Diatom **25** : 148–152. December 2009

付着珪藻群集から見た甲府市内河川の有機汚濁状況

吉 澤 一 家

〒400-0027 山梨県甲府市富士見1-7-31　山梨県衛生公害研究所　環境科学部

Numerical estimation of the organic pollution of Arakawa River in Kofu city based on the attached diatom assemblage

Kazuya Yoshizawa

Yamanashi Institute for Public Health, 1-7-31 Fujimi, Kofu, Yamanashi 400-0027, Japan

Abstract

The organic pollution of Arakawa River in Kofu city was assessed using the diatom assemblage index to organic pollution (DAIpo). The DAIpo values were 98, 45 and 45 at the up-, mid- and downstreams, respectively. BOD at the mid- and downstreams were threefold higher than at the upstream. Among the dominant diatoms at the upstream, *Encyonema silesiacum* and *Hannaea arcus* var. *hattoriana*, were also abundant in 1977, suggesting little change of the diatom species composition during 30 years despite the dam construction.

Key index words : Arakawa River, DAIpo, diatom assemblage, water quality

はじめに

付着藻類を河川の指標とする方法は多く行われてきており，付着珪藻を水質指標種ごとに定量するDAIpo（Watanabe *et al.* 1986）はその代表的な指標として用いられている。近年では，下水道普及による水質回復などにより，付着珪藻組成が変化することが知られており（福嶋ら　2002），河川生態系の変化を評価する上でも，付着藻類の現状を記録することは重要である。

山梨県内においても，河川の環境基準値達成率が向上している状況にあり（山梨県　2006），付着珪藻群集にも変化が起きていることが予想される。しかし県内河川についての付着珪藻に関する報告はほとんどなく，フロラが明らかになっていないため，この手法を用いた河川の評価ができない。しかし笛吹川支流の荒川上流域については，1976年8月の時点における珪藻植生が優占的な種の写真とともに示されており（福島ら　1977），比較検討が可能である。

そこで本研究では，荒川の付着珪藻植生を明らかにし，DAIpoを算出して理化学データとの対応関係を検討するとともに，荒川上流域の珪藻の種組成を30年前のものと比較した。

調査方法

1. 調査地点

調査対象は甲府市内を南北に流れる荒川の上流（桜橋），中流（千秋橋），下流（二川橋）とし，2006年5月に試料を採取した（Fig. 1）。この荒川は源を関東山地の金峰山などに発し，甲府市街地の西部を流下し，笛吹川に合流する流域面積182.3km^2，総延長48kmの河川である。また甲府市は人口約20万人の中核市で，図中に示した市街地に多くの人口が集中している（西宮　1977）。下水道の普及率は平成19年度末で92%と，市街地ではほぼ整備されている。

Received 1 October 2009
Accepted 6 November 2009

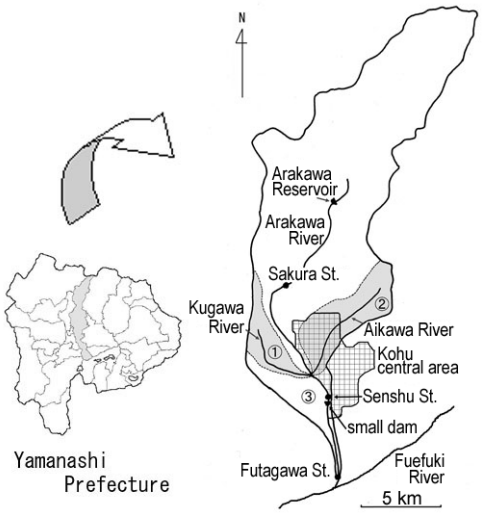

Fig. 1. Map of the sampling sites.

2. 試料採取及び観察方法

付着藻類の採取には，河川水中に充分な期間浸っており，付着物が発達している，浮石ではない石を用いた。その表面から，ゴムシート製コドラートを用いて，5cm×5cmの範囲にある付着物を樹脂性ブラシで削り取った。採取された懸濁物をビーカーで適量の硝酸・硫酸を用いて分解した。分解液を遠沈し，上澄みを取り除いた後，蒸留水を加え洗浄した。酸性が確認できなくなるまで洗浄した試料を10mLにメスアップし，その適量を用いて，観察用のプレウラックス封入プレパラートを作成した。

プレパラートに含まれる珪藻の殻を，光学顕微鏡を用いて1500倍で観察した。続いて1枚のプレパラートに含まれる全ての種について顕微鏡写真を撮影し，2000倍に拡大して，小林ら（2006），渡辺ら（2005）及び，Krammer & Lange-Bertalot（1986, 1988, 1991a, b）に基づき同定した。出現した珪藻を好清水性種(A)と好汚濁性種(B)に分類し，それぞれの出現相対頻度を基に，渡辺ら（2005）により付着珪藻群集に基づく有機汚濁係数（DAIpo）を算出した。また森下（1996）により珪藻群集内の総種数を推定し，Shannon（1948）により群集の多様性指数を算出した。

3. 水質データ

各調査地点の水質データは山梨県（2006）から引用した。

結果と考察

1. 調査地点の理化学データ

各調査地点の公共用水域水質測定算術平均値(2005年度，n=24)をFig. 2に示した(山梨県　2006)。中・下流の両地点のBODは，上流（桜橋）の測定値の3倍であり，CODも2～4倍の値であった。しかし中流（千秋橋）と下流（二川橋）の間ではほとんど差が見られなかった。人のし尿由来の汚染の指標である大腸菌群（田井　1979）も，上流ではほとんど検出されていなかったが，中流で250群/Lとなっており，この間に人為的な汚濁負荷が加わっていると推測された。

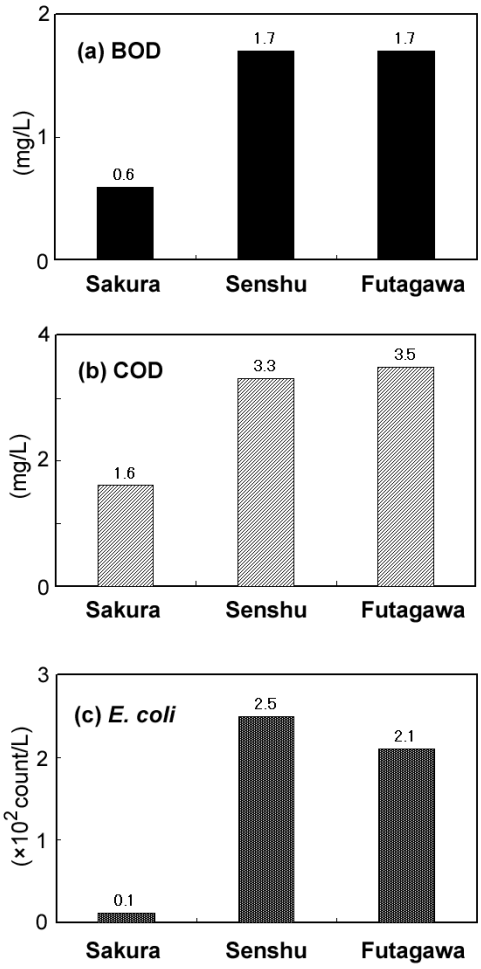

Fig. 2. (A) BOD, (B) COD, and (C) cell density of *E.coli* at the sampling sites in 2005 (Yamanashi Pref. 2006).

Table 1. Relative abundance of dominant diatom taxa observed in sampling sites
(A : saproxenous taxa, B : saprophilous taxa, relative abundance : %)

Class	Taxa	Sakura	Senshu	Futagawa
A	*Achnanthidium atomus*	0.9		
A	*Achnanthidium convergens*	1.4		
A	*Achnanthidium flexella*	1.8		
A	*Achnanthidium japonicum*	3.7		
	Achnanthidium minutissimum var. *minutissimum*	1.8		
A	*Achnanthidium pyrenaicum*	6.4		
B	*Achnanthidium saprophilum*		0.4	0.9
A	*Amphora pediculus*	0.9		
A	*Cocconeis pediculus*	2.3		
A	*Coconeis placentula* var. *lineata*	1.8		
A	*Cymbella turgidula* var. *turgidula*	1.4		
A	*Diatoma mesodon*	0.5		
A	*Encyonema silesiacum*	8.7	1.6	0.9
	Encyonema sp.			0.4
A	*Fragilaria capitellata*	7.3		0.9
B	*Fragilaria capucina* var. *amphicephala*			0.4
A	*Fragilaria vaucheriae*	1.8		
A	*Gomphoneis okunoi*	1.8		0.9
A	*Hannaea arcus* var. *hattoriana*	7.3		
A	*Navicula capitatoradiata*	0.5		
	Navicula cryptocephala		0.4	
A	*Navicula cryptotenella*	0.5		0.4
	Navicula decussis var. *decussis*			0.4
B	*Navicula goeppertiana* var. *goeppertiana*			0.9
	Navicula menisculus	0.9		
	Navicula minima		0.4	0.9
B	*Navicula pupula* var. *pupula*		0.4	
B	*Navicula seminulum* var. *seminulum*		0.4	
B	*Navicula subminuscula*		6.3	4.8
	Navicula veneta		0.4	
	Navicula viridula var. *rostellata*			1.7
B	*Nitzschia amphibia*		0.8	
A	*Nitzschia dissipata*	0.9	4.4	2.6
	Nitzschia fonticola		6.7	8.7
	Nitzschia inconspicua		69.0	65.4
B	*Nitzschia palea*		8.3	8.2
	Nitzschia sp1.			
A	*Planothidium frequentissima* var. *magna*		0.4	
A	*Planothidium lanceolatum* var. *lanceolatum*			0.4
	Planothidium rostratum	1.4		
A	*Reimeria sinuata*			0.9
A	*Synedra inaequalis*	46.1		
	DAIpo	**98**	**45**	**45**

2. 付着珪藻群集に基づく水質階級

各地点の付着藻類の乾燥重量は上～下流でそれぞれ，0.10g/m^2，2.58g/m^2，4.04g/m^{2}で，下流で高い値となった。ただしこれには砂泥粒子も含まれている。

また付着珪藻の密度はそれぞれ，5.1×10^{2}殻/mm^2，3.6×10^{5}殻/mm^2，3.2×10^{5}殻/mm^{2}と藻類重量と同様に下流で高い値であった。

各地点で観察された優占種は，次のとおりであった（Table 1）。

a）桜橋（上流）：16属，33分類群

Synedra inaequalis H.Kobayasi 1987 (Fig. 16), *Encyonema silesiacum* (Breisch) D.G.Mann in Round *et al.* 1990 (Fig. 7), *Hannaea arcus* var.

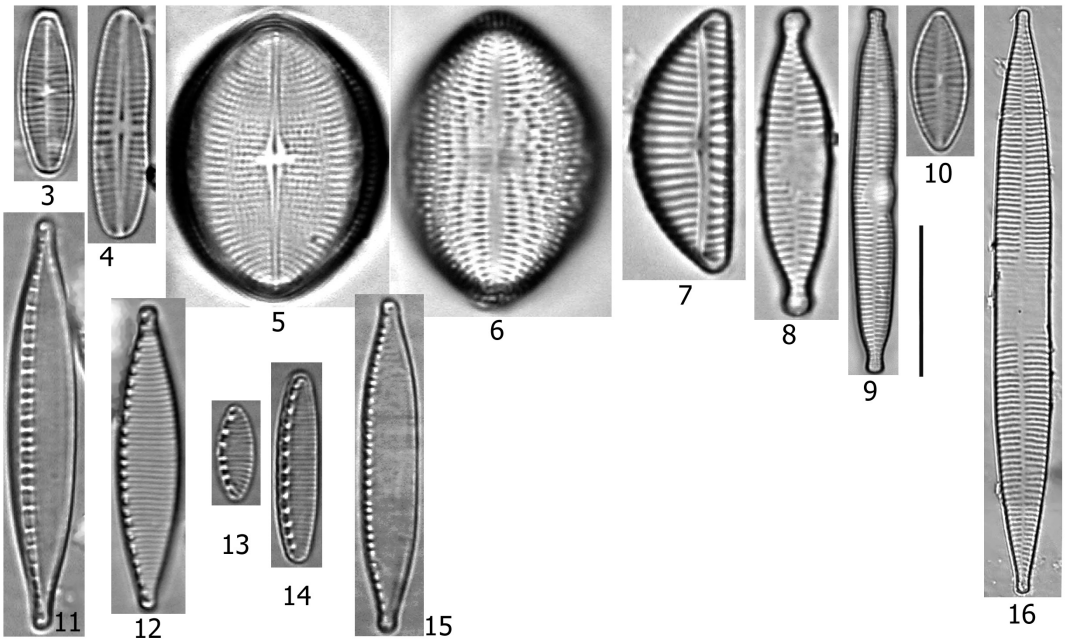

Fig. 3. *Achnanthidium pyrenaicum.* **Fig. 4.** *Achnanthidium japonicum.* **Fig. 5, 6.** *Cocconeis pediculus.* **Fig. 7.** *Encyonema silesiacum.* **Fig. 8.** *Fragilaria capitellata.* **Fig. 9.** *Hannaea arcus* var. *hattoriana.* **Fig. 10.** *Navicula subminuscula.* **Fig. 11.** *Nitzschia dissipata.* **Fig. 12.** *Nitzschia fonticola.* **Fig. 13, 14.** *Nitzschia inconspicua.* **Fig. 15.** *Nitzschia palea.* **Fig. 16.** *Synedra inaequalis.* Scale bar : 10μm except for Figs 9 and 16 (=20μm).

hattoriana (F.Meister) Ohtsuka 2002 (Fig. 9).

b）千秋橋（中流）：13属，43分類群

Nitzschia inconspicua Grunow 1862 (Figs 13, 14), *Nitzschia fonticola* Grunow 1879 (Fig. 12), *Navicula subminuscula* Manguin 1941 (Fig. 10).

c）二川橋（下流）：16属, 43分類群

N. inconspicua, *N. fonticola*, *Nitzschia palea* (Kütz.) W.Sm. 1856 (Fig. 15).

上流に比して，中・下流の個体密度の増加とともに，種数が増加していた。森下（1996）により，219～252殻の計数結果をもとに群集内の総種数を推定したところ，桜橋で27種，千秋橋で41種，二川橋で42種と推定され，下流ほど多くなる傾向が見られた。ただしこの値は，1枚のプレパラートを精査して得られた種数よりもやや少なく，過小評価の疑いが強い。一方，群集の多様性をShannon-Wienerの多様性指数を用いて比較したところ，桜橋で2.0，千秋橋で1.2，二川橋で1.4となり，種数で評価した場合とは逆に中・下流で多様性が低下していた。これは中流以後で，*Nitzschia*属の出現割合が急激に増加し，第一優占種である*N. inconspicua*の出現頻度が65%以上と高かったためと考えられた。特に下流の二川橋では優占した3種とも*Nitzschia*属であった。各地点のDAIpoの値は，

桜橋（上流）：DAIpo=98，千秋橋（中流）：DAIpo=45，二川橋（下流）：DAIpo=45

となり，中・下流では上流よりも大きく低下した。DAIpo値とBODはTable 2のようになり，上流は極貧腐水性水域，中流と下流はβ中腐水性水域と判定された。このように荒川においては，理化学データとDAIpoの値が良く対応し，上流と中・下流の水質が大きく異なった。千秋橋（中流）直前で，流域人口が多く，傾斜地が多いため集水域の下水道普及率が低い貢川（流域①）と，同じく流域人口が多い相川（流域②）の2河川が合流しているため，流入負荷量が多くなることが原因であると考えられた（Fig. 1)。また千秋橋直下に農業用水取水のための堰が設置されていることで，中流域であるにもかかわらず流速が極めて遅くなっていることも一因と考えられた。

これに対して千秋橋から二川橋の間は，水質にほとんど差がなく，付着珪藻群集も類似していた。これはこの間の集水域が③のみで，人口が多い甲府市街地からの流入がなく，汚濁負荷量が少ないことと，ある程度の流速があるため河川の自浄作用が働いていることによるものと考えられた。

Table 2. Relationships between DAIpo, BOD and Pollution index

Site	DAIpo	BOD mg/L	COD mg/L	Pollution index
Sakura	98	0.6	1.6	xenosaprobic
Senshu	45	1.7	3.3	β-mesosaprobic
Futagawa	45	1.7	3.5	β-mesosaprobic

3. 付着珪藻群集の経時変化

1985年には，本調査で試料を採取した荒川上流地点の桜橋上流約7kmに，荒川ダムが建設された。付着藻類群集の経時変化を明らかにするために，福島ら（1977）との比較を試みた。福島ら（1977）の調査地点は桜橋のさらに上流であるが，付着珪藻の優占種は地点によって*Achnanthes* sp.，*Cymbella ventricosa* Kütz.，*Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grunowのいずれかで，*Ceratoneis arcus* var. *hattoriana* F.Meister (*H. arcus* var. *hattoriana* (F. Meister) Ohtsuka)，*Ceratoneis arcus* var. *vaucheriae* (Kütz.) Fukush. et Ts.Kobay.（*Fragilaria vaucheriae* (Kütz.) J.B.Petersen）が準優占種になることがあり，貧腐水性水域であると判定されている（福島ら 1977）。福島ら（1977）が*C. ventricosa*と同定した種は，顕微鏡写真から判断する限り，条線密度や殻端の形に差がなく，本研究で*E. silesiacum*としたものと同種であると考えられた。福島ら（1977）の調査と本調査では，*E. silesiacum*と*H. arcus* var. *hattoriana*が優占的なことが共通していたことから，荒川上流部の付着珪藻群集は，ダム建設にもかかわらず30年間であまり変化していないと推察された。

引用文献

福島博・小林艶子・保坂昭雄・藤本丑雄・西宮克彦．1977．水生動・植物．*In*：山梨県（編）荒川ダム建設に伴う環境アセスメント調査報告書．pp. 154-180．山梨県．

福嶋悟・奥山美峰・青木節男・福島博．2002．他水系の水が流入する都市河川における水質回復に伴う珪藻群集の長期的変化．Diatom **16**：27-36．

小林弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲保・長田敬五．2006．小林弘珪藻図鑑　第1巻．596 pp，内田老鶴圃，東京．

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae 1. Teil : Naviculaceae. 876 pp. *In* : Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds) Süβwasserflora von Mitteleuropa **2/1**. Gustav Fischer, Jena.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. Bacillariophyceae 2. Teil : Bacillariaceae. Epithemiaceae. Surirellaceae 596 pp. *In* : Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds) Süβwasserflora von Mitteleuropa **2/2**. Gustav Fischer, Jena.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. Bacillariophyceae 3. Teil : Centrales. Fragilariaceae. Eunotiaceae. 576 pp. *In* : Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds) Süβwasserflora von Mitteleuropa **2/3**. Gustav Fischer, Jena.

Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. Bacillariophyceae 4. Teil : Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. 437 pp. *In* : Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds) Süβwasserflora von Mitteleuropa **2/4**. Gustav Fischer, Jena.

森下正明．1996．種多様性指数値に対するサンプルの大きさの影響．日本生態学会誌　**46**：269-289．

西宮克彦．1977．地形・地質．*In*：山梨県（編）荒川ダム建設に伴う環境アセスメント調査報告書．pp. 1-21．山梨県．

Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal **27** : 379-423, 623-656.

田井慎吾．1979．生物学的指標．*In*：合田健（編）水環境指標．pp. 136-144．思考社，東京．

Watanabe, T., Asai, K., Houki, A., Tanaka, S. & Hizuka, T. 1986. Saprophilous and eurysaprobic diatom taxa to organic water pollution and diatom assemblage index (DAIpo). Diatom **2** : 23-73.

渡辺仁治・浅井一視・大塚泰介・辻　彰洋・伯耆晶子．2005．淡水珪藻生態図鑑．784 pp．内田老鶴圃，東京

山梨県．2006．平成18年度公共用水域及び地下水の水質測定結果．pp. 152-157．山梨県．