

兵庫県揖保川、林田川の藻類と水質汚濁について

今津達夫

T. IMAZU: The relation of the algae flora and water pollution of the Hayasida and the Ibo river in Hyogo-prefecture.

はじめに

播州西部には、千種川、夢前川、市川、などの大きな河川や、林田川、船場川、大津茂川、などの小河川が播州灘にそそいでいるが、これらの諸河川も都市の発展にともなって、その汚染状況が次第に増しつある。特に4大工業地帯につぐ播州工業地帯においては、明石市、および加古川市、高砂市、姫路市、竜野市、など都市を中心とするその周辺の河川は汚濁が著しくなりつつある。これは、工場の増加による各種工業廃水の河川への流入によるのももちろんであるが、単にそればかりではなく、人口増加にともなう家庭下水の河川への流入などの影響による。それらの汚水の流入によって河川に生息する藻類がどのような影響をうけるか。すなわち、川の水質の影響によって、そこに見出される生物がちがう。

それ故、逆に任意の水域の生物相を調べることによ

りて、その結果から、水質がどの程度なのか、だいたいの見当をつけることができる。したがって、河川に生息する藻類相が場所の異りてどのように相違するかを調べることにより、汚濁の程度を知る目的で、1964年11月、関西大学、鉄川精、奈良女子大学、山崎純子、大阪教育大、鶴岡保朗、他1名、計5名にて揖保川、林田川の水生動物ならびに藻類相の調査を試み、藻類相と汚濁について、日本陸水学会近畿支部第2回例会(1965年7月、大阪教育大於)にて発表した。それらの大要について整理してみたその結果について報告する。

起稿するにあたり、ご指導ならびにご校閲をいただいた神戸大学理学部教授、広瀬弘幸博士、また本研究について、有益なご助言ならびに貴重な文献をご恵贈いただいた奈良女子大学理学部教授、津田松苗博士、渡辺仁治博士、ならびに関西大学、鉄川精先生の諸先生に対し、深甚の謝意を表するものである。

I 調査地域および調査方法

a. 調査地域

調査河川は、竜野市を貫流する揖保川、および、その東部を流れる林田川である。調査地点は、略地図に示す揖保川水系で2地点、萩原(st5)、および、吉島(st6)、と林田川水系においては、4地点、揖保川と林田川の合流点付近、上川原(st4)、沢田(st3)、西鳥井(st2)、安志(st1)、などの6地点である。

揖保川は、古くより、清流として、各方面に利用され、水量も豊富で川幅も広く、河川勾配も比較的大きく、流れも一般に速い。これに対し、林田川は、川幅もせまく、揖保川の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ ぐらゐにして河川勾配も少なく、流れもなく、場所によって水の停滞し、よどんでいるところがみられる。

b. 調査方法

採集試料は、各調査地点付近の早瀬中の平坦な石礫上に付着する藻類、(一定枠内 5×5 (cm)をかきとり、水10ccにうすめ、よく攪拌し、均一な試料液中の0.05cc中に出現する藻類をしらべてみた。それらの結果については、Table 1に示すごとくである。

出現藻類中、藍藻類および緑藻類、また細菌類のスフ



調査地点付近地図 $\frac{1}{16,000}$

(Map showing the Ibo and the Hayasida River.)

エロチルス、については、5段階表示によりその出現程度を表わし、珪藻類については、試料0.05cc中に出現する全個体数をしらべ、10cc中の個体数を計算によって推定してみた。水質汚濁の生物学的判定法⁽³⁾⁽⁷⁾は、KOLK WITZ U, MARSSON (1902) による Saprobien-system による方法を改良した方法や、また生物の種類数のみに基づく方法として、BECK (1955) 津田ほかによる(1960), THUMARK (1945), NYGAARO (1949), KLOTTER (1953), などの方法があるが、水質と珪藻類について、KOIKWITZU, MARSSON. や Liebmann の汚水生物系列を改良した津田、そのほかによる(1960)⁽⁷⁾ 汚水生物学的指標生物表、さらに河川の珪藻類については、渡辺⁽⁴⁾⁽⁵⁾ による汚水生物学的指標生物を参考として、揖保川、林田川の珪藻類の出現状況をしらべてみた。

Ⅰ 出現種と水質

河川の生物相の異りは、上流と下流、また川の瀬と淵により相違するものであが、それらとは別に汚濁の程度によっても水中に生息する藻類の中には生育できる種類と生育できない種類とがある。珪藻類について、渡辺⁽²⁾⁽³⁾ は B. 汚濁広適応種 (Indifferent species) C. 汚濁性種、(Exclusively pollutional species). A 汚濁に耐えられない種 (intolerant species), の三つに河川の珪藻類を類別している。筆者は、両河川に出現する珪藻類について、この類別を比較検討しながら藻類と汚濁の関係を分析してみた。その結果、揖保川、林田川、両河川とも上流は、清冽であり、上流では、水量が比較的豊富で、水生植物のセキシウモ、ミズニラ、クロモ、などが流水中にみられ、また、水中の石などには、カワゴケ、などの付着しているのがみられる。しかし下流になるにしたがって、それらの植物も少なくなり、揖保川では、萩原以南、林田川では、太子以南では、水生植物は、ほとんどみられなくなり、上流では認めなかった、細菌類のスフェロチルス (*Spherotilus natans*), が流水中の河底の石や、砂礫、杭、などに付着するのがみられる。

特に両水系の合流点である市場付近(写真5)においては、乳白色を呈するミズワタ状のスフェロチルスの大集塊がみられる。この集塊は、スフェロチルス菌⁽⁵⁾ のコロニーで、粘液質の鞘に包まれて、その中に細胞がみられる。

このスフェロチルスは、流水中の酸素の多少あるところにみられ、大集塊が水流によって切れて流される、それが再び杭などによってひっかかるとそこで増殖する。これらのスフェロチルスの見られる場所は、少なくとも腐水性水域と考えられる。藻類については、藍藻類の *Oscillatoria tenuis* Ag. の分布が広く、汚濁場所を好み、中流以南の強腐水、中腐水性水域にみられる。

Oscillatoria limosa (Roth) C. A. Ag. は、強腐水性水域よりもむしろ中腐水性水域に出現する。また、*Oscillatoria granulata* Gardner. *Oscillatoria limnetica* Lemmermann. などは上流で時折出現するが、*Oscillatoria amoena* (Kaetz) Gomont は稀である。*Phormidium inundatum* Kuetzing. *Lyngbya birgei* G.M. smith. などは、清冽な場所にはみられず、一般にやや腐水性水域にみれる。

緑藻類では、*Scenedesmus* 属は、流れの少ない有機質の多少ある場所に出現し、*S. dimorphus* (Turpin) KÜTZING. *S. longispina* CHODAT. *S. longus* Meyen. の3種が僅かみられた。

Ulothrix zonata (Weber & Mohr) Kuetzing. や *Spirogyra* sp などは、上流の清冽な場所に普通にみられる。ツヅミモ類も上流で、ごく僅か、2個体ほど出現したのみで、*Cosmarium* sp. および *Cosmarium lundelli* DELPONTE var. *ciculare* (REINSCH) KRIEGER. の2種である。河川では、一般にツヅミモ科の出現は稀で、ミカヅキモ属、ネトリウム属、ベニウム属、ツヅミモ属、以外の出現はみない。

珪藻類は、各調査地点で採集したものであるが、その分布が最も普遍的なものである。しかし、揖保川、林田川、の合流点付近やそれ以南の水底の石表面にスフェロチルスが全面を被っているような場所では、一般に珪藻類の量、種類、ともに少ない。珪藻類で特に種類の多かったのは、*Navicula* 属(8種)、*Synedra* 属(7種)、*Gomphonema* 属(4種)、*Cymbella* 属(4種)、*Nitzschia* 属(3種)、*Achnanthes* 属、*Pinnularia* 属、*Melosira* 属、(各2種)、*Diatoma* 属、*Coconeis* 属、*Gyrosigma* 属、*Eunotia* 属、(各1種)、の順となっており、総計、20属51種で、細菌類1種、藍藻類7種、緑藻類9種、珪藻類36種、であった。

特に珪藻類については、個体数の調査を行ってみたが、個体数の多かったのは、*Melosira varians* C. A. Ag. *Synedra ulna* var. *danica* (KÜTZ) GRUN. *Synedra ulna* (NITZSCH) GEHR. *Synedra capitellata* form. *striss* DISTAN TIORIBUS. *Synedra ulna oxyrhynchus* var. *undulata* GRUN. *Synedra ulna* var. *Ramesi*. (HERIBAUD and PERAGALLO). *Navicula cryptocephala* KÜTZING. *Navicula exigua* (GREGORY) MÜLLER. *Navicula gregaria* DONKIN. *Navicula minima* var. *atomoides* (GRUN) CLEVE. *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (KÜTZ) GRUN.

Achnanthes Biasoletiana Kütz. *Cymbella tumida* (BREISSON) VAN HEURCK. *Gomphonema olivaceum* (LYNGBYE) KÜTZ. などで、汚濁性種、汚濁広適応性種が多い。

Table 1 揖保川, および林田川水系における出現藻類の状況。

		River		River				汚濁階級	
綱	PLATE No.	Species name	Station	揖保川水系		林田川水系			
				萩原 st ₅	吉島 st ₆	安志 st ₁	西鳥井 st ₂	沢田 st ₃	上川原 st ₄
細	1	<i>Sphaerotilus natans</i>		r r		r r	c	c c	C
藍藻綱	2	<i>Oscillatoria tenuis</i> C.A. Agardh.		r				c c	B
	3	<i>O. limosa</i> (Roth) C.A. Agardh.		r	r		r	r r	A
	4	<i>O. granulata</i> Gardner.		r				r	A
	5	<i>O. amoena</i> (Kuetz) Gomont.			r r				A
	6	<i>O. limnetica</i> Lemmermann.		r r			r r		A
	7	<i>Lyngbya birgei</i> G.M. Smith.					r r		B
	8	<i>Phormidium inundatum</i> Kuetzing.		r r			r r	r r	B
	緑藻綱	9	<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) KÜTZING.					r r	
10		<i>S. " " "</i>					r r		B
11		<i>S. longispina</i> CHODAT.					r r		B
12		<i>S. acuminatus</i> (LAGERHEIM) CHODAT.					r r		B
13		<i>S. longus</i> Meyen.				r r	r r		B
14		<i>Cosmarium</i> sp.							A
15		<i>C. lundellii</i> DELPONTE vay, <i>ciculare</i> (REINSCH) KRIEGER.		r r		r r			A
16		<i>Spirogyra</i> sp.	r r		r	+	r r		B
17		<i>Ulothrix zonata</i> (Weber & Mohr) Kuetzing.		r r	r	r r			A
珪藻	18	<i>Melosira varians</i> C.A. Agardh.		r r		+	+		B
	19	<i>M. " " "</i>			r r	C	+		B
	20	<i>M. undulata</i> (Ehr) Kutz.					+	c c	A
	21	<i>Synedra affinis</i> KÜTZING.						1,000	A
	22	<i>S. ulna</i> var, <i>danica</i> (KÜTZ) GRUN.	1,000					1,000	B
	23	<i>Diatoma elongatum</i> AGARDH.		500			500		A
	24	<i>Synedra ulna</i> (NITZSCH) GEHR.					500	1,500	B
	25	<i>S. capitellata</i> forma <i>striss</i> DISTAN TIORIBUS					1,000	1,500	C
	26	<i>S. ulna oxyrhynchus</i> var, <i>undulata</i> GRUN.				2,000	1,500		C
	27	<i>S. ulna</i> var, <i>Ramesi</i> (HERIBAUD and PERAGALLO)					4,000		B
	28	<i>S. ulna</i> str.	500						A
	29	<i>S. ulna</i> var, <i>Ramesi</i> (HERIBAUD and PERAGALLO)				500			B
	30	<i>Coconeis placentula</i> KÜTZING.				500			C
	31	<i>Navicula gracilis</i> EHRENBERG.	500			1,000			A
	32	<i>Navicula cryptocephala</i> KÜTZING.	2,000		1,000	4,000	7,000		B
	33	<i>N. raniosa</i> KÜTZING.			1,500				A
	34	<i>N. exigua</i> (GREGORY) MÜLLER.	2,500			1,500	7,500	1,000	B

藻	35	N.	gregaria Donkin.				1,000	1,000	C	
	36	N.	minima var, atomoides (GRUN) CLEVE.	1,000				10,500	C	
	37	N.	gastrium var, exigua GRUN.				500	1,500	B	
	38	N.	cryptocephala var, veneta (KÜTZ) GRUN.				1,000	1,000	B	
	39		Achnanthes sp.				2,000		B	
	40		Achnanthes Biasolettiana KÜTZ.					2,000	B	
	41		Gyrosigma acuminatum (KÜTZ) RABH.		500				A	
	42		Pinnulria microstauron (EHR) CLEVE.				1,500		C	
	43	P.	interrupta W. SMITH.			500			A	
	44		Cymbella ventricosa KÜTZ.			500		500	B	
網	45	C.	turgida GREGORY.				500		B	
	46	C.	tumida (BREISSON) VAN HEURCK.	1,000	2,000		1,000	25,00	B	
	47	C.	Cistula (HEMPRICH) GRUNOW.	1,000		500			A	
	48		Gomphonema Subclavatum GRUN.					1,500	500	B
	49	G.	angustatum var, producta GRUN.				500	2,000	B	
	50	G.	Olivaceum (LYNGBYE) KÜTZ.		18,500		2,000	1,000	B	
	51	G.	" "							
	52	G.	Subclavatum GRUN.				1,000		500	A
	53		Eunotia pectinalis var, minor (KÜTZING) RABENHORST.			500				A
	54		Nitzschia thermanalis KÜTZ.					1,000		B
	55	N.	thermanalis var, minor Hilse.	1,000				500	1,000	C
	56	N.	linearis W. Smith.	500	1,500					A

(注) 1. 表中, Plate No. (9, 10) (18, 19) (27, 29) (48, 52) (50, 51) はいづれも同一種であるが, 図版説明のため記入した。

2. 藍藻類, 緑藻類の汚濁階級については, これまでの調査結果に基づき, また珪藻類については, 津田, 渡辺の指標生物表による。

Table 1の全体の珪藻類の分布状況からみれば揖保川水系においては, 出現珪藻類, 9種中汚濁性種(C)は2種, 汚濁広適応性種(B)5種, 汚濁に耐えられない種(A)は2種であり, また, 林田川水系においては, 汚濁性種(C)は, 30種中, 7種, 汚濁広適応性種(B)15種, 汚濁に耐えられない種(A)8種, であった。

揖保川水系においては, 調査地点が, 2ヶ所であるので明確な結果とはいえないが, いづれにせよ汚濁性種, 汚濁適応性種が, 揖保川水系において $\frac{7}{15}$ を占め, また, 林田川水系において $\frac{11}{15}$ を占めている点汚濁の程度がうかがえる。珪藻類以外の藻類についても, 一般に汚濁された水域に出現する藻類の種類が, 多くみられる。なお調査地点付近のpH, および水温については Table IIに示すとおり, 揖保川水系においては, 弱酸性を示すが, 林田川水系においては, 中性または, アルカリ性を示す。

Table II

Station	factor.	調査年月日	時刻	水深(cm)	温度	PH.
st.1	安志	54.11.22	11.30	20~25	11.3	7.4
st.2	西島井	64.11.22	14.00	8~10	14.2	7.4
st.3	沢田	64.11.22	15.30	10~14	14.5	7.0
st.4	上川原	64.11.23	11.00	10~15	10.5	7.0
st.5	萩原	64.11.23	13.00	15~20	12.4	6.8
st.6	吉島	64.11.23	15.00	15~20	11.5	8.0

■ 考察

揖保川、林田川、の汚染源は、おもに竜野市を中心として、点在する大小の工場からの諸廃水、および、都市下水、などがおもなものであるが、とくに、当地方においては、製めん工場や醤油会社などがあり、それらの工場から排出される食品加工廃水、などの有機浮遊物質、また、農業繊維、農機、電気、燐寸、その他の諸工場などの工業廃水などが考えられる。したがってこれらの工場の密集する竜野周辺およびその下流においては、汚濁が著しいものと思われ、揖保川水系では、上流の吉島(st6)において、汚濁に耐えられる珪藻類の種類は、2種であるのに対し、萩原(st5)においては、6種であり、汚濁の程度がうかがえる。同様に林田川水系においては、上流の安志(st1)付近では、スフェロチルスは全くみられず、Ulothrix 属、や Spirogyra 属、などの出現があり、珪藻類の汚濁性広適応種は3種であるが、西島井(st2)では、汚濁広適応種、6種、汚濁性種3種であり、上川原(st4)、では、汚濁広適応種7種、汚濁性種4種、沢田においては、汚濁広適応種、7種、汚濁性種は4種である。これらの結果よりみれば、西島井(st2)においては、汚濁性種、汚濁広適応性種、ともに南部の沢田、上川原に比較すれば少なく、下流が一般に汚濁状況が著しいものと思われる。単に珪藻類のみならず、他の藻類の出現状況をみても、汚濁地域にみられるような藻類が多く、また、それらの藻類の発生も妨げられ、スフェロチルスの大群塊のみみられる箇所もある。また、珪藻類の汚濁性種は、一般に個体数が比較的多く出現する。これは、それらの珪藻類の生息に好都合な汚濁要因があるのではないかと考えられる。全般的にみれば、揖保川水系では竜野市以南、林田川水系においては、西島井以南は、藻類の出現状況よりみて汚濁の傾向が強いものと考えられる。とくに揖保川においては、川幅が広く、河川勾配も大きく、したがって流

量も大で、汚濁源となる物質も流され易いが、林田川においては川幅もせまく、河川勾配も小さく流量が少ないため、場所により、河水の停滞しているところもみられ、下流になる程汚濁が著しく、それらの影響が藻類の上にも現われるものと考えられる。

参考文献

- 1) G.W. Prescott (1951)
WESTERN GREAT LAKES AREA. P. 97, P. 277,
P. 494~495, P. 499
- 2) 広瀬 弘 幸 (1959)
藻類学総説, P. 329~P. 344,
- 3) 津田 松 苗 (1961)
生物学的水質判定研究まとめ,
淡水生物 (奈良女子大) No. 7 P. 1~3
- 4) 渡辺 仁 治 (1962)
鴨川水系における珪藻類の種類数に基づく水質
汚濁の生物指数。
淡水生物 (奈良女子大) No. 7, P. 11~17
- 5) 渡辺 仁 治 (1962)
北海道常呂川の水質汚濁に対する珪藻類の種類
数に基づく生物指数。
日生態, Vol. 12, No. 6, P. 216~222
- 6) 渡辺 仁 治 (1962)
カワイ島 (ハワイ諸島) の暖流における藻類
相, 陸水雑Vol. 23, 3~4, P. 86~101,
- 7) 上野 益 三 (1963) 淡水生物学 P. 68,
- 8) 津田 松 苗 (1963) 応用陸水生物学
- 9) 津田 松 苗 (1964)
汚水生物 (北隆館) P. 71~83,
- 10) 水野 寿 彦 (1964)
日本淡水プランクトン図鑑 (保育社) P. 125~3
38,
- 11) 姫路商工会議所発行 (1964)
播州工業地帯主要会社一覧表, 姫路商工会議所
- 12) 小久保 清 治 (1965)
浮遊珪藻類 (恒星社, 厚生閣版) P. 254~338,

第23回生物学会総会ご案内

昭和44年度、第23回総会は来る5月下旬但馬地区で
行なわれます。具体的な詳しい案内は4月下旬までに
本部から発送する予定です。なお研究発表ご希望の方
はそれまでに準備しておいてください。

PLATE. 1

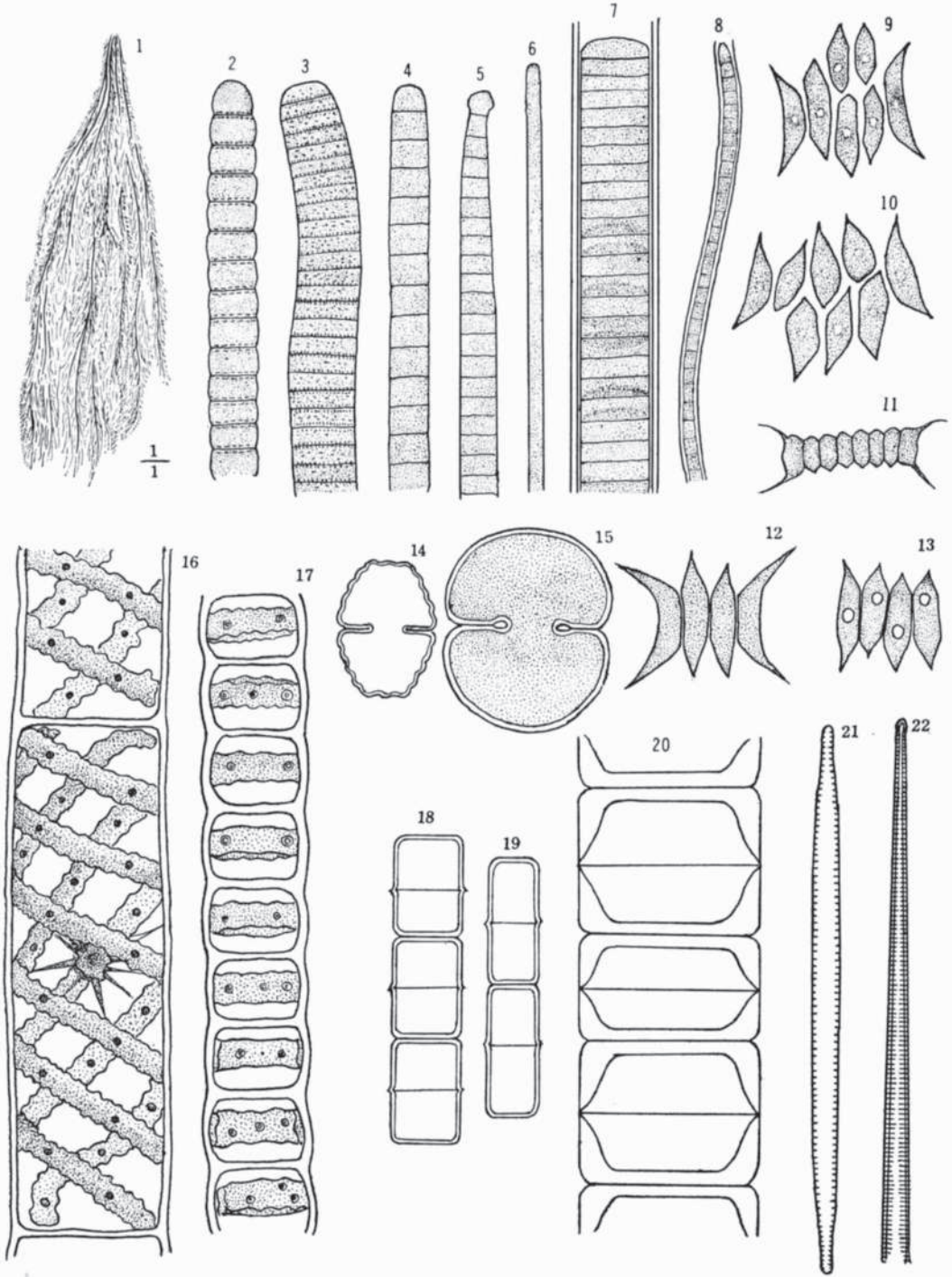
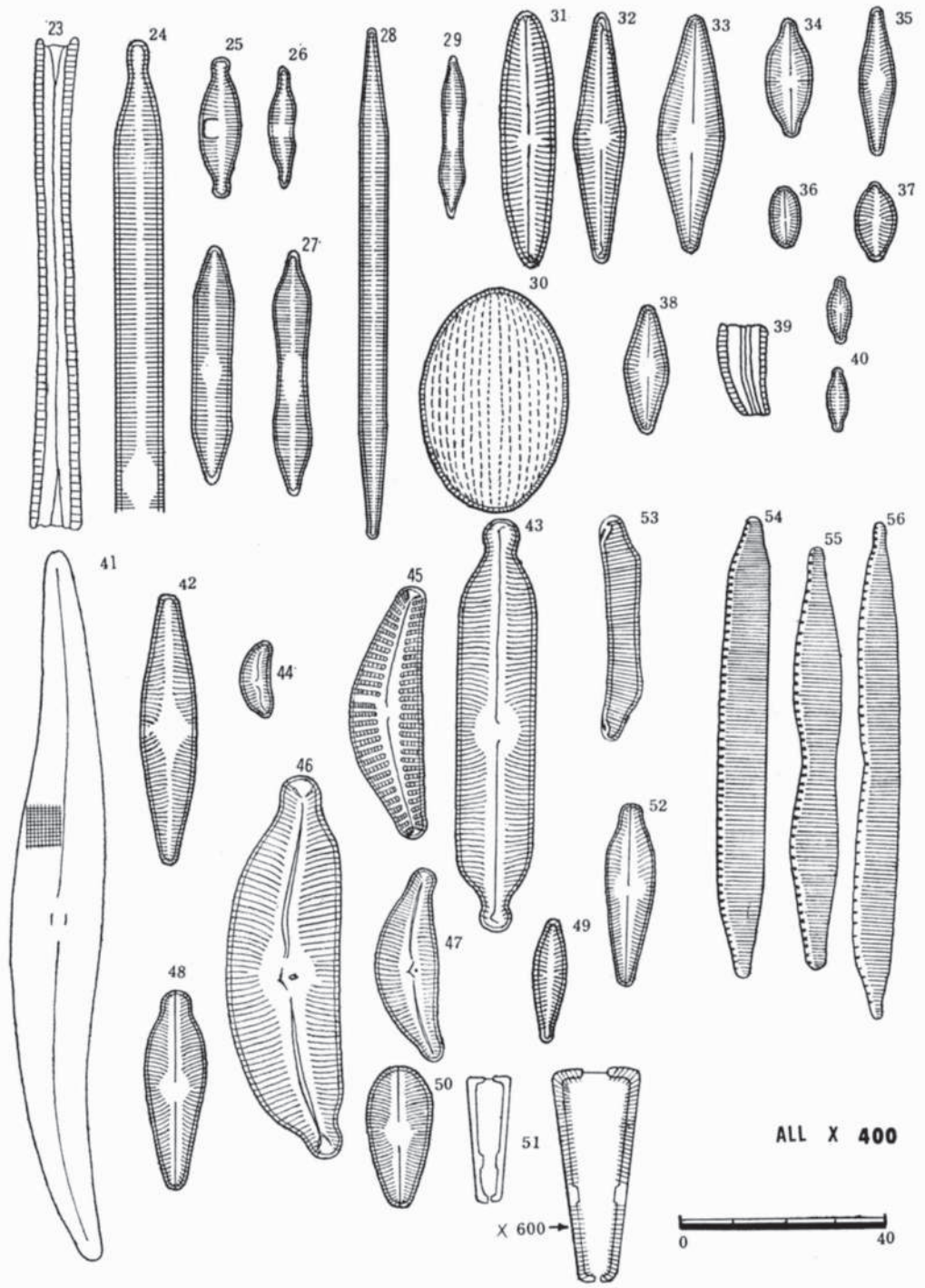


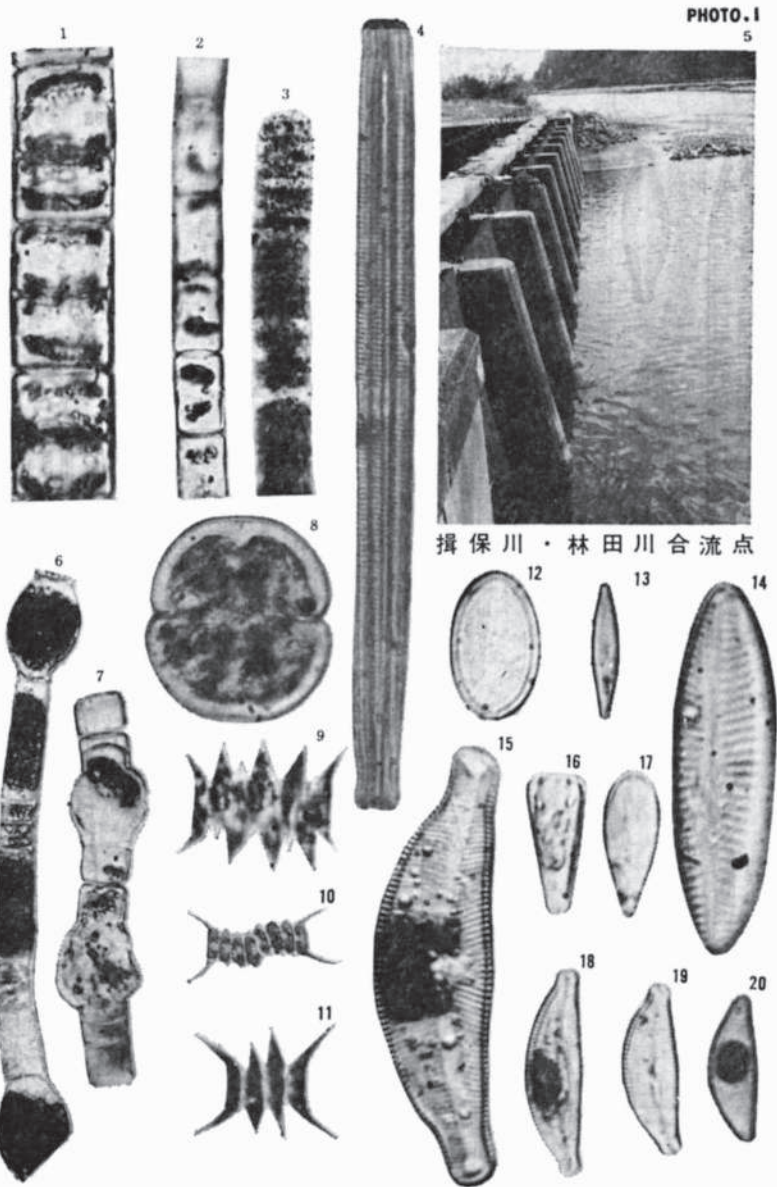
PLATE. 2



ALL X 400

X 600





- 顕微鏡写真説明 : 1. *Melosira undulata* (Ehr) Kutz. 2. *Melosira varians* C. A. Agardh.
 3. *Oscillatoria limosa* (Roth) C. A. Ag. 4. *Synedra ulna* (NITZSCH) GEHR.
 6.7. *Melosira varians* C.A. Ag (増大胞子) 8. *Cosmarium lundellii* DELPONTE var. *ciculare*.
 9. *Scenedesmus dimorphus* (TURPIN) KÜTZING. 10. *S. longispina* CHODAT.
 11. *S. acuminatus* CHODAT. 12. *Coconeis placentula* KÜTZING.
 13. *Navicula gregaria* Donkin. 14. *Navicula graciſis* EHRENBERG.
 15. *Cymbella tumida* (BREBISSON) VAN, HEURCK.
 16.17. *Gomphonema Olivaceum* (LYNGBYE) KÜTZ.
 18.19. *Cymbella cistula* (HEMPRICH) GRUNOW. 20. *C. ventricosa* KÜTZ.