

多摩川のケイ藻の生態と分類
特に主要種の分類学的研究

1985年

寺尾 公子
東京女子体育大学

目 次

はじめに	1
1. <i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kützing) Cleve 1895	1
2. <i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson in Kützing) Grunow in Van Heurck 1880	22
3. <i>Cymbella sinuata</i> Gregory 1856	33
4. <i>Cymbella ventricosa</i> Agard 1930	47
5. <i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) Cleve et Grunow 1880	63
6. <i>Navicula seminulum</i> Grunow 1860	75
7. <i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory 1822	88
参 考 文 献	108

多摩川のケイ藻の生態と分類、特に 主要種の分類学的研究

寺尾 公子 (東京女子体育大学)

福島 博 (東京女子体育大学)

はじめに

ケイ藻は各種の水域に広く分布しており、量的にも大変多い。また水質に敏感であるため、指標生物としてもっとも重要な生物の群である。近年生物指標が水質保護の観点から重要視されてきているが、ケイ藻は小形で、しかも僅かな形態の差によって種を区別しているため、分類の大変困難な群の1つとされている。

ケイ藻はその分類が、細分化されすぎて同一の彷徨変異に入るようなものでも別種に扱われている場合がある。著者らは自然集団での形態変異の研究を行なった。試料は多摩川に多量に出現する種を用いた。まず形態学的特徴を明らかにし、その個体群にどのような学名を与えるのがもっとも適当であるかを考察し、あわせてその生育環境を明らかにし、生物指標の基礎資料をうる事がこの研究の目的である。

自然集団に多量に生育している試料を常法に従ってクリーニングし、永久プレパラートを作製した。1種について約350個体の顕微鏡写真を撮映し、それぞれを2,000倍に引き伸ばし、それを研究に用いた。また、諸研究者の発表している図や顕微鏡写真はそれぞれを撮映し、著者の顕微鏡写真の倍率と同じ2,000倍に引き伸ばして諸形態の比較を行なった。

本文に入るに先立ち、この研究の協力を受けた横浜市立大学小林艶子博士に感謝する。

1. *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) Cleve 1895

1984年2月、多摩川の河口部に近い汽水域の大師橋付近より得た試料中に本種が多量に見い出されたので、常法に従って観察を行った。

今回は偽背線殻148個体、背線殻236個体の顕微鏡写真を用いた。

採集時の環境要因はTab.1-1に示すとおりである。

Tab.1-1 採集時の環境要因

項目 地点	気温 ℃	水温 ℃	pH	RpH	T-N mg/l	T-P mg/l	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l
大師橋	5.8	8.3	7.6	7.8	7.87	0.408	9.1	5.1	11

1-1 ケイ殻の形態

ケイ殻の外形はケイ殻長によって異なり、小形の個体の両側縁は湾出し (pl.1 fig. A~D), 大形の個体の両側縁は平行になることが多い (pl.1 fig. I~M)。さらに大形の個体は両側縁の中央部で湾入するものが増えている (pl.2 fig. A~F)。ケイ殻の先端部もケイ殻長によって異なり、小形の個体には広円状 (pl.3 fig. A~E)のものも多く、大形の個体はくさび状 (pl.3 fig. F~J)を示しているものが多い。しかし、広円状とくさび状の中間を示している個体もある。(pl.2 fig. C~K)

背線殻の *stauros* の中にも変異がみられ、狭いもの (pl.4 fig. A~E), 広いもの (pl.4 fig. J~N) があり、それらも中間形の個体 (pl.4 fig. F~I) で連続している。*stauros* の広い個体は一般に中心節間の長さ (以下中心節長) は長いが、pl.4 fig. J のように短い場合もある。*stauros* の形も左右同形の個体 (pl.5 fig. A~E) から、左右異形の個体 (pl.5 fig. F~N) までみられる。

横条線は明瞭な点で構成されており、中央部では、ほぼ背線に直角である。先端部横条線は放射状のもの (pl.6 fig. A~E), 取レンしているもの (pl.6 fig. K~O) さらに、これらが位置によって混合しているもの (pl.6 fig. F~J) など様々である。

pl.7 fig. A~M は今回大師橋より得た試料の形態変異をまとめたもので、Tab.1-2 はそれぞれの形質の出現率を示したものである。

どの形質も極端な個体は少なく、中間形を示す個体が多い。

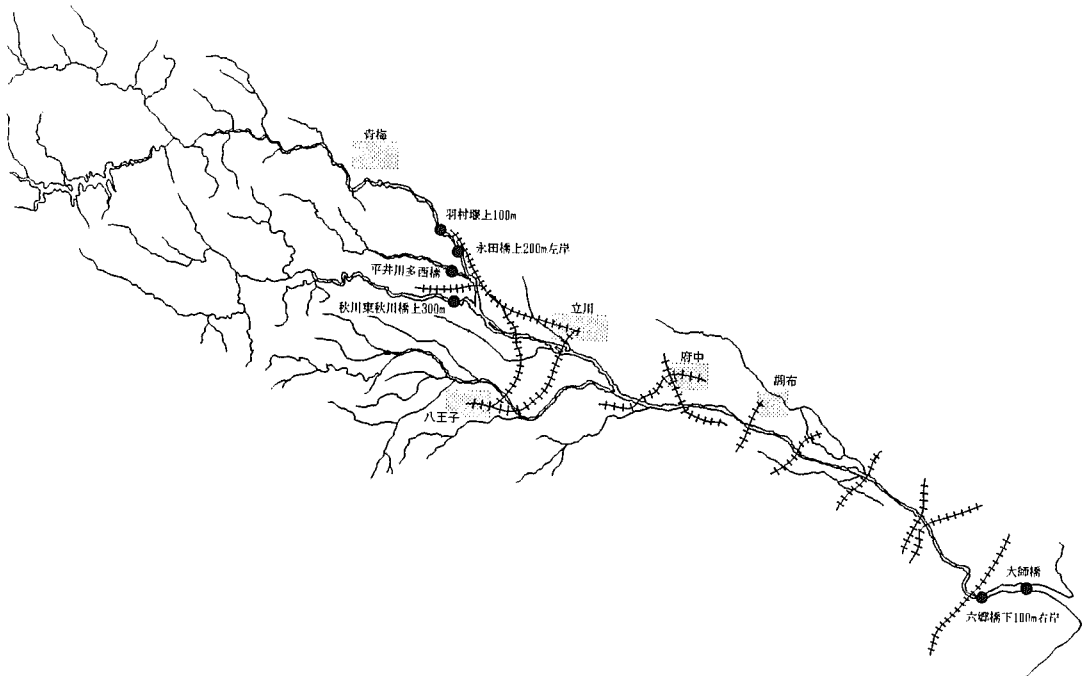


Fig. 1-1 調査地点分布図

Tab.1-2 *Achnanthes brevipes* var *intermedia* の諸形質

形	質	出現率(%)
外形・両側縁	平行	15.5
	やや湾出	58.0
	強く湾出	20.0
	湾入	6.5
先端部	広円状	15.0
	中間	68.1
	楔状	16.9
Staurosの形	左右同形	14.0
	中間	58.8
	左右異形	27.2
Staurosの巾	狭い	11.5
	中位	81.7
	広い	6.8
先端部横条線	放射状	43.7
	混合	44.8
	収れん	11.5

1-2 ケイ殻の測定値

今回用いた試料の背線殻のケイ殻長は $12 \sim 67.5 \mu\text{m}$ で、偽背線殻は $19.5 \sim 63.5 \mu\text{m}$ 、モードは両方とも $30 \sim 35 \mu\text{m}$ である。両殻の計測値に少し差のあるのは観察個体数が異なっているためと思われる。

背線殻のケイ殻巾は $9 \sim 14 \mu\text{m}$ で偽背線殻は $9 \sim 13.5 \mu\text{m}$ である。両殻のモードはそれぞれ $11 \mu\text{m}$ のところにある。

背線殻長とケイ殻巾との比率は $1.5 \sim 6.1$ で、偽背線殻は $1.8 \sim 5.3$ である。背線殻は偽背線殻にはみられない小形の個体や大形の個体が含まれているため、比率の差が大きい(fig.1-2)。

両殻のケイ殻長とケイ殻巾との相関係数 $r = 0.41$ と 0.40 で正の相関関係が認められる(fig.1-3)。背線殻の $10 \mu\text{m}$ 間の中央部横条線は $8 \sim 12$ 本で、偽背線殻は $8 \sim 11$ 本である。両殻とも10本のところにモードがある。横条線は $10 \mu\text{m}$ 間に $10 \sim 16$ 点紋で構成されている。

中心節長は $1 \sim 4 \mu\text{m}$ までで、ケイ殻長との相関係数 $r = 0.73$ で、両者間に高い正の相関関係が認められる(fig.1-4・1-5)。

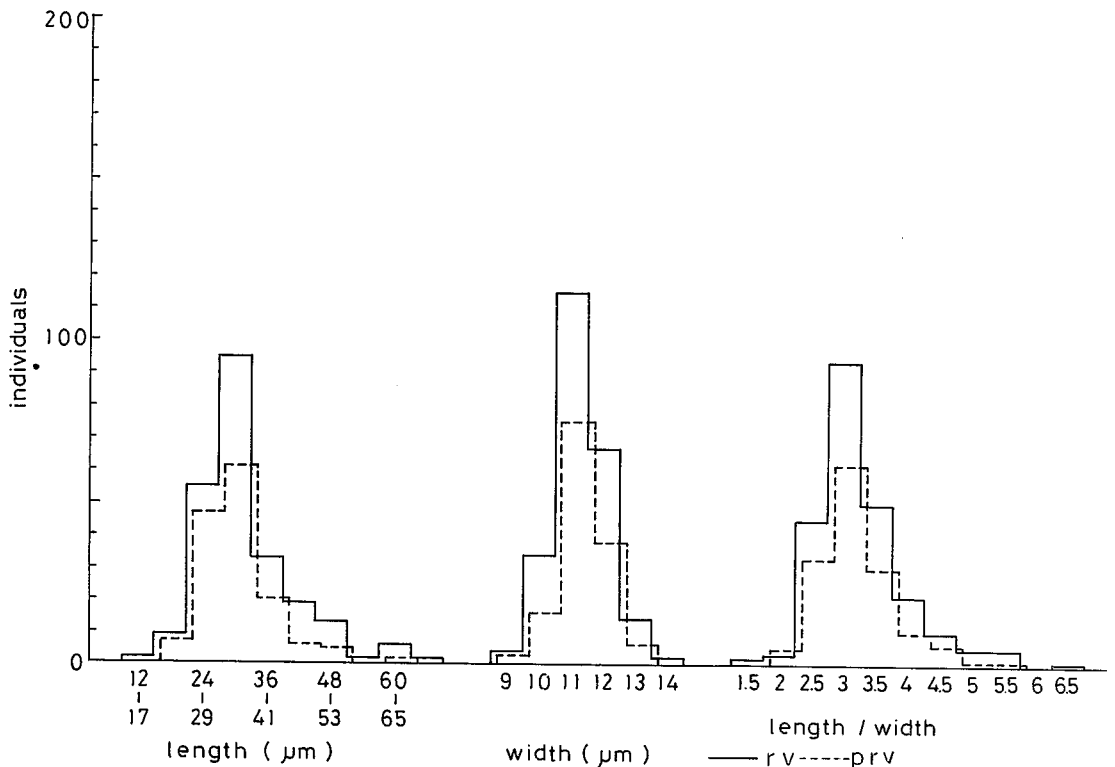


Fig.1-2 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* の測定値(1)

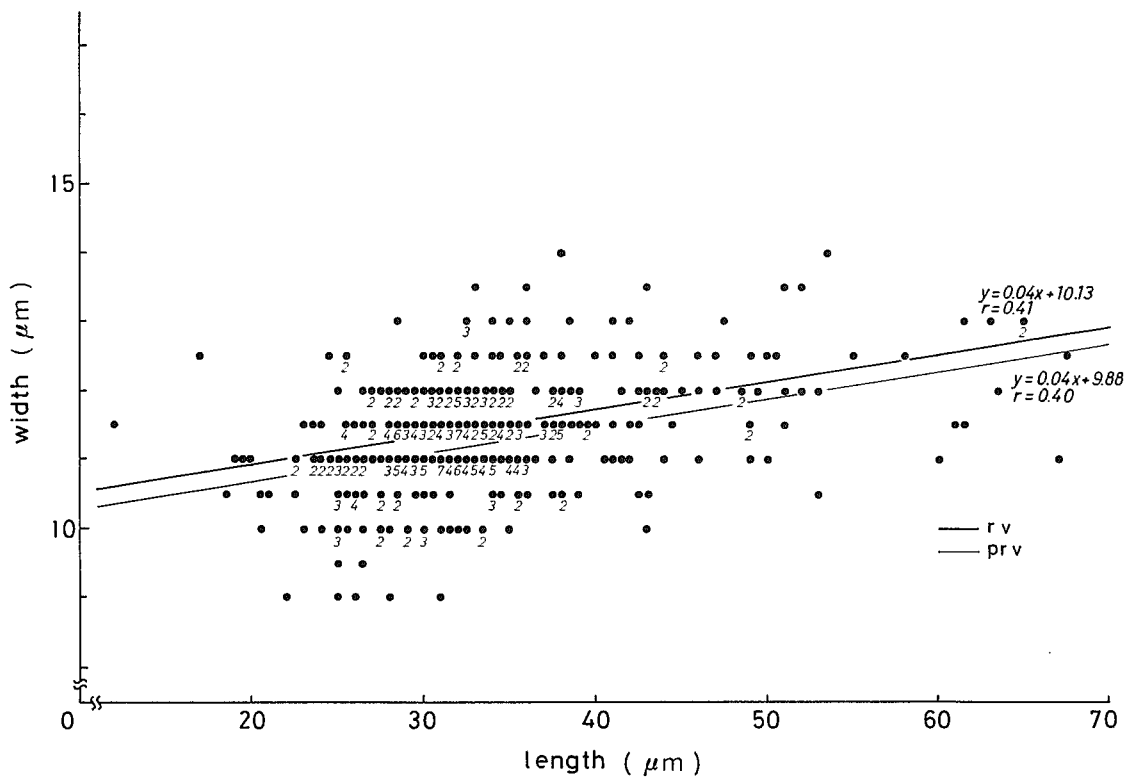


Fig.1-3 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* のケイ殻長とケイ殻巾との相関関係

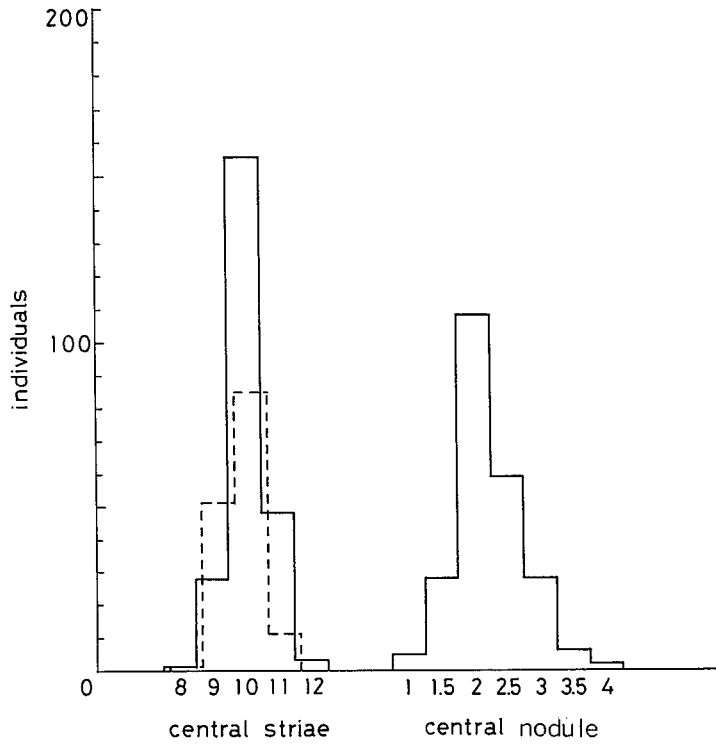


Fig.1-4 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* の測定値 (2)

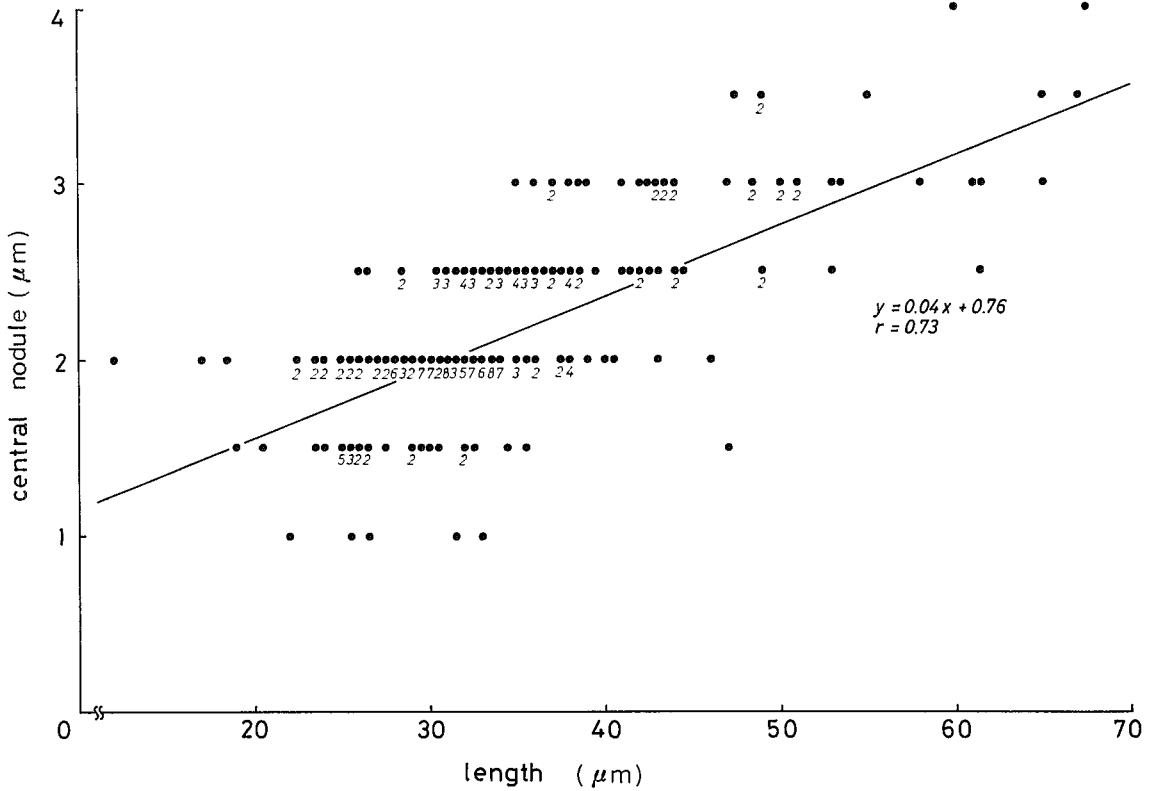


Fig.1-5 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* の矽殻長と中心節長の相関関係

主な研究者の *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* の測定値 (Tab.1-3) と今回の値を比較すると次のようである。

ケイ殻長は従来 23 ~ 50 μm まで知られているが、今回の測定値は既に記したように 12 ~ 67.5 μm で、50 μm 以上の大きな個体や 23 μm 以下の小さな個体が含まれている。ケイ殻巾は 9 ~ 13 μm までで、今回の測定値 9 ~ 14 μm とほぼ一致している。10 μm 間の中央部横条線の従来記録は 8 ~ 11 本であるが、今回の計測値は 8 ~ 12 本で、従来記録とほぼ似ている。

Achnanthes brevipes の主な変種の測定値 (Tab.1-4) と比較すると、基本種 var. *brevipes* のケイ殻は大形 (長さ 30 ~ 125 μm , 巾 12 ~ 30 μm) で 10 μm 間の中央部横条線は粗く、7 ~ 8 本である。

var. *angustata* はケイ殻長に対しケイ殻巾が小さいため、その比率は 7.0 以上であるが、var. *parvula* のケイ殻は小形 (長さ 10 ~ 25 μm , 巾 5 ~ 8 μm) で 10 μm 間の中央部横条線は 11 ~ 18 本と密である。

今回の試料はケイ殻長に巾があるため、これら変種と連続するように思われるが、ケイ殻巾と横条線の密度で区別が可能である。

Tab.1-3 *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kützting 1833) Cleve 1895 の測定値

authors		length (μm)	width (μm)	striae(10 μm)
Cleve	1895	30 ~ 50	10 ~ 11	10
Schönfeld	1907	30 ~ 50	10	10
Boyer	1927	30 ~ 50		10
Hustedt	1930			9 ~ 10
Hustedt	1933			9 ~ 10
Lavrenko	1951			9 ~ 10
Van der Werff	1959	40	12	11
Cleve - Euler	1953			10
Foged	1978	23 ~ 42	9 ~ 13	8 ~ 10
根来 · 後藤	1983	28 ~ 40	12 ~ 13	9 ~ 10
今回の試料 (多摩川大師橋 II' 84)		12 ~ 67.5	9 ~ 14	8 ~ 12

Tab.1-4 *Achnanthes brevipes* 主な諸変種の測定値

species	authors		length (μm)	width (μm)	striae (10 μm)
var. <i>brevipes</i>	Van Heurck	1 8 8 0 -	70		7
	Cleve	1 8 9 5	70~100	20	7~8
	Peragallo et P.	1 8 9 7	30~120	15~30	7~8
	Hustedt	1 9 3 0	30~125	12~30	7~8
	Van der Werff	1 9 5 8	30~125	12~30	7~8
var. <i>angustata</i>	Cleve	1 8 9 5	70~150	5~10	10~15
var. <i>bacillaris</i>	M. Peragallo	1 9 2 9	80		8.5
var. <i>elliptica</i>	Cleve - Euler	1 9 5 3	20~37	11~18	
var. <i>japonica</i>	Skvortzow	1 9 3 2	91	14	10
		1 9 3 2	127~136	17~19	7~10
var. <i>parvula</i>	Hustedt	1 9 3 3	10~20	5~7	12~18
	Lavrenko	1 9 5 1	10~20	5~7	12~18
	Cleve - Euler	1 9 5 3	10~25	5~8	11~18
	Van der Werff	1 9 5 9	10~20	5~7	12~18

1-3 文献による調査結果および考察

Tab.1-5は *Achnanthes brevipes* の諸 taxa を検索表にまとめたものであるが、形態の違いにより多くの変種が知られており、今回の試料と比較すると次のようである。

今回観察した個体群の中に中央部が湾入するものがある (pl.7 fig.C, D)。このように湾入するものは比較的大形の個体群である。両側縁が常に湾入するものには var. *contracta* (pl.10 fig.A), var. *incurvata* (pl.10 fig.B), var. *indica* が知られている。これらは中央部で強くくびれており、中央部横条線も粗いため、今回の試料と区別できる。

両側縁が湾入または平行なものには, var. *japonica* (pl.10 fig.C), var. *bacillaris* (pl.11 fig.A), があり、これらは常に大形で、両種の図や測定値ではほとんど区別できず、var. *japonica* は var. *bacillaris* の synonym と考えられる。これらのケイ殻長は 80~136 μm , ケイ殻巾 14~19 μm , 10 μm 間の横条線数 7~10 本であるのに対し、今回調査した個体群は小形で横条線が密であるところから、明らかに区別することができる。

var. *angustata* は前記のようにケイ殻長とケイ殻巾との比率によって今回の試料と区別でき、ケイ殻長がケイ殻巾の7倍というのはこの変種の特徴である。また var. *pennaeformis* はケイ殻長が極

Tab.1 - 5 *Achnanthes brevipes* の検索表

- I 縁に鈍鋸歯がある。 var. *subcrenulata* (Cleve) Cleve
- II 縁に鈍鋸歯がない。
- I) 極端に長い(ケイ殻長約150 μ m以上) var. *pennaeformis* (Greville) Cleve
- II) 極端に長くない(ケイ殻長約60~150 μ m以下)
- I) 常に中央部でくびれる。 var. *contracta* Grun
var. *incurvata* (Oestrup) Oestrup
var. *indica* (Brun) Cleve
- II) 常に中央部でくびれない。
1. 常に小形である(ケイ殻長40 μ m以下)
- 1) striae 密(10 μ m間に11~18本) var. *parvula* (Kütz.) Cleve
- 2) striae 粗(10 μ m間に8~10本)
- (1) ケイ殻長の先端くさび状円形 var. *elliptica* (Oestrup) Cleve-Euler
- (2) ケイ殻長の先端くさび状 var. *minor* Peragallo et Peragallo
2. 常に小形でない。
- 1) ケイ殻の先端部は垂くちばし状に突出。
var. *leudugeri* (Temp. et Brun) Cleve
- 2) 先端はこのように突出しない。
- (1) 横条線は粗。(10 μ m間に7~10本)
- A 常に大形である。(ケイ殻長80~136 μ m) var. *bacillaris* M. Peragallo
- B 常に大形ではない。(ケイ殻長30~125 μ m) var. *brevipes*
- (2) 横条線は密(10 μ m間に9~15本)
- A 常に大形で(ケイ殻長70~150 μ m), 横条線は密である。(10 μ m間に10~15本) var. *angustata* (Greville) Cleve
- B 常に大形でなく(ケイ殻長23~50 μ m), 横条線は粗である。(10 μ m間に8~11本) var. *intermedia* (Kütz.) Cleve

端に大きく、150 μ mである。この特に大きなケイ殻長で今回の試料と区別できる。

今回の試料はケイ殻の周縁に鈍鋸歯がない点で、var. *subcrenulata* と区別可能で、先端部が垂くちばし状に突出しないことで、var. *leudugeri* と区別できる。

ケイ殻の小さな個体には var. *parvula* (pl.1 2 fig. A~N), var. *elliptica* (pl.1 2 fig. O~R), var. *minor* (pl.1 2 fig. S~U) が知られている。今回の試料中にも var. *parvula* のように

先端部は広円状で両側縁がやや湾出した個体がみられたが(pl.7 fig. A·B·J·K·L·M),この変種の横条線は大変密(10 μm 中11~18本)で, 区別することができる。

var. elliptica, *var. minor* の2種は先端部が楔形で, 両側縁は湾出している。今回の試料中には pl.7 fig. E·H·I のように先端部はやや楔形を示している個体があるが, ケイ殻巾が狭いことで *var. elliptica* と区別が可能で, 先端部の丸みのあることで *var. minor* と区別できる。

ケイ殻長の大きな *var. contracta*, *var. incurvata*, *var. indica*, *var. angustata* については既に記した。今回の試料中にはケイ殻長の特に大きいものがないこと, 横条線はやや密で10 μm 間に8~12本(大部分は9~11本)であることから *var. brevipes* と区別ができる。

以上の特徴から今回観察した個体群は, *Achnanthes brevipes var. intermedia* Kützing と同定すべきである。この種は最初 Kützing (1833) によって *Achnanthes intermedia* と記載され, のち Cleve (1895) が *Achnanthes brevipes* の変種として所属変えされたものである。今回の調査では, 従来の記録より大形の個体も小形の個体も観察でき, また横条線の密度巾も増加した。しかし, これらの形質は, 今回論じた他の変種の形質や測定値とは, 連続していない。

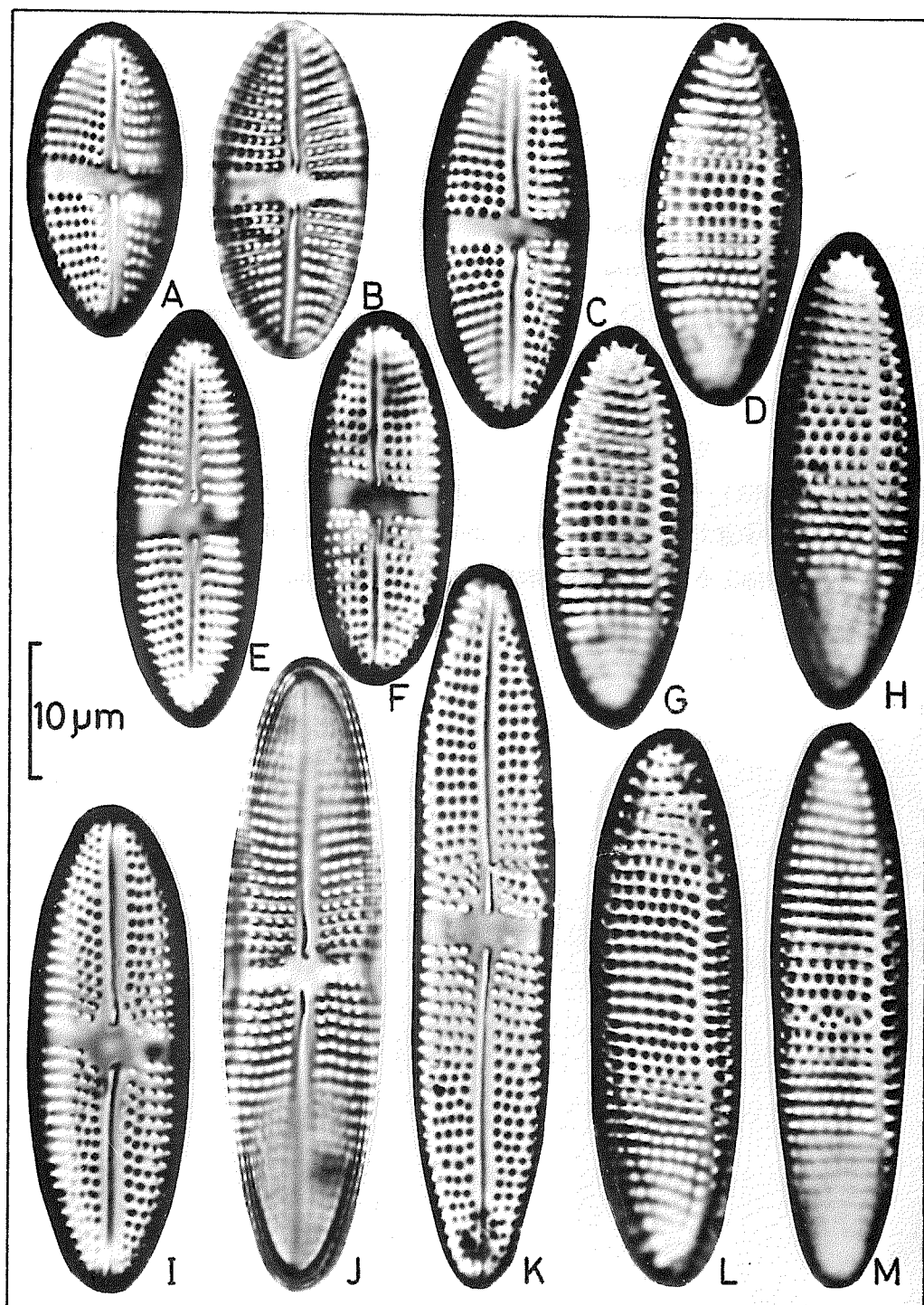


Plate 1

Achnanthes brevipes var. *intermedia*

A - D 両側縁 強く湾出

E - H 両側縁 やや湾出

I - M 両側縁 平行

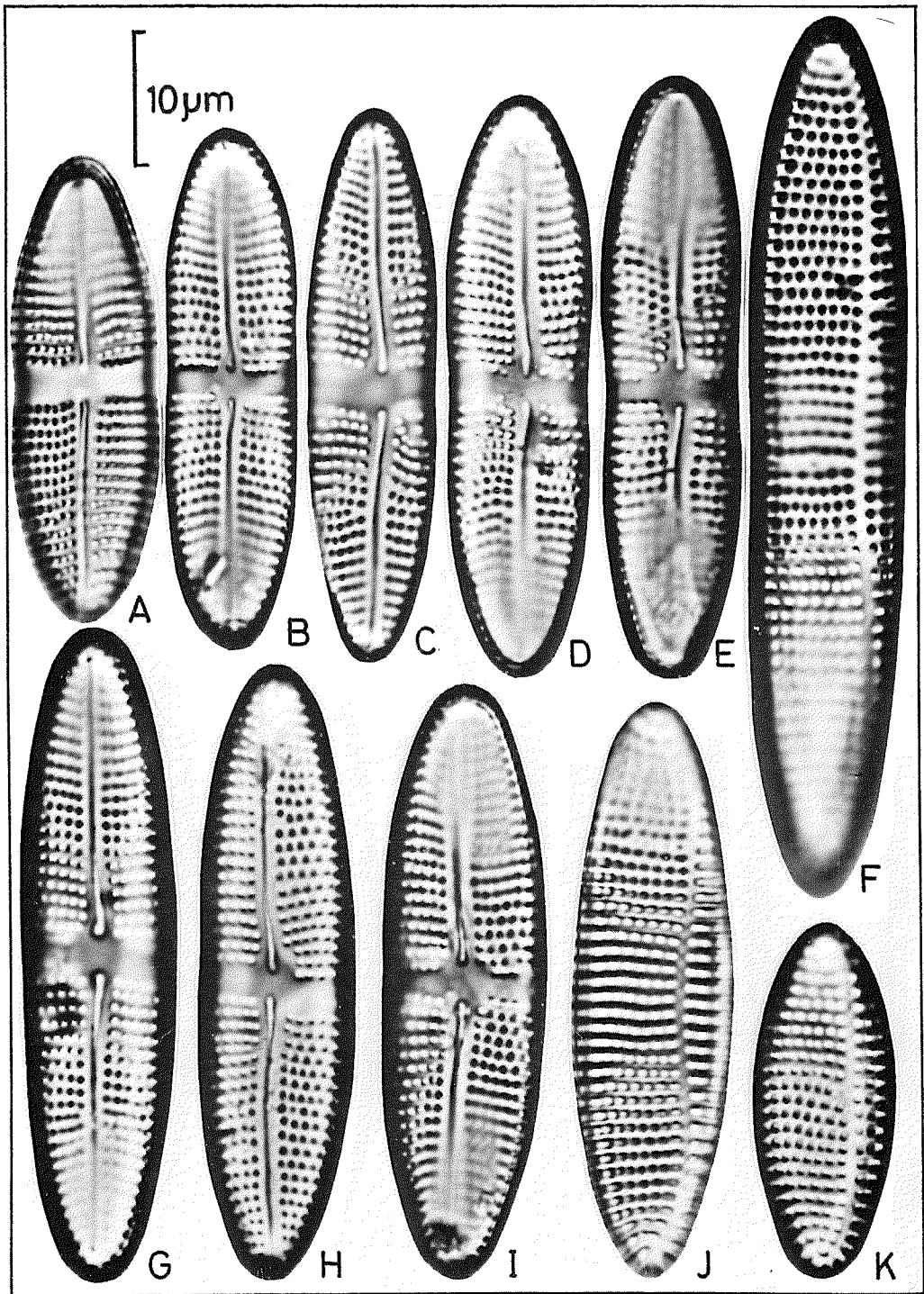


Plate 2

Achnanthes brevipes var. *intermedia*

A-F 両側縁 湾入

G-K 先端部 広円状とくさび状の間

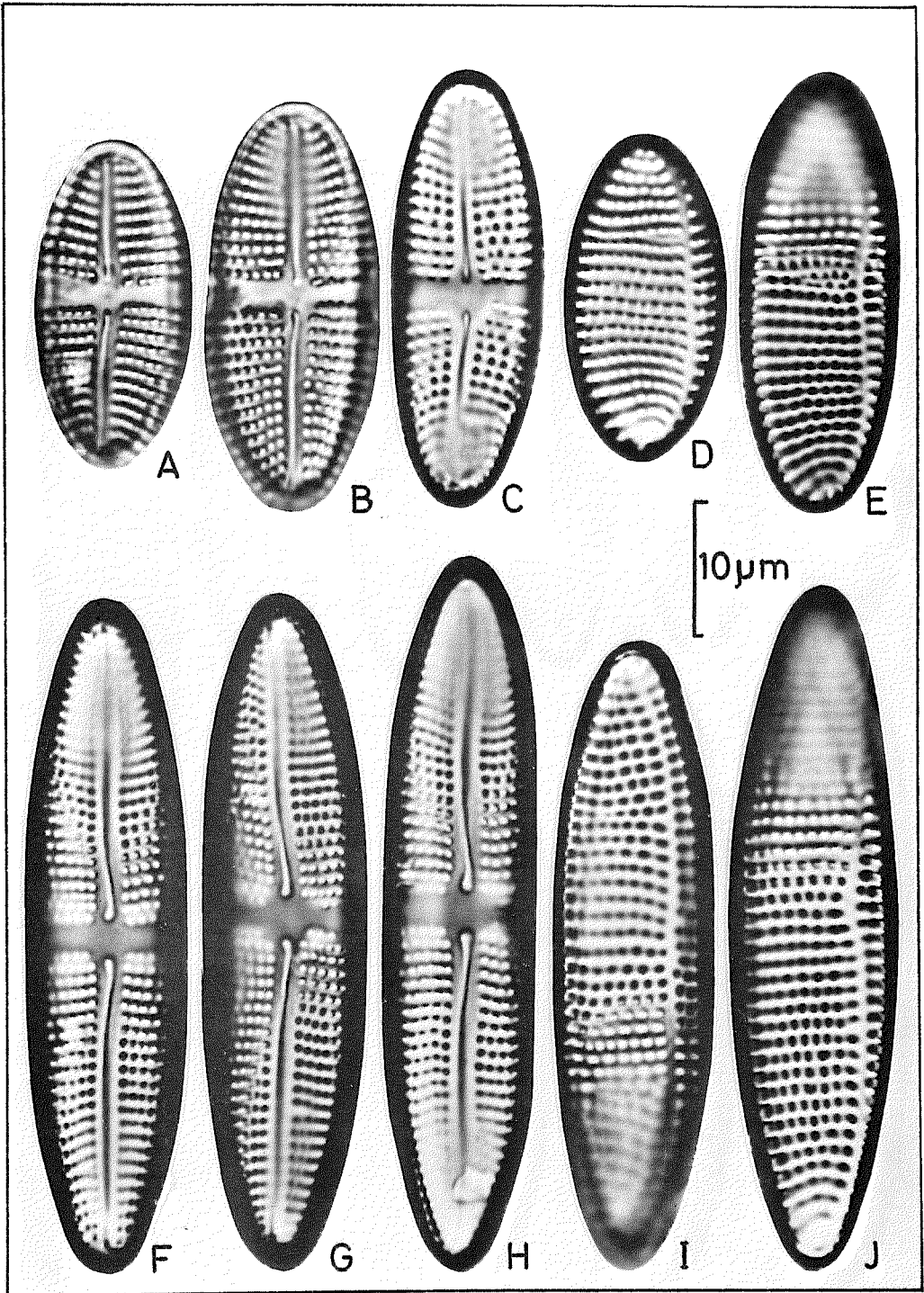


Plate 3

Achnanthes brevipes var. *intermedia*

A-E ケイ殻の先端部 広円状

F-J ケイ殻の先端部 くさび状

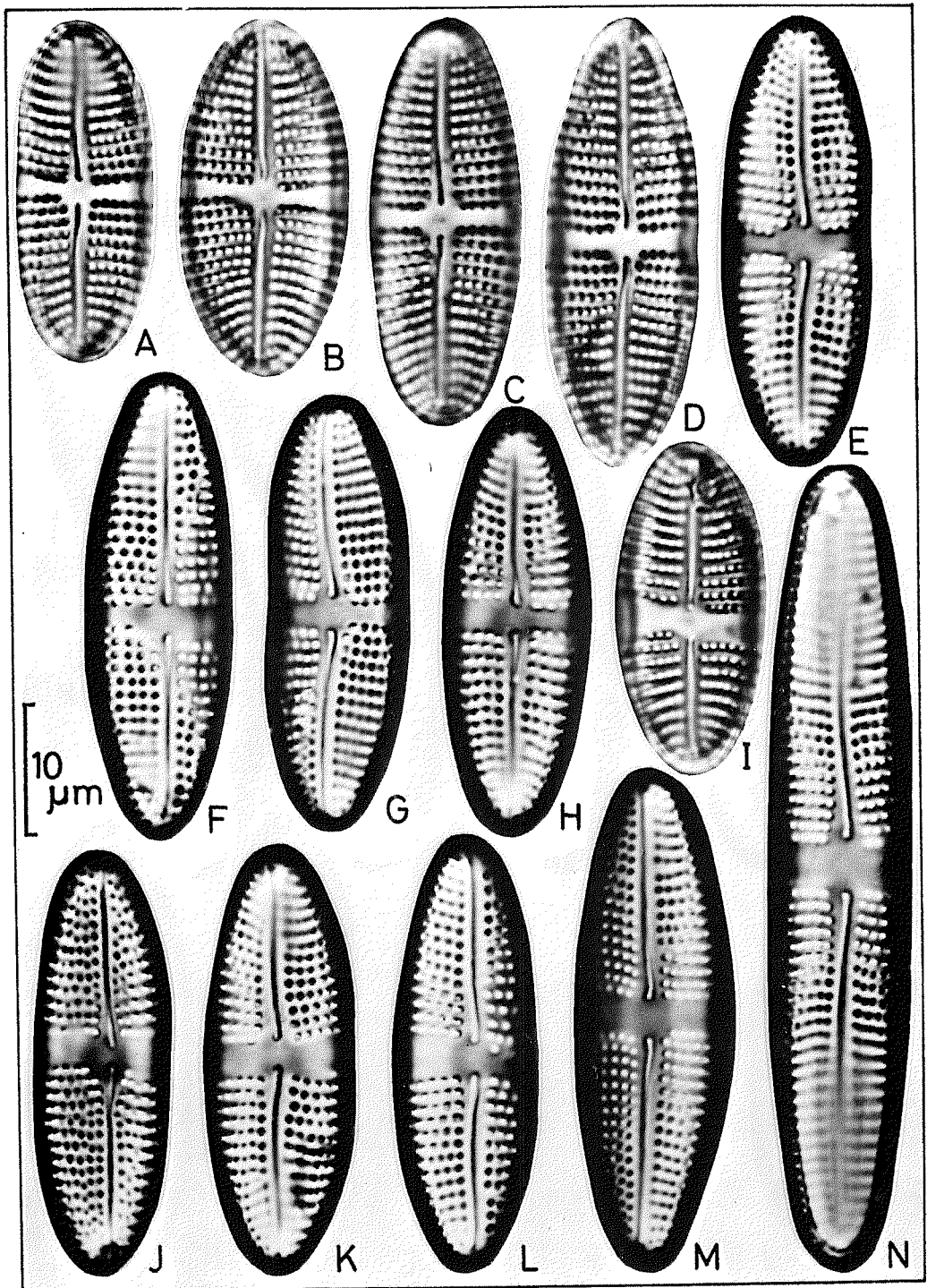


Plate 4

Achnanthes brevipes var. *intermedia*

- A-E stauros の巾 狭い
 F-I stauros の巾 中位
 J-N stauros の巾 広い

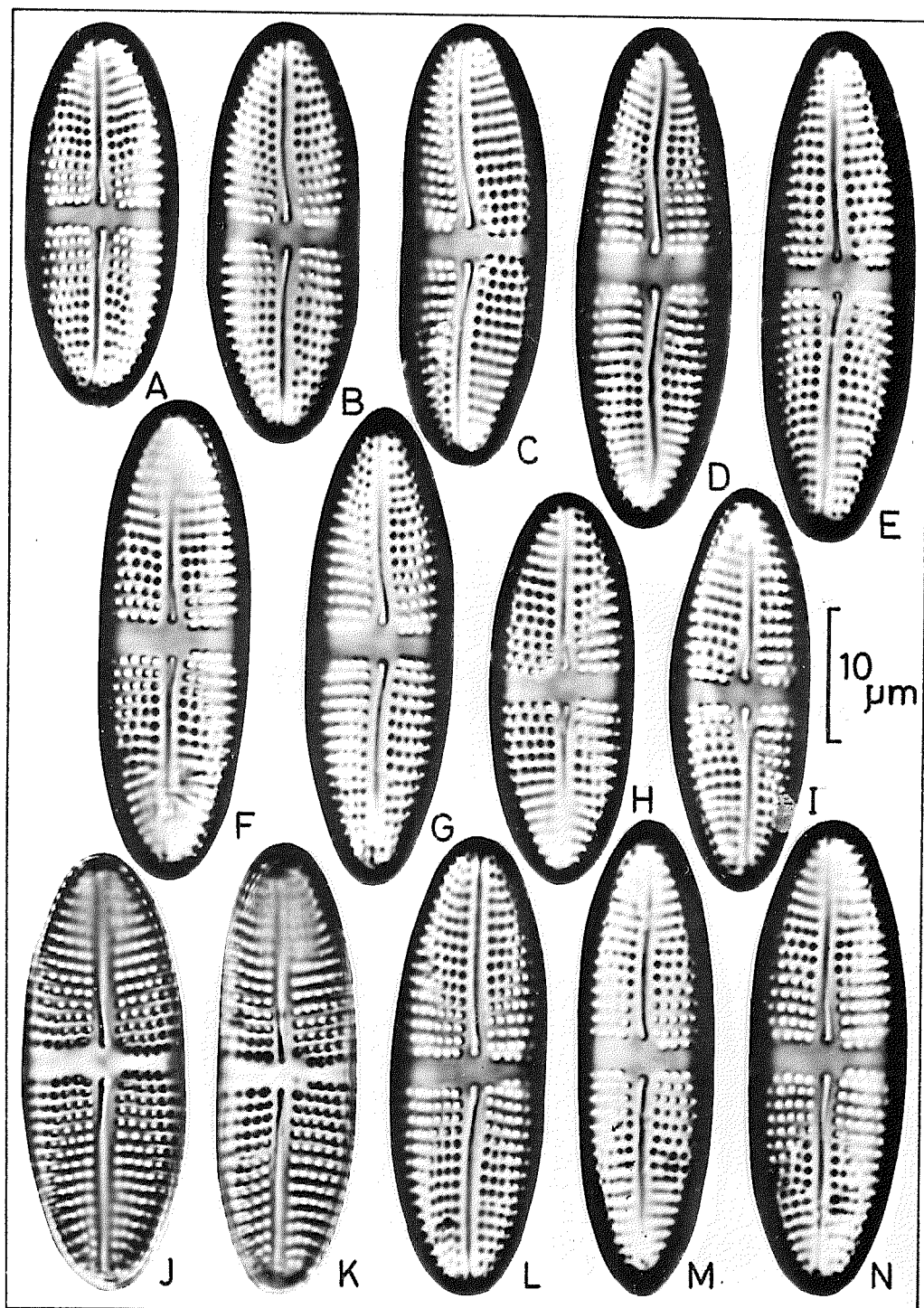


Plate 5

Achnanthes brevipes var. *intermedia*

- A-E stauros の巾 左右同じ
 F-I stauros の巾 左右の差 小
 J-N stauros の巾 左右の差 大

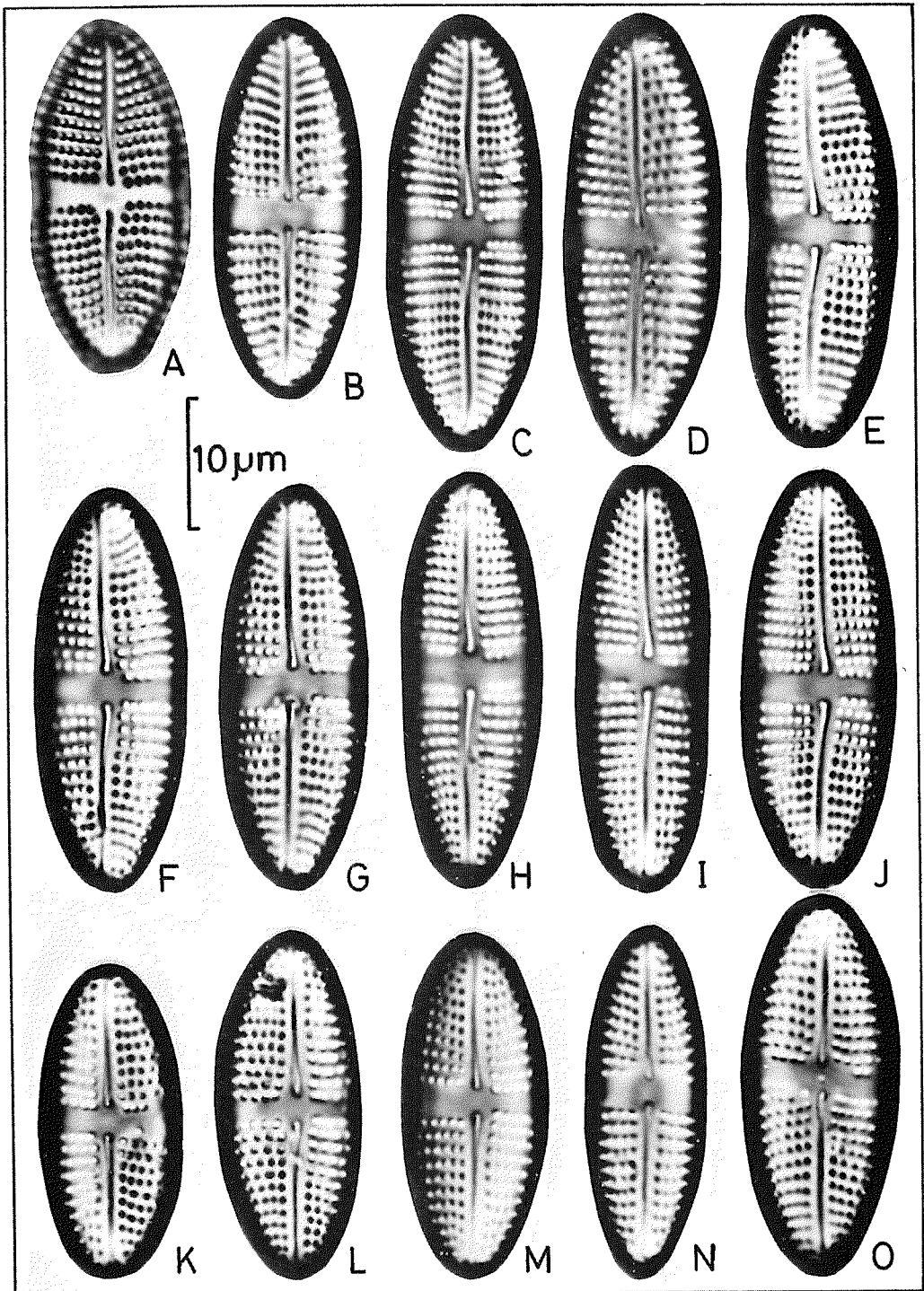


Plate 6

Achnanthes brevipes var. *intermedia*

- A - E 先端横条線 放射状
- F - J 先端横条線 方向混合
- K - O 先端横条線 収レン

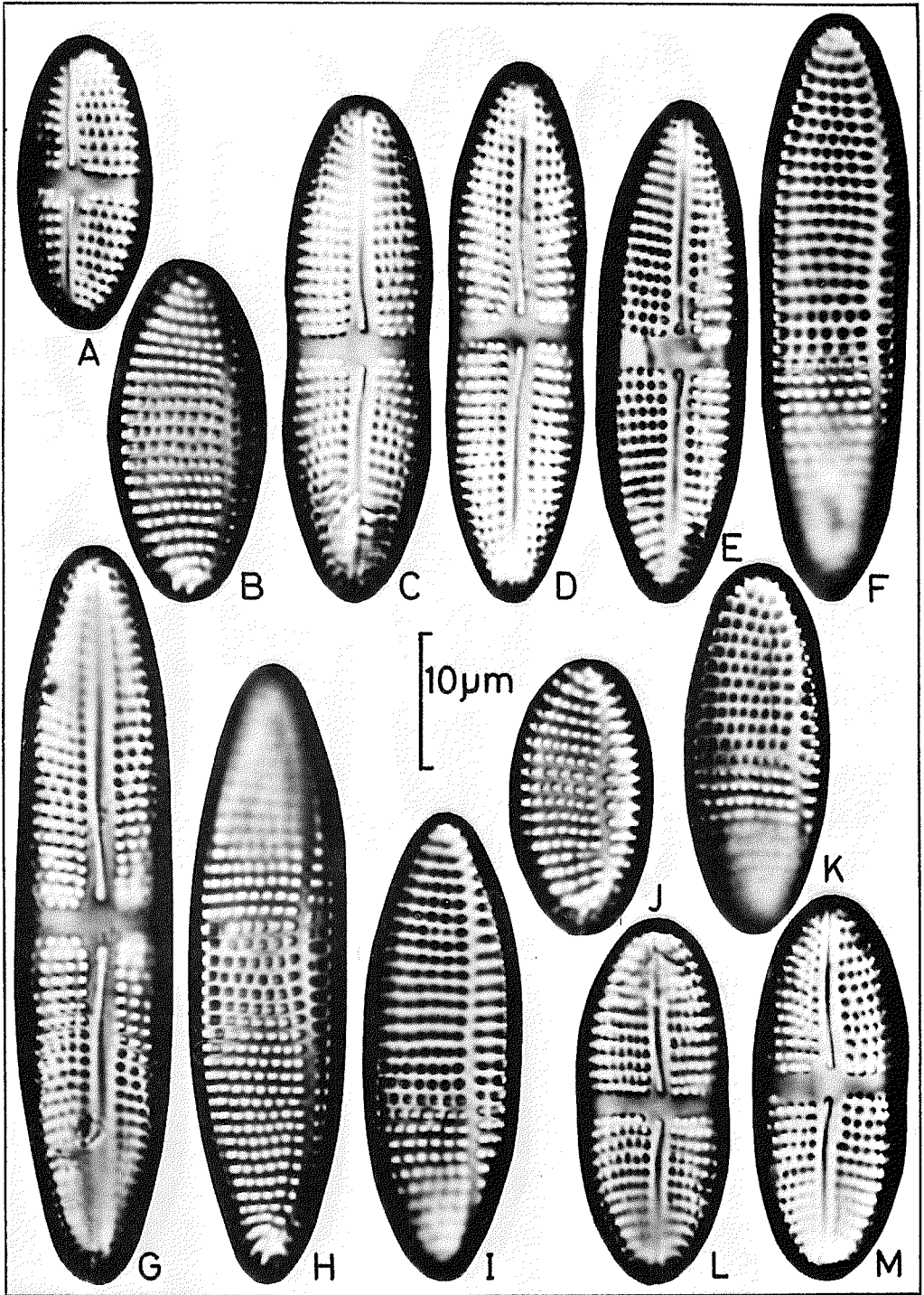


Plate 7

Achmanthes brevipes var. *intermedia*

A · B 両側縁湾出

C · D 両側縁中央部湾入

E · F 両側縁平行

G 両端部楔状と広円状の中間形

H · I 両端部楔状

J ~ M 両端部広円状

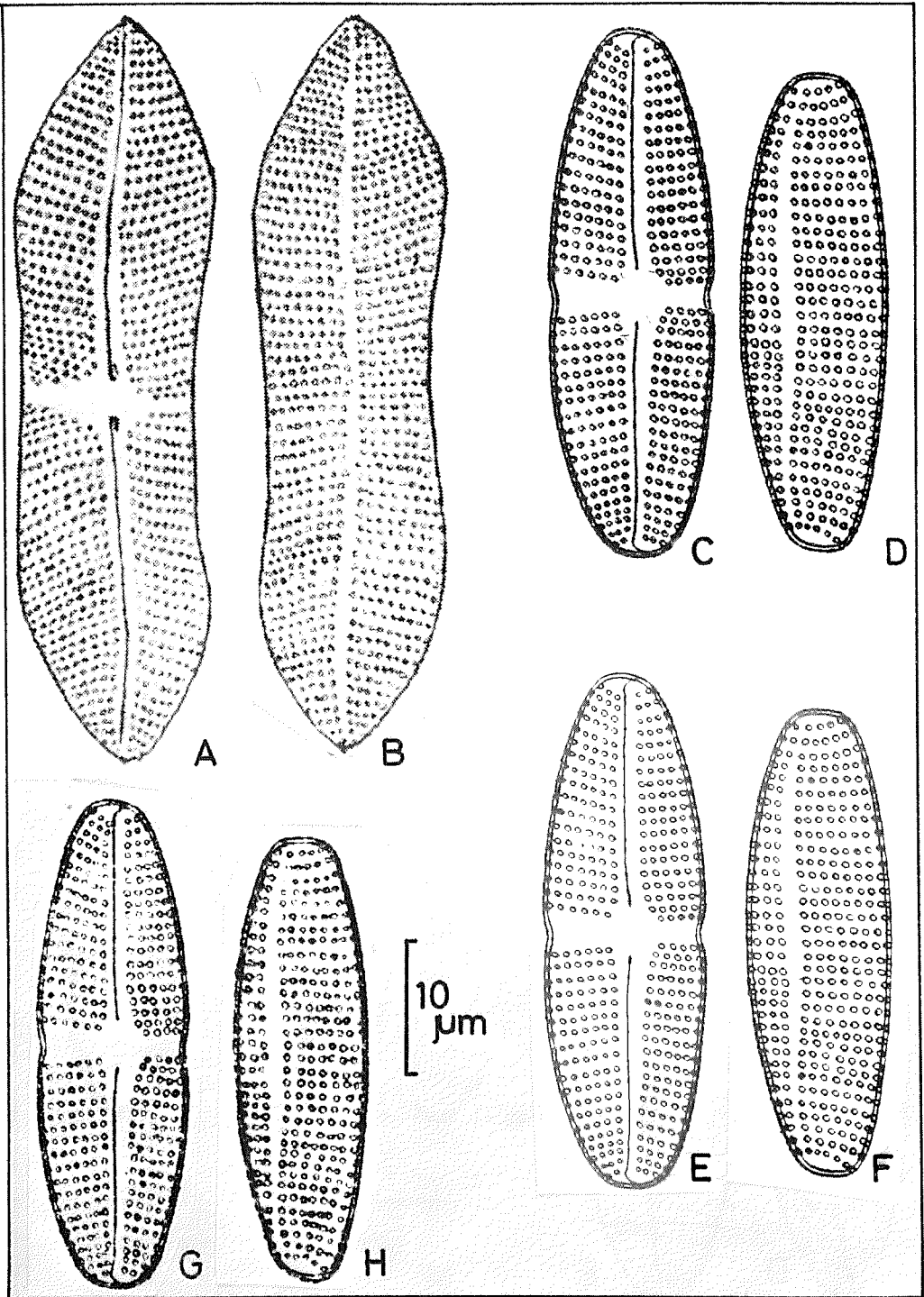


Plate 8

Achnanthes brevipes var. *intermedia*
(Kützing) Cleve 1895

A · B : Schönfeld (1907) pl.13 fig.242

C · D : Hustedt (1930) fig.310

E · F : Hustedt (1933) fig.877 d, e

G · H : Lavrenko (1951) fig.129, 2

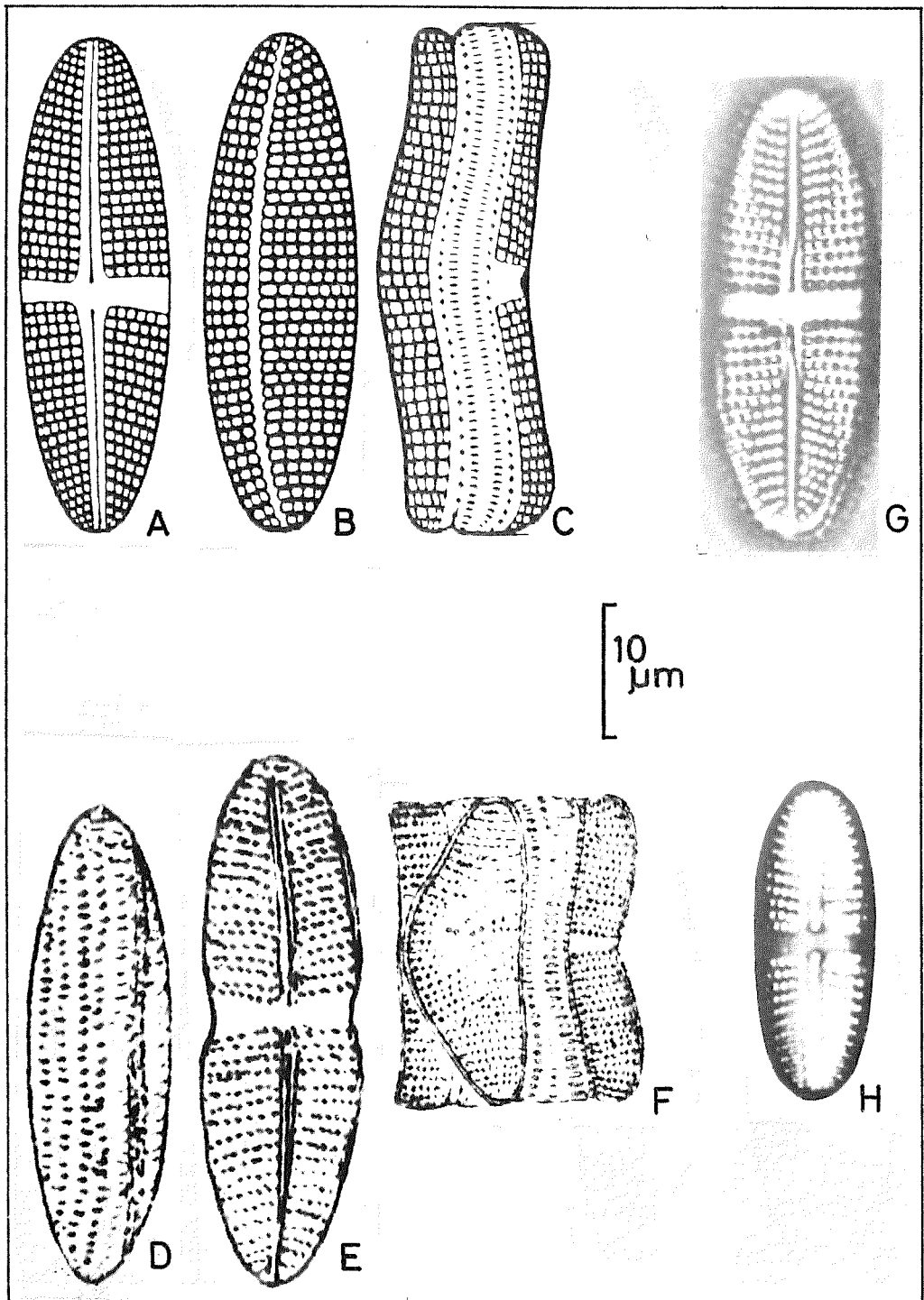


Plate 9

Achnanthes brevipes var. *intermedia*
(Kützing) Cleve 1895

A~C : Van der Werff (1959)
P. C. F. XV. 96

D~F : Cleve-Euler (1953)
fig.596 e~g

G : 根来·後藤(1983) pl.3 fig. 37
H : 安藤·南雲(1983) pl.2 fig. 19

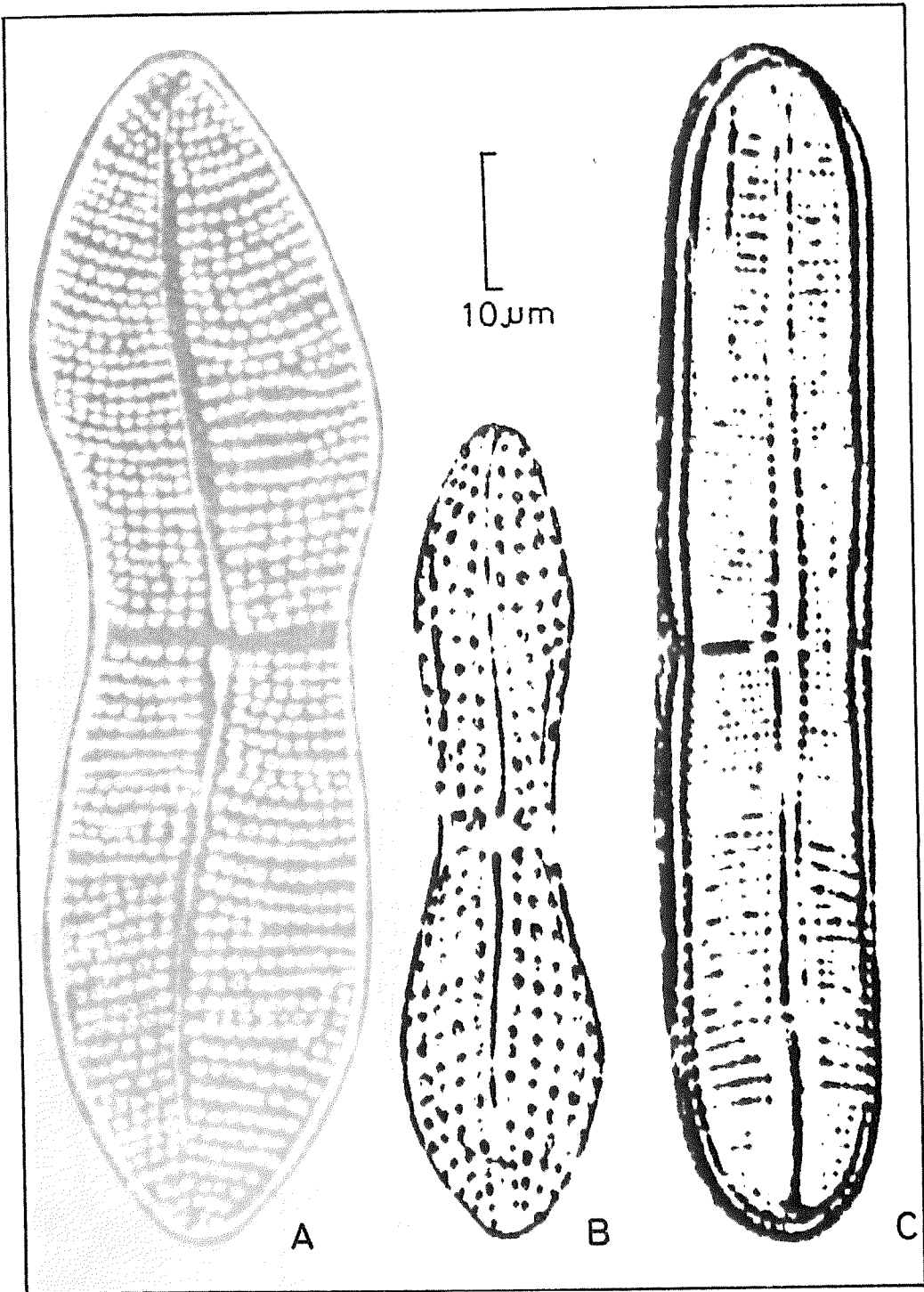


Plate 10

Achnanthes brevipes var. *contracta*
Grun. in Cleve et Grunow 1880

A : Pantocsek (1886) pl.11 fig.99

Achnanthes brevipes var. *incurvata*
(Oestrup) Oestrup 1897

B : Oestrup (1895) pl.3 fig.1

(*Ach. subsessilis* var. *incurvata*)

Achnanthes brevipes var. *japonica*
Skvortzow 1932

C : Skvortzow (1932) pl.2 fig.12

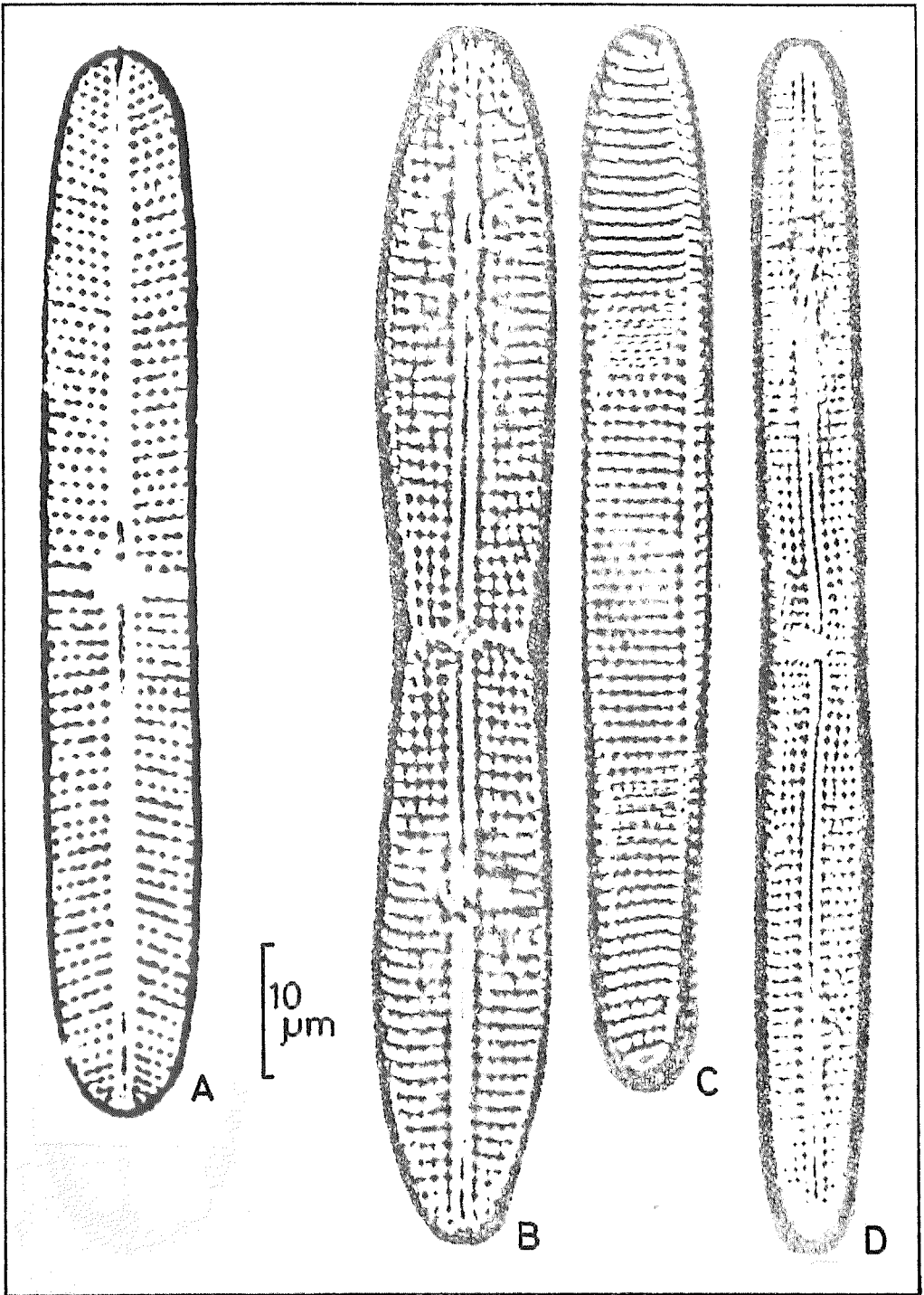


Plate 11

Achnanthes brevipes var. *bacillaris*
M. Peragallo

A : M. Peragallo (1929) pl.2 fig.1

Achnanthes brevipes var. *angustata*
(Grevill) Cleve 1895

B ~ D : Foged (1978) pl.16 fig.6~7

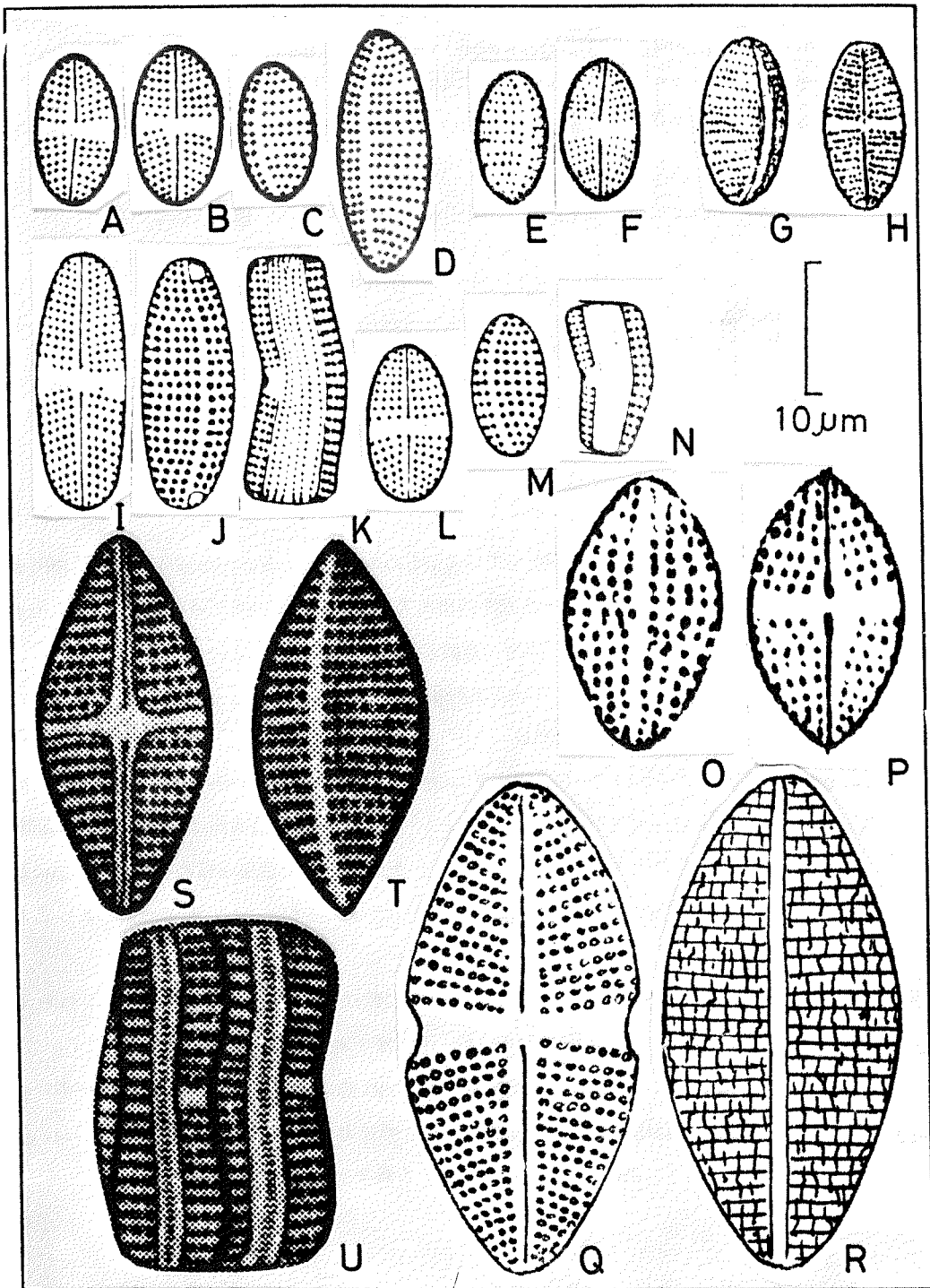


Plate 12

Achnanthes brevipes var. *parvula*
(Kützing) Cleve 1895

A~D: Hustedt (1933) fig. 877 f-i

E~F: Lavrenko (1951) fig. 129, 3a·b

G~H: Cleve-Euler (1953) fig. 596·k

i~N: Van der Werff (1959)

Achnanthes brevipes var. *elliptica*
(Oestrup) Cleve-Euler 1953

O~P: Oestrup (1897) pl. 2 fig. 13

Q~R: Cleve-Euler (1953)
fig. 596 b·c

Achnanthes brevipes var. *minor* Pera-
gallo et Peragallo 1897

S~U: Peragallo et Peragallo (1897)
pl. 1 fig. 16-18

2. *Achnanthes lanceolata* (Brèbisson in Kützing)
Grunow in Cleve et Grunow 1880

この試料は多摩川の支川平井川多西橋付近より1982年12月に採集したもので、今回は240個体の観察を行なった。

採集時の環境要因はTab.2-1に示す通りで、この種は汚濁耐性の弱い種とされている。

Tab.2-1 採集時の環境要因

項目 地点	気温 ℃	水温 ℃	pH	RpH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l
平井川 多西橋	14.0	12.0	7.8	7.8	1.0	0.5	0.8

2-1 ケイ殻の形態

ケイ殻の外形は楕円形から截頭状垂菱形をしている。その中でもケイ殻の両側縁は平行で長楕円形をしているもの (pl.13 fig. A~H) から中央部が湾出して菱形に近いものまでみられ (pl.13 fig. Y~e), しかし、これらの個体は多くの中間形で連続している (pl.13 fig. I~X)。

楕円形をしている個体の両端部は突出しないで広円状をしているものが多いが垂菱形のものは嘴状に突出しているものが多い (pl.14 fig. K~Q)。

偽背線は狭い線状であるが (pl.14 fig. R~Y), 中には、やや狭い披針形の個体もみられる (pl.14 fig. Z~g)。軸域も狭い線状をしている (pl.15 fig. A~H)。横条線は先端部まで放射状であるが、中央部横条線の角度の大きいもの (pl.15 fig. I~P), 中央部横条線の1本だけが急に短くなっているもの (pl.15 fig. Q~X), 急に短くならないもの (pl.15 fig. Y~g) などさまざまな変異がみられる。

偽背線殻の馬蹄形に光を屈折する空間と対称にある横条線数は3本 (pl.16 fig. A~I) から4本 (pl.16 fig. J~Q) で構成している個体が多いが、中には5本で構成している個体もあり (pl.16 fig. R~T), このような個体では馬蹄形に光を屈折する空間は他より大きくなっている。背線殻の中心域を構成している横条線数は個体によって異なるが、左右でそれぞれ1・0本 (pl.16 fig. u), 1・2本 (pl.16 fig. a~j) が観察でき、左右で本数の異なっている個体の方が多い。

2-2 ケイ殻の測定値

今回用いた *Achnanthes lanceolata* のケイ殻長は10~26 μm までで、モードは16~18 μm のところにある。ケイ殻巾は5~8 μm で、モードは6 μm のところにある。ケイ殻長とケイ殻巾との比率は1.8~4.0である (fig.2-1)。さらにケイ殻長とケイ殻巾との相関関係をみると、相関係数 $r = 0.67$ で両者間に強い正の相関が認められる (fig.2-2)。偽背線殻の10 μm 中の中央部横条線は12~16本までで、背線殻では12~15本である。モードはどちらも13本のところにある。10 μm

中の先端部横条線は両殻ともほぼ12~18本で、モードは14本のところにあるが、その値の巾は大きく測定値の誤差が生じたものと考えられる (fig.2-3)。

前記のように偽背線殻の中央部にある馬蹄形に光を屈折する部分と対称の位置にある横条線は1~5本まであり、3~4本で構成している個体が多い。背線殻で中心域を構成する短い横条線は0~4本までで2・1本、3・2本と左右で異なっている個体が多い (fig.2-4)。

中心節間の長さ (中心節長) は1.0~2.25 μm までで、Fig.2-4に示したようにケイ殻長と中心節長との相関係数 $r = 0.67$ で、両者間に強い正の相関が認められる。

Achnanthes lanceolata について主な研究者の記載より測定値をまとめるとTab.2-2のようである。

ケイ殻長の巾は8~40 μm までで、今回の10~26 μm よりかなり大きな個体が観察されている。とくに大きな値を示しているのは、Hustedt (1930・1933), Lavrenko (1951), Van der Werff (1960) などである。

ケイ殻巾の記載は少ないが、Schönfeldt (1907), Meister (1912), Patrick et Reimer (1966) の測定値は今回の5~8 μm とほぼ一致している。

前記の Hustedt (1930・1933) らのケイ殻巾は4~10 μm までの大きな個体を観察しており、ケイ殻長と同様に測定値の巾が大きい。10 μm 間の中央部横条線は11~17本まで観察されており、今回の試料とほぼ一致している。

Fig.2-2 *Achnanthes lanceolata* (Brèbisson in Kützing)

Grunow in Cleve et Grunow 1880

authors	length (μm)	breadth (μm)	striae (10 μm)	notes
Kützing 1849	12.5~18			<i>Achnantheidium lanceolatum</i>
Van Heurck 1885	8~20		12-13	
Brun 1880	8~25			
Van Heurck 1896	8~20		12-13	
Schönfeldt 1907	17~35	5~8	12-13	<i>Achnantheidium lanceolatum</i>
Meister 1912	17~35	5~8		
Boyer 1926-1927	8~20		13	
Hustedt 1930	8~40	4~10	13-16 (M) 13-17 (E)	
Hustedt 1933	8~40	4~10	13-16 (M) 13-17 (E)	
Lavrenko 1951	8~40	4~10	13-17	
Van der Werff 1960	8~40	4~10	13-17	
Patrick et Reimer 1966	12~31	4.5~8	11-14	

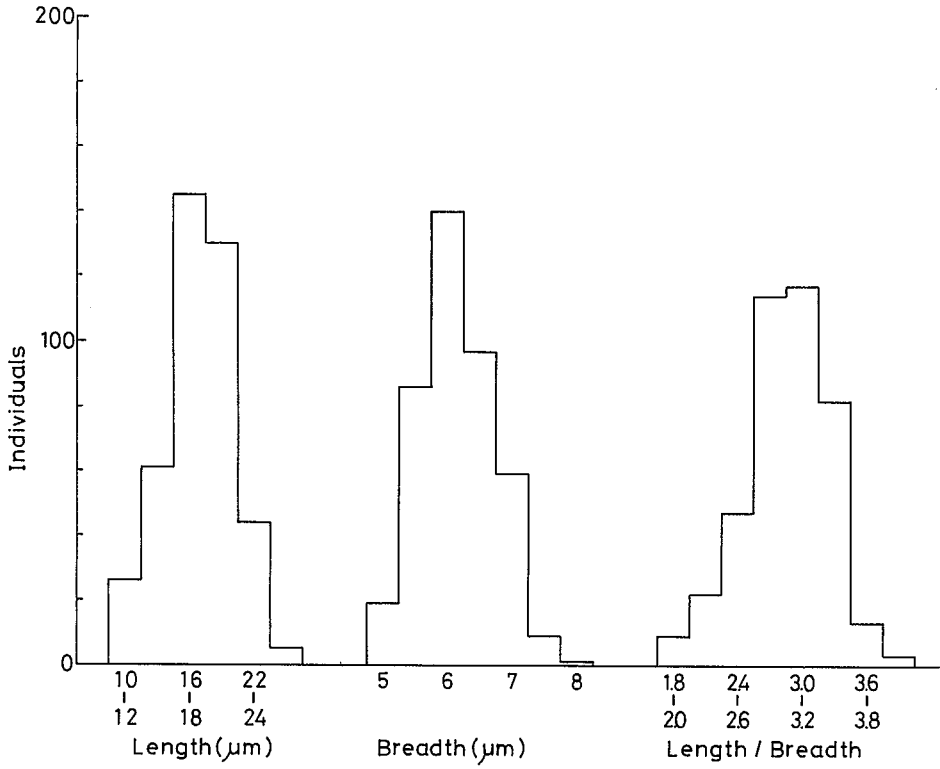


Fig.2-1 *Achnanthes lanceolata* の測定値 (1)

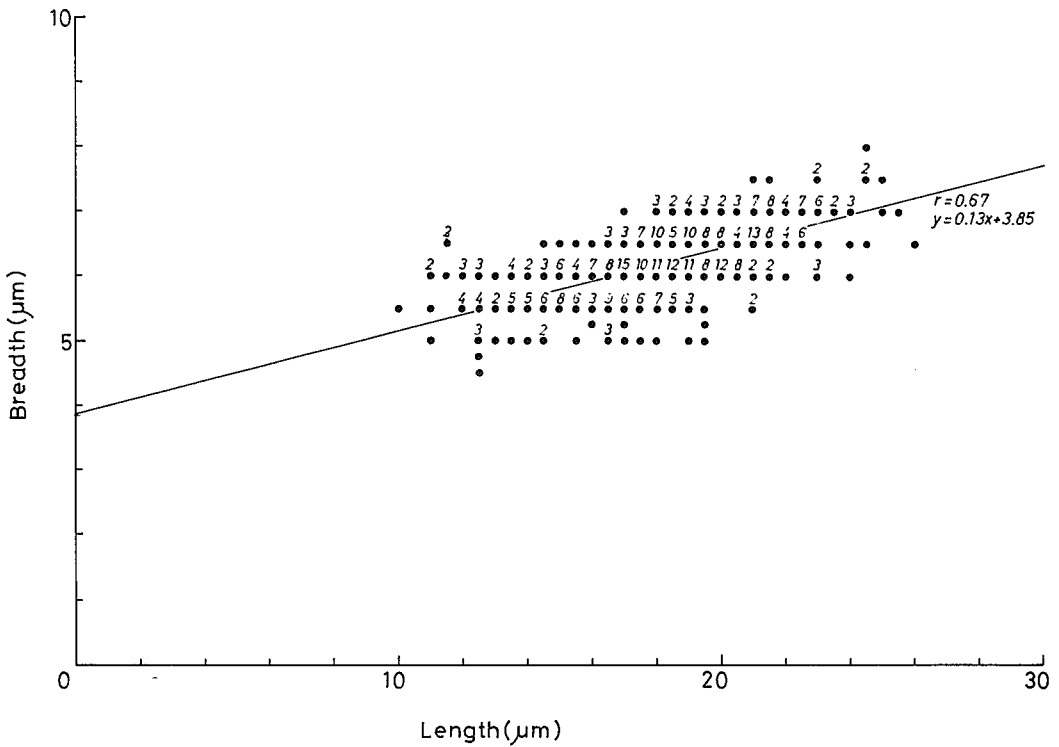


Fig.2-2 *Achnanthes lanceolata* のケイ殻長とケイ殻巾との相関関係

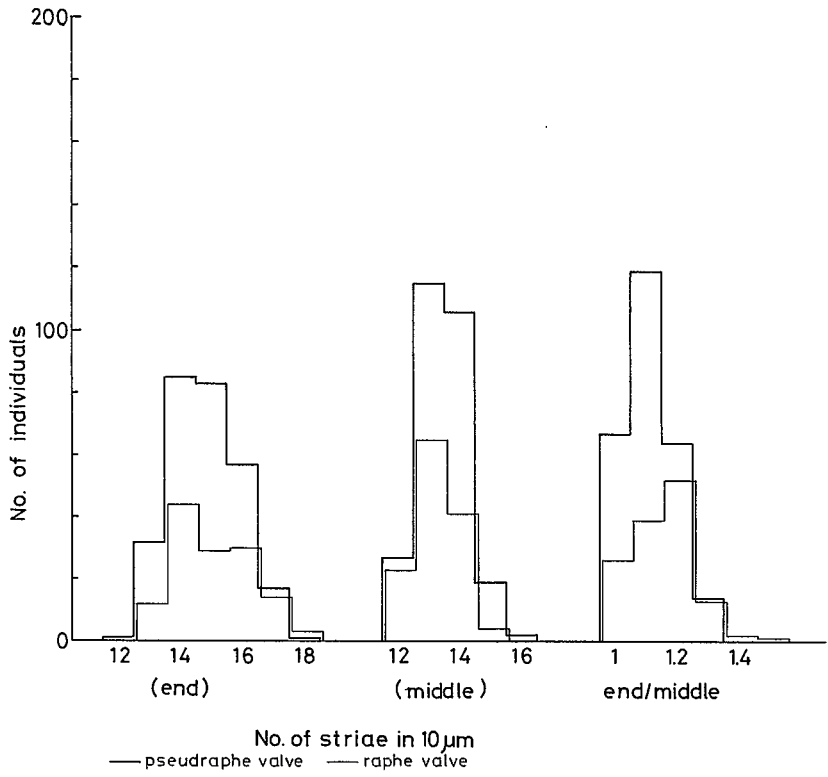


Fig.2 - 3 *Achnanthes lanceolata* の測定値(2)

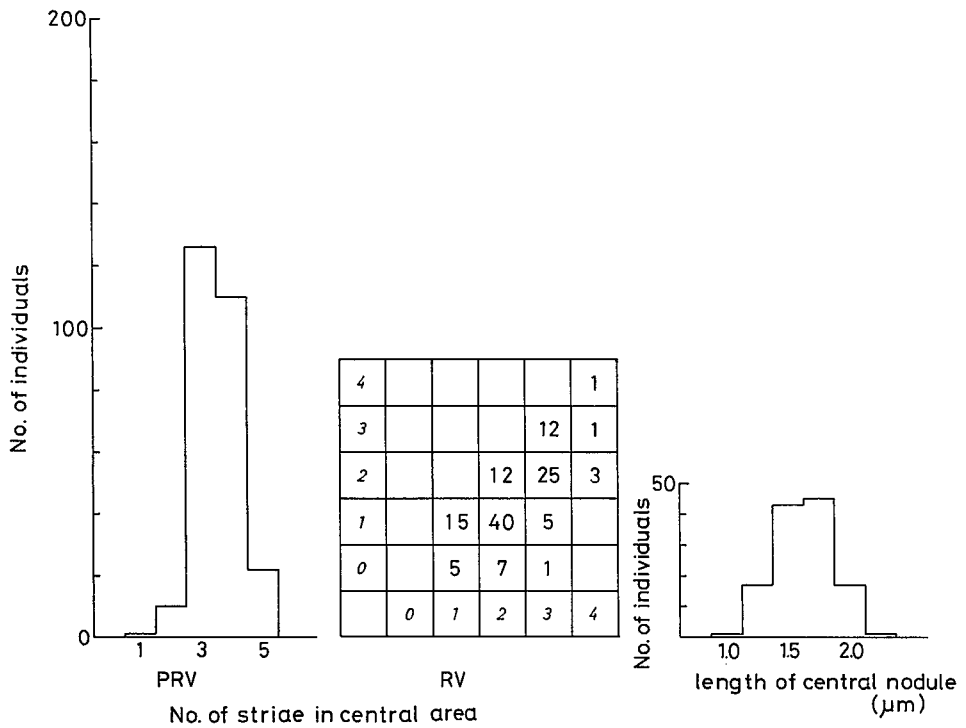


Fig.2 - 4 *Achnanthes lanceolata* の測定値(3)

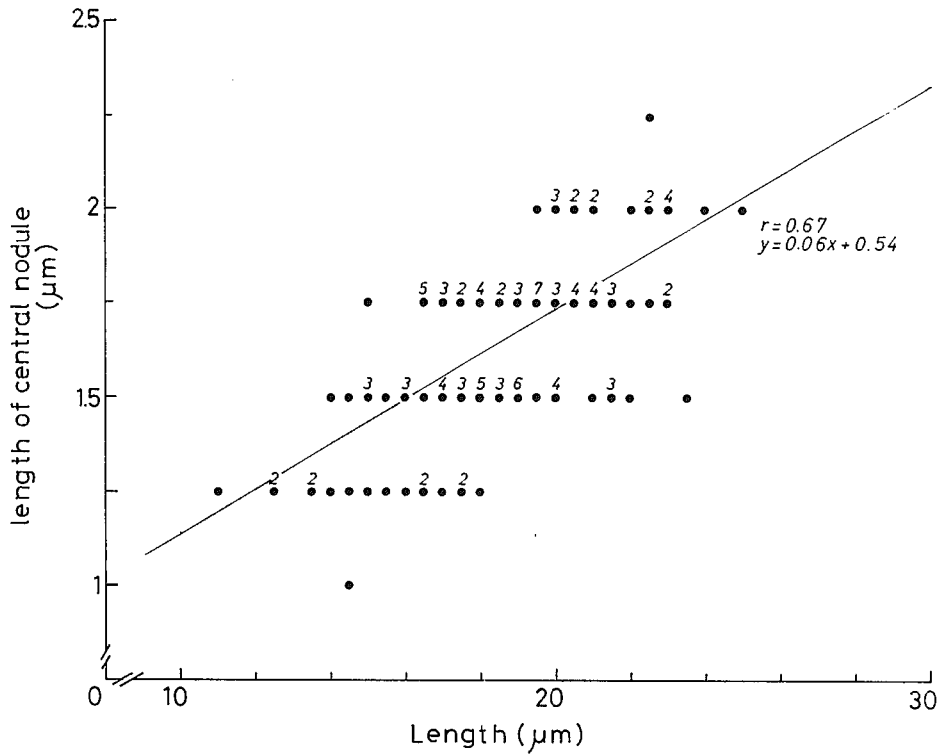


Fig.2-5 *Achnanthes lanceolata* のケイ殻長と中心節長の相関関係

2-3 文献による調査結果および考察

その外形と大きさで *Achnanthes lanceolata* と同定できるこの種は、初め Brébisson (1849) によって *Achnanthidium lanceolatum* と記載されたものを Grunow (1880) が *Achnanthes lanceolata* として組みかえをしたものである。しかしこの種は形態変異の巾が大きいので、様々な変品種が知られている。今回の試料も大変変異巾が大きいのでそれぞれの変品種について比較すると次のようである。

Patrick et Reimer (1966) は *Achnanthes lanceolata* とその変品種について、かなり整理している。そのうち、*Achnanthes lanceolata* 基本種については3つの型を图示している。

その1つは、ケイ殻がやや大形で、中央部の膨出しているものである。これは var. *ventricosa* と同定されているものであるが、このような *ventricosa* 型の個体は今回の試料中にもみられ、Patrick et Reimer (1966) の指摘しているように基本種と連続しているものである (pl. 14 fig. K~Q)。

2つめは、ケイ殻長が小形で楕円形をし、先端部が広円状になっているものである。この外形は var. *elliptica* に類似しているが、この変種の中心域を構成している横条線には特徴があり、今回の試料中

に含まれている *elliptica* 型 (pl. 1 4 fig. A ~ J) の中心域の形質とは異なっている。むしろ今回の試料は、Patrick・Reimer (1975) の図示する基本種の中心域の形質と連続するもので *var. elliptica* とは区別が可能である。

3 つめは基本形の菱状楕円形をしているもので、上記 2 つの型の間形といえる。今回の試料では、pl. 1 3 fig. Y ~ e に示した個体群である。これらはさらに Patrick et Reimer に図示されていない線状楕円形の個体 (pl. 1 3 fig. A ~ H) と多くの中間形で連続している。

このような線状楕円形の個体は Meister (1912) や Hustedt (1933) によって *Achnanthes lanceolata* 基本種として示されている図と一致する。

さらに今回の試料中には先端部の弱く突出している個体もみられるが、強く頭部状に突出する *var. haynaldi* や嘴状に突出する *var. dubia* のような個体はみられなかった。

これら 2 種は近年まで前者を *f. capitata* や後者を *var. rostrata* として同定されたもので基本種とは区別することができる。

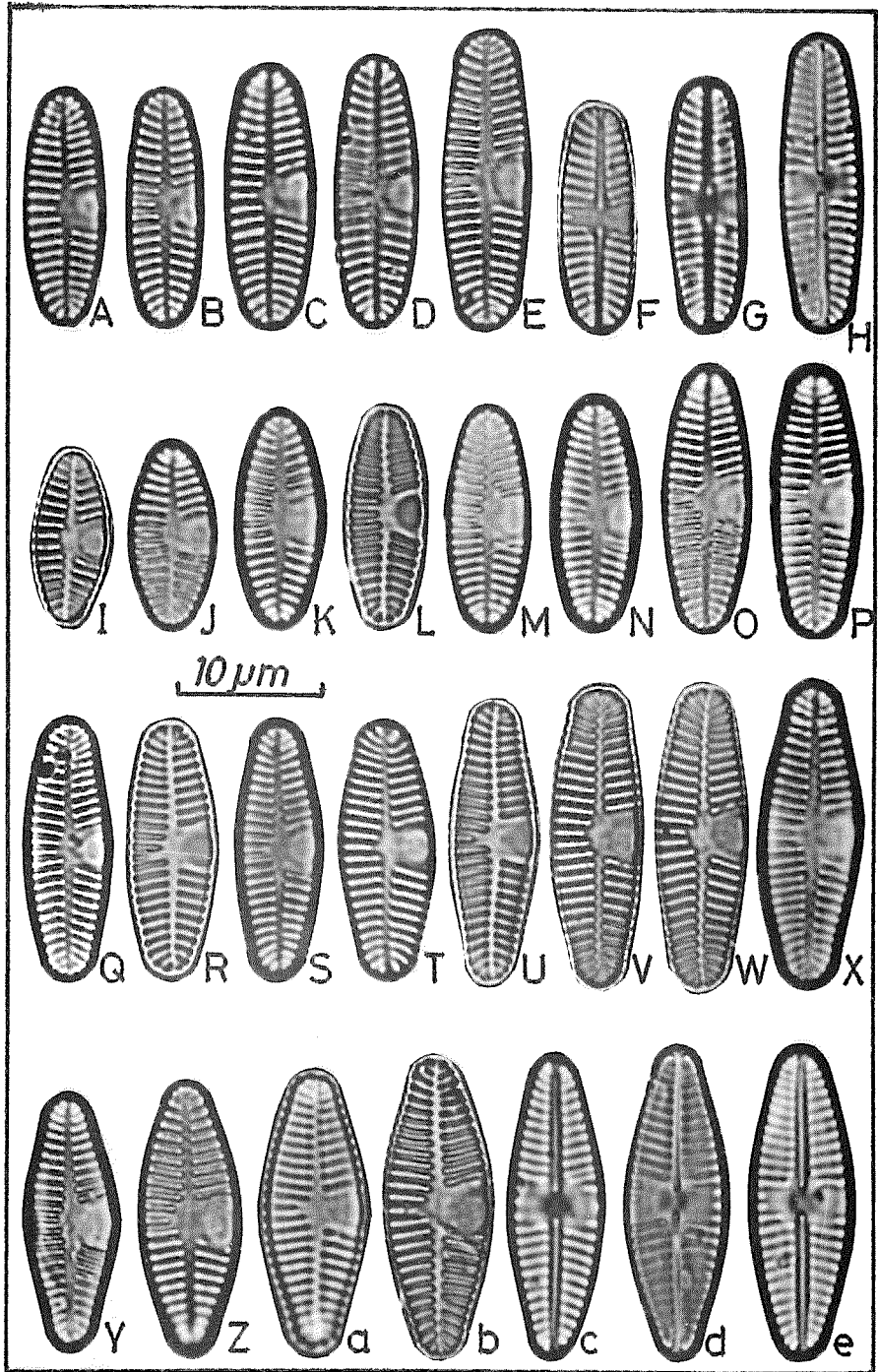


Plate 13

Achnanthes lanceolata

A~H: 両側縁 平行

I~P: " 湾出

Q~X: 両側縁の中央部膨出し, 両端部弱く突出

Y~e: 外形截頭状歪菱形で, 両端部は突出しない

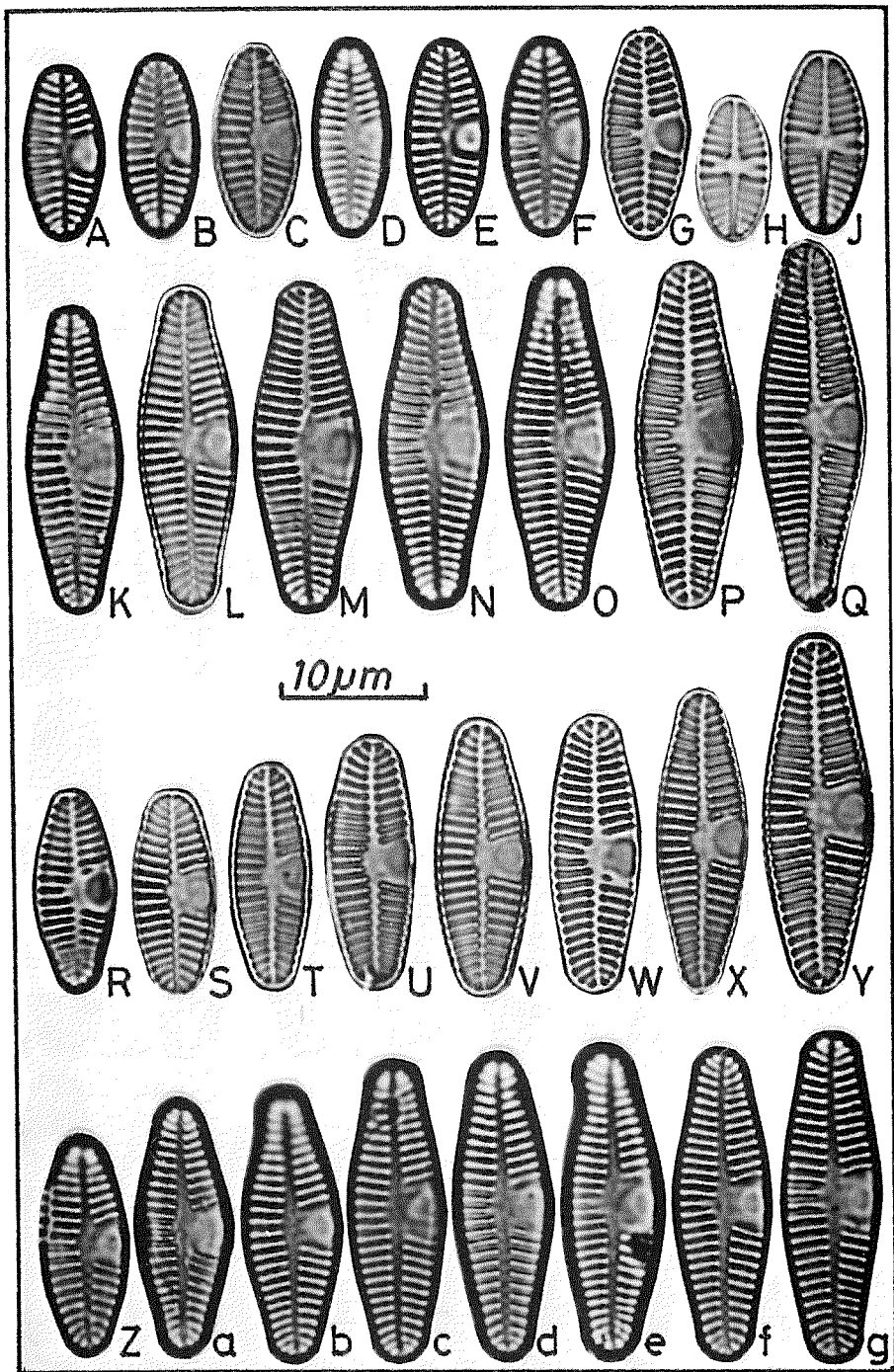


Plate 14

Achnanthes lanceolata

A~J: ケイ殻の外形 楕円形

R~Y: 偽背線 狭い線状

K~Q: ケイ殻の外形 截頭状歪菱形で中央部膨出

Z~g: 偽背線 狭い披針形

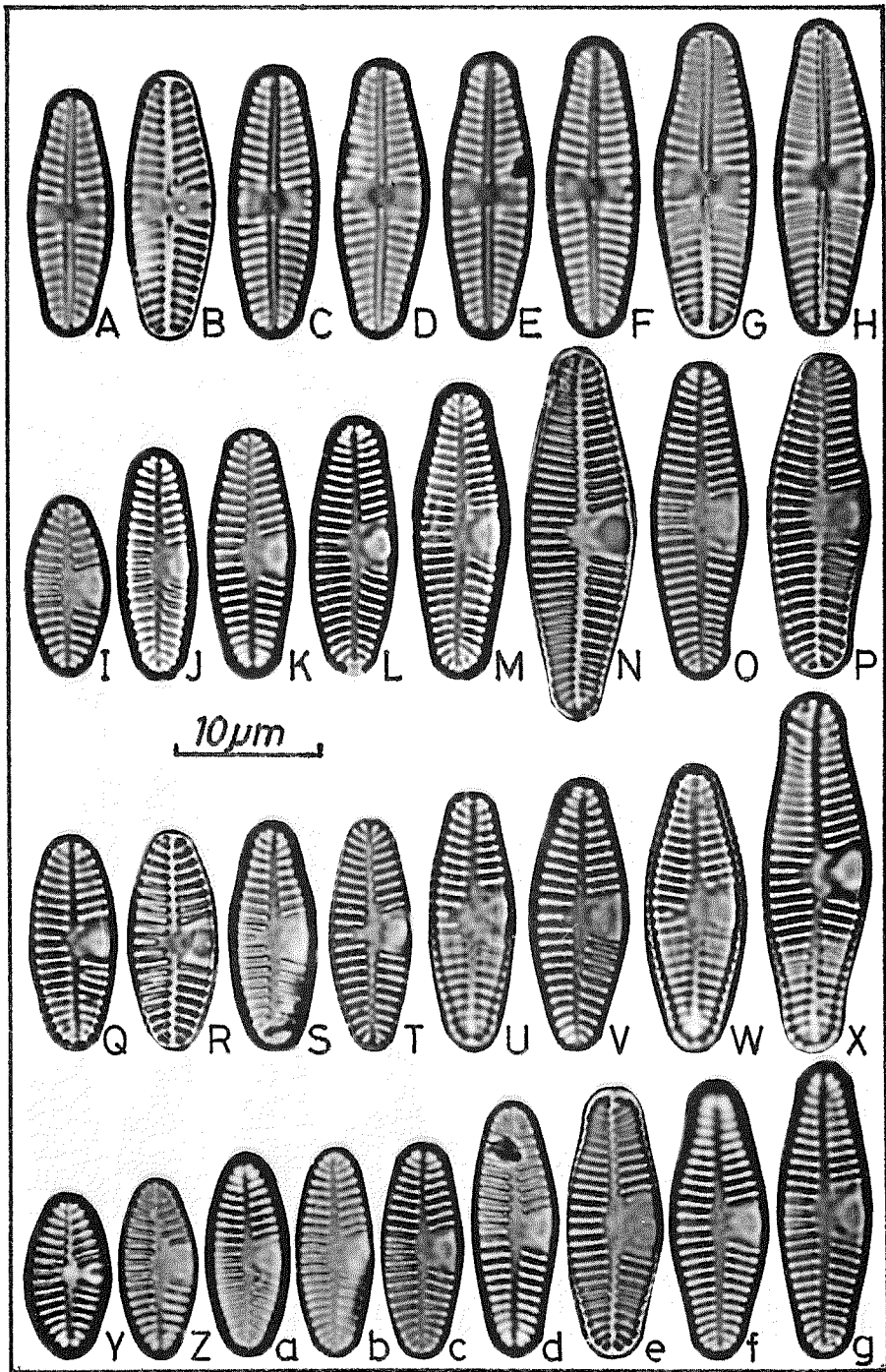


Plate 15

Achnanthes lanceolata

A ~ H : 軸域 狭い線状

I ~ P : 中央部横条線 角度大きい

Q ~ X : 馬蹄形に光を屈折しない側の中央
横条線 1 本だけ急に短い

Y ~ g : " 急に短くならない

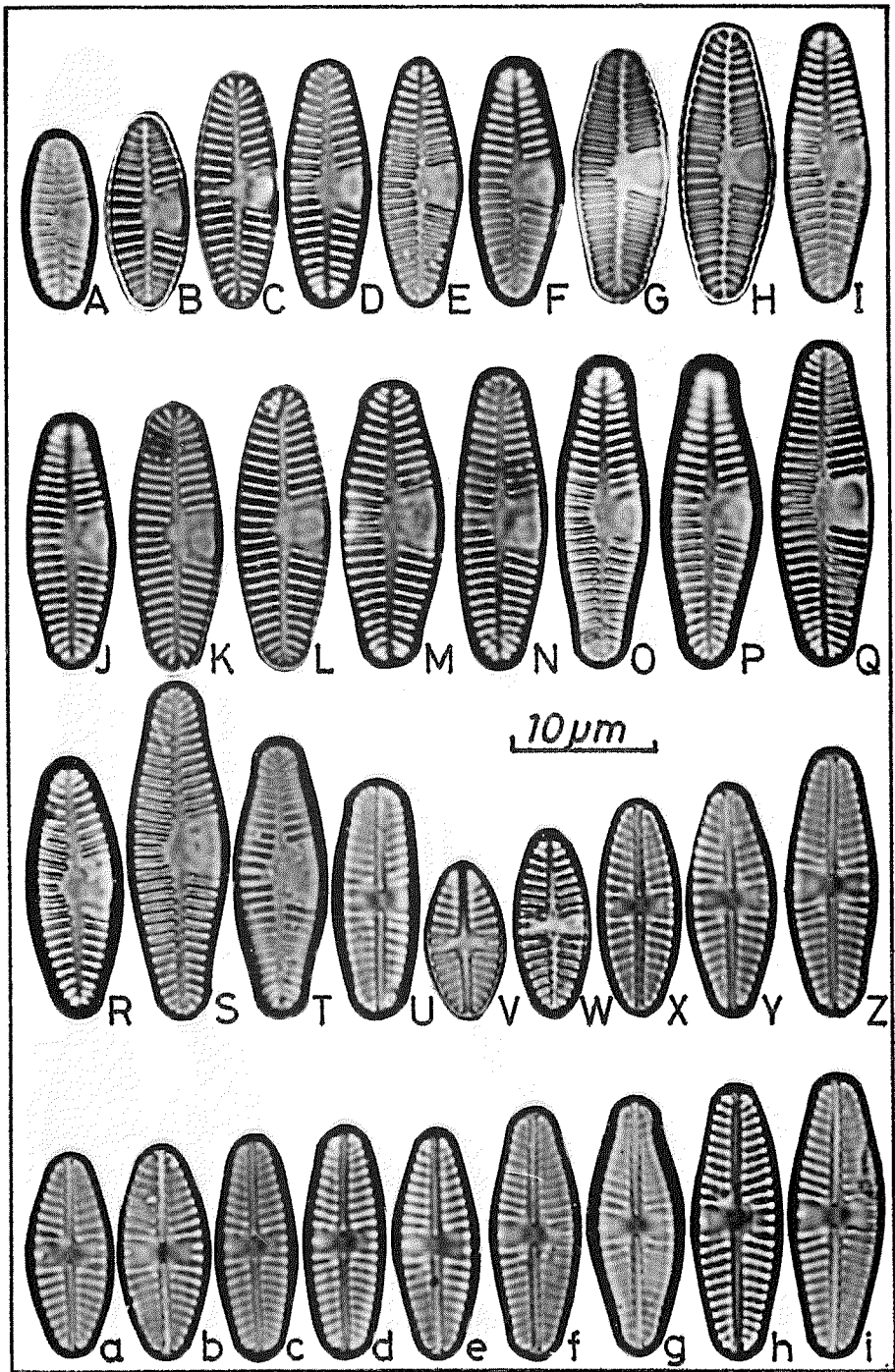


Plate 16

Achnanthes lanceolata

A ~ I : 馬蹄形に光を屈折する部分と対称
の横条線

J ~ Q : " 4 本

R ~ T : " 5 本

U : 中心域を形成する横条線数 1・0 本

V ~ Z : " 1・1 本

a ~ i : " 1・2 本

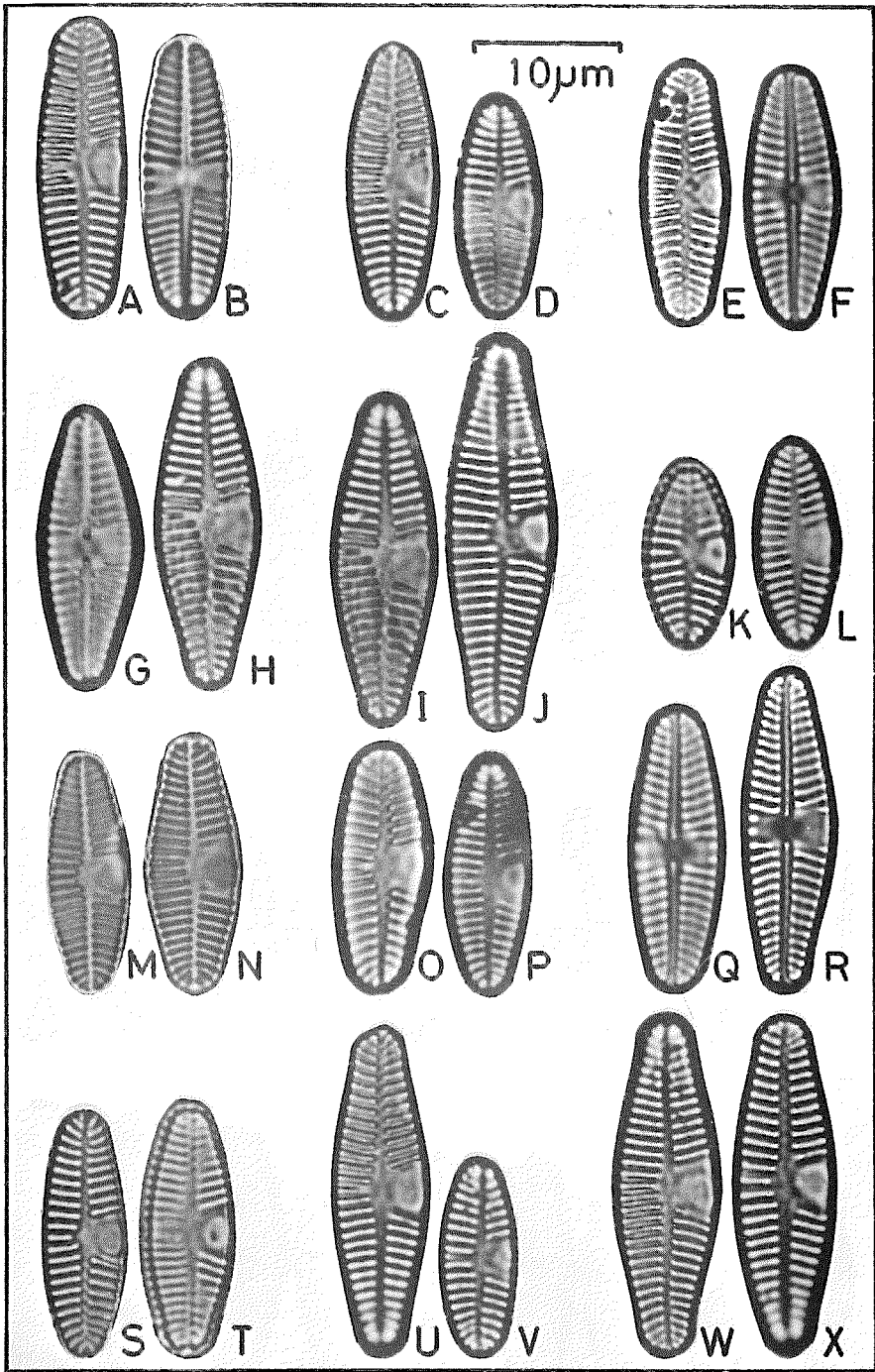


Plate 17

Achnanthes lanceolata

- A · B : ケイ殻の両側縁 平行
- C · D : " 湾出
- E · F : " 中央部膨出
- G · H : 截頭状垂菱形 両端部突出しない
- I · J : " 両端部弱く突出
- K · L : 外形 楕円形

- M · N : 偽背線 狭い線状
- O · P : " 狭い披針形
- Q · R : 軸域 狭い線状
- S · T · W · X : 馬蹄形に光を屈折する部分と対称の横条線 急に短かくなる
- U · V : " 1本が急に短かくなる

3. *Cymbella sinuata* Gregory 1856

この種については多摩川の支川にあたる平井川末端に近い多西橋付近と秋川の東秋川橋付近の2ヶ所より採集したものである。

平井川は1982年12月と1983年3月の2回、秋川では1982年12月に採集し、どちらも冷水季である。採集時の環境要因はTab.3-1に示す通りである。

Tab.3-1 採集時の環境要因

地点	項目	気温 ℃	水温 ℃	pH	RpH	DO mg/ℓ	BOD mg/ℓ	COD mg/ℓ
平井川 多西橋		14	12	7.8	7.8	1.0	0.6	1.0
		10	10.5	7.7	7.8	11.7	2.7	1.6
秋川 東秋川橋		11	9.5	8.0	8.0	8.9	0.5	0.8

今回観察に用いたのは495個体(平井川12月), 180個体(平井川3月), 280個体(秋川12月)である。しかし今回示した顕微鏡写真は、1982年12月平井川よりえたものである。

3-1 ケイ殻の形態

図版に示している顕微鏡写真はいずれも平井川の12月の試料である。

この種も形態変異の大きいケイ藻で、pl.18 fig. A~Lはケイ殻が楕円形に近いもので、小形の個体に多くみられる。pl.18 fig. M~Xは腹縁がほぼ真直に近いものであるのに対し、pl.18 fig. Y~tは腹縁の湾出しているものである。pl.18 fig. Y~hは腹縁が湾出しているとともに両端部も突出しているが、pl.18 fig. i~tは両端が突出していない。pl.18 fig. u~g'の腹縁は真直または湾入する個体で、これらの個体の背線はケイ殻の中央部より腹縁よりに位置している。これに対し、pl.18 fig. h'~r'のように背線がほぼ中央よりにある個体もみられ、このような個体は両側縁の湾出した楕円形の個体に多くみられる。

pl.19 fig. A~Kまでは上端と下端の形の異なる *Gomphocymbella* 型をしたものである。

軸域は狭い線状(pl.19 fig. o~w)から狭い披針形(pl.2 fig. L~N)である。

横条線は放射状で主として背縁の角度の大きいもの(pl.19 fig. X~i)から、弱くほぼ平行なもの(pl.19 fig. j~u)までである。同様に腹側の中央部横条線も角度の大きいもの(pl.19 fig. v~f')から弱いもの(pl.19 fig. g'~r')まで多様にみられる。また背側の中央部横条線に注目すると中央の1本だけが急に短くなっており、そのとなりの2本が平行に近いもの(pl.20 fig. A~L)や、収れんしているもの(pl.20 fig. M~X)、さらに放射状になっているもの(pl.20 fig. Y~j)がみられる。今回の資料中にはほぼ平行な個体が多くみられた。

pl.20 fig. k~mの3個体はケイ殻の大きさが他より著しく大きいもので増大胞子の初生殻とおもわれる。

3-2 ケイ殻の測定値

ケイ殻長は3試料ともほぼ似た値を示しており、 $8.0\ \mu\text{m} \sim 26.5\ \mu\text{m}$ の範囲内である。平井川より秋川がやや大きい、モードは $10 \sim 12\ \mu\text{m}$ のところにあり。平井川12月の試料中にだけ $22\ \mu\text{m}$ 以上の大きな個体がみられるが、これは増大胞子初生殻が混入しているためである。

ケイ殻巾は $3.0 \sim 6.5\ \mu\text{m}$ までで、モードは3試料とも、 $4.0\ \mu\text{m}$ のところにあり。ケイ殻長とケイ殻巾の比率は $1.9 \sim 4.8$ までで3試料とも $2.6 \sim 3.0$ のところにモードをもち一致している(Fig. 3-1)。

$10\ \mu\text{m}$ 中の背側の中央部横条線は $9 \sim 15$ 本までで、モードはいずれも13本のところにあり。先端部横条線は中央部より密で、 $12 \sim 17$ 本までで、平井川は15本、秋川では14本のところにモードがあるが、中央部と先端部横条線の比は 1.2 のところにモードがあり、3試料とも一致している(Fig. 3-2)。

ケイ殻長とケイ殻巾との相関関係は平井川12月の値がもっとも大きく、相関係数 $r = 0.60$ で、次いで秋川 $r = 0.43$ 、平井川3月 $r = 0.38$ で、いずれも正の相関が認められる(Fig. 3-3)。

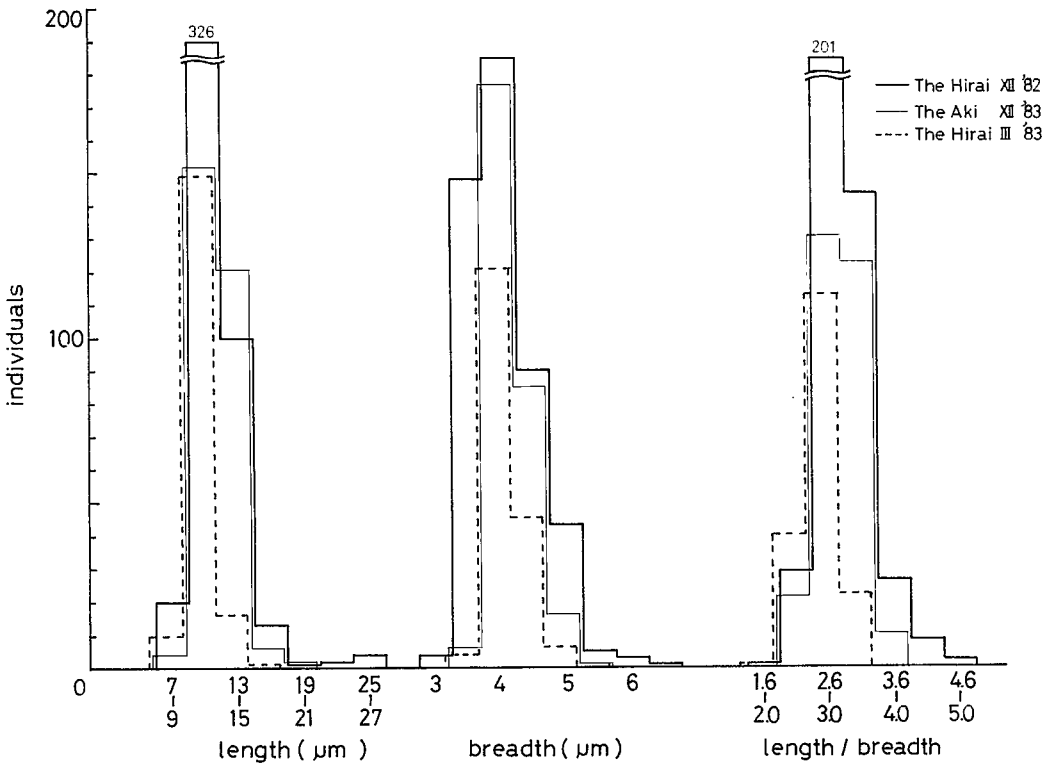


Fig. 3-1 *Cymbella sinuata* Gregory 1856 の測定値 (1)

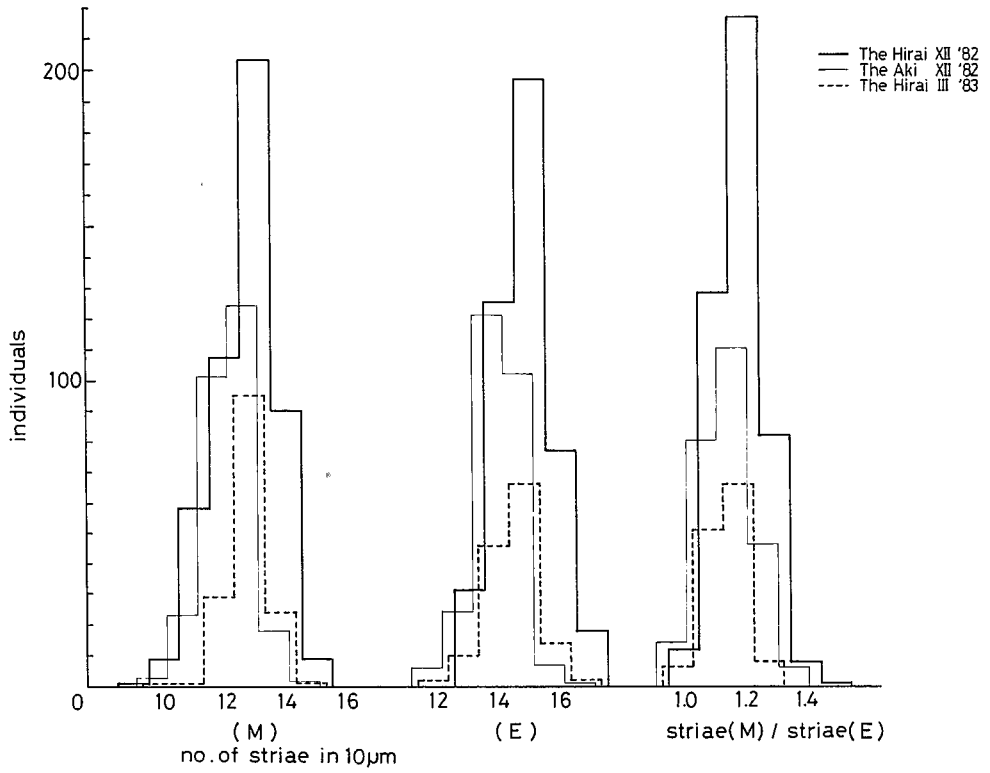


Fig. 3-2 *Cymbella sinuata* Gregory 1856 の測定値 (2)

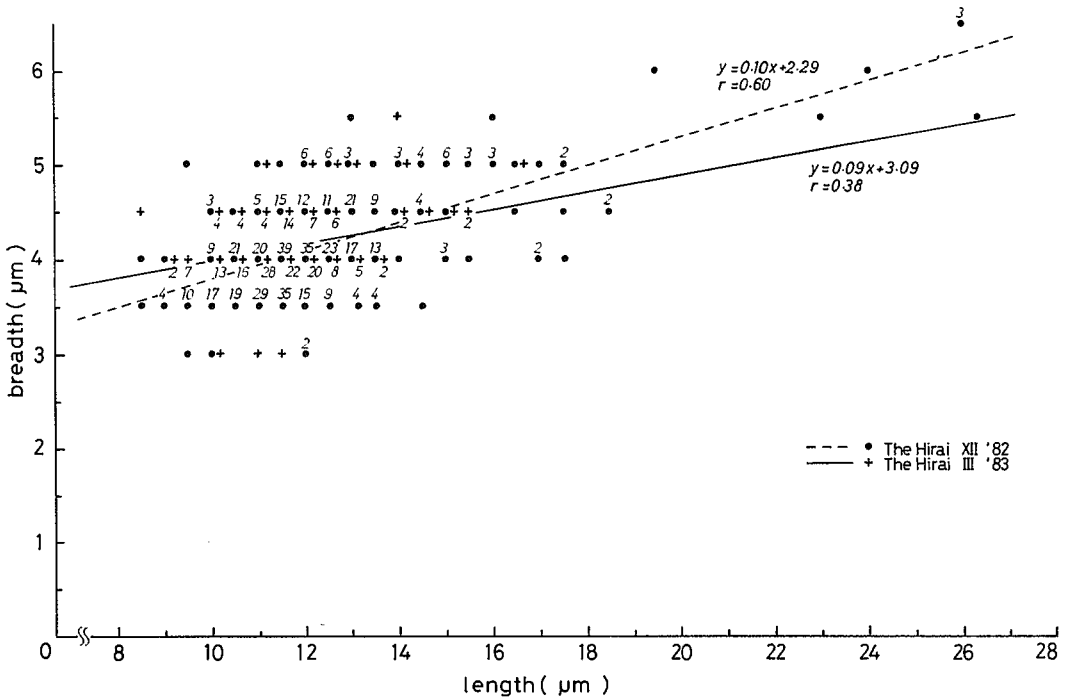


Fig. 3-3 *Cymbella sinuata* Gregory 1856 のケイ殻長とケイ殻巾との相関関係

従来の *Cymbella sinuata* と、今回の試料の測定値を Tab. 3-2 に示すと、日本の個体については Skvortzow (1936・1937), 渡辺 (1971・1974・1981), 造力 (1972) らによって記載されている。その測定値は今回の平井川・秋川の試料とほぼ似た値を示しているが、欧米の記載ではケイ殻長が $40\mu\text{m}$, ケイ殻巾 $9\mu\text{m}$ とかなり大きな個体を観察しており、日本の個体は一般に小形で、 $10\mu\text{m}$ 中の中央部横条線はやや密な傾向を示しているといえる。

諸変種の測定値は Tab. 3-3 に示す通りである。大形のものに *var. fossilis*, 小形のものに *var. ovata* があるが、*var. ovata* を除く諸変種は $10\mu\text{m}$ 中の中央部横条線数が 10 本以下と粗いものが多い。しかし *var. ovata* の測定値は今回の 3 試料の測定値と大変似ている。

Tab.3-2 *Cymbella sinuata* Gregory 1856 の測定値

authors	length (μm)	breadth (μm)	striae (10 μm)	notes
Grunow in Van Heurck 1885	25	5	10	<i>Cymbell abnormis</i>
Cleve 1894	12-26	4-5	9-11	
Mayer 1919			11	
Hustedt 1930	15-40	4-9	9-11	
Skvortzow 1935	15	3.4	12	
Skvortzow 1936	20	5	12	
Skvortzow 1937	13	3.4	12	
Lavrenko 1951	15-40	4-9	9-11	
Cleve-Euler 1955	12-26	4-6	9-11	<i>Cymbella sinuata</i> v. <i>typica</i>
Van der Werff 1960	15-40	4-9	9-11	
Foged 1959	12 24.6	3.5 6.1	15 7-8	
Watanabe 1971	11-19	3.5-5.5	11-15	
Zoriki 1972	12		13-14	
Watanabe 1974	14-21	4-5	9-12	
Patrick et Reimer 1975	11-40	3.5-9	9-14	
Foged 1980	15	4.5	12	
Watanabe 1981	15-40	4-9	11-14	
Hiraigawa XII 1982	8-26.5	3-6.5	9-15	
Hiraigawa III 1983	8.5-16.5	3.5-5.5	10-15	
Akigawa XII 1982	9.5-22	3.5-5.5	10-15	
Omonogawa VIII 1980	8-19	3.5-6	9-16	
Omonogawa XII 1981	8-28	4-6	9-15	

Tab. 3-3 *Cymbella sinuata* Gregory の主な変種の測定値

species	authors	length (μm)	breadth (μm)	striae ($10\mu\text{m}$)
var. <i>antiqua</i>	Cleve 1894	32-33	8	7-10
	Skvortzow 1934	18	6.8	5-6
	Cleve-Euler 1955	22-33	5-8	7-8
	Patrick-Reimer 1975	15-24	5-8	7-11
var. <i>capitata</i>	Cleve-Euler 1955 ※	16.5-20	5-5.5	10
var. <i>fossilis</i>	Cleve 1894	50	10	8-9
	Cleve-Euler 1955	50	10	8-9
var. <i>laticeps</i>	Cleve-Euler 1955	20-28	6-7	7-10
var. <i>ovata</i>	Hustedt 1930	10-12	6	
	Cleve-Euler 1955	10-13	4.5-6	12-14
	Foged 1957	11	4	13-14

※は2,000倍の写真より測定した値

3-3 文献による調査および考察

この種は Gregory によって1856年に記録されたもので、その原図(pl.21 fig. A)はその後の Van Heurck 1880(pl.21 fig. B)など多くの研究者の示している形態とやや異なっている。Gregory の原図は外形が半月形をしているところは *Cymbella* の特徴を示しているが、腹縁中央部の横条線は欠けておらず、両端部は嘴状に背側の方向に強く突出している。

Hustedt (1913) は Atlas の中で多くの形態の変異を図示し、さらに他の研究者もケイ殻長の大きな個体と小さな個体の両方を図示している。今回の試料中にはこれらの小さな個体だけが観察されたが、Gregory の示すような腹縁横条線の欠けていない個体は観察できなかった。pl.23 に示すように、この種にはいくつかの変種が記載されており、従来の記載をもとに *Cymbella sinuata* について検索表を Fig. 3-4 のようにまとめると7つに区分される。

しかし、今回の観察した個体群中には色々な形態変異がみられ、上記のような変種に近い個体も観察された。pl.24 fig. A・B は増大胞子初生殻で、細胞分裂を繰り返していくと、ケイ殻は小形化し var. *ovata* 型に似た形になる。pl.24 fig. C・D は両端が頭部状に突出し、先端が広円形であるため、var. *antiqua* に類似しているが、小形化していくと、pl.24 fig. O~Q のように両側縁が平行になり、var. *laticeps* 型に近いものと、あるいは pl.24 fig. R-T のように両側縁が湾出し、楕円形になり、var. *ovata* 型の2つの形がみられる。var. *ovata* は基本種と形態の変化が小さいことから Hustedt (1930) のように forma *ovata* にする考えもあるが、その形態は連続することから、むしろ

基本種の Synonym にする方がよいと考えられる。

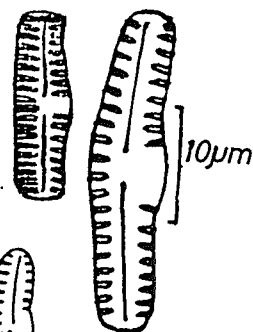
pl. 24 fig. K のように嘴状に突出しているものは var. *fossilis*, pl. 24 fig. L のように頭部状のものは var. *capitata* に類似しているが、それぞれ典型的な個体が観察できなかったため、今回それらとの関係については論議を控える。

Fig. 3-4 *Cymbella sinuata* の検索表

I ケイ殻の先端は普通突出しない

1 両側縁はほぼ平行

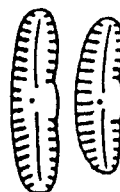
v. *laticeps* Cleve-Euler 1922



2 両側縁は平行でない

i) 小型で外形はじん蔵形

v. *reniformis* Negoro 1969



ii) その他の形

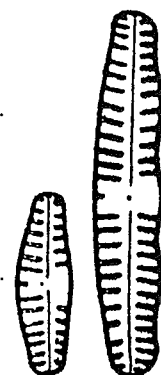
A 外形は楕円形

v. *ovata* Hustedt 1922



B その他の形

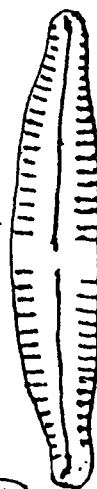
v. *sinuata* Gregory 1856



II ケイ殻の先端は突出する

1 先端はくちばし状突出

v. *fossilis* (Pantocsek 1892) Cleve 1894



2 先端は頭部状突出

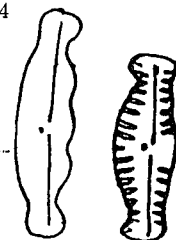
i) 先端部は円形

..... v. *antiqua* (Grun. 1882) Cleve 1894



ii) 先端部は平たい

v. *capitata* Cleve-Euler 1955



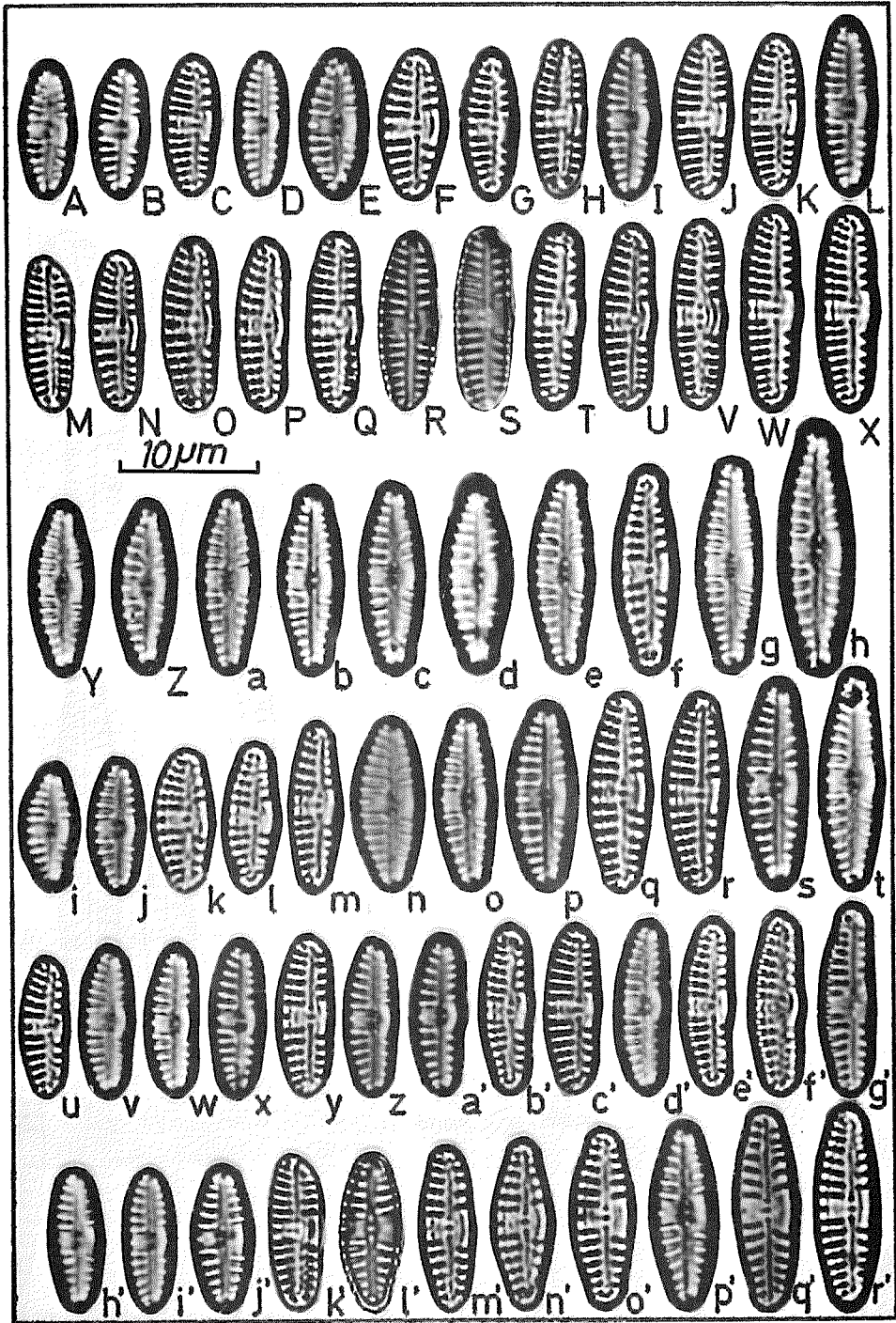


Plate 18

Cymbella sinuata

A - L : 楕円形

M - X : 両側縁平行

Y - h : 先端部突出

i - t : 腹縁膨出

u - g' : 腹縁まっすぐ

h' - r' : 背線ケイ殻の中央

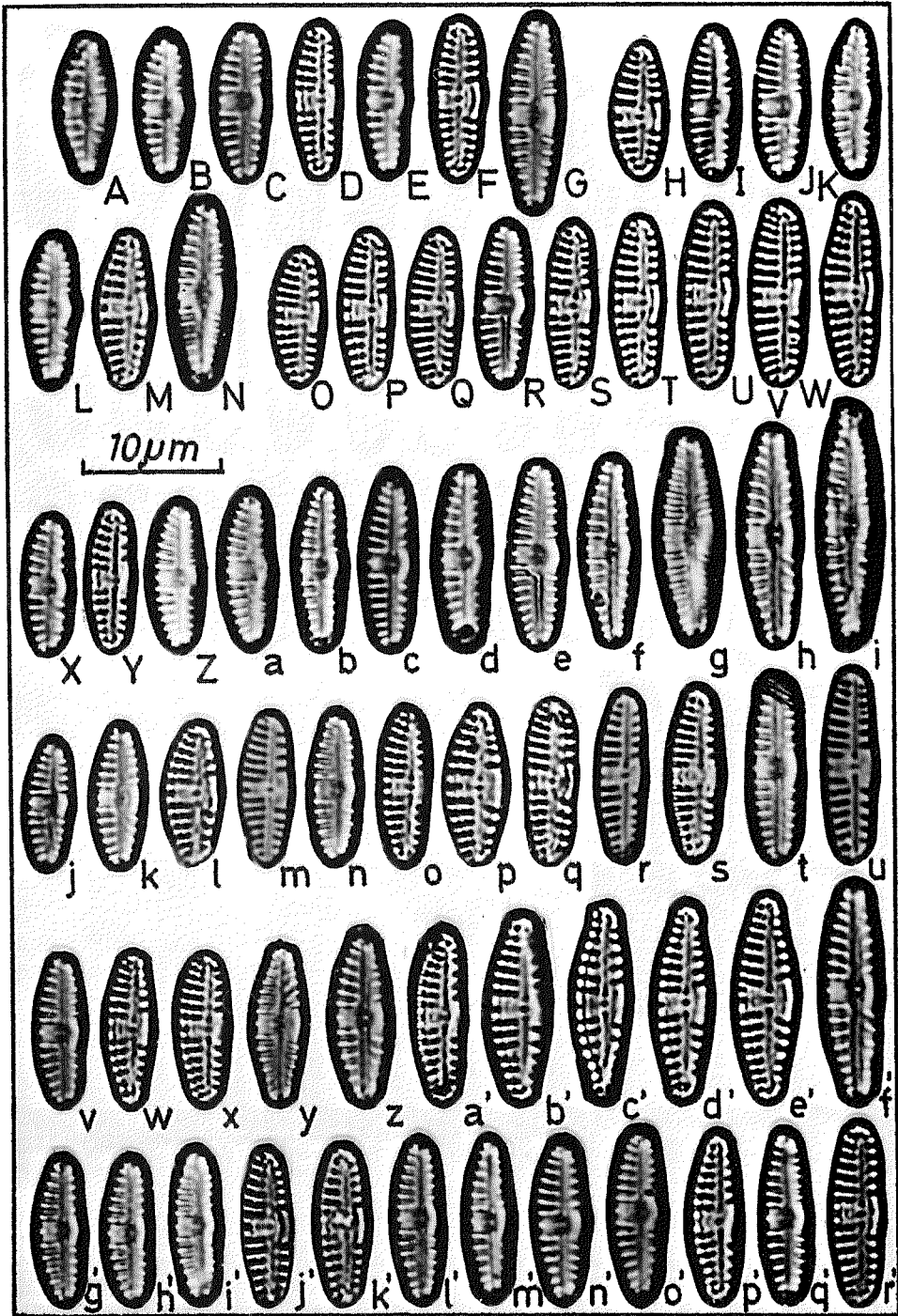


Plate 19

Cymbella sinuata

A - K : Gomphocymbella 型

L - N : 軸域狭い披針形

O - W : 軸域狭い線状

X - i : 背側の横条線の角度 大

j - u : 背側の横条線の角度 小

v - f' : 腹側横条線の角度 大

g' - r' : 腹側横条線の角度 小

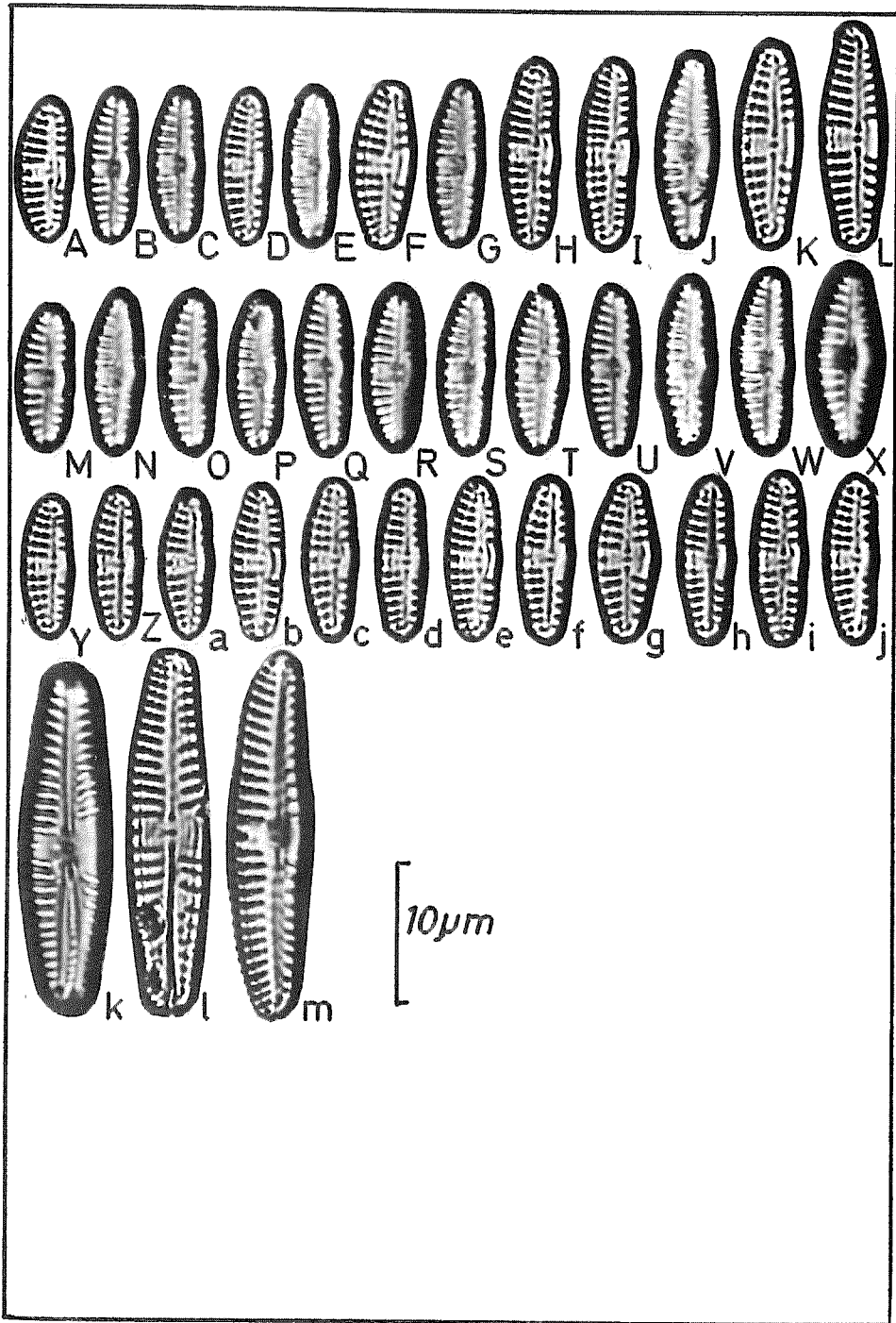





Plate 20

Cymbella sinuata

A - j : 背側中央部横条線の配列状態

A - L : 

M - X : 

Y - j : 

k - m : 増大胞子殻

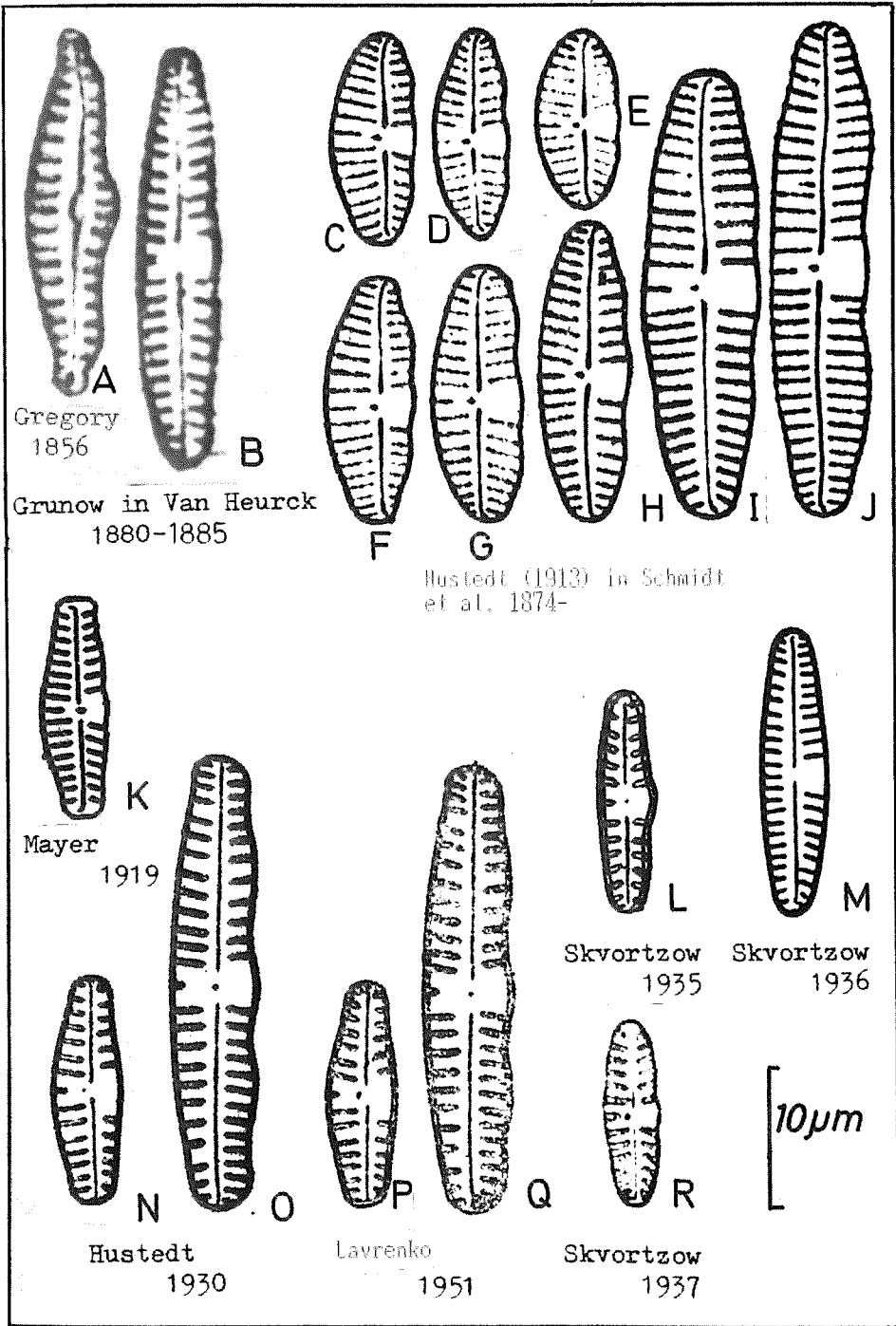


Plate 21

Cymbella sinuata Gregory 1856

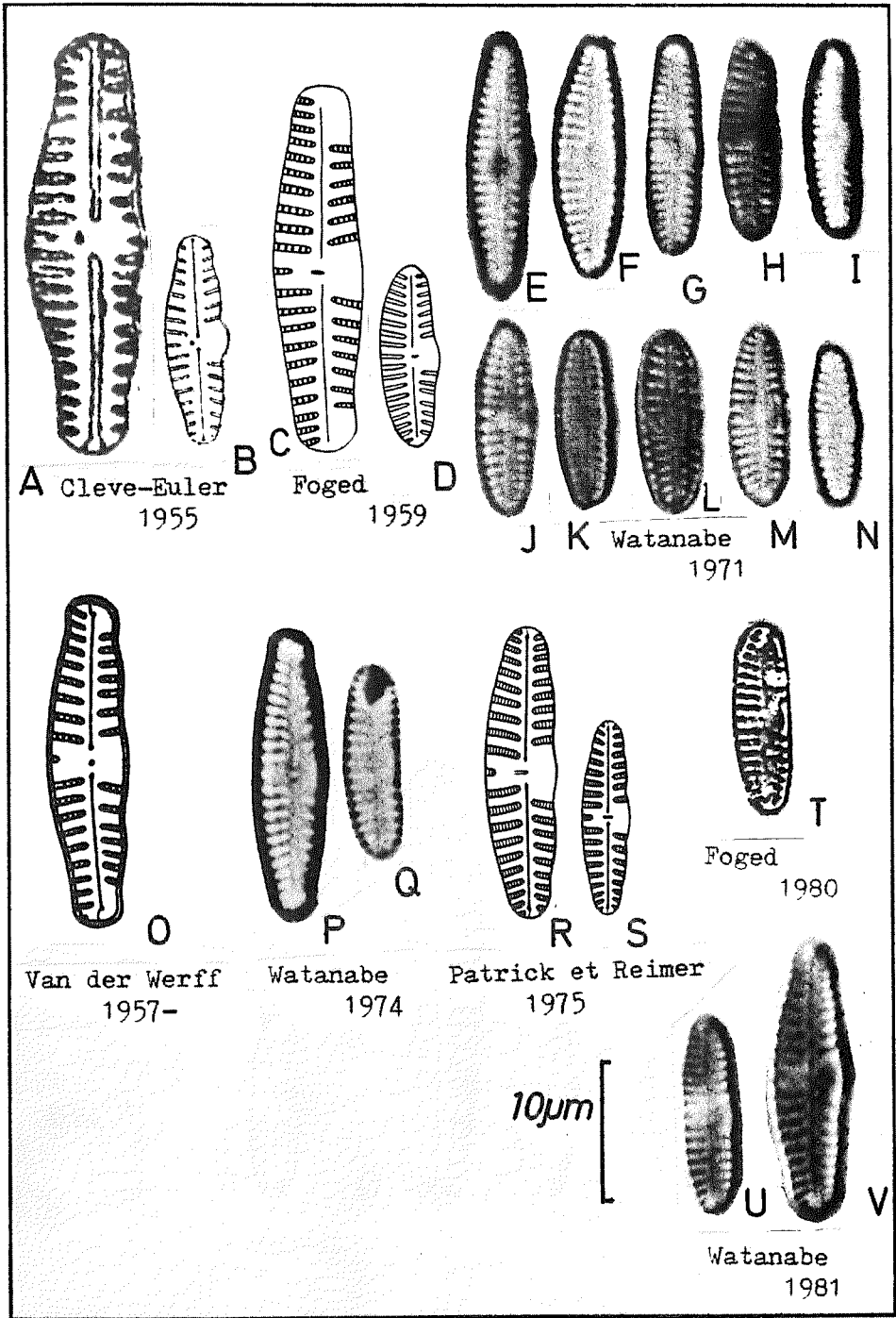


Plate 22

Cymbella sinuata Gregory 1856

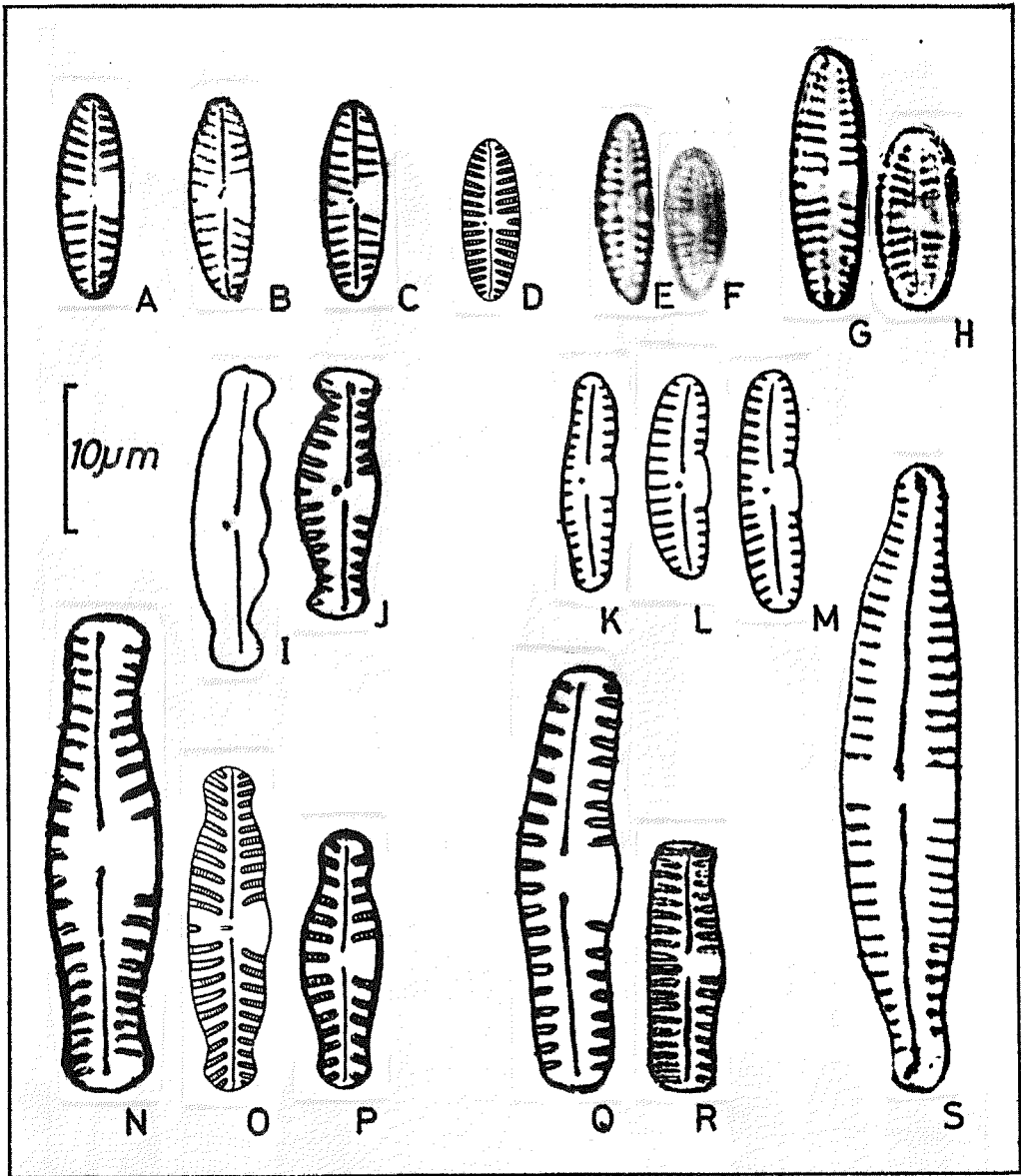


Plate 23

Cymbella sinuata var. *ovata* Hustedt 1922

- A : Hustedt(1930) Fig.688 c (f. *ovata*)
- B : Lavrenko(1951) fig.278,3
- C : Cleve-Euler(1955) fig.1203 k
- D : Foged(1957) pl.9 fig.2
- E·F: Watanabe(1971) pl.6 fig.41 a, b
- G·H: Foged(1980) fig.17, 19

Cymbella sinuata var. *capitata*

Cleve-Euler 1955

- I·J: Cleve-Euler(1955) fig.1203 f, g

Cymbella sinuata var. *reniformis* Negoro

1969

K·L·M: Negoro(1969) fig.13-15

Cymbella sinuata var. *antiqua* (Grun.)

Cleve 1894

- N : Cleve-Euler(1955) fig.1203 c
- O : Patrick·Reimer(1975) pl.9 fig.5 a
- P : Skvortzow(1936) pl.9 fig.17

Cymbella sinuata var. *laticeps* Cleve-Euler
in Backman et Cleve-Euler 1922

- Q·R : Cleve-Euler(1955) fig.1203 d, e

Cymbella sinuata var. *fossilis* (Pantocseck)

Cleve 1894

- S : Cleve-Euler(1955) fig.1203 h

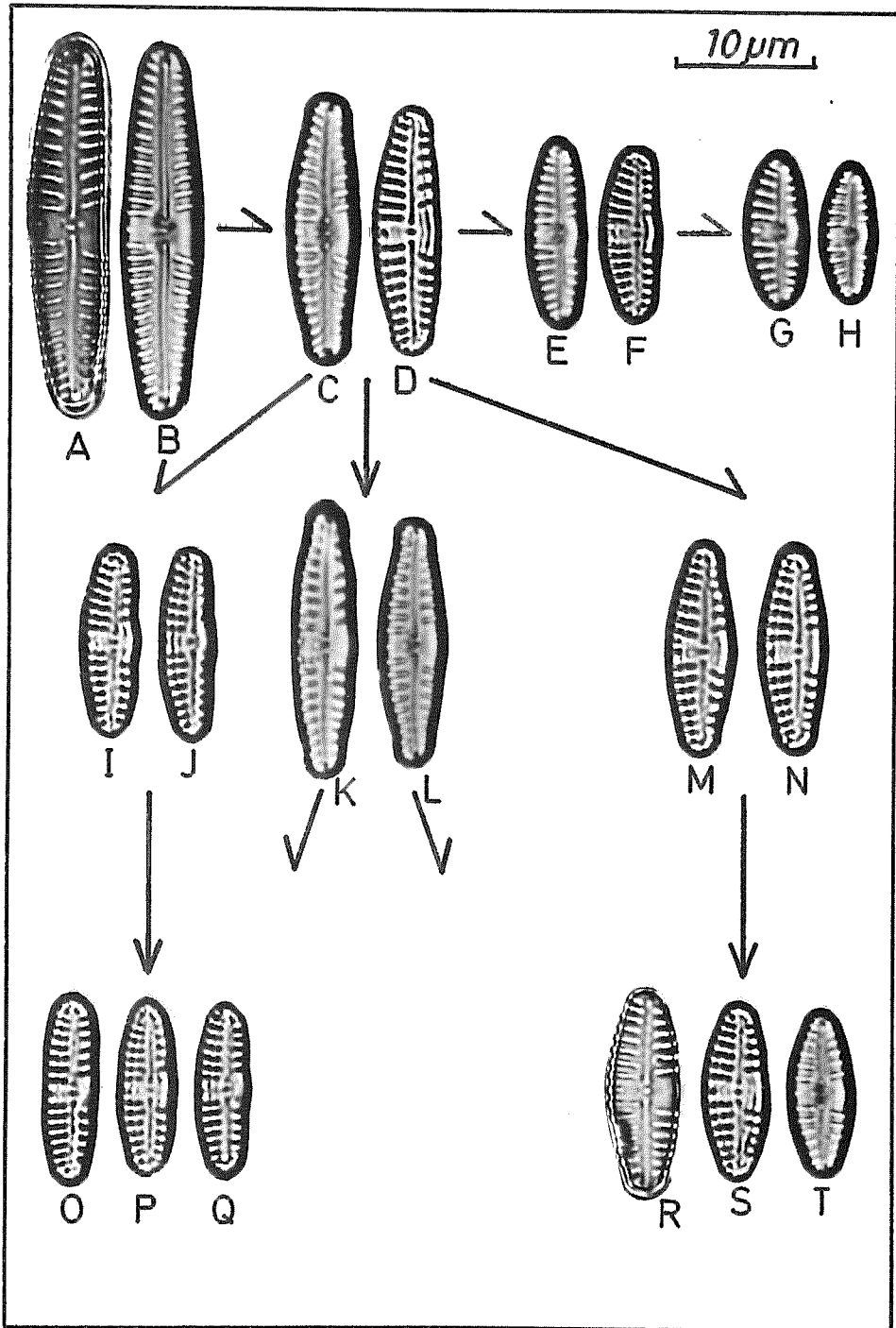


Plate 24

Cymbella sinuata

4. *Cymbella ventricosa* Agardh 1930

この試料は多摩川の支川平井川の末端に近い多西橋より採集したものである。この種は陸水に広く分布し形態変異も大きく、20を越す変品種が知られている。この群落中にはこの種の他に *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla* が高い出現率で優占している。

採集時の環境要因はTab.4-1に示す通りである。今回は290個体について観察を行った。

Tab.4-1 調査地点の環境要因

項目 地点	気温	水温	pH	RpH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l
平井川 多西橋	10.0	10.5	7.7	7.8	11.7	2.7	1.6

4-1 ケイ殻の形態

今回観察した試料には、ケイ殻の大きさで大形種(pl.25~27)と小形種(pl.28)に区別されるが、それぞれの形質は類似したものである。

大形種の形態について記すと、ケイ殻は半月形をしその先端は徐々に細くなるが、腹側に曲がらないもの(pl.25 fig.A~G)と先端は嘴状に突出し、しかも腹側に湾曲するもの(pl.25 fig.H~N)とがみられる。背側の湾曲度は強いもの(pl.25 fig.A~N)と弱いもの(pl.25 fig.O~T)があるが、一般に前者は小さい個体に、後者は大きい個体にみられる。また、腹縁は徐々に弱く湾入するもの(pl.26 fig.A~G)、まっすぐなもの(pl.26 fig.O~U)さらに中央部だけが膨らんだもの(pl.26 fig.V~a)など様々な変異がみられる。

背線は一般にまっすぐであるが、くの字状に湾曲しているものがある(pl.27 fig.A~G)。軸域は狭いもの(pl.27 fig.H~N)からやや広いもの(pl.27 fig.O~U)までみられる。

試料中には腹縁が急にくぼんでいる奇型がみられるが、この出現率は数%である(pl.27 fig.V~b)。

小形種も同様であるが、それぞれの形態について記すと次のようである。

両端部の突出しないもの(pl.28 fig.A~E)は一般に小形であるが、両端部が突出するものはやや大形である(pl.28 fig.F~J)。

腹縁も湾入するもの(pl.28 fig.K~O)、まっすぐなものがあり(pl.28 fig.P~T)、さらに腹縁の中央部はまっすぐなもの(pl.28 fig.U~Y)と湾曲しやや膨らんでいる個体がみられる(pl.28 fig.Z~d)。

4-2 ケイ殻の測定値

大形種のケイ殻長は14~39 μm , ケイ殻巾6~10 μm である。小形種のケイ殻長は8.5~21.5 μm , ケイ殻巾4~6.5 μm である。両種のケイ殻巾は6 μm のところ境がみられるが, ケイ殻長とケイ殻巾の比率は1.6~4.0のところをかさなっており, モードも2.6~3.0で一致している (Fig. 4-1)。

さらにケイ殻長とケイ殻巾との相関関係を両種についてみると, 両者間の相関係数は大形種 $r=0.70$, 小形種 $r=0.64$ でほぼ似た値である (Fig. 4-2)。

10 μm 中の横条線数についてはケイ殻長の差が大きいため, 5 μm 間で測定して2を乗じた値である。

中央部横条線は大形種では腹側, 背側とも8~14本である。14本を示す個体は1, 2個体だけである。小形種は腹側14~18本, 背側12~17本で大形種よりやや密になっており点紋も明瞭でない (Fig. 4-3)。大形種と小形種ではほぼ14本のところに境がみられる。

従来の研究者の測定値をTab. 4-2に示し, それらと今回の試料の値を比較すると次のようである。

ケイ殻長, ケイ殻巾については今回観察したような小形種があまり観察されていないようであるが,

10 μm 中の中央部横条線は小形種にみられる密な個体が観察されている。

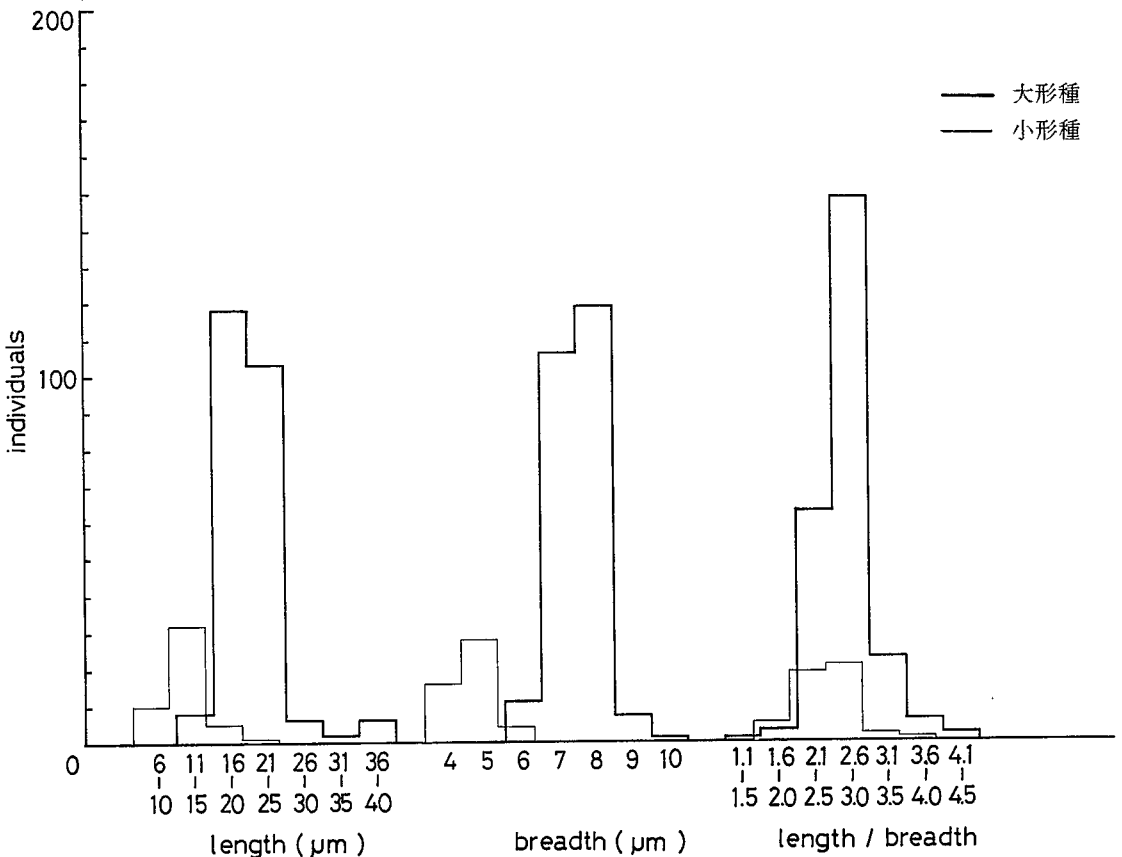


Fig. 4-1 *Cymbella ventricosa* の測定値(1)

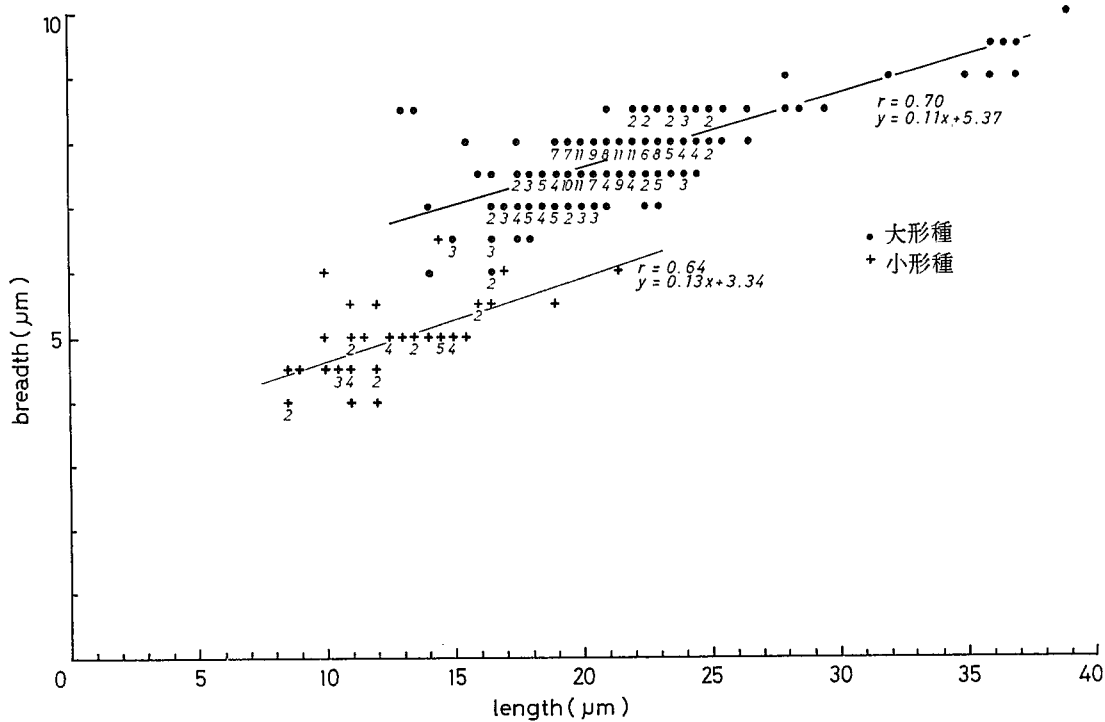


Fig. 4-2 *Cymbella ventricosa* のケイ殻長とケイ殻巾の相関関係

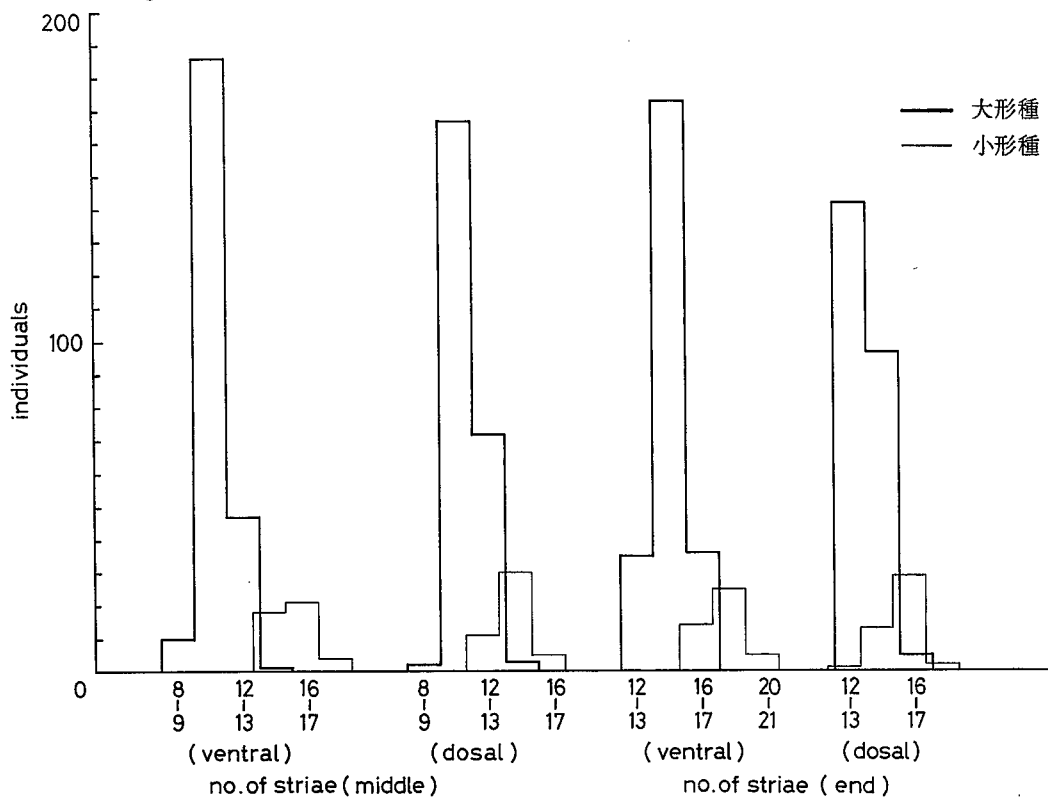


Fig. 4-3 *Cymbella ventricosa* の測定値(2)

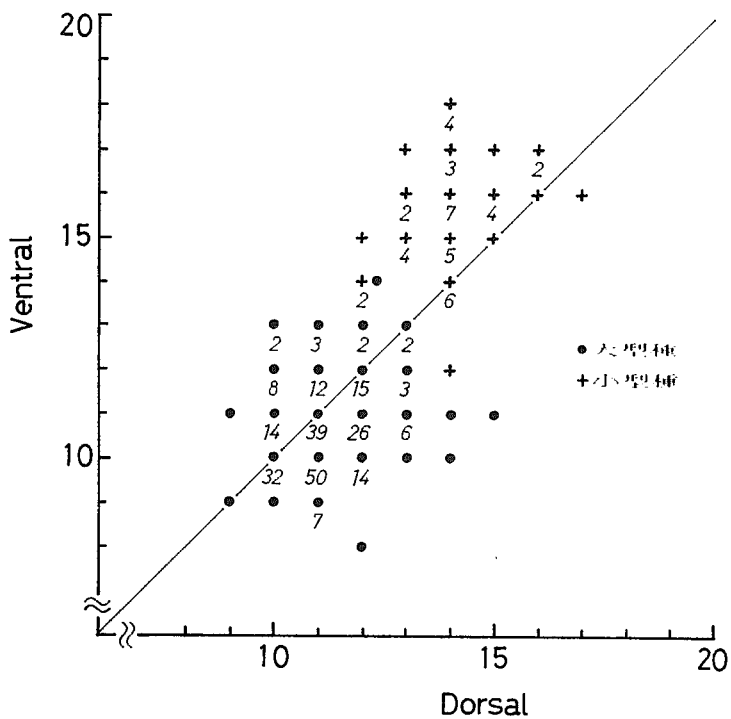


Fig. 4-4 *Cymbella ventricosa*

10 μm 中の中央部横条線の腹側と背側の密度

Tab. 4-2 *Cymbella ventricosa* の測定値

authors	length (μm)	breadth (μm)	striae (10 μm)	notes
Kützing 1849	11			
Rabenhorst 1853	10-20			
W. Smith 1856	15-28	6	12	
Brun 1880	15-25			
Van Heurck 1885	12.5-25			<i>Encyonema ventricosa</i>
Cleve 1894	15-36	7-11		
Schönfeld 1907	15-36	7		
Hustedt 1909	15-36	7-11		
Meister 1912	15-35	7-11		
Boyer 1927	10-36		10-16	
Hustedt 1930	10-40	5-12	12-18	点紋 35
Lavrenko 1951	10-40	5-12	12-18	点紋 35
Guermeur 1954	17-32	7-8	9-12	
Van Landingham 1964	12-25	5-7.5	14	
Patrick Reimer 1975	9-28	4.5-6	14-16	<i>Cymbella mimita</i> 点紋 33-35

4-3 文献による調査結果および考察

この種は初め Agardh (1830) によって *Cymbella ventricosa* と命名されたものであり、以後多くの研究者によって検討されている。

Cleve (1894) は *Cymbella ventricosa* と *Cymbella caespitosa* を区別することができず、それらを1つの種としたり Woohead et Tweed (1960) は *Cymbella lunata* と *Cymbella ventricosa* を結びつけている。

Raeside (1970) は Middlemarch に近い沈殿物中の *Cymbella jordani* の変異の巾は大きく、*Cymbella ventricosa* と *Cymbella turgida* との違いよりもずっと大きいとし、それぞれ中間形で連続していると記している。

さらに Krammer (1981) によって *Cymbella* について検討が行われているが、近年では150年以上も使われてきた *Cymbella ventricosa* よりも *Cymbella minuta* を用いる研究者が増えている。それは Patrick et Reimer (1975) の提案によるものである。その過程は Agardh が *Cymbella ventricosa* としている標本は、Grunow (1880) によって *Cymbella* でなく *Epithemia gibberula* var. であるとしているところから、Patrick が Lund 大学で Agardh の標本を調べたところ *Cymbella* はみあたらず *Rhopalodia* であったと記している。さらにもう一方の標本を調べたところ、Kützing の描写と合致する標本が多くみられた。この *Cymbella ventricosa* Kützing という名は、異物同名であるので *Cymbella minuta* Hilse ex. Rabenforst がよいとしている。

しかし、*Cymbella ventricosa* という種名は異物同名であるが、Hilse ex. Rabenforst (1861~1879) よりも前に Rabenforst (1953) は *Cymbella ventricosa* を記載しており、150年近くも使われてきた種名の *Cymbella ventricosa* を著者らは現時点では用いることにする。

主な研究者の *Cymbella ventricosa* の図を pl. 2 9 にまとめてみると、今回の試料と同様に大形と小形に分けることができる。Tab. 4-2 に示した測定値も Van Heurck (1885) までの古い研究者は $2.8 \mu\text{m}$ 以下を示し、Cleve (1894) 以後は $3.0 \mu\text{m}$ 以上の大きな値も含まれている。

Van Heurck (1880) の図版には、*Encyonema ventricosum* (nl. 30 fig. A~C) として大形の個体とそれよりケイ殻巾の狭いものとして *ventricosum* var. (pl. 30 fig. D~F) さらに小形のもの *ventricosum* var. *minuta* (*Cym. minuta* Hilse) (pl. 30 fig. G~I) を図示しているが、1885年の記載文には pl. 30 fig. G~I を *Encyonema ventricosum* としている。

このように *Cymbella ventricosa* は pl. 2 8 に示すような小形のものであったが、以後大形種 (pl. 2 5~2 7) と形態、測定値など連続するものとして1つの種に扱われてきたものと考えられる。しかし、Geitler (1932) は "*Cymbella ventricosa*" の2変種と題して培養結果を論じている。その中に種名については述べていないが、var. I (小形) と var. II (大形) に分けている。var. I 型のケイ殻長は $7\sim 2.3 \mu\text{m}$ 、中央部横条線 $1.5\sim 1.9$ 本であるのに対し、var. II 型は $1.4\sim 4.8 \mu\text{m}$ 、中央部横条線 $1.2\sim 1.5$ 本と記載している。今回の中央部横条線は1.4本のところに境がみられるが、Geitler

(1932)は15本のところにある。

Patrick et Reimer (1975)はKützingとRabenhorstの標本より観察した図をpl. 30 fig. M~Pに図示した測定値は小形なもので、ケイ殻巾4.5~6 μm 、中央部横条線14~16本を記載している。

これは今回の試料の小形の個体とほぼ一致している。なお大形で横条線の粗いものを var. *silesiaca* (ケイ殻長18~40 μm 、巾7~9 μm 、中央横条線11~13本、先端横条線16、点紋26~28)と区別している。

このように大形と小形ではそれぞれ違う種と考えられ、小形のもの *Cymbella ventricosa* であると同定できる。大型の種については、var. *silesiaca* に類似するが、*Cymbella ventricosa* には20以上の変種が知られているため、他の変種と比較する必要がある。

色々な変種についてまとめたものがpl. 31~32であり、それぞれ検索表にするとFig. 4-3のようになる。今回の大形種は、Patrick et Reimer (1975)の図示している var. *silesiaca* の形態にもっとも類似していると考えられる。

なお今回の試料中に var. *acuminata* 型 (pl. 25 fig. A~G), var. *auerswardii* 型 (pl. 25 fig. I·J·L·M·N), var. *arcuata* 型 (pl. 27 fig. A~G) などがみられたが、いずれも典型的な形態を示すものではなかった。

しかし、前記したように、この大形種と小形種の形態と測定値にはわずかではあるが、それぞれの間形がみられるため、大形の個体は基本種の変種ではなく、品種位にとどめておく方がよいと考えられる。

Fig. 4-3 *Cymbella ventricosa* の検索表

- I ケイ殻長はいちじるしく大きい ($136\mu\text{m}$) …… var. *major* Skv
- II ケイ殻長はそれ程大きくない
 - I) 背線はくの字に強く湾曲 …… var. *arcuata* Skv.
 - II) 背線はほとんど湾曲せず
 - (I) 横条線は大変密である ($24 \sim 26 / 10\mu$) …… var. *niupanensis* Foged
 - (II) 横条線は密でない (20 以下)
 - 1 腹縁は明瞭に3回波うって湾曲 …… var. *hankensis* Skv. et Mayer
 - 2 腹縁は明瞭に3回波うって湾曲しない
 - 1) 両端は殆んど突出しない
 - (1) 背線は中央部に近くなっている …… var. *obtusata* Grun.
 - (2) 背線は中央部に近くない
 - A 横条線は粗 $10\mu\text{m}$ 中 11 本以下
 - A) 横条線は $10\mu\text{m}$ 中 $5 \sim 8$ 本
 - (A) 点列明瞭 …… var. *splendens* Cleve - Euler
 - (B) 点列不明瞭 …… var. *groenlandica* Foged
 - B) 横条線は $10\mu\text{m}$ 中 $7 \sim 11$ 本
 - (A) 点は粗い ($10\mu\text{m}$ 間に約 22) …… var. *pseudogracilis* (Choln.) Reimer
 - (B) それより密 …… var. *paucistriata* (Cleve - Euler) Cleve - Euler
 - B 横条線は密で $10\mu\text{m}$ 間に 10 本以下
 - A) ケイ殻長は巾の $2 \sim 3$ 倍でずんぐり型 …… var. *ovata* Cleve
 - B) ずんぐり型でない …… var. *ventricosa* Agardh
 - 2) 両端は突出する
 - (1) 頭部状突出
 - A 条線数は $10\mu\text{m}$ 中に $11 \sim 13$ 本 …… f. *latens* (Krasske) Reimer
 - B 条線数は $10\mu\text{m}$ 中に $7 \sim 11$ 本 …… var. *semicircularis* (Lagerst.) Öestrup
 - (2) 嘴状突出
 - A 腹縁の中央が湾入 …… var. *excavata* (Cleve - Euler) Clève - Euler
 - B 腹縁の中央が湾入しない
 - A) 先端が細く尖円状
 - (A) 先端は腹側に湾曲する …… var. *lunata* (W. Smith) Weedh. et Tweed
 - (B) 先端は湾曲しない …… var. *acuminata* (Cleve - Euler) Cleve - Euler
 - B) 先端が広円状
 - (A) ケイ殻が巾広く $10\mu\text{m}$ 以上 …… var. *auerswaldii* (Rabenh.) Meist.
 - (B) ケイ殻が巾狭く $10\mu\text{m}$ 以下
 - a 点紋が密 ($10\mu\text{m}$ 間に $33 \sim 55$)
 - …… var. *minuta* (Hilse in Rabenh.) Cleve - Euler
 - b 点紋が粗 ($10\mu\text{m}$ 間に $26 \sim 28$), 背側の中央遊離点が明瞭
 - …… var. *silesiaca* (Bleisch in Rabenh.) Cleve - Euler

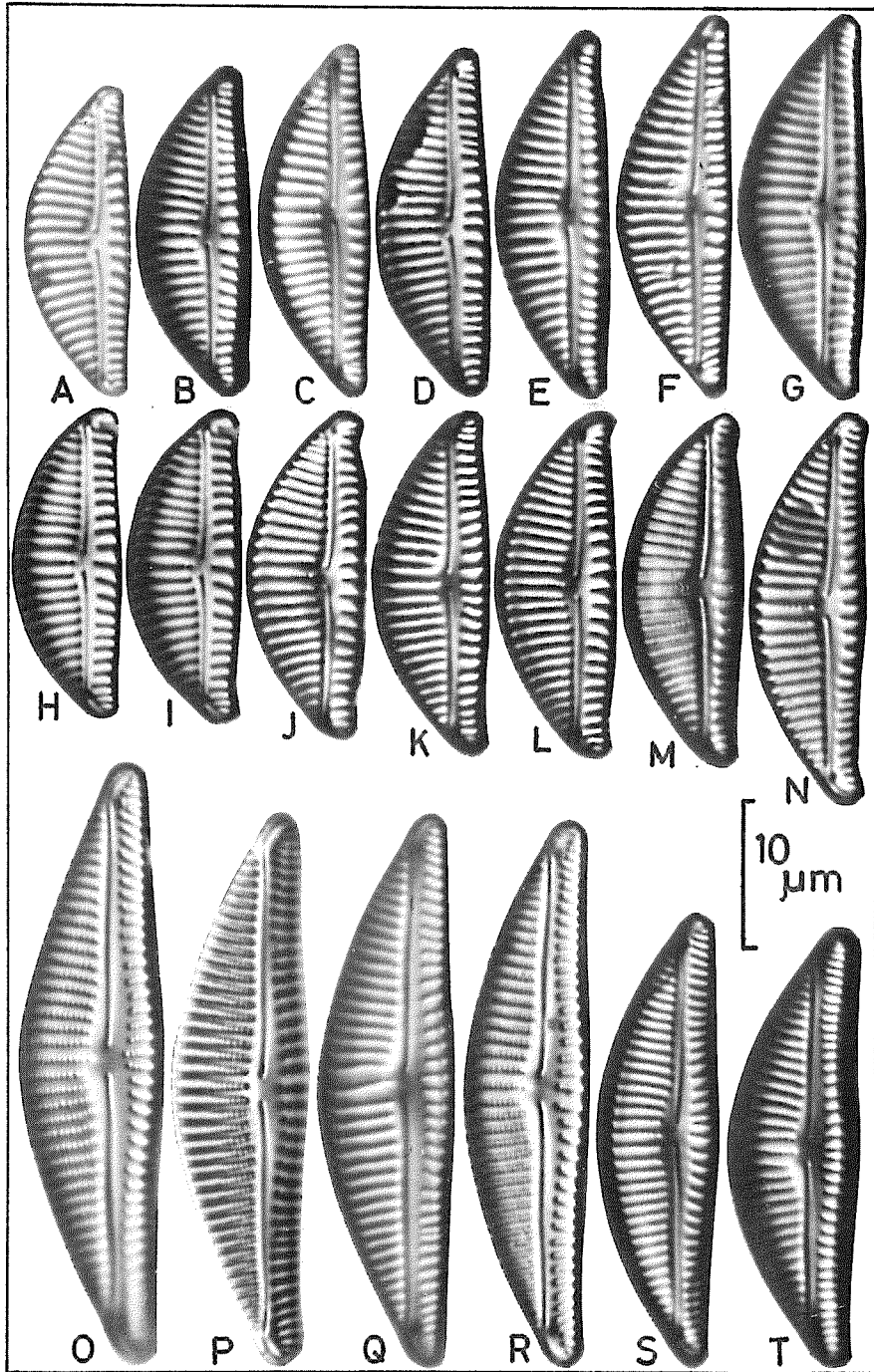


Plate 25

Cymbella ventricosa

A-G: 先端部の突出徐徐に細くなる

H-N: 先端部の突出腹側に湾曲

O-P: ケイ殻大形, 背側の湾曲度小さい

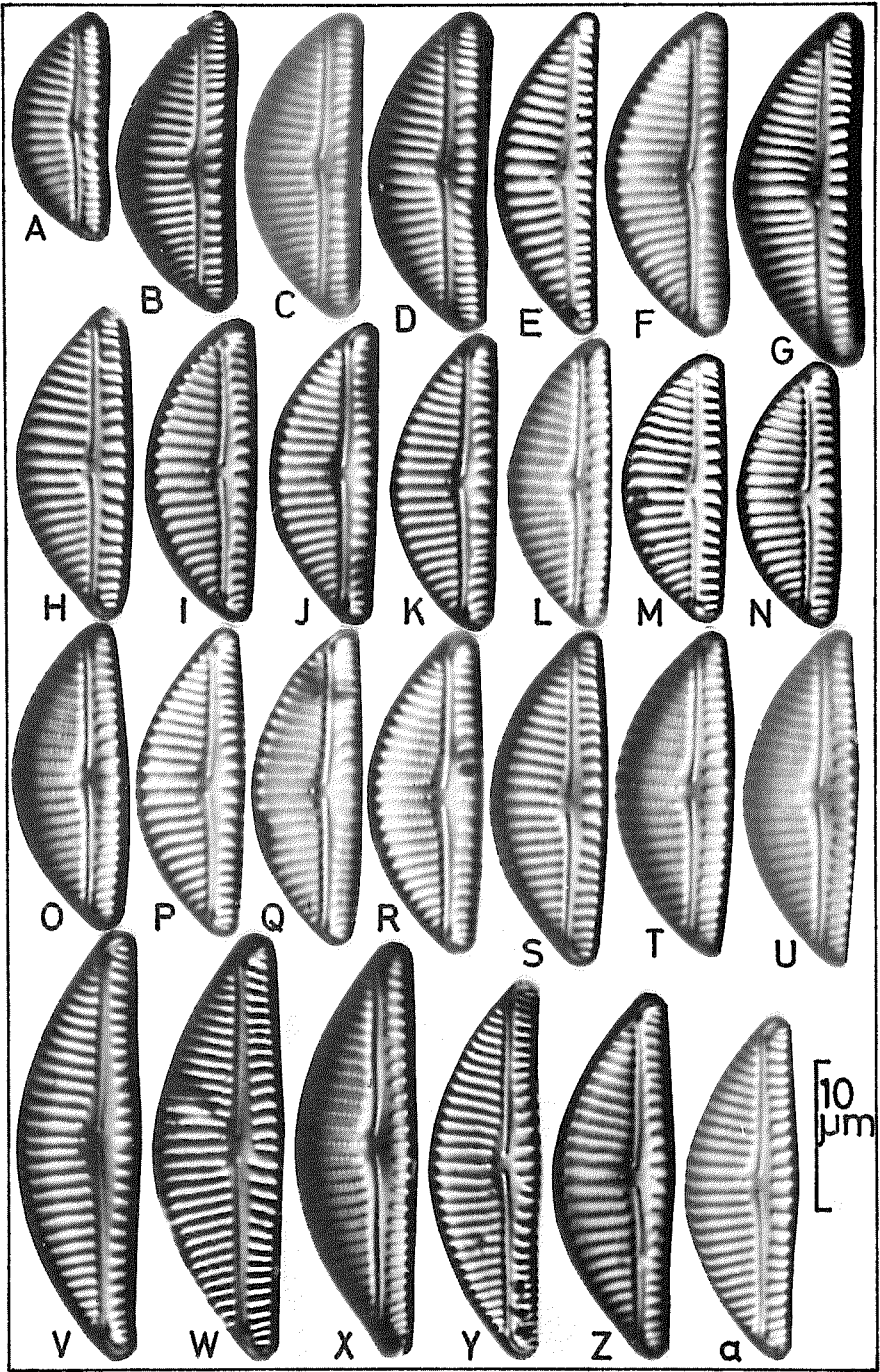


Plate 26

Cymbella ventricosa

- A-G : 腹縁が湾入
- H-N : 腹縁がまっすぐ
- O-u : 腹縁が徐々に湾出
- V-a : 中央部だけ湾出

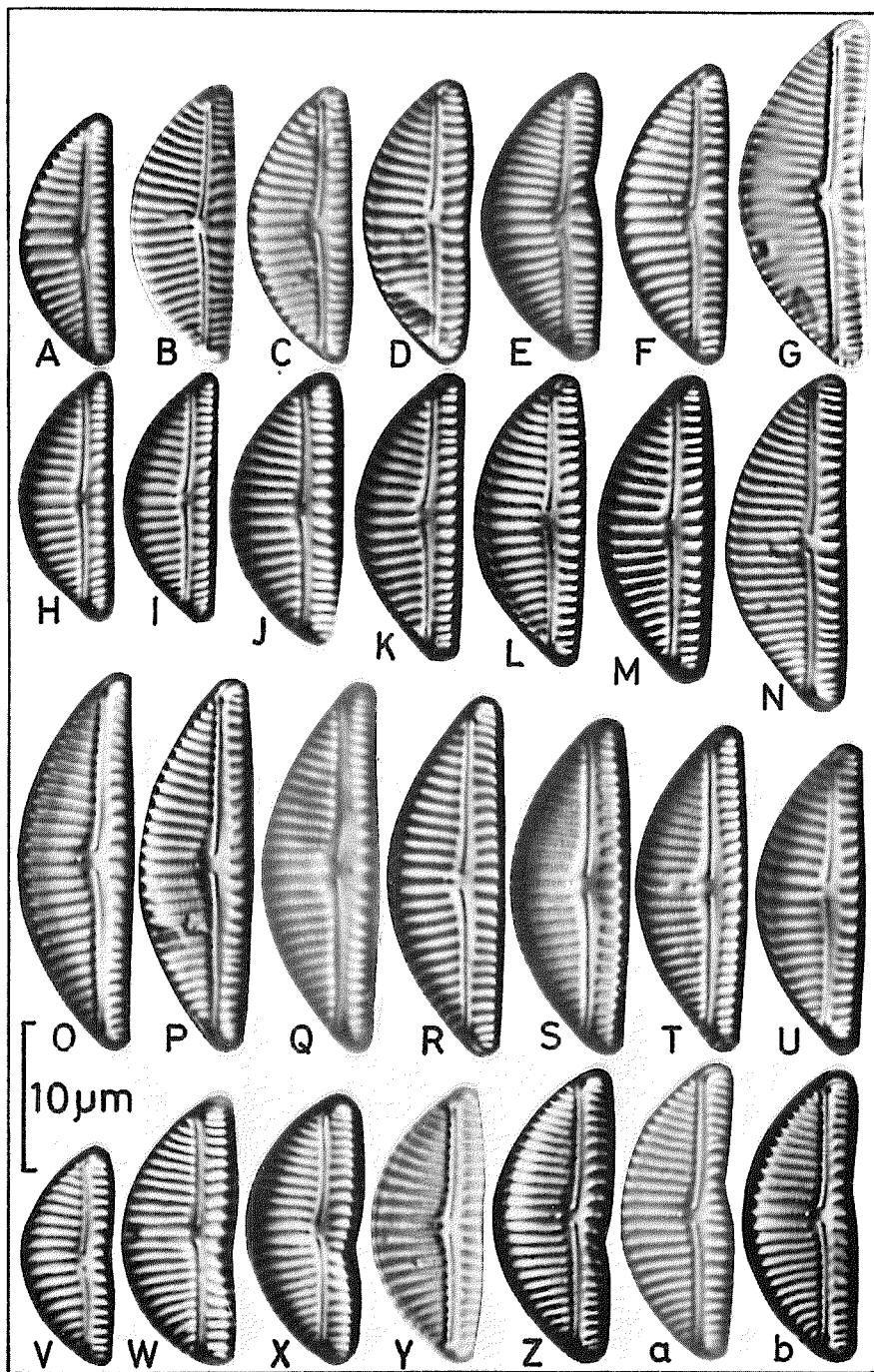


Plate 27

Cymbella ventricosa

A-G: 背線がく字状に湾曲

H-N: 軸域狭い

O-U: 軸域広い

V-b: 奇形, 腹縁くぼむ

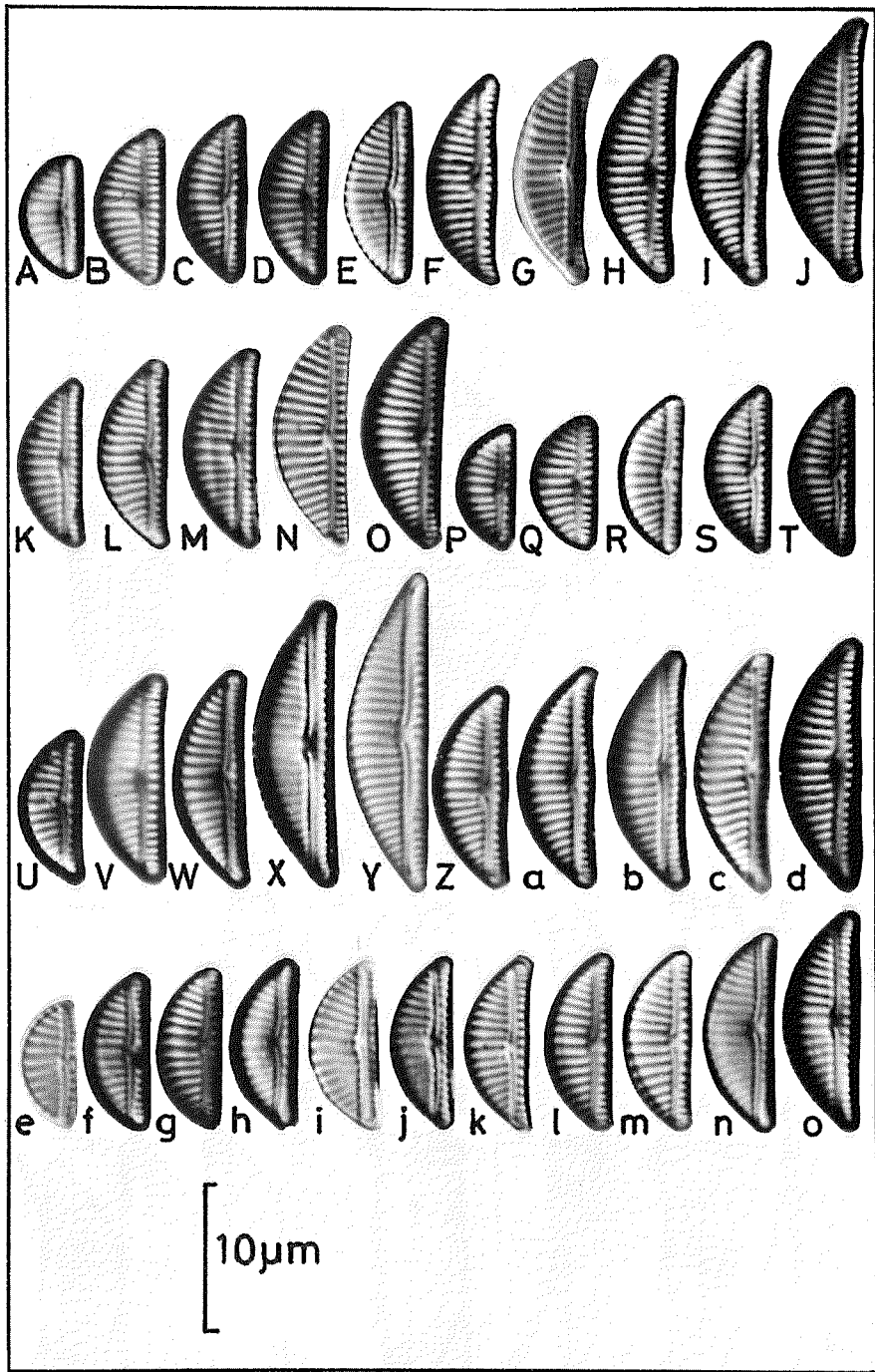


Plate 28

Cymbella ventricosa

A-E : 両端部突出しない
 F-J : 両端部突出する
 K-O : 腹縁湾入する

P-T : 腹縁まっすぐ
 U-Y : 腹縁の中央部まっすぐ
 Z-d : 腹縁の中央部湾出

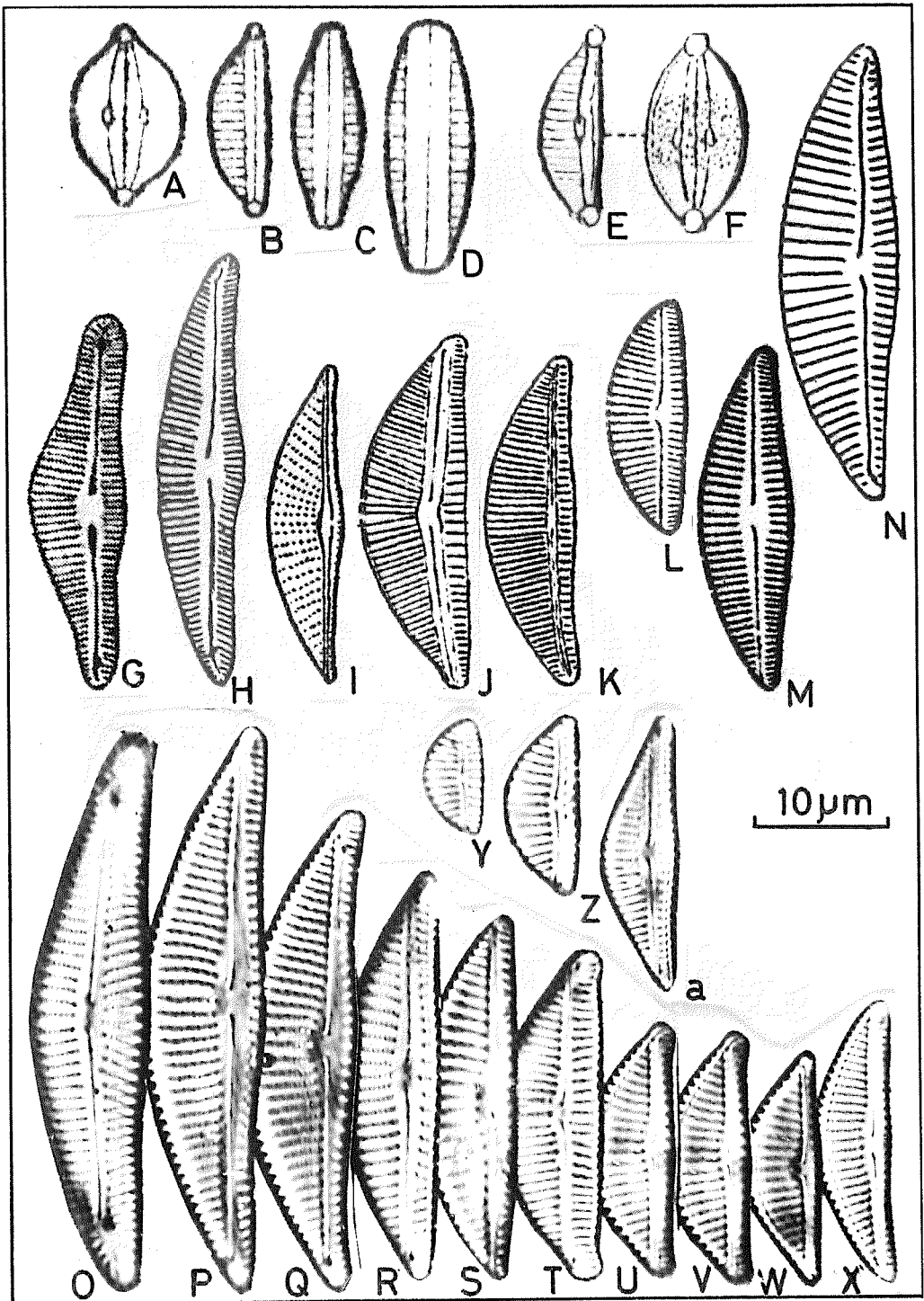


Plate 29

Cymbella ventricosa

A-D: Rabenhorst (1853) pl. 7 fig. 9

E-F: Brun (1880) pl. 4 fig. 4

G : Schönfeldt (1907) pl. 10 fig. 144

H : Hustedt (1909) pl. 7 fig. 12

I-K: Boyer (1927) pl. 18 fig. 14, 22
pl. 38 fig. 16

L-M: Hustedt (1930) fig. 661

N : Cleve-Euler (1953) fig. 1177b

O-a: Germain (1981) pl. 107

fig. 11-22

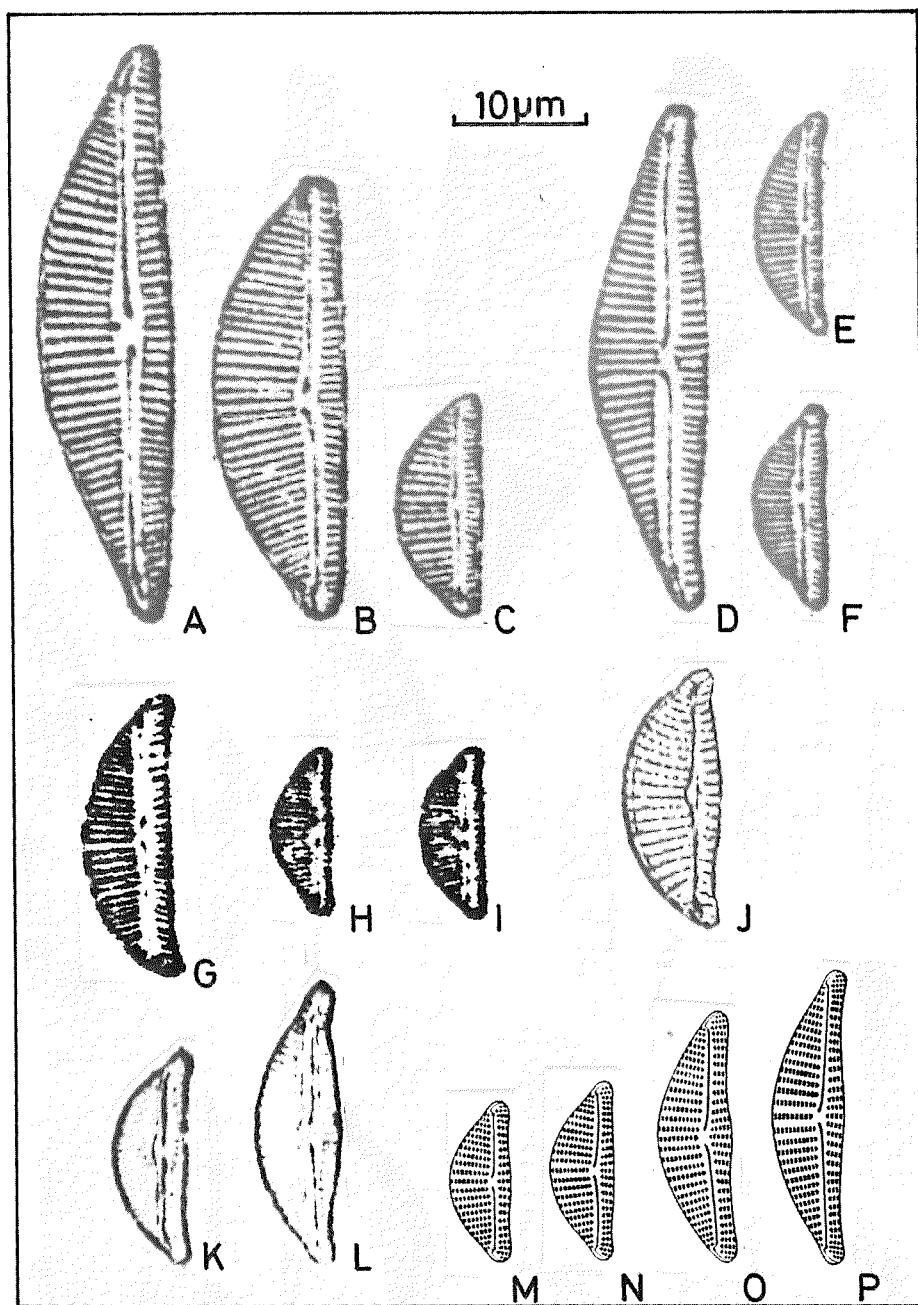


Plate 3 0

Cymbella ventricosa

A-C: Van Heurck (1880) pl. 3 fig. 15
(*Encyonema ventricosum* Kützing)

D-F: Van Heurck (1880) pl. 3 fig. 16
(*Encyonema ventricosum* forma)

G-I: Van Heurck (1880) pl. 3 fig. 17
(*Encyonema ventricosum* forma
minuta)

J: Grunow in Schmidt et al. (1875)
pl. 10 fig. 59
(*Encyonema ventricosum*)

K-L: Schmidt in Schmidt et al. (1881)
pl. 70 fig. 30, 31
(*Encyonema ventricosum* var.
minuta)

M-P: Patrick et Reimer (1975)
pl. 8 fig. 1-4
(*Cymbella minuta* Hilse ex
Rabenhorst)

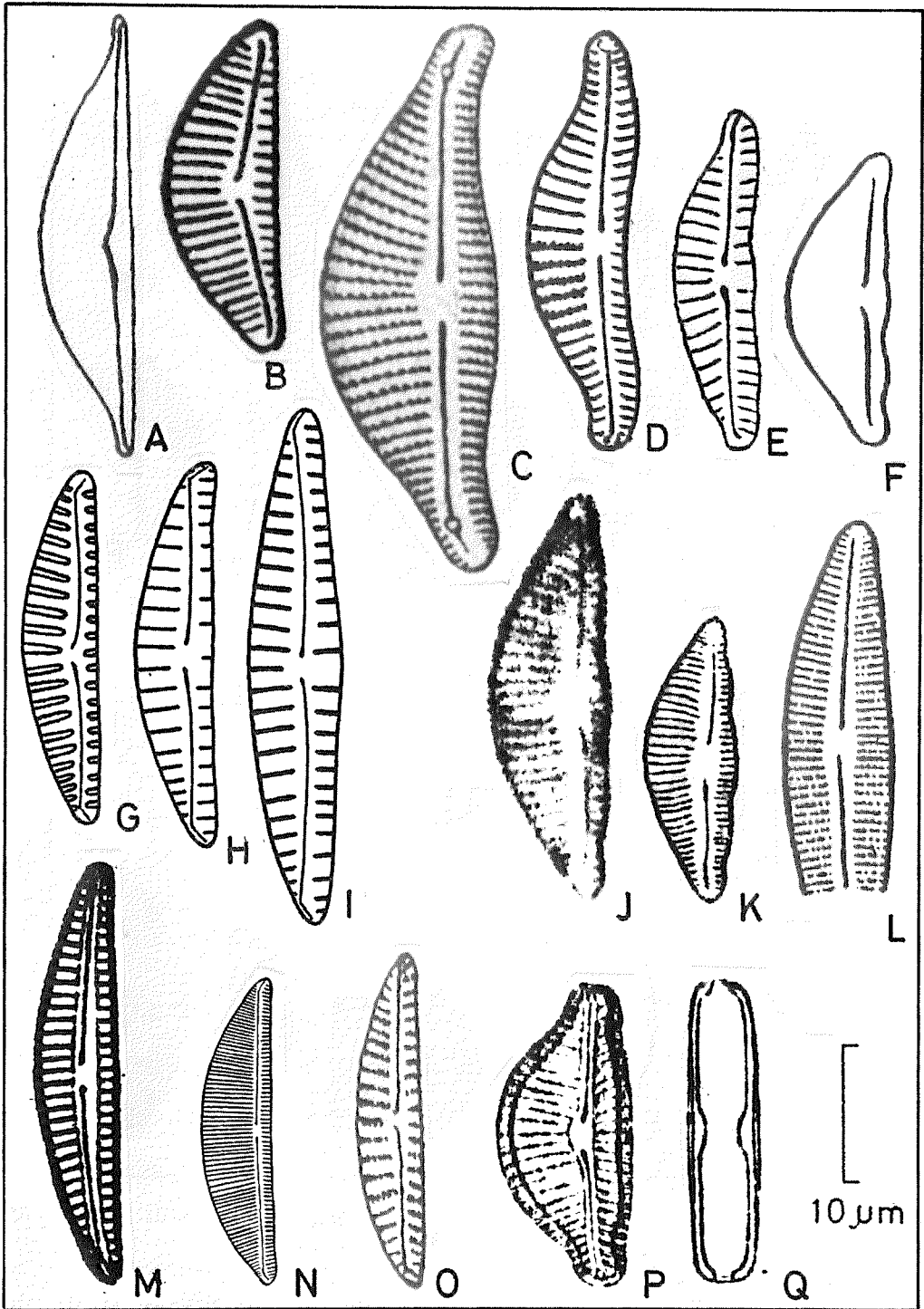


Plate 3 1

- Cymbella ventricosa* var. *acuminata*
(Cleve-Euler) Cleve-Euler 1955
A : Cleve-Euler (1934) pl. 5 fig. 33
(*Cymb. acuminatum*)
-
- var. *arcuata*
Skvortzow 1938
B : Skvortzow (1938) pl. 1 fig. 20
-
- var. *auerswaldii*
(Rabenhorst) Meister 1912
C : Meister (1912) pl. 33 fig. 1
-
- var. *excavata* (Cleve
-Euler) Cleve-Euler 1955
D·E : Cleve-Euler (1955) fig. 1177
t, u
-
- var. *gibbosa*
Skvortzow et Mayer 1928
F : Skvortzow et Mayer (1928)
pl. 3 fig. 156
-
- var. *groenlandica*
Foged 1953
G-I : Foged (1953) pl. 10 fig. 11-13
-
- var. *hankensis*
Skvortzow et Mayer 1928
J : Skvortzow (1929) pl. 5 fig. 29
K : Lavrenko (1951) fig. 276·3
-
- var. *lanceolata*
Skvortzow et Mayer 1928
L : Skvortzow (1928) pl. 3 fig. 155
-
- var. *lunata* (W. Smith)
Weedhead et Tweed 1960
M : Van Heurck (1896) pl. 28
fig. 791 c
(*Encyonema lunatum*)
-
- var. *niupanensis*
Foged 1957
N : Foged (1957) pl. 7 fig. 16
-
- var. *paucistriata* (Cleve
-Euler) Cleve-Euler 1955
O : Cleve-Euler (1934) pl. 5 fig. 127
(*Cymbella paucistriata*)
-
- var. *semicircularis*
(Langerstedt) Oestrup 1910
P·Q : Langerstedt (1873) pl. 2 fig. 20
(*Cymbella affinis* var.
semicircularis)

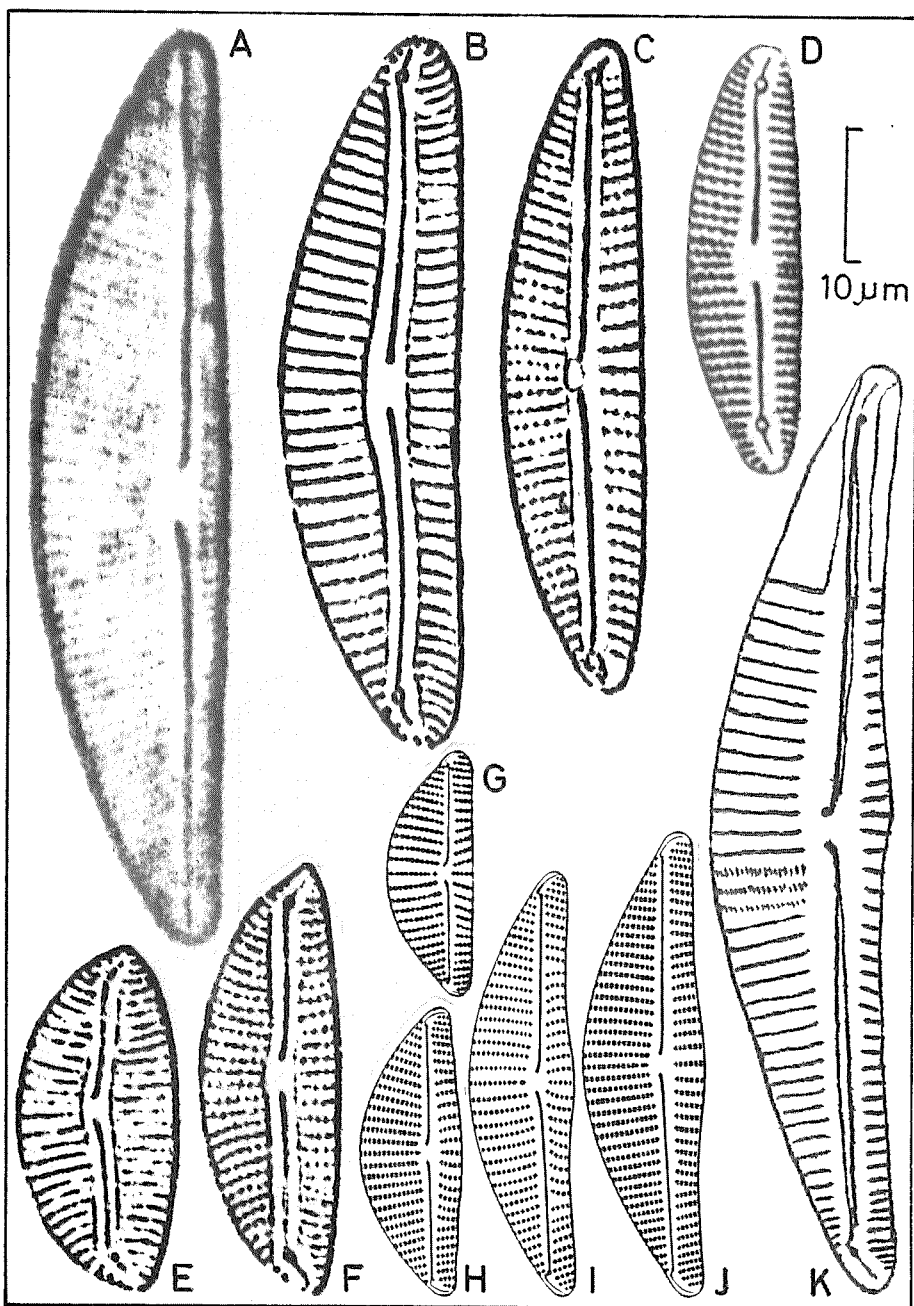


Plate 3 2

Cymbella ventricosa var. *major* Skvortzow

1929

A : Skvortzow (1929) pl. 6 fig. 24

var. *obtusata* (Grunow)

Cleve 1894

B · C : Grunow in Schmidt et al. (1885)
pl. 10 fig. 47-48

(*Encyonema caespitosum* v. *obtusata*)

D : Meister (1912) pl. 33 fig. 2

var. *ovata* (Grunow)

Cleve 1894

E · F : Grunow in Schmidt et al. (1885)
pl. 10 fig. 45-46

var. *silesiaca*

G · J : Patrick et Reimer 1975

pl. 8 fig. 7-10

(*Cymbella minuta* var. *silesiaca*)

var. *splendens* (Cleve

- Euler) Cleve - Euler (1955)

K : Cleve - Euler (1955) fig. 1177y

5. *Navicula mutica* var. *ventricosa* (Kützigg 1844)

Cleve et Grunow 1880

この試料は1982年12月多摩川六郷橋付近の杭に付着していたもので、採集時の環境要因はTab. 5-1に示す通りである。この種は日本の海岸付近の汽水域に普通にみられ、今回も優占種として出現している。今回調査に用いたのは320個体である。

Tab. 5-1 採集時の環境要因

項目 地点	気温 ℃	水温 ℃	pH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l
多摩川六郷橋	18.0	10.6	7.6	9.0	6.5	5.2

5-1 ケイ殻の形態

ケイ殻の外形は両側縁の湾出しているもの(pl. 33 fig. A~G)から平行なもの(pl. 33 fig. H~N)まであり、これらは中間形で連続している。ケイ殻の大形のものには個体数は少ないが、*Navicula mutica*型に近い先端部の突出していないもの(pl. 33 fig. O)と大形ではあるが突出し、くびれているもの(pl. 33 fig. P·Q)の2通りがみられる。それらがある程度小形化すると先端部の突出は強くなり(pl. 33 fig. U~X), さらに小形化すると突出は弱くなる傾向がみられる(pl. 33 fig. Y~a)。

両側縁は凹凸に3回波打っているもの(pl. 34 fig. V~b)と波打っていないもの(pl. 34 fig. O~U)が観察される。また、ケイ殻の左右の形態が異なっており、遊離点側が背線にほぼ平行で湾曲せず、他方は湾出する傾向がみられる(pl. 35 fig. A~G)。この傾向は*Navicula muticopsis*によくみられる形質である(Ko-Bayashi 1970)。

背線はまっすぐな線状であるが、まれに湾曲する個体がみられた(pl. 35 fig. H·I)。電顕による微細構造の観察に背線は中心孔をつくらず、さげ目として終り、さらに遊離点は殻の外側では中心条線の先端に細長い開口部をもち、内側へと殻を斜に貫通している(真山, 小林 1982)。

中央部横条線は、背線にほぼ直角で放射状の弱いもの(pl. 36 fig. V~X)からやや強いものまでである(pl. 36 fig. Y~b)。先端部横条線の大部分は放射状(pl. 36 fig. A~G)で終わっているが、まれに取れんや背線に直角な横条線(pl. 36 fig. H~N)が観察される。

中心域の大きさ、形はさまざまで、これを構成する横条線数は個体によって異なっている。

5-2 ケイ殻の測定値

今回観察した個体群のケイ殻長は $10 \sim 25.0 \mu m$ で、モードは $16 \sim 18 \mu m$ のところにあり、ケイ殻巾は、 $6 \sim 8.5 \mu m$ で $7 \sim 7.5 \mu m$ を示す個体が多い。Hustedt 1966年では先端の小さな頭部の巾は $3 \sim 4 \mu m$ にすぎないとしているが、今回は $4 \sim 5.0 \mu m$ とやや大きい。

ケイ殻長とケイ殻巾との比率は $1.6 \sim 3.7$ でケイ殻巾に対してケイ殻長は $2.1 \sim 2.5$ 倍の個体が多い。中心節長は、 $1.0 \sim 2.25 \mu m$ までで、モードは $1.75 \mu m$ のところにある (Fig. 5-1)。

ケイ殻長とケイ殻巾には高い正の相関が認められ、両者間の相関係数 $r = 0.602$ でその回帰式は $y = 0.10x + 5.49$ である (Fig. 5-2)。ケイ殻長と中心節長に正の相関が認められるが、その強さは前者程ではなく、相関係数 $r = 0.38$ で回帰式は $y = 0.05x + 0.76$ である (Fig. 5-3)。 $10 \mu m$ 中の中央部横条線は $14 \sim 20$ 本であるのに対し、先端部横条線は $16 \sim 24$ 本と密になっているが、それぞれの値の巾が大きい。

中央部横条線に対し、先端部横条線は、 $1.2 \sim 1.3$ 倍を示す個体が多い。

横条線を構成している $10 \mu m$ 中の点紋数は約 $16 \sim 20$ 個で、中心域を構成している横条線は $2 \sim 5$ 本である (Fig. 5-4)。

従来の研究者の測定値を示すと Tab. 5-2 のようである。今回の試料はほぼ従来の記載と一致しているが、測定値の巾がやや大きいようである。

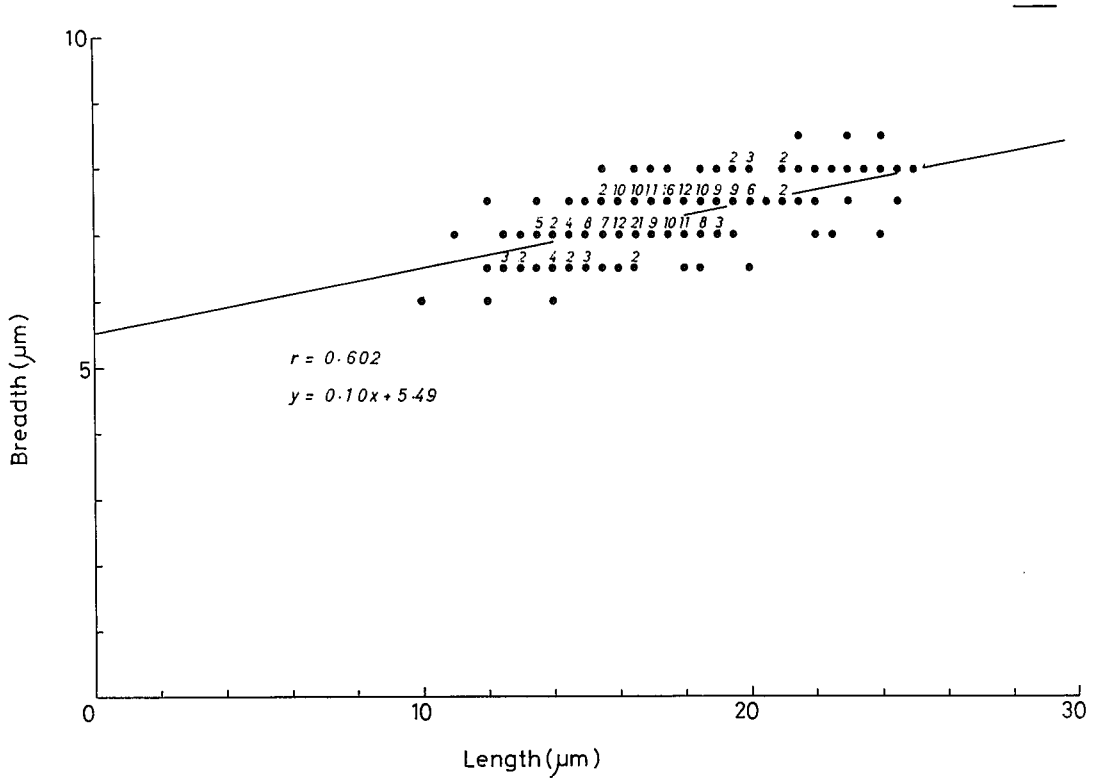
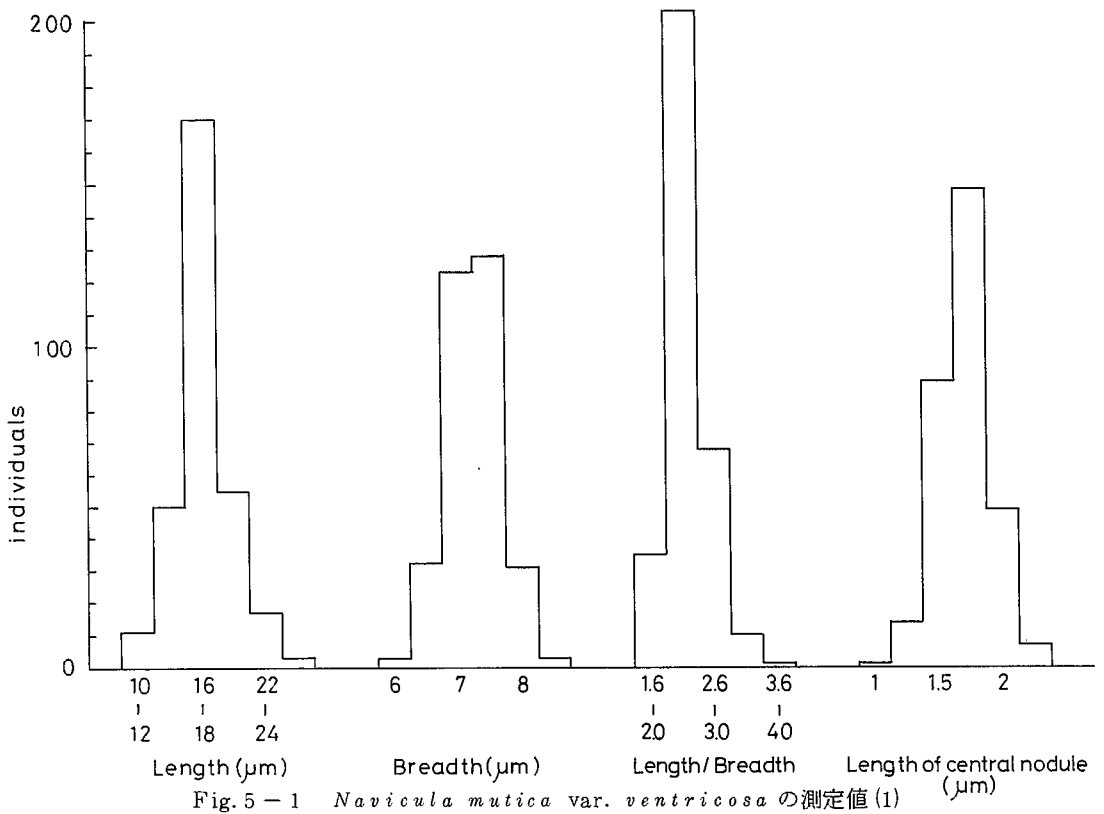


Fig. 5 - 2 *Navicula mutica* var. *ventricosa* のケイ殻長とケイ殻巾との相関関係

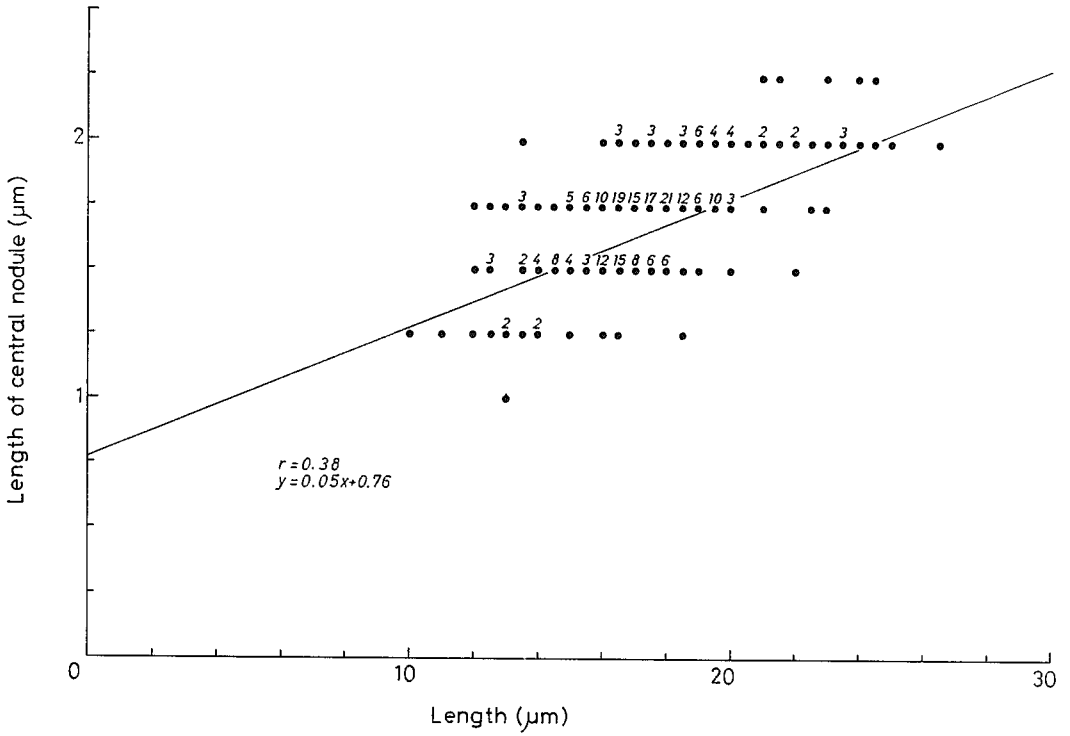


Fig. 5-3 *Navicula mutica* var. *ventricosa* のケイ殻長と中心節長との相関関係

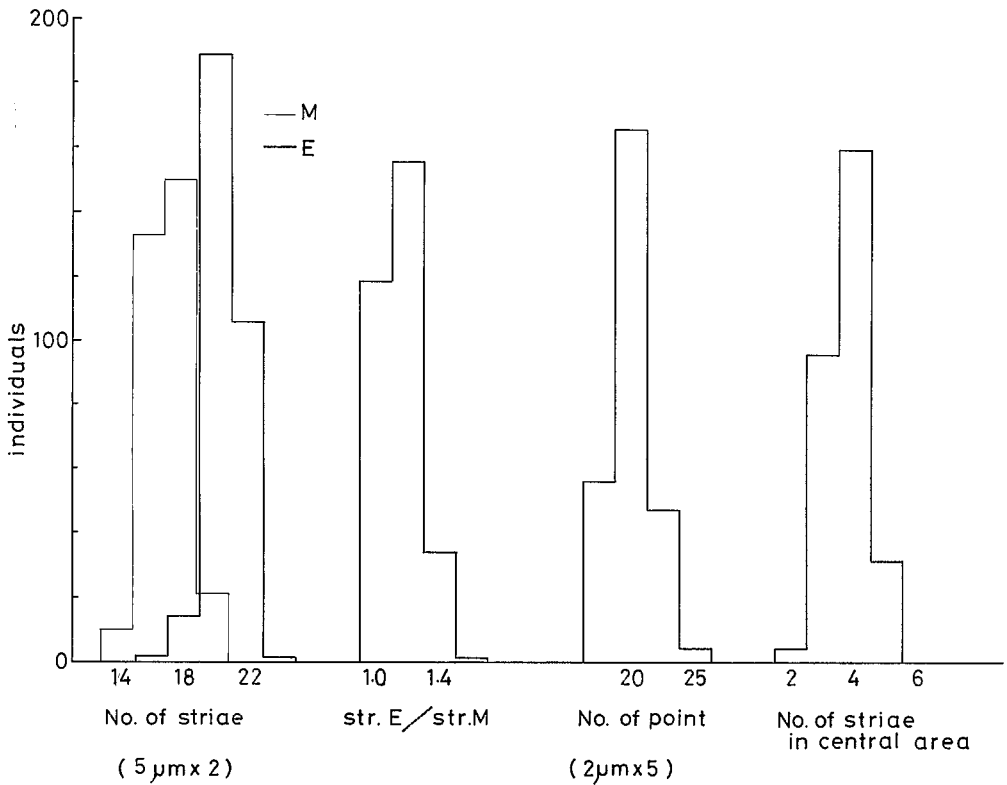


Fig. 5-4 *Navicula mutica* var. *ventricosa* の測定値(2)

Tab.5-2 *Navicula mutica* var. *ventricosa* (Kütz.) Cleve et Grunow と

Navicula neoventricosa Hustedt 1966 の測定値

species	authors	length (μm)	breadth (μm)	str.M (10 μm)	str.E (10 μm)	notes
<i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	Rabenhorst 1853	10	5			<i>Stauroneis ventricosa</i>
	Grunow in Van	16.5	6.5	16		✱
	Heurek 1880-1885					
	Peragallo · Peragallo	25	9.5	14		✱
	1897-1968					
	Meister 1912	15-22	7-8	20		
	Cleve - Euler 1953	15	6	16		✱
Van der Werff 1959	22	8	14		✱	
<i>Navicula neoventricosa</i>	Hustedt 1966	14-22	6-7	16		頭部の巾 3-4 μm
	Kobayashi 1970	9-23	6-8.5	18-24		
	Gotoh 1978	12-15	6-7.5	16-18	24	
	Germain 1980	13-12	5-7	16-20		
	Mayama · Kobayasi 1982		6.5-7.5	16-18		
	(多摩川六郷橋の試料)	10-25	6-8.5	14-20	16-24	頭部の巾 4-5.0 μm

(✱印は測定値がないので2,000倍写真より測定した値)

5-3 文献による調査結果および考察

以上の形態を示すものは、*Navicula mutica* var. *ventricosa* (Kütz.) Cleve et Grunow 1880 と同定すべきであるが (pl. 3 7 fig. A~J), 古くから各研究者によって記載されている図は2つの系統に分れる。1つは原記載の Kützting 1844 と同様に Rabenhorst 1853 年が *Stauroneis ventricosa* (pl. 3 8 fig. A) として記載しているもので、大変古い時代より多くの研究者によって示されている。これは、ケイ殻の両側縁が湾出するか、ほぼ平行で、両端部は頭部状または嘴状に突出しているがその突出部の巾の狭くないものである (pl. 3 7 fig. F~J, pl. 3 8 fig. A, B)。他方は Hustedt (1930) などに描かれているもので、大きな頭部状突出をして、初めに示したものと明らかに異なるものである (pl. 3 7 fig. A~E)。これは1966年に Hustedt によって、*Navicula palaeartica* と組み替えられ、前者は新しく *Navicula neoventricosa* と命名されている。以後この形態のものに *Navicula neoventricosa* Hustedt (1966) を用いる研究者が多いが (pl. 3 8 fig. C~N), なお命名規約に従って、*Navicula mutica* var. *ventricosa* を用いている場合もある。今回は後者を採用したい。

Lange - Bertalot 1978年には *Navicula mutica* と近縁種について微細構造の研究がなされ、さらに真山・小林1982では *Navicula neoventricosa* の微細構造は Lange - Bertalot の示した *Navicula saxophila* に似ているが、外裂溝は中心孔を作らない点で異なっているとし、*Navicula neoventricosa* を用いている。

また、今回の資料中には両側縁の波打つ個体が観察された (pl. 3 4 fig. V ~ b)。この形態は1966年に Patrick, Reimer の図示する *Navicula mutica* var. *undulata* (Fig. 5 · 5 A) に近いもので、このような個体は観察されたが、Hilse の Isotype を調べて図示した Fig. 5 · 5 D のような大型の個体は観察されなかった。

前者の Fig. 5 · 5 fig. A については、Hustedt 1966年の記載にもあるように両側縁の変異の一つとして、*Navicula mutica* var. *ventricosa* の Synonym と考えられる。なお Fig. 5 · 5 fig. B ~ D は外形や背線の状態が fig. A と異なっており、同一のものか否か明らかではない。この種については、*Navicula nivalis* の近縁種とともに再検討したい。

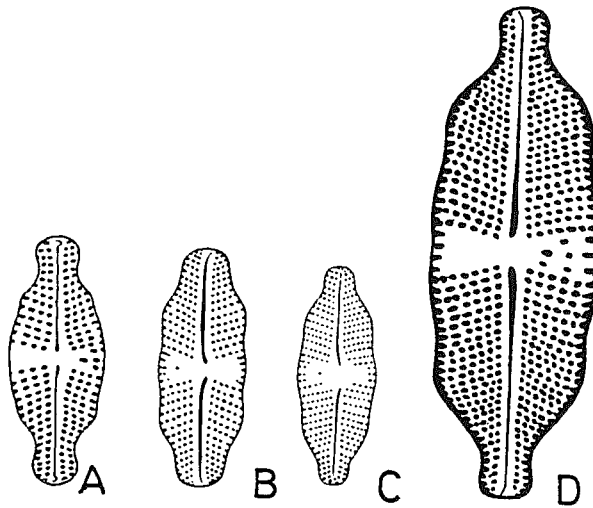


Fig. 5 - 5 Patrick et Reimer 1966 (pl. 4 2 fig. 6 ~ 9) に示している *Navicula mutica* var. *undulata* (Hilse) Cleve et Möller 1879

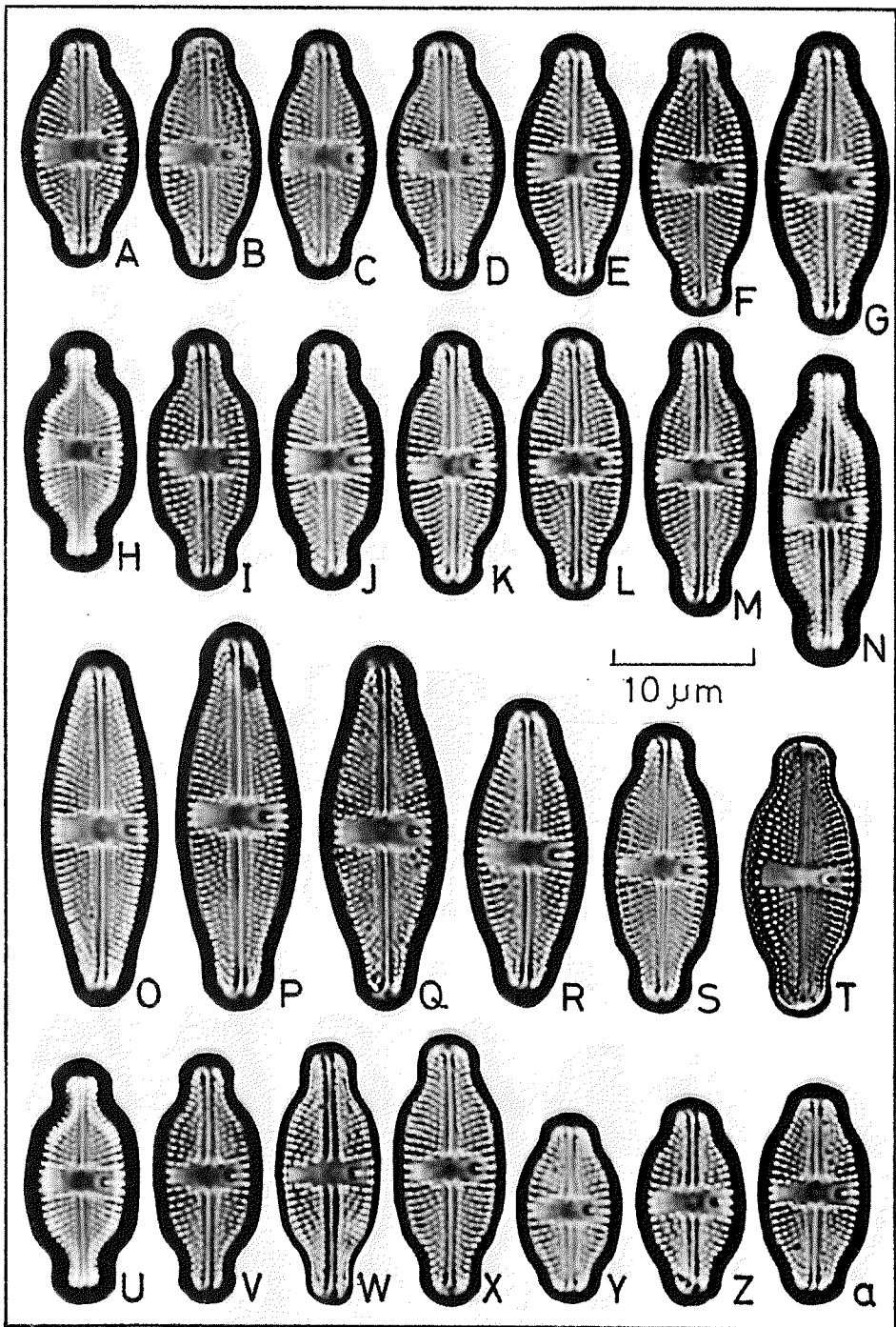


Plate 33

Navicula mutica var. *ventricosa*

A - G : 両側縁湾出

H - N : 両側縁平行

O - T : ケイ殻大形

U - X : ケイ殻中形

Y - a : ケイ殻小形

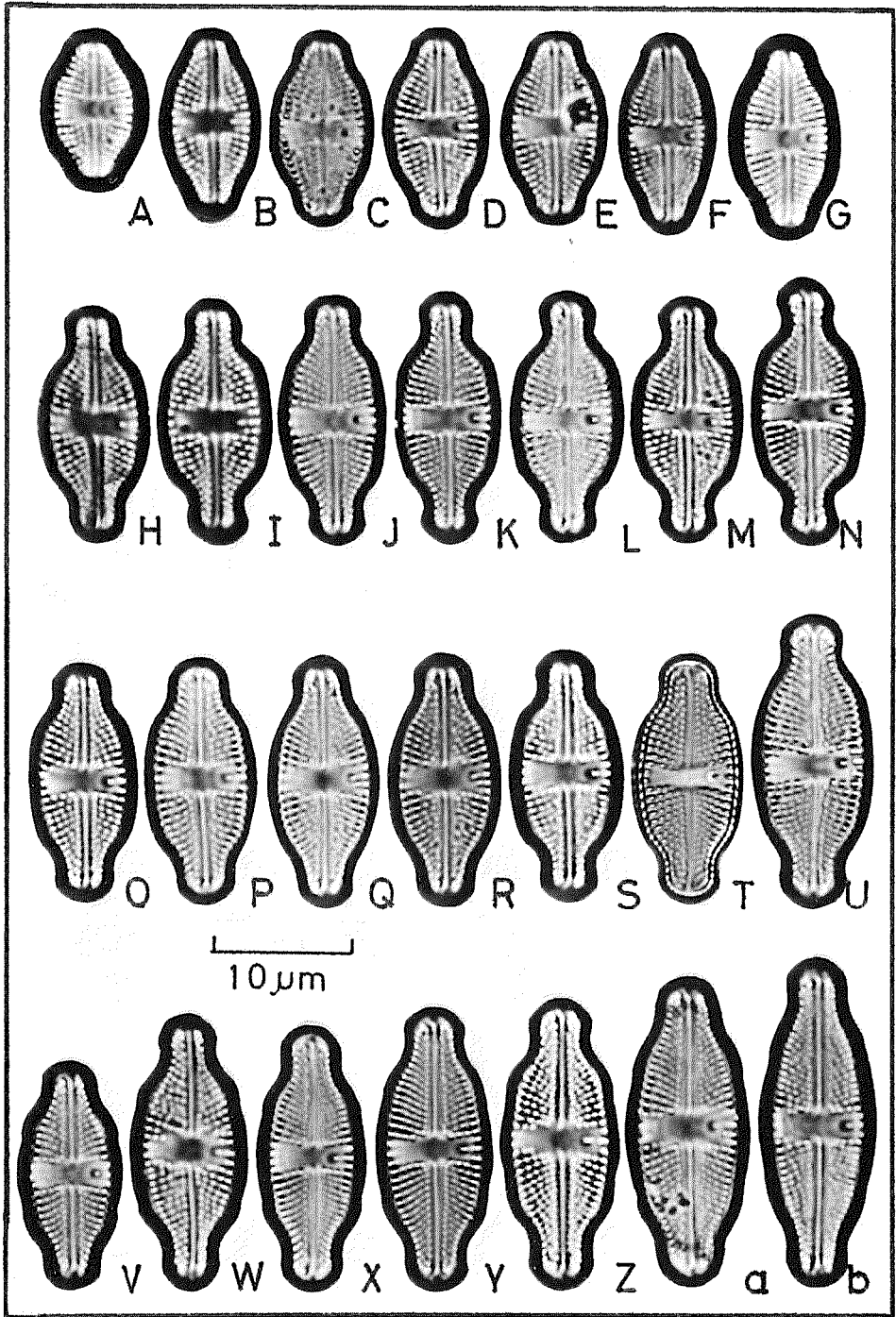


Plate 34

Navicula mutica var. *ventricosa*

- A-G : 先端部の突出弱い
- H-N : 先端部の突出強い
- O-U : 両端縁波うたない
- V-b : 両端縁3回波うつ

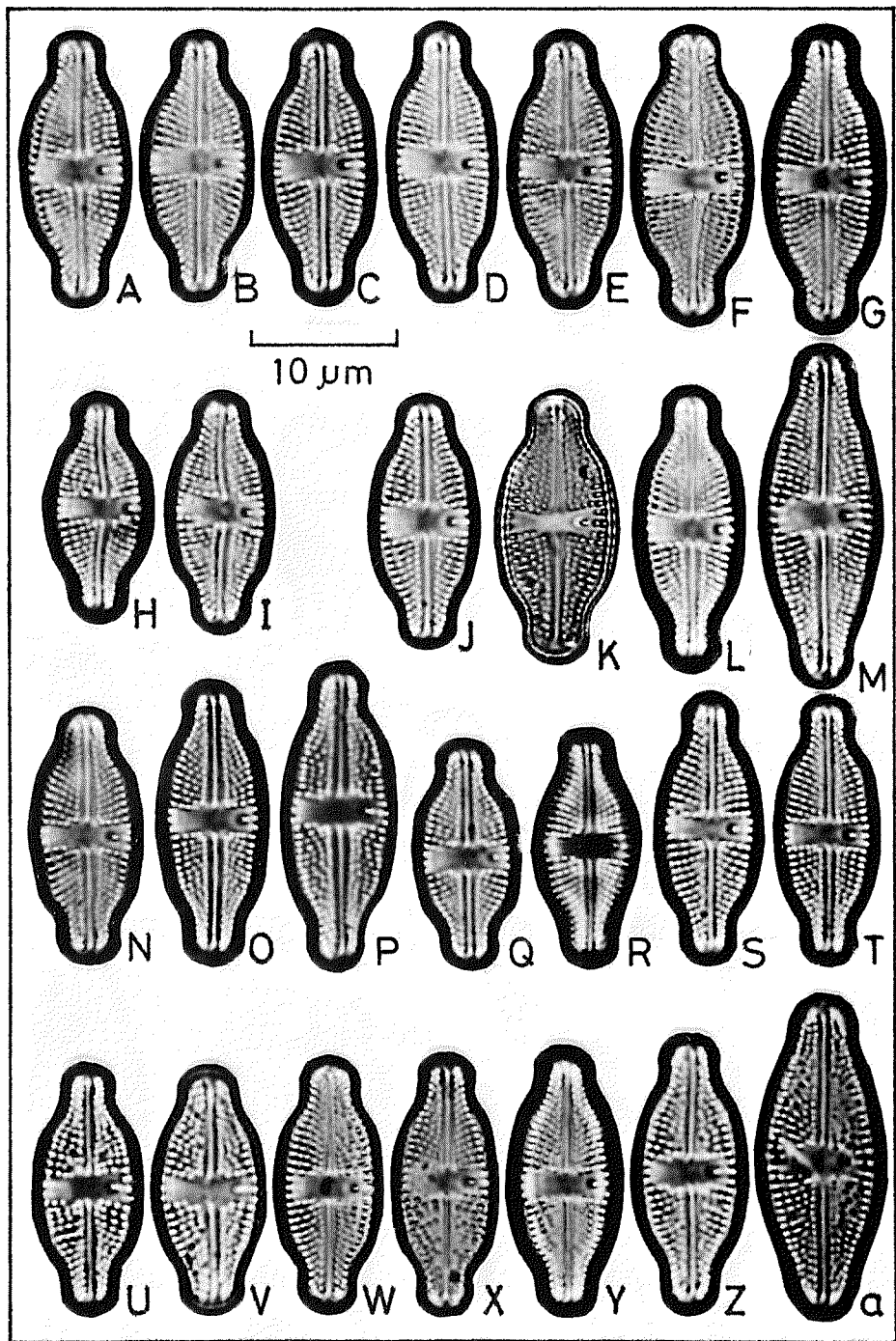


Plate 35

Navicula mutica var. *ventricosa*

A-G: ケイ殻の形態左右で異なる

H-I: 背線湾曲

J-M: 軸域狭い披針形

N-P: 軸域巾広い

Q-T: 軸域狭い線状

U-a: 横条線奇形

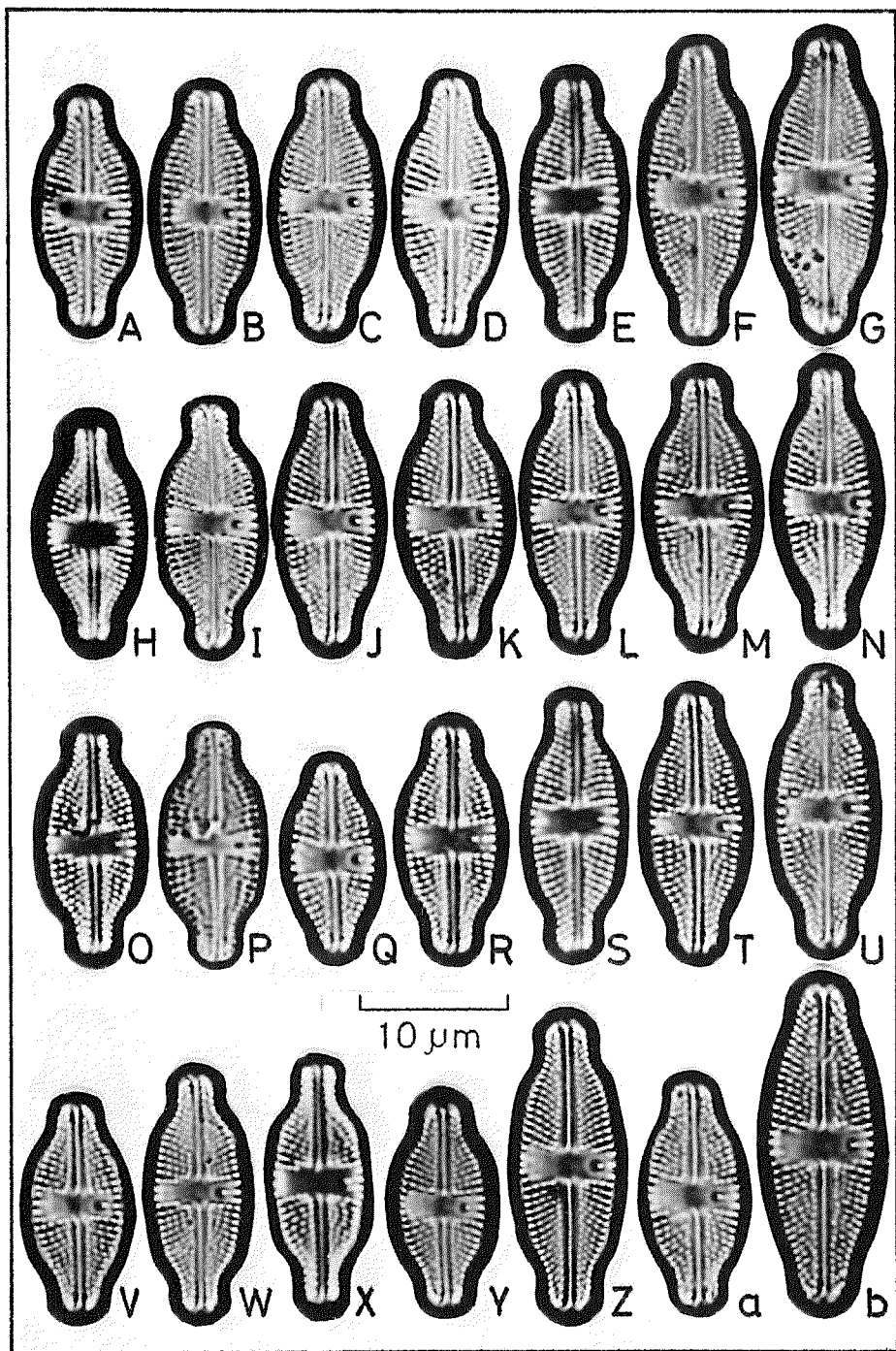


Plate 36

Navicula mutica var. *ventricosa*

A - G : 先端部横条線放射状

H - N : 先端部横条線取れん

O - b : 中心域を構成する横条線数の変異

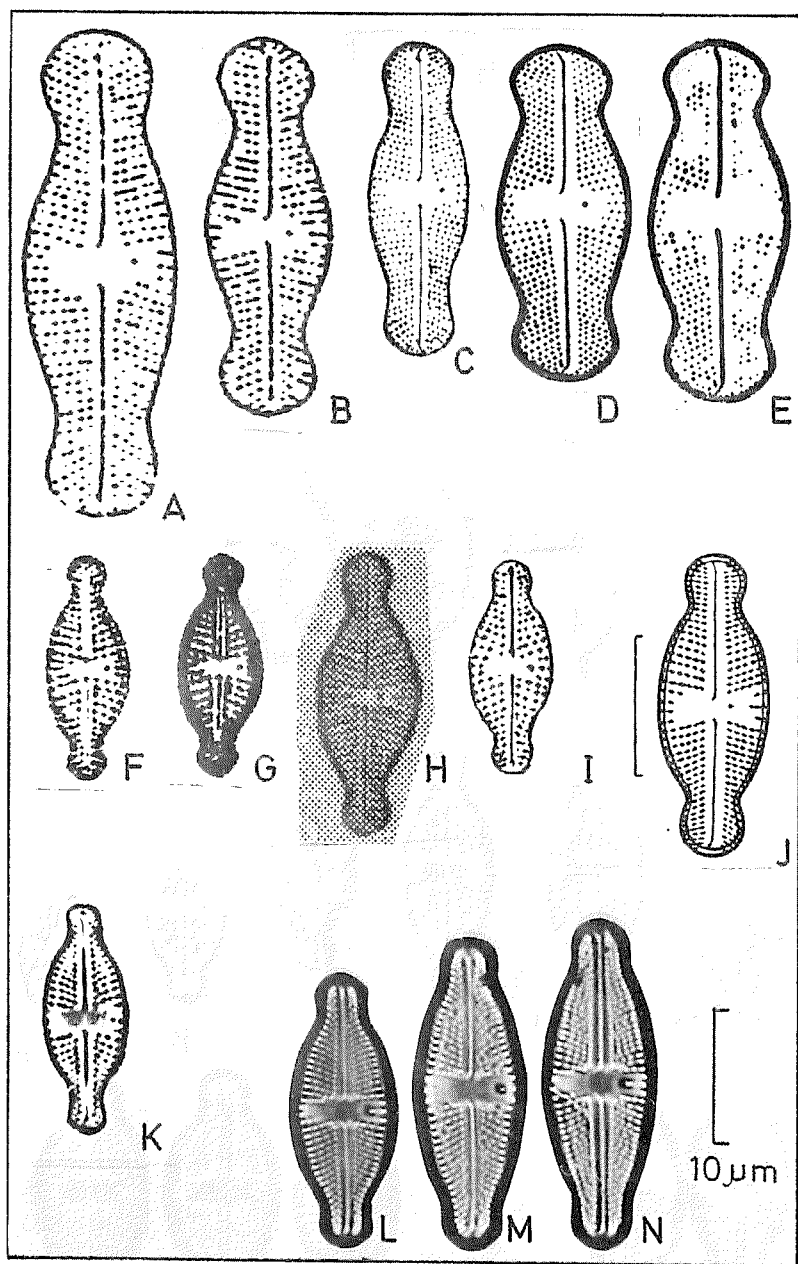


Plate 37

Navicula mutica var. *ventricosa*

(Kützing) Cleve et Grunow 1880

A · B : Hustedt (1930) pl. 370

fig. 26~27

C : Lavrenko (1951) fig. 159, 2

D : Hustedt (1930) fig. 453, e

E : Lavrenko (1950) pl. 54 fig. 11

F : Van Heurck (1880) pl. 4 fig. 1b
(*Staunoneis ventricosa*)

G : Van Heurck (1896) pl. 4 fig. 171

H : Peragallo et Peragallo

(1897 ~ 1908) pl. 7 fig. 41

I : Cleve-Euler (1953)

fig. 907, i

J : Van der Werff (1959)

P, D XV. 109

L ~ N : 多摩川六郷橋の個体

Navicula neoventricosa Hustedt 1966

K : Germain (1981) pl. 80 fig. 3

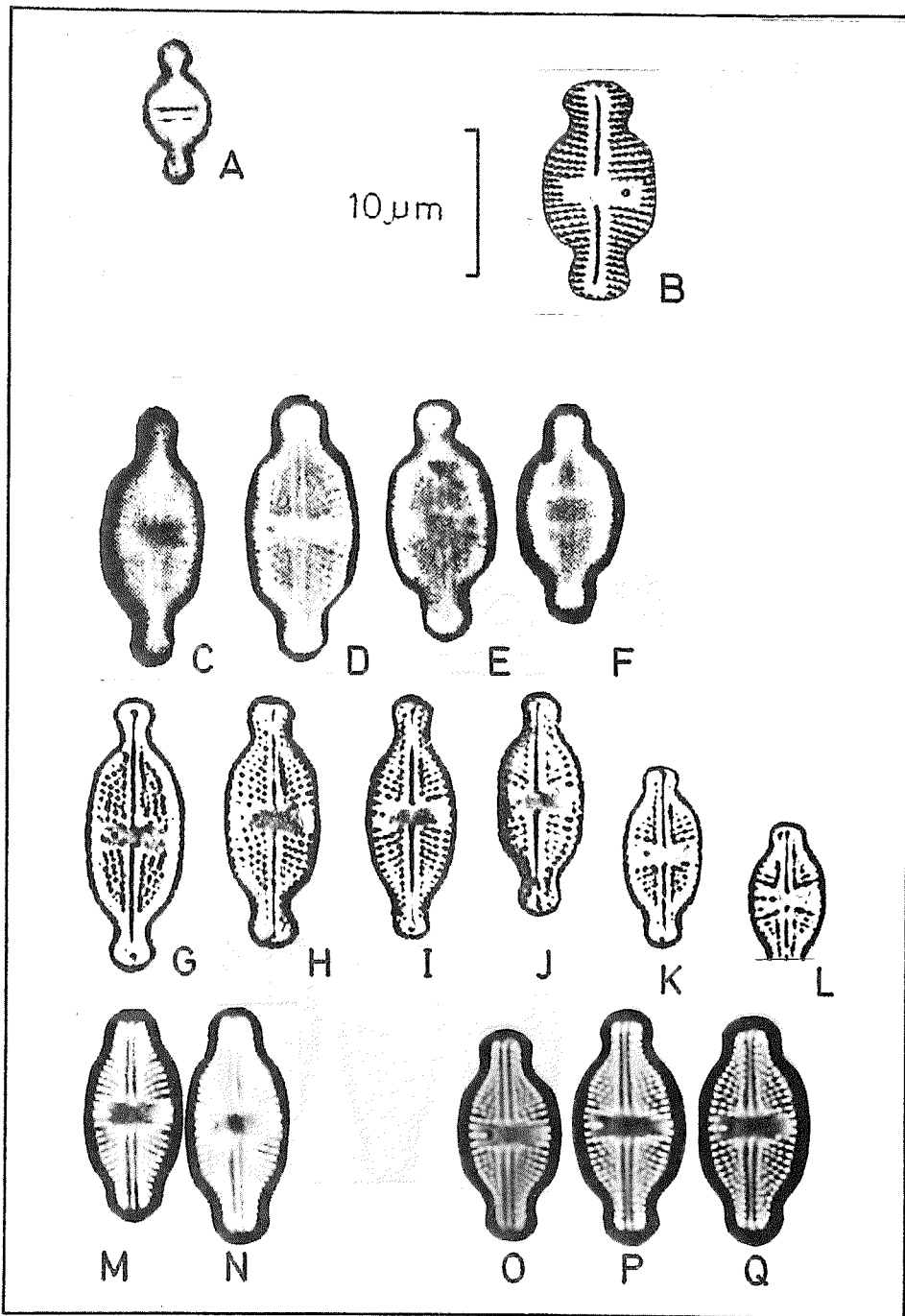


Plate 38

Navicula mutica var. *ventricosa*
 (Kützting) Cleve et Grunow 1880
 A : Rabenhorst (1853)
 (*Stauroneis ventricosa*)
 B : Meister (1912) pl. 19 fig. 16
 O~Q : 多摩川六郷橋の個体

Navicula neoventricosa Hustedt 1966
 C~F : Hustedt (1966) fig. 16 12
 G~L : Germain (1981) pl. 80
 fig. 1~5a
 M~N : 真山・小林 (1982) pl. 4
 fig. 82~83

6. *Navicula seminulum* Grunow 1860

1984年3月永田橋上流の福生市都市排水の流入直後の多摩川で石礫に付着していた試料中に本種が優占種として出現していた。この群落中には、次いで *Stigeoclonium* sp. が高い出現頻度で優占している。

採集時の環境要因は Tab. 6-1 に示す通りで、BOD 2.0 ppm で、かなり水質汚濁の進行している水域といえる。

今回は 381 個体について観察を行った。

Tab. 6-1 多摩川永田橋上流の環境要因

項目 地点	気温 ℃	水温 ℃	pH	RpH	BOD mg/ℓ	アンモニア 態窒素	亜硝酸 態窒素	硝酸 態窒素
永田橋	10.5	10.1	7.2	7.2	2.0	0.85		0.11

6-1 ケイ殻の形態

ケイ殻の外形は、2つの形が観察できる。1つは両側縁が弧状に湾出し、外形が楕円形のもので (pl. 39 fig. A~f)、他は両側縁の中央部がく状に角ばり、その外形は鈍頭をもつ歪菱形のものである (pl. 39 fig. g~k')。pl. 39 fig. A~P はケイ殻の外形が楕円形のもの、fig. Q~f は長楕円形のもの、fig. g~v は歪菱形、fig. w~k' は長歪菱形を示している。しかし、これらの諸形質には多数の中間形がある。いずれの形も大きい個体と小さい個体の外形は大きい差が認められないが、ケイ殻長に比べて、ケイ殻巾の差が小さく、両者の相関係数は、後に示すように $r=0.27$ で相関が弱い。従って、小形な個体はずんぐりした形態を示している。先端部横条線には、pl. 39 fig. L'~a' のように放射状のもの、b'~q' のように収れんしているもの、さらに r'~g' のように、放射状か平行、あるいは放射状か収れんと組み合わせられており、色々な変異が観察できるが、放射状を示すものももっとも多く全体の 37% である (Tab. 6-2)。

中心域を構成している中央部横条線は、他よりも急に短かくなっているが、それを除くと放射状である。その中でも pl. 40 fig. P~f のように右または左側の横条線の角度が大きく放射状になっている個体がみられる。このような個体は pl. 40 fig. w~L' のように中心域が左右で形・大きさの異なるもので、左右の放射状の角度がほぼ同じであるものは、pl. 40 fig. g~v のように中心域の形・大きさは同形になる。中心域が左右同形のは全体の 14% で、左右の形が明らかに異なるのは約 8% で約 7.8% の個体は両者の中間である。

pl. 40 fig. M'~b' は中心域の小さな個体で、中心域を構成している横条線数は 1~2 本であり、ケイ殻は小形で、楕円状を示すものに多くみられる。

pl. 40 fig. c'~r' はそれに対し中心域は両側縁の近くまで四角状に広がっている個体で、一般にケイ

殻の大形のものに多くみられる。この場合、中心域を構成している横条線数は2～3本が多い。

Tab. 6-2は今回の試料で*Navicula seminulum*の諸形質の出現を百分率でまとめたものである。

外形・中心域は諸形質について、それぞれの間を示している個体が多いこと、横条線の角度は左右ともほぼ同じ個体の多いことを示している。先端部横条線については、放射状、あるいは放射状との組み合わせをしているものがやや多い。

Tab. 6-2 *Navicula seminulum*の諸形質

形	質	百分率
外形	楕円形	18.1
	長楕円形	24.9
	截頭状亜菱形	10.5
	" 亜長菱形	8.1
	中間形	38.4
中心域	左右同形	13.7
	" 異形	8.1
	中間形	78.2
中心域	小形	13.9
	中形	76.1
	大形	10.1
横条線	角度が左右で異なる	21.8
	" ともほぼ同じ	78.2
先端部の横条線	放射状	37.0
	収れん	2.1
	平行	7.6
	放射状と収れん	20.7
	" と平行	24.9
	不明	17.7

6-2 ケイ殻の測定値

今回の観察に用いた *Navicula seminulum* のケイ殻長は $5.5 \sim 16.5 \mu\text{m}$ で、そのモードは $10 \sim 11 \mu\text{m}$ のところにある。ケイ殻巾は $3.5 \sim 4.5 \mu\text{m}$ までで、モードは $4.0 \mu\text{m}$ のところにあるが、ケイ殻巾のレンジは $1.0 \mu\text{m}$ で大変小さい。ケイ殻長とケイ殻巾との比率は、 $1.4 \sim 4.1$ までで、ケイ殻長はケイ殻巾の $2.5 \sim 4.0$ 倍の個体が多くみられる (Fig. 6-1)。しかし、ケイ殻巾のレンジが小さい為、ケイ殻長とケイ殻巾との相関係数は $r = 0.27$ で小さく、両者間の相関関係は明らかでない (Fig. 6-2)。

$10 \mu\text{m}$ 中の中央部横条線は、 $18 \sim 23$ 本までであるが、 23 本を示しているのは1個体のみで、大部分の個体は 20 本前後である。この測定値は、ケイ殻長が小形であるため $5 \mu\text{m}$ 間で測定し、 2 倍した値である (Fig. 6-1)。

この種について従来の記載より測定値をまとめたものが Tab. 6-3 である。

今回の試料は従来の記録のケイ殻長 $3 \sim 20 \mu\text{m}$ 、ケイ殻巾 $2 \sim 6 \mu\text{m}$ の範囲内である。

$10 \mu\text{m}$ 間中の中央部横条線数は $17 \sim 21$ 本までで、今回はやや密の個体が含まれている。

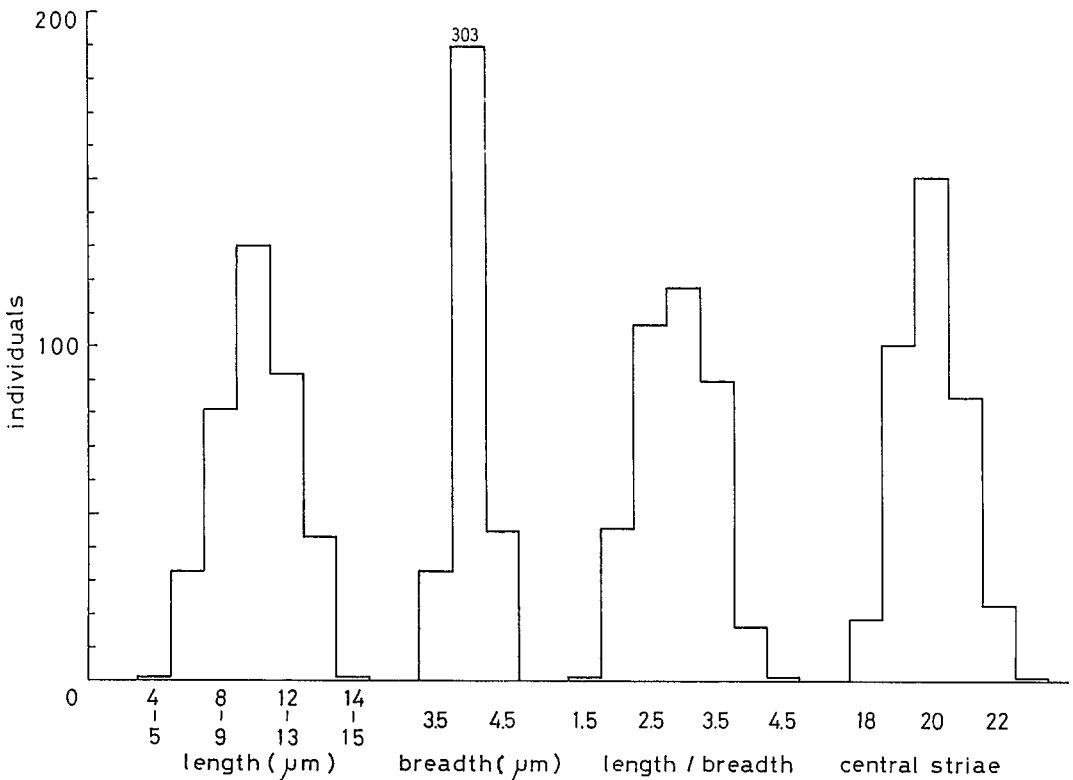


Fig. 6-1 *Navicula seminulum* 1860 の測定値

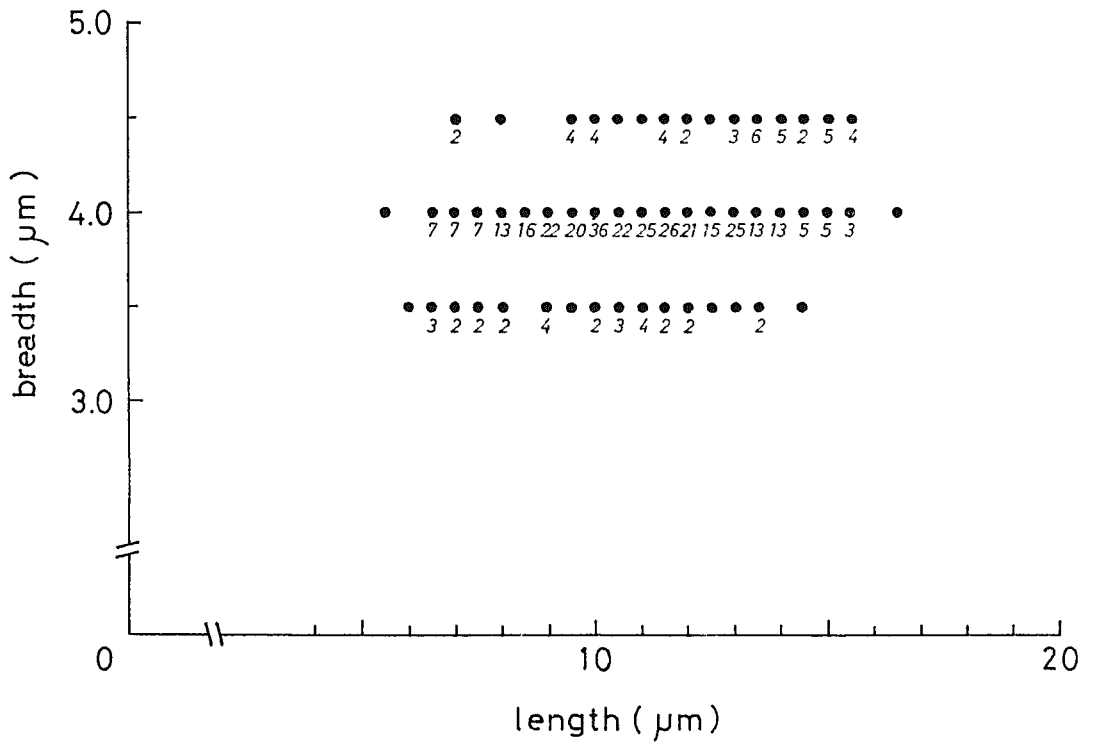


Fig. 6-2 *Navicula seminulum* のケイ殻長とケイ殻巾との相関関係

Tab. 6-3 *Navicula seminulum* Grunow 1860 の測定値

authors	length (μm)	breadth (μm)	striae ($10\mu\text{m}$)
Grunow 1860	8~13	5	17
Van Heurck 1880~1885	10.5	4	20
Dippel 1904	12~20	5~6	20
Schönfeldt 1907	15	4~5	20
Hustedt 1930	11~16	4	18~20
Lovrenko 1951	11~18	4	18~20
Meister 1912	11~16	4	20
Hustedt 1962	3~18	2~4.5	18~21
Patrick·Reimer 1966	7~18	4~5	18~20
福島 他 (荒川)	5~16	3.5~5	18~22
今回の試料 (多摩川)	5.5~16.5	3.5~4.5	18~23

6-3 文献による調査結果および考察

この種は Grunow (1860) によって最初に記載され、当時の図は大変簡単なものであったが、殻面、帯面とそれぞれの図が描かれている (pl. 4 1 fig. A~E)。また、Van Heurck の著書 (1880~1885) 中に描かれている Grunow の図は詳しく、今回の試料と大変類似している (pl. 4 1 fig. F~H)。その後も多くの研究者によって観察されており (pl. 4 1, 4 2), Hustedt (1936・1962) も、この種について今回の試料と同様に色々な形態の個体を既に図示している (pl. 4 2 fig. A~Z)。これは前記のようにケイ殻長のレンジに対してケイ殻巾のレンジが小さいためである。細胞分裂を繰り返すとケイ殻長は小形化するが、ケイ殻巾はほとんど変わらないため、pl. 4 2 fig. J・K・X・Y のような小形で楕円状の個体が出現する。*Navicula seminulum* は培養研究も多くなされておられ、pl. 5 に示したものは、Geitler (1932) に記載されたもので、pl. 6 は丸山他 (1984) によって発表されたものである。とくに丸山他 (1984) によって培養した本種は、今回の試料と同時に採集したものである。この培養個体中には自然群落にはみられなかった $2\mu\text{m}$ 近い個体も観察されている。

Navicula seminulum にはいくつかの近縁種があり、その 1 つに *Navicula minima* がある。この種との相異点は $10\mu\text{m}$ 中の横条線数で前者は $18-22$ 本であるのに対し、後者は $26-30$ 本とかなり密である。またこの種にはいくつかの変品種が記載されている (pl. 4 5, 4 6)。forma *major*, Grunow in Van Heurck 1880 と var. *fragilarioides* Grunow in Van Heurck 1880 については基本種の Synonym としている研究者が多い。今回の試料中にもこれらの taxa に相当する個体がみられ、典型的な基本種と連続している。この 2 taxa を除き、従来の記載に基づいて検索表にまとめたものが Tab. 6-4 である。

Navicula seminulum var. *bergii* Cleve - Euler 1953 はケイ殻の先端部が明瞭な嘴状突出をせず、中央部は膨出している。中心域は両側縁に達し、その形、大きさが左右異なるもので、今回はこのような外形をした個体は殆んどなかった。

Navicula seminulum var. *intermedia* Hustedt 1942 の外形は楕円形で先端部は全く突出しない、pl. 39 fig. A~P など外形は似ており、横条線の密度も $10\mu\text{m}$ 中に $20-22$ 本で同じであるが、ケイ殻巾は $3.5-4.0\mu\text{m}$ で、Hustedt の記載より小さい。今回の測定値でもケイ殻巾の最大値は $4.5\mu\text{m}$ で、Hustedt の記している $5-6\mu\text{m}$ より明らかに小さい値である。このケイ殻巾の値が本種のもっとも重要な特徴といえる。

Navicula seminulum var. *hustedtii* Patrick 1959 は両側縁がほぼ平行な長楕円形で突出しない。横条線は両端まで放射状で、とくに中央部も放射状である。今回の試料中には外形がよくており、細胞の一端の横条線は先端まで放射状であるが、他端は先端部が収れんしている。また、中央部横条線の一方は放射状であるが、他の側は背縁に垂直である個体があった。前記した形質は var. *hustedtii* であるが、後に記した形質は基本種のものである。すなわち、この個体は基本種と var. *hustedtii* の形質の両者を兼ね備えているといえる。このような個体の存在からこの変種は基本種のシノニムにすべきと考えられる。

Tab.6-4 *Navicula seminulum* Grunow 1860 の検索表

- I ケイ殻の中央部は明瞭に膨らんだり，先端が明瞭に突出したりしない。
- I) 中央部横条線は背線に対してほぼ垂直。
- (I) ケイ殻の外形は楕円状から線状楕円形，ケイ殻の巾は $2 \sim 4.5 \mu m$ ，横条線は $10 \mu m$ 間に $18 \sim 22$ 本。
var. *seminulum* Grunow
- (II) ケイ殻の外形は巾広い線状楕円形(ケイ殻の巾は $5 \sim 6 \mu m$)，横条線は $10 \mu m$ 間に $20 \sim 22$ 本。
var. *intermedia* Hustedt
- II) 中央部横条線は背線に対して放射状。
var. *hustedtii* Patrick
- II 中央部が明瞭に膨らんだり，先端が明瞭に突出したりする。
- I) ケイ殻の先端部は明瞭に嘴状突出をし，横条線は密
- (1) $10 \mu m$ 間に約 25 本ある。
var. *brevis* Cleve - Euler
- (2) $10 \mu m$ 間に $25 \sim 28$ 本。
var. *tenuis* Schirshov
- II) ケイ殻の先端部は明瞭な嘴状突出をせず，横条線は $10 \mu m$ 間に 25 本より少ない。
- (I) 中心域は両側縁に達し，明らかに左右不相称。
var. *bergii* Cleve - Euler
- (II) 中心域は両側縁に達せず，左右相称。
1. 先端部は頭部状突出をする。
var. *capitata* Manguin
2. 先端部は頭部状突出をしない。
var. *radiosa* Hustedt

Navicula seminulum var. *radiosa* Hustedt 1954 var. *tenuis* Schirshov 1935 のケイ殻の外形は既に記した var. *bergii* 同様に両端部は殆んど突出せず，中央部の膨出するものである。今回はこのような外形の個体が殆んど観察できなかったが， var. *tenuis* は横条線の間隔が密で，他の変種と容易に区別でき， var. *radiosa* の横条線は先端まで放射状であり， var. *bergii* は中心域が両側縁に達する特徴でそれぞれ区別できる。

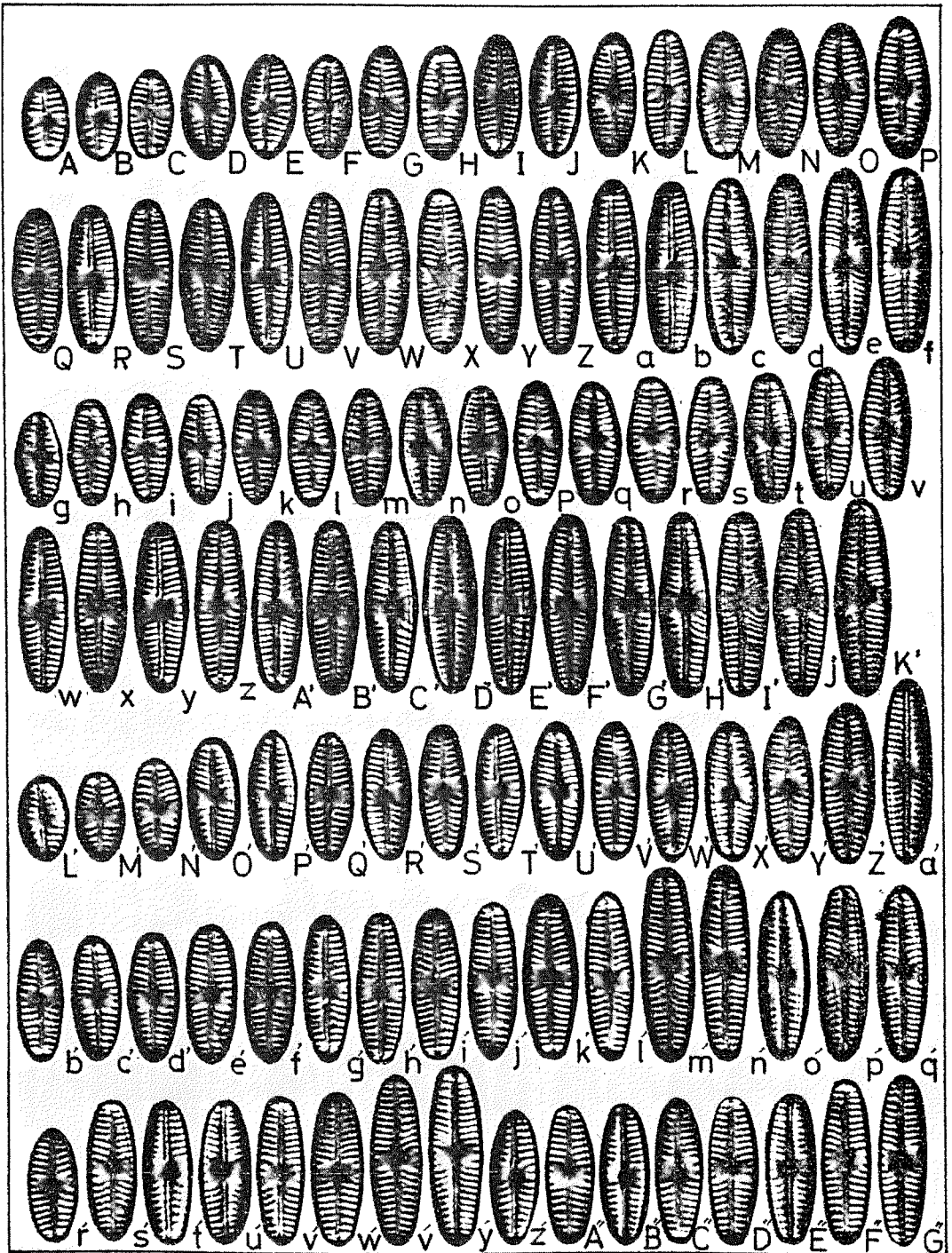


Plate 39

Navicula seminulum

- A - P : 外形 橢円形
- Q - f : 外形 長橢円形
- g - v : 外形 歪菱形
- w - K' : 外形 截頭状 長菱形

- L' - a' : 先端部横条線放射状
- b' - q' : 先端部横条線取れん
- r' - y' : 先端部横条線放射状か平行
- z' - G'' : 先端部横条線放射状か取れん

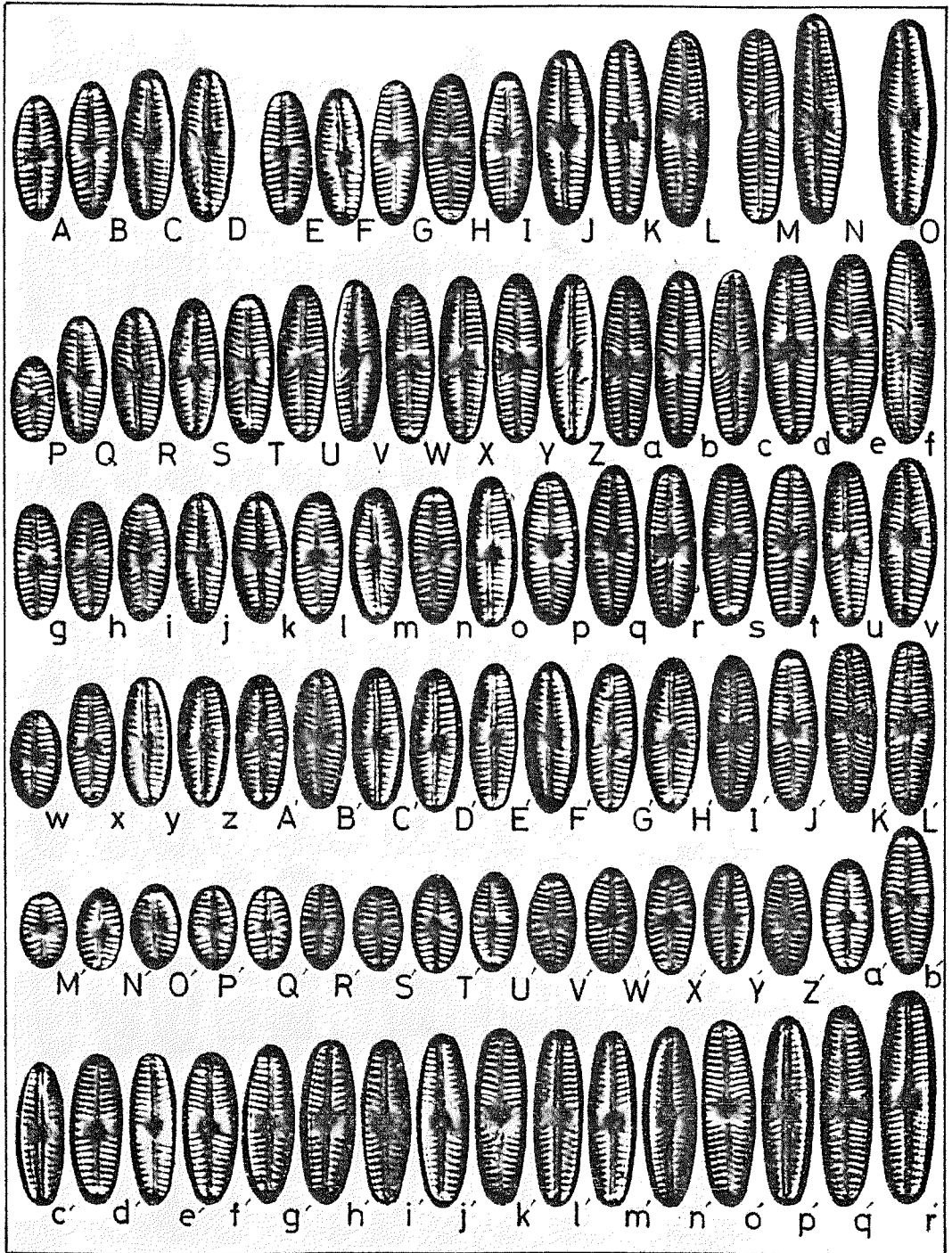


Plate 40

Navicula seminulum

A-O: 先端部の横条線放射状・平行・収れん
収れん・平行, 奇型, ケイ殻の先端部
僅かに膨らむ。

P-f: 右または左の横条線の角度が大

g-v: 中心域の左右の形・大きさがほぼ同じ
w-L': 中心域の左右の形・大きさが異なる

M'-b': 中心域が小さい

c'-r': 中心域が大きい

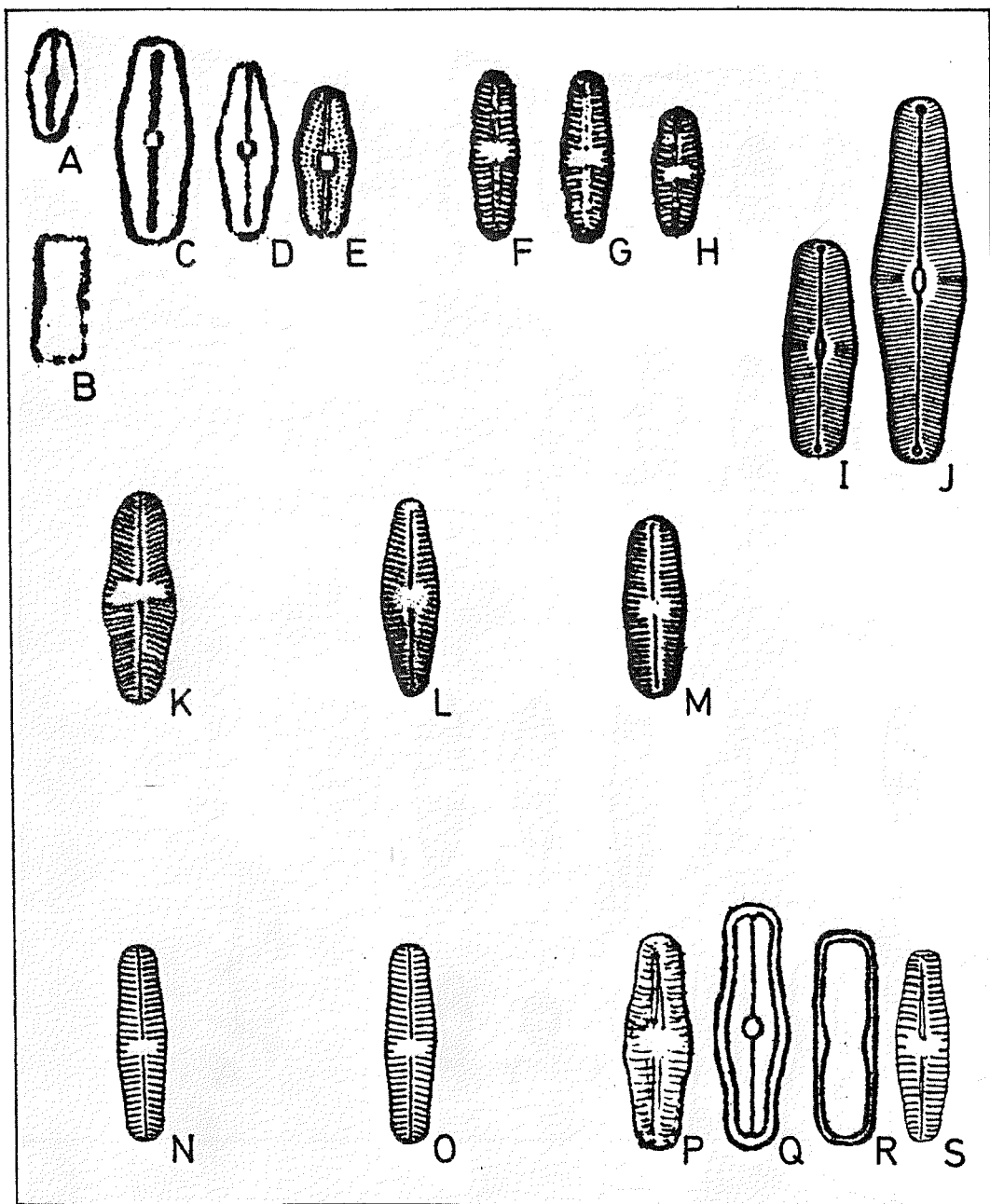


Plate 41

Navicula seminulum Grunow 1860

A - E : Grunow (1860)pl.2 fig.3

F - H : Van Heurck (1880)

pl.14 fig.8,B

I · J : Dippel (1904)fig.156

K : Schönfeldt(1907)pl.4 fig.374

L : Meister (1912)pl.19 fig.19

M : Mayer (1919)pl.7 fig.4

N : Hustedt (1930)fig.443

O : Lavrenko (1951)fig.158,1

P - S : Cleve-Euler (1953)

fig.876 a~e

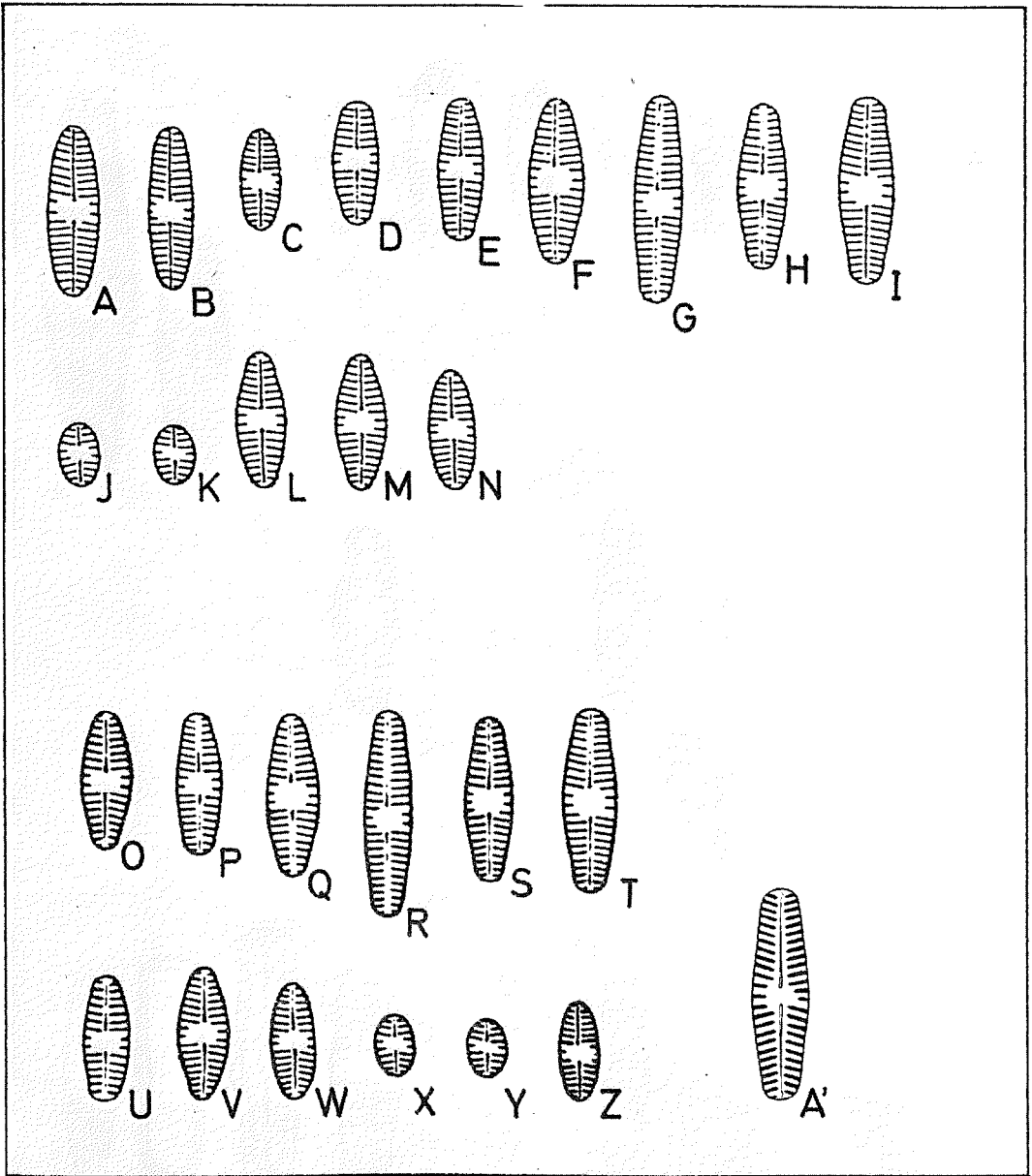


Plate 42

Navicula seminulum Grunow 1860

A~N : Hustedt (1936) in Schmidt
et al pl. 401 fig. 50~63

O~Z : Hustedt (1962) fig. 1367

A' : Patrick · Reimer (1966)
pl. 46 fig. 19

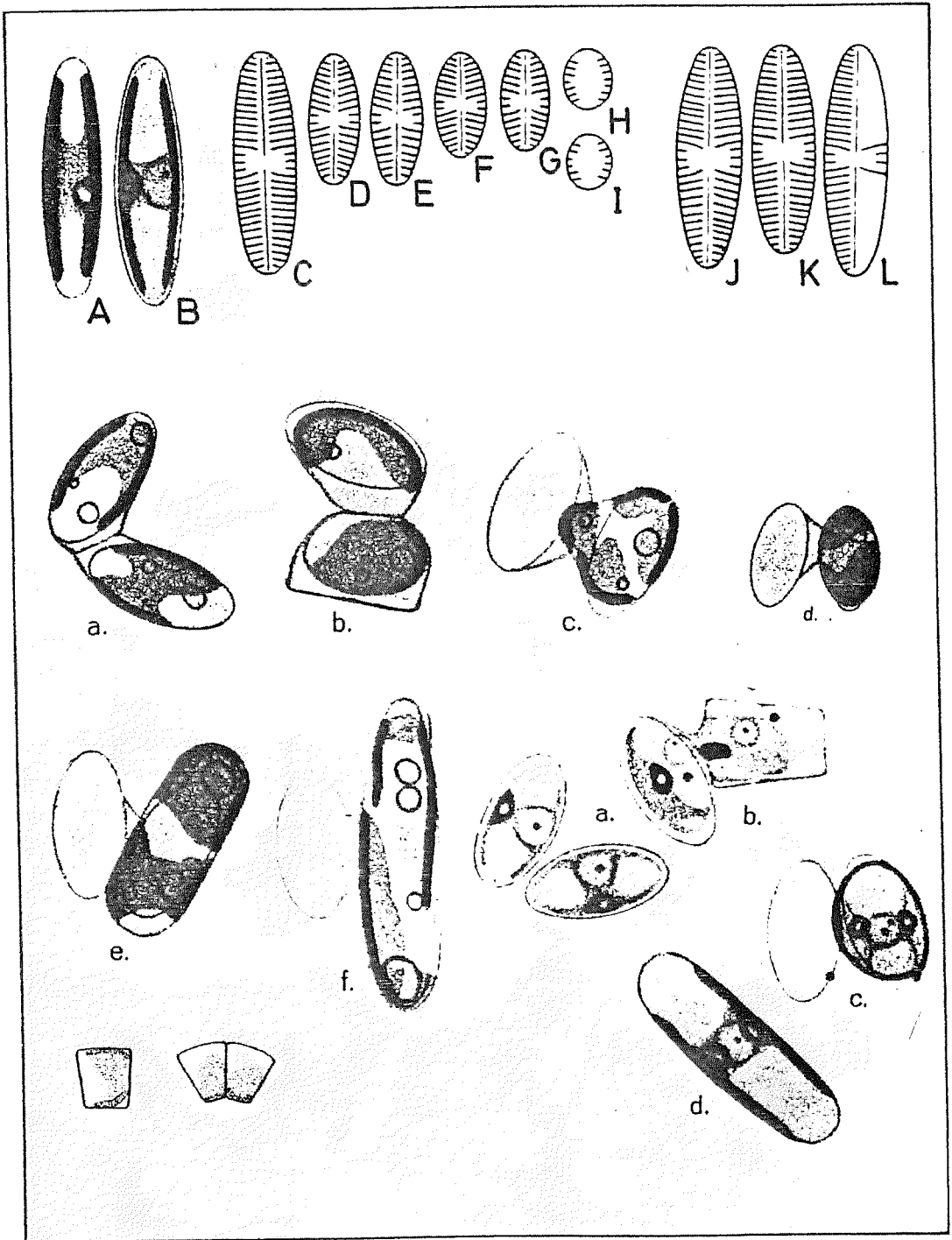


Plate 43

Navicula seminulum Grunow 1860

A~L · a~f : Geitler (1932)

fig. 5~10



Plate 44

Navicula seminulum Grunow 1860

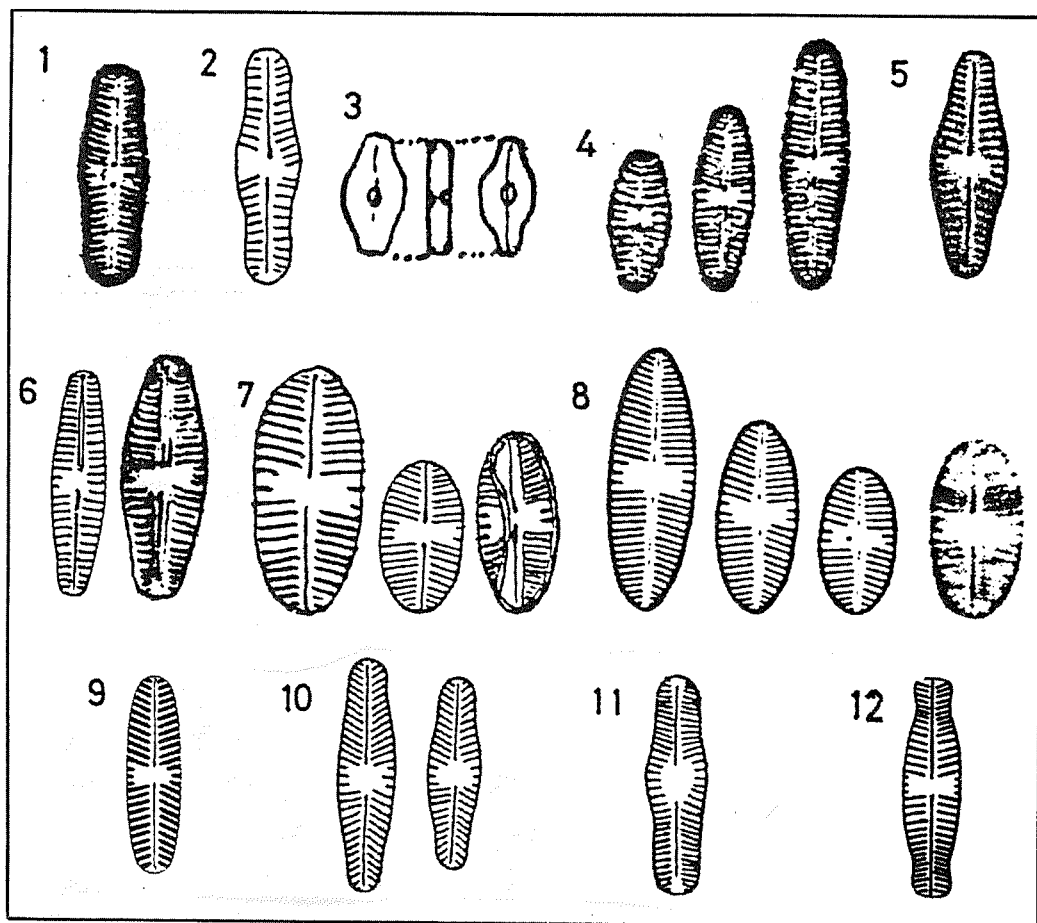


Plate 45

Navicula seminulum f. *major* Grunow in Van Heurck 1880

1 : Van Heurck (1880) pl. 14 fig. 9

Nav. seminulum var. *bergii* Cleve-Euler 1953

2 : Cleve-Euler (1953) fig. 876, l

Nav. seminulum var. *brevis* Cleve-Euler 1932

3 : Cleve-Euler (1932) fig. 330, a - c

Nav. seminulum var. *fragilarioides* Grunow in Van Heurck 1880

4 : Van Heurck (1880) pl. 14 fig. 10

5 : Meister (1912) pl. 19 fig. 20

6 : Cleve-Euler (1953) fig. 876 f · g

Nav. seminulum var. *intermedia* Hustedt 1942

7 : Cleve-Euler (1953) fig. 876 h-k

8 : Hustedt (1962) fig. 1368

Nav. seminulum var. *hustedtii* Patrick 1959

9 : Patrick · Reimer (1966) pl. 46 fig. 20

Nav. seminulum var. *radiosa* Hustedt 1954

10 : Hustedt (1962) fig. 1368, B

Nav. seminulum var. *tenuis* Schirshov 1935

11 : Lavrenko (1951) fig. 158, 2

Nav. seminulum var. *capitata* Manguin 1964

12 : Manguin (1964) pl. 11 fig. 19

7. *Navicula tripunctata* (O.F Muller 1786) Bory 1822

1985年2月、多摩川上流部の羽村堰上の石礫に付着していたものを採集した。

採集時の環境要因は Tab. 7-1 の通りで清浄な水域といえる。

Tab. 7-1 羽村堰上、採集時の環境要因

地点	項目	気温 ℃	水温 ℃	pH	RpH	T-N mg/l	T-P mg/l	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l
多摩川 羽村堰		14.0	7.9	8.3	8.4	0.98	0.024	1.4	0.5	0.9

この水域には冷水、付着生活種の *Cymbella ventricosa* がかなり高い出現頻度で生育しており、優占種となっている。

7-1 ケイ殻の形態

ケイ殻の外形は両側縁の湾出している線状披針形 (pl. 4 6 fig. A~G) からほぼ平行な線状形 (pl. 4 6 fig. H~N) で、先端部は尖円状 (pl. 4 7 fig. A~G) からやや広円状 (pl. 4 7 fig. H~N) である。これらの個体群の中には多くの中間形が連続しており、一般に尖円状の先端をもっているものは両側縁の湾出している個体に、広円状のものは両側縁の平行な個体に多くみられる。

中心域の形は横長い四角形 (pl. 4 8 fig. A~G) から楕円形 (pl. 4 8 fig. H~N) をしており、その大きさも小さい個体 (pl. 4 9 fig. A~G) から大きく広がっている個体 (pl. 4 9 fig. H~N) までみられる。中心域の中位の大きさを示している (pl. 5 0 fig. A~G) 個体群は、中心域を構成している横条線数が stafsided と distafside で異なっており、左右異形の傾向がみられる。横条線は中央部で弱い放射状を示し、先端部では収れんしている。

今回の諸形質の出現頻度をまとめると Tab. 7-2 のようである。

ケイ殻の両側縁については平行の個体群と湾出している個体群の出現頻度はほとんど差はないが、先端は尖円状の個体がかかなり多い。中心域は四角形で中位の大きさの個体が多くみられる。

横条線は先端部で大部分が収れんしているが、従来の記載には中央部はやや放射状であるが、先端では平行であるとしている場合が多い。Carter (1979) が示しているような stafsided によるさし込み横条線をもつ個体はこの taxon ではかなり少ない。中心域を構成している横条線数は片側2本、他方3本の個体が他の構成よりも多い。

Tab.7-2 *Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory の諸形質の出現率

形	質	出現率 %
ケイ殻の両側縁	平行	4 9. 1
	湾出	5 0. 9
ケイ殻の先端	鋭円状	8 9. 6
	鈍円状	1 0. 4
中心域の形	ほぼ四角形	6 8. 7
	ほぼ楕円形	3 1. 3
中心域の大きさ	小	1 1. 1
	中	7 3. 9
	大	1 5. 0
ケイ殻先端部の 横条線	収れん	9 9. 8
	1部収れん, 1部放射状	0. 2
ケイ殻先端部の 横条線	さし込み横条線あり	0. 4
	さし込み横条線なし	9 9. 6
中心域を形成する 短かい横条線の数	片側1本, 他方2本	3. 1
	片側1本, 他方3本	1. 7
	片側2本, 他方2本	1 0. 9
	片側2本, 他方3本	4 2. 3
	片側2本, 他方4本	4. 0
	片側3本, 他方3本	2 7. 2
	片側3本, 他方4本	9. 6
	片側4本, 他方4本	1. 2
奇形		1 1. 1

7-2 ケイ殻の測定値

今回の試料の測定値はケイ殻長 $31.5 \sim 62 \mu\text{m}$ で、モードは $48 \sim 53 \mu\text{m}$ のところにあり、ケイ殻巾は $8 \sim 10 \mu\text{m}$ で、そのモードは $9 \mu\text{m}$ のところにある。ケイ殻長とケイ殻巾との比率は $3.5 \sim 6.9$ でそのレンジはやや大きく、ケイ殻長に対しケイ殻巾はさほど大きな変化はみられない (Fig. 7-1)。

ケイ殻長とケイ殻巾との相関係数は $r = 0.38$ で、正の相関関係が認められる (Fig. 7-2)。

$10 \mu\text{m}$ 中の横条線数は中央部で $9 \sim 11$ 本で、モードは 10 本のところにあるのに対し、先端部では $10 \sim 13$ 本で 12 本のところにモードがある。その比率は $1.0 \sim 1.5$ までである (Fig. 7-3)。

中心節長は $1.0 \sim 3.0 \mu\text{m}$ までで、ケイ殻長との相関関係は $r = 0.49$ で、正の相関関係を認めることができる (Fig. 7-4)。

Tab. 7-3は従来の研究者の測定値を示したものである。この個体群に *Navicula tripunctata* と *Navicula gracilis* の2つの種名が与えられており、その測定値は大変似ている。今回の試料もJohn 1980年を除くとほぼ従来の両種の測定値の範囲内である。

中央部横条線については、やや密であるがCox 1979年の $9 \sim 12$ 本の範囲内であり、通常は $10 \sim 11$ 本としていることから今回のモードとほぼ一致している。

基本種と大変似ているが中心域が小さく、ケイ殻長やケイ殻巾もやや小型である var. *shizonemoides* の測定値をTab. 7-4に示す。今回の試料中にもこのTypeが基本種と連続してみられた (pl. 49 fig. A~G)。

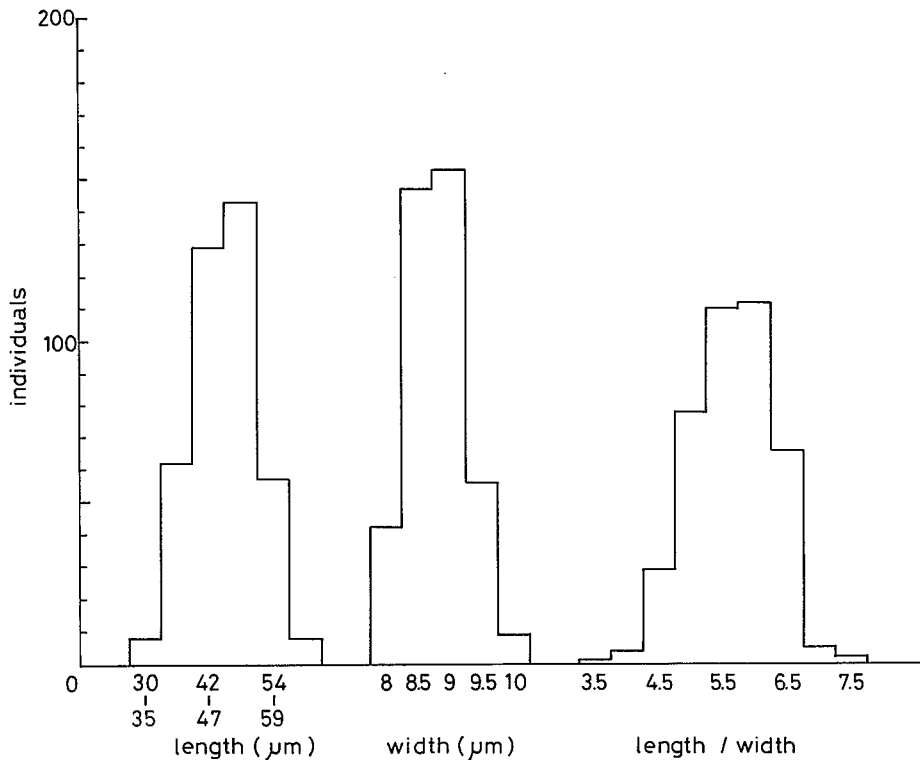


Fig. 7-1 *Navicula tripunctata* の測定値(1)

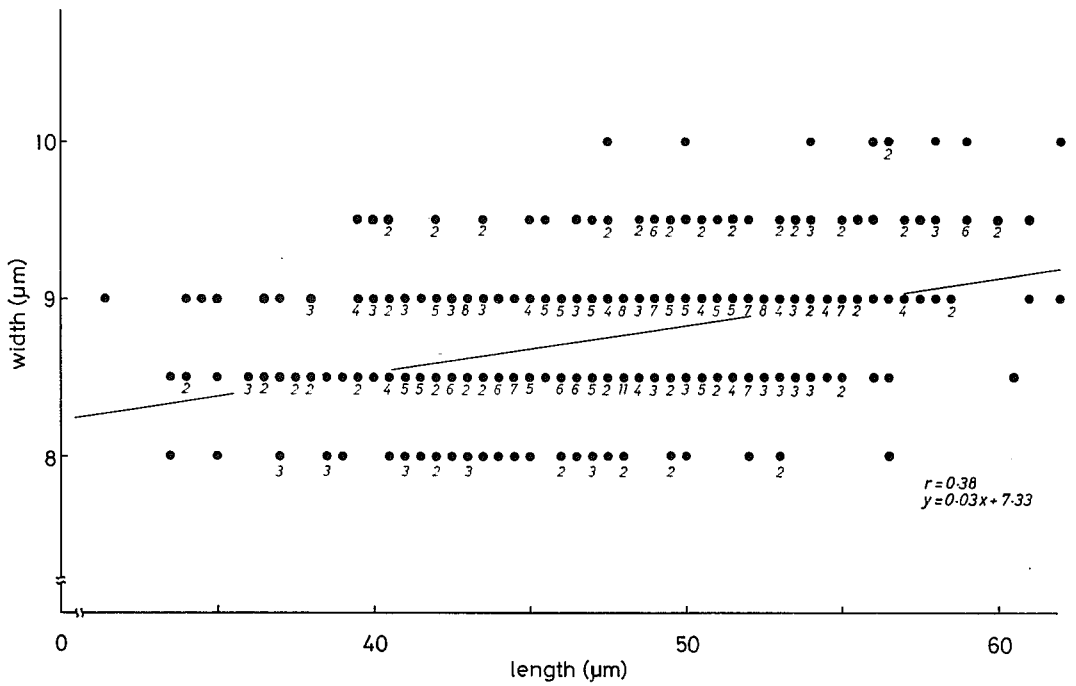


Fig.7-2 *Navicula tripunctata* のケイ殻長とケイ殻巾の相関関係

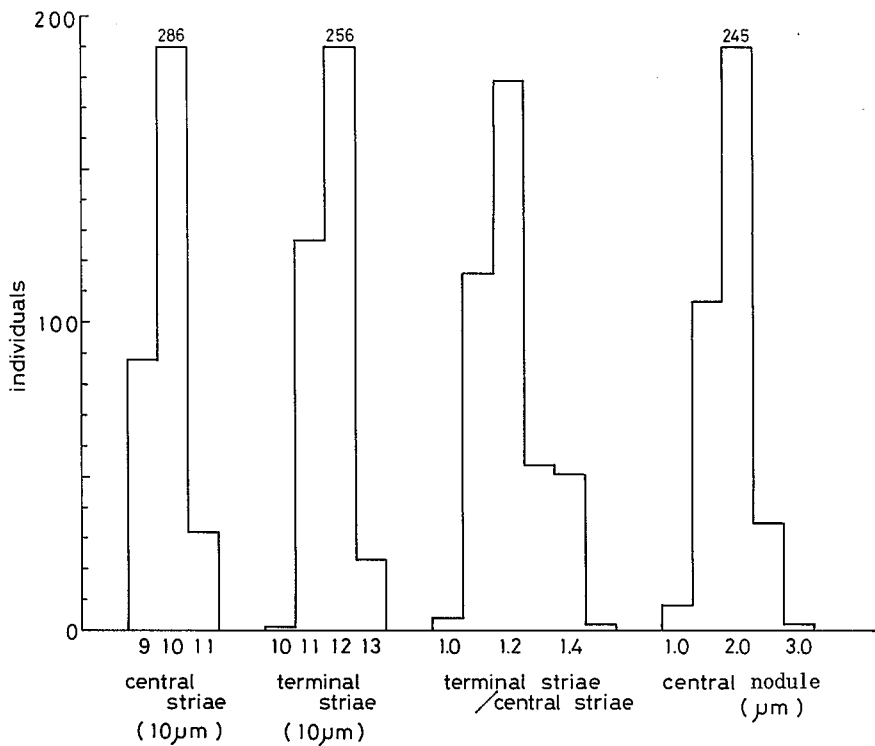


Fig.7-3 *Navicula tripunctata* の測定値(2)

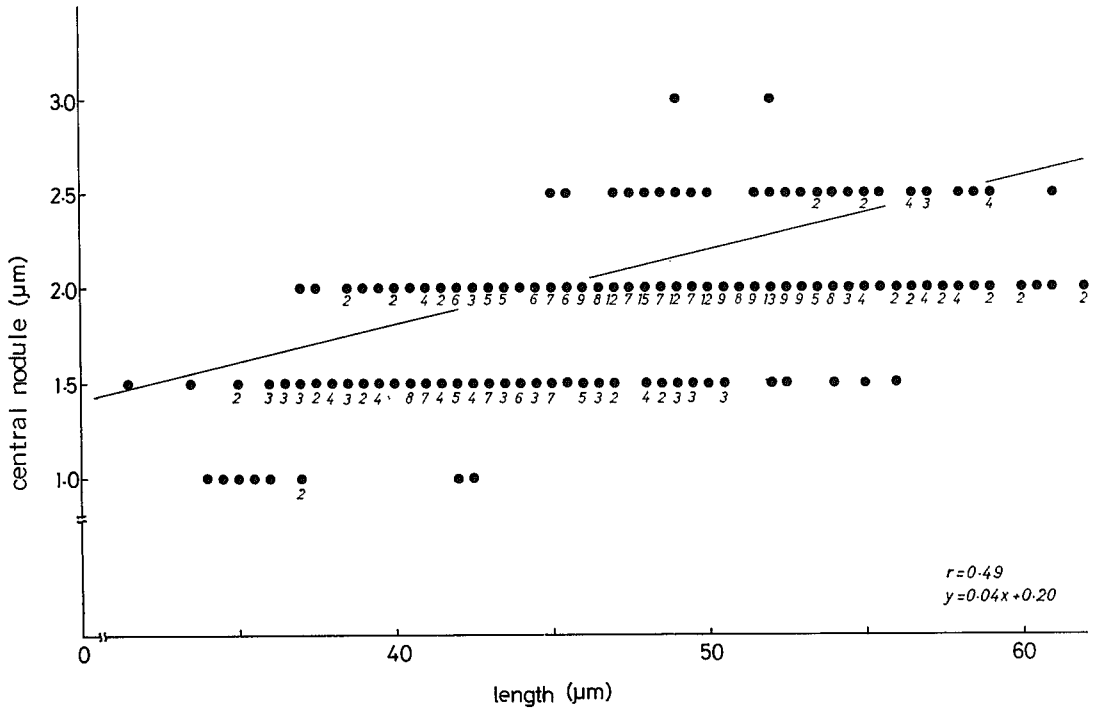


Fig.7-4 *Navicula tripunctata* のケイ殻長と中心節長の相関関係

Tab.7-3 *Navicula gracilis* と *Navicula tripunctata* の測定値

species names	authors	length (μm)	width (μm)	striae (10 μm)
<i>Navicula gracilis</i> Ehrenberg 1830	Kützing			
	Grunow 1860	14-21	4	25-27
	Van Heurck 1896	40-80		10
	Cleve 1895	33-50	6.5-10	11-10
	Dippel 1904	40-70	7-9	9-10
	Meister 1912	45-60	8-9	11-12
	Hustedt 1930	36-60	6-10	11-12
	Cleve-Euler 1953	35-60	6-10	11-12
	Guermeur 1954	40-46	6-8	10-12
	Van der Werff 1957	35-60	6-10	11-12
	Foged 1978	50	9	10
Germain 1981	25-60	7-8	10-11	
<i>Navicula tripunctata</i> (O. F. Müller) Bory 1822	Patrick 1959	33-60	6-10	11-12
	Patrick-Reimer 1966	33-60	6-10	11-12
	Foged 1978	50	10	10
	Cox 1979	30-70	8-9	9-12
	Wujek, Rupp 1980	32-57	8-9	10-12
	John 1980	30-52	5.5-7	12-13
今回の試料 (多摩川)		31.5-62	8-10	9-11

Tab. 7-4 *Navicula gracilis* と *Navicula tripunctata* 近縁種の測定値

species names	authors	length (μm)	width (μm)	striae (10 μm)
<i>Navicula gracilis</i> v. <i>schizonemoides</i> Van Heurck 1885	Van Heurck 1896	62(47) *	9.5(9)	9(10)
	Meister 1912	40-50	8-9	10
	Mayer 1919	29(20.5)*	8(7)	10(13)
	Van der Werff 1959	28.5(39)	5.5(6)	12-15
	Cleve - Euler 1953	52.5 *	10.5	10
<i>Navicula tripunctata</i> v. <i>schizonemoides</i> (Van Heurck 1885) Patrick 1959	Patrick 1959			
	Patrick·Reimer 1966	42 *	8	10
	Gotoh 1978	20-51	6-8	11-13
	John 1983	20-56	5-9	12-14
	Fukushima et al.	20.5-43.5	6-8.5	10-13

*は2,000倍の顕微鏡写真より測定した値

7-4 文献による調査結果および考察

この種については前記のように *Navicula tripunctata* (O. F. Müller) Bory 1822 と *Navicula gracilis* Ehrenberg 1830 の2つの種名が与えられており、研究者によって異なりどちらかの Synonym とされている。

Patrick·Reimer 1966によるとそのいきさつは Fig. 7-5 のようである。

この原記載は大変古く、1786年に O. F. Müller によって記載され、その後 Bory 1822年によって *Vibrio* から *Navicula* に変更されている。Bory 1824年には新たに *Navicula transversa* を新種として発表したが、同年この種について *Navicula tripunctata* の Synonym としている。さらに Ehrenberg は1830年に *Navicula gracilis* を発表しているが、1838年に Ehrenberg は上記の *Navicula transversa* の Synonym であるとしている。よって *Nav. gracilis* は命名規約上 *Navicula tripunctata* の Synonym と考えられることもある。*Navicula gracilis* として記載されている図 (pl. 5 4, 5 5) と *Navicula tripunctata* としている図 (pl. 5 6) は中心域が大きく、横長の四角形を示しているものが多い。Cox 1979年は Van Heurck の *Navicula tripunctata* の neotype を調査し、中心域の小さな個体 (pl. 5 6 fig. B~G) を記載しているが、これは var. *schizonemoides* (Van Heurck) Patrick 1959 (pl. 5 7 fig. F) とも言えるものである。

今回の試料中には中心域の大変大きな個体から小さな個体まで連続していることが観察される。よって光学顕微鏡による観察では var. *schizonemoides* は基本種の Synonym にすべきものと考えられる。

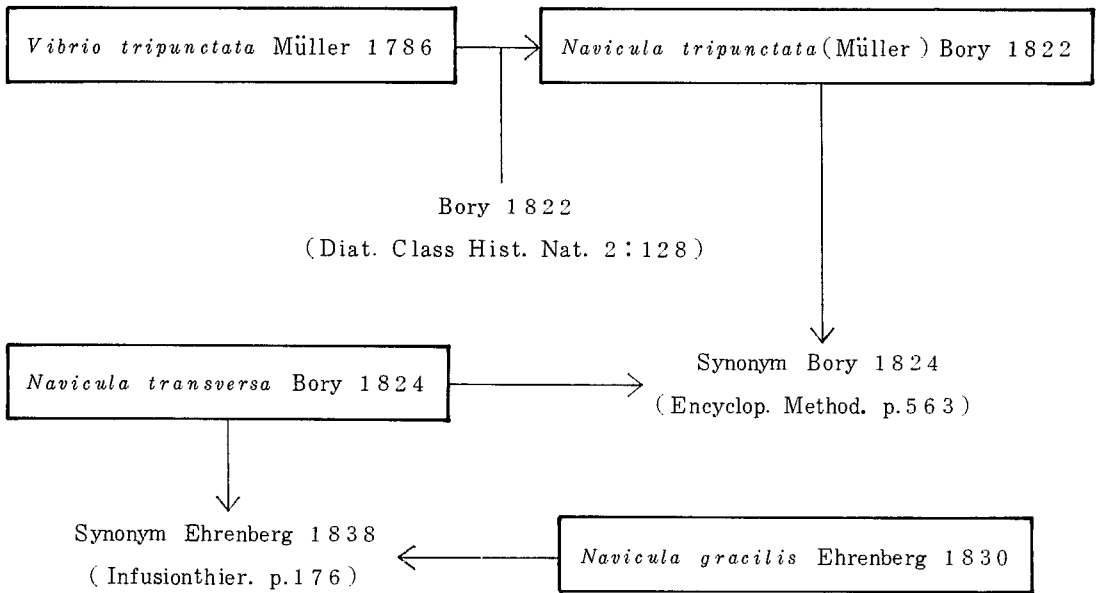


Fig.7 - 5 学名の変遷

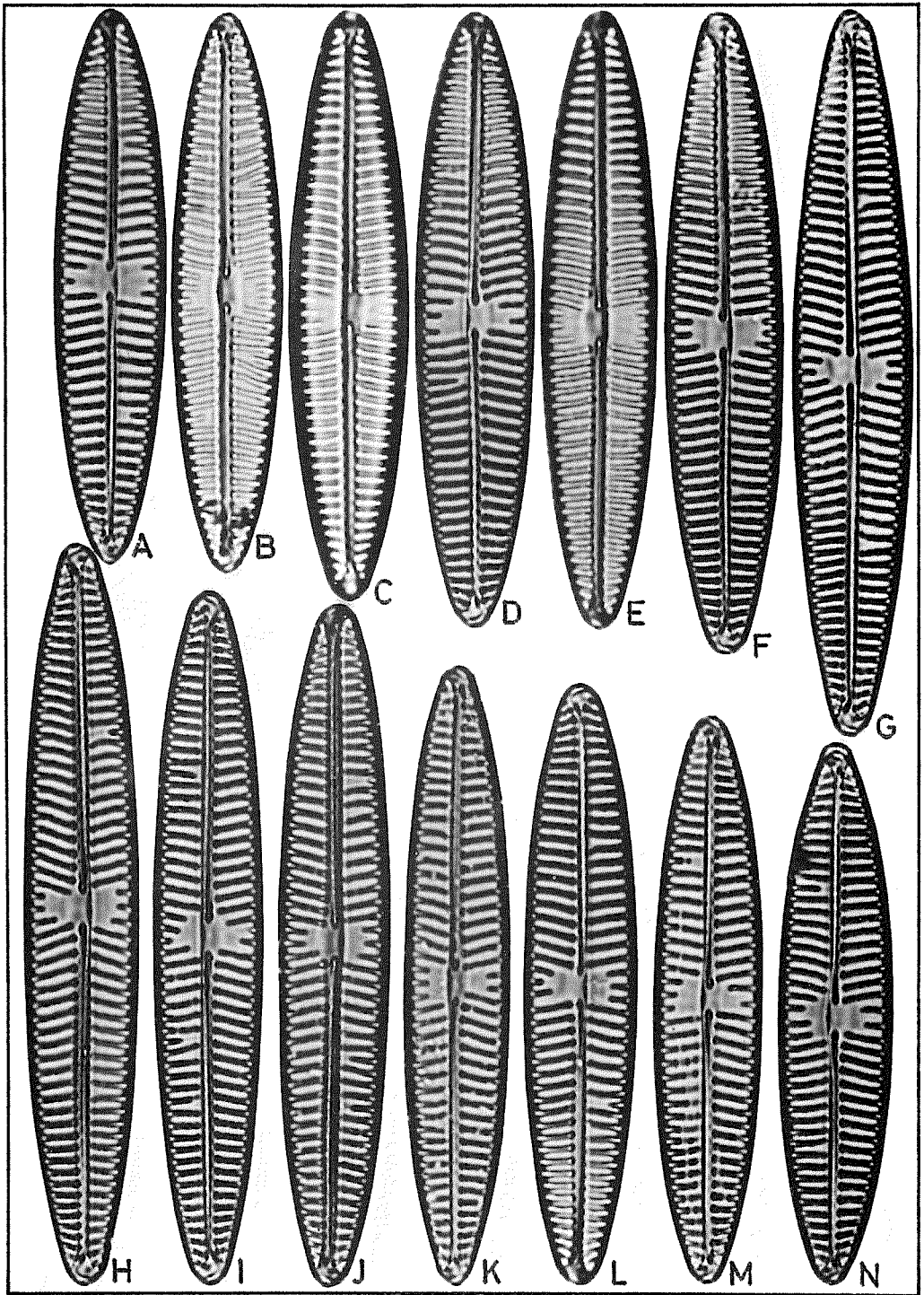


Plate 46

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A ~ G : ケイ殻の両側縁湾出

H ~ N : ケイ殻の両側縁ほぼ平行

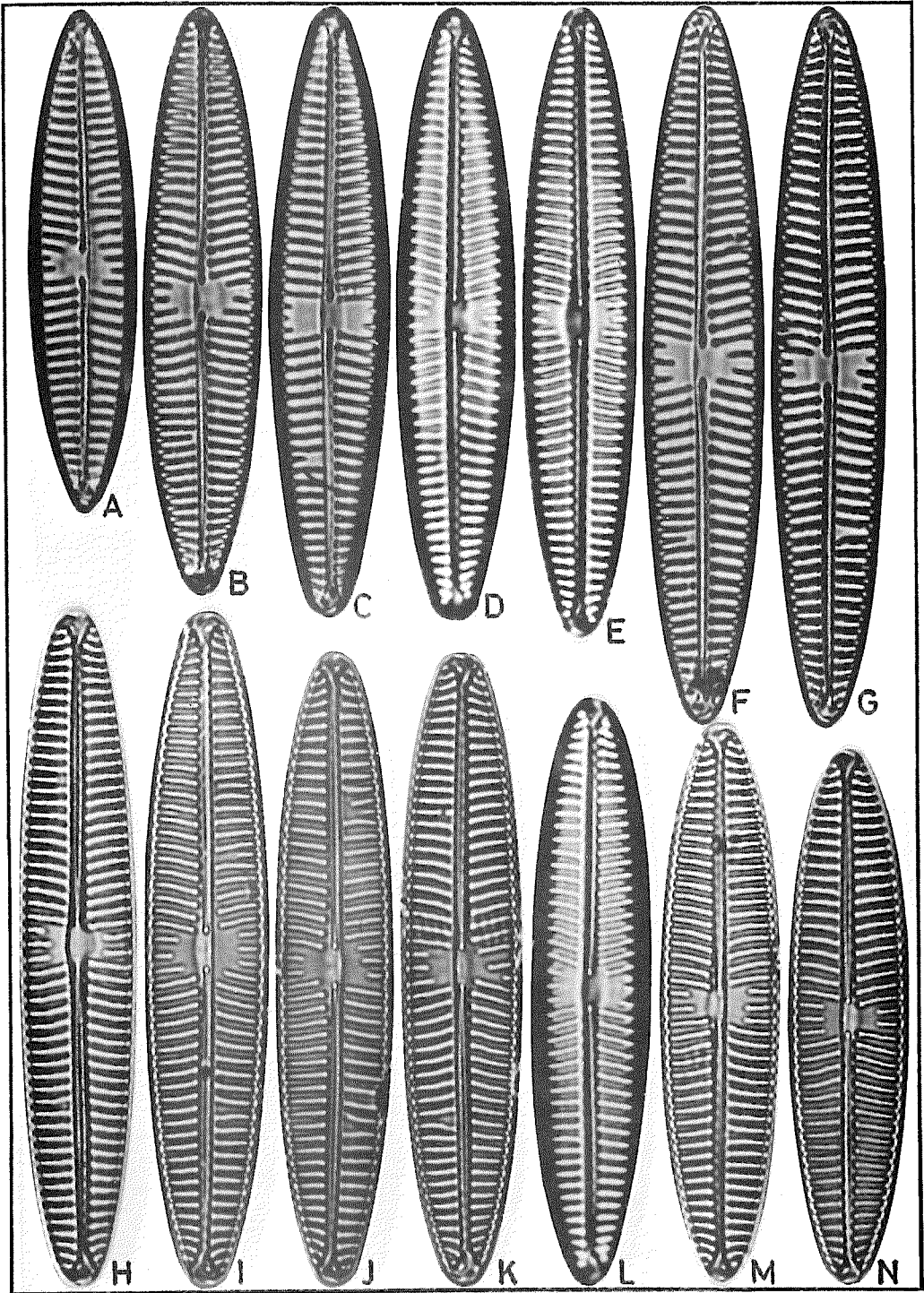


Plate 47

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A~G : ケイ殻の先端鋭円状

H~N : ケイ殻の先端やや広円状

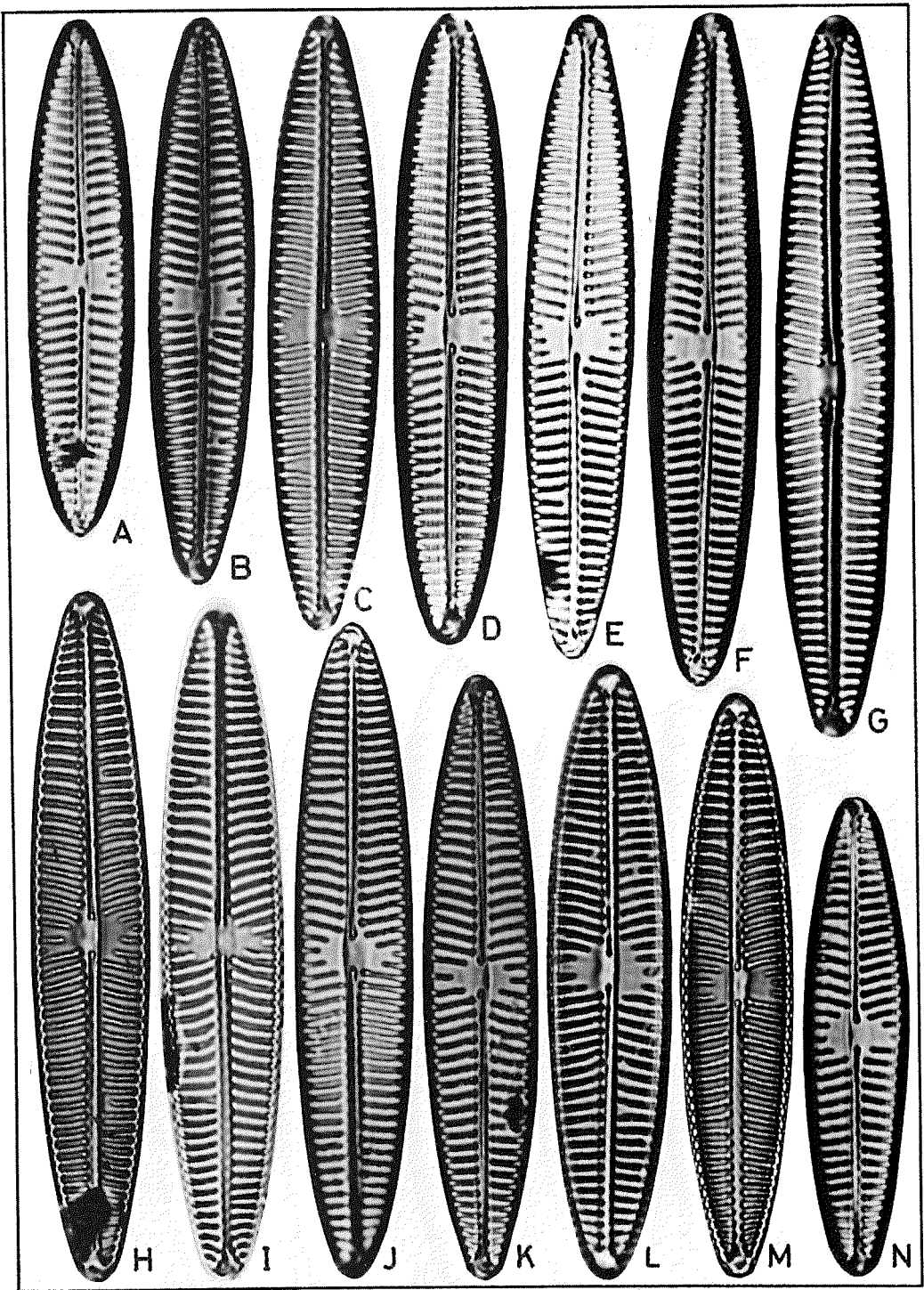


Plate 48

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A ~ G : 中心域の外形四角状

H ~ N : 中心域の外形楕円状

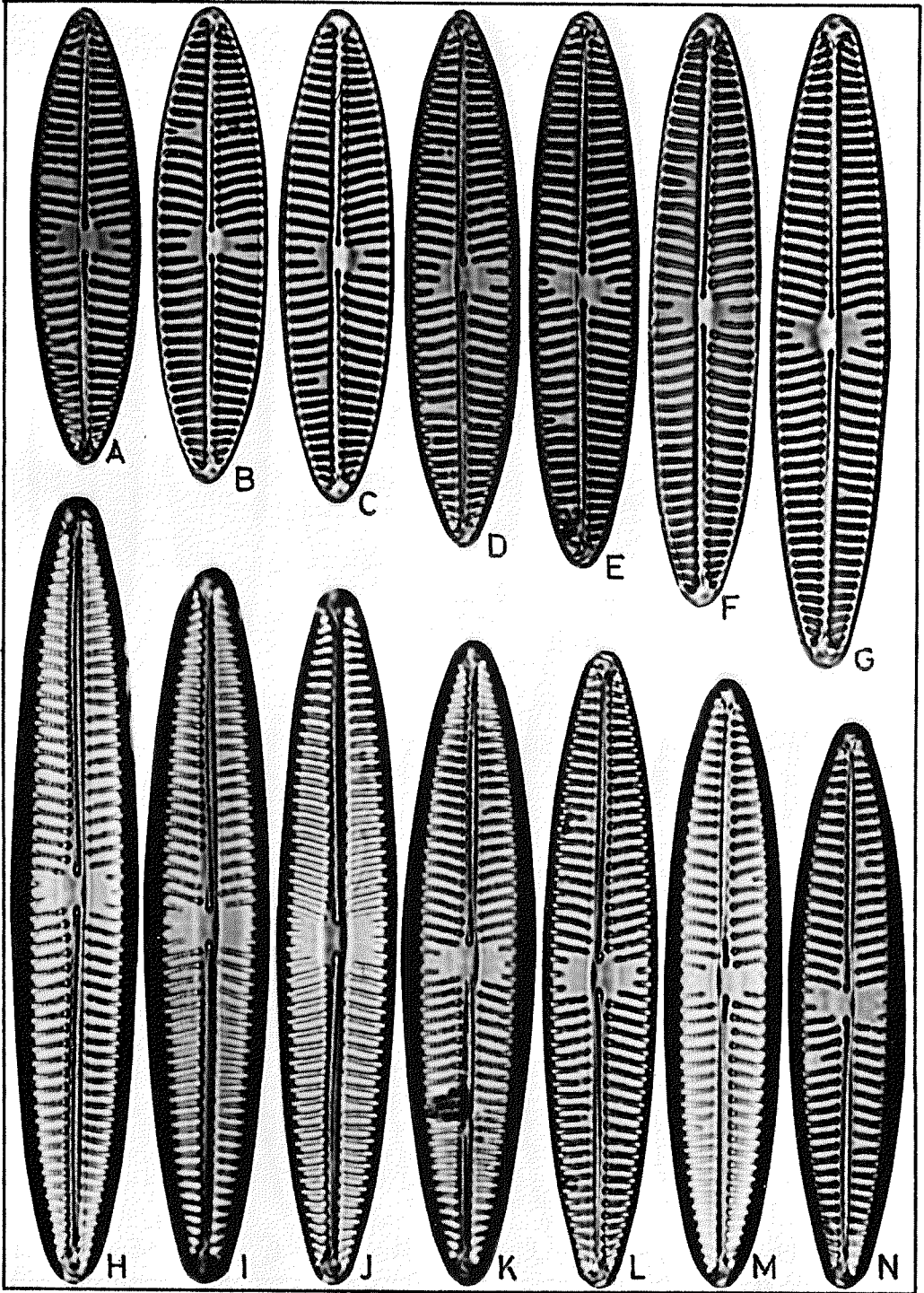


Plate 49

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A ~ G : 中心域小さい

H ~ N : 中心域大きい

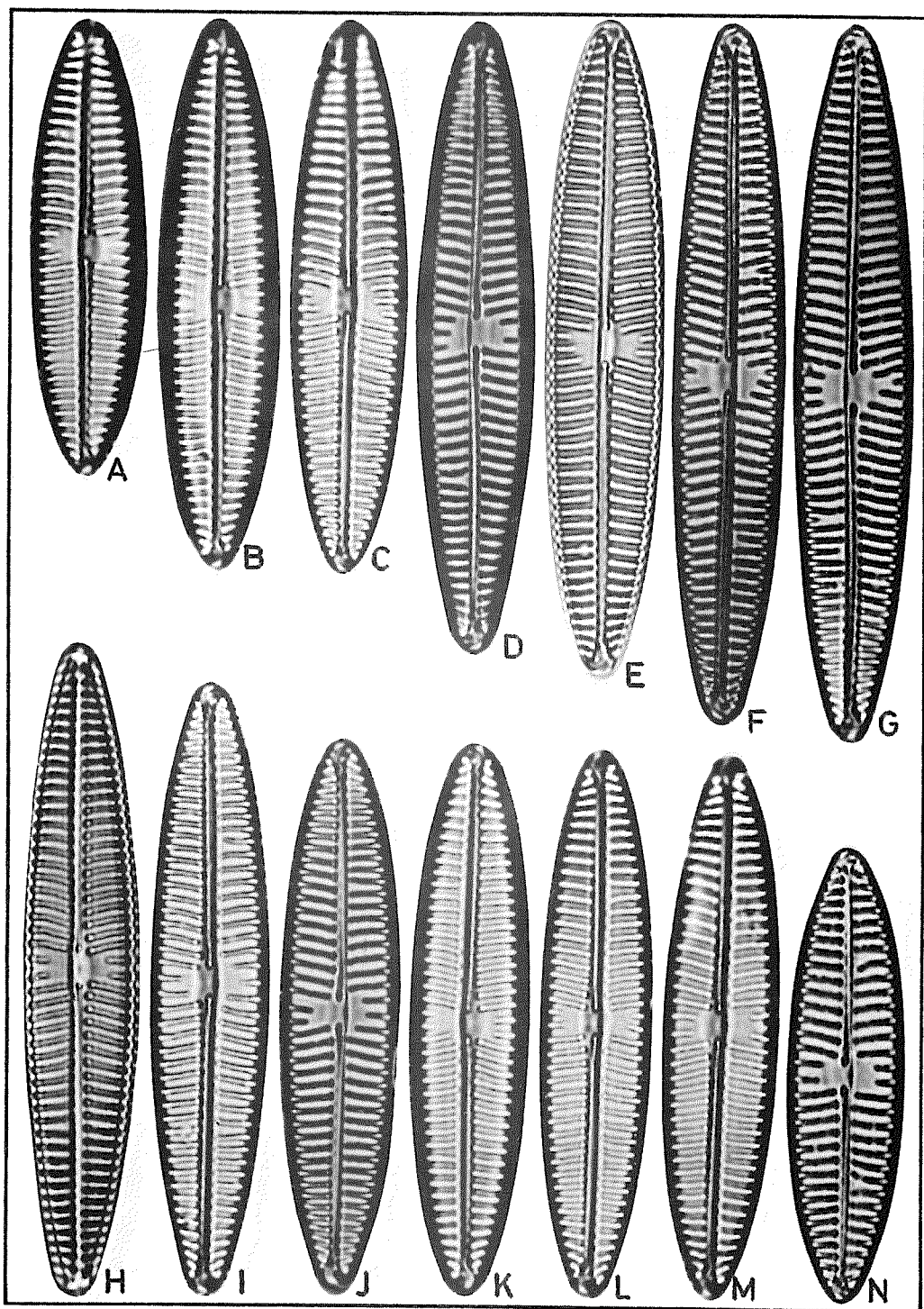


Plate 50

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A~G: 中心域中位の大きさ

H~N: 中心域を構成する短い横条線左右各2本

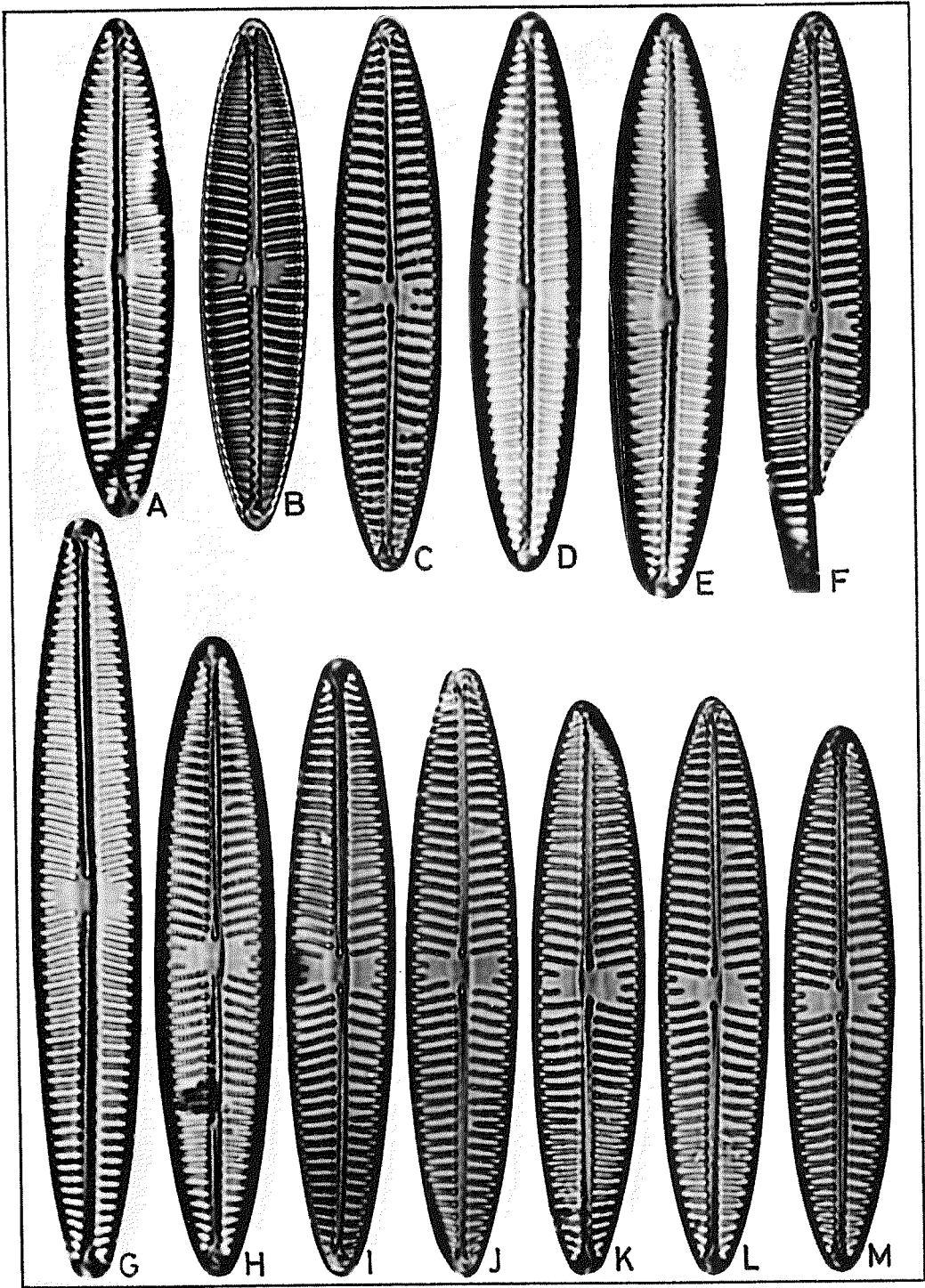


Plate 5 1

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A~F:中心域を構成する短い横条線左側1本, 右側2本

G~M:中心域を構成する短い横条線左側2本, 右側3本

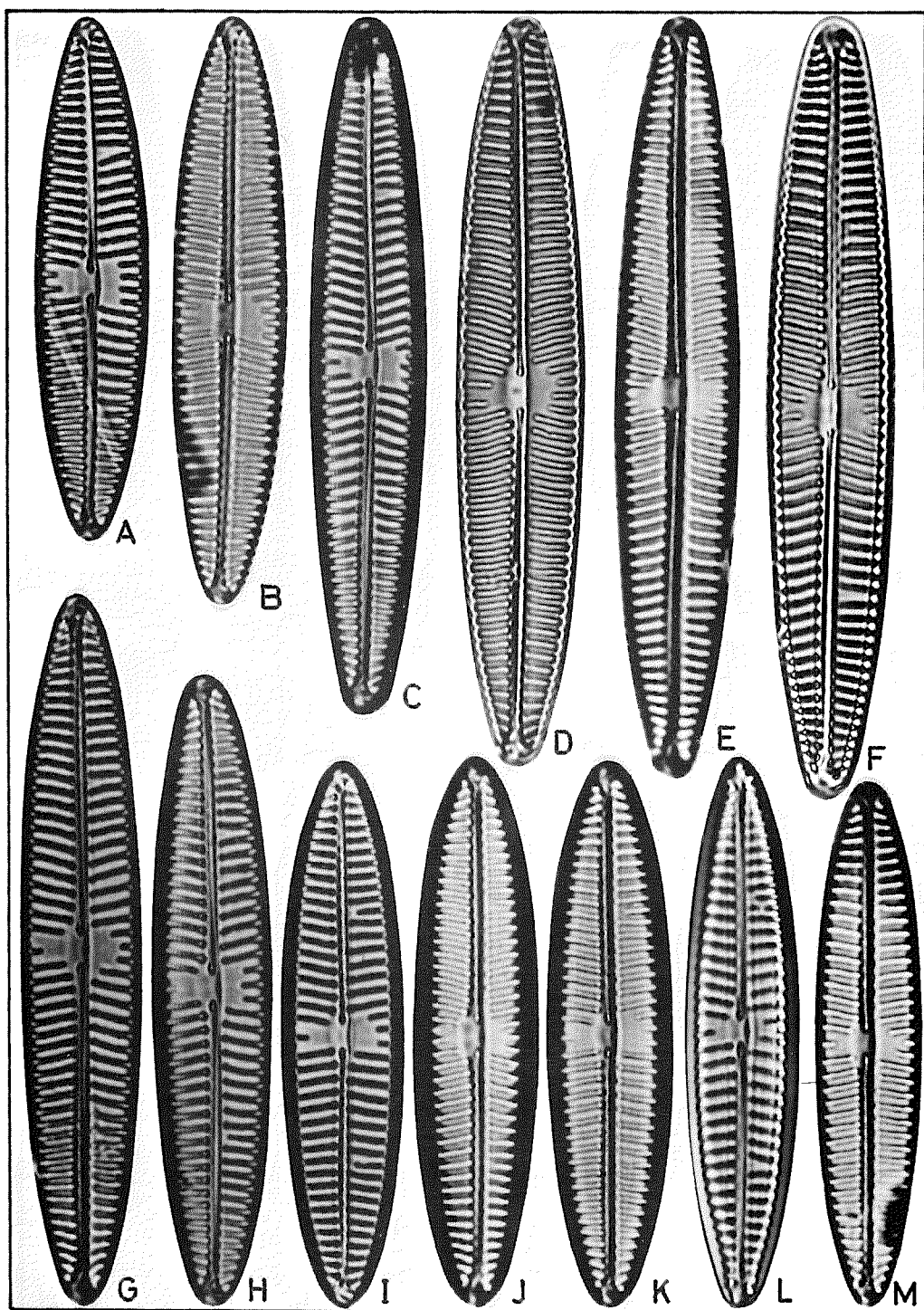


Plate 52
Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory
 A~F:中心域を構成する横条線左側2本, 右側4本
 G~M:中心域を構成する横条線左側3本, 右側1本

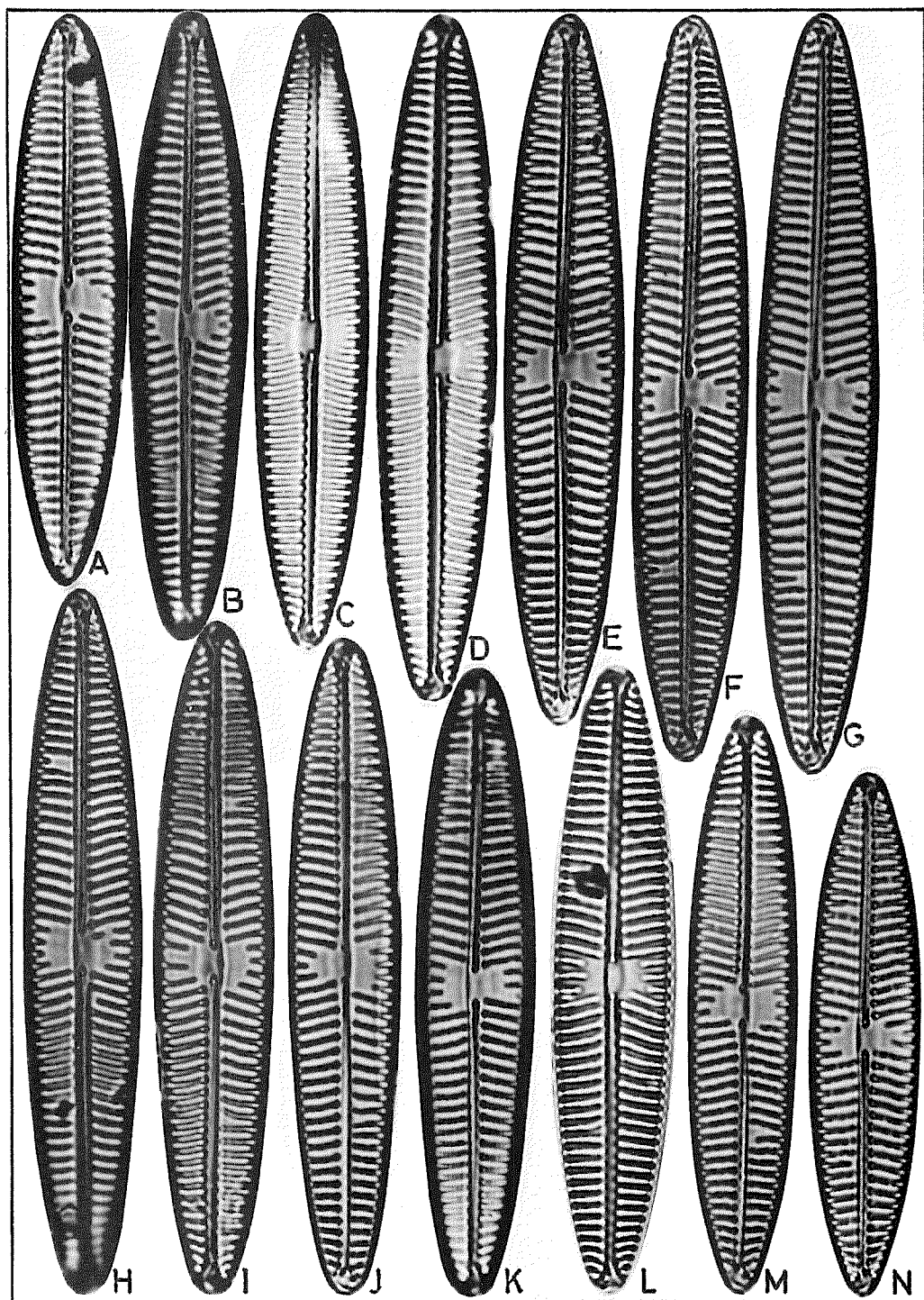


Plate 53

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory

A~G: 中心域を構成する横条線左右とも3本

H : 中心域を構成する横条線左右とも4本

I~N: 中心域を構成する横条線左側3本, 右側4本

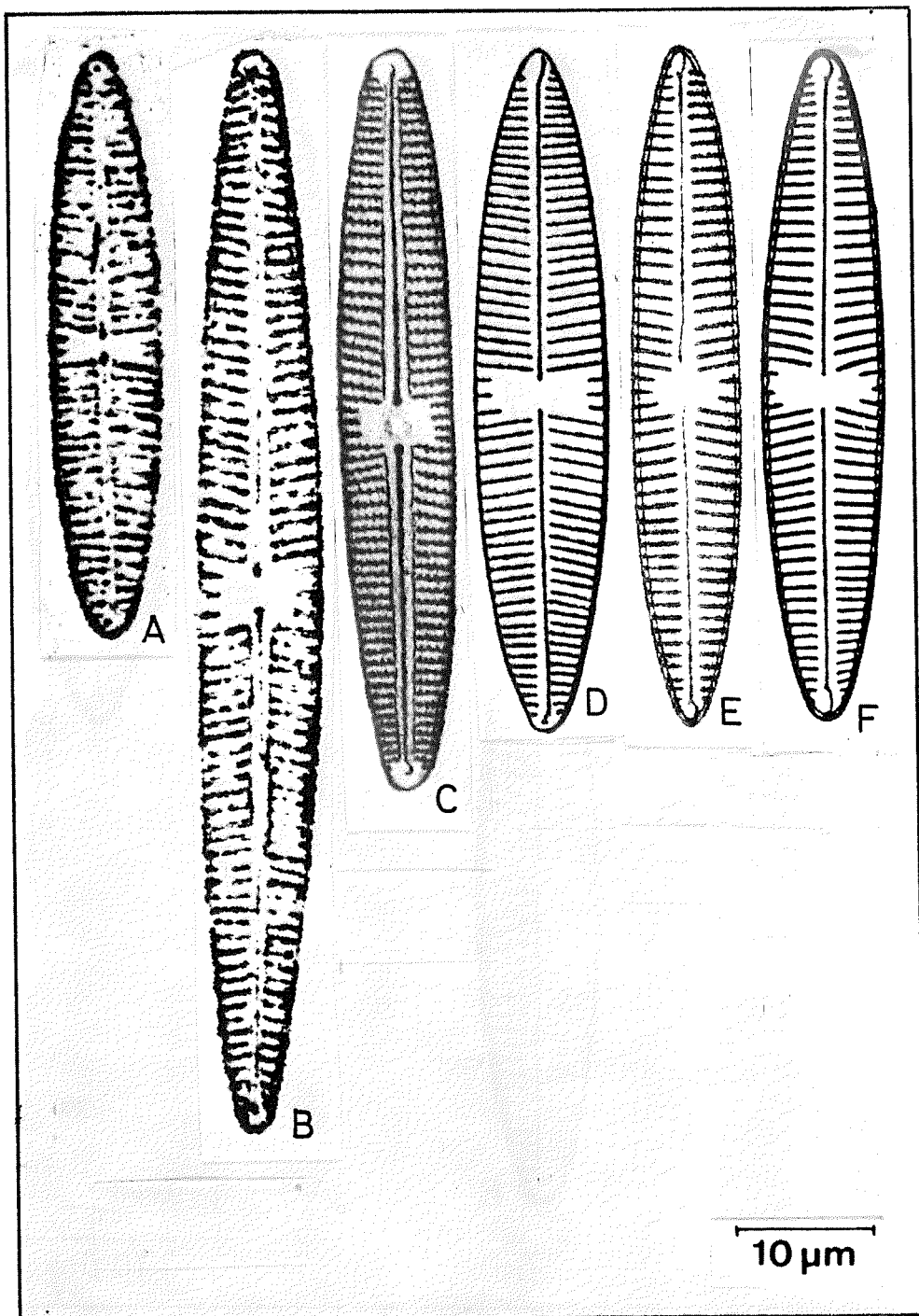


Plate 54

Navicula gracillaris Ehrenberg 1830

A·B: Van Heurck (1880) pl. 7-fig. 7, 8

C : Meister (1912) pl. 21 fig. 1

D : Mayer (1919) pl. 3 fig. 49

E : Hustedt (1930) fig. 514

F : Van der Werff (1957-) P.D.G. XV.109

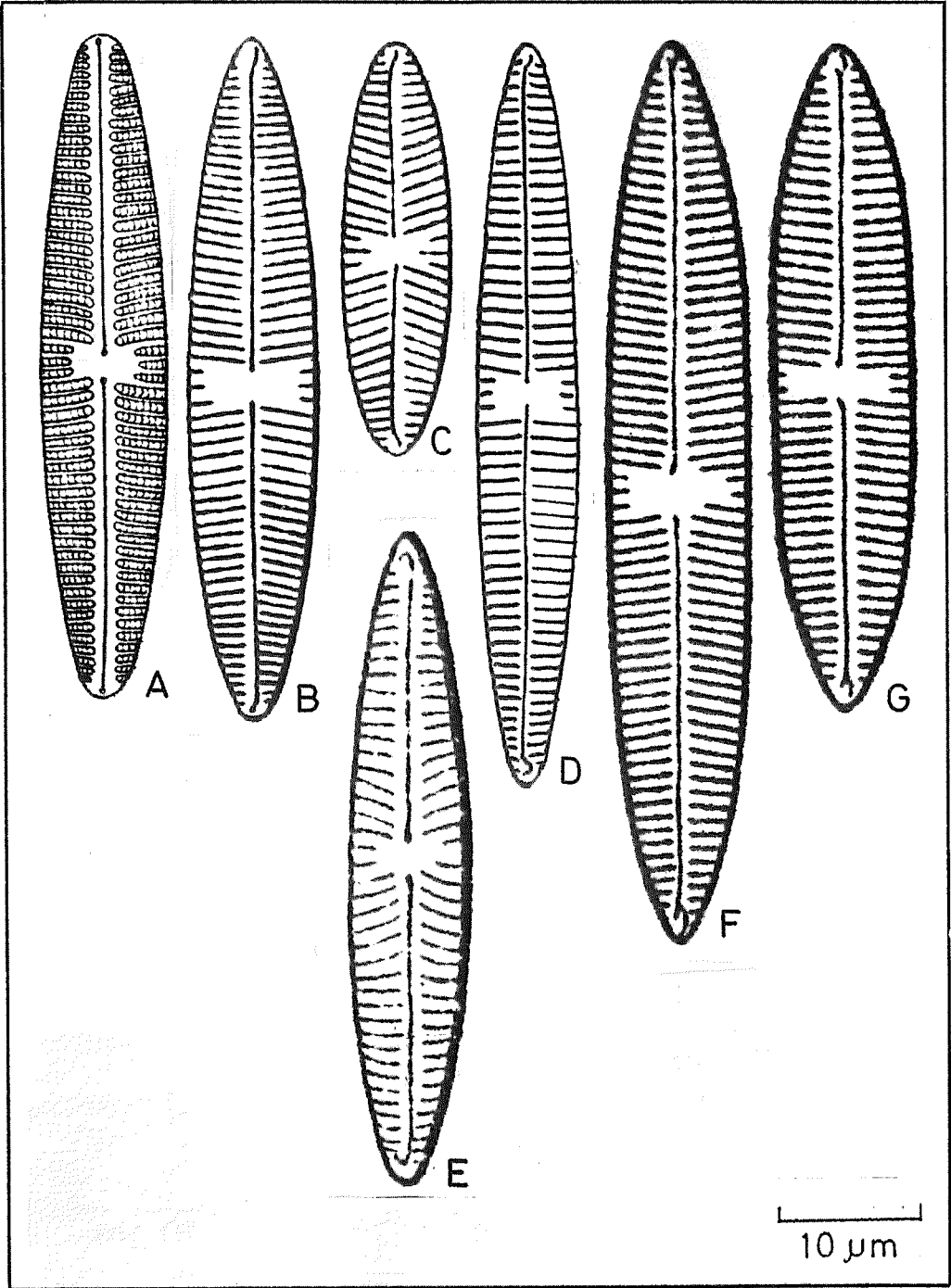


Plate 55

Navicula gracilllis Ehrenberg 1830

A~D: Cleve-Euler (1953) fig. 756a~d

E : Héribaud (1920) pl. 4 fig. 43

F·G: Frenguelli (1942) fig. 19, 20

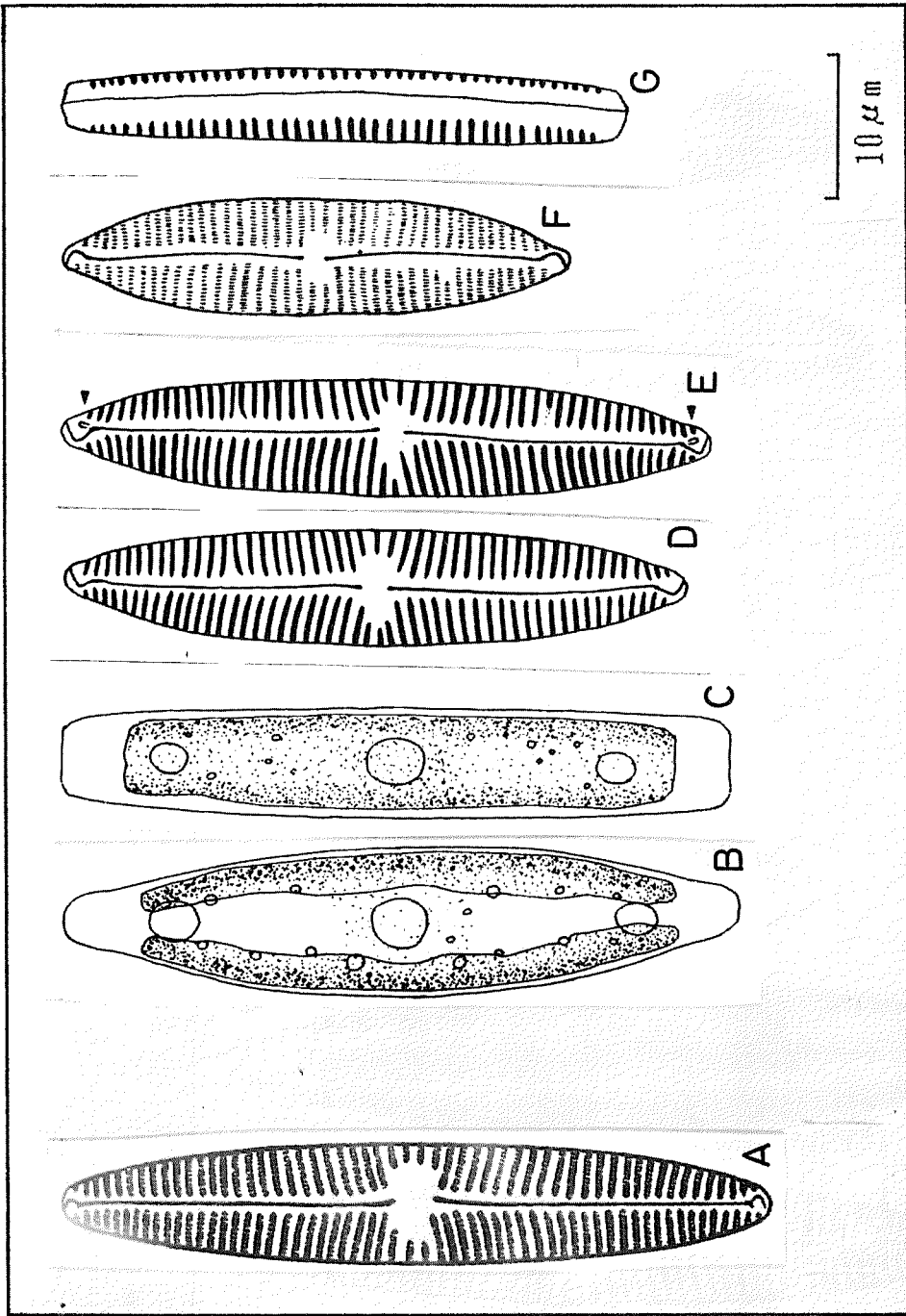


Plate 56

Navicula tripunctata (O. F. Müller 1786) Bory 1822

A : Patrick · Reimer (1966) pl. 49 fig. 3

B ~ G : Cox (1979) fig. 1 - 6

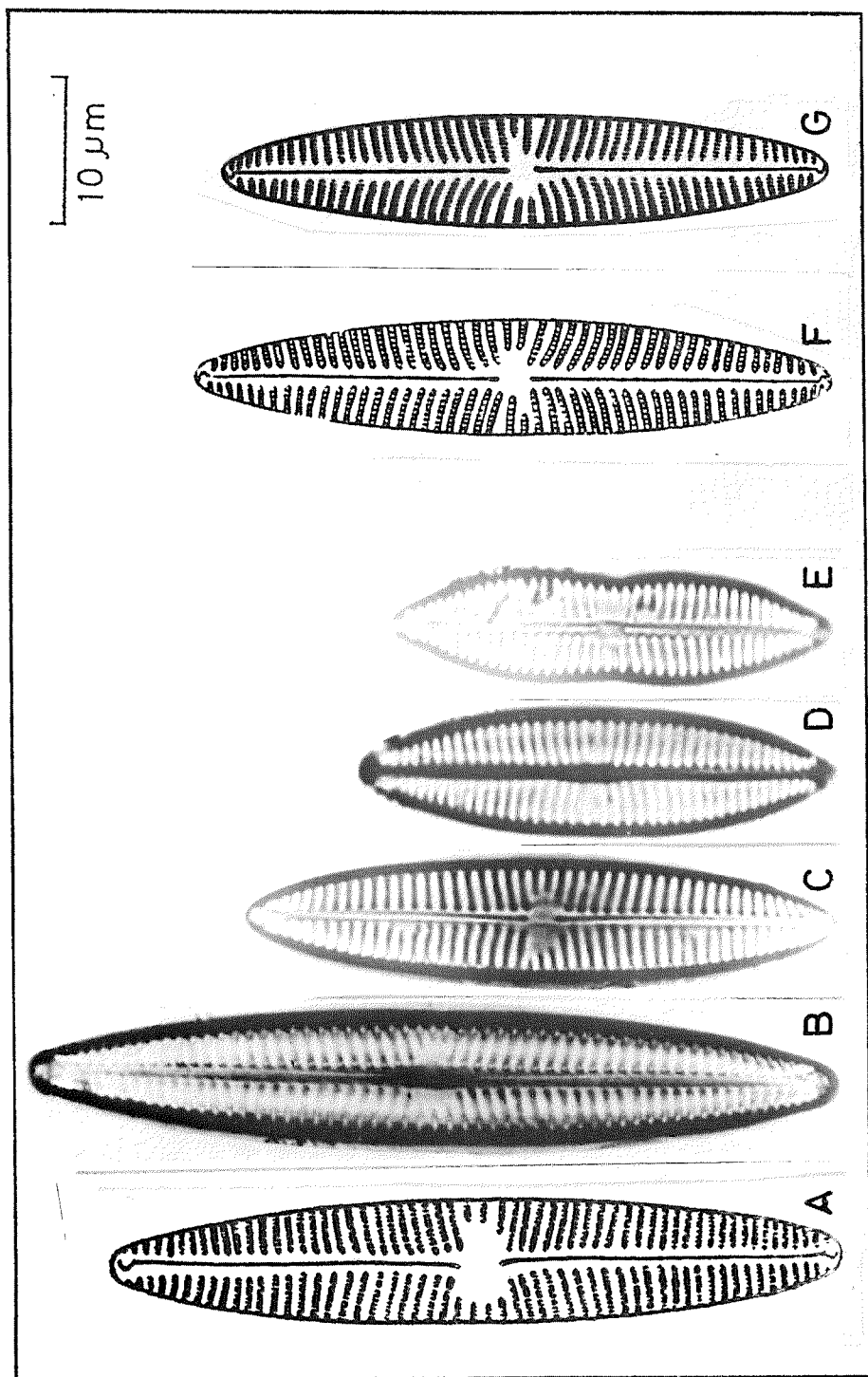


Plate 57

Navicula tripunctata (O. F. Müller) Bory 1822

A : Patrick (1959) pl.7 fig.1

B~E : Wujek · Rupp (1980) pl.14 fig.3~6

Navicula tripunctata var *shizonemoides* (Van Heurck)

Patrick 1959

F : Patrick (1959) pl.7 fig.2

G : Patrick · Reimer (1966) pl.49 fig.4

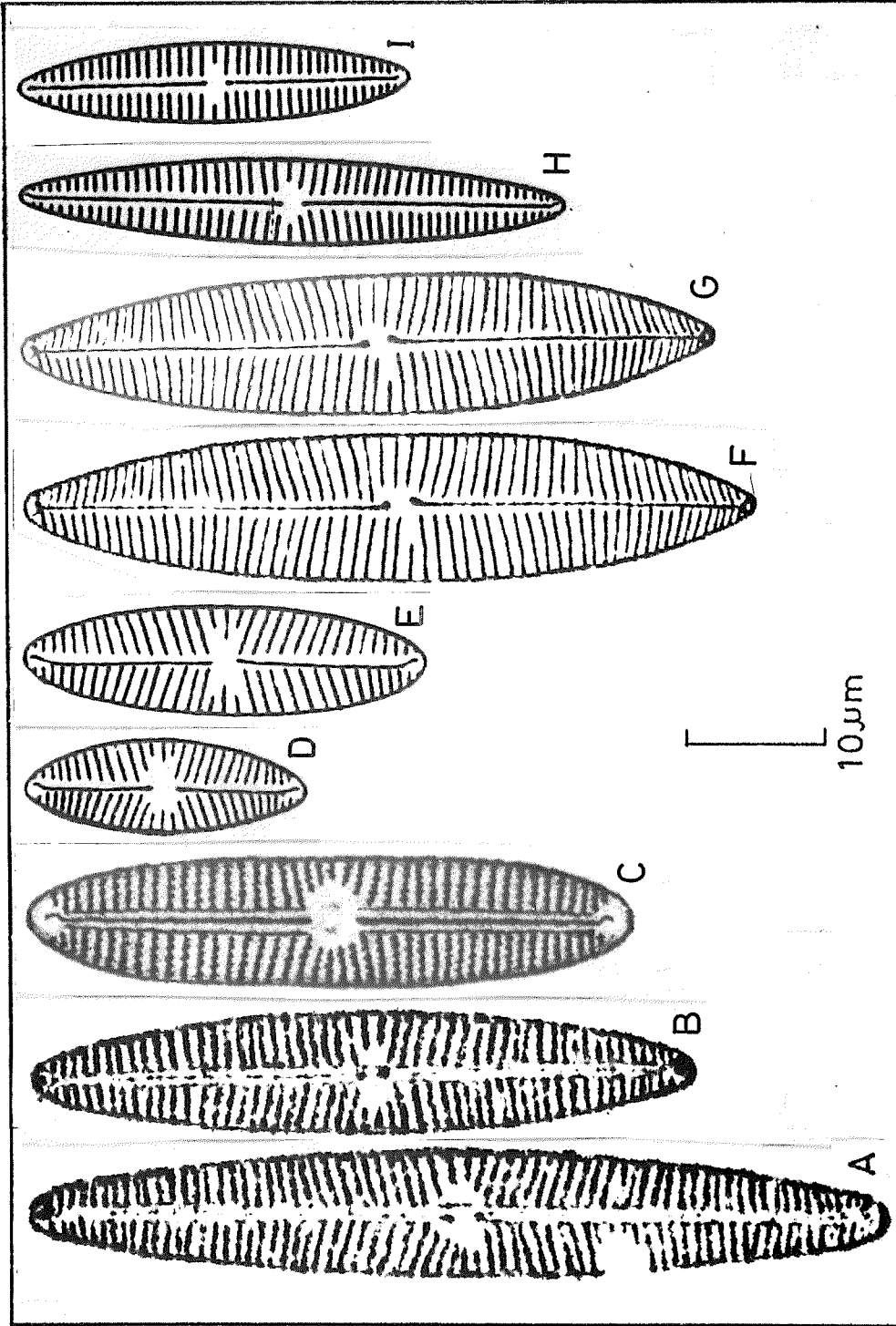


Plate 58

Navicula gracillia var. *shizonemoides* Van Heurck

1880 - 1885

C : Meister (1912) pl.21 fig.2

D · E : Mayer (1919) pl.7 fig.50, 51

F · G : Cleve-Euler (1953)

H · I : Van der Werff (1959) P, D, G XV 109

A · B : Van Heurck (1880) pl.7 fig.9 · 10

(*Navicula gracillia* var. *neglecta*)

参 考 文 献

- 安藤一男・南雲保(1983) : 埼玉県荒川低地沖積層のケイソウ, Bull. Nippon Dent. Univ. Gener. Educ. 12 : 241~290.
- Boyer, C. S. (1926~1927) : Synopsis of North American Diatomaceae. Proc. Acad. Nat. Sci. Phil. 78(1) : 1~228, 79(2) : 229~583.
- Brun, J. (1880) : Diatomées des Alpes et du Jura et de la Région Suisse et Française des Environs de Genève. Genève. 1~146, 9 pls.
- Cleve, P. T. (1894~1895) : Synopsis of the Naviculoid Diatoms. Kongl. Sv. Vet. - Akad. Handl. 26 : 1~194, pls. 1~5, 27 : 1~219, pls. 1~4
- Cleve-Euler, A. (1932) : Di Kieselalgen des Takernsees in Schweden. Kungl. Sv. Vet. - Akad. Handl. Ser. 3 11(2) : 1~254, 378 Fig5.
- Cleve-Euler, A. (1951~1955) : Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Kungl. Sv. Vet. Handl. Fjarde Ser. 2(1) : 1~163, Figs. 1~294, 6 Tab. 4(1) : 1~158, Figs. 292~483, 4(5) : 1~225, Figs. 484~970, 5(4) : 1~232, Figs. 971~1306, 3(3) : 1~153, Figs. 1318~1583, Tab. 7 Stockholm.
- Dippel, L. (1904) : Diatomeen der Rhein-Mainebene. Braunschweig. 1~165, 372 Figs.
- Foged, N. (1953) : Diatoms from West Greenland. Med. Gron. 147(10) : 1~86, 13 pls.
- Foged, N. (1957) : Diatoms from Rennell Island. Nat. Hist. Rennell Isl. 3 : 7~97, 10 pls.
- Foged, N. (1959) : Diatoms from Afghanistan. Biol. Skr. Kongel. Danske Vid. Sel. 11(1) : 1~95, 13 pls.
- Foged, N. (1978) : Diatoms in Eastern Australia. 1~242, 48 pls.
- Foged, N. (1981) : Diatoms in Alaska. 1~316, 64 pls.
- Frenguelli, J. (1942) : Diatomeas del Neuquén (Patagonia). Rev. Museo la Plata, nueva ser., Sec. Bot. 5 : 73~219, 12 pls.
- Geitler (1932) : Der Formwechsel der pennaten Diatomeen. Arch. Prot. 78 : 1~226.
- Germain (1981) : Flore des Diatomees. 1~444, Paris.
- 後藤敏一(1978) : 淀川汽水域の付着藻類 I Mem. Fac. Agr. Kinki Univ. 9(3) : 15~47.

- Gregory, W. (1856) : Notice of some new species of British fresh-water Diatomaceae. Quar. Jour. Microsc. Sci., 4 new series : 1~14, pl. 1
- Grunow, A. (1860) : Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Verh. Kaiserl. - Königl. Zool - Bot. Gesel. Wien, 10 : 503~582, Tab. 3~7.
- Grunow, A. (1862) : Die LÖsterreichischen Diatomeen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Ökalitäten und einer Kritischen Übersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten. Verhand. Kaiserl. - Königl. zool. - bot. Gesel. Wien, 12 : 315~472, 545~585, 6 Tab.
- Guermeur, P. (1954) : Diatomées de l'Áfrique Occidentale Francaise. Inst. Franc. Afriq. Noire, Catal. 12 : 1~137, 24 pls.
- Heiden, H. et Kolbe, R.W.(1928) : Die marinen Diatomeen der deutschen Südpolar - Expedition, 1901 - 1903, Deut. Sudp. - Exp. 1901 - 1903 8 (5) : 447~715, Tab. 31~43, Berlin und Leipzig.
- Héribaude, J. (1893-1908) : Les Diatomées d'Áuvergne. Libr. Sci. Nat., 1~233, pls. 1~6 premier memoire, 1~79, pls. 7-8 (1902) ; deuxiÉme memoire, 1 - 166, pls. 9 - 12 (1903) ; troisiÉme memoire, 1 - 70, pls. 13~14 (1908)
- Héribaude, J. et al. (1920) : Les Diatomees des travertins d'Áuvergne. Bruxelles. 1~206, 7 pls.
- Hustedt, F. (1930) : Bacillariophyta. A. Pascher's Süsw. - Fl. Mitteleurop. 10 : 1~466, 875 Figs, Jena.
- Hustedt, F. (1931~1933, 1937, 1959, 1961, 1962) : Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichts und der Schweiz. Rabenhorst's Kryptog. - Flora Deut. Öster. Schw. 7, Teil 2, Lief. 1, 1~175, Figs. 543~682(1931)
Teil 2, Lief. 2, 177~320, Figs. 683~780(1932)
Teil 2, Lief. 3~4, 321~576, Figs. 781~1008(1933)
Teil 2, Lief. 5, 577~736, Figs. 1009~1105(1937)
Teil 2, Lief. 6, 737~845, Figs. 1106~1179(1959)
Teil 3, Lief. 1, 1~160, Figs. 1180~1294(1961)
Teil 3, Lief. 2, 161~348, Figs. 1295~1456(1962)
Teil 3, Lief. 3, 349~556, Figs. 1457~1591(1964)
Teil 3, Lief. 4, 557~816, Figs. 1592~1788(1966)

- Hustedt, F. (1937~1938) : Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra Arch. f. Hydrob. suppl. - Bd. 15 : 131~177, Tab. 9~12 (1937)
 187~295, Tab. 13~20 (1937)
 393~506, Tab. 21~28, 36~43 (1938)
- Hustedt, F. (1949) : Süßwasser-Diatomeen aus dem Albert-Nationalpark in Belgisch-Kongo. Miss. Damas, Explor. Parc Nat. Albert, Bruxelles, 199, 16 Tab.
- Kolbe, R.W (1927) : Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Pflanzenforsch. 7 : 1~146, 3 Tab.
- Krieger, W. (1927) : Zur Biologie des Flussplanktons. Pflanzenforsch. 10 : 1~61.
- Kützing, F. T. (1849) : Species Algarum. Lipsiae. 1~922.
- Lagerstedt, N. G. W. (1873) : Sötvattnens - Diatomaceer fran Spetsbergen och Beeren Eiland. Bihang till Köngl. Sv. Vet. - Akad. Handl. 1. Nr. 14 : 1~52, 2 pls.
- Manguin, E. (1964) : Contribution à la Connaissance des Diatomées des Andes du Perou. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., n. s. B. Botanique, 12(2) : 98q., 25pls.
- 真山茂樹・小林弘 (1982) : 青野川のケイソウ. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Sect. 4. 34 : 77~107.
- Mayer, A. (1919) : Bacillariales von Reichenhall und Umgebung. Kryptog. Forsch., 1(4) : 191~215, Tab. 5~10.
- Meister, F. (1912) : Die Kieselalgen der Schweiz. Beitr. Kryptog. Schweiz. 4(1) : 254p., 48Tab. Bern.
- 根来健一郎・後藤敏一 (1983) : 由良川の硅藻植生 Mem. Fac. Agr. Kinki Univ. 16 : 67 - 118.
- Östrup, E. (1895) : Marine Diatoméer fra Ostgronland. Med. Gronland, 18, 395~476, pls. 3~8.
- Okuno, H. (1952) : Atlas of fossil Diatoms from Japanese Diatomite Deposits. Kyoto, 1~49, 29 pls.
- Pantocsek, J. (1886~1892) : Beitrage zur Kenntniss der fossilen Bacillarier Ungarns. Auf. 2, (74 s. 30 Tab., ; 123 s, 30Tab. : 118 s., 42 Tab) Berlin,

- Patrick, R.M. (1959): New Subgenera and two new Species of the Genus *Navicula*. Notul. Nat. no. 324, 1~11.
- Patrick, R. M. et Reimer, C.W. (1966): The Diatoms of the United States. 1: Philadelphia, 1~688, 64 pls.
- Patrick, R.M. et Reimer, C.W. (1975): The Diatoms of the United States. 2(1): Monogr. Acad. Nat. Sci. Philad. No. 13 Philadelphia.
- Peragallo, H. et. M. (1897~1908): Diatomees Marines de France et des Districts Maritimes Voisins. Text. 491 137 pls.
- Peragallo, M. (1929): Contribution à l'étude de la flore diatomique de l'Étang de Theau. Rev. Alg. 4: 7~27, pls. 2.
- Rabenhorst, L. (1853): Die Süßwasser-Diatomaceen für Freunde der Mikroskopie. Leipzig. 1~72, 9 Tab.
- Lavrenko et al. (1951): Diatomovye Vodorosli. 1~488, 372 Figs.
- Schmidt, A., et al. (1874-): Atlas der Diatomaceen - Kunde. Leipzig. Heft 1~120, Tab. 1~460.
- Schönfeldt, H. (1907): Diatomaceae Germaniae. Berlin. 1~263, 19 Tab.
- Skvortzow, B.W. (1935): Diatomées recoltées par le Pere E. Licent au cours de ses voyages dans le Nord de la Chine au bas Tibet, en Mongolie et en Mandjourie. Publ. Mus. Hoangho Peiho Tein Tsin. 36: 1~43. pls. 1~9.
- Skvortzow, B.W. (1936): Diatoms from Kizaki Lake, Honshu Island, Nippon. Philip. J. Sci. 61(1): 9~73, 16 pls.
- Skvortzow, B.W. (1936): Diatoms from Biwa Lake, Honshu Island, Nippon. Philip. J. Sci. 61(2): 253~296, 8 pls.
- Skvortzow, B.W. et Meyer, C. I. (1928): A contribution to the Diatoms of Baikal Lake. Proc. Sung. River Biol. St. 1(5): 1~55, 3 pls.
- Smith, W. (1853, 1856): Synopsis of British Diatomaceae. John van Voorst, London. 1: 89p., pl. 1~31, 2: 107p., pls. 32~60, pls. 61~62, pls. A~E.
- Van der Werff, A. en Huls, H. (1957-): Diatoméénflora van Nederland.
- Van Heurck, H. (1880-1885): Synopsis des Diatomées de Belgique. pls. 1~30(1880); pls. 31~77(1881); pls. 78~103(1882); pls. 104~132(1883); Anvers. 1~235.

Van Heurck, H. (1896) : A Treatise on the Diatomaceae. London. 558 p.,
35 pls.

Van Landingham, S. L. (1967) : Catalogue of the Fossil and Recent Genera
and Species of Diatoms and their Synonyms. 493+. (1968) : 494~1086,
(1969) : 1087~1756, (1971) ; 1757~2385, (1975) : 2386~2963,
(1978) : 2964~3605, (1978) : 3606~4241.