

## 札幌市内の河川における水生生物相 (第3報)

### — 豊平川における付着珪藻植生の変化について —

#### Aquatic Organisms Living in Rivers in Sapporo City (Part III) — The Variation of Pariphitic Diatom Vegetation in Toyohira River —

中島 純夫 大森 茂 川瀬 洋三  
市川 修三 高杉 信男

Sumio Nakajima, Shigeru Omori, Youzo Kawase,  
Shyuzo Ichikawa and Nobuo Takasugi

昭和56年から行っている水生生物調査の一環として、昭和57年には、地点ごとの調査の他に上流域2地点、中流域1地点の計3地点を選び4月から11月までの各5回付着珪藻試料を採取し、その植生の変化を汚濁指数・優占種・類似度指数マトリックス等により調べた。

その結果、付着珪藻個体数はいずれの地点でも9月に増加し、付着珪藻個体数が少ない月には *Cymbella ventricosa* が第1優占種となることが多かった。また、優占種や類似度指数マトリックスの結果からも *Cymbella ventricosa* が豊平川での生息に適している種であることが推定された。

### 1. 緒 言

昭和56年から行っている水生生物調査も昭和57年は、底生動物の他に付着珪藻も加え、豊平川流域15地点で行ったが、この調査と並行して付着珪藻植生の基礎データを集める目的で豊平川上流及び中流の3地点で4月から11月にかけて試料を採取し、この結果をまとめたので報告する。

### 2. 方 法

#### 2-1 調査地点

調査地点は、植生の基礎的データを調べる目的から汚濁の進んでいない上流2地点と豊平川のほ

ぼ中間にあたる地点を選択した。これらの地点はすべて石礫底であり、融雪期(4月~6月)を除けば試料採取が比較的容易であるが、融雪期には川幅が広がり、特に地点2と3で顕著にあらわれる。

各地点の環境要因は、地点2で上流にダムでせき止められた人工湖(定山湖)があり、その水位調整のため水位変動が著しいと思われる他は大差ない(表1)。

なお、地点3における過去5年間のBOD平均値は17mg/lであり他の2地点では、12mg/l以下となっている。

表1 付着珪藻採取地点の月別環境要因

地点番号	地点名	河川名	月日	水温(°C)	pH	溶存酸素(mg/l)	透視度(cm)	流速(cm/sec)	水深(cm)
1	白井川合流前	右股川	57. 4. 6	3.0	7.1	13	14.7	0.35 ~ 0.50	27 ~ 30
			7. 2	11.7	7.1	11	> 30	0.30 ~ 0.70	15 ~ 30
			8. 4	17.2	7.1	9.6	> 30	0.25 ~ 0.55	15 ~ 30
			9.28	11.0	7.1	10	> 30	0.15 ~ 0.65	25 ~ 30
			10.26	3.0	7.2	12	> 30	0.7	25 ~ 30
2	豊橋	豊平川	4. 6	5.5	7.4	12	> 30	0.75 ~ 0.90	25 ~ 32
			6.29	12.8	7.0	10	> 30	0.60 ~ 0.80	15 ~ 20
			8. 5	19.2	7.1	9.2	> 30	0.50 ~ 0.55	10 ~ 15
			9.28	14.0	7.8	10	> 30	0.20 ~ 0.60	15 ~ 25
			10.26	6.9	7.5	11	> 30	0.50 ~ 0.70	25 ~ 30
3	藻南橋	豊平川	4. 7	5.0	7.3	12	4	0.25 ~ 0.35	20 ~ 40
			6.30	16.0	7.3	11	> 30	0.30 ~ 0.52	10 ~ 12
			8. 4	27.2	7.6	9.2	25	0.05 ~ 0.35	10 ~ 15
			9.30	15.2	7.3	11	30	0.25 ~ 0.40	10 ~ 15
			11.19	8.0	7.3	12	> 30	0.45 ~ 0.50	10

2-2 試料

試料の採取は、すべて福島<sup>1)</sup>の方法に従って行った。定性用試料及び定量用試料の扱いも福島の方法に従ったが、珪藻以外の藻類が多く、試料希釈や計数し難いものについては、32mm×24mmカバーガラス上に試料0.05mlを広げた後ホットプレート上で約30分加熱し、界線入スライドガラス上にプレウラックスで封入し総合倍率1000倍で計数を行った。

2-3 汚濁指数

Pantle - Buckの方法により求めた。

$$PI = \sum (Si \cdot h) / \sum h$$

PI: 汚濁指数

Si: 汚濁階級指数

貧腐水性種..... 1

β-中腐水性種... 2

α-中腐水性種... 3

強腐水性種... 4

h: 出現頻度

偶 在 (出現率 10 >) ... 1

多 い ( " 10~29) ... 2

すこぶる多い ( " 30 ≤ ) ... 3

ただし、種ごとの汚濁階級指数は、「水生生物相調査解析結果報告書」<sup>2)</sup>の値を用い、これに記入のない種については、すべて2とした。

2-4 類似度指数マトリックス

下記の森下の方法により行った。

$$C_{\lambda} = \frac{2 \sum_{i=1}^{\infty} n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_1 \cdot N_2}$$

$$\lambda_1 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} n_{1i}(n_{1i}-1)}{N_1(N_1-1)}, \lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} n_{2i}(n_{2i}-1)}{N_2(N_2-1)}$$

$C_{\lambda}$  : 類似度指数

$N_1, N_2$  : 比較する2群落の総個体数

$n_{1i}, n_{2i}$  : 各群落の個々の種の個体数

$C_{\lambda}$  が1に近いほど類似性が高く、0に近いほど類似性が低い。

### 3. 結 果

#### 3-1 付着珪藻現存量

各試料採取地点の月別沈殿量と付着珪藻個体数間には、地点3 ( $r=0.95$ )を除いては、相関がな

かった。汚濁指数は、いずれの地点も2以下であった(表2)。

今回の調査で出現した付着珪藻の種は、合計68種であり、このうち地点1で45種、地点2で49種、地点3で47種であった(表3)。

#### 3-2 優 占 種

各地点での月別個体数から信頼度90%の出現率を求め、信頼度90%の下限值が平均出現率を超えた種を優占種とした(図1)。

表2 付着珪藻採取地点の月別沈殿物量・付着珪藻個体数・種数・汚濁指数

地点番号	地点名	月 日	沈 殿 物 量 ( $ml/100cm^3$ )	付 着 珪 藻 個 体 数 (個/ $mm^2$ )	種 数	汚 濁 指 数
1	白井川 合流前	57. 4. 6	4.8	917.7	23	1.6
		7. 2	4.0	109.2	13	1.6
		8. 4	2.1	673.0	21	1.6
		9. 28	2.4	2375.6	28	1.7
		10. 26	1.7	338.3	36	1.8
2	豊 橋	4. 6	3.6	751.7	29	1.4
		6. 29	1.6	288.7	25	1.8
		8. 5	2.1	691.5	29	1.5
		9. 28	1.6	2056.5	37	1.7
		10. 26	5.4	2090.4	28	1.6
3	藻南橋	4. 7	0.4	80.7	28	1.7
		6. 30	4.0	2699.6	11	1.6
		8. 4	7.2	3601.8	25	1.9
		9. 30	1.5	12101.1	33	1.8
		11. 19	4.6	5296.2	25	1.7



St.	Date	Name	10	50	90 (%)	L(%)	U(%)	P(%)		
1	58. 4. 6	Achnanthes convergens	—	—	—	3.5	5.7	4.5		
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	4.9	7.5	6.2		
		Gonphonema quadripunctatum	—	—	—	3.6	6.4	4.7		
		* Cymbella sinuata	—	—	—	6.0	7.0	6.5		
		**Cymbella ventricosa	—	—	—	6.0	7.0	6.5		
7. 2	* Gonphonema quadripunctatum	—	—	—	57.9	72.8	65.6			
		* Cymbella ventricosa	—	—	—	15.9	28.9	22.1		
8. 4	* Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	8.8	12.7	10.6			
		* Achnanthes convergens	—	—	—	6.0	9.3	7.6		
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	12.2	16.6	14.4		
		* Gonphonema tenelum	—	—	—	10.8	23.4	20.8		
		* Gonphonema quadripunctatum	—	—	—	9.1	9.1	9.1		
9. 28	* Synedra ulna	—	—	—	22.0	27.5	24.7			
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	10.4	17.7	11.6		
		* Gonphonema tenelum	—	—	—	17.0	16.4	16.7		
		* Gonphonema sp.	—	—	—	17.7	16.4	16.5		
		* Cymbella sinuata	—	—	—	15.9	17.5	16.5		
10. 26	* Synedra ulna	—	—	—	15.9	17.5	16.5			
		* Achnanthes lanceolata	—	—	—	1.5	5.1	3.3		
		* Achnanthes convergens	—	—	—	10.0	10.0	10.0		
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	10.0	10.0	10.0		
		* Navicula gregaria	—	—	—	15.1	22.1	18.2		
4. 6	* Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	3.2	5.4	4.3			
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	4.1	6.0	5.1		
		* Cymbella sinuata	—	—	—	3.2	3.2	3.2		
		**Cymbella ventricosa	—	—	—	1.1	3.2	2.0		
		* Nitzschia romana	—	—	—	1.1	3.2	2.0		
6. 29	* Synedra inaequalis	—	—	—	4.1	8.0	6.0			
		Synedra ulna	—	—	—	1.4	4.4	2.7		
		Ceratoneis arcus	—	—	—	1.4	4.4	2.7		
		Rhoicosphenia curvata	—	—	—	6.2	7.0	6.6		
		**Cymbella ventricosa	—	—	—	6.2	7.0	6.6		
8. 5	* Synedra minuscula	—	—	—	12.6	17.0	14.7			
		Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	3.6	4.0	3.8		
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	17.2	22.0	19.6		
		* Gonphonema tenelum	—	—	—	2.2	4.4	3.3		
		**Cymbella ventricosa	—	—	—	4.1	4.7	4.4		
9. 28	* Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	2.4	3.6	3.0			
		* Achnanthes convergens	—	—	—	12.2	11.1	11.4		
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	10.8	4.4	6.6		
		* Rhoicosphenia curvata	—	—	—	4.4	4.4	4.4		
		* Cocconeis placentula var. lineata	—	—	—	4.4	4.4	4.4		
		* Gonphonema tenelum	—	—	—	10.8	4.4	6.6		
		* Cymbella sinuata	—	—	—	10.8	4.4	6.6		
		* Cymbella ventricosa	—	—	—	10.8	4.4	6.6		
		* Nitzschia dissipata	—	—	—	10.8	4.4	6.6		
		* Nitzschia frustum	—	—	—	10.8	4.4	6.6		
10. 28	**Achnanthes convergens	—	—	—	2.5	2.7	2.6			
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	17.2	20.6	18.9		
		Rhoicosphenia curvata	—	—	—	10.8	21.1	16.0		
		* Gonphonema tenelum	—	—	—	4.1	6.9	5.5		
		* Cymbella sinuata	—	—	—	4.1	6.9	5.5		
4. 7	* Fragilaria pinnata	—	—	—	0.7	6.9	3.0			
		Synedra inaequalis	—	—	—	0.7	5.1	2.9		
		Synedra minuscula	—	—	—	0.7	5.1	2.9		
		* Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	9.9	15.9	12.9		
		* Rhoicosphenia curvata	—	—	—	10.8	23.8	16.8		
		**Navicula gregaria	—	—	—	6.6	17.7	11.9		
		* Navicula lanceolata	—	—	—	6.6	17.7	11.9		
		* Navicula sp.	—	—	—	6.6	17.7	11.9		
		* Gonphonema quadripunctatum	—	—	—	6.6	14.0	10.3		
		* Gonphonema sp.	—	—	—	6.6	14.0	10.3		
		* Cymbella sinuata	—	—	—	6.6	21.6	14.7		
		* Cymbella ventricosa	—	—	—	6.6	21.6	14.7		
		* Nitzschia frustum	—	—	—	6.6	21.6	14.7		
		* Nitzschia romana	—	—	—	6.6	21.6	14.7		
		* Surirelia ovata	—	—	—	6.6	12.1	8.8		
6. 30	**Cymbella ventricosa	—	—	—	95.4	96.6	96.0			
		8. 4	* Synedra minuscula	—	—	—	10.4	12.1	11.2	
				* Synedra ulna	—	—	—	29.4	32.0	30.7
				* Achnanthes minutissima	—	—	—	29.4	32.1	30.8
**Cymbella ventricosa	—			—	—	7.2	8.7	8.0		
9. 30	* Melosira varians	—	—	—	3.5	4.1	3.8			
		* Synedra rumpens var. familiaris	—	—	—	4.0	5.5	4.7		
		* Synedra minuscula	—	—	—	16.0	17.1	16.6		
		* Synedra ulna	—	—	—	30.9	33.6	32.2		
		* Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	30.9	33.6	32.2		
11 19	* Achnanthes minutissima	—	—	—	22.5	24.4	23.4			
		* Synedra minuscula	—	—	—	10.5	12.0	11.3		
		* Ceratoneis arcus var. recta	—	—	—	15.4	17.1	16.2		
		* Achnanthes minutissima	—	—	—	24.7	28.7	26.7		
		* Gonphonema quadripunctatum	—	—	—	24.7	28.7	26.7		
**Cymbella ventricosa	—	—	—	24.7	28.7	26.7				

図1 各調査地点の月別主要付着珪藻の信頼度90%の出現率

—— 平均出現率    ——— 信頼限界の幅    \*\* 第1優占種  
\* 優占種    L 90%信頼度の下限    U 90%信頼度の上限    P 出現率

3-3 類似度指数マトリックス  
 類似度指数マトリックスでは、地点1の4月と

地点2の6月、8月及び地点3の6月の間で0.8以上の高い類似性を示した(図2)。

1-7	.39																		
1-8	.60	.31																	
1-9	.42	.15	.76																
1-10	.64	.22	.94	.76															
2-4	.96	.34	.66	.47	.70														
2-6	.98	.32	.56	.41	.61	.94													
2-8	.83	.27	.79	.61	.82	.86	.83												
2-9	.23	.07	.48	.42	.51	.29	.20	.32											
2-10	.26	.08	.73	.56	.73	.27	.20	.41	.61										
3-4	.39	.16	.42	.36	.44	.48	.39	.43	.36	.18									
3-6	.94	.30	.44	.31	.48	.84	.95	.72	.14	.14	.28								
3-8	.66	.24	.68	.64	.71	.68	.63	.70	.32	.46	.34	.52							
3-9	.10	.06	.45	.37	.27	.16	.08	.25	.22	.31	.14	.05	.55						
3-11	.62	.32	.69	.54	.65	.68	.59	.79	.31	.37	.44	.48	.84	.66					
St.	1-4	1-7	1-8	1-9	1-10	2-4	2-6	2-8	2-9	2-10	3-4	3-6	3-8	3-9					

1-4 : 地点1の4月分を表わす。

図2 各調査地点の月別付着珪藻群落の類似度指数マトリックス

#### 4 考察

##### 4-1 付着珪藻現存量

表2の結果、地点1及び地点2で沈殿物と付着珪藻個体数間に相関が認められなかったのは、試料を顕鏡した結果、地点1ではシルト等藻類以外の沈殿物が多いためであり、地点2ではシルト等が少ないにもかかわらずラン藻・緑藻等の他の藻類の現存量が多かったためと思われる。

付着珪藻個体数は、どの地点も9月に大幅な増加をみせているが、これは地点1でSynedra(ナガケイソウ)、Achnanthes(マガリケイソウ)、

Gomphonema(クサビケイソウ)が、地点2でAchnanthes(マガリケイソウ)、Nitzschia(ハリケイソウ)が、また地点3ではSynedra(ナガケイソウ)、Ceratoneis(ハラケイソウ)、Achnanthes(マガリケイソウ)などの増加によるものである。地点3で4月の個体数が少ないのは、融雪期で水位があがり、以前は水の流れが無く付着珪藻着生が不十分な地点で試料採取を行わなければならなかったためと思われる。

汚濁指数は、地点2の4月と8月の水質階級が貧腐水性(P.I=10~15)で他はすべてβ-中腐

水性 (PI=16~25) となっているが、地点3でやや高い傾向があり、BOD値の傾向とはほぼ一致している。

#### 4-2 優占種

表3のとおり、地点3の9月以外で *Cymbella ventricosa* が優占種となっているうえ、地点1の7月、地点2の9月及び10月、地点3の4月及び9月を除いては第1優占種となっている。これは *Cymbella ventricosa* が、銅や硫化水素に対して耐性が強く<sup>3)</sup>、上流部に金属鉱山や温泉地をもつ豊平川に適応性が高いためと予想される。

また、地点2と地点3の6月末の調査では *Cymbella ventricosa* の出現率が70%を超えている。この時期は融雪が、ほぼ終了し、融雪期に洗い流された川底に新たに付着珪藻が着生し始めたためと予想され、このことから *Cymbella ventricosa* が豊平川に適応した種であることがうかがえる。

以上のことから、*Cymbella ventricosa* として分類されたものが基本種のみであるか、変種を含むのかをさらに詳しく調べる必要もあると思われる。

#### 4-3 類似度指数マトリックス

地点1の4月、地点2の4月、6月、8月及び地点3の6月で類似度指数が高いのは、いずれも *Cymbella ventricosa* の出現率が高いためである。

## 5. 結 語

- 1) 付着珪藻現存量は、9月に大幅に増加する傾向があった。
- 2) 沈殿物量と付着珪藻個体数間には、地点3を除いては相関が認められなかった。
- 3) 地点1の7月、地点2の9月、10月、地点3の4月、9月を除いて *Cymbella ventricosa* が第1優占種となり、類似度指数マトリックスの結果等とも合わせて、この種が豊平川での生息に適しているものと思われる。
- 4) 豊平川で付着珪藻を水質汚濁の指標として用いるためには、*Cymbella ventricosa* についてのさらに詳しい調査が必要と思われる。

## 6. 文 献

- 1) 福島一悟，田中正明，渡辺直，小田泰史：水質管理計画調査報告書（水生生物相調査法検討），90pp，日本の水をきれいにする会（1981）
- 2) 福島一悟，田中正明，渡辺直，小田泰史：水生生物相調査解析結果報告書，207pp，日本の水をきれいにする会（1980）
- 3) 津田松苗，菊地泰二：“環境と生物指標2（水界編）” P36，（1975），共立出版