'74 年 1 月多摩川(141.9)と'79 年 3 月酒匂川(102.0)の間、ザプロビ指数は 2.24 で、'79 年 3 月酒匂川(2.25)と同年 1 月酒匂川(2.19)の間である。調査した河川が少ないが、今回の値は関東地方の河川の中ではやや清浄な方であると考えられる。

清浄度の平均値は、春季が 13.7 で'76 年 10 月烏川(13.4)と'74 年 10 月酒匂川(13.8)の間、秋季が 12.7 で'76 年 10 月小貝川(12.1)と同年 10 月渡良瀬川(13.0)の間である。汚濁度は、春季が 38.7 で'78 年 5 月相模川(39.4)と'76 年 10 月神流川(37.8)の間、秋季が 39.5 で'76 年 10 月入間川(40.5)と'78 年 5 月相模川(39.4)の間である。汚濁指数は、春季が 125.0、秋季が 126.8 で共に'76 年 5 月荒川(131.9)と同年 10 月

相模川(124.6)の間である。ザプロビ指数は、春季が 2.31 で'76 年 10 月の小貝川と同じ、秋季が 2.39 で同年 10 月渡良瀬川中流(2.41)と同年 10 月入間川(2.34)の間である。春秋季は冬季よりも調査例が多く、今回の値は諸河川のはば中程度に位置している。

夏季の清浄度の平均値は 14.5 で、'81 年 7 月荒川(13.7)と'73 年 8 月酒匂川(15.2)の間、汚濁度は 38.4 で'73 年 8 月多摩川(40.1)と'76 年 7 月酒匂川(37.8)の間である。汚濁指数は 124.1 で'76 年 8 月相模川(130.6)と同年 8 月酒匂川(122.1)の間、ザプロビ指数は 2.34 で'76 年 8 月相模川(2.39)と'73 年 8 月酒匂川(2.31)の間である。夏季の調査河川は冬季や春秋季の調査例と異なるため比較は困難であるが、今回の値は関東地方の河川としてはかなり清浄であることを示している。

7. まとめ

神奈川県的主要河川の 1 つである相模川を 1986 年、調査地点を 9 カ所決め、1 月 24 日、5 月 1 日、7 月 30 日、10 月 13 日の年 4 回、河床の石レキに付着した藻類を用いて汚水生物学的調査を行なった。調査に際しては簡単な環境要因(気温、水温、pH、DO、COD、BOD)の測定も行った。

気温は最高気温は夏季の St. 4(35.0℃)で最低気温は冬季の St. 9(2.7℃)である。水温は最高水温は夏季の St. 1(28.8℃)で最低水温は冬季の St. 9(2.7℃)である。pH はどの地点も 8.0 前後で相模川は全体的に弱アルカリ状態である。DO は各季節とも過飽和の状態である。COD、BOD は St. 1 と 5 が高く、その他の地点はそれほど高くない。

付着藻の現存量は100cm²採集したものの容量と細胞数を測定する。容量の最高値は冬季のSt. 5と夏季のSt. 6 (15.0mℓ)で、最小値は春季のSt. 2 (0.2mℓ)である。全体的に冬季の容量が多く、春季の容量が少ない。これは日本の河川の一般的な傾向とは異なっている。地点ごとにみると、中流部の容量が多い傾向にある。一方細胞数は最高値は秋季のSt. 5 (100.320)で、最低値は春季のSt. 2 (172)である。細胞数は容量の少ない春季も他の季節と同じような値となっている。このことより相模川はどの季節もシルトなどの混入物が少ないことがわかる。

シャノンの多様性指数の最高値は秋季のSt. 1 (3.87)で、最低値は冬季のSt. 1 (0.38)である。地点別にみると、St. 8の値が四季を通して値が高い。これはSt. 8はどの季節も出現種が多く、それぞれの個体数に差がないためと考えられる。またSt. 1は春季までは値が低いのに対し、夏季、秋季になると値が高くなる、これは夏や秋は春まで多量に存在していた*Ulothrix* sp. がなくなり、他の種の個体数に差があまりなくなったためと考えられる。

ベックの生物指数は、最高値は秋季のSt. 8(33)で、最低値は冬季のSt. 1(6)である。このベックの生物指数は出現種数に値が大きく左右される。St. 8は四季を通して出現種数が多い。従ってこの指数も大きくなる。また春季まで値の低かったSt. 1が夏季から値が大きくなるのも出現種数がふえたためである。

純率の最高値は冬季のSt. 1 (94.7)で、最低値は秋季のSt. 1 (18.1)である。St. 1の値は季節が進につれて値が低くなる。これはシャノンの多様性指数と同様の傾向である。他の地点は季節によって値が大きくなったり小さくなったりしている。これは一番多く出現した種の個体数だけで値が決まるためである。

次にこれらの指数の相関関係をみでみる。シャノンの多様性指数と純率は相関係数-0.909と強い負の相関関係がある。またシャノンの多様性指数とベックの生物指数も相関係数0.601と強い相関がみられる。一方ベックの生物指数と純率は相関係数の-0.416で相関関係は強くない。

相模川の優占種をみでみると、四季を通して最も多く出現するのは、*Nitzschia frustulum* var. *perpusilla*である。また*Nitzschia frustulum*, *Navicula yuraensis*, *Navicula gregaria*も良く出現している。汽水域であるSt. 1は他の地点とちがった植生をみせている。St. 1では耐塩性種の*Ulothrix* sp. や*Achnanthes brevipes* var. *intermedia*, *Navicula salinarum*などが出現している。

また上流部では貧腐水性の*Nitzschia dissipata*や浮遊性種の*Fragilaria crotonensis*が出現している。多様性指数と優占種の関係をみでみると、優占種の頻度が高いとシャノンの多様性指数は低く、純率は高くなる。反対に優占種の出現頻度が低くなるとシャノンの多様性指数は高くなり、純率は低くなる。しかしベックの生物指数はこのような関係はみられない。

水質汚濁を示す諸指数については、清浄度は最大値を夏季のSt. 9 (44.4)、最小値0を冬季のSt. 1、春季のSt. 5. 1、夏季のSt. 5. 2で示している。全般的には上流部で大きく、中下流部で小さい値を示し、冬季と春季にはSt. 3を頂点とする小さな山が見られる。全調査地点の各季節の平均値は秋季 (12.7) が最小で、春季 (13.7)、夏季 (14.5)、冬季 (18.4) の順に大きくなっており、一般的傾向 (夏季に最小値、冬季に最大値を示す) とは異なっている。

汚濁度の最大値は春季のSt. 5 (71.4)、最小値は春季のSt. 8 (12.0) で示している。秋季のSt. 9で例外的に大きな値を示しているが、全般的には上流部で小さく、St. 5が山で、以後は流下に従い小さくなり、St. 1で再び大きくなる傾向が見られる。汚濁度は清浄度と全く逆のパターンを示し、全調査地点の各季節の平均値は冬季 (33.2)、夏季 (38.4)、春季 (38.7)、秋季 (39.5) の順に大きくなっている。

汚濁指数の最大値は春季のSt. 5 (171.4)、最小値は夏季のSt. 9 (72.2) で示している。全体としては汚濁度とよく似た分布パターンを示し、全調査地点の平均値も冬季 (114.8)、夏季 (124.1)、春季 (125.0)、秋季 (126.8) の順に大きくなり、汚濁度と全く同じ傾向である。汚濁度と一部異なる部分も見られる (夏季のSt. 2など) が、これは清浄度が0であるために汚濁度指数が小さくならなかったためである。

ザプロビ指数の最大値は夏季のSt. 5 (3.00)、最小値は春季のSt. 8 (1.69) で示している。その分布パターンは汚濁度、汚濁指数と似ているが、冬季、春季のSt. 1で汚濁度や汚濁指数よりも小さな値を示すなど異なる点もある。冬季、春季のSt. 1には*Ulothrix* sp. (耐汚濁性種) が著しく多く、混生する種が少なくないので、耐汚濁性種の個体数は少ないながらも何種が出現すると、種数のみを問題とする汚濁度および汚濁指数は大きくなる。ザプロビ指数では、種数とその出現率で表現されるので、個体数の少ない種の影響は小さく、汚濁度や汚濁指数より小さな値を示すのである。しかし、全般的には前述の2指数と同じ傾向を示している。全調査地点の平均値は冬季 (2.24)、春季 (2.31)、夏季 (2.34)、秋季

(2.39)の順に大きくなっている。春季と夏季の順序が先の2指数と逆であるが、その値の差は小さい。

以上の水質汚濁を示す諸指数は、どれも冬季が最も清浄であり、秋季が最も汚濁していることを示している。日本の河川では冬季が最も清浄で夏季が最も汚濁が強くなるのが通例であり、今回の結果はこれとは異なるが冬季以外の3季節の値はそれほど離れた値ではない。地点別には上流部のSt. 8. 9が清浄で、St. 5. 4. 1の汚濁が強い。諸指数とBOD値とを比較すると、BOD値には季節による変化は見られないが、諸指数は冬季が最も清浄、秋季が最も汚濁していることを示す。また、BOD値が異常に大きな地点でも、水質汚濁を示す諸指数はそれほどひどい汚濁状況を示さない。BOD値は試水を採った瞬間の値であり、また水質汚濁の一面しか表現しないので、その地点の状況をよく反映していないものと考えられる。相模川の汚濁状況を関東地方の諸河川と比較すると、冬季はやや清浄な方、春秋は中程度、夏季はかなり清浄な河川に位置している。日本の都市河川では夏季に最も汚濁が強くなるのが普通であるのに、今回の調査では秋季に最も汚濁が強く、夏季は冬季の次に清浄な値を示した。このため、今回の夏季の値はかなり清浄な位置にあるのだと考えられる。また、今回の春秋の値は夏季よりも大きいために、関東諸河川の中で占める位置は中程度に変わっている。

主 要 文 献

- 福岡直美 (1988) : 相模川付着藻の群落構造の類似性, 環境調査技術研究所報 1 (4) : 32 - 42
福島 博 (1968) : 生物学的水質判定. 横浜市大論叢 (自然科学) 20(1) : 33 - 92
福島 博 (1969) : 相模川の藻類植生 (予報 1). 同 21 (1) : 1 - 73
福島 博・小林艶子・寺尾公子 (1970) : 付着藻類と水質. 相模川の生物相と水質汚濁の現況 : 25 - 53
福島 博 (1972) : 相模川と酒匂川の生物学的水質判定

結果. 生物学的水質判定と相模川の水質汚濁 : 30 - 34

- 福島 博・小林艶子 (1972) : 相模川でえた付着ケイ藻. 同上 : 44 - 47・pl. 11 - 13
福島 博・小林艶子・福島 悟 (1974) : 中部河川について. 藻類植生と水質汚濁 4 : 19 - 47
福島 博・福島 悟 (1975) : 神奈川県下諸河川の付着藻による水質判定の昭和 48 年度の結果. 同, 5 : 21
福島 博・小林艶子・寺尾公子 (1982) : 付着藻による河川の水質評価について. 実験水路による底生生物の環境指標性の研究「環境科学」研究報告集 B121 - R12 - 10 : 22 - 30
浜村哲夫・中田 勝 (1979) : 相模川の藻類. 神奈川県の水生生物. 2 : 1 - 12
印東弘玄・寺尾公子・福島 博 (1979) : 相模川上流部の付着藻類の植生. 東京女子体育大学紀要 14 : 1 - 18
神奈川県 (1971) : 相模川の藻類植生と水質汚濁. 1 - 99 (担当者. 福島 博)
小林艶子 (1979) : 非耐汚濁度と強耐汚濁度について. 横浜市大論叢 (自然科学) 30(2) : 174 - 182
小林艶子 (1982) : 生物学的水質判定について. 同, 33 (1.2) : 23 - 57
小出悟郎 (1967) : 底生性珪藻植生からみた相模川水系の水質汚濁. 日本水処理生物学会誌 2 (2) : 11 - 15
中田 勝 (1979) : 相模川の付着藻の持つ pH 上昇能力. 神奈川県の水生生物 1 : 61 - 64
中田 勝・浜村哲夫 (1984) : 調査報告. 神奈川県の水生生物 6 : 1 - 61
中多 勝・浜村哲夫 (1984) : 県内河川における水生生物の分布状況. 同上 6 : 69 - 86
日本の水をきれいにする会 (1970) : 水質汚濁と生物相. - 昭和 54 年度調査報告書 - 綾瀬川, 相模川 : 1 - 124 (相模川は松井・上條担当)

表5 相模川藻類現存量 (細胞数 / 石礫 1 ml) (24 I '86)

	St. 1 湘南大橋	St. 2 神川橋	St. 3 相模川橋	St. 4 相模川大橋	St. 5 新相模川橋	St. 6 座架依橋	St. 7 昭和橋	St. 8 高田橋	St. 9 小倉橋
ラ ン 藻 類									
<i>Chamaesiphon polymorphum</i>				319					
<i>Ch. sp.</i>				142					
<i>Homoeothrix janthina</i>		2462					978		
<i>Oscillatoria. sp.</i>						168	183		
<i>Phormidium. sp.</i>	148			71		1340	61		257
ケ イ 藻 類									
<i>Acanthes brevipes v. inteimedia</i>	10								
<i>Ach. lanceolata</i>								44	154
<i>Ach. sp.</i>				142	428	168		15	
<i>Ceratoneis arcus v. hattoriana</i>				35					
<i>Cocconeis pediculus</i>						168		15	257
<i>Cocc. placentula</i>			45				61	88	51
<i>Cymbella prostrata</i>								175	
<i>Cymbella sinuata</i>			89		54				
<i>Cy. tumida</i>			134			335		15	
<i>Cy. turgidula</i>							428		103
<i>Cy. turgidula v. nipponica</i>						335	367		
<i>Diatoma vulgare</i>		103	890					15	410
<i>Fragilaria crotonensis</i>									513
<i>Gomphonema parvulum</i>				71	214			15	
<i>G. tetrastigmatum</i>						168			
<i>Melosira granulata</i>								58	
<i>Mel. distans</i>									205
<i>Mel. varians</i>		51	134	142		168		234	1231
<i>Mel. gran. f. curvata</i>								44	308
<i>Mel. nummuloides</i>	10								
<i>Navicula accomoda</i>		103	89						
<i>Nav. capitatoradiata</i>		103	89		54		306		51
<i>Nav. cryptocephala</i>		103							
<i>Nav. decussis</i>								15	
<i>Nav. subminuscule</i>				71		168			
<i>Nav. gothlandica</i>					54				
<i>Nav. gregaria</i>		1847	2937	1274	375	20603	122	44	51
<i>Nav. minima</i>					589			15	
<i>Nav. mutica</i>					535	168			
<i>Nav. pupula</i>					54			15	
<i>Nav. radiosa</i>								15	
<i>Nav. radiosa v. tenella</i>		103		71		168	61	15	103
<i>Nav. schroeteri</i>									
<i>Nav. sp.</i>	30								
<i>Nav. salinarum</i>		564							
<i>Nav. symmetrica</i>									
<i>Nav. ventralis</i>			178	35				15	
<i>Nav. yuraensis</i>			979		321	503	61	58	51
<i>Nitzschia acicularis</i>				35			122	15	51
<i>Nitz. dissipata</i>		308	45	35					257
<i>Nitz. frustulum</i>		1129	401	460	7490	10050	13014	453	8465
<i>Nitz. f. v. perpusilla</i>		1231	178	7576	1819		2994		410
<i>Nitz. linearis</i>		51	45						
<i>Nitz. palea</i>		308		106	161	168		29	
<i>Pinnularia braunii</i>					107				
<i>Rhoicosphenia curvata</i>			89			168	183	15	6002
<i>Surirella angusta</i>								29	
<i>S. ovata</i>								117	
<i>Synedra ulna</i>		410	223	106	803				
<i>Synedra u. v. oxyrhynchus</i>		513	356	319	375	168	61	29	
緑 藻 類									
<i>Chlamydomonas sp.</i>		51							
<i>Scenedesmus acuminatus</i>						168			
<i>Stigeoclonium. sp.</i>	4629		2003						
紅 藻 類									
<i>Porphyra tenera</i>	59								
計	4886	9440	8904	11010	13433	35182	19002	1597	18930

表 6 相模川藻類現存量 (細胞数 / 石礫 1 ㎡) (1 V 1986)

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9
	湘南大橋	神川橋	相模川橋	相模川大橋	新相模川橋	座架依橋	昭和橋	高田橋	小倉橋
ラン藻類									
<i>Homoeothrix janthina</i>							3720		
<i>Oscillatoria</i> sp.				33	84				
<i>Phormidium</i> sp.					168				
ケイ藻類									
<i>Achanthes lanceolata</i>		1	16						
<i>A.</i> sp.		4		66	168	30	186	6	
<i>A. subhudsonis</i>								6	
<i>Asterionella gracillima</i>		2						60	18
<i>Ceratoneis. arcus</i> v. <i>hattoriana</i>						60	124		
<i>C. arcus</i> v. <i>vaucheriae</i>				33		90	124	12	18
<i>Cocconeis pediculus</i>							124		
<i>Cocc. placentula</i>								12	
<i>Cyclotella</i> sp.	310	1							24
<i>Cymbella prostrata</i>								12	
<i>Cy. sinuata</i>		5	32					6	
<i>Cy. turgidula</i>								6	
<i>Cy. turgidula</i> v. <i>nipponica</i>			16					6	
<i>Cy. ventricosa</i>		2	144				124	24	18
<i>Diatoma vulgare</i>							124	24	
<i>Fragilaria Crotonensis</i>								36	246
<i>Gomphonema parvulum</i>						30			
<i>G.</i> sp.	62								
<i>G. subaugur</i>		1							
<i>Melosira varians</i>			32				1178	18	24
<i>Mel. nummuloides</i>	434								
<i>Navicula accomoda</i>		1	32						
<i>Nav. capitatoradiata</i>		3	208			60	124		12
<i>Nav. frugalis</i>		4	80	66	1008	240	62		
<i>Nav. gothlandica</i>		2			54				
<i>Nav. gregaria</i>		12	688	3729		690	682	42	18
<i>Nav. lanceolata</i>			16						
<i>Nav. mutica</i>					588				
<i>Nav. mut. v. cohnii</i>	992								
<i>Nav. neoventricosa</i>	310								
<i>Nav. pupula</i>		1		33					
<i>Nav. radiosa</i>		1	16					6	
<i>Nav. rad. v. tenella</i>			32			120	186	30	6
<i>Nav. rhynchocephala</i>		2							
<i>Nav. salinarum</i>		95							
<i>Nav. seminulum</i>					84	30			
<i>Nav. sp.</i>	248	1							
<i>Nav. symmetrica</i>	62		16						
<i>Nav. yuraensis</i>		5				60	124	24	
<i>Nav. viridula</i> v. <i>capitata</i>								6	
<i>Nav. vir. v. rostellata</i>		1							
<i>Nitzschia acicularis</i>									42
<i>Nitz. dissipata</i>								996	1626
<i>Nitz. frustulum</i>		11	544	198	4872	2790	1674		
<i>Nitz. f. v. perpusilla</i>			1856	3399	5040	3630	13640	54	
<i>Nitz. linearis</i>			16						
<i>Nitz. palea</i>		13	48	1485	2520	240	682		6
<i>Nitz. romana</i>		1	16		336		124	6	
<i>Nitz. sp.</i>		2						6	
<i>Rhoicosphenia curvata</i>						60	1054	12	
<i>Surirella angusta</i>						30			
<i>Synedra ulna</i>							124		12
<i>Synedra u. v. ozyrhynchus</i>	248		64	99	84	300		6	48
緑藻類									
<i>Chlamydomonas</i> sp.					84	120	558		18
<i>Scenedesmus acuminatus</i>								18	
<i>S. sp. (A)</i>				198					
<i>Stigeoclonium</i> sp.		1	48		840	30	1240		
<i>Ulothrix</i> sp.	27838								
計	30504	172	3920	9339	15876	8610	25978	1434	2136

表 7 相模川藻類現存量 (30 VI 1986)

	St. 1 湘南大橋	St. 2 神川橋	St. 3 相模川橋	St. 4 相模川大橋	St. 5 新相模川橋	St. 6 座架依橋	St. 7 昭和橋	St. 8 高田橋	St. 9 小倉橋
ラ ン 藻 類									
<i>Homoeothrix janthina</i>		22849		6212		2637	409		2977
<i>Oscillatoria</i> sp.						77			
<i>Phormidium</i> sp.					95				
ケ イ 藻 類									
<i>Acanthes lanceolata</i>									6
<i>Ach.</i> sp.		31				51			
<i>Amphiprora alata</i>	32								
<i>Amphora angusta</i>	64								
<i>Ceratoneis arcus</i> v. <i>vaucheriae</i>	107								187
<i>Cocconeis pediculus</i>							16	21	13
<i>Cocc. placentula</i>			28				31	11	52
<i>Cymbella prostrata</i>								97	
<i>Cyclotella</i> sp.	21	31	56	26					
<i>Cymatopleura solea</i>		63							
<i>Cymbella sinuata</i>				78			31		6
<i>Cy. turgidula</i> v. <i>nipponica</i>									13
<i>Cy. ventricosa</i>						51	110	11	45
<i>Diatoma vulgare</i>				26		358	126		26
<i>Fragilaria crotonensis</i>								247	264
<i>Gomphonema parvulum</i>		63	56		48	26	47		
<i>Melosira granulata</i>								21	
<i>Mel. nummuloides</i>	43								
<i>Mel. varians</i>		409	85	155	95	26	157	43	32
<i>Navicula cryptocephala</i>	11	63			48			21	13
<i>Nav. crypt.</i> v. <i>veneta</i>	1749								
<i>Nav. c. v. intermedia</i>		283	845	26	95	128	629	97	19
<i>Nav. subminuscule</i>				26	48			11	
<i>Nav. yuraensis</i>	365	189	2676	751	238	1024	377	54	26
<i>Nav. minima</i>					191				
<i>Nav. mutica</i>				26	1001	51			
<i>Nav. gregaria</i>	64		113	104	143	26	31		
<i>Nav. gothlandica</i>									6
<i>Nav. neoventricosa</i>	11								
<i>Nav. radiosa</i> v. <i>tenella</i>	161						31	54	
<i>Nav. sp.</i>							16	11	
<i>Nav. ventralis</i>		31						11	
<i>Nav. vividula</i> f. <i>capitata</i>		31							
<i>Nav. v. v. slesvicensis</i>		63	141		524	128	79	43	
<i>Nitzschia acicularis</i>							31		
<i>Nitz. clausii</i>	21								
<i>Nitz. frustulum</i>	11	126	648	3391	15492	512	739	54	
<i>Nitz. dissipata</i>						51	79	387	103
<i>Nitz. f. v. perpusilla</i>						2304	801	64	374
<i>Nitz. palea</i>			282	104	48	435	63	107	
<i>Nitz. sp.</i>	118						31	21	
<i>Rhoicosphenia curvata</i>						589	63	11	
<i>Synedra rumpens</i>								11	
<i>Sy. ulna</i>		31	56	26			16		
緑 藻 類									
<i>Chlamydomonas</i> sp.	11	31		26			16	11	
<i>Scenedesmus acumintus</i>		377	113						
<i>S. sp.</i>			113	26		691			
<i>Stigeoclonium</i> sp.		817		26			31		97
<i>Oedogonium</i> sp.		471							
計	2789	25959	5212	11029	18066	9165	3960	1419	4259

表 8 相模川藻類現存量 (13 × '1986)

	St. 1 湘南大橋	St. 2 神川橋	St. 3 相模川橋	St. 4 相模川大橋	St. 5 新相模川橋	St. 6 座架依橋	St. 7 昭和橋	St. 8 高田橋	St. 9 小倉橋
ラン藻類									
<i>Homoeothrix janthina</i>		3695	14657	983	11440		3321		
<i>Phormidium</i> sp.	220								
<i>Phormidium</i> sp. (A)			239						
珪藻類									
<i>Achanthes brevipes</i> v. <i>intermedia</i>	1540								
<i>Ach. lanceolata</i>								133	
<i>Ach. subhudsonis</i>							48		
<i>Ach.</i> sp.						279	241		
<i>Amphora angusta</i>	440								
<i>Bacillaria paradoxa</i>	220								
<i>Cocconeis placentula</i>					440				
<i>Cymbella sinuata</i>			319	89	220	46	48	89	
<i>Cym. tumida</i>				89					
<i>Cym. turgidula</i> v. <i>nipponica</i>	110	23				46			
<i>Cym. ventricosa</i>					220	46			
<i>Diploneis</i> sp.	330								
<i>Gomphonema parvulum</i>		23	319		1100	558	96	265	69
<i>Melosira nummuloides</i>	330								
<i>Mel. varians</i>					880			843	17
<i>Navicula accomoda</i>									17
<i>Nav. cryptocephala</i>		23		268			48		52
<i>Nav. cry. v. veneta</i>								44	
<i>Nav. decussis</i>						46			35
<i>Nav. gregaria</i>	550	343	478	715	2860	558	529	354	156
<i>Nav. minima</i>				89					
<i>Nav. neoventricosa</i>	550								
<i>Nav. radiosa</i>		23					48		
<i>Nav. rad. v. tenella</i>		365	80			46		89	104
<i>Nav. salinarum</i>	550	23							
<i>Nav. seminulum</i>				89					
<i>Nav. pupula</i>	110								
<i>Nav. capitaloladiata</i>		68	159	89		46	96	133	
<i>Nav. sp.</i>	1650								
<i>Nav. viridula</i> f. <i>capitala</i>								44	
<i>Nav. subminuscule</i>			398	1341	5280	558	144	133	
<i>Nav. symmetrica</i>	440	23						44	173
<i>Nav. viridula</i> v. <i>rostrata</i>	440	46	239		220		96	44	17
<i>Nav. viridula</i> v. <i>rostellata</i>			159			46	96	89	52
<i>Nav. yuraensis</i>	550		956	6256	21120	5158	6064	5676	277
<i>Nitzschia dissipata</i>								44	
<i>Nitz. frustulum</i>			558	447	4180	139		133	69
<i>Nitz. fust. v. perpusilla</i>		7003	11391	4110	51920	1255	3658	444	
<i>Nitz. obtusa</i> v. <i>scalpelliformis</i>	220								
<i>Nitz. palea</i>			80	268	440	139	433	177	138
<i>Nitz. paleacea</i>			80						
<i>Nitz. parvula</i>	110								
<i>Nitz. sigma</i>	440								
<i>Pinnularia</i> sp.	220								
<i>Phoicosphenia curvata</i>						46	193	89	
<i>Synedra ulna</i>		23							
緑藻類									
<i>Scenedesmus spinosus</i>	110			358					
計	9130	11682	30112	11591	100320	9012	15159	8867	1176