

北海道知床らうす簡易取水施設から採集した付着珪藻

Attached diatoms occurring in the small-scale facility
to pump up Shiretoko Rausu deep seawater

鈴木 秀和¹, 渡邊 徹², 南雲 保³, 藤田 大介¹

Hidekazu SUZUKI, Toru WATANABE, Tamotsu NAGUMO and Daisuke FUJITA

Abstract

The present study identified the characteristic attached diatoms derived from Shiretoko Rausu Deep Seawater (DSW) pumped from a depth of 218 m in Okhotsk Sea. Diatom samples were collected from a DSW tank seasonally from December 2004 to December 2005 and identified using light and scanning electron microscopy. A total of 11 species in 7 genera were recorded. The most common taxa encountered were *Amphora* sp. and *Cocconeis* sp. 1. *Amphora* sp. was dominant from winter to spring and thereafter decreased gradually, whereas *Cocconeis pinnata* and *Cocconeis* sp. 1 increased from spring to summer. *Navicula* sp. 1 and *Nitzschia tubicola* were common but decreased in summer. *Tabularia investiens* was in constant occurrence. The overall attached diatom flora in Shiretoko Rausu DSW was different from those previously observed by the authors in other DSW facilities (Namerikawa, Nyuuzen and Muroto) in Japan. In the present paper, morphologic and taxonomic comments were given for the above 5 species as well as the other two species, *Achnanthes* sp. and *Tryblionella sibula*.

Key Words: attached diatom, flora, deep seawater, Shiretoko, Rausu

要 旨

北海道知床らうす簡易取水施設（羅臼町）で、深層水（取水深度 218 m）をかけ流している屋内実験水槽内に出現した付着珪藻類を 2004 年 12 月から 1 年間調べ、光学および走査型電子顕微鏡で観察し、7 属 11 種の出現を確かめた。主要種は *Achnanthes* sp., *Amphora* sp., *Cocconeis pinnata*, *Cocconeis* sp. 1, *Navicula* sp. 1, *Nitzschia tubicola* および *Tryblionella sibula* で、このうち *Amphora* sp., *Cocconeis* sp. 1, *Navicula* sp. 1 および *Nitzschia tubicola* は高頻度で出現した。これらの種類は他の深層水施設の報告に記録がなく、本深層水に特徴的に出現した可能性が高い。本研究の結果は、深層水に対する珪藻の生物指標的アプローチの可能性を示唆しており、今後各地の深層水施設に出現する珪藻の種組成とその動態を調査することにより、海洋深層水の新たな特性の発見が期待されると結論した。

キーワード：付着珪藻，フロラ，知床らうす海洋深層水，羅臼

¹東京海洋大学海洋科学部（〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7）

²羅臼町役場（〒086-1892 北海道目梨郡羅臼町栄町 100-83）

³日本歯科大学生命歯学部（〒102-8159 東京都千代田区富士見 1-9-20）

1. 緒 言

海洋深層水は低温ではあるが、無機栄養塩が多いことから、付着珪藻が繁茂しやすいことが知られている（藤田・高橋, 2006）。これらの付着珪藻は、施設の管理面では汚損生物として扱われるが、水産利用ではアワビやサザエ、ウニなどの初期餌料生物として期待が寄せられている（伊藤, 1987; Suzuki *et al.*, 1987; 藤田・鴨野, 1998）。しかし、海産付着珪藻は生態学的な役割や利用面での重要性が認識されている割に、十分な分類学および生態学的研究は行われていない。

筆者らは、これまで富山県水産試験場（滑川市）、同県入善町海洋深層水利用施設（入善町）および高知県海洋深層水研究所（室戸市）の水槽内に自然繁茂する付着珪藻の形態と分類を明らかにしてきた（鈴木ら, 2000, 2005, 2007）が、今回、北海道知床らうす深層水簡易取水施設（羅臼町）の実験水槽内に出現する付着珪藻類についても知見を得たので報告する。

2. 材料および方法

付着珪藻は、北海道羅臼町岬町知円別漁港の 1.4 km 沖、水深 218 m 地点から簡易装置を用いて取水した深層水（以下、簡易取水深層水とする）を屋内水槽（容量 10 ℓ, 換水量 1.56 ℓ/分）にかけ流し、培養を行った。この培養試験は 2004 年 12 月 29 日～2005 年 4 月 6 日の 98 日間（冬期：WI と略す。以下同様）、2005 年 4 月 7 日～6 月 11 日の 66 日間（春期：SP）、6 月 12 日～9 月 11 日の 92 日間（夏期：SU）および 9 月 12 日～12 月 2 日の 82 日間（秋期：AU）の 4 回に分けて行い、独立した 4 つの季節試料の珪藻を得た。珪藻試料は水槽の壁面に付着したものをスポンジで擦り取って採集した。試料番号は、それぞれ MTUF-AL-HS0592, 0602, 0609 および 0738 とし、東京海洋大学水産資料館に保管した。培養水槽は丹念に洗浄した後、次期間に使用した。

珪藻試料はパイプユニッシュに数分間浸した後、

蒸留水で洗浄し、有機物などを取り除き（南雲, 1995）、長田・南雲（2001）に準拠して顕微鏡観察用の試料を作製した。珪藻類の種の同定、被殻形態および微細構造の観察は、光学顕微鏡（LM）および走査型電子顕微鏡（SEM：HITACHI S-4000 と S-5000, 日本歯科大学）を用いて行った。また、各試料における珪藻各種の出現頻度は、光学顕微鏡下で 350 殻以上計数して算出し、3%以上を考察対象とした。各試料における珪藻各種の多寡は鈴木ら（2005, 2007）の報告と同様、5 段階（rr, 極めて少ない, 3-7%; r, 少ない, 8-14%; +, 普通, 15-29%; c, 多い, 30-49%; cc, 非常に多い, 50%以上）の相対頻度で表示した。本研究で用いた珪藻の形態に関する術語は、小林ら（2006）に準拠した。

3. 結 果

珪藻培養中の屋内水槽の水温変化を図 1 に示した。最高水温は 17.9°C（2005 年 8 月 17 日）、最低水温は -0.8°C（2005 年 3 月 22 日）で、各培養期間の水温範囲（平均水温）は冬期（WI）が -0.8~5.7°C（0.8°C）、春期（SP）は -0.2~5.2°C（1.3°C）、夏期（SU）は 4.0~17.9°C（12.4°C）、秋期（AU）は 7.4~17.0°C（13.7°C）であった。この水温変動の原因は、取水深層水がその取水深度において多少表層水の影響を受けていること、培養に使用した配水管が表層水温および外気温の影響を受けていることによる。

今回、4 季節試料中 1 試料でも出現頻度が 3%以上を記録した付着珪藻は、*Achnanthes* 属 1 種、*Amphora* 属 1 種、*Cocconeis* 属 3 種、*Navicula* 属 3 種、*Nitzschia* 属 1 種、*Tabularia* 属 1 種、*Tryblionella* 属 1 種の計 7 属 11 種で、それらの相対頻度（5 段階表示）を表 1 に、光学および走査型電子顕微鏡写真を図 2～42 に示した。

これらの中で特に優占的な繁茂（c～cc）が記録されたのは *Amphora* sp. (Figs. 8-13) と *Cocconeis* sp. 1 (Figs. 18-22) で、*Amphora* sp. は冬期（WI）から春期（SP）に優占的に繁茂し、その後逐次減

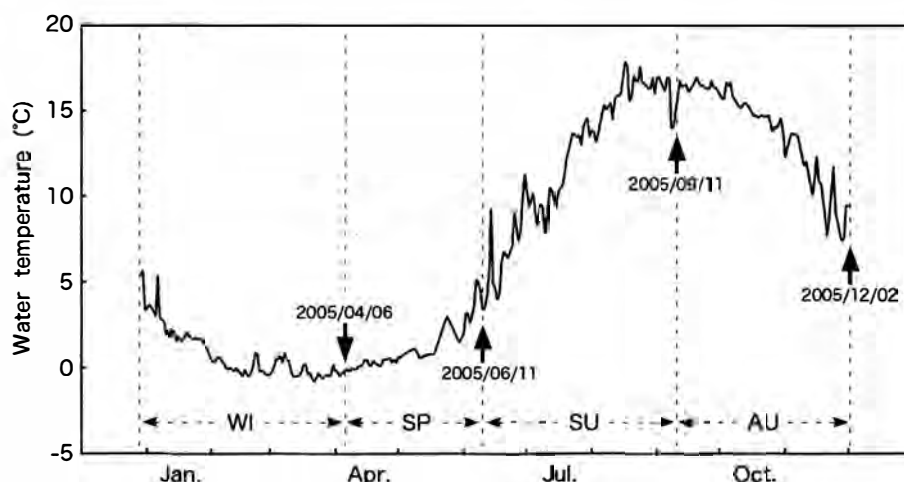


Fig. 1. Water temperature changes in the culture experiment in the small-scale Shiretoko Rausu DSW facility using DSW pumped up from Okhotsk Sea, Japan and sampling date (arrows).

Table 1. Relative abundance of diatom species occurring in the culture experiment in the small-scale Shiretoko Rausu DSW facility using DSW pumped up from Okhotsk Sea, Japan. The symbols are: rr; very rare (3–7%), r; rare (8–14%), +; common (15–29%), c; abundant (30–49%), cc; very abundant (50%–). The sample codes are: WI; 2004/12/29–2005/04/06, SP; 2005/04/07–06/11, SU; 2005/06/12–09/11, AU; 2005/09/12–12/02.

Species	Sample Code			
	WI	SP	SU	AU
<i>Achnanthes</i> sp.			r	+
<i>Amphora</i> sp.	cc	+	rr	rr
<i>Cocconeis pinnata</i>		rr	r	rr
<i>Cocconeis</i> sp. 1	rr	r	cc	c
<i>Cocconeis</i> sp. 2.	rr	rr	rr	rr
<i>Navicula mendotia</i>		rr	rr	rr
<i>Navicula</i> sp. 1	r	+	rr	rr
<i>Navicula</i> sp. 2	rr	rr		rr
<i>Nitzschia tubicola</i>	r	+	rr	r
<i>Tabularia investiens</i>	rr	r	rr	rr
<i>Tryblionella sibula</i>	rr		rr	rr
Total number of taxa	8	9	10	11

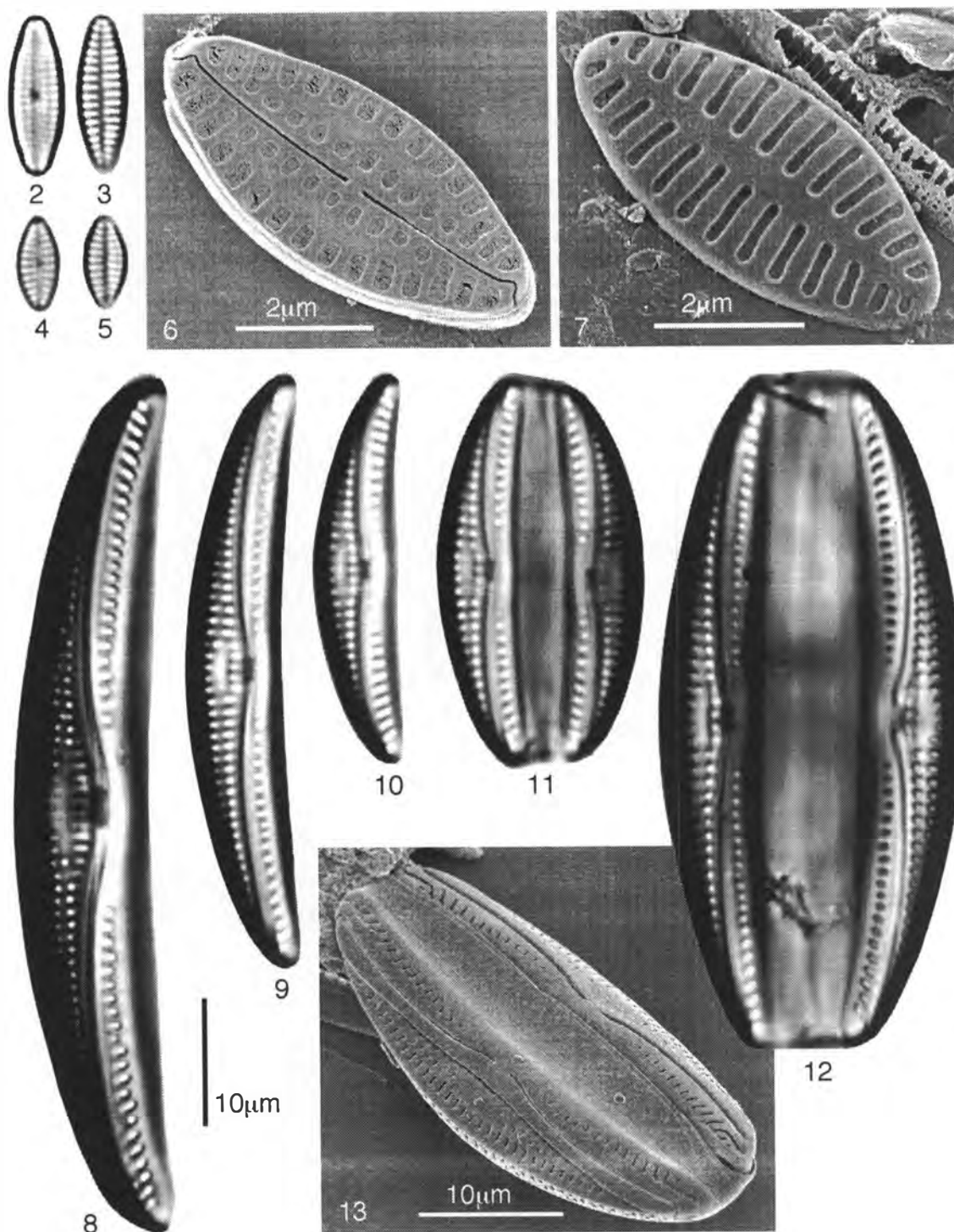
少した。一方、それと入れ替わるように *Cocconeis* sp. 1 が漸増し、夏期 (SU) から秋期 (AU) に優占した。次いで多く観察された (+) のは、春期 (SP) に *Navicula* sp. 1 (Figs. 27–33) と *Nitzschia tubicola* Grunow (Figs. 34–36), 秋期 (AU) に *Achnanthes* sp. (Figs. 2–7) であった。年間を通して常に出現が確認されたのは、上記の *Amphora* sp., *Cocconeis* sp. 1, *Navicula* sp. 1 および *Nitzschia*

tubicola と、出現頻度の低い (rr~r) *Cocconeis* sp. 2 (Figs. 23, 24) と *Tabularia investiens* (W. Smith) Williams & Round (Figs. 37–39) を加えた 5 属 6 種であった。このほか、*Cocconeis pinnata* Gregory ex Greville (Figs. 14–17), *Navicula mendotia* Van Landingham (Figs. 25, 26), *Tryblionella sibula* (Giffen) D. G. Mann (Figs. 40–42) の出現が確認された。

これらの出現種のうち、出現頻度や希少性などの観点から本試料を特徴づけていると見なされた *Achnanthes* sp., *Amphora* sp., *Cocconeis pinnata*, *Cocconeis* sp. 1, *Navicula* sp. 1, *Nitzschia tubicola* および *Tryblionella sibula* の被殻形態の観察結果と分類学および生態学的知見を以下に述べる。

Achnanthes sp. (Figs. 2–7)

被殻 (frustule) の殻面 (valve face) は広披針形。殻端は広円でわずかに嘴状になる。殻長は 4~15 μm , 殻幅は 2.5~4.5 μm . 上下 2 枚の殻のうち一方の殻にのみ縦溝をもつ単縦溝珪藻 (monoraphid diatom) である。縦溝殻 (raphid valve, Figs. 2, 4, 6): 殻面はわずかに凹状 (Fig. 6). 縦溝 (raphe) は直線状, 外裂溝の極末端は「く」字形に曲がり, 極裂 (terminal fissure) をなす。条線 (stria) は 10 μm に 16~18 本で, 殻面全体ではほぼ平行。各条線は 1~2 個の胞紋 (areola) からなり, 殻縁 (valve margin) と軸域の中間に位置す



Figs. 2-13. Diatoms species occurring in the culture experiment in the small-scale Shiretoko Rausu DSW facility using DSW pumped up from Okhotsk Sea, Japan. Figs. 2-7. *Achnanthes* sp. Figs. 2, 4, 6. Raphid valves. Figs. 3, 5, 7. Araphid valves. Fig. 6. External view of the raphid valve. Fig. 7. External view of the araphid valve. Figs. 8-13. *Amphora* sp. Figs. 8-10. Valves. Figs. 11-13. Frustules. Fig. 13. Oblique view of a frustule.

る半月形の無紋域によって分断される。無縦溝殻 (araphid valve, Figs. 3, 5, 7) : 殻面はわずかにドーム状 (Fig. 7)。軸域は細い披針形だが、明瞭。条線は縦溝殻よりも少し粗く $10\mu\text{m}$ に 14~16 本で、殻面全体ではほぼ平行、殻端でやや放射状になる。

各条線は細長い楕円形の 1 個の胞紋からなる。本研究では夏期 (SU, 8.7%)~秋期 (AU, 17%) に出現した。

従来 *Achnanthes* 属に含まれていた小型の分類群は、近年、電子顕微鏡観察による微細構造研究に

に基づき、例えば *Psammothidium* 属, *Rossithidium* 属, *Planothidium* 属, *Karayevia* 属, *Lemnicola* 属, *Pauliella* 属および *Astartiella* 属 (Bukhtiyarova and Round, 1996; Round and Bukhtiyarova, 1996; Round and Basson, 1997; Witkowski *et al.*, 2000; Bukhtiyarova, 2008) などに細分化された。しかし、本種は、これらの分類群とは胞紋の微細構造が異なるため、*Achnanthes* 属の未同定種として扱った。

***Amphora* sp.** (Figs. 8-13)

本属は、上下2枚の殻面が平行ではなく、果物のミカンをも4分割ないし8分割にしたような形をしている (Fig. 13)。殻面は左右不相称で、細い半円形、腹側の殻縁はなだらかにへこみ、殻の中央部でわずかにふくらむ。殻長は25~84 μm 、殻幅は5~12 μm 。縦溝は弓形に湾曲し、腹側に偏在する。軸域は明瞭。条線は10 μm に10~11本で、楕円形の胞紋が1列に並ぶ。本種の特徴は、条線が殻の中央部背側で胞紋4~6個分の無紋域によって中断され、腹側では6~13個分欠くことである。本研究では通年にわたり出現が確認され、特に冬期 (WI) に相対頻度69%、春期 (SP) に25%を占め、群集を代表する珪藻であった。

本種は *Amphora proteus* Gregory (1857, p. 518, pl. XIII, figs. 81a-e) によく似るが、*A. proteus* では条線が10 μm に約9本とやや粗く、腹側の条線が2列の胞紋からなるのに対し、本種は条線が密で1列の胞紋から成ることから区別され、未同定種とした。

***Cocconeis pinnata* Gregory ex Greville, 1859, Q. J. Microsc. Sci., p. 79, pl. VI, fig. 1. (Figs. 14-17)**

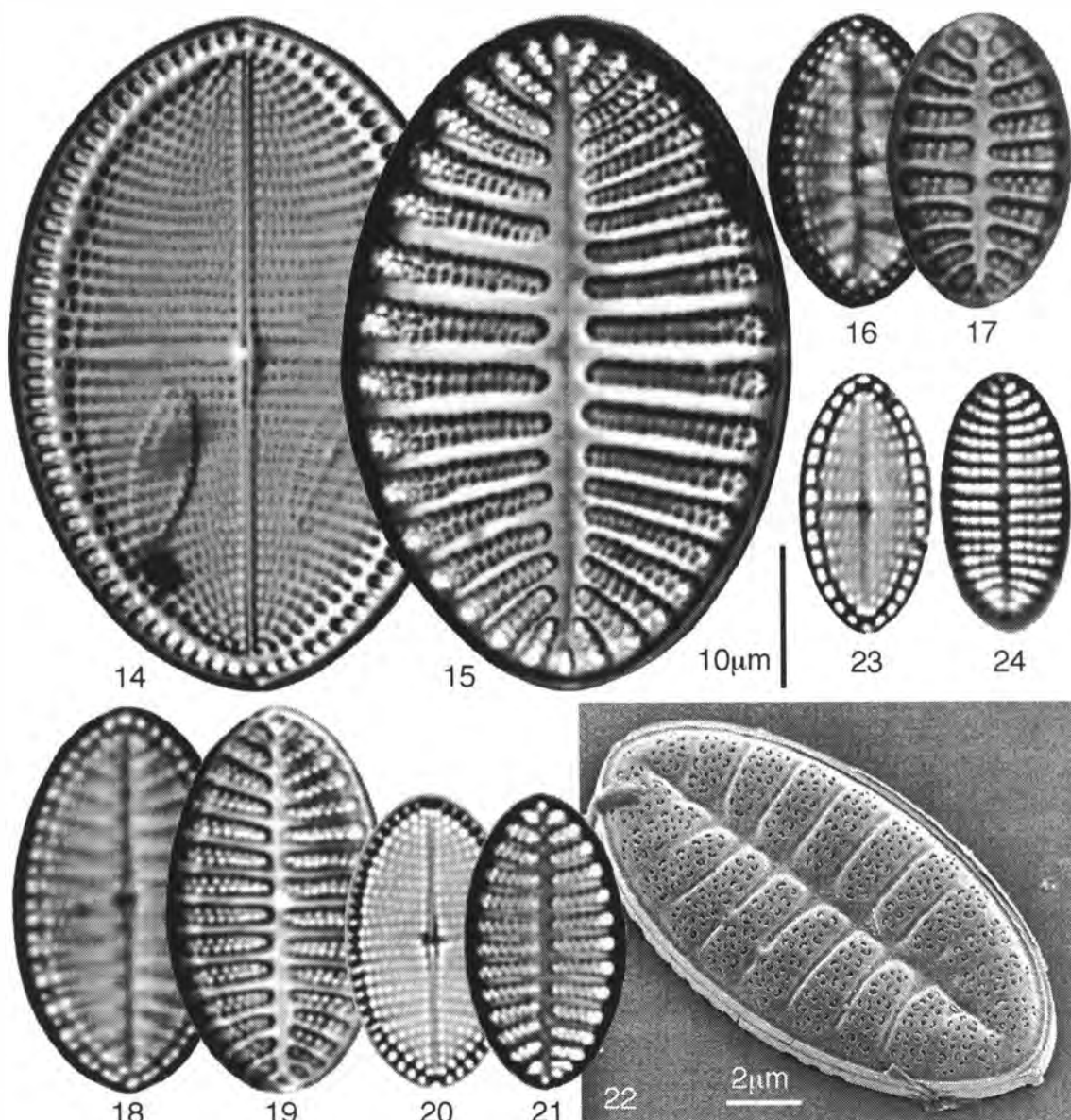
被殻の殻面は幅の広い楕円形。殻長は22~54 μm 、殻幅は12~40 μm 。前述の *Achnanthes* 属と同じ単縦溝珪藻である。縦溝殻 (Figs. 14, 16)：縦溝は直線状。殻縁に沿って明瞭な無紋域がある。条線は10 μm に10~12本で、殻の中央では平行、殻端に近くなるにしたがい緩やかに放射状に並ぶ。各条線は1列に並ぶ小さな円形の胞紋からなる。中

心域 (central area) は小さく不明瞭だが、大きい細胞では条線1本分の幅で殻縁まで広がる。無縦溝殻 (Figs. 15, 17)：軸域は狭いが明瞭で直線状。条線は10 μm に4~5本で、殻の中央ではやや平行、殻端に近くなるにしたがい放射状に並ぶ。間条線 (interstria) は条線と同じ幅かそれ以上で明瞭。各条線は数珠状に集まった小さな胞紋からなり、それは軸域付近で2列、殻縁に近くなるにしたがい3~4列に増える。細胞は単体で基質に付着し、冬期 (WI) 以外の試料から観察され、少量ではあるが大きい細胞ゆえ群集を特徴づける存在であった。

本種は1857年にイギリス Arran 島の Lamlash 湾よりドレッジ採集され、当初 Gregory により *Cocconeis pinnata* という暫定的な名前と言及された海産種である。それを Greville が1859年に正式に新種記載した。その後、地中海から北北極海にかけてのヨーロッパ沿岸域をはじめ世界各地で確認されているが、その同定の正誤に関しては混迷している。今回は Greville の原記載 (1859) およびいくつかの信頼性の高い文献の記載 (Grunow in Van Heurck, 1880-1885, pl. XXX, figs. 6, 7; Schmidt *et al.*, 1874-1959, pl. 189, figs. 1-5, pl. 190, figs. 2-4; Hustedt, 1933, p. 330, fig. 783; Cleve-Euler, 1953, p. 4, fig. 487) を参考にし、殻の外形、条線の密度や構造がよく一致したので本種と同定した。ただし、これらの文献では無縦溝殻の軸域は披針形に広がると記載している点で本試料とは異なる。近年、Romero and Rivera (1996) は、チリ沿岸で採集した試料と Frenguelli 珪藻コレクションから *Cocconeis pinnata* と同定された試料を LM および SEM 観察しているが、これは条線の配置や構造など原記載と異なる点もあり、検討の余地がある。なお、筆者らは本試料に似た *Cocconeis* を静岡県沼津市および小笠原諸島父島沿岸から得ており (未発表)、現在本試料を含めた殻微細構造の形態学的研究を遂行している。

***Cocconeis* sp. 1** (Figs. 18-22)

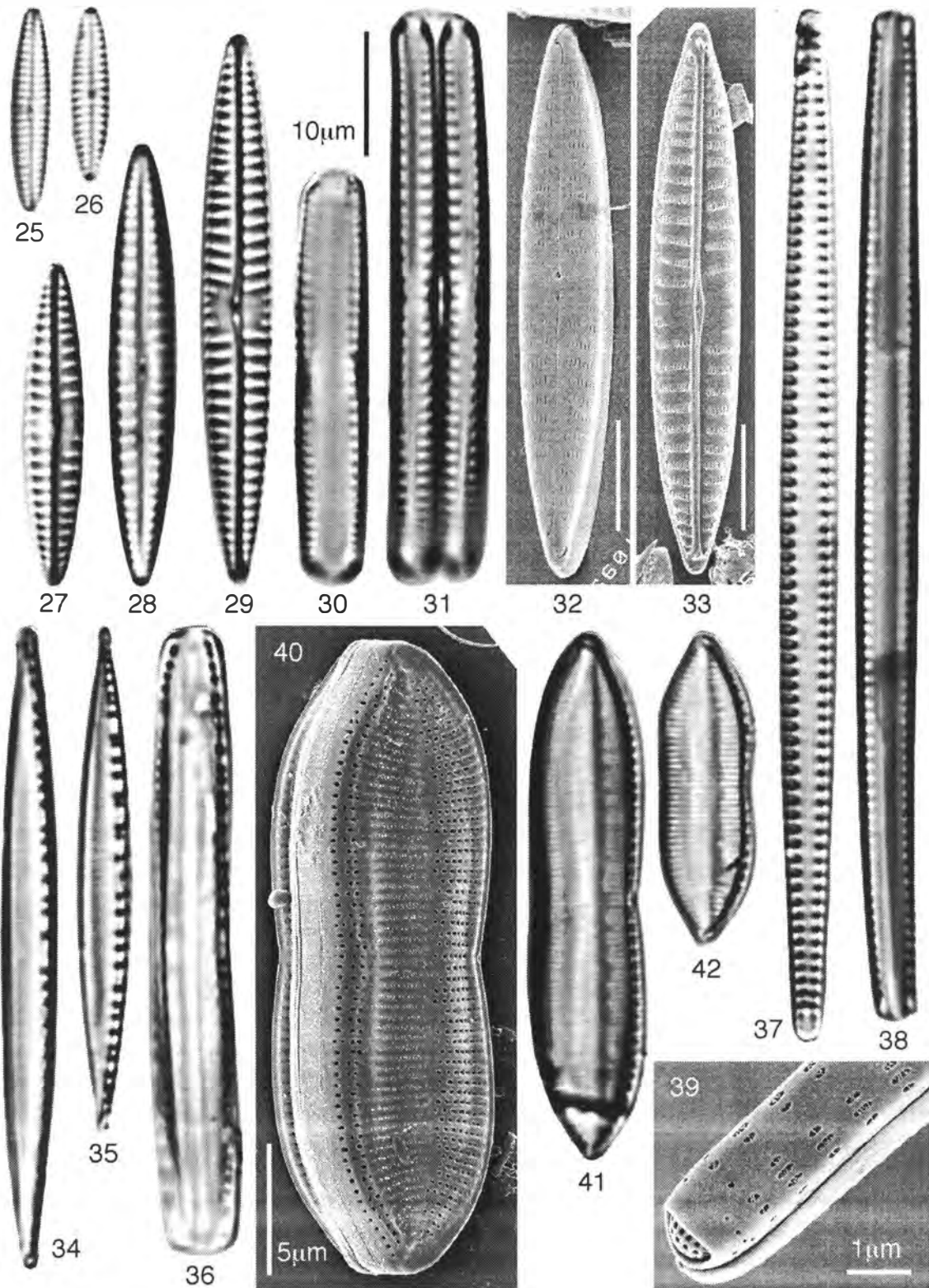
被殻の殻面は幅の広い楕円形。殻長12~26 μm 、殻幅7~14 μm 。縦溝殻 (Figs. 18, 20)：縦溝は直



Figs. 14-24. Diatoms species occurring in the culture experiment in the small-scale Shiretoko Rausu DSW facility using DSW pumped up from Okhotsk Sea, Japan. Figs. 14-17. *Cocconeis pinnata*. Figs. 14, 16. Raphid valves. Figs. 15, 17. Araphid valves. Figs. 18-22. *Cocconeis* sp. 1. Figs. 18, 20. Raphid valves. Figs. 19, 21, 22. Araphid valves. Fig. 22. External view of the araphid valve. Figs. 23, 24. *Cocconeis* sp. 2. Fig. 23. Raphid valve. Fig. 24. Araphid valve.

線状。殻縁に沿って無紋域をもつが不明瞭。条線は $10\mu\text{m}$ に 11~13 本で、殻の中央では平行、殻端に近くなるにしたがい緩やかに放射状に並ぶ。各条線は 1 列に並ぶ小さな円形の胞紋からなる。中心域は小さく不明瞭。無縦溝殻 (Figs. 19, 21, 22) : 軸域は明瞭で直線状。条線は $10\mu\text{m}$ に 6~7 本で、殻の全体にわたり平行に並び、殻端部で放射状になる。間条線は条線の幅と同じで明瞭。各条線は 2 列に互い違いに規則的に並んだ胞紋からなる。本種は前述の *Cocconeis pinnata* と極めてよく似た構造をもつ

が、本種が以下の特徴をもつ点で LM 観察でも区別が付く。1) 殻の大きさが小さく、相対的に殻幅が狭い。2) 縦溝殻の殻縁の無紋域が不明瞭。3) 無縦溝殻の条線の幅が殻の中央と殻縁でほぼ同じ。4) 無縦溝殻の条線は規則的に並ぶ 2 列の胞紋からなる。このほかにも両殻の胞紋や帯片の構造にも差異があり、本種の帰属も含めて現在詳細な比較検討を行っている。本種も前種同様、細胞は単体で基質にしっかりと付着して生育していた。本研究では通年にわたり出現が確認され、特に夏期 (SU) に急



Figs. 25-42. Diatoms species occurring in the culture experiment in the small-scale Shiretoko Rausu DSW facility using DSW pumped up from Okhotsk Sea, Japan. Figs. 25, 26. *Navicula mendotia*. Figs. 27-33. *Navicula* sp. 1. Figs. 27-29. Valve views. Figs. 30, 31. Girdle views. Fig. 32. External view of the valve. Scale bar = 5 µm. Fig. 33. Internal view of the valve. Scale bar = 5 µm. Figs. 34-36. *Nitzschia tubicola*. Figs. 34, 35. Valve views. Fig. 36. Girdle view. Figs. 37-39. *Tabularia investiens*. Fig. 37. Valve view. Fig. 38. Girdle view. Fig. 39. External view of the valve showing a terminal area. Figs. 40-42. *Tryblionella sibula*. Fig. 40. External view of the valve. Figs. 41, 42. Valve views.

増して相対頻度 64%となり, 秋期 (AU) も 42% を占め, 群集を代表する珪藻であった。

Navicula sp. 1 (Figs. 27-33)

被殻の殻面は披針形で, 殻端は次第に細くなるが丸みを帯びる (Figs. 27-29). 帯面は幅の狭い長方形で (Figs. 30, 31), 殻套 (valve mantle) はなめらか曲面をなす (Fig. 32). 殻長 24~53 μm , 殻幅 4.5~6.5 μm . 縦溝は直線状. 条線は細いが明瞭で, 10 μm に 7~10 本. 殻の全域でほぼ平行であるが, 殻端に近くなるにしたがい, わずかに収れんする. また中央部では 1~2 本が他よりも短く, 長方形の中心域を形成する. 本種は基質面をゆっくりと滑走運動していた. 本研究では通年にわたり確認され, 特に冬期 (WI) から春期 (SP) にかけて相対頻度が 12~17%を占めた。

本種の特徴的な形態的形質は, 披針形の殻面観と幅の狭い長方形の帯面観, および粗に配列した細く明瞭な条線である. これまでに記載された海産 *Naviucla* と比較すると殻構造が似ているものが数種挙げられる. 例えば富山県入善町の海洋深層水アワビ養殖施設 (鈴木ら, 2005) や高知県海洋深層水研究所の養殖施設 (鈴木ら, 2007) から報告された *Navicula agnita* Hustedt (1955, p. 27, pl. 9, figs. 13-16) があるが, 条線密度が 10 μm に 12~14 本と密で, 配列も異なっている. このほか, *Navicula rusticensis* Lobban (1984, p. 789, figs. 4f, 11a-h), *N. abunda* Hustedt (1955, p. 27, pl. 9, figs. 10-12), *N. normalis* Hustedt (1955, p. 29, pl. 9, fig. 3) も似るが, 本種とは条線の構造, 密度, 配列や中心域の形態が異なることから, これらとも区別し, 未同定種とした。

Nitzschia tubicola Grunow in Cleve and Grunow, 1880, Kongl. Svenska Vetensk. -Akd. Handl. 17: p. 97; Grunow in Van Heurck, 1880-1885, Synopsis, pl. LXIX, fig. 14. (Figs. 34-36)

被殻の殻面は紡錘状披針形で細長く (Figs. 34, 35), 殻縁の殻の中央部殻端はくびれて頭状になる. 帯面は長方形 (Fig. 36), 殻端は丸みを帯びる. 殻

長 36~54 μm , 殻幅 4~6 μm . 縦溝は細く不明瞭, 殻縁に偏在し竜骨 (keel) を形成する. 小骨 (fibula) は明瞭, 10 μm に 8~10 個不規則に並ぶ. 殻の中央部では 2~3 個分欠き, そこに中心節 (central nodule) が確認され, 殻縁がわずかにくびれる. 条線は極めて微細で LM レベルの観察は困難である. 本試料は殻の外形, 大きさ, および小骨密度が原記載 (Cleve and Grunow, 1880, p. 97) や Grunow (in Van Heurck, 1880-1885, pl. LXIX, fig. 14) および Witkowski *et al.* (2000, p. 407, pl. 209, figs. 29-35) の記載によく一致したので本種と同定した. ただし, 原記載には管状群体を形成する *Shcizonema* (= *Navicula delognei*, Lobban 1984) の粘液管の中にしばしば多数出現すると記している. 今回の調査ではこのような現象は観察されなかったもので, さらに検討を要する. 本種は通年にわたり出現したが, 特に春期 (SP) に多かった (16%).

Tryblionella sibula (Giffen) D. G. Mann, in Round *et al.*, 1990, The Diatoms, p. 679.

Basionym: *Nitzschia sibula* Giffen, 1973, Bot. Mar. 16: p. 42, figs. 59, 60. (Figs. 40-42)

被殻の殻面は幅広い披針形で, 殻縁が直線状でほぼ平行, あるいは殻の中央部でわずかにくびれバイオリン形を呈する. 殻端は楔状にせばまり, 先端は少し嘴状になる. 殻長 25~46 μm , 殻幅 7~9 μm . 縦溝は細く不明瞭, 殻縁に偏在し竜骨を形成する. 小骨は明瞭, 10 μm に 10~12 個規則的に並び, 殻の中央部では 1~2 個欠く. 殻面は *Nitzschia* 属のように平面ではなく波打つ. これは *Tryblionella* 属の特徴で, 長軸に対して縦溝側が盛り上がり反対側はへこむ (Fig. 40). 条線は 10 μm に 20~24 本. 殻の全域でほぼ平行, 殻端でわずかに放射状になる. 条線は 1 列の小さな胞紋列からなるが, 殻の中央部のへこんだ部分は欠く. そのため LM 観察ではそこが披針形の無紋域として観察される. 本研究では春期 (SP) を除く期間に低頻度 (0.5~3%) で出現した。

本種は Giffen (1973) により, 南アフリカ Cape

州の St. Helena 湾から採集された緑藻クロシオグサ *Cladophora rugulosa* や紅藻イソダンツウの一種 *Caulacanthus divaricatus* 等の藻体上から *Nitzschia sibula* として新種記載された。それを D. G. Mann (in Round *et al.*, 1990) が *Tryblionella* 属に移した。本邦では、高知県海洋深層水研究所の養殖施設から *Tryblionella* sp. として少量の出現が報告されている(鈴木ら, 2007)ほか、北海道厚岸湖産のアマモ *Zostera marina* 葉上から確認されている(筆者ら, 未発表)。

4. 考 察

これまでの海洋深層水利用施設に出現する付着珪藻に関する知見は、富山湾から取水している富山県の2施設(鈴木ら, 2000, 2005)と室戸岬沖から取水している高知県の施設(鈴木ら, 2007)に限られていたが、本研究により根室海峡羅臼沖から取水している北海道知床らうす深層水利用施設についても、その一部を明らかにすることができた。

本調査の特徴は、前述の3施設とは異なり、簡易取水した深層水に何も加えることなく、また生物飼育もせず、そのままかけ流した状態で出現してきた珪藻類の観察を行った点である。同様の調査は、筆者らによる高知県の施設でも一部で行われた(鈴木ら, 2007)が、今回のように通年行った調査はなく、本結果は深層水由来の珪藻の生態学的特徴を知る上で極めて重要な資料となろう。

今回は、年間を通じた4季節試料において、合計7属11種が観察された。特に *Amphora* sp., *Cocconeis* sp. 1, *Cocconeis* sp. 2, *Navicula* sp. 1, *Nitzschia tubicola*, *Tabularia investiens* の5属6種は多少の季節変動はあるものの常に出現した。この種数の少なさは微生物学的見地から見た深層水の清浄性を示すものであるが、その安定した種組成は今回用いた深層水の生物学的な特性を表しているともいえる。このうち *Tabularia investiens* を除く5種は富山県や高知県の深層水(鈴木ら, 2000, 2005, 2007)では認められない。また北海道沿岸で行われてきた付着珪藻相研究の報告(Takano,

1962, 1967; 南雲・田中, 1994; 鈴木・小林, 2002)にも記録がなく、これらの種は、羅臼沖で取水されている深層水に特徴的に出現した可能性が高い。羅臼沖の海洋深層水は、オホーツク海沿岸を南東流する宗谷暖流水が、知床岬沖まで達した後、数分枝した一分枝が根室海峡に入り込んだ固有の水塊であることが知られている(大越, 2007)。一方、富山県の施設は日本海固有水を、高知県の施設は北太平洋中層水を由来として取水している。したがって、これら起源水塊の相違が出現した付着珪藻相の特徴を生み出したと考えられる。この点はこれまでの海洋深層水研究にはなかった視点で、深層水に対する付着珪藻の生物指標的アプローチの可能性を示唆している。今後、各地の深層水施設に出現する付着珪藻の種組成とその動態を調査することにより、海洋深層水の新たな特性の発見が期待される。

5. 謝 辞

本研究の一部は科学研究費(20580197)の助成を受けたものである。記して感謝の意を表する。

文 献

- Bukhtiyarova, L. N. (2008) Revision of the genus *Achnanthes* Bory s. lato (*Bacillariophyta*). 2. New monosutural genera and the key for their identification. *Int. J. Algae*, 10, 50-72.
- Bukhtiyarova, L. and Round, F. E. (1996) Revision of the genus *Achnanthes sensu lato*. *Psammothidium*, a new genus based on *A. marginulatum*. *Diat. Res.*, 11, 1-30.
- Cleve-Euler, A. (1953) The Diatomeen von Schweden und Finnland, Teil III. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. Ser. 4*, 4(5), 1-255.
- Cleve, P. T. and Grunow, A. (1880) Beiträge zur Kenntnis der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.*, 17, 3-121, pls I-VII.
- 藤田大介・鴨野裕紀(1998) 富山のサザエ。富山県水産試験場, 滑川, 58 pp.
- 藤田大介・高橋正征(2006) 海洋深層水利用学—基礎から応用・実践まで—。成山堂書店, 東京, 209 pp.
- Giffen, M. H. (1973) Diatoms of the marine littoral of Steenberg's Cove in St. Helena Bay, Cape Pro-

- vince, South Africa. Bot. Mar., 16, 32-48.
- Gregory, W. (1857) On new forms of marine Diatomaceae, found in the Firth of Clyde and in Loch Fine, illustrated by numerous figures, drawn by R. K. Greville, LL. D., F. R. S. E. Trans. Roy. Soc. Edinb., 21, 473-542, pls IX-XIV.
- Greville, R. K. (1859) Descriptions of new species of British Diatomaceae, chiefly observed by the late Professor Gregory. Q. J. Microsc. Sci., 7, 79-86, pl. VI.
- Hustedt, F. (1933) Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. In "Dr L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz." Band. VII, Teil 2, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, pp. 321-576.
- Hustedt, F. (1955) Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina. Bulletin, Duke University Marine Station, 6, 1-67.
- 伊藤義信 (1987) ウニ類種苗生産における付着珪藻の役割. 梶原武編 水産学シリーズ 64, 海産付着生物と水産増養殖, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 119-130.
- 小林 弘・出井雅彦・真山茂樹・南雲 保・長田敬五 (2006) 小林弘珪藻図鑑第1巻. 内田老鶴圃, 東京, 531 pp.
- Lobban, C. S. (1984) Marine tube-dwelling diatoms of eastern Canada: descriptions, checklist, and illustrated key. Can. J. Bot., 62, 778-794.
- 南雲 保 (1995) 簡単で安全な珪藻被殻の洗浄法. Diatom, 10, 88.
- 南雲 保・田中次郎 (1994) 北海道産の紅藻クシベニヒバ着生珪藻類. 国立科学博物館専報, 27, 43-53.
- 長田敬五・南雲 保 (2001) 珪藻研究入門. 日本歯科大学紀要 (一般教育系), 30, 131-141.
- 大越健嗣 (2007) 海のミネラル学—生物との関わりと利用—. 成山堂書店, 東京, 189 pp.
- Romero, O. E. and Rivera, P. (1996) Morphology and taxonomy of three varieties of *Cocconeis costata* and *C. pinnata* (Bacillariophyceae) with considerations of *Pleuroneis*. Diat. Res., 11, 317-343.
- Round, F. E. and Basson, P. W. (1997) A new monoraphid diatom genus (*Pogoneis*) from Bahrain and the transfer of previously described species *A. hungarica* and *A. taeniata* to new genera. Diat. Res., 12, 71-81.
- Round, F. E. and Bukhtiyarova, L. (1996) Four new genera based on *Achnanthes* (*Achnanthidium*) together with a re-definition of *Achnanthidium*. Diat. Res., 11, 345-361.
- Round, F. E., Crawford, R. M. and Mann, D. G. (1990) The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press, Cambridge, 747 pp.
- Schmidt, A. (*et al.*) (1874-1959) Atlas der Diatomaceenkunde. R. Reisland, Aschersleben, Leipzig, 480 pls.
- 鈴木秀和・小林 敦 (2002) 北海道産の紅藻フジマツモに着生する珪藻類. 青山学院高等部研究報告, 25, 62-77.
- 鈴木秀和・藤田大介・南雲 保 (2005) 富山県入善町の海洋深層水アワビ養殖施設に出現した付着珪藻. 日本歯科大学紀要 (一般教育系), 34, 55-62.
- 鈴木秀和・南雲 保・藤田大介 (2000) 富山湾深層水で自然繁茂する付着珪藻. 富山県水産試験場報告, 12, 33-42.
- 鈴木秀和・阿部祐子・藤田大介・南雲 保 (2007) 高知県海洋深層水研究所の養殖施設から採集した付着珪藻. 海洋深層水研究, 8, 27-37.
- Suzuki, H., Ioriya, T., Seki, T. and Aruga, Y. (1987) Changes of algal community on the plastic plates used for rearing the abalone *Haliotis discus hannai*. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 2163-2167.
- Takano, H. (1962) Notes on epiphytic diatoms upon sea-weeds from Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, 18, 29-33.
- Takano, H. (1967) Notes on marine littoral diatoms from Japan-III. Diatoms from Abashiri, Hokkaido. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab., 49, 1-9, pls. I, II.
- Witkowski, A., Lange-Bertalot, H. and Metzeltin, D. (2000) Diatom flora of marine coasts I, Iconogr. Diatomologica, 7, 1-925.
- Van Heurck, H. (1880-1885) Synopsis des diatomées de Belgique. Texte & Atlas, 235+120 pp., 135 pls., Ducaju & Cie., Anvers.

(2008. 9. 3 受付, 2008.10.14 受理)