

# 島根県大橋川のヨシに付着する珪藻種

香月興太<sup>1</sup>・倉田健悟<sup>1</sup>

## Epiphytic diatoms on reed stems from the Ohashi River, Shimane Prefecture, Japan

Kota Katsuki<sup>1</sup> and Kengo Kurata<sup>1</sup>

**Abstract:** Epiphytic diatom assemblages on reed (*Phragmites australis*) stems were analyzed. Fourteen samples from reed stems and one from Japanese eelgrass were collected in December 2006 and April/May 2007 from the Ohashi-Kensaki River network. This river network forms the connection between two large lagoonal lakes in west-central Japan, Lake Shinji and Lake Nakaumi. Seventy-six taxa were observed on reed stems in these rivers. We present taxonomical information and light microscope images of the 17 most common taxa present in these samples. The genus *Tabularia* was the dominant group. These observations suggest that diatom assemblages on reed stems are influenced by seasonality and current velocity. Salinity effects can also be seen in these samples, but they do not seem to be a major control on the reed stem assemblage.

**Key words:** epiphytic diatom, reed (*Phragmites australis*), Ohashi-Kensaki Rivers, seasonal change

### はじめに

珪藻は周囲の水環境変化に敏感であり、水温や塩分の違いに応じて優占して生育する種が異なるため、環境指標としてよく用いられている（小杉, 1988 ; 渡辺, 2005 ; 千葉・澤井, 2014）。珪藻は、その生態において浮遊性と付着性に区分することができるが、付着性珪藻は水環境の変化に加えて付着基物の違いによっても優占する種が変わり、特に植物表生珪藻においてその傾向が顕著である（Snoeijs, 1994; 大塚, 1998）。同一環境下においても異なった基物には異なった珪藻群集が形成され（濁川, 1997; 大塚・辻, 1999）、逆に1種の基物であっても、付着珪藻群集は

水環境や季節に応じて、その種組成や各種の量が変化する（Jacobs and Noten, 1980; Müller, 1999; Nakaoka et al., 2001; 福田ほか, 2011）。

湖沼や外洋に生息する浮遊性珪藻の場合、群集組成と周辺の環境や季節との関係は明白であり、定期的な採水調査やセディメント・トラップを用いた調査によって、水環境と繁茂する珪藻種の関係が明らかにされている（納谷ほか, 2004; Onodera et al., 2005; Onodera and Takahashi, 2009）。しかし、植物表生珪藻種の場合、優占する珪藻種は基物の生育状況に左右されやすく、また周囲の環境が短時間で変化するため、珪藻群集と水環境および基物の相互関係を明らかにしがたい。汽水域の水生植物を基物とする珪藻

<sup>1</sup> 島根大学エスチュアリー研究センター・Estuary Research Center, Shimane University, 1060 Nishikawatsu-cho, Matsue, Shimane 690-8504, Japan.

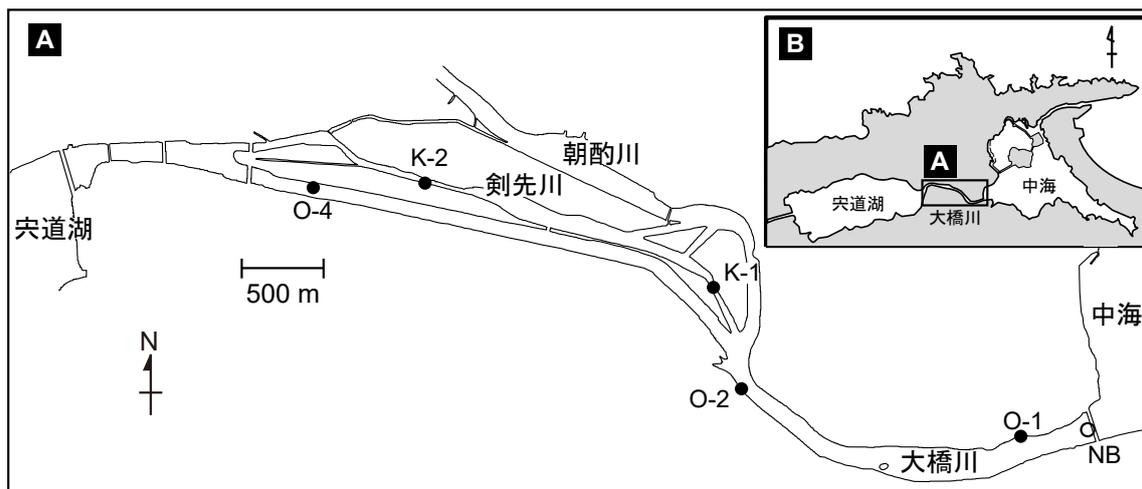


図1 調査地点.

Fig. 1 Sampling sites.

群集は、汽水湖の水質が潮位差や気圧差により短期間に激しく変化するため、その種組成と水環境・基物との関係が特に分かりづらい。

植物表生珪藻の遺骸殻は過去の植生を知ることができる重要な環境指標である。中海（島根県）では、1955年からアマモ場が衰退をはじめ、65年には藻場の大部分が消滅した事が報告されている（平塚ほか、2007）。中海湖底の堆積物に含まれる珪藻殻を精査すると、植物表生珪藻、特にアマモ（*Zostera marina*）・コアマモ（*Zostera japonica*）に多く付着する *Cocconeis scutellum* の産出が、アマモ場の衰退に対応して1950年代後半に激減していることを確認できる（Katsuki et al., 2008）。

植物表生珪藻群集が、現在の汽水域で基物植物や周辺環境の違いに対応してどのように変化するかが明らかになれば、湖底の植物表生珪藻殻から過去の汽水域の植生を明らかにすることが可能となり、藻場や沿岸植生の再生に役立つ情報を提供できると考えられる。本研究ではその基礎として、宍道湖と中海をつなぐ連結河川大橋川およびその支流の剣先川沿岸に多く繁茂するヨシ（*Phragmites australis*）に着目し、冬季と春季にヨシの茎に付着していた珪藻種に関して報告を行う。

### 調査水域

大橋川は島根県東部の宍道湖と中海をつなぐ連結河川であり、全長は約 7.6 km である。その支流として全長 3.7 km の剣先川があり、大橋川上流部で分流

した後、下流部で再度合流する。大橋川は中海に付随して環境省の「日本の重要湿地 500」に選ばれており、特に剣先川一帯および大橋川中流部・下流部の沿岸は湿性地在が広がり、所々にヨシ原が見られる。中海と宍道湖の連結水域である大橋川・剣先川の水質は中海から遡上する水塊によって大きく変化している。特に塩分は日周変動が激しく、松江大橋直下において水質のリアルタイム測定を行っている島根県水産技術センターの公開情報によると、調査を行った2006年12月と2007年4・5月の塩分は潮位と上空の気圧配置により、4-25 (psu) の間で変化していた ([http://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/kawa\\_mizuumi/suisitu/](http://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/kawa_mizuumi/suisitu/))。中海から遡上する高塩分水は大橋川を通じて宍道湖まで遡上することもあるが、到達以前に下げ潮または水位差条件による大橋川の流れによって折り返すことがあるため、中海側にあたる下流域の方が高塩分・低溶存酸素状態である期間が長い（藤井ほか、2006）。

### 方法

2006年12月20日及び2007年3月23日、4月15日に大橋川・剣先川の岸5地点のヨシ群落を調査地点とした（図1）。各地点でYSI model 85を用いて水温・塩分・溶存酸素を測定したのち、自生しているヨシを3-5本選び、水面下5 cm程度の茎を試料とした。試料は100 mlの試料ボトルに入れ、3%ホルマリンで固定した。

実験室に持ち帰った試料は大塚・辻（1999）の方法

を改良した次のような処理を行った。1) 100 ml ビーカーに試料を基物(ヨシ)ごと入れ, 3時間以上かけて静置沈殿し, 上清を捨てることを4回繰り返して塩分と固定液を除去した。2) ビーカーの水を約50ml 残し, 30%過酸化水素水を約20ml 加えて, ホットプレート上で約3時間沸騰させ, ヨシの茎以外の有機物を取り除いた。また, 泡があまり出なくなっても, まだ目に見える残渣が残っていた試料には, 過酸化水素水を追加した。3) ピロリン酸ナトリウムを分散剤として加え1時間放置したのち, ヨシの茎を蒸留水で洗浄し取り除いた。4) 残渣は蒸留水の添加および沈静を3回繰り返し, 最終的に水量を25ml に調整したのち, マイクロピペットで1ml 採取した。試料をカバーガラスに広げ, 80℃で乾燥させたのち, マウントメディア(和光純薬)で封入して, 顕微鏡観察用スライドを作成した。各試料について, 生物顕微鏡下(Olympus BX53, CX41: 倍率1000~2000倍 [接眼レンズ10倍, 対物レンズ100倍, 中間変倍装置1~2倍])で250-400殻を観察し, 出現種の相対頻度を算出した。また, Olympus製カメラDP73を用いて出現種の写真を撮影した(図2-4)。ヨシから珪藻が十分に分離して回収できていることを確認するため無作為に選んだ複数の試料において, 表生珪藻種 *Cocconeis scutellum* の縦溝殻と無縦溝殻を別個にカウントして両者の比率を確認した。その結果, 幾分無縦溝殻の比率が高かったが縦溝殻も数多く観察されたため(無縦溝殻比率58.0%), おおむね満足できる範囲で珪藻殻が分離されていると判断した。珪藻群集と環境との関連を考察するために, 各試料の珪藻相対頻度を対象にウォード法によるクラスター分析を行った。その際, 距離尺度として平方距離を用いた。

## 結果と考察

調査地点の調査時の水質ならびに松江大橋直下における調査月の月平均の水質を表1に示す。ヨシの茎の付着試料から産出した珪藻種は, 珪藻のコロニーに絡まって存在したと考えられる浮遊性種も含めて76種であった(表2)。ただし, 本研究では生物顕微鏡を用いて分類を行い, 電子顕微鏡を用いないと分類できない種群が分別できていないため, 実際にはさらに多くの種が存在した可能性がある。これら76種のうち, いずれかの試料において5%以上の割合を示した18の優占種を表3に示した。大橋川・剣先川における優占種は, Albay and Akcaalan (2003) によって報告されたトルコのヨシに優占して付着していた珪藻種

とは2種しか重複しておらず, リトアニアで報告された優占種(Karosienė and Kasperovičienė, 2008)とはすべて異なっていた。これは世界各地のアマモ, コアマモに優占して付着する珪藻として *C. scutellum* が共通して報告されていること(フランス, Jacobs and Noten, 1980; 日本, 本庄工区, 大塚・辻, 1999; 韓国, Chung and Lee, 2008)とは対照的な結果である(ただし, 神奈川県天神島のアマモ上の *C. scutellum* の産出頻度は10%以下(福田ほか, 2011))。この違いの背景として, ヨシの生息範囲は淡水域まで広がっているため, ヨシ周辺の水環境の違いも大きくなり, 表生珪藻の群集も, ヨシの群落ごとに大きく異なるものと考えられる。

## 優占種の分類・生態特性

大橋川・剣先川で優占して出現した珪藻各種の特徴と産出状況, および国内外における報告例について述べる。

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

(図2, 1-5: 1, 2; 20061213\_K1, 3-5; 20061213\_O1)

Basionym & Synonym: *Achnanthes intermedia* Kütz. 1833, *Achnanthes subsessilis* Kütz. 1833, *Achnantheidium brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) Cleve 1895

Size: Length: 32-59 μm, width: 11-16 μm, striae: 7.5-10 in 10 μm

殻の形は舟形で, 先端は楔形。帯面をみると, 縦溝殻の中央が窪んでいる。窪みは明瞭ではあるが浅く, 殻端において平坦または無縦溝殻側にわずかに曲がることが多い。条線は粗い短列の胞紋からなり, 縦溝殻では放射, 無縦溝殻では平行に走る。縦溝殻には横帯がある。縦溝は僅かに湾曲し, 極裂は両端で形態が異なる。

世界各地の沿岸域や汽水域から広く報告されている(Hustedt, 1932)。国内でも内湾や汽水域から多くの報告があり(濁川, 1997; 野尻湖ケイソウグループ, 2014など), 韓国ではナクトン江や榮山江といった大型河川の河口域で付着性珪藻として産出したことが報告されている(Kim and Song, 1984; Joh, 2012)。宍道湖・中海水系にも生息しており(宍道湖・中海の藻類研究会, 1996), ウミトラノオ・オゴノリ・コアマモの表面にも見られる(産出頻度1%以下)ことが報告されている(大塚・辻, 1999)。本研究では, いずれの場所でもヨシの茎に見られたが, 時期による出現差が大きい上に出現しない試料も見られた(表3)。

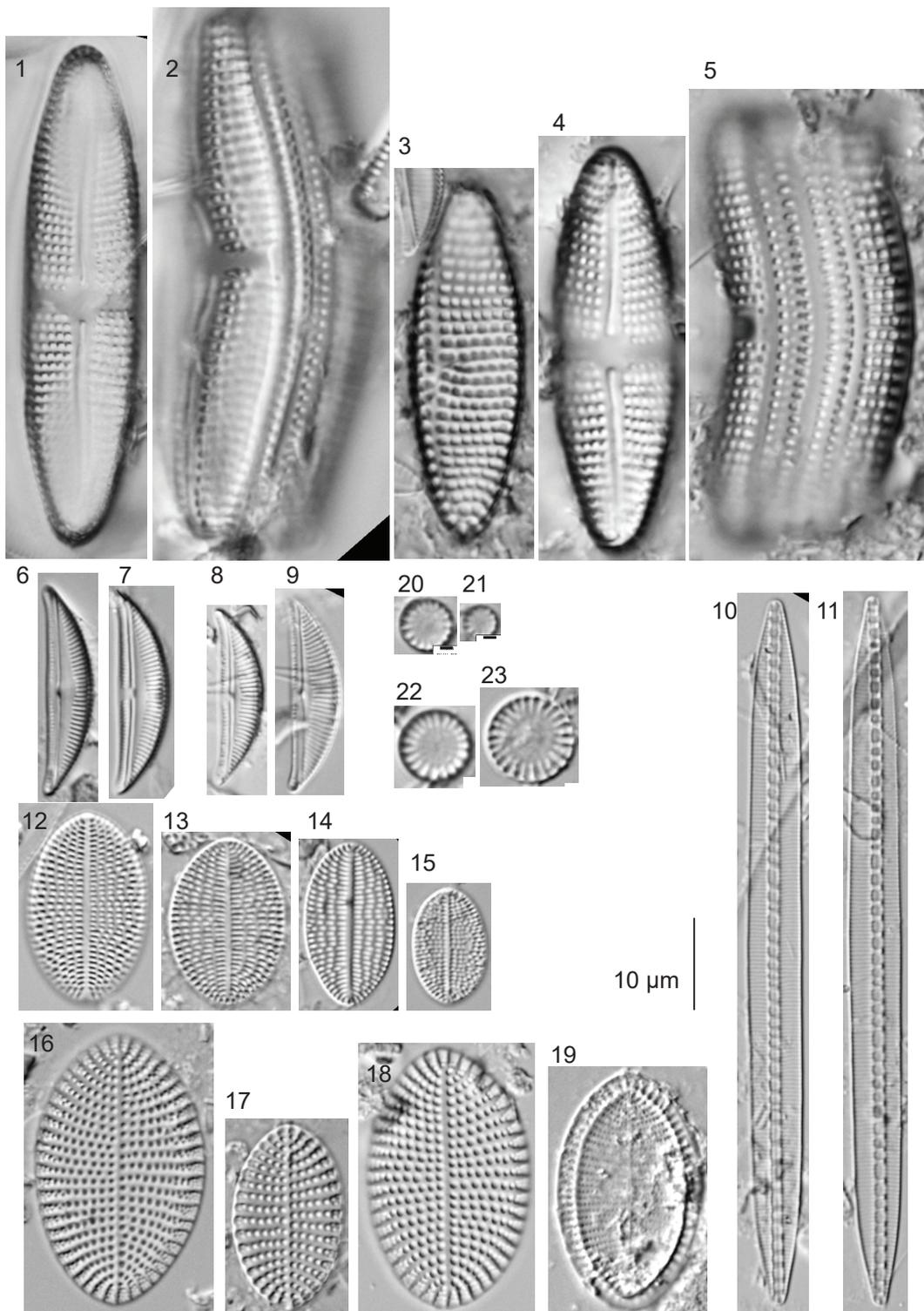


図2 大橋川・剣先川から産出した珪藻の光学顕微鏡写真。

**Fig. 2** Light microscope photographs of major taxa.

1-5: *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* (Kütz.) Cleve; 6-7: *Amphora polita* Krasske; 8-9: *Amphora* sp. 1; 10-11: *Bacillaria paxillifer* (O.F.Müll.) Hende; 12: *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenb.) Van Heurck; 13-14: *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow; 15: *Cocconeis placentula* var. *placentula* Ehrenb.; 16-19: *Cocconeis scutellum* Ehrenb.; 20-21: *Cyclotella atomus* Hust. sensu lato; 22-23: *Cyclotella meneghiniana* Kütz.

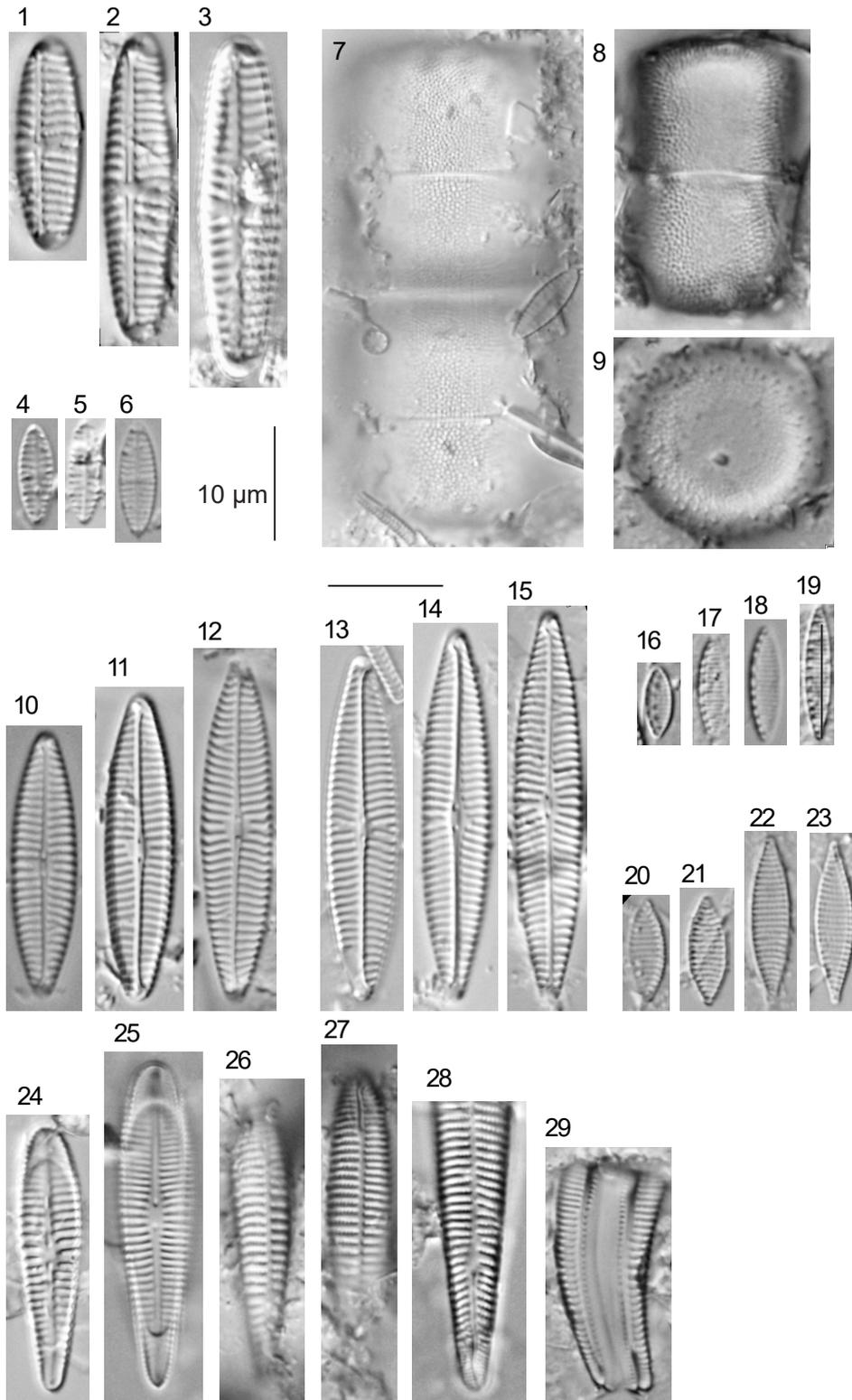


図3 大橋川・剣先川から産出した珪藻の光学顕微鏡写真。

Fig. 3 Light microscope photographs of major taxa (Continued).

1-3: *Hippodonta linearis* (Østrup) Lange-Bert., Metzeltin & Witk.; 4-6: *Hippodonta pseudacceptata* (H.Kobayasi) Lange-Bert., Metzeltin & Witk.; 7-9: *Melosira varians* C.Agardh; 10-12: *Navicula yuraensis* Negoro et Gotoh ex Gotoh in J.H. Lee et al.; 13-15: *Navicula yuraensis* var. 1; 16-19: *Nitzschia inconspicua* Grunow; 20-23: *Nitzschia plioveterana* Lange-Bert.; 24-29: *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bert.

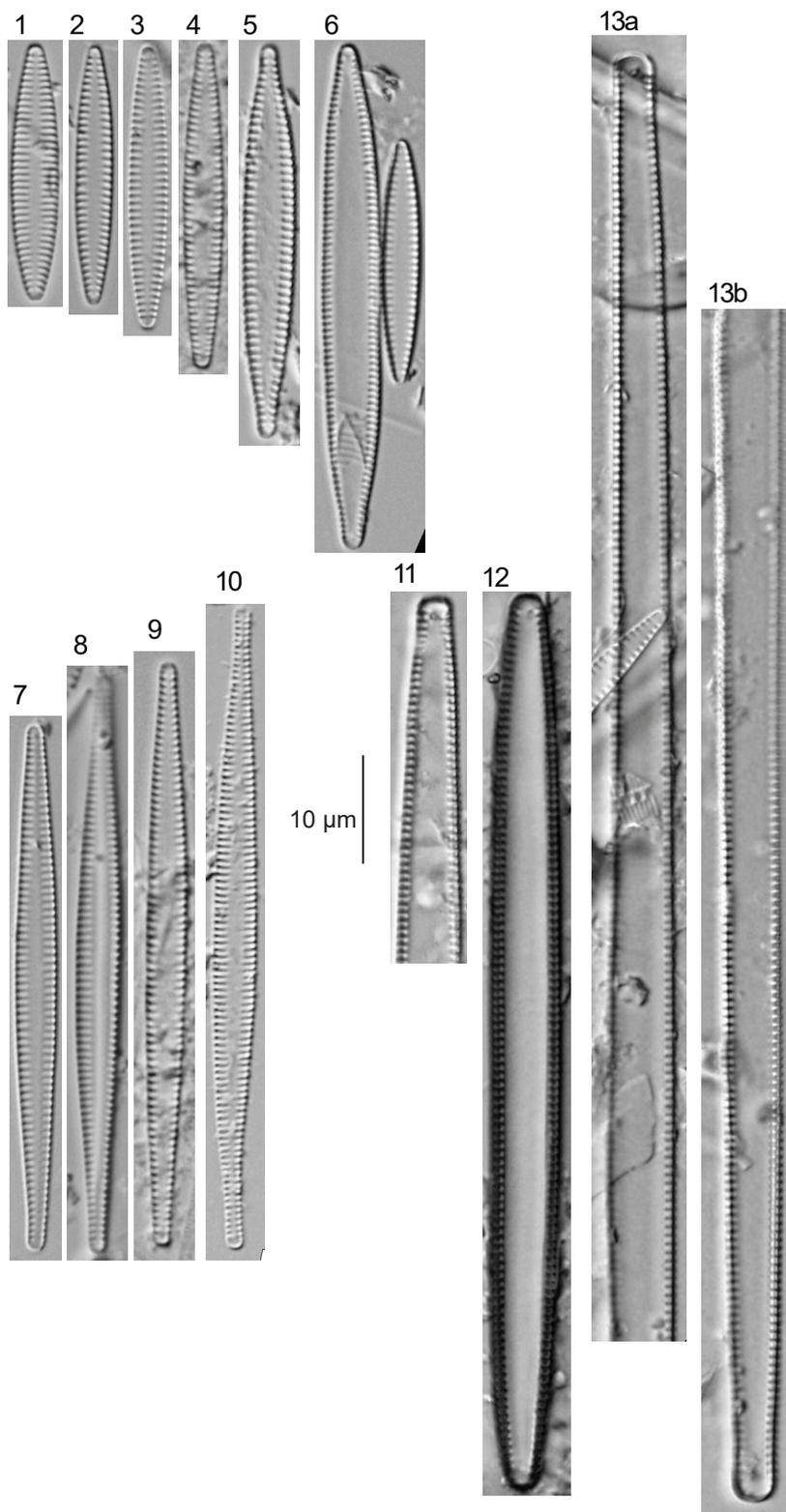


図4 大橋川・剣先川から産出した珪藻の光学顕微鏡写真.

Fig. 4 Light microscope photographs of major taxa (Continued).

1-6: *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams & Round 1986 (+ *Tabularia parva* (Kütz.) D.M.Williams & Round); 7-10: *Tabularia* cf. *laevis* Kütz.; 11-13: *Tabularia tabulata* (C.Agardh) Snoeijs

島根県大橋川のヨシに付着する珪藻種

表1 調査地点ならびに松江大橋（島根県水産技術センター）における水質。

Table 1 Water quality at the sampling sites and monthly average water quality data at Matsue Bridge (data from the Shimane Prefectural Fisheries Technology Center).

Station	O-1			O-2			O-4		
Date	2006-Dec-20	2007-Mar-23	2007-Apr-15	2006-Dec-20	2007-Mar-23	2007-Apr-15	2006-Dec-20	2007-Mar-23	2007-Apr-15
DO (%)	96.3	78.9	84.9	99.7	81.5	88.6	102.5	82.2	92.3
Temperature (°C)	8.7	10.5	14.7	8.8	10.9	14.6	8.4	10.7	15.5
Salinity (psu)	4.6	21.6	8.8	4.5	11.4	6.8	4.5	7.1	5.9

Station	K-1			K-2			Matsue Bridge (Monthly Average: -1m)		
Date	2006-Dec-20	2007-Mar-23	2007-Apr-15	2006-Dec-20	2007-Mar-23	2007-Apr-15	2006-Dec	2007-Mar	2007-Apr
DO (%)	102.8	81.4	81.8	103.6	79.2	88.9	65.8	87.3	72.9
Temperature (°C)	9.4	11.6	14.9	8.3	11.5	15.5	8.9	8.9	13.8
Salinity (psu)	4.6	11.1	7.5	4.6	8.6	6.1	7.2	8.5	8.8

表2 大橋川に生息するヨシおよびコアマモ上で見られた珪藻種。

Table 2 Diatoms observed on reeds and Japanese eelgrass in the Ohashi River.

<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i> (Kütz.) Cleve 1895	<i>N. pseudolanceolata</i> Lange-Bert. 1980
<i>A. kuwaitensis</i> Hendey 1967	<i>N. radiosa</i> Kütz. 1844
<i>Achnanthes</i> sp.	<i>N. recens</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert. 1985
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarn. 1994	<i>N. salinarum</i> Grunow 1880
<i>Amphora helensis</i> Giffen 1973	<i>N. trivialis</i> Lange-Bert. 1980
<i>A. polita</i> Krasske 1939	<i>N. yuraensis</i> Negoro et Gotoh ex Gotoh in J.H. Lee et al. 1994
[ <i>A. polita</i> Krasske var. 1]	[ <i>N. yuraensis</i> Negoro et Gotoh ex Gotoh in J.H. Lee et al. var. 1]
<i>Bacillaria paxillifer</i> (O.F.Müll.) Hendey 1951	<i>Navicula</i> sp.
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow 1884	<i>Nitzschia</i> cf. <i>amplectens</i> Hust. 1957
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck 1885	<i>Nitzschia angustiforminata</i> Lange-Bert. 1980
<i>C. placentula</i> Ehrenb. 1838 var. <i>placentula</i>	<i>N. filiformis</i> (S.Sm.) Van Heurck 1896
<i>C. scutellum</i> Ehrenb. 1838	<i>N. frustulum</i> (Kütz.) Grunow in Cleve & Grunow 1880
<i>C. speciosa</i> W.Greg. 1855	<i>N. hantzschiana</i> Rabenh. 1860
<i>Craticula accomoda</i> (Hust.) D.G.Mann 1990	<i>N. inconspicua</i> Grunow 1862
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) D.M.Williams & Round 1986	<i>N. palea</i> (Kütz.) W.Smith 1856
<i>Cyclotella atomus</i> Hust. 1937 sensu lato	<i>N. plioveterana</i> Lange-Bert. 2000
<i>C. atomus</i> var. <i>gracilis</i> Genkal & K.T.Kiss 1993	<i>N. sigma</i> (Kütz.) W.Smith 1853
<i>C. meneghiniana</i> Kütz. 1844	<i>N. subacicularis</i> Hust. 1922
<i>Cymbella</i> sp.	<i>N. umbonata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert. 1978
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve 1891	<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Hantzsch 1860
<i>D. pseudovalis</i> Hust. 1930	<i>Placoneis clementis</i> (Grunow) E.J.Cox 1988
<i>Encyonema</i> sp.	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) Round and Bukhtiy. 1996
<i>Gomphonema</i> sp.	<i>P. lanceolatum</i> (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bert. 1999
<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve 1894	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenb.) Compère 1982
<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov 2009	<i>Psammodyctyon constrictum</i> (W.Greg.) D.G.Mann 1990
<i>H. veneta</i> (Kütz.) Levkov 2009	<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hust.) Y.Liu, Kociolek & QuanxiWang 2012
<i>Hannaea</i> sp.	<i>Raphoneis</i> sp.
<i>Hippodonta linealis</i> Lange-Bert., Metzeltin & Witk. 1985	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bert. 1980
<i>H. pseudacceptata</i> (H.Kobayasi) Lange-Bert., Metzeltin & Witk. 1996	<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G.Mann 1989
<i>Hydrosera whampoensis</i> (A.F.Schwarz) Deby 1891	<i>Stephanopyxis turris</i> (Grev.) Ralfs 1861
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round & Bukhtiy. 1999	<i>Surirella americana</i> Terry 1912
<i>Martyana martyi</i> (Hérib.) Round 1990	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round 1986
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh 1824	Including <i>T. parva</i> (Kütz.) D.M.Williams & Round 1986
<i>Melosira varians</i> C.Agardh 1827	<i>T. cf. laevis</i> Kütz.
<i>Meridion</i> sp.	<i>T. tabulata</i> (C.Agardh) Snoeijs 1992
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz 1844	<i>Thalassiosira tenera</i> Proschk.-Lavr. 1961
<i>N. delicatilineolata</i> H.Kobayasi & Mayama 2003	<i>Tryblionella acuminata</i> W.Smith 1853
<i>Navicula gregaria</i> Donkin 1861	<i>T. levidensis</i> W.Smith 1856
<i>N. lanceolata</i> Ehrenb. 1838	<i>T. salinarum</i> (Grunow) Pant. 1901

表3 大橋川のヨシに優占して(いずれかの試料で5%以上の頻度で出現)付着していた珪藻の相対頻度. 対照試料として中海大橋近辺に生息していたコアマモの表生珪藻も示した. 太字は10%以上, 斜字は5-10%産出した種を示す.

Table 3 Relative abundances of the major diatom taxa (over 5% at least one sample) on reeds and Japanese eelgrass in the Ohashi River. Bold typeface shows taxa over 10%, and italics show 5-10%.

Date	2006/12/20	2007/3/23	2007/4/15	2006/12/20	2007/3/23	2007/4/15	2006/12/20	2007/3/23	2007/4/15
Place	O-1	O-1	O-1	O-2	O-2	O-2	O-4	O-4	O-4
Host plant	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	7.00	3.80	-	4.72	1.78	8.86	0.00	0.00	8.02
<i>Amphora polita</i>	0.00	0.00	-	2.76	0.00	0.00	0.33	0.32	0.00
<i>A. polita</i> var.1	0.82	1.14	-	1.97	0.71	0.00	0.33	0.32	0.42
<i>Bacillaria paxillifera</i>	0.00	1.14	-	0.00	0.36	0.37	0.00	0.65	0.00
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	8.23	4.18	-	2.76	4.98	2.58	<b>10.78</b>	0.65	2.11
<i>C. scutellum</i>	8.64	3.80	-	2.36	0.71	3.32	6.21	0.32	1.69
<i>Cyclotella atomus</i> sensu lato	<b>13.58</b>	5.70	-	<b>15.35</b>	7.12	2.58	0.98	2.59	<b>10.13</b>
<i>Hippodonta linearis</i>	0.82	6.08	-	0.79	1.07	0.37	0.00	0.00	0.00
<i>H. pseudacceptata</i>	0.00	7.22	-	5.91	<b>12.46</b>	2.21	1.31	2.91	<b>12.66</b>
<i>Melosira varians</i>	0.82	5.32	-	<b>10.63</b>	7.47	<b>11.07</b>	1.96	<b>11.97</b>	0.00
<i>Navicula yuraensis</i>	1.65	1.52	-	0.39	5.69	3.32	4.58	<b>23.30</b>	<b>10.13</b>
<i>N. yuraensis</i> var.1	<b>11.93</b>	<b>10.27</b>	-	0.39	<b>14.59</b>	<b>19.19</b>	2.29	<b>13.59</b>	<b>10.55</b>
<i>Nitzschia inconspicua</i>	7.82	6.46	-	<b>15.75</b>	6.76	5.90	0.98	4.21	<b>12.66</b>
<i>N. plioveterana</i>	0.41	6.08	-	0.00	<b>10.68</b>	4.80	0.00	4.53	5.49
<i>Rhoicosphenia abbreviate</i>	7.41	4.56	-	3.54	1.78	4.06	4.58	5.50	0.42
<i>Tabularia fasciculata</i> + <i>T. parva</i>	2.06	2.66	-	6.30	1.42	1.48	<b>25.49</b>	1.62	0.84
<i>T. cf. laevis</i>	2.88	0.76	-	6.30	3.20	8.12	<b>11.44</b>	<b>13.27</b>	8.44
<i>T. tabulata</i>	1.23	0.00	-	6.69	2.14	1.85	<b>24.84</b>	2.91	0.42

Date	2006/12/20	2007/3/23	2007/4/15	2006/12/20	2007/3/23	2007/4/15	2006/12/13
Place	K-1	K-1	K-1	K-2	K-2	K-2	NB
Host plant	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed	Reed	Japanese eelgrass
<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>intermedia</i>	0.38	3.56	3.68	0.31	0.41	0.00	0.00
<i>Amphora polita</i>	<b>12.60</b>	2.22	1.47	0.62	9.47	0.64	0.00
<i>Amphora polita</i> var.1	<b>14.50</b>	1.33	2.94	1.86	5.76	0.32	0.00
<i>Bacillaria paxillifera</i>	6.87	3.11	2.94	4.66	2.47	0.64	0.00
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	1.15	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	1.33
<i>C. scutellum</i>	0.00	0.89	0.74	4.04	2.88	0.32	<b>68.89</b>
<i>Cyclotella atomus</i> sensu lato	1.91	6.22	3.31	2.48	2.06	0.64	3.11
<i>Hippodonta linearis</i>	0.00	0.89	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>H. pseudacceptata</i>	0.00	7.56	4.41	0.31	2.06	0.00	0.44
<i>Melosira varians</i>	2.29	4.44	0.37	0.31	5.35	7.03	0.00
<i>N. yuraensis</i>	1.15	<b>11.56</b>	8.82	0.93	9.88	9.58	0.00
<i>N. yuraensis</i> var.1	1.91	<b>10.22</b>	<b>33.46</b>	0.00	4.12	4.15	0.00
<i>Nitzschia inconspicua</i>	2.67	0.00	8.46	1.55	1.65	2.56	0.00
<i>N. plioveterana</i>	0.00	<b>10.22</b>	6.99	0.00	0.82	0.32	0.00
<i>Rhoicosphenia abbreviate</i>	6.87	2.22	4.41	4.35	2.06	3.19	0.00
<i>Tabularia fasciculata</i> + <i>T. parva</i>	9.16	0.00	0.74	6.83	0.41	5.11	1.33
<i>T. cf. laevis</i>	2.29	<b>16.00</b>	4.41	6.83	<b>11.11</b>	<b>46.96</b>	2.22
<i>T. tabulata</i>	<b>29.01</b>	4.00	0.74	<b>62.11</b>	<b>32.92</b>	<b>17.25</b>	0.44

**Amphora polita** Krasske 1939

(図2, 6-7: 6; 20061213\_K1, 7; 20070323\_O4)

Synonym: *Amphora pleniluna* M.H.Hohn & Hellerman 1966, *Amphora australiensis* J.John 1981

Size: Length: 16-24 μm, width: 4-6 μm, striae: (ventral) 24-26 in 10 μm, (dorsal) 18-21 in 10 μm

殻面は三日月型で, 先端は楔形に突き出す. 帯面で見ると楕円形となる. 腹側の縁は直線に近いが中心部でわずかに膨らむ. 条線は背側では明瞭な放射状

であるが, 腹側は中心部でわずかに放射状であるものの, 末端に向かうにつれて収斂する. 腹側を走る縦溝はほぼ直線に近いが, 中心部末端でわずかに腹側に湾曲し向かい合う. 腹側の軸域は狭いが, 背側では半披針形に大きく開く. 中心域があり, 腹側の中心では条線が見られない.

Witkowski et al. (2000) はオーストラリア西海岸に産出する海水種として記載している. しかし, 多くの場合, 汽水種として河口や汽水域から報告されている(後藤,

1979, 1986; Rovira et al., 2012a). 異名である *Amphora australiensis* としての報告も多い (Berard-Therriault et al., 1986; 宍道湖・中海の藻類研究会, 1996). 大塚・辻 (1999) によると, 中海・本庄工区ではウミトラノオにはわずかに (最大 1.6 % 程) 付着していたが, オゴノリやコアマモへの付着は確認されなかった. 本研究でも比較対象とした中海大橋付近に生息していたコアマモ試料には付着していなかった. ヨシ試料の場合, 試料の採取地点による差が明確で, 大橋川の試料にはわずかにしか付着していなかったが, 剣先川の試料には数多く付着していた.

#### *Amphora polita* var. 1

(図2: 8, 9; 20070323\_K1)

Size: Length: 16-24  $\mu\text{m}$ , width: 4-6  $\mu\text{m}$ , striae: (ventral) 24-26 in 10  $\mu\text{m}$ , (dorsal) 18-21 in 10  $\mu\text{m}$

大橋川・剣先川には, 殻の基本構造は *Amphora polita* と同じだが, 軸域が異なり, 中心付近での背側へのふくらみが小さい構造をもつ個体が存在する. 大橋川・剣先川における出現傾向は典型的な *A. polita* とほぼ同じであるため, おそらくこれらの個体は *A. polita* の 1 形態だと思われる. 培養実験等による確認が必要である.

#### *Bacillaria paxillifer* (O.F.Müll.) Hendey 1951

(図2: 10, 11; 20061213\_K1)

Basionym & Synonym: *Vibrio paxillifer* O.F.Müll. 1786, *Bacillaria paradoxa* J. F. Gmel. 1788, *Nitzschia paxillifer* (O.F.Müll.) Heib. 1863, *Homoeocladia paxillifer* (O.F.Müll.) Elmore 1921.

Size: Length: 60-120  $\mu\text{m}$ , width: 4-7  $\mu\text{m}$ , fibulae: 6-9 in 10  $\mu\text{m}$ , striae: 20-25 in 10  $\mu\text{m}$

殻面は線形で, 先端は楔形. 帯面で見ると長方形となる. 長軸方向に殻の中央を管状縦溝 (または管縦溝) が走る. 縦溝を挟む小骨 (または間板) の間隔は不定. 条線は平行で, 各条線は 1 列の胞紋から構成される. 帯状の群体を形成するが, 細胞同士が滑りあって運動するため, 群体は棒状から帯状まで多様な形状を示す (Ussing et al., 2005).

広塩性であり, 淡水域から海水域にかけて幅広く生息し (渡辺, 2005; Jahn and Schmid, 2007), 宍道湖・中海水系にも生息している (宍道湖・中海の藻類研究会, 1996). 付着性種であるが, 浮遊性種としても見ることができる. 原記載者である Müller は海岸のオオバアオサ (*Ulva latissima*) 上に生息していたと記録している (Müller, 1782). 大橋川・剣先川のどちらで

もヨシの表面に本種を見ることができるが, 大橋川の試料で本種の出現頻度が 1 % を超える試料は一つしかなく, 平均出現頻度が 0.36 % である. 一方, 剣先川の試料では逆に出現頻度が 1 % を下回る試料が一つしかなく, 平均出現頻度が 3.45 % あり, 剣先川における出現頻度が大橋川より有意に高い.

#### *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow 1884

(図2, 13-14: 13; 20061213\_K1, 14; 20070323\_O4)

Basionym: *Cocconeis euglypta* Ehrenb. 1854

Size: Length: 11-30  $\mu\text{m}$ , width: 8-15  $\mu\text{m}$ , striae: (araphid valve) 20-22 in 10  $\mu\text{m}$

殻面は楕円形で, 先端は広円形. 縦溝殻と無縦溝殻で形態が大きく異なる. Plate 1 の写真は無縦溝殻. 無縦溝殻の殻面はドーム状に膨らむ. 条線は放射状であり, 1 列の胞紋から形成される. 胞紋密度は 10  $\mu\text{m}$  に 7-11 程度. 軸域は殻の中央をまっすぐ走り, 狭い. 条線は湾曲した波状の縦走線 (または縦脈) により区分される.

分類上の問題として, 本種の縦溝殻は *Cocconeis placentula* var. *placentula* や *Cocconeis placentula* var. *lineata* の縦溝殻と大変似通っており, 光学顕微鏡下で識別することができないことが挙げられる. 無縦溝殻では胞紋密度または条線を構成する胞紋の数を目安に識別することができ, *C. placentula* var. *placentula* の場合, 胞紋密度は 10  $\mu\text{m}$  に 20-25 程度と明らかに細かい (図2: 15; 0070323\_O1). *C. placentula* var. *lineata* との区別は胞紋の数を基準にした報告が多く, 本種は 5 個以下の長胞で条線が形成され, *C. placentula* var. *lineata* はそれ以上とする報告が多い (Patrick and Reimer, 1966; Krammer and Lange-Bertalot, 1991). ただし, 条線が 4-7 個の長胞からなる点が本種の特徴とする報告もある (鈴木・南雲, 2002). 殻のサイズが小さくなるほど本種と *C. placentula* var. *lineata* の識別は困難になる. これらの変種を明確に識別する基準がないことから, まとめて *C. placentula* (Holmes et al., 1982), または *C. placentula* var. *placentula* と記載する報告がある (Jahn et al., 2009). Jahn et al. (2009) では, 無縦溝殻の条線が 3-4 個の長胞からなる個体を *C. placentula* var. *placentula* としている. *Cocconeis placentula* var. *lineata* と *C. placentula* var. *euglypta* に関してまとめた Romero and Jahn (2013) は, これらの種の正確な分類にはさらなる研究が必要だと結論付けている.

大橋川・剣先川に産出する本種あるいは *C.*

*placentula* var. *lineata* は、無縦溝殻の条線が 4-6 個の長胞で構成され、7 個以上の長胞をもつ個体はほとんど見られない。また、6 つの長胞で条線が構成される個体 (Plate 1, Fig. 12: 20061213\_K1) も少なく、産出頻度は最大でも 1.3 % 以下であった。本稿では、Patrick and Reimer (1966) や Krammer and Lange-Bertalot (1991) の伝統的な区分に従い、条線の長胞数が 5 以下の個体を本種と同定し、6 つの個体を *C. placentula* var. *lineata* としたが、鈴木・南雲 (2002) に従い、長胞数 6 つの個体を本種と同定した場合、本種の産出頻度は 2006 年 12 月の O-1, 2007 年 3 月の O-1, O-2 においてそれぞれ、9.47 %, 2.76 %, 5.34 % となる (表 3)。

本種は国内の清冽な流水域でふつうに見られ (渡辺, 2005), 地方自治体による河川産出種目録等の報告書によく名前を見かける。海外からもよく報告されており、Gari and Corigliano (2007) はカワシオグサ上の本種について報告している。本調査地域では大橋川流域では優占するものの、剣先川のヨシにはあまり付着していない (表 3)。

#### *Cocconeis scutellum* Ehrenb. 1838

(図 2, 16-19: 16; 20061213\_O1, 17; 20070315\_K1, 18; 20070323\_O1, 19; 20061213\_NB)

Size: Length: 20-35  $\mu\text{m}$ , width: 10-28  $\mu\text{m}$ , striae: (Raphid valve) 12-15 in 10  $\mu\text{m}$ , (Araphid valve) 9-10 in 10  $\mu\text{m}$

殻は広楕円形で、殻端は広円形か楔形。縦溝殻と無縦溝殻の形が異なる。縦溝殻・無縦溝殻ともに軸域は狭い。無縦溝殻の条線は単列の胞紋からなり、縁辺部で 2~3 列に分かれる。縦溝殻・無縦溝殻ともに胞紋は円形で、条線は放射状。無縦溝殻の胞紋は 10  $\mu\text{m}$  に 10-12 個あり、縦溝殻では 10  $\mu\text{m}$  に 20-25 個ある。

全国の汽水・海水域で普通に見られ、宍道湖・中海からも報告されている (宍道湖・中海の藻類研究会, 1996)。上述したように、国内外のアマモ・コアマモの葉上で優占して現れることが知られている (Jacobs and Noten, 1980; 大塚・辻, 1999; Chung and Lee, 2008)。大橋川においても、中海大橋付近から採取したコアマモにおいて第 1 優占種であった (表 3)。アマモ・コアマモ以外にもユカリなどの海藻類に優占して付着することが知られている (鈴木ほか, 1999)。大橋川のヨシにもよく付着しており、特に 12 月の試料に多く見られた (表 3)。

#### *Cyclotella atomus* Hust. 1937

(図 2, 20, 21: 20061213\_K1)

Size: Diameter: 2-6  $\mu\text{m}$ , striae: About 24 in 10  $\mu\text{m}$

殻は円形で、中央部には広い無紋域がある。縁辺条線域は直径の約 1/3-1/4 を占める。間条線 1-3 本ごとに縁辺有基突起が存在する。また、縁辺には唇状突起が 1 つ存在する。中央部には通常 1 個の有基突起がある (南雲・小林, 1985, Håkansson and Clarke, 1997) が、まれに無い場合もある (小林ほか, 2006)。大橋川で見られた種は、通常見られるはずの中心有基突起が見られないことが多く、サイズも他の文献と比較しても一回り小さいため、別種の可能性がある。近似種とまとめて計数している可能性があるため、*Cyclotella atomus sensu lato* とした (表 2, 3)。正確な分類には電顕による観察が必須となる。

本種は国内外の淡水域から低塩分汽水域に広く分布する浮遊性珪藻である。大橋川・剣先川のヨシの茎に付着する珪藻種としてふつうに見られるが、実際にはヨシに付着しているのではなく、ヨシに付着する他の藻類やバクテリアに絡まっているものと考えられる。大橋川の中海寄りの地点に生息するヨシにはシカメガキ (*Crassostrea sikamea*) と思われるカキが付着していることがよくあるが、カキが付着しているヨシには、本種が高頻度で含まれていることを確認した。フィルターフィーダーであるカキが食した本種が排出される際に、藻被に絡まるのが要因ではないかと推測される。宍道湖側よりも中海側の出現頻度が高いことや、本種と共に見られる *Cyclotella* 属の珪藻として淡水-汽水性の *Cyclotella meneghiniana* (図 2: 22; 20070323\_K1, 23; 20070323\_O1) は小型のものがよく見られるのに対し、宍道湖の優占種である *Cyclotella atomus* var. *gracilis* (鹿島, 1993: *Cyclotella caspia* として報告。南雲・小林 (1985) によって *Cyclotella caspia* として報告された種は、*Cyclotella atomus* var. *gracilis* であると小林ほか (2006) で訂正されている) は稀にしか見られないことから、これらヨシ上の *Cyclotella* 属珪藻は宍道湖から流入したものではなく、朝酌川もしくは流域沿いの田園から流入したのではないかと考えられる。

#### *Hippodonta linearis* (Østrup) Lange-Bert., Metzeltin & Witk. 1985

(図 3, 1-3: 20070323\_O1)

Basionym & Synonym: *Navicula hungarica* var. *linearis* Østrup 1910, *Navicula oestrupi* P. Schultz 1926

Size: Length: 16-30  $\mu\text{m}$ , width: 5-7  $\mu\text{m}$ , striae: 9-11 in 10  $\mu\text{m}$

殻は披針形で、先端は広円形。殻面が膨らんでおり、観察用スライドでは傾いた状態で封入されることが多

い。条線は中心で放射し、末端では収斂する。縦溝は殻の中心をまっすぐ走るが、殻が傾いていることによりスライド内では、縦溝が中心からずれているように見えるものが多い。軸域は狭い。中心部の左右に各1本短い条線が存在するため、中心域は鼓状となる。

大橋川・剣先川で見られた個体は、原記載 (Østrup, 1910) や代表的な記載論文 (Lange-Bertalot, 2001; Pavlov et al., 2013) に比べると条線がやや細かい。また、一部の個体には、上記の記載にはあまり見られない、殻が先端に向けて先細りする特徴が見られる (図3: 2)。これらの特徴は、最近中国の塩湖、青海湖の試料から新種として報告された *Hippodonta qinghainensis* Peng & Rioual (Peng et al., 2014) の特徴と一致する。中海・本庄工区の付着性珪藻の先行研究である (大塚・辻, 1999) においても、先細りする特徴を持つ種が *Hippodonta linearis* として報告されているが、大塚・辻 (1999) の電子顕微鏡写真と *H. qinghainensis* の電子顕微鏡写真では、殻端の胞紋の配置が異なる。大橋川・剣先川で見られた珪藻の同定については、微細構造の研究が必要である。

*Hippodonta linearis* は汽水種であり主に河口域や湾からの報告が多いが (Witkowski et al., 2000; Joh, 2013)、淡水湖沼の産出リストにも時折名前を見かける (例えば、Grate Lakes (U.S.A.): Stoermer et al., 1999)。中海・本庄工区では、ウミトラノオおよびコアマモにわずかながら付着していたことが報告されている (大塚・辻, 1999)。大橋川・剣先川のヨシにもほとんど付着していなかったが、唯一、2007年3月のO-1地点で採取した試料にだけはよく見られた (表3)。

***Hippodonta pseudacceptata* (H.Kobayasi) Lange-Bert., Metzeltin & Witk. 1996**

(図3, 4-5: 4, 5; 20070323\_O1, 6; 20070323\_O4)

Basionym: *Navicula pseudacceptata* H.Kobayasi

Size: Length: 7-11 µm, width: 2.5-3.5 µm, striae: 19-21 in 10 µm

殻は披針形で。殻端は楔形。軸域は狭い。条線は中心部でわずかに放射し、殻端部では収斂する。縦溝は中心をまっすぐ走り、軸域は狭い。中心部の左右両側に1本短い条線が存在するため、小さな中心域がある。

小型の珪藻で、記載されてからあまり時間が経っていないせいか、あまり報告されていない。報告される際は淡水域の付着性珪藻として見いだされることが多く、河川では砂上 (大塚, 1998) や礫表生珪藻として報告されている (廣田・大塚, 2009)。大橋川・剣先

川のヨシには12月よりも3・4月に多く付着する傾向が得られた (表3)。

***Melosira varians* C.Agardh 1827**

(図3, 7-9: 7; 20061213\_O1, 8, 9; 20070323\_O4)

Basionym: *Gallionella varians* Ehrenb. 1836

Size: Diameter: 10-30 µm, Height: 8-14 µm

殻は円筒形であり、殻面・帯面ともによく見かける。殻面で結合し、糸状の群体を形成する。殻面は中心部に向けてわずかに凹んでいる。胞紋は多数あるが、条線を形成してはいない。殻面には顆粒状の突起が密集しているが、殻端付近には突起が少ない区画が輪状に存在する。殻面から殻套にはっきりとした点が散在して見えるが、走査電子顕微鏡観察によると、この点は円形の開口部であり、唇状突起の外部開口にあたる (小林ほか, 2006)。

日本各地の淡水・汽水域においてふつうに見られ、時に大量に産する (小林ほか, 2006)。宍道湖・中海・堀川においてもふつうに見られる (宍道湖・中海の藻類研究会, 1996)。止水域・流水域に区別なく産出し、基本的には付着性種であるが、プランクトンとして出現することもある。大橋川流域では、どちらかといえば、剣先川より大橋川のヨシによく付着していた (表3)。

***Navicula yuraensis* Negoro et Gotoh ex Gotoh in J.H. Lee et al. 1994**

(図3, 10-12: 10, 11; 20070323\_O4, 12; 20070323\_K1)

Size: Length: 20-30 µm, width: 6-7 µm, striae: 13-14 in 10 µm

殻は披針形で。殻端は楔形。軸域は狭く、中心域は小さいことが多い。条線は中心部で平行またはゆるく放射し、殻端部では収斂する。縦溝は殻の中心をまっすぐ走り、中央側の末端で、同方向にわずかに曲がる。胞紋はスリット状で、光学顕微鏡でも確認できる場合がある。

淡水から低塩分の汽水域に広く分布する。原記載地である由良川 (京都府) においても、淡水域から汽水域にかけての広い範囲で確認された (Negoro and Gotoh, 1983)。好清水種である (渡辺, 2005)。山梨県の河川では石礫に多く付着していたと報告されている (福島ほか, 1990)。また、京都の賀茂川中流域で大礫、中礫、砂、ツルヨシ (*Phragmites japonica*) に付着する珪藻種の生態を調べた大塚 (1998) も、本種はいずれの基質にも付着していたが、本種が優占した (約35%) のは9月の大礫および中礫上のみであったと報告している。大橋川・剣先川のヨシでは、12月よ

り3・4月の試料に多く付着していた。また、中海側であるO-1地点では明らかに産出頻度が低かった(表2)。

種内変異について(*Navicula yuraensis* var. 1: 図3, 13-15: 20070415\_K1)

Size: Length: 18-40 μm, width: 5-7 μm, striae: 14-15 in 10 μm

大橋川・剣先川には、殻の中央部分の条線が強く放射する*Navicula yuraensis* 類似の個体が多く見られる。本調査域で見られた典型的な*N. yuraensis* に比べると、殻が長い個体が多い。本種は産出時期の差が明確で、12月の試料ではO-1地点以外は出現頻度が低いが、3・4月の試料では全地点において高い出現頻度を示した(表3)。典型的な*N. yuraensis* とは産出傾向が異なるが、本試料における個体群の、殻の中央部分の条線の放射の度合いにはばらつきがあり、典型的な*N. yuraensis* との中間的な個体も良く見られることから別種ではないと判断した。

#### *Nitzschia inconspicua* Grunow 1862

(図3, 16-19: 16, 17, 19; 20061213\_O1, 18: 20061213\_K1)

Synonym: *Nitzschia frustulum* var. *inconspicua* (Grunow)

Grunow 1882, *Homoeocladia inconspicua* (Grunow) Kuntze 1898

Size: Length: 5-20 μm, width: 2.5-3.5 μm, striae: 22-28 in 10 μm

殻は披針形で、殻端は楔形。縦溝は端を走る。明瞭な小骨がある。条線は平行だが、小型の種に限ってわずかに放射する。

広い塩分耐性を持ち、淡水・汽水・海水中に見られ、時折多産する。有機汚濁に関しても強い耐性を持ち(Van Dam et al., 1994)、人為活動による環境ストレスを測る指標種であるとされる(Potapova et al. 2004; Kelly et al. 2008; Rovira et al. 2012b)。本種の遺伝子を解析したRoviraら(2015)は、形態上本種とされる種は、複数のグループに分けることが出来、それぞれのグループ間には形態上有意な差はなくとも、環境特性には大きな差があることを指摘した(Rovira et al. 2015)。大橋川の試料では、場所・季節ごとに産出頻度のばらつきが大きく、特定の傾向を見ることができないが(表3)、これは本種が異なる環境特性を持つ分類群の複合体であることによる可能性がある。

#### *Nitzschia plioveterana* Lange-Bert. in Witkowski et al. 2000

(図3, 20-23: 20, 21; 20070323\_O4, 22; 20070323\_O1,

23; 20070323\_K1)

Basionym: *Nitzschia angustata* var. *minuta* Krasske 1932

Size: Length: 6-22 μm, width: 2.5-4 μm, striae: 18-24 in 10 μm

殻は披針形で、殻端は楔形。縦溝は端を走る。条線と等間隔に小骨があるが、小骨は他の*Nitzschia* 属の種(例えば*Nitzschia fonticola* 等)と比較して、小さく不明瞭である。条線は平行だが、殻の端で少し湾曲する。

Witkowski et al. (2000)により、世界中のさまざまな地域に分布していることが確認され、汽水種でおそらくは汎存種であろうとされている。本邦の論文ではあまり名前を見かけないが、これは記載されてから日が浅いため、周知されておらず、*Nitzschia* sp. とされていることが原因の一端だと考えられる。例えば、新潟県塩津潟の堆積物から報告された*Nitzschia* sp. A (Yasui and Kobayashi, 2001: Fig. 14, 146)は本種ではないかと考えられるほか、「宍道湖・中海水系の藻類(宍道湖・中海の藻類研究会, 1996)」で付着性の*Nitzschia* spp. と紹介されているものの中に本種と思われる写真が含まれている。大橋川の試料では、明らかに12月に少なく、3・4月の試料に多く産出した。

#### *Rhoicosphenia abbreviata* (C.Agardh) Lange-Bert. 1980

(図3, 24-29: 24; 20070323\_O1, 25, 29; 20070323\_O4, 26-28; 20161220\_O1)

Basionym & Synonym: *Gomphonema abbreviatum* C.Agardh 1831, *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grunow 1864

Size: Length: 14-60 μm (40 μm 以上は非常にまれ), width: 4-7 μm, striae: 12-15 in 10 μm

殻は細い卵形で、殻端は広い側が広円形で狭い側が楔形。縦溝殻と不完全縦溝殻からなり、縦溝殻側が凹む形でくの字に曲がるが、曲がる場所は中央より少し幅が広い方にずれた部分となる。縦溝殻・不完全縦溝殻共に殻套の縁部に偽隔壁を持つ。両殻共に軸域は狭い。縦溝殻には小さな中心域があるが、小型の殻程中心域が小さくなる傾向がある。条線は両殻とも平行だが、大型の個体は殻端部で放射状となることもある。また、殻端部で条線密度が高くなる。縦溝殻における縦溝の中心末端には中心孔がある。不完全縦溝殻の縦溝は殻端に短く存在する。この縦溝の中央側の末端は僅かに丸く膨れるが、光学顕微鏡では膨れが確認できないことも多い。

汎存種。熱帯域から極域まで幅広く生息する。主に淡水からの報告が多いが、汽水域・沿岸域からの

報告も数多くある。宍道湖・中海水系にも生息しており(宍道湖・中海の藻類研究会,1996),大塚・辻(1999)によると秋のウミトラノオの表面に特に多く付着していたと報告されている。大橋川でも全調査地域で普遍的にヨシに付着しており,時期や場所による大きな偏りは見られなかった(表3)。

***Tabularia fasciculata*** (C.Agardh) D.M.Williams & Round 1986

Basionym & Synonym: *Diatoma fasciculatum* C.Agardh 1812, *Synedra fasciculata* (C.Agardh) Kütz. 1844, *S. affinis* var. *fasciculata* (C.Agardh) Grunow 1881, *S. tabulata* var. *acuminata* (Grunow) Hust. 1932, *S. tabulata* var. *fasciculata* (C.Agardh) Hust. 1932, *S. fasciculata* var. *truncata* (Grev.) R.M.Patrick 1966

***Tabularia parva*** (Kütz.) D.M.Williams & Round 1986

Basionym & Synonym: *Synedra parva* Kütz. 1844, *Synedra tabulata* var. *parva* (Kütz.) Hust. 1932

Size (*T. fasciculata* and *T. parva*): Length: 18-70  $\mu\text{m}$ , width: 3-6  $\mu\text{m}$ , striae: 14-16 (19) in 10  $\mu\text{m}$

(図4, 1-6: 1, 5; 20070323\_O4, 2-4, 6; 20061220\_K1)

*Tabularia fasciculata* の長軸と短軸の比率は個体により大きく異なる。殻は線形で先端が嘴伸長形のものから、舟形か狭舟形で先端が楔形のものまで広く報告されている(Snoeijs, 1992; 渡辺, 2005)。軸域はいずれの形態でも極めて広いが、線形の個体の殻端では狭くなる。殻の両端には唇状突起が1つずつあるが光学顕微鏡では確認が難しい。本種をクローン培養した Kaczmarska et al. (2009) は、線形の個体のクローンに舟形の個体や、線形で軸域が比較的狭い個体が現れたことを報告しており、本種が幅広い形態をとることが確認されている。

*Tabularia parva* も幅広い形態が報告されており、殻は線形で先端が嘴伸長形のものから、舟形か狭舟形で先端が楔形のものまでである。本種も軸域は線形の個体の殻端を除き極めて広い。唇状突起は片側の末端にのみ一つ存在し、やはり光学顕微鏡では確認が難しい(大塚・辻, 1999; Sato et al., 2008; 大塚ほか, 2013)。

*Tabularia* 属は Williams and Round (1986) により検討され、*Synedra* 属より独立した。この属の分類は基本的に条線構造を基に識別することができる。たとえば、*T. fasciculata* の条線は縦小肋で仕切られた2列の胞紋からなり、*T. parva* の条線は縦小肋のない2列の胞紋からなり、終端でU字状の胞紋により一つと

なっている(Williams and Round, 1986)。このような違いは電子顕微鏡下では明瞭であるが、光学顕微鏡下では識別することができない。光学顕微鏡による識別基準は条線密度である。*T. fasciculata* の条線密度はほとんどの文献において10  $\mu\text{m}$  に14本未満と報告されている(例えば, 9-13 in 10  $\mu\text{m}$ : Snoeijs (1992) や 11.0-13.6 in 10  $\mu\text{m}$ : Kaczmarska et al. (2009))。一方、*T. parva* の条線密度は10  $\mu\text{m}$  に17本以上とされている(17-19 in 10  $\mu\text{m}$ : 大塚・辻 (1999), 19-20 in 10  $\mu\text{m}$ : Sato et al. (2008))。大橋川・剣先川で見られた個体は、大部分の条線密度が10  $\mu\text{m}$  に14-16本であり、両種の基準を満たさない。ただし、2007年3月23日に、最も中海側の観測地点O-1(資料番号:20070323\_O1)で採取した試料においてのみ、条線密度は10  $\mu\text{m}$  に15-19本と条線密度が高い個体が含まれていた。この20070323\_O1で見られた条線密度が高い個体は、大塚・辻(1999)で記載された中海・本庄工区の*T. parva*と同じ特徴を有しており、*T. parva*だと考えられる。20070323\_O1以外の試料で見られた個体は、20070323\_O1で見られた条線密度が高い個体と、条線密度がやや粗い以外はまったく同じ形態を示していることから、大橋川・剣先川で見られた個体は、*T. parva*の形態変異ではないかと考えられる。一方で、*T. fasciculata*の生態・形態を精査した Davidovich et al. (2010) は、*T. fasciculata*の条線密度は10  $\mu\text{m}$  に10-16本だと報告しており、本種が*T. fasciculata*である可能性も捨て去れない。本研究では光学顕微鏡観察を行っただけであり、条線密度以外で両者を区別することができなかったことから複合種としてまとめて報告した。

両種とも広塩性の汽水種として知られており、本邦でも古くから報告されている(Takano, 1962; 水野, 1964)。筆者が知る限りにおいて、電子顕微鏡による観察を基に記述した最も古い論文は、鹿児島県徳之島の紅藻に付着していた*T. parva*を報告した南雲・田中(1990)である。*Tabularia parva*は汽水種として報告されることが多いものの、Sato et al. (2008)は千葉のポートパークのシオグサから、Mirabdullayev et al. (2004)はアラル海(塩分58-68‰)のプランクトンとして報告しており、幅広い塩分耐性を持つ種だと考えられる。付着基物として、上述の紅藻ササバアヤギヌ(*Caloglossa leprieurii*)、コケモドキ(*Bostrychia tenella*; 南雲・田中, 1990)、シオグサ(*Cladophora* sp.; Sato et al., 2008)に加えて、紅藻ユカリ(*Placamium telfairiae*; 鈴木ほか, 1999)、イトクズモ(*Zannichellia palustris*; 大塚ほか, 2013)が報告されている。中海ではウミトラノオ・オゴノリ・コアマモの表面にも見ら

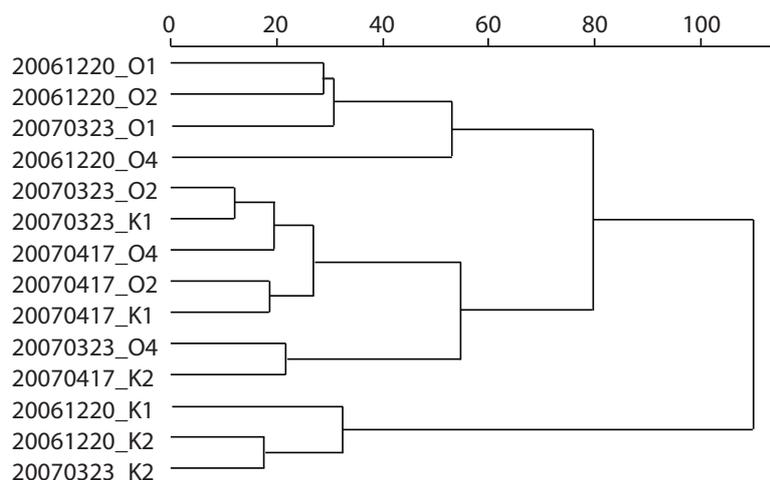


図5 ヨシの茎に付着する珪藻に対するクラスター分析（ウォード法）の結果。デンドログラムは平方距離を利用。

Fig. 5 Diatom assemblages classified by cluster analysis (Ward Method). Dendrogram x-axis is distance squared.

れることが報告されているが産出頻度は3%以下である（大塚・辻, 1999）。本研究でも対照試料として観察した、中海大橋近辺のコアマモに付着していたが、その産出頻度は1.3%であった。大橋川・剣先川のヨシにはどの地点でもよく見られるが、特に宍道湖側のヨシ（O-4, K-2 地点）でよく産出した。

**Tabularia cf. laevis** Kütz.

Size: Length: 18-80  $\mu\text{m}$ , width: 3-5  $\mu\text{m}$ , striae: 14-16 in 10  $\mu\text{m}$

（図4, 7-10: 7; 20070323\_O4, 8, 9; 20070323\_K1, 10; 20061220\_K1）

殻は線形で先端が嘴伸長形。軸域は中心部では広がるが、殻端では狭くなる。条線は短く平行。Snoeijs (1992) に記載された *Tabularia cf. laevis* と光学顕微鏡下での特徴が一致したため、本種と同定した。

国内からはあまり報告がないが、廣田・大塚 (2009) において、鳥取県千代川の礫表生珪藻として報告されている (*Tabularia* sp. として)。 *T. fasciculata/T. parva* と同様に、大橋川・剣先川のヨシにはどの地点でもよく見られるが、特に宍道湖側のヨシ（O-4, K-2 地点）でよく産出し、2007年4月のK-2 地点では、本種が全珪藻の47.0%を占めた（表3）。

**Tabularia tabulata** (C.Agardh) Snoeijs 1992

Basionym & Synonym: *Diatoma tabulata* C.Agardh 1832, *Synedra tabulata* (C.Agardh) Kütz. 1844, *S.*

*tabulata* var. *obtusa* (Pant.) Hust. 1899, *Catacombas obtusa* (Pant.) Snoeijs 1991

Size: Length: 80-250  $\mu\text{m}$ , width: 6-8  $\mu\text{m}$ , striae: 11-14 in 10  $\mu\text{m}$

（図4, 11-13: 11; 20061220\_O1, 12; 20070323\_O4, 13; 20061220\_K1）

殻は線形。先端付近で細くなり、殻端は幅広い嘴型。軸域が非常に広く、条線は殻縁にしか存在しない。明瞭な唇状突起が各殻端に1つつ存在する。大橋川・剣先川で得られた本種は、タイプ標本と比較すると条線密度が少し細かいものが多い（タイプ標本における条線密度は10  $\mu\text{m}$  に11-13本（Snoeijs, 1992））。また、大橋川・剣先川には、一方の殻端構造は明らかに本種 *T. tabulata* でありながら、他方の殻端が細く楔形に近く（唇状突起は明瞭に見える）、かつ殻の長さがタイプ標本の半分程度（80-120  $\mu\text{m}$ ）の、いわゆる *T. fasciculata/T. parva* との中間種のような個体（Plate 3, Fig. 12）も多く見られた。

本種は Snoeijs et al. (1991) の記載に基づいて異名である *Catacombas obtusa* の名で記載されることが多いが、翌1992年に Snoeijs 自身が本種の *Catacombas* 属にない特徴をあげ、近似種の殻の構造や生態に関する情報が出揃うまでは *T. tabulata* として、属に関する判断を保留しているため（Snoeijs, 1992）、本稿でもそれに従った。

バルト海のような塩分の低い海域や河口域のような汽水域で報告されることが多いが（Snoeijs et al.,

1991; Snoeijs, 1992; 小林ほか, 2006), 韓国では多くの淡水河川から付着性珪藻として報告されているほか (Joh et al., 2010), 宍道湖の上流河川である斐伊川からも報告されている (Ohtsuka, 2002). カワシオグサ (*Cladophora glomerata*) や石礫などに殻端から分泌する粘着物により付着する (Snoeijs et al., 1991). バルト海では年間を通じて産出し, 特に10月から12月にかけて産出頻度が増加していた (Snoeijs et al., 1991). 中海・本庄工区で10, 12, 2月の植物表生珪藻を調べた大塚・辻 (1999) によると, 本種は10月と12月の試料には見られたものの2月の試料には見られなかった. また, 大橋川・剣先川においても12月の産出頻度は, 3・4月の産出頻度より有意に高いため (表3), 本邦においても本種が晩秋から初冬にかけて増加する可能性は高い. 剣先川のヨシに特に多く付着しており (最大61.1%), ヨシを基物として好む傾向があると言える.

#### 優占種の季節差・地域差について

クラスター分析の結果を図5に示す. この結果から, 14試料が次の3つのクラスターに区分されることが理解できる; 2006年12月の大橋川試料を主体とする第1クラスター (20061220\_O1, 20061220\_O2, 20070323\_O1, 20061220\_O4), 2007年3・4月の試料を主体とする第2クラスター (20070323\_O2, 20070323\_K1, 20070417\_O4, 20070417\_O2, 20070417\_K1, 20070323\_O4, 20070417\_K2), および2006年12月の剣先川試料を主体とする第3クラスター (20061220\_K1, 20061220\_K2, 20070323\_K2). このことから, 冬 (第1・第3クラスター) と春 (第2クラスター) では, ヨシの茎に付着する珪藻種に大きな相違が見られることがわかる. また, 冬の試料では大橋川と剣先川の群集に大きな差が見られる. 大橋川と剣先川には, 塩分や水温にあまり相違は見られないが, 群集の構造と一部の種の出現傾向に明らかな違いが見られた. 大橋川の試料では, 複数の優占種が同時に現れ, 単一の優占種が全体の4分の1以上の割合を占めた試料は20061220\_O4だけであったが, 剣先川の試料では, 20070323\_K1を除く全試料にいずれかの単一種が全体の4分の1以上を占めた (Table 3). 珪藻種の出現傾向では, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* および *C. scutellum* は大橋川における相対比率が明らかに高い. それに対し剣先川では *Tabularia tabulata* の相対比率が高い試料が多く, また, *Bacillaria paxillifer* の相対比率も高かった. *Cocconeis placentula* var. *euglypta* や *C. scutellum* のような基物密着型の小型珪藻は流

速が大きい環境に多く (Stevenson, 1996), 逆に *B. paxillifer* のような運動性が強い種は一般的に付着力が弱く (Harper, 1977), 流速の大きな場所では流されやすいと考えられている. 従って, 両河川における珪藻群集の違いの一因として, 剣先川の方が大橋川と比較して流れが緩やかであること, また大橋川の流速も時期に応じて変化し, 水の流れが淀む箇所が季節ごとに異なることが可能性として挙げられる. ただし, この地域の付着性珪藻を調査した大塚・辻 (1999) は, *Cocconeis* 属の相対比率の相違の原因として, 甲殻類による捕食圧の影響の可能性を示唆している. 大橋川・剣先川における群集の相違の要因を明らかにするためには, 今後も継続した調査が必要である.

3つのクラスターの内部を見てみると, 第1クラスターは更にO1, O2のクラスターとO4の試料に分けることが出来る. 同様に, 第2クラスターも1つの例外を除き, O2, K1のクラスターとO4, K2のクラスターに, 第3クラスターはK1の試料とK2のクラスターに分けることが出来る (図5). この結果は, 大橋川と剣先川のそれぞれ上流域と下流域では, ヨシに付着する珪藻群集に差があることを示している. 大橋川を遡上する塩分は途中で折り返すことがあり, 下流域ほど高塩分となる期間が長いこと (藤井ほか, 2006) や, 剣先川には中流域に浅瀬があり, 塩分遡上が起こりにくいであろうことを考えると, これらの群集の相違は単純に試料採取場所の塩分の違いによるのではないかと思われる. ただし, 汽水性であり, 沿岸・河口域によく見られる *A. brevipes* var. *intermedia* (Joh, 2012) が, 下流側に顕著に多かった以外は, 主要珪藻の産出傾向に塩分の相違に依存すると思われる明瞭な傾向は見られなかった. 各クラスターの差が季節差や地域差 (おそらく流速の差) に比べて小さいことを踏まえても, 大橋川や剣先川内部に関していえば, 塩分の違いが珪藻群集に与える影響は, 季節や流速の影響よりも小さいと考えられる.

#### 謝 辞

本研究を行うにあたって, 平塚純一氏・佐藤木郎氏・川上豪氏 (2006年当時島根野生生物研究会所属) 並びに釜山大学の高田裕行博士に調査の手伝いをしていただいた. また, 船舶費用等に関して自然保護助成基金, プロ・ナトゥーラ・ファンド助成第17期 (代表: 倉田健悟) を使用させていただいた. 原稿は編集者および2名の査読者の方に丁寧な査読をしていただき, D. Dettman 博士に英文をみていただいた. ここに記して謝意を表す.

## 引用文献

- Albay, M. and Akcaalan, R. (2003) Comparative study of periphyton colonisation on common reed (*Phragmites australis*) and artificial substrate in a shallow lake, Manyas, Turkey. *Hydrobiologia*, 506-509: 531-540.
- Bérard-Therriault, L., Cardinal, A. and Poulin, M. (1986) Les diatomées (Bacillariophyceae) benthiques de substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 6. Naviculales: Cymbellaceae et Gomphonemaceae. *Natur. Can.*, 113: 405-429.
- 千葉 崇・澤井祐紀 (2014) 環境指標珪藻種の再検討と更新. *Diatom*, 30: 17-30.
- Chung, M.H. and Lee, K.S. (2008) Species composition of the epiphytic diatoms on the leaf tissues of three *Zostera* species distributed on the southern coast of Korea. *Algae*, 3: 75-81.
- Davidovich, N.A. Kaczmarska, I. and Ehrman, J.M. (2010) Heterothallic and homothallic sexual reproduction in *Tabularia fasciculata* (Bacillariophyta). *Fottea* 10: 251-266.
- 藤井智康・森脇晋平・奥田節夫 (2006) 大橋川を遡上する貧酸素水塊の実状と穴道湖に及ぼす影響. *LAGUNA (汽水域研究)*, 13: 1-7.
- 福島 博・小林艶子・栗原美香・大塚晴江 (1990) 羽状ケイ藻 *Navicula yuraensis* Negoro et Gotoh の形態変異 (1). *日本水処理生物学会誌*, 26: 68-70.
- 福田華那・鈴木秀和・田中次郎・南雲 保 (2011) 神奈川県天神島産アマモ葉上に付着する珪藻類. *日本歯科大学紀要*, 40: 57-63.
- Gari, E.N. and Corigliano, M.C. (2007) Spatial and temporal variations of *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) 1854 Grunow, 1884 in drift and periphyton. *Brazilian Journal of Biology*, 67: 587-595.
- 後藤敏一 (1979) 淀川汽水域の付着珪藻類 II. *陸水学雑誌*, 40: 191-200.
- 後藤敏一 (1986) 熊野川河口の珪藻群集. *Diatom*, 2: 103-115.
- Håkansson, H. and Clarke, K.B. (1997) Morphology and Taxonomy of the centric diatom *Cyclotella atomus*. *Nova Hedwigia*, 65: 207-219.
- Harper, M.A. (1977) Movement. In: *The Biology of Diatoms*, (ed.) Werner, D. pp. 224-249, Blackwell Science Publications, Oxford.
- 廣田昌昭・大塚泰介 (2009) 鳥取県千代川の礫付着珪藻. *Diatom*, 25: 52-72.
- 平塚純一・山室真澄・石飛 裕 (2007) 里海 モク採り物語. 50 年前の水面下の世界. 生物研究社, 141 p.
- Holmes, R.W., Crawford, R.M. and Round, F.E. (1982) Variability in the structure of the genus *Cocconeis* Ehr. (Bacillariophyta) with special reference to the cingulum. *Phycologia*, 21: 370-381.
- Hustedt, F. (1932) Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebite, in Rabenhorst, L. (ed.), *Krypogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Band 7 (2), 177-320, Leipzig, R. Reiland.
- Jacobs, R.P.W.M. and Noten T.M.P.A. (1980) The annual pattern of the diatoms in the epiphyton of eelgrass (*Zostera marina* L.) at Roscoff, France. *Aquatic Botany*, 8: 355-370.
- Jahn, R. and Schmid A.M.M. (2007) Revision of the brackish-freshwater diatom genus *Bacillaria* Gmelin (Bacillariophyta) with the description of a new variety and two new species. *European Journal of Phycology*, 42: 295-312.
- Jahn, R., Kusber, W.H. and Romero, O.E. (2009). *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Bacillariophyta): Typification and taxonomy. *Fottea*, 9: 275-288.
- Joh, G., Lee, J.H., Lee, K. and Yoon, S.K. (2010) Algal Flora of Korea. Volume 3, Number 2. *Freshwater Diatom II*. National Institute of Biological Resources, Incheon, 152 p.
- Joh, G. (2012) Algal Flora of Korea. Volume 3, Number 7. *Freshwater Diatom V*. National Institute of Biological Resources, Incheon, 134 p.
- Joh, G. (2013) Species diversity of the old genus *Navicula* Bory (Bacillariophyta) on intertidal sand-flats in the Nakdong River estuary, Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 36: 371-390.
- Kaczmarska, I., Ehrman, J. M., Moniz M.B.J. and Davidovich, N. (2009) Phenotypic and genetic structure of interbreeding populations of the diatom *Tabularia fasciculata* (Bacillariophyta). *Phycologia*, 48: 391-403.
- Karosienė, J. and Kasperovičienė, J. (2008) Seasonal succession of epiphyton algal communities on *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. in a mesoeutrophic lake. *Ekologija*, 54: 32-39.
- 鹿島 薫 (1993) 汽水湖沼における現生および化石珪

- 藻群集. 地質学論集, 39: 7-14.
- Katsuki, K., Miyamoto, Y., Yamada, K., Takata, H., Yamaguchi, K., Nakayama, D., Coops, H., Kunii, H., Nomura, R. and Khim, B.K., 2008. Eutrophication-induced changes in Lake Nakaumi, southwest Japan. *Journal of Paleolimnology*, 40: 1115-1125.
- Kelly, M., Juggins, S., Guthrie, R., Pritchard, S., Jamieson, J., Rippey, B., Hirst, H. and Yallop, M. (2008) Assessment of ecological status in UK rivers using diatoms. *Freshwater Biology*, 53: 403-422.
- Kim, J.S. and Song, T.K. (1984) Ecological studies on the basin of Yongsan Lake. *Bulletin of Institute of Littoral Biota. Mokpo University, South Korea*, 1: 1-15.
- 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, 531p.
- 小杉正人 (1988) 珪藻の環境指標種群の設定と古環境復原への応用. *第四紀研究*, 27: 1-20.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (Eds) *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag, 437 p.
- Lange-Bertalot, H. (2001) *Navicula sensu stricto* 10 genera separated from *Navicula sensu lato Frustulia*. In: Lange-Bertalot, H. (ed.) *Diatoms of Europe* 4. Koeltz Science books, 526 p.
- Mirabdullayev, I.M., Joldasova, I.M, Mustafaeva, Z.A., Kazakhbaev, S., Lyubimova, S.A. and Tashmukhamedov, B.A. (2004) Succession of the ecosystems of the Aral Sea during its transition from oligohaline to polyhaline water body. *Journal of Marine Systems*, 47: 101-107.
- 水野壽彦 (1964) 日本淡水植物プランクトン図鑑. 保育社, 353 p.
- Müller, O.F. (1782) Von einem sonderbaren Wesen im Meerwasser, welches aus kleinen Stabgen, durch deren mancherley Stellung es verschiedene Gestalten bildet, zu bestehen scheint. Von dem Verfasser aus andern Sprachen übersetzt und herausgegeben von J.A.E. Goeze, Otto Friedrich Müller kleine Schriften aus der Naturhistorie, Vol. 1 (1). 1-14. Buchhandlung der Gelehrten.
- Müller, U. (1999) The vertical zonation of adpressed diatoms and other epiphytic algae on *Phragmites australis*. *European Journal of Phycology*, 34: 487-496.
- 南雲 保・小林 弘 (1985) 淡・汽水産珪藻 *Cyclotella* 属の3種, *C. atomus*, *C. caspia*, *C. meduanae* の微細構造. *日本プランクトン学会報*, 32: 101-109.
- 南雲 保・田中次郎 (1990) 徳之島産の紅藻付着珪藻. *国立科博専報*, 23: 15-21.
- Nakaoka, M., Toyohara, T. and Matsumasa, M. (2001) Seasonal and between-substrate variation in mobile epifaunal community in a multispecific seagrass bed of Otsuchi Bay, Japan. *Marine Ecology*, 22: 379-395.
- 納谷友規・谷村好洋・土谷 卓・阿部川秀人・中里亮治・天野一男 (2004) 浅い湖における沈降粒子の挙動と珪藻殻堆積過程—北浦におけるセディメント・トラップ実験結果—. *陸水学雑誌*, 65: 203-213.
- Negoro, K. and Gotoh, T. (1983) Two new diatoms of the genus *Navicula* from the River Yura, Kyoto Prefecture, Japan. *Acta Phytotaxa et Geobotanica*, 34: 91-93.
- 野尻湖ケイソウグループ (2014) 改訂版ケイソウのしらべかた—小さな生き物・身近なはたらき—. 地学団体研究会, 106 p.
- 濁川明男 (1997) 新潟県能生町海岸における冬季間の海産付着生珪藻群集の遷移. *Diatom*, 13: 171-183.
- Onodera, J., Takahashi, K. and Honda, M.C. (2005) Pelagic and coastal diatom fluxes and the environmental changes in the northwestern North Pacific during December 1997–May 2000. *Deep-Sea Research II*, 52: 2218-2239.
- Onodera, J. and Takahashi, K. (2009) Long-term diatom fluxes in response to oceanographic conditions at Stations AB and SA in the central subarctic Pacific and the Bering Sea, 1990–1998. *Deep Sea Research Part I*, 56: 189-211.
- 大塚泰介 (1998) 河川の一形態単位内における付着藻類群落、特に珪藻群落の生息場所による違い. *陸水学雑誌*, 59: 311-328.
- 大塚泰介・辻 彰洋 (1999) 中海本庄水域の植物表生珪藻 I 宿主植物による種組成の違い. *LAGUNA (汽水域研究)*, 6: 129-143.
- Ohtsuka, T. (2002) Checklist and illustration of the Hii River. *Diatom*, 18: 23-56.
- 大塚泰介・中村優介・向井康夫・岩渕成紀 (2013) 東北地方太平洋沖地震による津波と地盤沈下で海水化した水田の珪藻. *Diatom*, 29: 42-47.
- Østrup, E. (1910) *Danske Diatoméer. med 5 tavler et Engelsk resumé*. Kjøbenhavn: C.A. Reitzel Boghandel,

- 362 p.
- Patrick, R.M. and Reimer, C.W. (1966) The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii, V. 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 13, 688 p.
- Pavlov, A., Levkov, Z., Williams, D.M. and Edlund, M.B. (2013) Observations on *Hippodonta* (Bacillariophyceae) in selected ancient lakes. *Phytotaxa*, 90: 1-53.
- Peng, Y., Rioual, P., Levkov, Z., Williams, D.M. and Jin, Z. (2014) Morphology and ultrastructure of *Hippodonta qinghaiensis* sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from Lake Qinghai, China. *Phytotaxa*, 186: 61-74.
- Potapova, M.G., Charles, D.F., Ponader, K.C. and Winter, D.M. (2004) Quantifying species indicator values for trophic diatom indices: a comparison of approaches. *Hydrobiologia*, 517: 25-41.
- Romero, O. and Jahn, R. (2013). Typification of *Cocconeis lineata* and *Cocconeis euglypta* (Bacillariophyta). *Diatom Research*, 28: 175-184.
- Rovira, L., Trobajo, R. and Ibáñez, C. (2012a) The use of diatom assemblages as ecological indicators in highly stratified estuaries and evaluation of existing diatom indices. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 500-511.
- Rovira, L., Trobajo, R., Leira, M. and Ibáñez, C. (2012b) The effects of hydrological dynamics on benthic diatom community structure in a highly stratified estuary: the case of the Ebro Estuary (Catalonia, Spain). *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 101: 1-14.
- Rovira, L., Trobajo, R., Sato, S., Ibáñez, C. and Mann, D.G. (2015) Genetic and Physiological Diversity in the Diatom *Nitzschia inconspicua*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 62: 815-832.
- Sato, S., Kuriyama, K., Tadano, T. and Medlin, K.L. (2008) Auxospore fine structure in a marine araphid diatom *Tabularia parva* (Bacillariophyta). *Diatom Research*, 23: 423-433.
- 宍道湖・中海の藻類研究会 (1996) 宍道湖・中海水系の藻類. 宍道湖・中海の藻類研究会出版, 130 p.
- Snoeijs, P., Hållfors, G. and Leskinen, E. (1991) Taxonomy and ecology of *Catacombus obtuse* comb. Nov.. *Diatom Research*, 6: 155-14.
- Snoeijs, P. (1992) Studies in the *Tabularia fasciculata* complex. *Diatom Research*, 7: 313-344.
- Snoeijs, P. (1994) Distribution of epiphytic diatom species composition, diversity and biomass on different macroalgal hosts along seasonal and salinity gradients in the Baltic Sea. *Diatom Research*, 9: 189-211.
- Stevenson, R.J. (1996) Stimulation and drag of current. In: *Algal Ecology -Freshwater benthic ecosystem-*, Stevenson, R.J. Bothwell, M.L., and Lowe, R.L. (eds.). Academic Press, U.S., pp. 321-340.
- Stoermer, E.F., Kreis, Jr., R.G. and Andresen, N.A. (1999) Checklist of Diatoms from the Laurentian Great Lakes. II. *Journal of Great Lakes Research*, 25: 515-566.
- 鈴木秀和・南雲 保 (2002) 淡水産珪藻 *Cocconeis placentula* Ehrenberg var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow の殻構造. *日本歯科大学紀要*, 31: 195-198.
- 鈴木秀和・田中次郎・南雲 保 (1999) 伊豆諸島式根島産の紅藻ユカリに着生する珪藻類. *日本歯科大学紀要*, 28: 147-160.
- Takano, H. (1962) Notes on Epiphytic Diatoms upon Seaweeds from Japan. *日本海洋学会誌*, 18: 29-33.
- Ussing, A.P., Gordon, R., Ector, L., Buczek, K., Desnitskiy, A.G. and Vanlandingham, S.L. (2005) The colonial diatom "*Bacillaria paradoxa*": chaotic gliding motility, Lindemeyer Model of colonial morphogenesis, and bibliography, with translation of O.F. Müller (1783) "About a peculiar being in the beach water". *Diatom Monographs*, 5. Koeltz, 134 p.
- Van Dam, H., Mertens, A. and Sinkeldam, J. (1994) A coded check-list and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28: 117-133.
- 渡辺仁治 (2005) 淡水珪藻図鑑. 群集解析に基づく汚濁指数 DA<sub>Ipo</sub> PH 耐性能. 内田老鶴堂, 666 p.
- Williams, D.M. and Round, F.E. (1986) Revision of the Genus *Synedra* Ehrenb. *Diatom Research*, 1: 313-339.
- Witkowski, A.; Lange-Bertalot, H. and Metzeltin, D. (2000) Diatom flora of marine coasts. In: *Iconographia Diatomologica* volume 7, Lange-Bertalot, H. (ed.) Koeltz Scientific books, 925 p.
- Yasui, S. and Kobayashi, I. (2001) Pleistocene-Holocene diatom floras of the Shiotsugata Lagoon in the Echigo Plain, central Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E (Geology)*, 16: 47-81.