羽状ケイ藻 *Fragilaria vaucheriae* (Kuetz.) Boye-Petersenの形態変異

Morphological variation of *Fragilaria vaucheriae* (Kuetz.) Boye-Petersen

福島 博¹⁾・小林艶子²⁾・栗原美香²⁾・藤田晴江³⁾

Hiroshi FUKUSHIMA¹⁾・Tsuyako KO-BAYASHI²⁾・Mika KURIHARA²⁾ and Harue FUJITA³⁾

(東京女子体育大学¹⁾・横浜市立大学²⁾・神奈川県薬剤師会公害衛生試験所³⁾
(Tokyo Women's College of Physical Education¹⁾, Yokohama City University²⁾,
Environmental Analysis Institute of Kanagawa Association³⁾)

1. はじめに

*Fragilaria vaucheriae*は最初Kutzingにより*Exilaria vaucheriae*として1833年に発表されたが、1844年に同じKutzingによって*Synedra*に所属変更された。その後、Grunow(1881)はこの種が*Fragilaria intermedia*と大変類似していると指摘している。その後、多くの研究者がこの種の所属について疑問を抱いている。

Boye-Petersen(1938)はKutzingの*Exilaria vaucheriae*, Grunowの*Fragilaria intermedia*の標本を検鏡し、両者は同一のものであり、*Fragilaria vaucheriae*にすべきとしている。その後Ceratoneisに入れるべきとする研究者もある。Lange-Bertalot(1980)は*Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*とし、*Synedra rumpens* var. *meneghiniana*, *Synedra capitellata*などをSynonymにしている。この考えはKrammer・Lange-Bertalot(1991)の著書にも受けつがれている。Williams・Round(1987)は微細構造より従来の*Fragilaria*を6属に細分する提案をしているが、本種を新しい*Fragilaria*に入れ*Fragilaria vaucheriae*としている。

以上のように研究者によって属についての考えも一致しない上、ケイ殻の外形の変異も大きく、種以下のTaxaも細分され、混乱している。

今回の研究に用いたのは1987年10月、北海道支笏湖畔の伊藤温泉付近の岩石に付着していた約300個体である。

2. ケイ殻の外部形態

今回の試料ではケイ殻の外形を広披針形(Plate 1 Figs A~J)、線状披針形(Plate 1 Figs K~R)、線状形(Plate 1 Figs S~a)に3区分が可能で、頻度はそれぞれ33.5%、25.4%、41.1%で、各群間に大きい差はないが、今回は線状形の個体が多い。ケイ殻の先端部はやや楔形で広円状(Plate 2 Figs A~I)、やや楔形で尖円状(Plate 2 Figs J~Q)、嘴形(Plate 2 Figs R~Y)、頭部状(Plate 2 Figs Z~g)の4区分が可能で頻度はそれぞれ9.4%、32.2%、55.6%、2.7%で嘴形の個体をもっとも多く、頭部状の個体が少ない。両側縁の形では両側の中央部が弱く湾入する、(Plate 3 Figs A~I)、腹縁中央部が弱く湾入する(Plate 3 Figs J~Q)、背縁中央部が弱く湾入する(Plate 3 Figs R~Z)、両側縁平行または湾出する(Plate 4 Figs A~I)、背側だけ3回波うつ(Plate 7 Figs f~o)の5区分が可能で頻度はそれぞれ3.2%、3.4%、1.9%、88.8%、2.7%で、両側縁平行または湾出する形が大変多い。

中心域は明瞭な1側性(Plate 4 Figs J~R)、背側に不明瞭な横条線がある(Plate 4 Figs S~b)、両側性(Plate 5 Figs A~I)、背腹両側に不明瞭な横条線がある(Plate 5 Figs J~Q)の4区分が可能で、それぞれ頻度は91.4%、4.3%、2.6%、1.7%で明瞭な一側性の個体が大変多い。軸域の幅は狭い(Plate 5 Figs R~Z)、中位(Plate 6 Figs A~J)、やや幅広い(Plate 6 Figs K~T)に3区分でき、頻度はそれぞれ

72.5%、22.4%、5.1%で、幅狭い個体が多くなっている。腹側の中心域の間にみられる背側の横条線数は1本、(Plate 7 Fig. e)、3本(Plate 6 Figs U~d)、4本(Plate 7 Figs A~J)、5本(Plate 7 Figs K~T)、6本(Plate 7 Figs U~d)で、それぞれの頻度は0.3%、15.2%、39.0%、38.9%、6.6%で4本または5本の個体数が多くその頻度はほぼ等しい。

Table 1 *Fragilaria vaucheriae* 諸形質の出現頻度 (支笏湖産)

形	質	頻度
ケイ殻の外形	広披針形	33.5
	線状披針形	25.4
	線状披針形	41.1
ケイ殻の先端部	やや楔形で広円状	9.4
	やや楔形で尖円状	32.2
	嘴形	55.6
	頭部形	2.7
ケイ殻の側縁	両側縁中央部弱く湾入	3.2
	腹縁中央部弱く湾入	3.4
	背縁中央部弱く湾入	1.9
	背縁3回波打つ	2.7
	その他(両側縁平行、または背縁が湾出)	88.8
中心域	明瞭な一側性	91.4
	両側性	2.6
	背縁に不明瞭な横条線がある	4.3
	背腹両側に不明瞭な横条線がある	1.7
腹側の中心域の間隔にみられる背側の横条線数	1本	0.3
	3本	15.2
	4本	39.0
	5本	38.9
	6本	6.6
軸域の幅	狭い	72.5
	中位	22.4
	やや幅広い	5.1
横条線密度	粗(10 μ m間に10本以下)	0.4
	それより密	99.6

3. 計測値

ケイ殻長のレンジ8~41 μ m、モード20~25 μ m、ケイ殻幅のレンジ3~6 μ m、モード5 μ m、10 μ m間の横条線密度のレンジは9~19本、モード11、12本である。過去の諸研究者の計測値はケイ殻長では北沢・小林(1988)の7.5 μ mより Schoenfeldt(1907)の90 μ mで、この値と比較すると、今回の試料には大型の個体が含まれていないことになる(Fig. 1)。ケイ殻幅はCleve-Euler(1953)の1.5 μ mより Kacmarska and Rushforth(1983)の6.5 μ mまでで、今回の試料では幅狭い個体が含まれていないことになる(Fig. 1)。10 μ m間の横条線密度はCleve-Euler(1953)の9本より、渡辺(1971)の21本までで、今回の試料には特に密度の大きい個体が含まれていないといえる(Fig. 2)。ケイ殻長と幅の相関関係をFig. 3に示す、両者の相関係数 r は

0.116で両者間に相関関係を認めることはできない。

Fig.1 *Fragilaria vaucheriae*(Kuetz.)Boye-Petersenのケイ殻長と幅のヒストグラム

Fig.2 *Fragilaria vaucheriae*(Kuetz.)Boye-Petersen横条線密度のヒストグラム

4. 論議

ケイ殻の外形とケイ殻長との関係をFig. 4に示す。ケイ殻長が広披針形の個体のケイ殻長のモードは20 μ m、線状披針形の個体のケイ殻長のモードは25 μ m、線状のもののは30 μ mでケイ殻の外形とケイ殻長間に相関的な関係が認められ相である。ケイ殻長と幅の間に相関が認められず(Fig. 3)ケイ殻幅のレンジが小さいことから、小形種はずんぐり型で、大形種はすらつとした形になるのは当然のことといえる。

ケイ殻の先端部の形とケイ殻長の関係をFig. 5に示す。

Fig.3 *Fragilaria vaucheriae*(Kutz.)Boye-Petersen ケイ殻長と幅の相関関係

Fig.4 ケイ殻の外形とケイ殻長との関係

先端部がやや楔形で広円状のものとやや楔形で尖円状のもの、すなわち先端部が楔状の個体はモードが20 μm、嘴状の個体はモードが25 μmの所にあり、頭部状の個体は個体が少ないのでモードが不明瞭であるが30 μm以上の所にありそうである (Fig. 5)。先端部が頭部状、嘴状と楔形に3区分すると、その順にケイ殻長が小さくなる傾向を認めることができる。

軸域の幅は狭い、中位、やや幅広いの3形質と、殻長との関係を Fig. 6 に示す。軸域の狭い群のモードは25 μmの付近にあり、中位とやや幅広いの群のモードは20 μmの所になるので、軸域の狭い個体は概して大型で、軸域の中位と幅広い個体は概して小型である。

腹側の中心域にみられる背縁の横条線の数とケイ殻長との関係を Fig. 7 に示す。3本、4本および6本の個体のモ

Fig.6 軸域の幅とケイ殻長との関係

ードは25 μmの所にあるが、5本の個体はケイ殻長が20 μmの所にある。従って3本、4本と6本の個体はケイ殻長が大で5本の個体は小さい傾向がみられる。

*Fragilaria vaucheriae*は形態の変異の大きい種であるが、中でもケイ殻の外形、ケイ殻の先端部の形、軸域の幅などは変異が大きく、それらの形質はケイ殻長と相関関係を示すことが理解できた。

Lange - Bertalot (1980) は *Fragilaria vaucheriae* を *F. capucina* の変種に所属変えを行った。Krammer・Lange-Bertalot(1991)もこの考えを踏襲している。*Fragilaria capucina* は元来中心域の両側性の種で、*Fragilaria vaucheriae* は元来は一側性の種である。ケイ藻の中心域は種によっては変異が大きく、中心域が両側縁に達する

Fig.5 ケイ殻の先端部の形とケイ殻長との関係

Fig.7 腹側の中心域にみられる背側の横条線数とケイ殻長との関係

場合や達しない場合があるため、中心域はケイ藻の分類の重要な形質になりえない場合が多い。しかし、中心域が元来は一側性の種を両側性の種の変種に組みかえるのはかなり大胆なこととも考えられる。Krammer・Lange-Bertalot(1991)は*Exilaria vaucheriae*のタイプ標本を検鏡し一側性の標本(Taf. 108 Figs. 11~13)に混じって中心域の欠除したようにみえる標本(同Fig. 10)や、両側性の顕微鏡写真(同Fig. 14, 15)を発表している。

Krammer・Lange-Bertalot(1991)以前に基本種でこのような例を示しているのはRabenhorst(1853)が中心域のない図を示し、A. Mayer(1919)は中心域が両側縁に達しない図を、VanLandingham(1967)と福島・福島・小林(1975)は中心域が両側縁に達する個体を示している位で例が少ない。しかし、今回の試料で両側性の中心域をもつ個体(Plate 5 Figs A~I)は2.6%であるが、中心域部の背側に不明瞭な横条線があるもの(Plate 4 Fig. S~b)が4.3%、背腹両側に不明瞭な横条線があるもの(Plate 5 Figs. J~Q)が1.7%で、中心域の明瞭な両側性のものに不明瞭な両側性のものを加えると8.6%すなわち1割近い個体が中心域が両側性に見える。中心域の両側性の個体は*Fragilaria capucina*や*Synedra rumpens*に類似してくる。今回の試料

で両側性の個体はPlate 5 Figs EやIに明らかなように中心域の片側が光学顕微鏡で肥厚してみえるが、*Synedra rumpens*などではこの肥厚部がない。なお、Hurlimann・Straub(1991)は*Fragilaria capucina*を10のSippenに区分している、その中で*Fragilaria vaucheriae*の典型的な形の1つを示しているSippen 1に両側性の中心域をもつ個体の顕微鏡写真を示している(Figs. 44, 46)。さらに10のSippenの模式図の中で*Fragilaria vaucheriae*の比較的に典型的な形を示すSippen1~3の中心域で片方にのみ肥厚部を示していると考えられる円を点で示しているが、それ以外のSippenの図にはこのような肥厚部を描いていない。

過去の研究者が*Fragilaria*あるいは*Synedra vaucheriae*とされている重要なTaxaを検索表にまとめた。(Table3)。Var. *inflata*; var. *undulata*のように両側縁が3回波うつ個体は今回も約3%検出し、波うちの大変弱いものから強いものまであって、その程度はまちまちで、基本種から、その形質は連絡しているので、これらの変種は基本種のSynonymにすべきである。

Var. *gracillior*は10 μ m間に20本以上の横条線、すなわち密な横条線をもっている。過去の研究者で基本種で20本以上の横条線を記録しているのは渡辺(1971)があるだけで、横条線密度の高いこの変種は認めるべきと考ええる。Var. *longissima*はケイ殻長約100 μ mの個体である。基本種で従来の記録で最大位はSchonfeldt(1907)の90 μ mであるのでこの変種も一応認めるべきと考ええる。Var. *distans*は横条線密度が10 μ m間に9、10本で粗である、基本種で粗い横条線をもつ記録はCleve-Euler(1953)の9~19本で密な記録が少ないためこの変種も一応認めることにする。

Krammer・Lange-Bertalot(1991)は既に記したようにこのtaxonを*Fragilaria capucina*の変種とし、多くのtaxaをこの中に含めたので、著者らはそれらの検索表をつくったのでそれを表4に示す。

Table 2 過去の主要研究者の計測値

研究者	年	ケイ盤長	ケイ盤幅	縦密度	研究者	年	ケイ盤長	ケイ盤幅	縦密度
<i>Synedra vaucheriae</i>				/10 μ m	Czarnecki & Blinn	1978	23-43	2-5	12-17
Smith	1853	28-46			Foged	1979	11-18	4-5	13-15
Brun	1880	20-30		12-15	Wujek & Rupp	1980	14-25	3-5	14-18
De Toni	1891	30-40		12-13	Foged	1980	16	6	12
Dippel	1904	30-36	3.5-5	10-13	Foged	1982	10-28	4-5	12-15
Schonfeldt	1907	30-90	2-3	12-13	Grimes & Rushforth	1982	22-46	4	11-14
Meister	1912	25-50	3-5	12-15	渡辺・藤平・角谷	1982	10-40	2-4	12-16
Boyer	1926	30-40		12	Kaczmarzka & Rushforth	1983	13-18	6-6.5	10-12
Hustedt	1930	10-40	2-4	12-16	John	1983	10-30	2-5	14-16
Hustedt	1932	10-40	2-4	12-16	Hadi	1984	24.7-42	3.9-5.2	10
Manguin	1933	13	2-3	18-19	Rushforth, Kaczmarzka & Johansen	1984	13.5	4.5	17
Skyortzow	1935	18-30	4.5-5	12-16	Foged	1984	27	4	
Skyortzow	1938	9-15	3-3.4	12-15	Dodd	1987	10-40	2-4	12-16
奥野	1940	10-40	2-4.5	12-16	<i>Frag. vaucheriae v. capitellata</i>				
Allorge & Manguin	1941	18-40	2.5-3.5	11-18	Cleve-Euler	1953	8-30	2.5-3.5	15-19
Proschkina-Lavrenko	1950	10-40	2-5	12-16	Bourrelly & Manguin	1954	17.5	2.5-3	15-16
Sabelina	1951	10-40	2-5	12-16	Patrick & Reimer	1966	40-55	4-6	18-20
岩城	1956	10-40	2-4	12-16	渡辺	1971	19-25	4-5.5	17-21
Van der Werff	1960	10-40	2-4	12-16	Clark & Rushforth	1977	25-35	4-6	18-20
Vanlandingham	1967	10-18	2-4	15-16	McLaughlin & Stone	1986	8-30	2.5-3.5	15-19
堀川・鈴木・安藤・中野	1969	23-36	3-4.5	13-15	<i>Frag. vaucheriae v. kamtschatica</i>				
AMIAAH	1976	17-37	2.5-3.5	14-17	Petersen	1946	40-82	6.5	13-15
Foged	1977	13.5-33	4-5	16-20	Manguin	1961	63-70	5.5-7	12-15
根来・後藤	1981	22	5	13-14	<i>Frag. vaucheriae v. continua</i>				
Foged	1981	27-38	4-4.2	15-16	Cleve-Euler	1953			11-13
<i>Syn. vaucheriae v. capitellata</i>					<i>Frag. vaucheriae v. distans</i>				
Hustedt	1930			-19	Cleve-Euler	1953			9-10
Hustedt	1932			-19	McLaughlin & Stone	1986	20-40	2.5-5	9-10
Proschkina-Lavrenko	1950			-19	<i>Frag. vaucheriae v. elliptica</i>				
津村	1956	10-20	4-5	10	Manguin	1961	9.5	4.5	12-13
AMIAAH	1976	35-37	3.5-4	17	<i>Frag. vaucheriae v. fallax</i>				
<i>Syn. vaucheriae v. deformis</i>					Cleve-Euler	1953	30-56	2-3.5	8-12
Van Haurck	1885			10	<i>Frag. vaucheriae v. genuina</i>				
Van Haurck	1896			10	Cleve-Euler	1953	20-40	2.5-5	12-14
<i>Syn. vaucheriae v. distans</i>					<i>Frag. vaucheriae v. gracilior</i>				
Van Haurck	1885			10	Cleve-Euler	1953	35-40	2	20-22
<i>Syn. vaucheriae v. fasciculata</i>					<i>Frag. vaucheriae v. longissima</i>				
Brun	1880			14-18	Bourrelly & Manguin	1954	101.5	3.5-4	15-16
<i>Syn. vaucheriae v. genuina</i>					<i>Frag. vaucheriae v. parvula</i>				
Van Haurck	1885			12-13	Cleve-Euler	1953	12-23	5-7	11-14
Mayer	1919			12-13	<i>Frag. vaucheriae v. perminuta</i>				
<i>Syn. vaucheriae v. gloiophila</i>					根来・後藤	1983	11-22	5-8	16-19
Van Haurck	1885			15-16	後藤	1986	10-25	4.5-6	17-20
Mayer	1919			16	<i>Frag. vaucheriae v. tenuis</i>				
<i>Syn. vaucheriae v. inflata</i>					Bourrelly & Manguin	1954	47.5	2.5	15-16
Bourrelly & Manguin	1952	13.5	3.5-4	20	<i>Frag. vaucheriae f. undulata</i>				
<i>Syn. vaucheriae v. minutissima</i>					Manguin	1964	19.5	4.5	13-14
Brun	1880			14-16	<i>Frag. capucina</i>				
<i>Syn. vaucheriae v. parvula</i>					Williams & Round	1987	5-85	5-10	12-18
Brun	1880			15-20	<i>Frag. capucina v. vaucheriae</i>				
Van Haurck	1881			14-15	北沢・小林	1988	7.5-31	4.5-6.0	16
Van Haurck	1885			14-15	<i>Frag. intermedia</i>				
Van Haurck	1896			14-15	Van Haurck	1885			9-13
Mayer	1919	10-18		14-15	Hustedt	1931	15-60	2.5-5	9-13
<i>Syn. vaucheriae v. perminuta</i>					Cleve-Euler	1932			12-14
Van Haurck	1881			18-19	Skvortzow	1938	15.5-25	3.6-5.1	9-10
Van Haurck	1885			18.5-19	Sabelina	1951	15-60	2.5-5	9-13
Van Haurck	1896			18-19	Foged	1974	40-50	4-4.5	9-10
<i>Syn. vaucheriae v. rhomboidalis</i>					AMIAAH	1976	25-32	4-4.5	9-10
Mayer	1919			13	Foged	1976	47	3	12
<i>Syn. vaucheriae v. truncata</i>					Foged	1977	28-32	3-4	9-12
Hustedt	1930			17	Foged	1978	30-41	3.5-4	12-14
Hustedt	1932			17	Foged	1979	25	7	14-15
Proschkina-Lavrenko	1950			17	Foged	1980	34-40	4	9-10
Sabelina	1951			17	Foged	1982	23-59	3-5	10-15
<i>Syn. vaucheriae v. undulata</i>					Sarode & Kamat	1984	75.1-92.3	6-7.4	10-12
Mayer	1919	43		11-14	Foged	1984	38-47	4	
<i>Syn. deformis</i>					<i>Frag. intermedia v. capitellata</i>				
W. Smith	1856	12.7-20.3	5.1		Cleve-Euler	1932	17-20	2.5-3	15-18
<i>Syn. fasciculata</i>					Sabelina	1951	12.5-21.7	5-5.8	18-22
W. Smith	1856			16	<i>Frag. intermedia v. continua</i>				
<i>Syn. parvula</i>					Cleve-Euler	1932			9-10
Boyer	1926	15-20		14-15	<i>Frag. intermedia v. distans</i>				
<i>Syn. tabulata v. fasciculata</i>					Cleve-Euler	1932			10
Hustedt	1932	20-100	3-7		<i>Frag. intermedia v. kamtschatica</i>				
<i>Fragilaria vaucheriae</i>					Sabelina	1951	40-82	6.5	13-15
Cleve-Euler	1953	8-68	1.5-5	9-19	<i>Frag. intermedia f. chandrapurensis</i>				
Patrick & Reimer	1966	10-40	2-4	12-16	Sarode & Kamat	1984	40.2-69	8.5-10	10-12
渡辺	1971	10-16	5-6	19-21	<i>Frag. capitellata</i>				
上条・渡辺	1974	9-30	3-5	12-16	Petersen	1946	12.5-28	5-5.8	18-22
Foged	1974	20	3.3	15	<i>Ceratoneis arcus v. vaucheriae</i>				
Benson & Rushforth	1975	11-25	4-6	13-18	福島・岸本	1968	43	6.5	15
Lawson & Rushforth	1975	16-26	3-5	11-16	福島・木村・小林	1973	15-21	4.5-5.5	17-18
Clark & Rushforth	1977	10-35	3-5	11-15	<i>Cerat. vaucheriae</i>				
Foged	1977	24-40	4-4.2	11-15	小林	1964	10.40	3-6.5	
Czarnecki & Blinn	1977	17-42	2-4.5	13-17	<i>Cerat. vaucheriae v. intermedia</i>				
Foged	1978	19	4	13-14	小林	1964			9-14

Table 3 *Fragilaria*(*Synedra*)*vaucheriae* 主要taxaの検索表

- I ケイ殻の中心部の両側縁が膨らむ
 - I) 中央部が膨らむだけで3回波うたない
 - II) 両側縁が3回波うつ
 - (I) 小形でケイ殻長15 μ m以下
 - (II) それほど小形ではない(ケイ殻長約40 μ m)
- II ケイ殻の中央部の背縁は膨らまない
 - I) ケイ殻の両端部は嘴状突出より明瞭な頭部状突出
 - (I) 横条線は密で10 μ m間に20本以上
 - (II) 横条線はそれほど密でなく10 μ m間に20本以下
 - 1 ケイ殻長は大変大きく約100 μ m
 - 2 ケイ殻長はそれほど大きくない
 - 1) 横条線は粗(10 μ m間に9-10本)
 - 2) 横条線はそれほど粗でない
 - (1) ケイ殻の両端部は嘴状
 - (2) ケイ殻の両端部は頭部状
 - II) ケイ殻の両端部は突出しないか不明瞭な突出
 - (I) 両端部はやや尖円状
 - 1 横条線はやや密(10 μ m間に18、19本)
 - 2 横条線はそれほど密でない(10 μ m間に13-15本)
 - (II) 両端部はやや広円状である
 - 1 ケイ殻の外形は線状楕円形で 両端部はほとんど突出しない
 - 2 ケイ殻の外形は楕円状披針形で両端部は弱く突出する

Frag.vaucheriae v.*kamtchatica* Boye-Petersen 1946 A

Syn.vauheriae v.*inflata* Manguin 1952 B

Syn.vauheriae v.*undulata* A.Mayer 1919 C

Frag.vaucheriae v.*gracillior* Cleve-Euler 1953 D

Frag.vaucheriae v.*longissima* Manguin 1954 E

Frag.vaucheriae v.*distans*(Grun.)Cleve-Euler 1953 F

Syn.vauheriae v.*capitata* Skv. 1938 G

Frag.vaucheriae v.*capitellata*(Kuetz.)Ross 1947 H

Syn.vauheriae v.*perminuta* Grun.1881 I

Syn.vauheriae v.*parvula*(Kuetz.)Rabenh.1864 J

(*Syn.vauheriae* v.*rhomboidalis* A.Mayer 1919)

Syn.vauheriae v.*truncata*(Greville)Rabenh.1864 K

Frag.vaucheriae v.*elliptica* Manguin 1961 L

Table 4 *Fragilaria capucina* Desmaziere 1825 (Krammer, Lange-Bertalot 1991による) 諸taxaの検索表

- I ケイ殻の中央部はくびれる
var. mesolepta (Rabenhorst) Rabenhorst 1864 A
- II ケイ殻の中央部はくびれない
- I) ケイ殻の中心域は明瞭な1側性である
- (I) 横条線は密でない ($10\mu\text{m}$ 間に9-14本) *var. vaucheriae* (Kuetz.) Lange-Bertalot 1980 B
- (II) 横条線はやや密である ($10\mu\text{m}$ 間に17-21本) *var. perminuta* Grun. 1881 C
- II) ケイ殻の中心域は明瞭な1側性とはいえない
- (I) ケイ殻の両端部は頭部状突出をしない *var. parvula* Grunow 1881 D
- (II) ケイ殻の両端部はしばしば頭部状突出をする
- 1 ケイ殻は狭い ($2-3\mu\text{m}$) 線状披針形 *var. gracilis* (Oestrup) Hustedt 1950 E
- 2 ケイ殻はそれほど狭くない ($3\mu\text{m}$ 以上)
- 1) 横条線は粗で $10\mu\text{m}$ 間にほぼ10本
- (1) 中心域は発達しないか1側性 *var. distans* (Grun.) Lange-Bertalot 1991 F
- (2) 中心域は両側性 *var. radians* (Kuetz.) Lange-Bertalot 1991 G
- 2) 横条線はそれより密
- (1) 横条線は密で $10\mu\text{m}$ 間に18-20本 *var. rumpens* (Kuetz.) Lange-Bertalot 1991 H
- (2) 横条線は $10\mu\text{m}$ 間に17本より粗
- A 中心域は明瞭
- A) 中心域は1側性、稀に発達しない
 ケイ殻長の先端は頭部状突出 *var. capitellata* (Grun.) Lange-Bertalot 1991 I
- B) 中心域は両側性、稀に1側性
 ケイ殻の外形は披針形から線状の間変化が大きく、
 先端は時には頭部状突出 *var. capucina* Desmaziere 1825 J
- B 中心域は弱く現れるか1側性
- A) 軸域は狭い線状 *var. austriaca* (Kuetz.) Lange-Bertalot 1980 K
- B) 軸域は普通の幅か、幅広い
- (A) 両側縁は中央部より先端部へ徐々に細くなる *var. amphicepha* (Kuetz.) Lange-Bertalot 1991 L
- (B) 両側縁はほぼ平行 *var. septentrionalis* (Oestrup) Lange-Bertalot 1991 M

(A~MはKrammer・Lange-Bertalot 1991による)