

# 強腐水域でのケイ藻による水質判定法の検討

小林 弘\* 真山茂樹\*

\* Hiromu Kobayashi, Shigeki Mayama, 東京学芸大学生物学教室

# 強腐水域でのケイ藻による水質判定法の検討

小林 弘\* 真山茂樹\*

生物を使用して水質を判定しようとする試みは古くから (Kolkwitz & Marsson, 1908) 行なわれているが、生物を使用することはある一定期間の水質変化を総合的に判定することができるという利点があるため、その後いろいろの方法が提案され今日に至っている。Sládeček<sup>1)</sup> および Lange-Bertalot (1979 b)<sup>2)</sup> にみられるように、ヨーロッパでは個々の種類の対腐水価 (saprobic valency) と指標値 (indicative weight) から腐水階級を定める方法 (Zelinka & Marvan)<sup>3)</sup>、および対腐水指数 (saprobic index) を用いる方法<sup>4)</sup>などが主として用いられており、また本邦では井出ら<sup>5)</sup>により、Kolkwitz & Marsson 法、Beck の生物指数、優占種法、多様性指数、対腐水指数などから総合的に水質を判定する方法が用いられている。

このように多くの方法が考案されてきていることは、一方では信頼できる決定的な方法がないことの証拠ともいえるが、各種の方法についての比較研究の必要性をも物語るものといえる。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金 (課題番号 503035) による研究の一部であることをあらかじめおことわりする。

## 1. ケイ藻による水質判定

以上で取り上げた水質判定法は出現する細菌類から昆虫類におよぶすべての生物を対象にして考案されたものであるが、ケイ藻はもっとも種類が多く、また出現頻度も高くかつ環境諸条件にもっとも敏感であるため、ケイ藻のみを対象とした研究も行なわれてきた。

この場合、筆者のみるところではその流れに2とおりがあるように思われる。すなわち、すべての水生生物を対象として考案された方法をケイ藻にもあてはめて行なう方法と、ケイ藻のみを対象とした方法を考案して行な

うものである。

後者の方法の代表的なものとしては、Patrick 女史法と呼ばれるもの<sup>6)</sup>があげられる。この方法は出現種の高さを頭の切れた正規曲線の山の高さと表わし、特定の種類の出現頻度の高さ、すなわち群落構造の偏向をカーブの広がりて表わすという、理論的には非常にすぐれたものではあるが、すでに Lange-Bertalot<sup>2)</sup>によって指摘されているように、8,000 個体という非常に多数の種類について正確な同定と計数を行なう必要があり、素人には非常に難しい上、結果が調査する者の分類学的能力によって大きく左右されやすいという欠点をも備えている。筆者の研究室でも多摩川において Patrick 女史法の検討を行ってきたが、同様の結果を得ている<sup>6)</sup>。

ごく最近になって Lange-Bertalot & Bonik<sup>7)</sup> は、従来まったく注目されなかった強腐水域における数種の大量出現種の存在を指摘し、引き続き識別ケイ藻群法とも呼べるケイ藻各種の耐腐水性への再分類に基づく判定法を発表した<sup>7)</sup>。この方法は、ケイ藻を強腐水域の識別ケイ藻群 (カテゴリー1)、強一中腐水域の識別ケイ藻群 (カテゴリー2)、弱一中腐水域の識別ケイ藻群 (カテゴリー3) に分け、それぞれのカテゴリーに属する種類の出現頻度 (%で表わす) の総和を流域にそってグラフ化し、比較するものである。彼らの例示しているライン川およびメイン川より得た結果を比較する限りでは、かなり信頼度が高いものと思われる。

## 2. 同一地点の異なる基物上の

### 群落についての調査

筆者らは Lange-Bertalot 法の約 500 数について、種類ごとに出現頻度を計数すればよいという実用性に着目し、明らかに大型団地からの処理水が流入し、*Sphaerotilus* が繁茂するという強腐水域を選んで、本邦河川での Lange-Bertalot 氏による識別ケイ藻群法の信頼度についていくつかの調査を行ってきたが、この方法は少なくとも強腐水域については非常に信頼度の高い結果が

\* Hiromu Kobayashi, Shigeki Mayama, 東京学芸大学生物学教室

得られることが明らかとなったので報告したいと思う。

## 2.1 材料と方法

調査のための試料の採取は、河底の礫から直接ブラシで削ぎ取る方法と、Patrick 女史らの考案したディアドメーターを用いる方法を用いた。試料の採集地点は八王子市元本郷町4丁目を流れる多摩川の支流、南浅川の2地点、すなわち小倉<sup>9)</sup>に見られるMA-4およびMA-5の2地点と、所沢市下安松を流れる柳瀬川の新柳瀬橋下の1地点である。

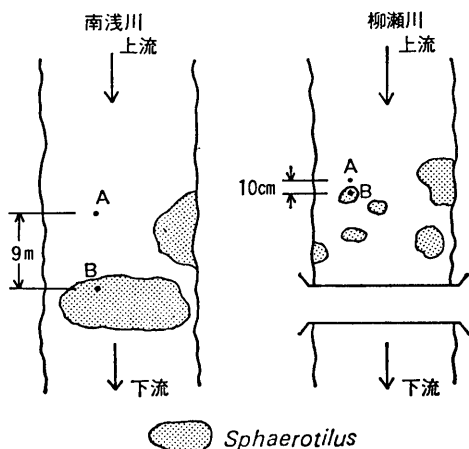
試料採取の場所は図1に示すように、南浅川では上・下流に9mの距離、柳瀬川でも同じく上・下流に10cmという至近距離を隔てて、一方は *Sphaerotilus* の繁茂する礫、一方はまったく *Sphaerotilus* の生育しない礫を選んだ。

採取を行なったのは、南浅川MA-5では1980年3月1日、柳瀬川では1980年11月30日である。また、比較のためのディアドメーター試料は Patrick 女史法を検討するために1978年7月15日にMA-4に、また1979年4月14日にMA-5にディアドメーターを設置し、2週間後すなわち7月29日および4月28日に引き上げたものを使用した。

採取した試料はこれに濃硫酸を加えて煮沸し、 $\text{KNO}_3$  の1粒を加えて酸化脱色ののち、蒸留水で洗浄するという定法に従って処理したのち、ブルーラックスに封入してプレバートを作成し、これについて種の同定と種類ごとの計数を約500個に達する範囲で行ない出現率を求めた。

## 2.2 調査地点の水質

南浅川MA-4のすぐ上流には長房団地などからの2次処理水が流入しており、その下流ではとくに冬期に河



注) A: 石付着のケイ藻群落, B: *Sphaerotilus*付着のケイ藻群落

図1 比較試料の採取方法

底一面に *Sphaerotilus* が繁茂し、一目でかなり有機質に富水域とわかるが、小倉<sup>9)</sup>にもみられるように、有機成分、塩素、リン、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$  などすべてについてその値は高く、筆者らが採取時に同時に行なった電気伝導度、 $\text{BOD}_5$  などの値もそのことを裏付けた(表1)。

また柳瀬川は狭山湖に源を発しているが、流域の民家からの生活排水の流入のため、調査地点のあたりではきわめて豊富な *Sphaerotilus* の繁茂がみられ、 $\text{BOD}_5$  は36.4という高い値が得られている。

Sládeček<sup>9)</sup> は、流水域について  $\text{BOD}_5$  の値が10~89 mg/ℓの範囲を強腐水域 (polysaprobity) と定め、また Lange-Bertalot (1979 b)<sup>1)</sup> は22mg/ℓ以上を強腐水域としているが、南浅川の値も柳瀬川の値も明らかに強腐水域と判定できるものである。

## 2.3 調査結果

調査結果は表2にまとめて示したが、表中の指標性と各種類の対腐水値 s (saprobic value) の値は Sládeček<sup>9)</sup> によった。また、所属する識別ケイ藻群の表示は Lange-Bertalot (1979 b)<sup>1)</sup> のあげているカテゴリーを用いた。しかし、出現種の中には *Achnanthes convergens* のように本邦固有の種もあり、また *Achnanthes minutissima* var. *Gomphonema pseudoaugur*, *Nitzschia amphibia* のように、本邦の河川にはごく普通にみられる種類であるが Sládeček の表には出ていないものなどもあり、これらについては今回新しく格付けを行なった。それらはすべてカッコに入れて表示した。

指標性の決定では、本調査の目的はあくまでも対腐水指数法 (Saprobic index method) と識別ケイ藻群法の比較にあるので、リスト以外の *Navicula*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Surirella* の各属の種類は  $\beta$ -mesosaprobic とするとして Liebmann<sup>10)</sup> の指示に従い、またそれらについては対腐水値の2.00を機械的に与えた。本邦の河川での出現状況その他を加味して決定したものではない点を特記したい。なお、リストにない多くの変種については、もしも承名変種がリストアップされている場合はそれと同じ値とした。なお出現度 h (abundance) は、出現率0~9%までを1、10~29.9%までを3、30%以上を

表1 南浅川MA-5と柳瀬川新柳瀬橋地点の水質

	採取年月日	水温(°C)	pH	電気伝導度(μmho)	DO (ppm) (20°C)	$\text{BOD}_5$ (20°C)
南浅川MA-5	1980.3.1	7.5	7.4	220	11.0	24
柳瀬川新柳瀬橋下	1980.11.30	12.5	7.0	241	6.85	36

表2 調査各地点における各分類群の出現率、指標性、識別ケイ藻群および対腐水指数、識別ケイ藻群別出現率

出現した分類群	格付け		S計算のためのs	南浅川 MA-5 Sphaerotilus 付着 (BOD: 24ppm) (1980.3.1)		南浅川 MA-5 Sphaerotilus 付着 (BOD: 24ppm) (1980.3.1)			
	指標性	識別群 ケイ		出現率	h	sh	出現率	h	sh
<i>Achnanthes convergens</i>	(β)	(3)	(2.00)						
— <i>lanceolata</i>	x-β	2	0.75						
— <i>minutissima</i> v. <i>cryptocephala</i>	(β)	(3)	1.45						
— <i>minutissima</i> v.	(β)	(1)	1.45	1.8	1	1.45	1.2	1	1.45
— <i>minutissima</i> v. <i>minutissima</i>	0-β	3	1.45	0.6	1	1.45	1.8	1	1.45
<i>Amphora ovalis</i>	0-β	3	1.65				3.0	1	1.45
— <i>submontana</i>	(β)	(3)	(2.00)						
<i>Cocconeis placentula</i> v. <i>egyptia</i>	(β)	(3)	1.35						
— <i>placentula</i> v. <i>linealis</i>	(β)	(3)	1.35						
— <i>placentula</i> v. <i>placentula</i>	β	3	1.35						
<i>Cyclotella criptica</i>	(β)	(3)	(2.00)						
— <i>nana</i>	(β)	(3)	(2.00)						
<i>Cymbella minuta</i> (= <i>Cymbella ventricosa</i> )	β	2	1.35	0.4	1	1.35			
— <i>sinuata</i>	(β)	3	(2.00)						
<i>Fragilaria construens</i> v. <i>binodis</i>	(β)	(3)	(2.00)						
<i>Frusulia vulgaris</i>	0	(3)	1.20						
<i>Gomphonema angustatum</i> v. <i>productum</i>	β-α	(2)	2.40						
— <i>curtum</i>	(β)	3	(2.00)						
— <i>parvulum</i> v. <i>lagenulum</i>	(β)	(1)	1.95	0.6	1	1.95	0.1	1	1.95
— <i>parvulum</i> v. <i>parvulum</i>	β	1	1.95	0.6	1	1.95	0.7	1	1.95
— <i>pseudounguis</i>	(β)	2	(2.00)						
— <i>quadripunctatum</i>	(β)	(2)	(2.00)	0.1	1	2.00	0.3	1	2.00
<i>Hamaea intermedia</i> (= <i>Fragilaria intermedia</i> )	(β)	2	1.65						
— <i>vaucheriae</i> (= <i>Fragilaria vaucheriae</i> )	β	2	1.65	2.4	1	1.65	0.3	1	2.00
<i>Hantzschia amphioxys</i>	α	(3)	2.90						
<i>Melosira granulata</i>	β	(3)	1.80						
— <i>ambigua</i>	0-β	3	1.60						
<i>Navicula acceptata</i>	(β)	(2)	(2.00)	0.3	1	2.00	0.1	1	2.00
— <i>atomus</i>	β	1	2.30	6.9	1	2.30	67.8	5	11.50
— <i>clonit</i>	(β)	(3)	(2.00)						
— <i>clacina</i>	(β)	1	(2.00)						
— <i>contenta</i> v. <i>biceps</i>	(β)	(3)	(2.00)						
— <i>cryptocephala</i> v. <i>cryptocephala</i>	α	3	2.70	0.1	1	2.70			
— <i>cryptocephala</i> v. <i>exilis</i>	(β)	3	2.70	0.1	1	2.70			
— <i>cryptocephala</i> v. <i>veneta</i>	(α)	3	2.70						
— <i>excelsa</i>	(β)	1	(2.00)						
— <i>frugalis</i>	(β)	(2)	(2.00)						
— <i>gregaria</i>	(β)	1	(2.00)	0.7	1	2.00	0.3	1	2.00
— <i>minima</i>	β	2	2.25	0.1	1	2.25	0.4	1	2.00
— <i>pupula</i>	(β)	1	(2.00)	6.5	1	2.00	11.7	3	6.00
— <i>saprophila</i>	β	2	2.20						
— <i>saxophila</i>	(β)	1	(2.00)				2.2	1	2.00

出現率	南浅川 MA-4 ダイアトマー付着 (1979.6.29)		南浅川 MA-5 ダイアトマー付着 (1979.4.28)		柳瀬川 Sphaerotilus 付着 (BOD: 36ppm) (1980.11.31)		柳瀬川 Sphaerotilus 付着 (BOD: 36ppm) (1980.11.31)				
	出現率	h	sh	出現率	h	sh	出現率	h	sh		
1.1	1	2.00	0.5	1	0.75	6.8	1	1.45	2.1	1	1.45
3.6	1	1.45	0.5	1	1.45	0.8	1	2.00			
0.2	1	1.35	0.3	1	1.35	0.2	1	2.00			
0.3	1	1.35	0.3	1	1.35	0.5	1	2.00			
0.2	1	1.35	2.0	1	1.35	0.2	1	1.20			
0.7	1	2.00	1.1	1	2.40	0.2	1	1.20			
1.5	1	1.95	0.3	1	2.00	6.9	1	1.95	3.3	1	1.95
0.3	1	2.00	10.3	3	5.85	0.2	1	2.00			
0.3	1	2.00	0.3	1	2.00	0.2	1	2.00			
2.3	1	1.65	3.0	1	1.65	0.2	1	2.90			
0.3	1	1.60				0.8	1	1.80			
1.6	1	2.30	20.4	3	6.90	0.6	1	2.30			
0.3	1	2.00				0.2	1	2.00			
1.6	1	2.70	1.2	1	2.70	0.6	1	2.70			
1.6	1	2.00	0.4	1	2.70	1.1	1	2.00			
1.6	1	2.00	0.3	1	2.00	1.1	1	2.00			
4.6	1	2.00	1.2	1	2.00	2.2	1	2.00	0.8	1	2.00
2.1	1	2.20	0.1	1	2.20	0.5	1	2.20			
0.7	1	2.00	16.4	3	6.00	0.3	1	2.00			
						0.2	1	2.00			



スライドガラスが10枚ほど縦位置で装着されており、これに着生し完成した群落を採取できるようになっている。そのため、条件を一定にして試料を採取できると、上流から流下してきた生殻も死殻も含めて、ケイ藻の殻の混入を防ぐことができるという利点が考えられる方法である。

この点を考慮し、ディアルターによって得た試料についても500個体を計数するというまったく同じ方法で計数を行ってみたが、これでも得られるSの値は非常に低く、MA-4のより汚い地点のものでも2.1、MA-5では2.0であった。

一方、識別ケイ藻群法では識別ケイ藻群1の出現率は、MA-4で84.6%、MA-5で81.2%となり、やや底礫からの直接採取試料のものよりは低い値が得られたを示す結果となった。このように、やや低い値となったが、強腐水域ことはより耐性の低い種類が混生していることを意味するものである。これは水面近く、すなわち5~10cmぐらゐのところにスライドガラスが浮かんでいるため、溶存酸素量が高いことが考えられ、これが大きく影響したものと思われる。

#### 2.4 考察

今回の調査は、ケイ藻のみを使って生物学的に水質を判定しようとする場合に、どの方法がもっとも適しているかを問題として行なったものである。この種の調査では、まず第一に信頼度が高いことと同時に簡便さも十分に考慮しなければならない。

ケイ藻のみを対象とした場合でも、Patrick法のように

に8,000個体という大量を計数しなければならないとか、Descy<sup>11)</sup>のように従来の対腐水指数法と本質的な差がないのにあまりにも複雑すぎる方法は応用陸水学分野では適した方法とはいえない。ましてや優占種法、生物指数、多様性指数、耐汚濁度等々、いろいろの方法を併用して総合的に判断するという方法では、総合判断という段階においてすでに人為的要因が加わり、客観性を欠くことになりかねない。

そのため、どれかひとつ適当な方法があれば、それを用いることがその方法をより完成させる道ともつながり、またよりよく社会の要望に答える方法の開発にむけての近道と考えられる。

今回の結果ではっきりしたことは、ケイ藻のみを使用する限り、非常に簡便ではあり欧米でも多く使われているとはいえ、対腐水指数法ではその値が低くなりすぎるということである。

筆者らは、ケイ藻のみを対象とする場合に限り個々の種類の対腐水値を再検討すれば、あるいは対腐水指数も十分に立つ方法ではないかとも考えているが、ケイ藻は種類が多いので、そのひとつひとつについて対腐水値を決定するという困難な作業が控えている。

一方、Lange-Bertalot氏の識別ケイ藻群法には数々の利点がみられる。まず、そのもっとも大きな理由として、今回の調査のすべての結果が強腐水域という答えを出したという点をあげなければならない。

Lange-Bertalotらの得た結果を彼らの2報文(1979a, 1979b)<sup>12)</sup>からマイン川左岸中下流域について整理

し、1枚のグラフにまとめたのが図3である。

彼らは、図示したように、流域に沿って識別ケイ藻群ごとに折れ線グラフを描くと、流域の汚染の進行の程度が場所によってはある程度の変動はあっても、ひとつの傾向としてつかむことができるとする考えに立っている。すなわち、識別ケイ藻群3が50%以上を占める範囲はβ-中腐水域と判定でき、また識別ケイ藻群2が50%以上を占める場所ではα-中腐水域、さらには識別ケイ藻群1が70%以上を占めるところは強腐水域と判定できるとしている。

しかし、今回の調査のようにそれぞれ独立した地点を比較しようとする場合には、その結果を折れ線グラフで示すわけにはいかないため、図

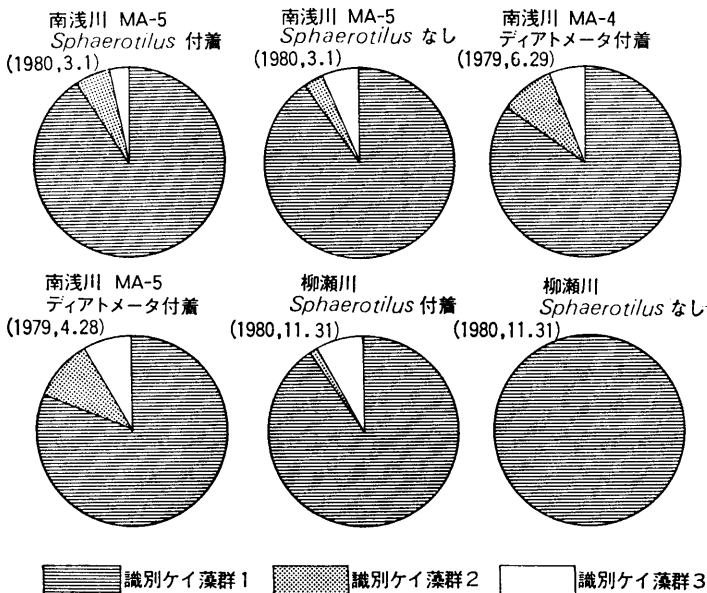


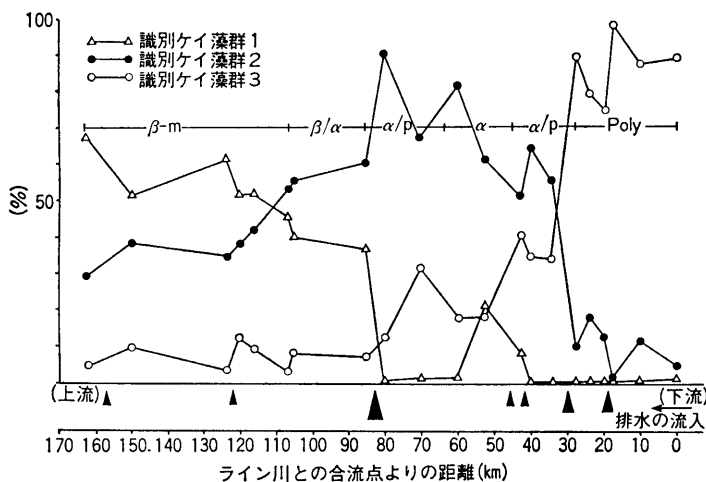
図2 調査各地点における各識別ケイ藻群の出現率

2に示したように円グラフを用いた。

図2から明らかなように、識別ケイ藻群法では調査6試料のいずれもが識別ケイ藻群1を80%以上含んでおり、明らかに強腐水域を指示した。

しかしながら、Lange-Bertalotらの結果とわれわれが得た結果の間には若干の相違もみられる。それはわれわれの結果ではどの場合も識別ケイ藻群3の割合が若干高く、メイン川のようにゼロ%近くまで低下しない点である。この違いは、表1からもわかるように本邦の河川はいずれも浅かつ流速も速く、したがって大量の溶存酸素を含有しているという点に原因があるように思われる。欧州のメイン・ライン、ドナウ、セーヌ、マース、ヴェーゼルのような大河では、表層からの拡散による酸素量がたとえ本邦の場合と同じであっても、その水量においては比較にならないので、溶存酸素量は $\alpha$ -中腐水を示すBOD<sub>5</sub>4~7ppmの範囲では2~4ppmにあり、強腐水域を示すBOD<sub>5</sub>7~40ppmでは普通0.5~2ppmの範囲にある(Sládeček<sup>9)</sup>、表24)とされるが、本邦ではこのような場合はきわめてまれで、たいていは8ppm近い値が得られる。すなわち、いつでも溶存酸素量においては $\beta$ -中腐水の状態にあるわけで、このことが大きく影響していると考えないわけにはいかないと思われる。

そのためか、同じ南浅川MA-4、MA-5におけるディアトメーターから得た値は、いずれも底礫上の群落から得たものより識別ケイ藻群の出現率が低く、それぞれ約10%ほど減少している。ディアトメーターは表層近くに設置されているので、このことがよく結果に現われたものと考えられる。



注) Lange-Bertalot, 1979 a, 1979 b より合成

図3 マイン川流域における各識別ケイ藻群の出現比率の推移

なお柳瀬川の結果では、*Sphaerotilus*の有無で出現分類群数にも、またしたがって識別ケイ藻群1の出現率にも多少の差が出ている。すなわち、両点は約10cmの至近距離にあるにもかかわらず、前者で90.7%、後者が100%で約10%の差がみられた。

このことについて検討したところでは、上流から流下してきたケイ藻が*Sphaerotilus*の糸状塊につかまりやすいためではないかと思われる。すなわち、上流の止水で繁殖したプランクトン性の*Cyclotella cryptica*, *C. nana*, *Melosira granulata*, *Stephanodiscus hantzschii*や、土壌ケイ藻として知られている、*Frustulia vulgaris*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula cohnii*, *N. contenta* v. *biceps*などの種類が含まれている。これらを除いてみると、前者での識別ケイ藻群1の出現率は約95%に上昇する。

なお、従来から*Nitzschia palea*は汚水ともっとも関係の深い種類で、この種の出現率のみからもある程度汚染の程度が判定できると考えられてきたが、今回の結果では優占種として出現したのは3個所であり、他は*Navicula seminulum*が2個所、*Navicula atomus*が1個所を占めた。今後は、単に*Nitzschia palea*のみならず、*Navicula atomus*, *N. Seminulum*のような種類にも注目しなければならない。

#### —引用文献—

- 1) Lange-Bertalot, H. : Diatomeen-Differenti alarten anstelle von Leitformen : ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 51, 393~427(1978) ; Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. *ibid.*, 56, 184~219 (1979).  
a) ; Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedw. Beih.*, 64, 285~304(1979 b).
- 2) Zelinka, M. & Marvan, P. : Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinhaltfließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.*, 57, 389~407(1961).
- 3) Pantle, R. & Buck, H. : Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse, *Gas u. Wasserf.*, 96, 604(1955).

- 4) 井出嘉雄ほか：多摩川の生物相と水質汚濁の現況その5, p. 1~312, 関東地方建設局京浜工事事務所(1979).
- 5) Patrick, R. Hohn, M. H. & Wallace, J. H. : A new method for determining the pattern of the diatom flora. *Not. Nat. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 1954(250), 1~12(1954).
- 6) 加藤久美子, 小林 弘：珪藻による水質判定における Patrick 法と識別種法の比較, 日本陸水学会第45回大会講演要旨集, p. 44(1980).
- 7) Lange-Bertalot, H. & Bonik, K. : Massenentwicklung bisher seltener und unbekannter Diatomeen als Indikator starker Abwasserbelastung in Flüssen. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 49, 303~332 (1976).
- 8) 小倉紀雄：多摩川流域(南浅川)における物質循環とそれに及ぼす人間活動の影響, 陸水学雑誌, 41, 138~146(1980).
- 9) Sládeček, V. : System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 7, 1~218(1973).
- 10) Liepmann, H. : *Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie*. Vol. 1 (2nd ed.), p. 1~588, G. Fischer Jena(1962).
- 11) Descy, J. P. : A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedw. Beih.*, 64, 305~323(1979).

### 新しい汚水処理技術

# 上向流式酸素活性汚泥法

監修 徳平 淳 田村 孝章

編著 上原 義昭

本書の上向流式酸素活性汚泥法とは、酸素活性汚泥法のひとつとして独自に開発した技術である。

一般に、酸素活性汚泥法は従来の空気活性汚泥法の限界であった酸素の供給能力を高濃度酸素を用いて向上させ、高MLSSを維持することにより曝気槽を効率化しようとするものである。本上向流式酸素活性汚泥法はこれらの利点を備えているばかりでなく、吸着・酸化・固液分離を同一槽内で行なうことができ、その結果最終沈殿池および返送汚泥のまったく不要な新しい独特な処理方法である。また、建設費、維持管理費とも従来法に比べてかなり低コストであり、バルキングに強い、維持管理が容易、既設処理場の改造にさいしても簡単な工事で本法への転換が可能など、数々の利点を有している。とくに本法は標準活性汚泥法に比べて、処理能力は2倍、施設面積は1/2以下に縮小できるため、既存施設のオーバーロード対策に最適であり、省エネルギー、省用地に役立つものと思われる。

本書はこれら多くの利点と特徴を持つ上向流式酸素活

性汚泥法について、詳細な説明と写真・図・表等を含めた豊富なデータの収録、さらに新しい汚泥処理技術として遠心濃縮機による汚泥の濃縮、酸素発生装置の詳細なデータ等も同時収録したものであり、設計にさいしても基本的設計はもちろんのこと、設計例を加えて読者にもわかりやすい説明がなされている。

新しい汚水処理技術に興味のある方、水処理、汚泥処理に関係する技術者必読の書である。

#### 主要目次

- 第1章 総論  
 第2章 研究開発の過程  
 第3章 生物相  
 第4章 設計基準  
 第5章 維持管理および運転管理  
 第6章 建設費および維持管理費  
 第7章 実施応用技術  
 第8章 酸素発生装置  
 第9章 遠心濃縮機による汚泥処理技術

## 産業用水調査会

東京都渋谷区千駄ヶ谷5-20-11 第1シルバールビル 電話 03-354-0150(代)