

多摩川河口域の干潟における珪藻の
種多様性と群集ダイナミクスの解明

2018年

真山茂樹

東京学芸大学教育学部

共同研究者 田口芳彦 東京学芸大学大学院理科教育
野村洸真 東京学芸大学大学院理科教育

Abstract

Shigeki MAYAMA, Yoshihiko TAGUCHI and Hiromasa NOMURA. 2018. Diversity of diatoms and their community dynamics in Tama River estuary. The Yokyu Foundation for Better Environment, Grant Awarded Academic Researches Vol.47, No.335: 79 pp.

Benthic diatom flora was studied in five sites of Tama River estuarine area from June 2016 to August 2018 and relationship between diatom assemblage component and environmental factors was examined. Diatom assemblage samples were classified into 3 clusters based on the species component, which were affected mostly by maximum salinity, maximum water temperature and ratio of coarse/fine grains of sediment. 14 diatoms were isolated from sampling sites followed by cultivation in media of various salinities. The result of cultural experiment supported the presence of these diatoms ordinated in CCA. Comparison of the estuarine diatoms with that of Banzu tidal flat, which is located opposite shore 18 km beyond Tokyo Bay showed big difference in their floras. 295 taxa were recorded in Tama River estuary and 286 taxa in Banzu tidal flat. However, common species were 76 taxa in both places. About 60 % of diatoms seemed to be brackish species in the estuary but 60 % marine species in the tidal flat.

要旨

多摩川河口域の干潟における珪藻の種多様性と群集ダイナミクスの解明：2016年6月から2017年8月にわたり、多摩川河口域における5地点において付着珪藻フロラを調べ、その群集構造と環境要因の関係を明らかにした。調査した試料は群集を構成する種の相違により3つのクラスターに分類されたが、珪藻種の出現には塩分（最大伝導率）、水温（最高温度）および底質粒度（粗粒割合）が関わっていた。また、採集地点から単離した14珪藻を様々な塩分で培養し、それぞれの種の最適塩分と適応塩分を調べた。培養実験の結果は、それぞれの種のフィールドにおける分布状況を支持するものであった。さらに、多摩川河口干潟に出現した珪藻種を、東京湾を挟み対岸に位置する千葉県の前浜干潟（盤洲干潟の金田地区）のフロラと比較した。それぞれの干潟で記録された珪藻は295および286分類群であったが、共通して出現した珪藻は76分類群しかなかった。多摩川河口干潟に出現した珪藻種は6割が汽水種と考えられる一方、前浜干潟では6割が海産種であると考えられた。

目次

I. はじめに

II. 群集組成と環境要因

1. 材料と方法

(1) 調査地点

(2) 試料採集と環境測定

(3) 観察試料の作成

(4) 珪藻殻の観察・計数・統計解析

2. 結果

III. 珪藻の対塩分特性実験

1. 材料と方法

2. 対塩分特性

IV. 総括

V. 謝辞

VI. 引用文献

I. はじめに

干潟は地形的な成因から前浜干潟、潟湖干潟、河口干潟に分類される。いずれの干潟でも低潮時には水の蒸発による塩分の上昇や、底質の乾燥が生じ、晴れた昼間には水温も上昇する。河口干潟ではこれらに加え、潮汐により絶えず塩分が変動する特異的な環境が形成されている。干潟、塩湿地あるいは河口域と呼ばれる環境の珪藻種の多様性の研究は、世界の様々な地域で行われてきた (Carbonnel et al. 2013, Costa-Böddeker 2017, Hassan 2007, Hemphill-Haley 1993, Koh 2001, 小杉 1988a, b, Lapointe 2000, Logan & Taffs 2013, Majewska 2012, Manoylov & Dominy 2013, Nehar 2014, Obrezkova 2009, Ohtsuka 2005, Patil 2008, Resende et al. 2005, Rovira 2012, Sabbe 1993, Saunders 2011, Sawai & Nagumo 2003a, b, Sawai et al. 2016, Underwood et al. 1998, Zong 2010)。これらの多くは変動する環境に対する珪藻種の特理解解のために行われたものであるが、出現した珪藻の写真が伴わないため種同定の確証が困難なもの、あるいは出現した一部の種のみを取り上げたものがほとんどであり、出現種を網羅的に分類したものはわずかしかない (Riznyk 1973, Laws 1988, 山川 1994)。

干潟のような著しい塩分変動が生じる場所に成育する珪藻の生理特性は、従来、培養実験により研究されてきた (Mizuno 1992, Yamamoto et al. 2017)。しかし、対象となった珪藻種の数は、実際の環境に出現する種数と比べると、わずかなものでしかなかった。

本研究では、多摩川河口域における付着珪藻フロラを明らかにし、その群集構造と環境要因の関係を明らかにした。また、東京湾を挟み多摩川河口域の対岸に位置する、盤洲干潟 (金田地区) のフロラと比較することで、河口干潟と前浜干潟の珪藻種の違いを明らかにした。さらに、多摩川河口域から採取し単離培養した珪藻種を用いて培養実験を行い、塩分特性を明らかにすることで、フィールドからの解析結果に対する実験的裏付けを試みた。

II. 群集組成と環境要因

1. 材料と方法

(1) 調査地点

多摩川の河口水準拠標より上流 5km にわたり 5 定点で、2016 年 6, 8, 10, 12 月 2017 年 2, 3, 4, 5, 6, 8 月に試料の採取、および水温、電気伝導度の測定を実施した (Table 1)。最下流の地点は神奈川県川崎市地先に広がる殿町干潟の河口水準拠標のある場所で(地点 1)、そこから上流に向かい 750m の場所 (地点 2)、大師橋左岸の上流側 (地点 3)、六郷水門の

下流側（地点4），さらに東京都大田区地先に広がる六郷干潟のアシ原に囲まれた場所（地点5）を調査地点とした（Fig. 1）。

Table 1. Locations of sampling sites.

Site no.	Latitude	Longitude	Note
1	35°32'25.4N	139°46'1.5E	Starting point of the Tama River (Kakogenten)
2	35°32'45.5N	139°45'59.0E	In front of reed bed in Tonomachi tidal flat
3	35°32'67.0N	139°44'40.2E	Tidal flat of the left bank slightly upper from Daishi bridge.
4	35°32'38.2N	139°43'33.0E	Tidal flats slightly lower from Rokugo water gate
5	35°32'34.5N	139°43'18.1E	Rokugou tidal flat

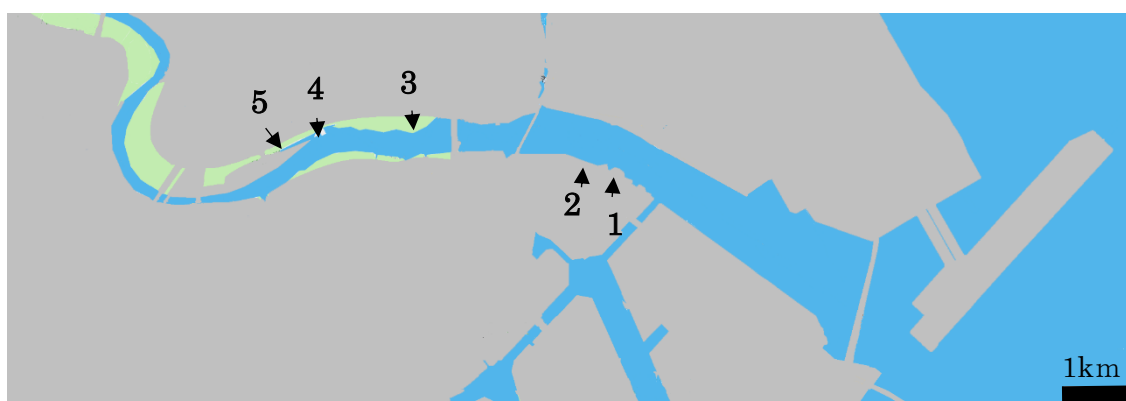


Fig. 1. Map of sampling sites in the estuarine area of the Tama River.

(2) 試料採集と環境測定

珪藻を含む底質の採集は、干潮時に内径 2.8 mm、深さ 4.5 mm の容器を、流れのない表面が濡れた状態の底質表層に押し当てた後、すり切ることで行った。また、採集時に、水温、電気伝導度、pH を測定した（Table 2）。

また、2016 年 11 月、2017 年 2、5 月に各地点の河床に電気伝導度ロガー U24-002-C（Onset Computer Corporation, Bourne, U.S.A）を、24 時間または 48 時間設置し、1 分ごとに測定値を記録した。2017 年 5 月には石膏半球（マツイ、東京）を 72 時間河床に設置し、溶出量から各地点の流動特性を推定した。さらに、50 個の底質試料に対し、レーザー回折式粒度測定装置 SALD-3100（島津製作所、京都）を用い、粒度分布を測定した。

Table 2. Samples and selected measurement values of water quality.

Sam ple	Date	T i m e	S i t e	W . T . (°C)	Cond. (m S/cm)	pH
M -1872	2016/6/26	12:45	1	29.9	32.1	N/A
M -1867	2016/6/26	N/A	2	28.9	24.6	N/A
M -1874	2016/6/26	N/A	3	26.6	11.5	N/A
M -1877	2016/6/26	14:00	4	33.3	11.8	N/A
M -1886	2016/6/26	14:30	5	31.8	7	N/A
M -1951	2016/8/31	10:14	5	23	0.73	8.2
M -1952	2016/8/31	9:35	4	25	0.51	8.3
M -1953	2016/8/31	9:55	3	25	1.78	8.2
M -1954	2016/8/31	10:44	2	27	6.2	8.2
M -1955	2016/8/31	11:15	1	30	19	8.2
M -1989	2016/10/15	9:29	5	18.5	11.92	7.2
M -1988	2016/10/15	9:52	4	22	13.15	8.4
M -1987	2016/10/15	10:27	3	21	22.8	8.6
M -1986	2016/10/15	10:59	2	22	30.2	7.9
M -1985	2016/10/15	11:21	1	25.5	36.4	8.3
M -1997	2016/12/14	20:20	4	8.9	7.08	7.3
M -1996	2016/12/14	20:42	3	9.3	14.03	7.5
M -1995	2016/12/14	21:16	2	9.2	8.03	7.6
M -1994	2016/12/14	21:33	1	7.2	29.4	7.7
M -1998	2016/12/14	22:16	5	7.3	8.65	7.6
M -2050	2017/3/2	12:55	1	11.1	39.5	7.6
M -2051	2017/3/2	13:13	2	9.8	30.1	8
M -2052	2017/3/2	13:45	3	10.3	16.15	8.1
M -2053	2017/3/2	14:18	4	11.2	9.23	9.8
M -2054	2017/3/2	14:33	5	11.8	16.02	8.2
M -2078	2017/4/14	12:15	1	25.2	36.2	7.7
M -2079	2017/4/14	12:40	2	18.4	21.7	8.4
M -2080	2017/4/14	13:10	3	24.5	23.3	8.4
M -2081	2017/4/14	13:32	4	N/A	N/A	N/A
M -2082	2017/4/14	13:50	5	25.8	3.05	8.7
M -2103	2017/5/24	9:27	3	26.1	30.4	7.1
M -2104	2017/5/24	11:03	1	26.8	43.4	8.1
M -2105	2017/5/26	N/A	2	20.1	19.3	7.9
M -2106	2017/5/26	N/A	4	23.3	15.34	8.7
M -2107	2017/5/28	N/A	5	32.3	12.8	8.2
M -2108	2017/6/14	13:05	1	N/A	N/A	N/A
M -2109	2017/6/14	13:21	2	N/A	N/A	N/A
M -2110	2017/6/14	13:38	3	N/A	N/A	N/A
M -2111	2017/6/14	14:13	4	N/A	N/A	N/A
M -2112	2017/6/14	14:26	5	N/A	N/A	N/A
M -2123	2017/8/8	11:12	1	33.4	35.5	7.8
M -2124	2017/8/8	11:42	2	34	26.3	8.2
M -2125	2017/8/8	12:21	3	34.4	17.46	7.6
M -2126	2017/8/8	12:53	4	33.6	12.1	8.2
M -2127	2017/8/8	13:12	5	33	9.52	8.5

(3) 観察試料の作成

底質試料 1 mL を 1.5 mL チューブに入れ、純水を適量加え、2000 回転/分で 3 分間遠心した後、上清を除去した。これを 2~3 回繰り返した。硫酸を適量加え 30 分間湯煎後、重クロム酸カリウムを適量加え、60 分間湯煎した。純水を適量加え、2000 回転/分で 3 分間遠心した後、上清を除去した。この操作を上清の液色が無色透明になるまで繰り返した。

砂粒から珪藻を分離するため、沈殿物に純水を加えて攪拌し 30 秒静置後、上清を収集し

た。この操作を上清の濁りが無くなるまで行った。ここで得た珪藻殻試料の懸濁液を定量的に希釈し、カバーガラス上に滴下、加熱乾燥後、Pleurax 同等品であるマウントメディア（和光純薬、大阪）で封入し、プレパラートを作成した。

(4) 珪藻殻の観察・計数・統計解析

珪藻殻は SKE 顕微鏡（ニコン、東京）に X70 油浸対物レンズを装着して観察した。観察像は Infinity1-5 顕微鏡デジタルカメラ（Lumener, Ottawa）を使用してキャプチャした。画像は Photoshop CS6 13.0.1（アドビシステムズ、東京）で明暗とコントラストの適正化処理を行った。また、珪藻殻の計数では基本的に 400 殻を同定、計数した。

各分類群の出現頻度、電気伝導度、水温、および粒度分布についての行列データを作成し、多変量解析を行った。分類にはクラスター分析、序列化には除歪対応分析（DCA）および正準対応分析（CCA）を用いた。CCA に用いた環境要因は、除歪対応分析で得られた散布図に同分析で得られた Axis1, Axis2 のサンプルスコアと各環境データの相関係数を合成し、ベクトルの大きいものを選択した。解析には、統計パッケージフリーソフトウェア R version 3.3.2（R Foundation for Statistical Computing, Vienna）を用いた。階層的クラスター分析は vegan: Community Ecology Package（Oksanen et al. 2018）に含まれる vegdist 関数を用いて距離行列を計算し、R version 3.3.2 の基本パッケージに含まれる hclust 関数を用いて計算した。距離行列を計算するための類似度は Bray-Curtis 指数を使用し、クラスタリングには群平均法を使用した。DCA および CCA は vegan: Community Ecology Package に含まれる decorana 関数および cca 関数で計算した。

2. 結果

データロガーによる連続測定は、地点 1 から上流に向かって塩分は徐々に減少するが、地点 4 と 5 では際だった変化がないことを示した。また、水温は 2 月が低く、5 月が高いものであった (Table 3)。粒度分布は珪藻が付着できる大きさを考慮して、直径が 62.5 μm 以上を粗粒（細礫～極細粒砂）、それ未満（粗粒シルト～粘土）を細粒と定義してその割合を示した (Fig. 2)。下流側と上流側では、それぞれ粗粒と細粒の割合が多く見られる傾向はあるものの、採集日が異なると、その割合はかなり変動していた。

Table 3. Electric conductivity and water temperature measured by data logger.

Date	Nov 2016					Feb 2017					May 2017					
Site	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Electric conductivity (S/cm)	Max.	61.2	51.7	43.4	33.6	34.1	65	61.7	57.2	40.5	35.3	49	38.8	42.7	25.4	25
	Min.	26.1	18.3	21.6	12.5	13.5	43.2	25.3	33.3	15.2	13.4	22.8	7.5	17.9	7.3	7.2
	Difference	35.1	33.4	21.8	21.1	20.6	21.8	36.4	24	25.3	21.9	26.2	31.3	24.8	18.1	17.8
	S.D.	13.2	13.5	5.5	6.8	6.9	4.9	11.2	5.8	5.5	6.5	6.3	8	5	4.4	5.4
Water temperature (°C)	Max.	17.5	17	16	14.8	14	15.7	14.5	15.7	15.8	15.2	26	29.5	26.9	27.7	30
	Min.	8.9	6.8	9.2	6	9.5	3	5.9	2.6	3.7	6.4	19.4	19.7	19.2	18.4	21.2
	Difference	8.6	10.2	6.8	8.8	4.5	12.7	8.6	13.1	12.1	8.8	6.6	9.8	7.7	9.3	8.8
	S.D.	3.2	3.2	2.4	3	1.5	3.1	1.4	3.3	2.9	1.4	1.3	2.4	1.2	2.2	2.1
Accumulated E.C. (S/cm)	Tide cycle 1	3265	2672	2374	1326	1486	4389	3340	3392	2291	1927	2657	1885	2233	927	1058
	Tide cycle 2						4126	3678	3409	1799	1405	3117	1885	2626	863	1117
	Tide cycle 3						4128	3321	3299	1567	1080	2699	1258	2176	823	1170
	Average	3265	2672	2374	1326	1486	4214	3446	3367	1886	1471	2824	1676	2345	871	1115
Accumulated W.T. (°C)	Tide cycle 1	10.8	10.3	10.5	8.5	10	6.6	7.3	6	5.9	7.7	14.3	14.4	15.3	14.2	14.9
	Tide cycle 2						8.6	8.6	8.4	9.4	8.9	17.3	20	18.1	19.8	21.7
	Tide cycle 3						6.3	8.1	5.6	7.2	6.5	14.4	14.5	14.7	14	14.7
	Average	10.8	10.3	10.5	8.5	10	7.2	8.0	6.7	7.5	7.7	15.3	16.3	16.0	16.0	17.1

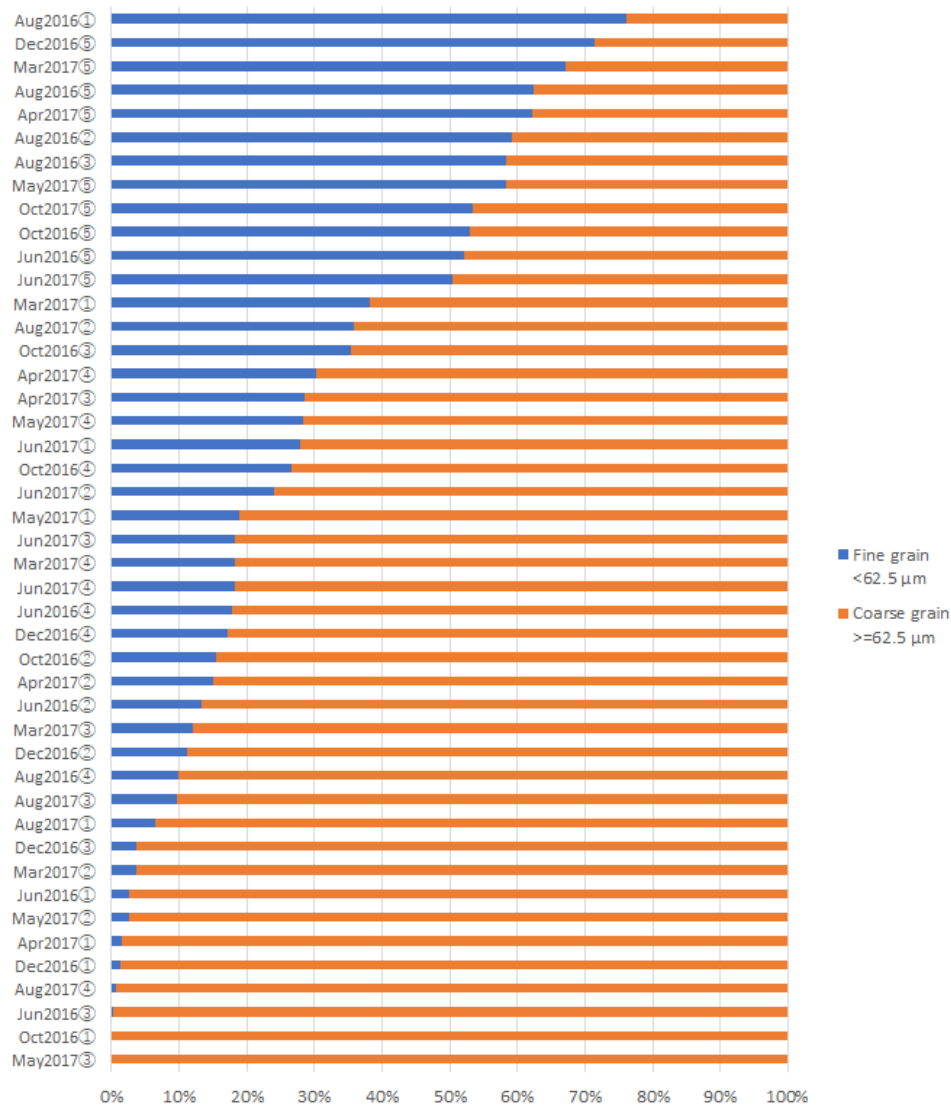


Fig. 2. Ratio of fine and coarse grains in bottom sediment among 45 samples.

多摩川河口域の地点 1 から地点 5 までに出現した珪藻は合計 295 分類群となった。この数は、

東京湾を挟んでほぼ対岸に位置する盤洲干潟（金田地区）に出現した珪藻 286 分類群（2007 年～2017 年に真山が調査）とほぼ同数である。しかし、双方で共通に出現した珪藻は 76 分類群のみであった（Appendix 1, Plates 1–29）。

計数を行った試料は全 45 試料であった。どの月でも最下流の地点 1 では出現種数が最も少なかったが（22～41 種）、地点 5 ではほとんどの月で最も多く（48～75 種）なった（Appendix 2）。底質試料 1 mL 中の殻数は上流側の地点 4 および地点 5 で多くなる傾向が見られた。また、いずれの試料にも頻出した珪藻は *Amphora arenicola*, *Hippodonta* sp. 1., *Navicula gregaria*, *Nitzschia fonticola*, *Nitzschia frustulum*, *Pseudostaurosira trainorii* であり、*N. fonticola* を除けば全て汽水域でしばしば見られる種類であった。

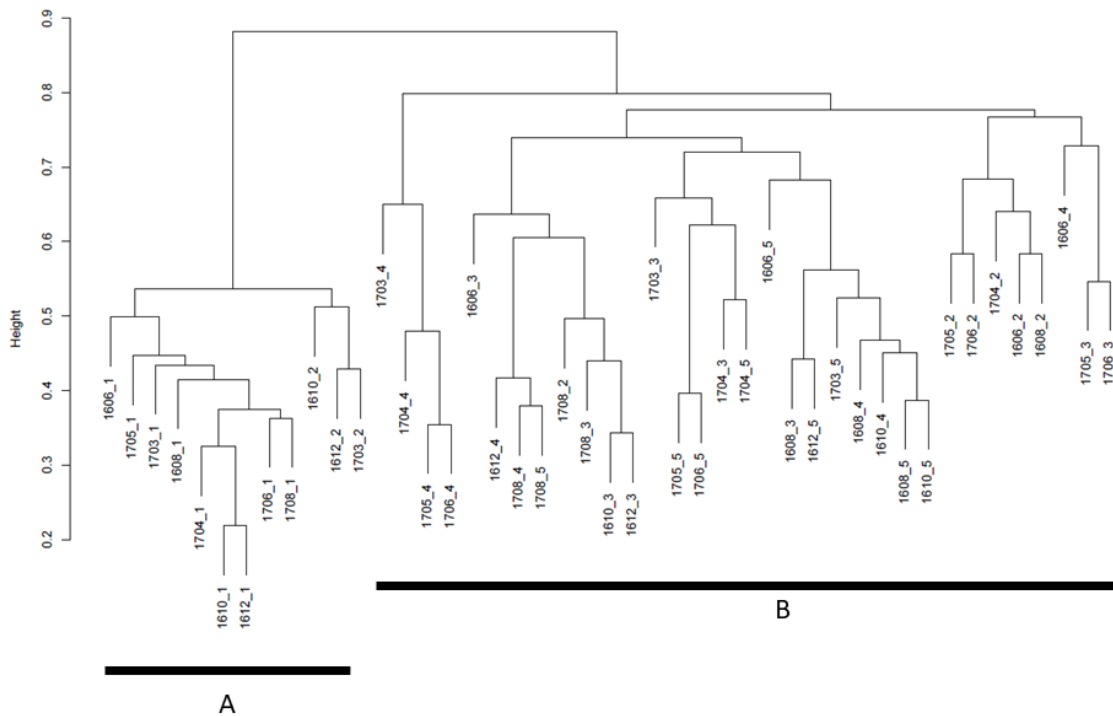


Fig. 3. Dendrogram of cluster analysis on 45 samples. Cluster A is mainly composed of samples from lower most. Jaccard index and group average method were used. In the dendrogram combinations of year, month and site number are used instead of sample numbers.

45 試料のクラスター分析の結果は、試料が大きく 2 つの群に分けられることを示した（Fig. 3）。グループ A には全ての地点 1 の試料と 2016 年 10 月から 2017 年 3 月までの地点 2 の試料が含まれた。クラスター B には地点 3 から地点 5 までの全ての試料と、2016 年 6 月、8 月および 2017 年 4 月から 6 月までの地点 2 の試料が含まれた。

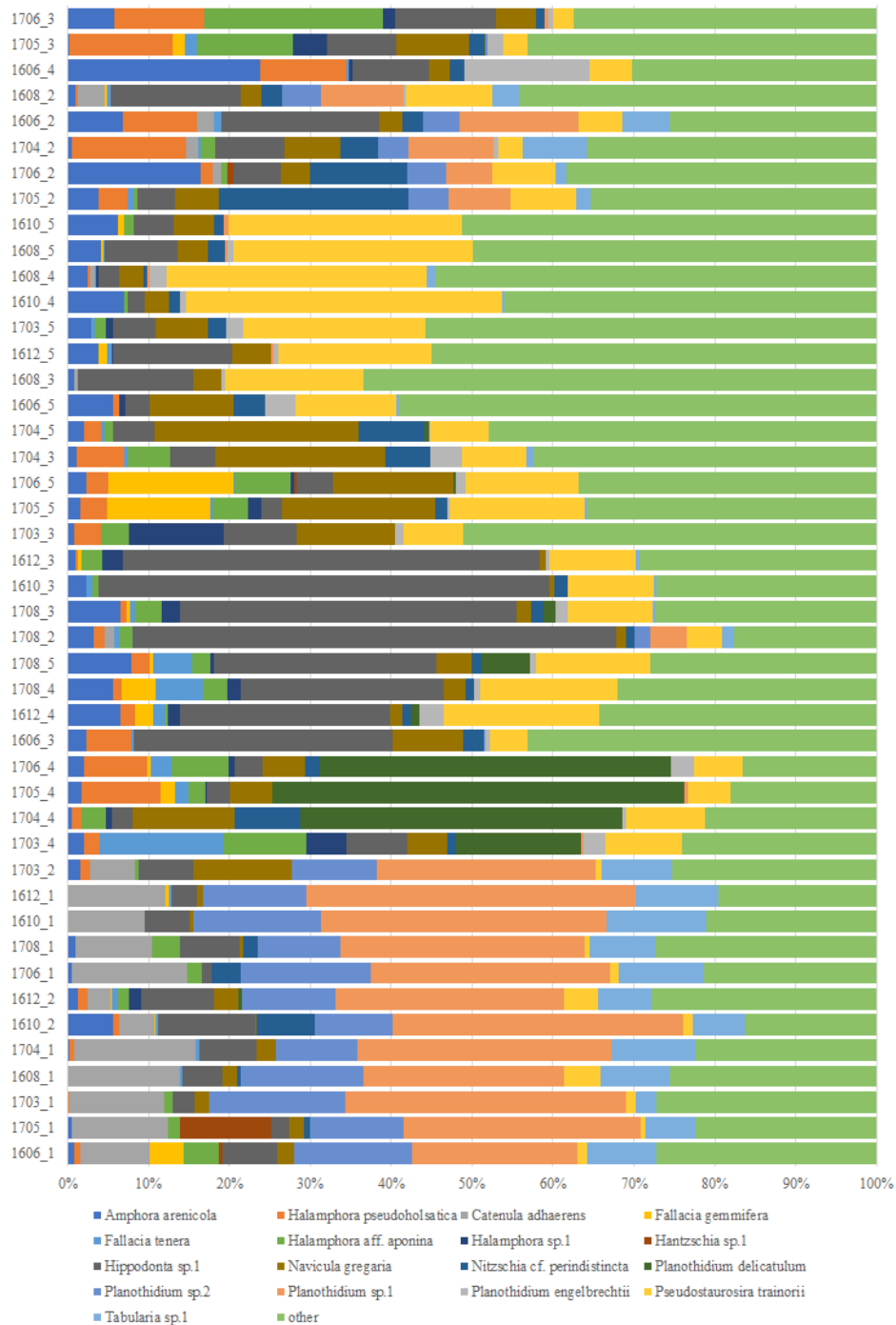
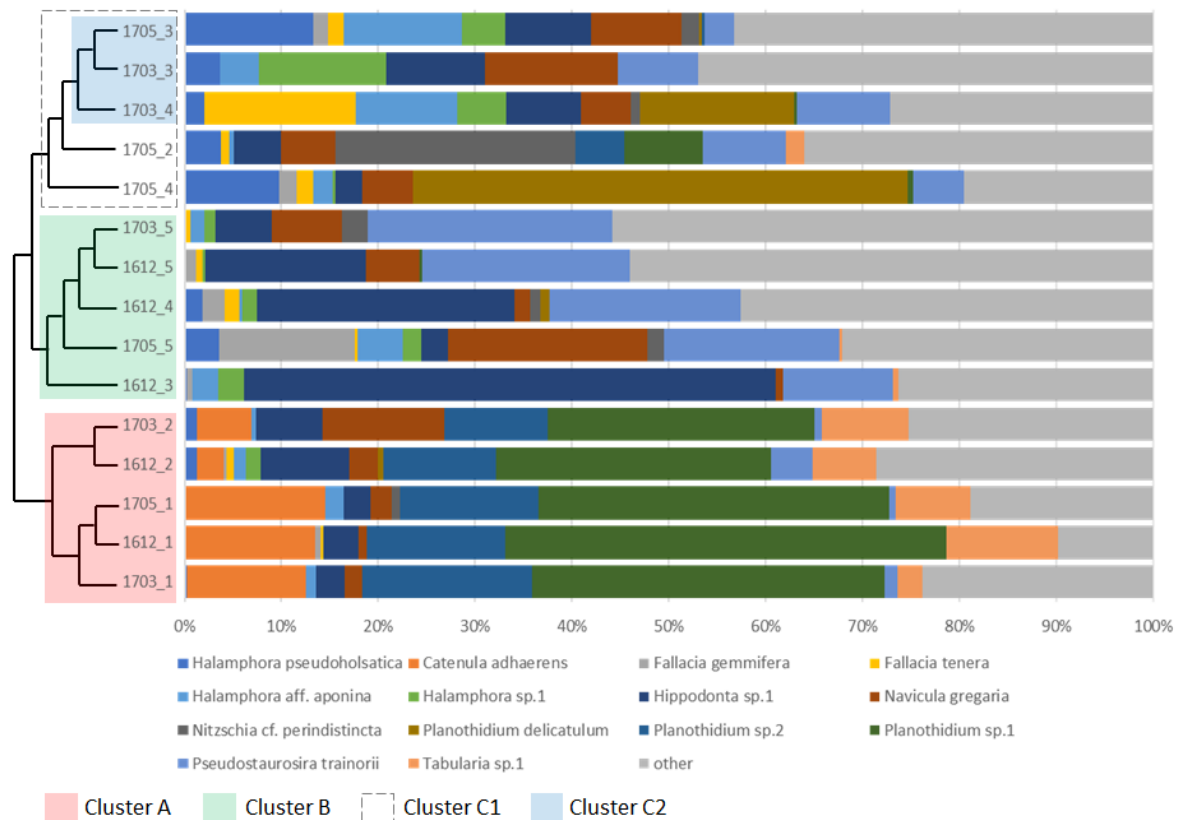


Fig. 4. Major components of diatom samples from Tama River estuary. Combinations of year, month and site number are used instead of sample numbers.

クラスターA を特徴付ける珪藻は, *Planothidium* sp. 1. (Pl. 15: 8, 8'), *Tabularia* sp. 1. (Pl. 18: 21), *Planothidium* sp. 2 (Pl. 15: 9, 9'), *Catenula adhaerens* (Pl. 6: 11)であり, これらの種はクラスターB では, ほとんど出現していないものであった (Fig. 4)。また, クラスターB では *Planothidium delicatulum* (Pl. 27: 4, 4'), *Hippodonta* sp. 1 (Pl. 23: 4), *Navicula gregaria* (Pl. 12: 13),

Fallasia gemmifera (Pl. 21: 3), *Pseudostaurosira trainorii* (Pl. 18: 15), *Halamphora pseudoholsatica* nom. nud. (= *Amphora pseudoholsatica* Nagumo & H. Kobayasi) (Pl. 4: 19)などの種が、下位のクラスターを特徴付けていた(Fig. 4)。一方、クラスターBに分類された地点2の試料と、それらと同一の下位クラスターを構成した地点3および地点4の試料は目立つ種が少なく、むしろ多様な種が比較的低い頻度で出現することを特徴としていた(Fig. 4)。

クラスターAに分類された地点1の珪藻群集は最も海水の影響を受けやすく、また底質の粒径も大きい傾向が見られる。また、同クラスターに分類された地点2の群集は10月から3月までの低水温時に採集されたものである。一方、クラスターBに分類された地点2の群集は4月から8月の高水温時に採集されていた。塩分、底質粒径、温度の珪藻群集に関わる詳細な影響を、データロガーを併用した2016年12月、2017年3月、2017年5月に採集した



15 試料を用いて再度解析した。

Fig. 5. Dendrogram of cluster analysis on 15 samples with major components of diatom assemblages. In the diagram, combinations of year, month and site number are used instead of sample numbers. Cluster A is mainly composed of samples from lower sites. Cluster B is

mainly composed of upper sites. Cluster C1 is mainly composed of middle sites. Jaccard index and furthest neighbor method were used. The topologies of cluster A, B and C2 were also obtained another analysis using group average method.

その結果、クラスターAには下流の地点1と地点2の試料が分類された(Fig. 5)。クラスターBには地点5を主とする上流の地点が分類され、C1には地点3と4を主とする地点が分類された。なお、クラスターA、BおよびC2は、分析の過程でクラスタリングに群平均法を用いても同じトポロジーとなった。

クラスターAを特徴付ける珪藻は、海産種として知られる *Catenula adhaerens* (Pl. 6: 11)のほか *Planothidium* sp. 2 (Pl. 15: 9, 9'), *Planothidium* sp. 1 (Pl. 15: 8, 8'), *Tabularia* sp. 1 (Pl. 18: 21)であった。クラスターBを最も特徴付ける種は淡水から汽水まで出現する種として知られる *Pseudostaurosira trainorii* (Pl. 18: 15)であったが、同じく淡水から汽水域まで出現する種として知られる *Navicula gregaria* (Pl. 12: 13)と *Hippodonta* sp. 1 (Pl. 23: 4)を合わせた出現率も、このクラスターを特徴付けていた。クラスターC1は *Halamphora pseudoholsatica* nom. nud. (= *Amphora pseudoholsatica*) (Pl. 4: 19)が全5試料を特徴付ける珪藻となっていたが、クラスターC2はこれに *Halamphora* aff. *aponina* (Pl. 4: 12)と *Halamphora* sp. 1. (Pl. 22: 9)も加わった。

出現した珪藻種と地点との関係を序列化した DCA においても、クラスター分析で示された3つのクラスターを構成するサンプルは分離して示された (Fig. 6)。

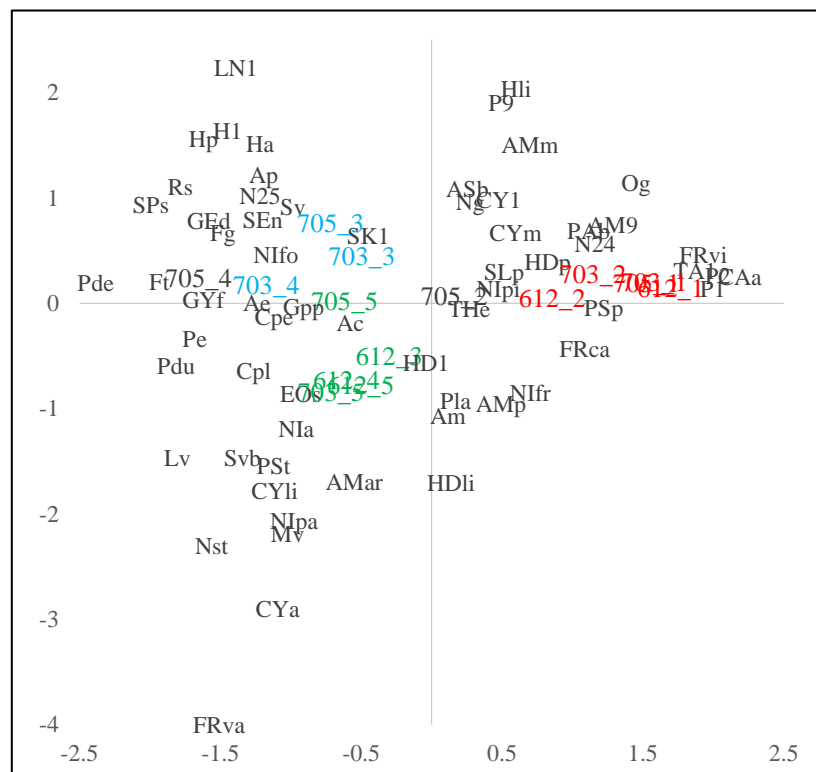


Fig. 6. Ordination diagram for diatom taxa and samples on DCA of Tama River estuarine data. Species codes are indicated in Appendix 2. Combinations of year, month and site number are used instead of sample numbers; e.g. 703_4 means that the sample was collected at site 4 in March 2017. Samples in Cluster A are indicated in red, B in green and C2 in light blue.

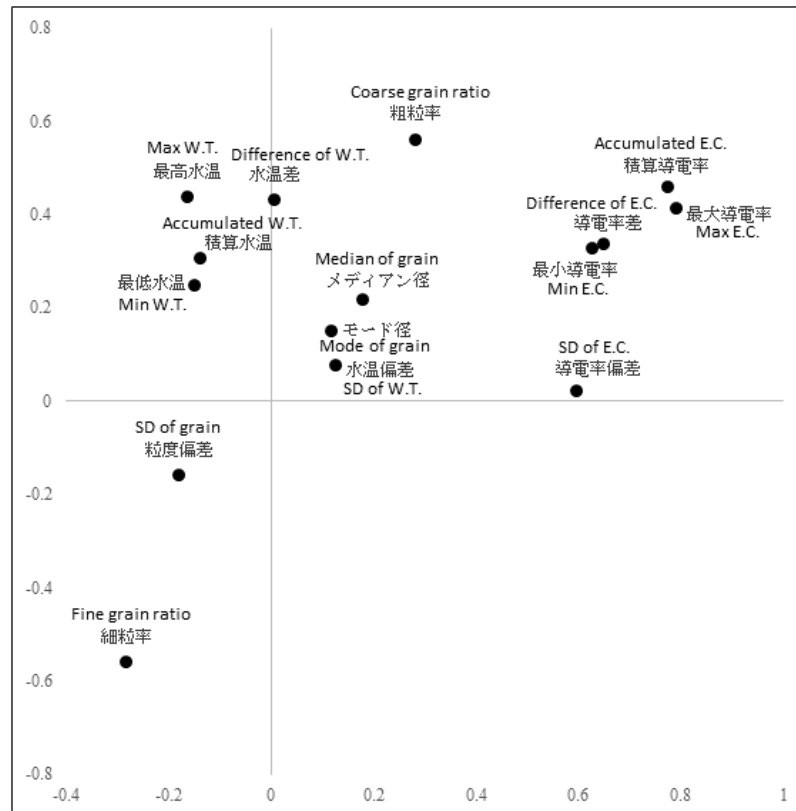


Fig. 7. Plot of correlation coefficient of environmental factors to DCA axis 1 and axis 2.

また、河口干潟の環境は、経時的に大きく変動し(Table 3)、さらに底質の粒度分布も一定ではないことから(Fig. 2)、測定値から 15 の環境要因を選び、それぞれの DCA1 軸、2 軸に対する相関係数をプロットした(Fig. 7)。この結果から、CCA では最大導電率、粗粒の割合および最高水温の 3 環境要因を用いることとした。

CCA の布置図では、最大導電率との強い関係が、地点 1 の全ての試料と地点 2 の 2 試料で示された (Fig. 8)。また、最大導電率が低くなると、より上流の地点が布置されていた。また粗粒の割合が高いと、地点 1 と地点 2 の試料が、低いとより上流の試料が布置される傾向が見られた。さらに最高水温との関係では、地点 2 より上流の試料は 5 月の試料がより高温域に布置され、12 月の試料は低温域に布置されていた。しかし、地点 1 の試料は原点付近に布置されており、最高温度との強い関係見られなかった。

また、最大導電率と相関が強い珪藻には、*Fragilaria virescens* f. *clavate* (Pl. 18: 12), *Catenura adhaerens* (Pl. 6: 11), *Planothidium* sp. 2 (Pl. 15: 9, 9'), *Planothidium* sp. 1 (Pl. 15: 8, 8'), *Amphora* sp. 9 (Pl. 19: 18), *Opephora guenter-grasii* (Pl. 18: 13), *Pseudostaurosira perminuta* (Pl. 3: 23)などがあり、最高水温と相関が強い種には *Nitzschia* aff. *perindistincta* (Pl. 25: 23) , *Skeletonema* sp. 1. (Pl. 2: 6), *Fallacia gemmifera* (Pl. 21: 3), *Halamphora pseudoholsatica* nom. nud. (Pl. 4: 19), *Lunella* sp. 1 (Pl. 23: 8), などが見られた。また、粗粒の割合が低い範囲には、*Navicula recens* (Pl. 12: 21), *Cyclotella atomus* (Pl. 1: 3), *Planotidium engelberchtii* (Pl. 27: 6, 6'), *Fallasiala tenera* (Pl. 10: 15), *Pseudostaurosira trainorii* (Pl. 18: 15), *Luticola ventricosa* (Pl. 23: 13), *Amphora arenicola* (Pl. 5: 3, 3'), *Hippodonta linearis* (Pl. 12: 1)などが、それよりやや原点寄りには *Nitzschia palea* (Pl. 13: 26), *Planothidium lanceolatum* (Pl. 15: 6) など通常淡水域に見られる種類が布置された。

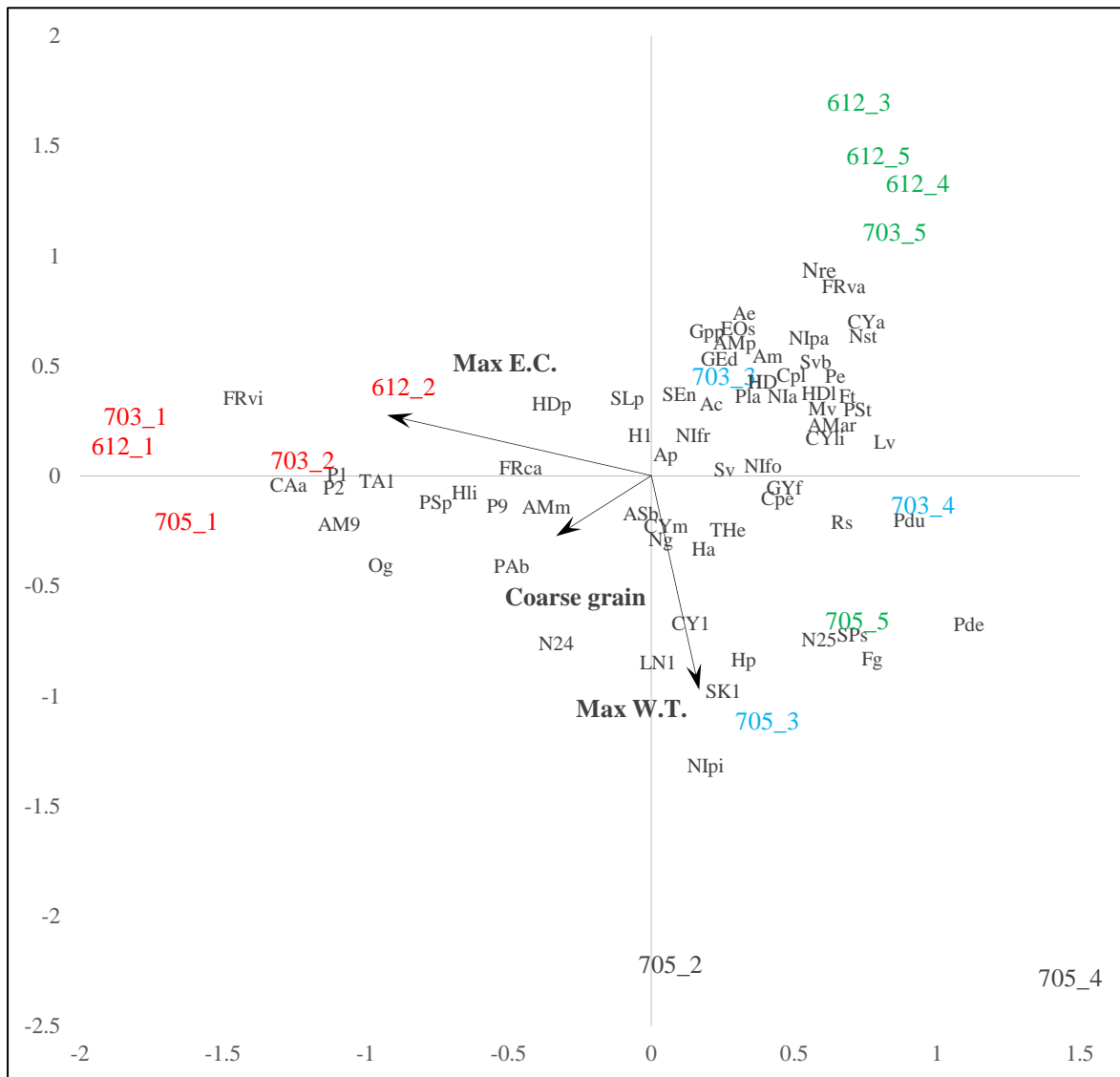


Fig. 8. Ordination diagram for sample and species based on CCA. Three environmental variables

(Maximum E.C., Coarse grain ratio and Maximum W.T.) are shown by arrows. Species codes are indicated in Appendix 2. Combinations of year, month and site number are used instead of sample numbers; e.g. 705_1 means that the sample was collected at site 1 in May 2017.

III. 珪藻の対塩分特性実験

1. 材料と方法

(1) 材料

多摩川河口域の干潟(Fig. 1)より以下 14 の珪藻を単離した：*Halamphora pseudoholsatica* (Nagumo & H. Kobayasi) nom. nud. (= *Amphora pseudoholsatica* Nagumo & H. Kobayasi), *Cyclotella caspia* Grunow, *Gyrosigma fasciola* (Ehr.) Griffith & Henfrey, *Hippodonta* sp., *Navicula* aff. *gregaria* タイプ 1, *Navicula* aff. *gregaria* タイプ 2, *Navicula* aff. *gregaria* タイプ 3, *Navicula* sp. A, *Navicula* sp. B, *Navicula recens* Lange-Bertalot, *Navicula* sp. C, *Navicula* sp. D, *Planothidium delicatulum* Kützing, *Planothidium* sp. (Table 4)。

Table 4. Information about cultured diatoms.

Species	Site	Date	E. C. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	W.T. ($^{\circ}\text{C}$)	pH	Slide no.	SEM stub
<i>Halamphora pseudoholsatica</i>	2	2017.4.14.12:40	21700	18.4	8.4	H.K 5684	No.553
<i>Cyclotella caspia</i>	1	2017.8.8	35500	33.4	7.8	H.K 5613	No.554
<i>Gyrosigma fasciola</i>	4	2017.4.14.13:32	-	-	-	H.K 5683,5609	No.552
<i>Hippodonta</i> sp.	4	2017.8.8	12100	33.6	8.2	H.K 5610	No.549
<i>Navicula</i> aff. <i>gregaria</i> タイプ1	3	2017.4.14.13:10	23300	24.5	8.4	H.K 5524	No.550
<i>Navicula</i> aff. <i>gregaria</i> タイプ2	3	2017.4.14.13:10	23300	24.5	8.4	H.K 5606,5608	No.546
<i>Navicula</i> aff. <i>gregaria</i> タイプ3	3	2017.4.14.13:10	23300	24.5	8.4	H.K 5525,5603	No.547
<i>Navicula</i> sp. A	3	2016.7.25.13:28	10600	32.6	8.6	H.K 5615	No.543
<i>Navicula</i> sp. B	5	2017.8.8	9500	33	8.5	H.K 5688,5609	No.544
<i>Navicula recens</i>	3	2017.4.14.13:10	23300	24.5	8.4	H.K 5622	No.545
<i>Navicula</i> sp. C	5	2017.8.8	9500	33	8.5	H.K 5689	No.556
<i>Navicula</i> sp. D	5	2017.8.8	9500	33	8.5	H.K 5687	No.548
<i>Planothidium delicatulum</i>	4	2017.4.14.13:32	12100	33.6	8.2	H.K 5605,5608	No.554
<i>Planothidium</i> sp.	3	2017.3.2.13:45	16200	10.3	8.1	H.K 5616	No.557

(2) 培地

2017年4月6日に多摩川の河口原点にて採水した汽水を孔径 0.45 μm , 0.22 μm フィルター (メルクミリポア, ヘッドフォード) でろ過後, 105 $^{\circ}\text{C}$, 5 分間加圧滅菌, これにギラード (f/2) 海水栄養液 (SIGMA, セントルイス) を添加したもの (11.2 psu) (以下, 河口原点汽水培地とする) を用いて, 単離した珪藻を予備培養した。

その後の、馴化および本実験では、f / 2 培地と **BBM** 培地にメタ珪酸ナトリウム九水和物 (10 mg/L) を添加した改変培地を混合し、任意の塩分 (0.2, 0.8, 2.6–2.7, 5.0–6.0, 11.2–13.4, 15.3, 19.0–20.0, 25.2–25.9, 32.3, 38.4 psu) に調整したもの (以下、調整培地とする) を使用した。なお、塩分の測定には卓上型導電率計 DS-71 (HORIBA, 東京) の塩分換算機能を用いた。

(3) 馴化

本実験に先立ち、調整培地を 1ml 入れた 24 マルチウェルプレートに 2~100 細胞を播種し、5~29 日間馴化させた (Yamamoto et al. 2017)。

(4) 本実験と計数

96 マルチウェルプレートの各ウェルに塩分の異なる調整培地を 1ml ずつ入れたものを 8 セット用意し、そこに同じ塩分で馴化した対数増殖期の細胞 2~50 をピペットで播種した。明暗周期 12:12 時間、蛍光灯下、20°C の条件で 1 週間培養した。実験期間中、24 時間ごとに個体数を光学顕微鏡下で計数し、以下の式により成長速度を求めた。

$$\text{成長速度 (day}^{-1}\text{)} = (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

N_t は実験終了日の細胞数、 N_0 は播種した日の細胞数、 t は播種した日から実験終了日の期間 (日)

1 つの塩分につき 6 培養器にて計数をおこない、それぞれの成長速度を求め、最大値と最小値となったものを除外し、残りの 4 つのデータから平均値と標準偏差を求めた。また、塩分における成長速度の差の多重比較には Mann-Whitney 検定を用いた。

2. 対塩分特性

14 分類群の珪藻を様々な塩分の培地で馴化後、対数成長期の培養株で本実験を行った (Fig. 9)。実験期間は 6 日間を標準としたが、測定期間が短い分類群もあった。これは培養細胞が増殖期間中に立体的な細胞集塊を生じたため、それ以降の計数が困難になったことによる。なお、最大成長速度を示した塩分を本研究では“最適塩分”また、最適塩分と有意差がない成長速度を示した塩分を“適応塩分” (Mizuno 1992) と記した。

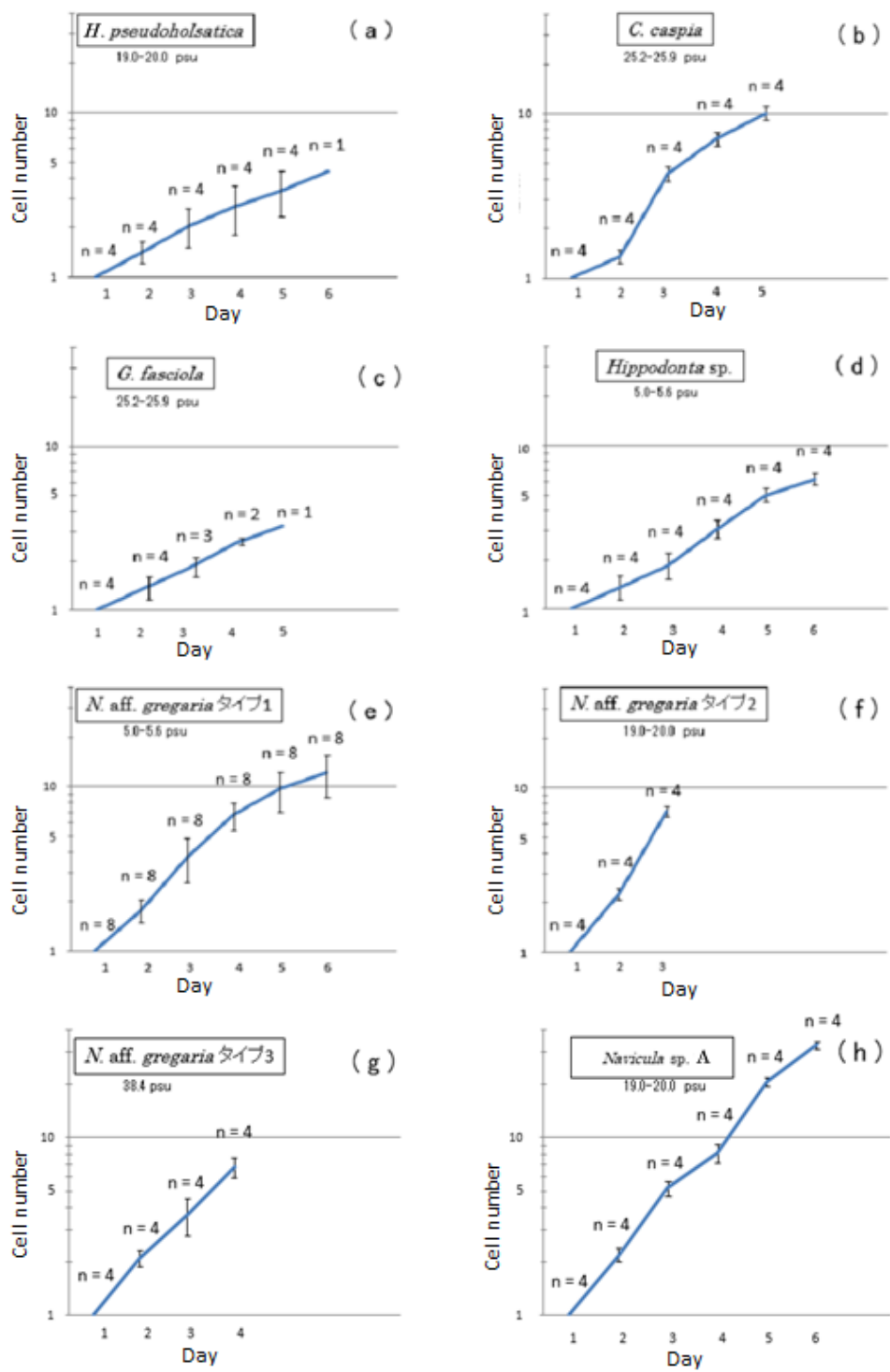


Fig. 9-1. Increment of cell number in the culture media with salinity best for maximum growth rate. In the cell counting, aggregated and/or non-multiply strains were eliminated among replications.

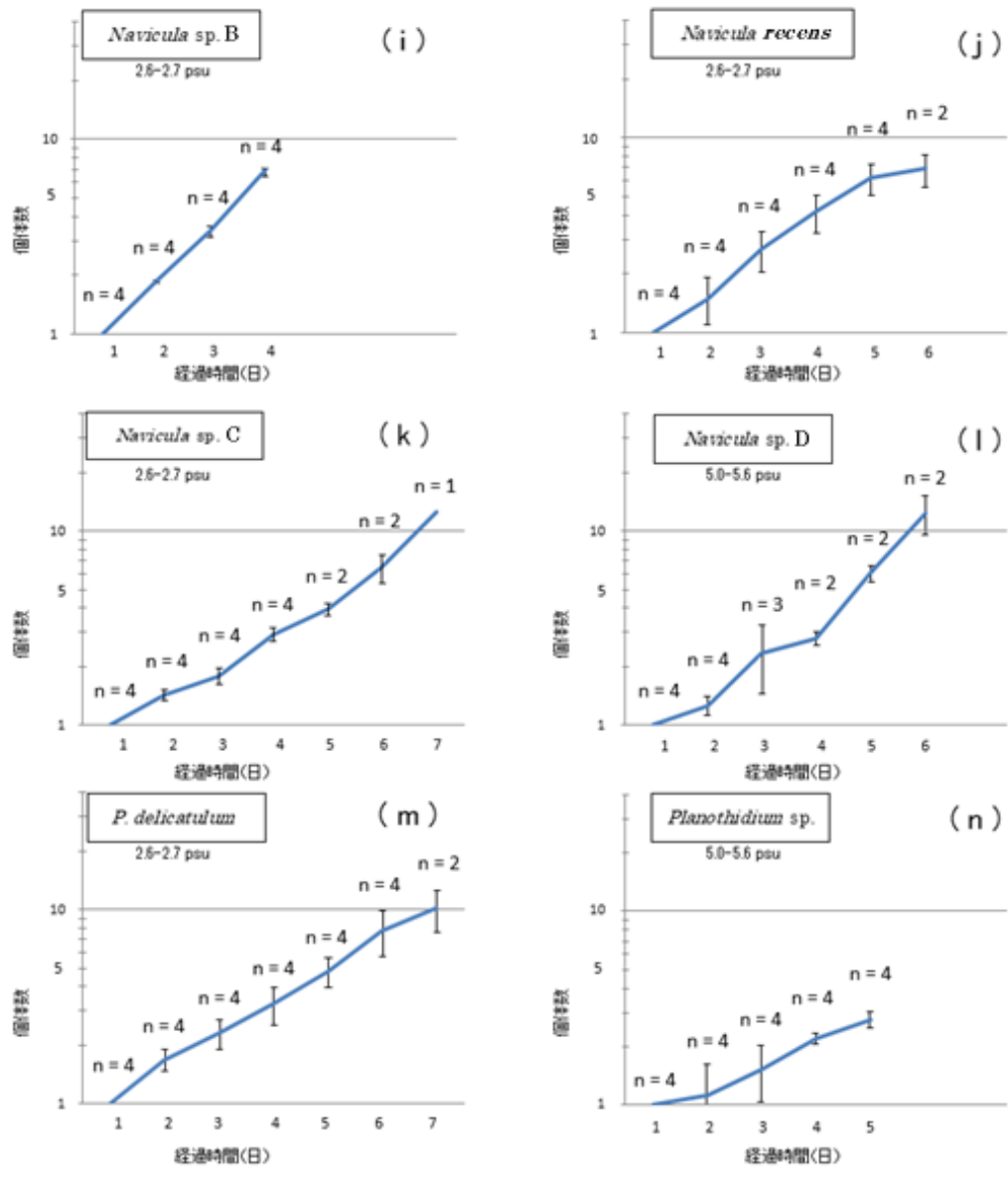


Fig. 9-2. Increment of cell number in the culture media with salinity best for maximum growth rate. In the cell counting, aggregated and/or non-multiply strains were eliminated among replications.

培養実験結果に基づく個々の珪藻の対塩分特性と、その形態的特徴を光学顕微鏡および査型電子顕微鏡写真にて以下に示す。

Halamphora pseudoholsatica (Nagumo & H.Kobayasi) nom. nud. (Fig. 10: 1-3) : 適応塩分の範囲は 2.6–32.3 psu と広がった (Fig. 5)。最適塩分から離れるにつれ成長速度は低下し、0.2 psu では生育できなかった。

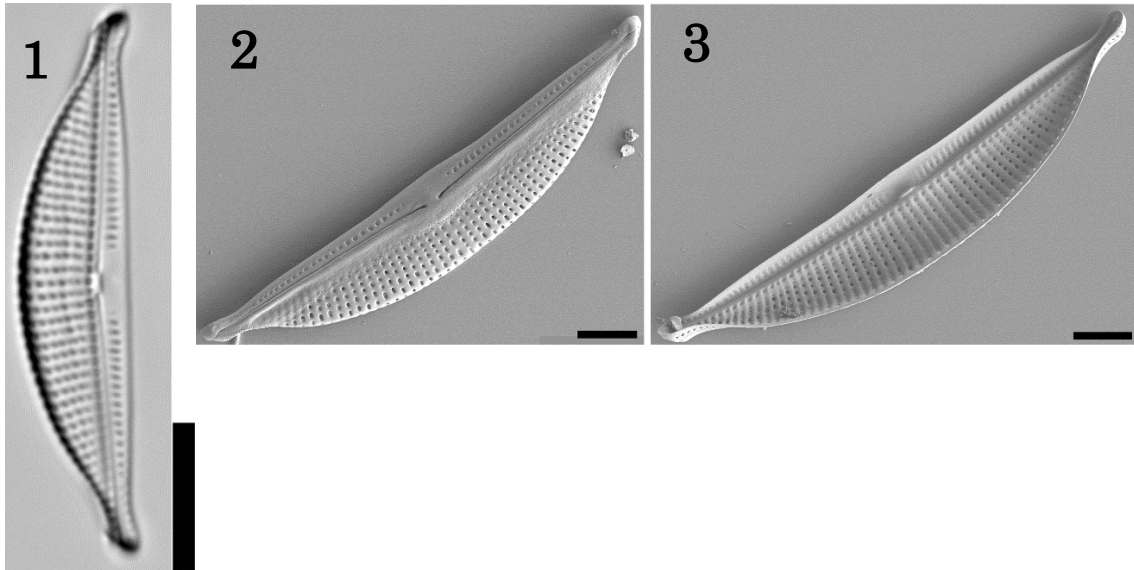


Fig. 10. *H. pseudoholsatica* (= *Amphora pseudoholsatica* Nagumo & H. Kobayasi). 1. Light microscopy (LM). 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μm for 1 and 5 μm for 3, 4.

Cyclotella caspia Grunow (Fig. 11:1-3) : 適応塩分の範囲は 5.0–5.6 psu と狭く，最適塩分でのみ高い成長速度を示した (Fig. 5)。培地の塩分が最適塩分から離れるにつれ，成長速度は低下する傾向を示したが，減少は貧塩分以下では顕著であった。

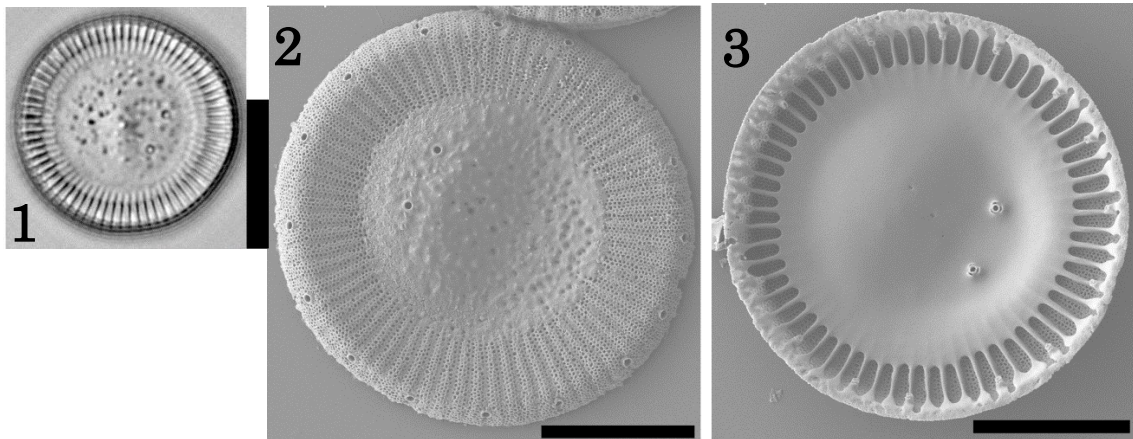


Fig. 11. *C. caspia*. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μm for 1 and 5 μm for 3, 4.

Gyrosigma fasciola (Ehr.) Griffith & Henfrey (Fig. 12: 1, 2) : 適応塩分の範囲は 2.6–32.3 psu と広いが，いずれの適応塩分における成長速度も低く 0.13–0.22 であった (Fig. 5)。また，塩分濃度 0.2 psu では生育しなかった。

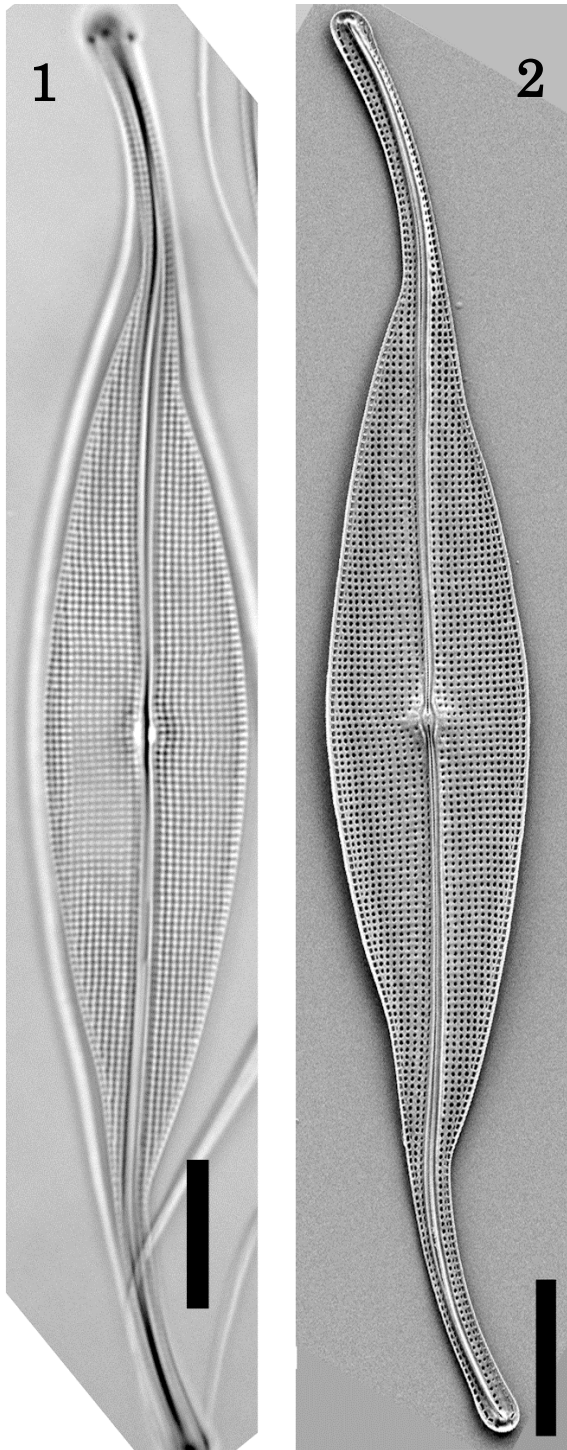


Fig. 12. *G.fasciola*. 1. LM. 2. Valve interior.
Scale = 10 μ m.

2

Hippodonta sp. 1 (Fig. 13: 1-3) : 適応塩分の範囲は狭く，最適塩分となった 5.0–5.6 psu のみが本分類群の適応塩分とな

った (Fig. 5)。最適塩分以外の塩分における成長速度は，最大成長速度の 20–45% 程度まで低下した。本種は光学顕微鏡観察では *Navicula* 種のように観察されるが，縦溝が極列を持たないこと，および殻内面で縦溝中肋が肥厚しないことから明瞭に区別できる。

Hippodonta pumila Lange-Bert. et al. に似るが本種は殻端がより尖ることで異なる。

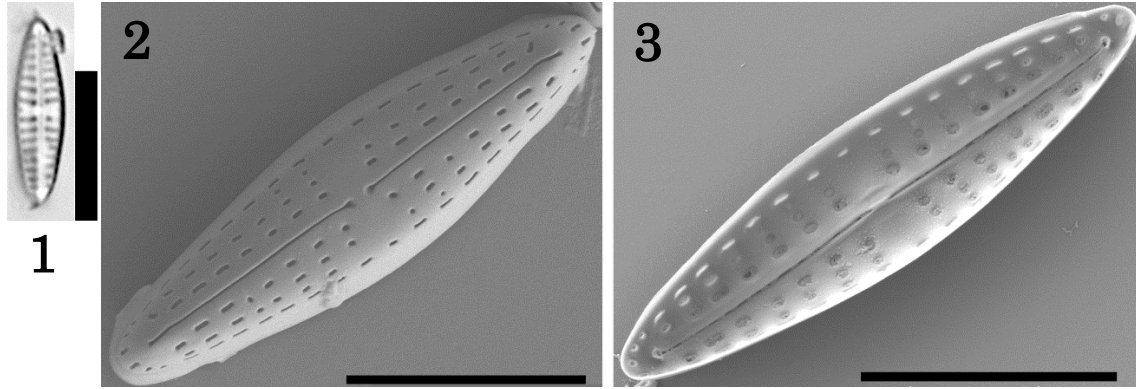


Fig. 13. *Hippodonta* sp. 1. 1. LM. 2. Valve exterior without polar fissure of raphe. 3. Valve interior without thickening of raphe sternum. Scale = 10 μ m.

本研究では従来、多くの研究者が *Navicula gregaria* Donkin と同定する形態の範疇に入ると思われる 3 珪藻を単離培養した。しかし、いずれも対塩分特性が異なっていたため、それぞれを 3 つのタイプに分けて扱うものとした。

Navicula aff. *gregaria* Donkin タイプ 1 (Fig. 14: 1-3) : 適応塩分の範囲は 5.0–12.5 psu であり、塩分が最適塩分から離れるにつれて成長速度は低下傾向を示した (Fig. 5)。また、0.2 psu では生育できなかった。

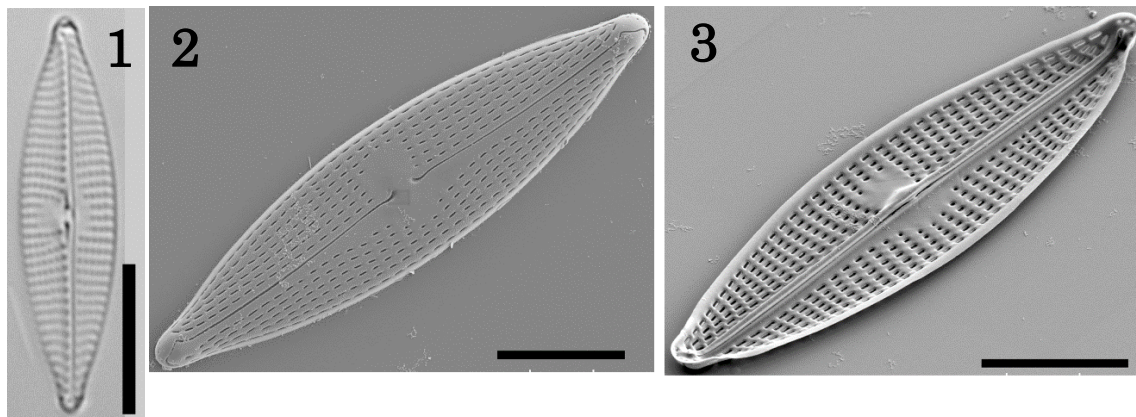


Fig. 14. *N.* aff. *gregaria* Type 1. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

Navicula aff. *gregaria* Donkin タイプ 2 (Fig. 15: 1-3) : 適応塩分の範囲は狭く、成長速度 0.98 を記録し最適塩分となった 19.0–20.0 psu のみが本分類群の適応塩分となった (Fig. 5)。一方、適応塩分の定義には入らなかったものの、最適塩分を除く 5.0–38.4 psu の塩分における成長速度は 0.61–0.80 となり、培養実験をおこなった他の多くの種と比べると広範囲で高い値を示した。

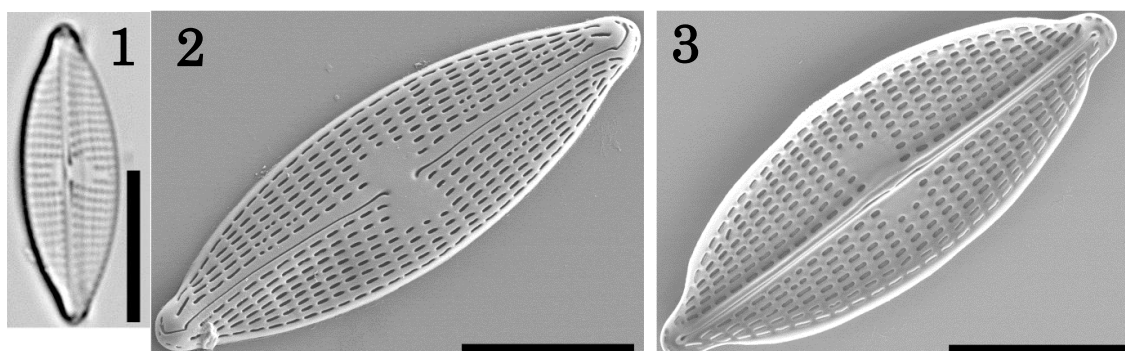


Fig. 15. *N. aff. gregaria* Type 2. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

Navicula aff. gregaria タイプ 3 (Fig. 16 : 1-3) : 最適塩分は 38.4 psu であり, これ以外に適応塩分となるものはなかった (Fig. 5)。最適塩分から塩分が離れるにつれ成長速度は低下し, 2.7 psu では生育できなかった。

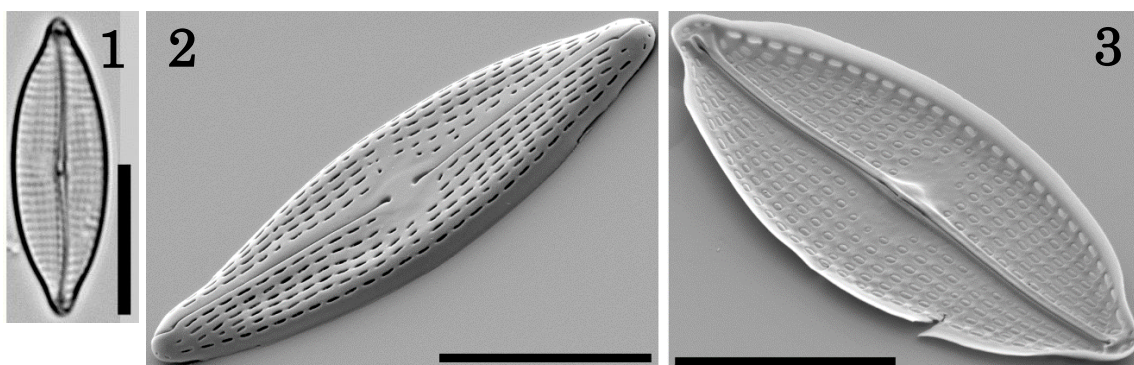


Fig. 16. *N. aff. gregaria* Type 3. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

Navicula sp. A (Fig. 17: 1-3): 適応塩分の範囲は狭く, 最大成長速度 0.70 を記録した 19.0–20.0 psu (最適塩分) のみが本分類群の適応塩分となった (Fig. 5)。最適塩分以外の塩分であっても本分類群は 5.0–32.3 psu の広い範囲において高い成長速度 0.50–0.60 を記録した。

Navicula sp. B (Fig. 18: 1-3) : 適応塩分は 0.8–2.7 psu であった (Fig. 5)。塩分が 11.2–32.3 psu での成長速度は, 最大成長速度の 35–50 % 程度であった。

Navicula recens Lange-Bertalot (Fig. 19: 1-3) : 適応塩分は 0.8–5.6 psu であったが, 培地の塩分が高くなるにつれて成長速度は低下し, 19.0–32.3 psu では生育できなかった (Fig. 5)。

Navicula sp. C (Fig. 20: 1-3) : 適応塩分は 2.6–5.0 psu であったが, それ以外の塩分にお

ける成長速度は最大成長速度の 15-40 %までに低下した (Fig. 5)。

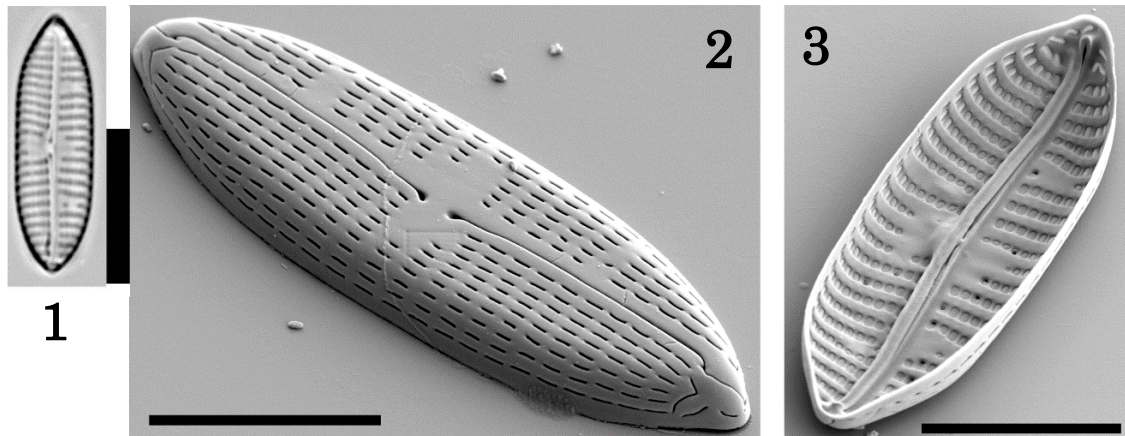


Fig. 17. *Navicula* sp. A. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

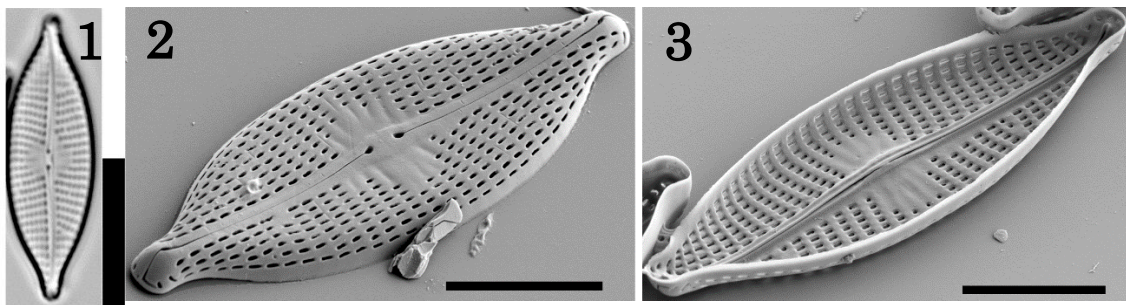


Fig. 18. *Navicula* sp. B. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

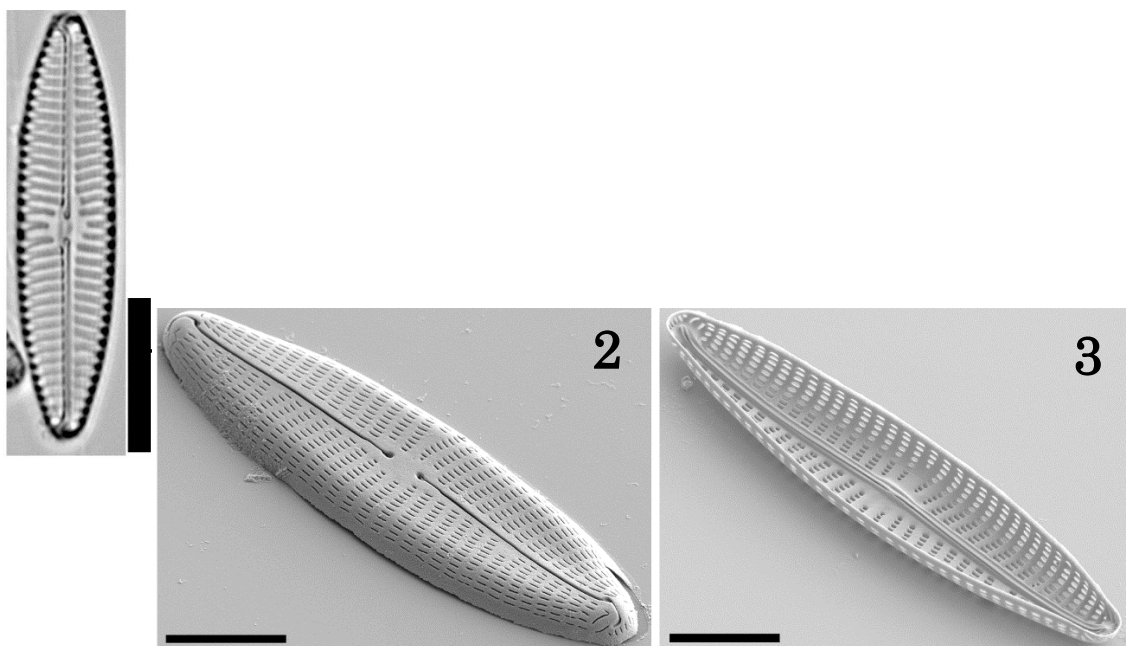


Fig. 19. *Navicula recens*. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

Navicula sp. D (Fig. 21: 1-3) : 適応塩分の範囲は狭く, 最適塩分となった 5.0–5.6 psu のみが適応塩分となった (Fig. 5) 。また, 2.6–2.7 psu での成長速度は最大成長速度の半分程度となり, 0.8 psu の塩分においては全く生長できなかった。一方, 11.2–32.3 psu の塩分での成長速度は最大成長速度の 10–30 %程度まで低下した。

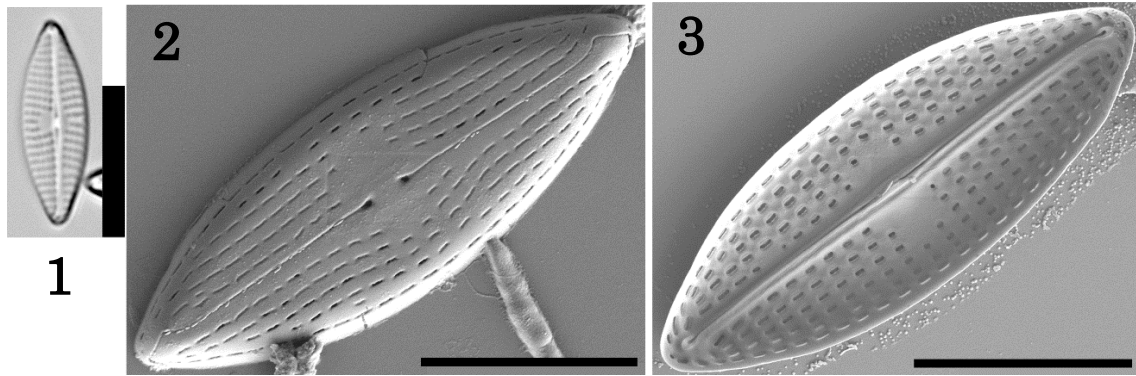


Fig. 20. *Navicula* sp. C. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

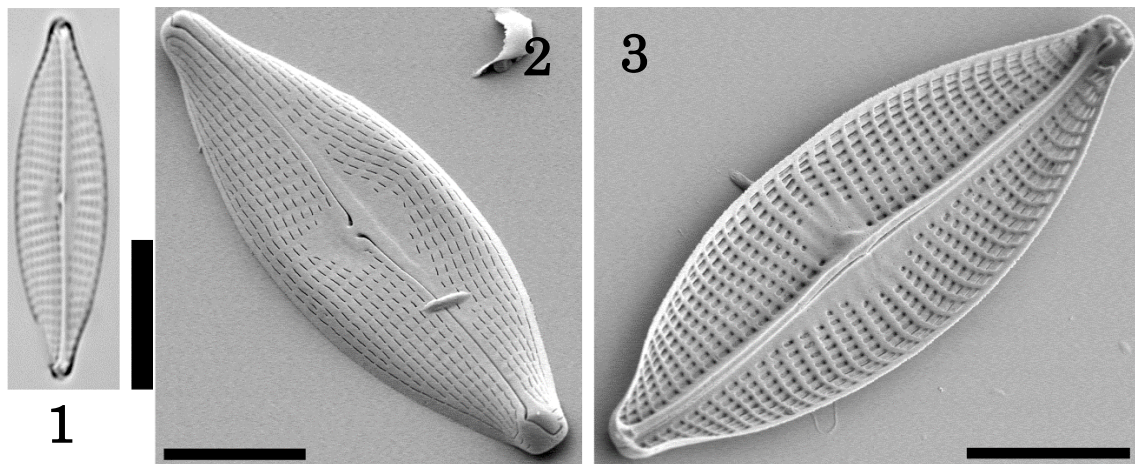


Fig. 21. *Navicula* sp. D. 1. LM. 2. Valve exterior. 3. Valve interior. Scale = 10 μ m.

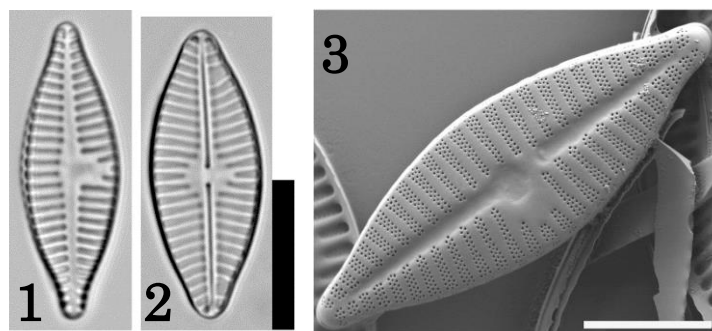
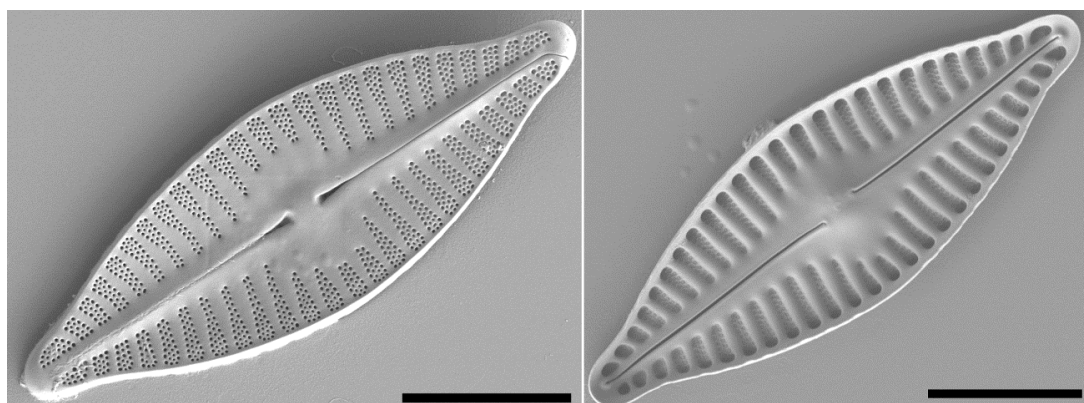


Fig. 22. *Planothidium delicatulum*. 1, 2. LM. 1, 3. Araphid valve. 2, 4, 5. Raphid valve. 3, 4. Valve exterior. 5. Valve interior. Scale = 10 μ m.



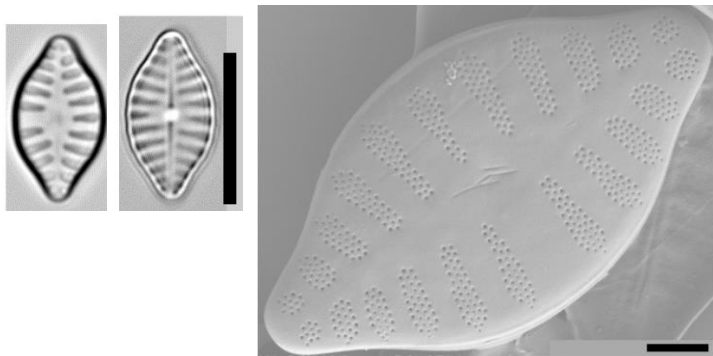
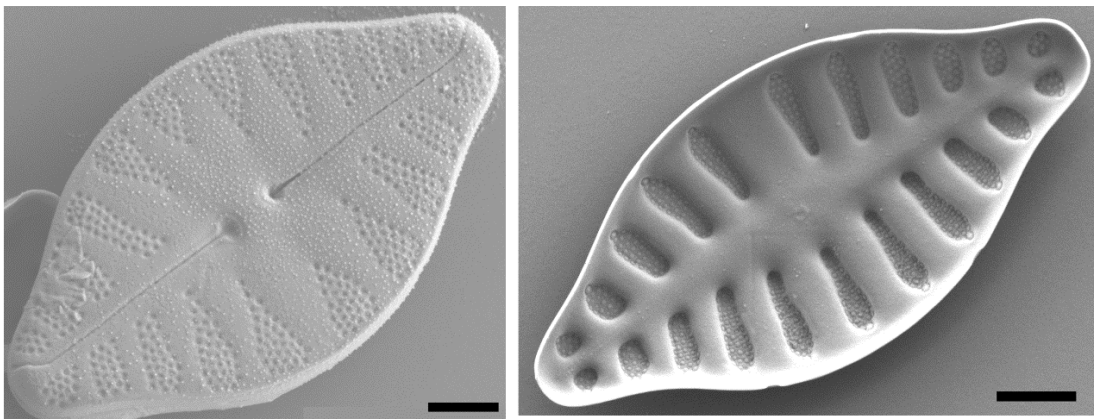


Fig. 23. *Planothidium* sp. 1. 1, 2. LM. 1, 3. Agraphid valve. 2, 4, 5. Raphid valve. 3, 4. Valve exterior. 5. Valve interior. Scale = 10 μ m



Planothidium delicatulum Kützing (Fig. 22: 1-5) : 適応塩分は 0.8–5.6 psu で、それ以外の塩分では、最大成長速度の 15–30 %程度まで低下した (Fig. 5)。

Planothidium sp. 1 (Fig. 23: 1-5) : 適応塩分は 0.8–5.6 psu と 25.2–32.3 psu と不連続な範囲となった (Fig. 5) 。しかし、最適塩分における成長速度は 0.17 と 14 分類群中で最も低く、また、適応塩分での成長速度も 0.11–0.17 と低い値であった。

培養した珪藻のうち、*H. pseudoholsatica* と *G. fasciola* は β -貧塩分から混合塩分まで 6 区分にまたがる適応塩分を示した (Table 5)。この対塩分特性は“System der Halobien” (Kolbe 1927, fig. 5) における中塩性種 (mesohalobe Formen) の出現範囲に該当する。また、*N. aff. gregaria* タイプ 2 と *Navicula* sp. A は適応塩分の範囲は狭いが、最適塩分を高塩分にもつことから、中塩性種に分類できる。

N. aff. gregaria タイプ 2 と *Navicula* sp. A を含む 11 種では適応塩分が 1–3 区分の狭い範囲に限定されていた。これらのうち *N. aff. gregaria* タイプ 3 は最大成長速度が混

合塩分である 38.4 psu の培地で記録されており，真塩性 (Euhalobe) に分類できる。残りの 10 分類群の対塩分特性は，貧塩性種 (oligohalbie Formen) の出現範囲に相当した。このうち *Navicula* sp. B, *Navicula recens*, *Navicula* sp. C の対塩分特性は不定性種 (indifferente

Table 5. Mean growth rate and SD of 14 diatoms cultivated in media of various salinities.

species	Salinity												
	200	1000	5000	10000	20000	30000	40000	50000	57000	($\mu\text{S/cm}$)	(psu)		
<i>Helianthella pseudoholarticus</i>	growth rate (SD) NG*	0.12 (0.05)	0.17 (0.08)	0.18 (0.05)	0.29 (0.04)	0.33 (0.09)	0.31 (0.10)	0.17 (0.05)	—				
<i>Cyclotella caspia</i>	growth rate (SD) —**	0.06 (0.02)	0.15 (0.04)	0.58 (0.02)	0.33 (0.09)	0.24 (0.05)	0.33 (0.02)	0.20 (0.07)	—				
<i>Gyrodinium fasciata</i>	growth rate (SD) NG	0.07 (0.02)	0.16 (0.04)	0.13 (0.05)	0.17 (0.07)	0.19 (0.07)	0.22 (0.09)	0.19 (0.09)	—				
<i>Hippodonax</i> sp.	growth rate (SD) —	0.12 (0.06)	0.10 (0.01)	0.10 (0.01)	0.36 (0.02)	0.07 (0.02)	0.16 (0.03)	0.16 (0.07)	—				
<i>Navicula</i> aff. <i>gregaria</i> Type 1 ***	growth rate (SD) NG	0.17 (0.03)	0.27 (0.04)	0.49 (0.08)	0.42 (0.09)	0.25 (0.09)	0.18 (0.05)	0.21 (0.10)	—				
<i>Navicula</i> aff. <i>gregaria</i> Type 2	growth rate (SD) —	—	0.33 (0.15)	0.77 (0.05)	0.80 (0.04)	0.98 (0.09)	0.61 (0.15)	0.79 (0.04)	0.70 (0.09)				
<i>Navicula</i> aff. <i>gregaria</i> Type 3	growth rate (SD) —	—	NG	NG	0.21 (0.07)	0.23 (0.07)	0.16 (0.05)	0.38 (0.15)	0.44 (0.18)	0.64 (0.04)			
<i>Navicula</i> sp. A	growth rate (SD) 0.39 (0.16)	—	—	0.51 (0.03)	0.60 (0.08)	0.70 (0.07)	0.52 (0.03)	0.59 (0.02)	—				
<i>Navicula</i> sp. B	growth rate (SD) —	0.61 (0.04)	0.65 (0.02)	0.55 (0.03)	0.22 (0.11)	0.34 (0.10)	0.33 (0.13)	0.28 (0.09)	—				
<i>Navicula</i> <i>retusus</i>	growth rate (SD) —	0.30 (0.08)	0.44 (0.06)	0.32 (0.05)	0.12 (0.03)	NG	NG	NG	—				
<i>Navicula</i> sp. C	growth rate (SD) —	0.12 (0.01)	0.38 (0.11)	0.32 (0.17)	0.06 (0.01)	0.10 (0.05)	0.14 (0.00)	0.12 (0.05)	—				
<i>Navicula</i> sp. D	growth rate (SD) —	NG	0.20 (0.09)	0.46 (0.17)	0.06 (0.03)	0.10 (0.05)	0.12 (0.04)	0.13 (0.07)	—				
<i>Planorhithidium delcarulium</i>	growth rate (SD) —	0.33 (0.02)	0.36 (0.04)	0.40 (0.04)	0.11 (0.03)	0.13 (0.04)	0.06 (0.01)	0.09 (0.03)	—				
<i>Planorhithidium</i> sp.	growth rate (SD) —	0.16 (0.08)	0.17 (0.02)	0.15 (0.04)	0.07 (0.02)	0.08 (0.01)	0.15 (0.04)	0.11 (0.07)	—				
Classification of marine waters (Venice system)	freshwater	β -oligohaline		α -oligohaline	β -mesohaline		α -mesohaline		polyhaline		mikroeuhaline		
	0.5	3	5	10	18	30	30						
	(psu)												

A bold line shows the maximum and a narrow line shows the value which is not significantly different from the maximum ($p>0.05$, by Mann-Whitney). N = 4.

*No growth in conditioned or experimental medium. **No experiment. ***N = 8.

Formen) の出現範囲に相当し、それ以外の 5 種は好塩性種 (halophyle Formen) の出現範囲に相当する。

Kolbe (1927) は貧塩性について細分をおこなったが、中塩性の細分化については言及しなかった。Kolbe の体系の改良を試みた Carpelan (1987) は、海水より高い塩分に対してまで珪藻の特性区分を拡張したが、中塩性の細分化は行わなかった。珪藻の対塩分耐性に関して培養実験を行った Mizuno (1992) は高塩分に最適塩分をもつ数種を示したが、それらの適応塩分の範囲は広いものであった。また、Yamamoto et al. (2017) は 6 種の珪藻の培養実験を行なったが、それらには高塩分に最適塩分をもつ種は含まれなかった。Kolbe (1927) の“System der Halobien”は、野外の鹹水に出現する珪藻の分布状況からまとめられたものであるが、本培養実験結果はこれを概ね支持するものとなった。その一方で、*N. aff. gregaria* タイプ 2 と *Navicula* sp. A のように高塩分の狭い範囲のみに適応塩分を示す種の存在も明らかになった。

IV. 総括

多摩川の河口干潟と、前浜干潟である盤洲干潟（金田地区）は東京湾の対岸にありながら、そのフロラを構成する種は極めて異なっていた。一般に盤洲干潟と呼ばれる場所は、小櫃川河口域に広がる地域を指すため、河口干潟と思われがちであるが、本研究対象となった金田地区は、東京湾アクアライン橋梁下にあり、河川水の直接的な影響は受けていない。多摩川河口域干潟と盤洲干潟のフロラの合計は 505 分類群になるが、そのうち双方に出現した珪藻は全体の 15 パーセントにあたる 76 分類群のみであった。

出現を記録した全ての珪藻について、今回の調査結果、過去における出現状況、および様々な文献を基に、その主たる生育地の分類を試みた (Appendix 1, Main habitat)。出現した種を厳密に淡水種、汽水種、海産種に厳密に分けることは困難である。しかし、雑把な分類であっても、複雑な干潟の生態系を理解するために、これらは有用となるに違いない。実際に、多摩川河口干潟と前浜干潟である盤洲干潟に出現した珪藻を主たる生息地で分類すると、河口干潟のフロラを構成する珪藻種の約 3 割は淡水種であり、5 割強は汽水種となった (Fig. 24)。これに対して、前浜干潟では 6 割強が海産種であった。また、多摩川河口干潟と盤洲干潟に共通に出現した海産種は、わずか 6 分類群しかいないことも特徴的であった。

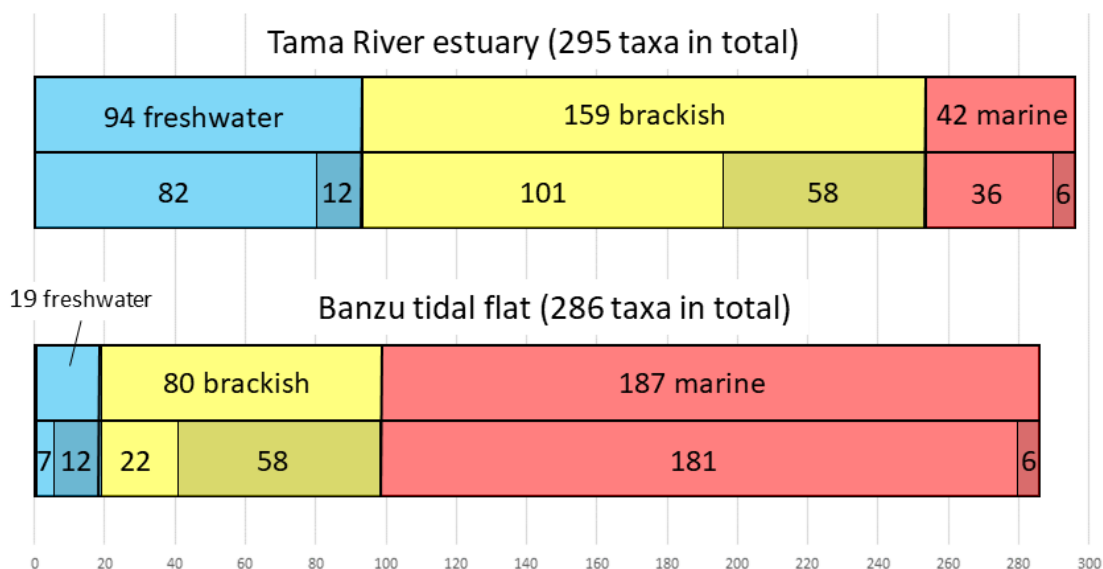


Fig. 24. Comparison among the number of freshwater, brackish and marine taxa recorded in Tama river estuary and Banzu tidal flat. Light segments in band chart indicate the taxa which were observed in either habitat. Shaded segments indicate the taxa which occurred in both habitats. In total 76 taxa were common in both habitat.

多摩川河口域の珪藻群集は電気伝導率、底質の粒径、水温の影響を受けていた。電気伝導率の変動は潮汐の影響によるものであるが、珪藻種と地点が最大伝導率と最も相関が高かったことは、ほぼ 12 時間周期で塩分が変動する河口干潟の珪藻の生育は、塩分に対する適応性よりはむしろ耐性に依存することを示唆するものであろう。このことは、*Planothidium* sp. 1 が CCA において最大伝導率と高い相関を示し、培養実験においては適塩分の最大値が 32 psu と海水並みであることから支持される。

研究対象となった多摩川の下流と上流の地点は、最大でもわずか 5 km しか離れていない。しかし、データロガーの導電率は最大値、最小値のどちらをとっても下流地点から上流地点へ向かって降下する傾向を見せ、これに伴うように、多変量解析でも珪藻群集の種組成が変化した。培養実験をおこなった珪藻のうち、3 つのタイプの *Navicula gregaria* は、最大成長速度を示す塩分がそれぞれ β -中塩分、高塩分、混合塩分に相当するものであった。野外試料の計数では 3 つのタイプを分けなかったが、その多くは β -中塩分あるいは高塩分の培地で生育した珪藻と形態が類似していた。CCA において *Navicula gregaria* の座標は原点付近に示されており、培養実験の結果は野外での本種の出現をよく反映するものと思われる。*Hippodonta* sp. 1, *Navicula recens* は、最大伝導率

のベクトルに関して、原点より負の領域に示されたが、これらの種の最大成長速度はそれぞれ、 α -貧 β -中塩分と β -中塩分であり、CCA の結果を支持するものとなっていた。*Halamphora pseudoholsatica* および *Gyrosigma fasciola* も CCA 座標における伝導率との関係は、*Hippodonta* sp. 1 や *Navicula recens* と類似していた。これらの種の最大成長速度は高塩分の領域にあったが、適応塩分は β -貧塩分まで広がっており、CCA の結果とは矛盾しないものであった。地点 4 および 5 で出現した *Planothidium delicatulum* は CCA において低い伝導率との相関が高くなる座標に表示された。本種の培養では β -貧塩分に最大成長速度が観察されており、実験結果は本種の野外での出現状況を説明できるものであった。

河口干潟の珪藻研究では、種構成と栄養塩類との強い相関を示すものもあるが、本研究のように 1 河川に限定した研究では、採集地点を流れる河川水および遡上する海水は同一と考えられるため、栄養塩類による群集構成に対する影響は少ないものと思われる。

地点 5 の底質は細粒の割合が多かったが、これは、この地点で川の流れが緩やかであることと関係すると思われる。実際、*Pseudostaurosira trainorii*, *Staurosira venter* var. *binodis*, など糸状群体を作る種が多く見られたのはこの地点である。地点 4 でも前者が多く見られたが、これは地点 5 から流下したものが溜まったものと考えられる。また、地点 5 には *Navicula streckeriae* が出現したが、筆者はかつてこの種を河床が土である千葉県村田川河口域で多量に観察したことがある。本種の生態はよくわかっていないが、地点 5 の底質は砂状ではなく、汽水産の本種の生育に適した環境であったのかもしれない。

温度による影響を示したのは地点 3 から地点 5 までの珪藻群集である。これはデータロガーで測定される一日の変化ではなく、季節による温度変化との関係と言ってよいものである。

元来、河口域は河川水と潮汐による海水の影響を受ける場所である。上流から流れてくる流下藻がある一方で、潮汐により海の生物が河口干潟に運ばれることもある。それらは生細胞の場合もあれば、殻だけが残っている死細胞の場合もある。特に河川の場合は精細胞が流下藻として移入する可能性も高い。しかし、異所から移入した細胞には、死んではいないが移入後の環境に適応できず、増殖できないものもあると思われるが、このような細胞も、干潟生態系ではエネルギー源となる。また、細胞が死んだ後も、葉

緑体はしばらくの間は萎縮した状態で細胞内に残存するため、同様に干潟生態系のエネルギー循環には貢献するはずである。さらに、細胞が死に殻だけが残った状態であっても、シリカでできた多孔質構造が生態系の分解者に対し、マイクロハビタットとして何らかの影響を与えることも考えられるうえ、溶解した死細胞の殻はシリカ循環にも関わるはずである。

従来の干潟珪藻の研究目的には、珪藻を指標生物として過去の環境復元を試みるもの、水質環境要因と出現種の関係解析を試みるもの、生態系のエネルギー循環の解析を目指すもの、アサリなどの餌としての関連を探るものなど様々である。このため、その目的により、どのような状態の珪藻を扱うかは異なるものと思われる。しかし、いずれの研究に対しても珪藻フロアの解析は基礎情報の提供の意味において重要である。世界の海の視点から見れば東京湾は小さな半閉鎖的の海域である。それにもかかわらず、本研究では珪藻が種の豊富な多様性をもち、多様な生活をしていることが明らかになった。そこには、まだ名前の付いていない種も多く含まれている。今後、これらの種について分類学的研究の進展が期待される。

V. 謝辞

2年間にわたり本研究に助成を頂いた、公益財団法人とうきゅう環境財団に深く感謝を申し上げる。また、多摩川河口域の河川の地形および調査方法について、(株)沿岸生態系リサーチセンターの宮内康子氏には有益な助言を頂いた。また、東京学芸大学の西田尚央准教授および国立極地研究所地圏研究グループの菅沼悠介氏には粒度測定で、また、同大学の山本昭範講師には比表面積の測定で、それぞれお世話をいただいた。また、東京学芸大学真山研究室の学生諸君（渡辺剛，西川真起，谷脇佳光，住中登紀子，吾孫子雄希，轟英士子，小林嶺央，林佑亮，伊藤綾奈，長沢吉晃，神菊拓也，千葉有莉，佐藤史直，平林結衣，里見研悟）には、珪藻の写真撮影および資料整理で多大な協力をして頂いた。関係者各位にこの場を借りて御礼申し上げます。

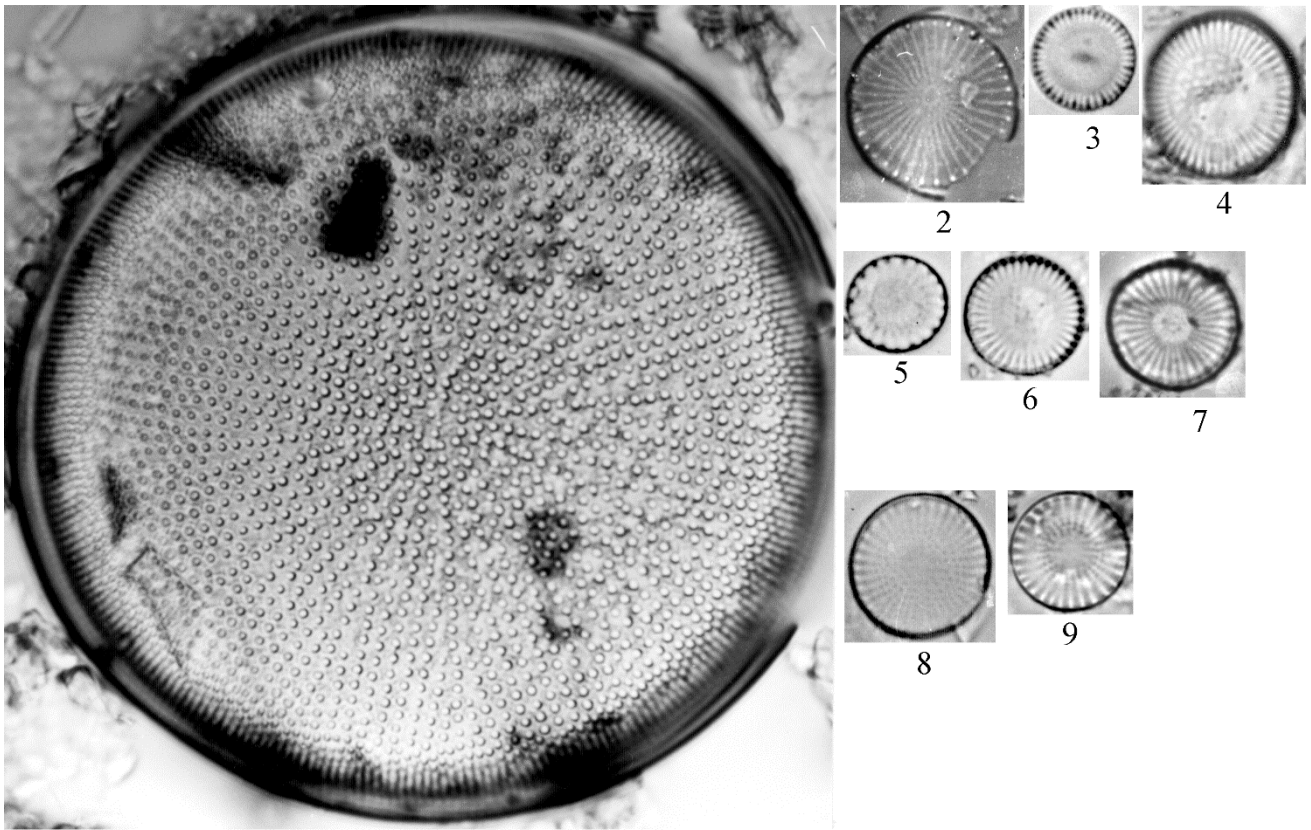
VI. 引用文献

Carbannel, V., Vanderborcht, J-P., Lionard, M. and Chou, L. 2013. Diatoms, silicic acid and biogenic silica dynamics along the salinity gradient of the Scheldt estuary (Belgium/The

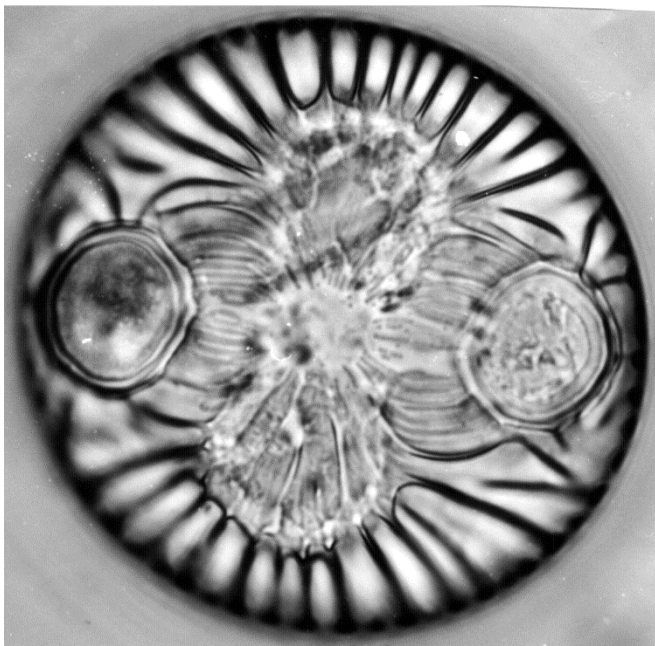
- Netherlands). *Biogeochemistry* 113: 657–682.
- Carpelan, L. H. 1978. Revision of Kolbe's System der Halobien based on diatoms of California lagoons. *Oikos* 31: 112-122.
- Costa-Böddeker, S., Thuyên, L. X., Schwarz, A., Huy, H. Đ. and Schwalb, A. 2017. Diatom Assemblages in Surface Sediments Along Nutrient and Salinity Gradients of Thi Vai Estuary and Can Gio Mangrove Forest, Southern Vietnam. *Estuaries and Coasts* 40: 479–492.
- Hassan, G. S., Espinosa, M. A. and Isla, F. I. 2007. Dead diatom assemblages in surface sediments from a low impacted estuary: the Quequén Salado river, Argentina. *Hydrobiologia* 579: 257–270.
- Hemphill-Haley, E. 1993. Taxonomy of recent and fossil (Holocene) diatoms (Bacillariophyta) from northern Willapa Bay, Washington. U.S. . Geological Survey Open-File Report: 93–289.
- Koh, C.-H. 2001. Korean tidal flat: environment, organisms and human. Seoul University Press. pp. 1073.
- Kolbe, R. W. 1927. Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser – diatomeen. *Pflanzenforschung* 7: 1–146.
- 小杉正人. 1988a. 珪藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用. *第四紀研究* 27: 1–20.
- 小杉正人. 1988b. 珪藻の現生・化石群集間の類似度の測定—相同群集による古環境の復元法. *Diatom* 4: 89–98.
- Lapointe, M. 2000. Modern diatom assemblages in surface sediments from the Maritime Estuary and the Gulf of St. Lawrence, Québec (Canada). *Marine Micropaleontology* 40: 43–65.
- Laws, R. A. 1988. Diatoms (Bacillariophyceae) from surface sediments in the San Francisco Bay Estuary. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 45(9): 133-254.
- Logan, B. and Taffs, K. H. 2013. Relationship between diatoms and water quality (TN, TP) in sub-tropical east Australian estuaries. *Journal of Paleolimnology* 50: 123–137.
- Majewska, R., Zgrundo, A., Lemke, P. and Stefano, M. D. 2012. Benthic diatoms of the Vistula River estuary (Northern Poland): Seasonality, substrata preferences, and the influence of water chemistry. *Phycological Research* 60: 1–19.
- Manoylov, K. M. and Dominy Jr. J. N. 2013. Changes in epipelagic diatom diversity from the

- Savannah River Estuary. *Journal of Environmental Protection* 4: 172–179.
- Mizuno, M. 1992. Influence of salinity on the growth of marine and estuarine benthic diatoms. *Japanese Journal of Phycology* 40: 33–38.
- Nehar, B., Blanco S. and Hadjadj-Aoul, S. 2014. Diversity and ecology of diatoms in northwest of Algeria: Case of El-Hammam stream and estuary of Cheliff River. *Applied Ecology and Environmental Research* 13: 37–52.
- Obrezkova, M. S. 2009. Diatom flora of surface sediments of the Amur River Estuary and adjacent areas of the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk. *Russian Journal of Marine Biology* 35(2): 138–150.
- Ohtsuka, T. 2005. Epipelagic diatoms blooming in Isahaya Tidal Flat in the Ariake Sea, Japan, before the drainage following the Isahaya-bay Reclamation Project. *Phycological Research* 53: 138–148.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E. and Wagner, H. 2018. Community ecology package 'vegan'. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>
- Patil, J. S. and Anil, A. C. 2008. Temporal variation of diatom benthic propagules in a monsoon-influenced tropical estuary. *Continental Shelf Research* 28: 2404–2416.
- Resende, P., Azeiteiro, U. and Pereira, M. J. 2005. Diatom ecological preferences in a shallow temperate estuary (Ria de Aveiro, Western Portugal). *Hydrobiologia* 544: 77–88.
- Riznyk, R. Z. 1973. Interstitial diatoms from two tidal flats in Yaquina Estuary, Oregon, USA. *Botanica Marina* 16: 113-138.
- Rovira, L., Trobajo, R., Leira, M. and Ibáñez, C. 2012. The effects of hydrological dynamics on benthic diatom community structure in a highly stratified estuary: The case of the Ebro Estuary (Catalonia, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 101: 1–14.
- Sabbe, K. 1993. Short-term fluctuations in benthic diatom numbers on an intertidal sandflat in the Westerschelde estuary (Zeeland, The Netherlands). *Hydrobiologia*: 275–284.
- Saunders, K. M. 2011. A diatom dataset and diatom-salinity inference model for southeast Australian estuaries and coastal lakes. *Journal of Paleolimnology* 46: 525–542.

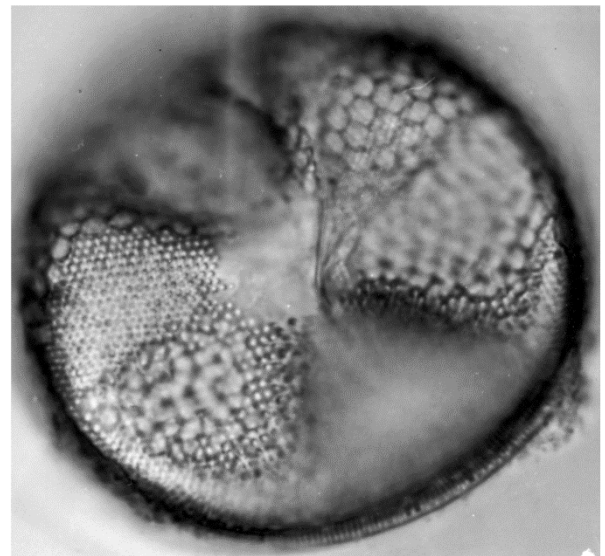
- Sawai, Y. and Nagumo, T. 2003a. Diatoms from Alsea Bay, Oregon, USA. *Diatom* 19: 33–46.
- Sawai, Y. and Nagumo, T. 2003b. Diatom (Bacillariophyceae) flora of salt marshes along the Pacific coast of eastern Hokkaido, northern Japan. *Bulletin of the Nippon Dental University. General education* 32: 93–108.
- Sawai, Y., Horton, B. P., Kemp, A. C., Hawkes, A. D., Nagumo, T. and Nelson, A. R. 2016. Relationships between diatoms and tidal environments in Oregon and Washington, USA. *Diatom Research* 31: 17–38.
- Underwood, G., Phillips, J. and Saunders, K. 1998. Distribution of estuarine benthic diatom species along salinity and nutrient gradients. *European Journal of Phycology* 33: 173–183.
- 山川清次. 1994. 嘉瀬川河口の珪藻. *Diatom* 9: 41–72.
- Yamamoto, M., Chiba, T. and Tuji, A. 2017. Salinity responses of benthic diatoms inhabiting tidal flats. *Diatom Research* 22: 1–8.
- Zong, Y., Kemp, A. C., Yu, F., Lloyd, J. M., Huang, G. and Yim, W. W.-S. 2010. Diatoms from the Pearl River estuary, China and their suitability as water salinity indicators for coastal environments. *Marine Micropaleontology* 75: 38–49.



1



10



11



10µm

Plate 1. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Achinocyclus normanii* (B). 2. *Cyclostephanos invisitatus* (B). 3. *Cyclotella atomus* (T, B). 4. *Cyclotella distinguenda* (T, B).
 5. *Cyclotella meduanae* (B). 6. *Cyclotella* sp. 1 (T, B). 7. *Discostella pseudostelligera* (T, B). 8. *Stephanodiscus hantzschii* f. *tenuis* (T, B).
 9. *Stephanodiscus minutulus* (B). 10. *Auliscus caelatus* (B). 11. *Actinopticus senarius* (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

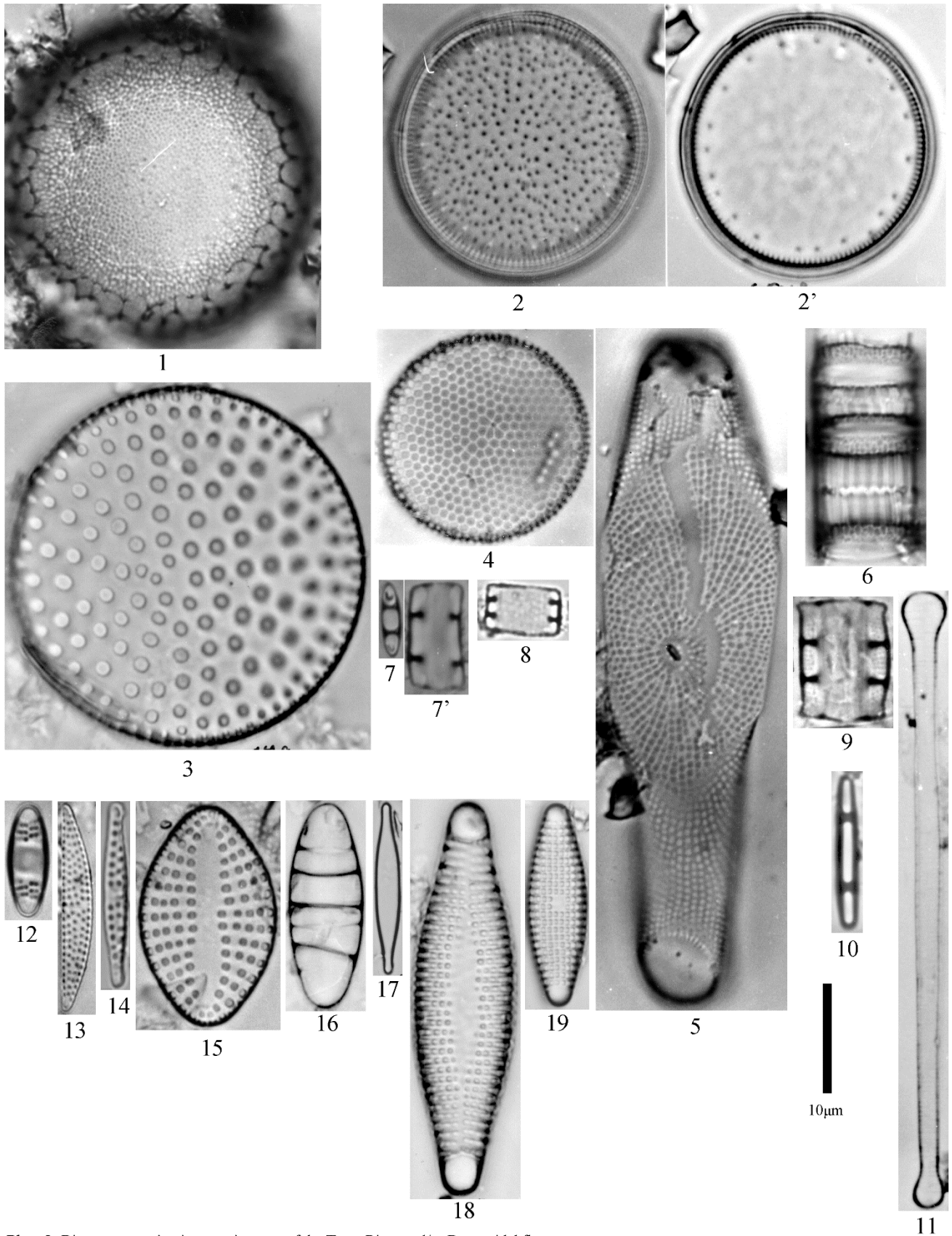


Plate 2. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Melosira moniliformis* var. *moniformis* (B). 2, 2'. *Ehrenbergia granulosa* (B). 3. *Psammodiscus nitidus* (B). 4. *Tharassiosira eccentrica* (T, B). 5. *Eucampia zodiacus* (B). 6. *Skeletonema* sp. 1 (T, B). 7, 7'. *Anaulus balticus* (B). 8. *Anaulus creticus* (B). 9. *Anaulus* sp. 1 (B). 10. *Anaulus* sp. 2 (B). 11. *Asterionella formosa* (B). 12. *Brockmanniella brockmannii* (B). 13. *Campylosira* sp. 1 (B). 14. *Campylosira* sp. 2 (T, B). 15. *Delphineis australis* (T, B). 16. *Diatoma mesodon* (T, B). 17. *Dimeregramma hyalinum* (B). 18. *Dimeregramma minor* (B). 19. *Dimeregramma* sp. 1 (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

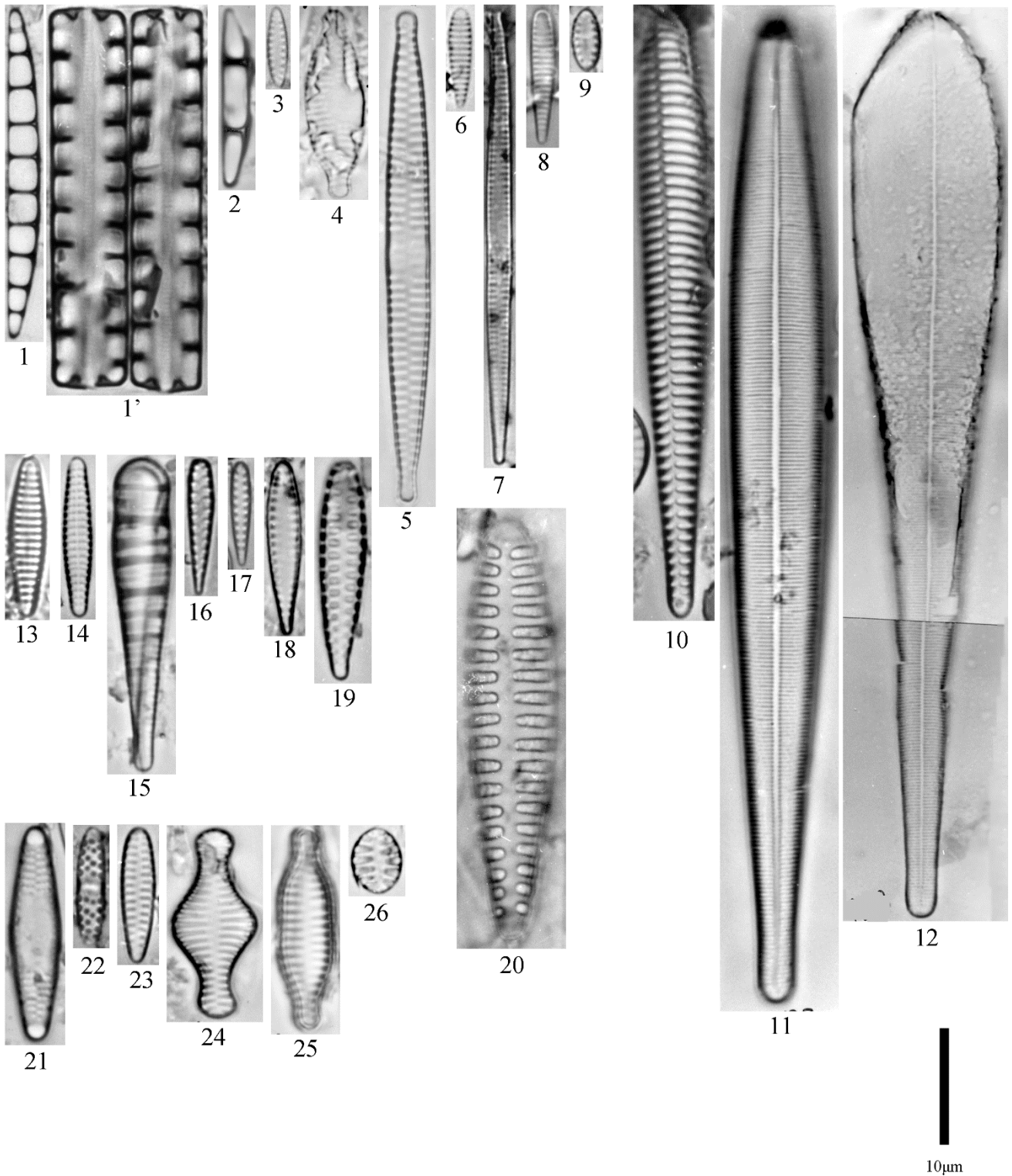


Plate 3. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

- 1, 1'. *Eunotogramma marinum* (B). 2. *Eunotogramma* sp. 1 (B). 3. *Fragilaria bronkoi* (B). 4. *Fragilaria capitellata* (T, B). 5. *Fragilaria capucina* (T, B). 6. *Fragilaria cassubica* (B). 7. *Fragilaria nanana* (B). 8. *Fragilaria subsalina* (B). 9. *Fragilaria* sp. 1 (B). 10. *Licmophora abbreviata* (B). 11. *Licmophora paradoxa* ($\times 1500$) (B). 12. *Licmophora paradoxa* var. *tincta* (B). 13. *Hyalosira* sp. 1 (B). 14. *Hyalosira* sp. 2 (B). 15. *Meridion circulare* (T, B). 16. *Opephora burchardtae* (B). 17. *Opephora horstiana* (B). 18. *Opephora minuta* (B). 19. *Opephora mutabilis* (B). 20. *Opephora pacifica* (T, B). 21. *Plagiogramma appendiculatum* (B). 22. *Plagiogrammopsis crawfordii* (B). 23. *Pseudostaurosira perminuta* (T, B). 24. *Staurosira construens* (T, B). 25. *Staurosira venter* var. *binodis* (T, B). 26. *Staurosirella pinnata* (T, B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

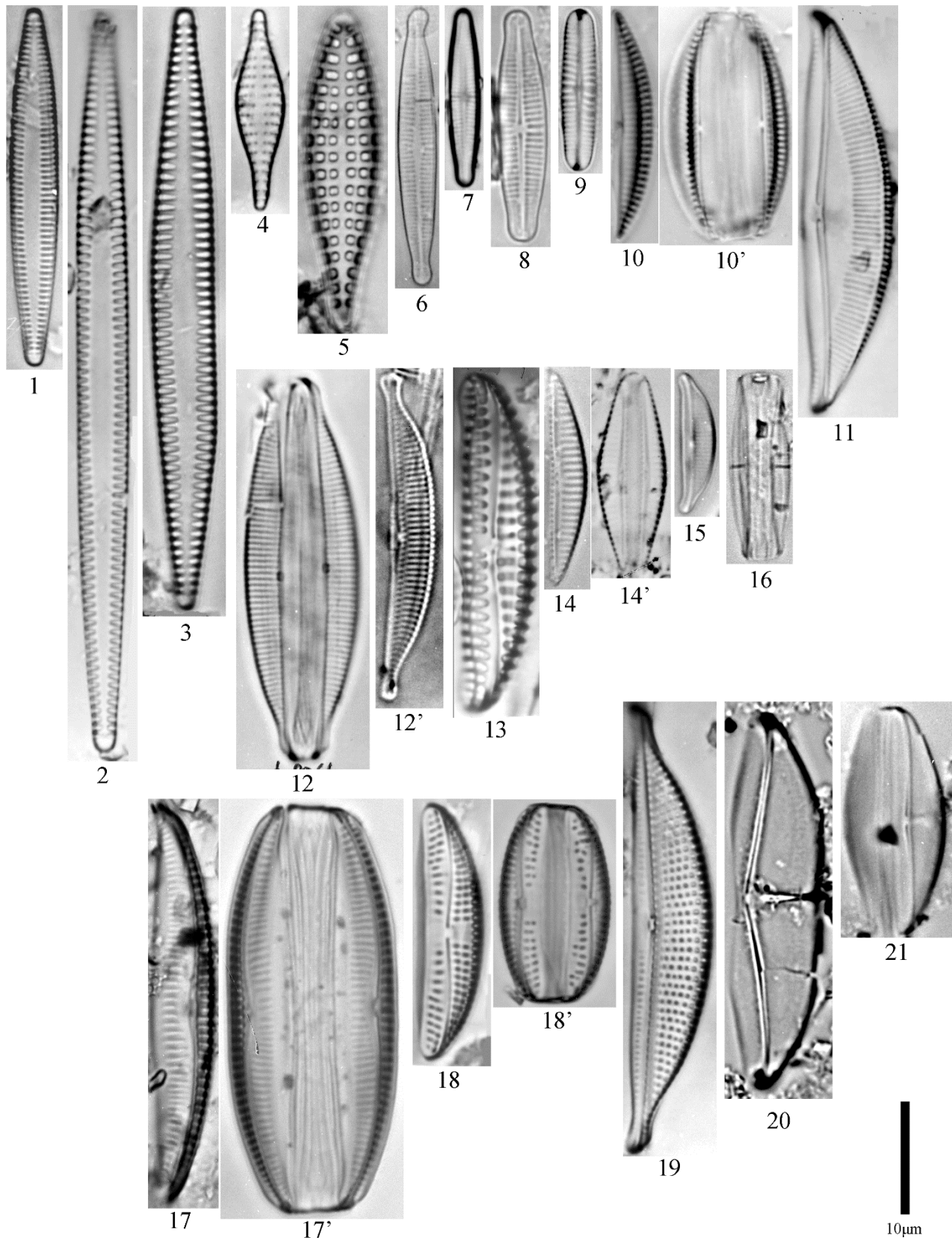


Plate 4. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Tabularia affinis* (B). 2. *Tabularia fasciculata* (T, B). 3. *Tabularia tabulata* (T, B). 4. *Trachysphenia acuminata* (B). 5. *Trachysphenia australis* (T, B). 6. *Achnanthyidium gracillimum* (T, B). 7. *Achnanthyidium minutissimum* (T, B). 8. *Achnanthyidium druartii* (B). 9. *Achnanthyidium* sp. 1 (B). 10, 10'. *Amphora aliformis* (B). 11. *Amphora australiensis* (T, B). 12. *Halamphora* aff. *aponina* (T, B). 12'. *Amphora aponina* Kützing (BM18944 Abano 393, Type slide). 13. *Amphora crassa* (B). 14, 14'. *Amphora cymbamphora* (B). 15. *Amphora delicatissima* (B). 16. *Amphora exilissima* (B). 17, 17'. *Amphora francescae* (B). 18, 18'. *Amphora helencensis* (B). 19. *Halamphora pseudoholsatica* (nom.nud.) (T, B). 20. *Amphora laevissima* (B). 21. *Amphora laevissima* var. *perminuta* (B). T: Tama River. B: Ban

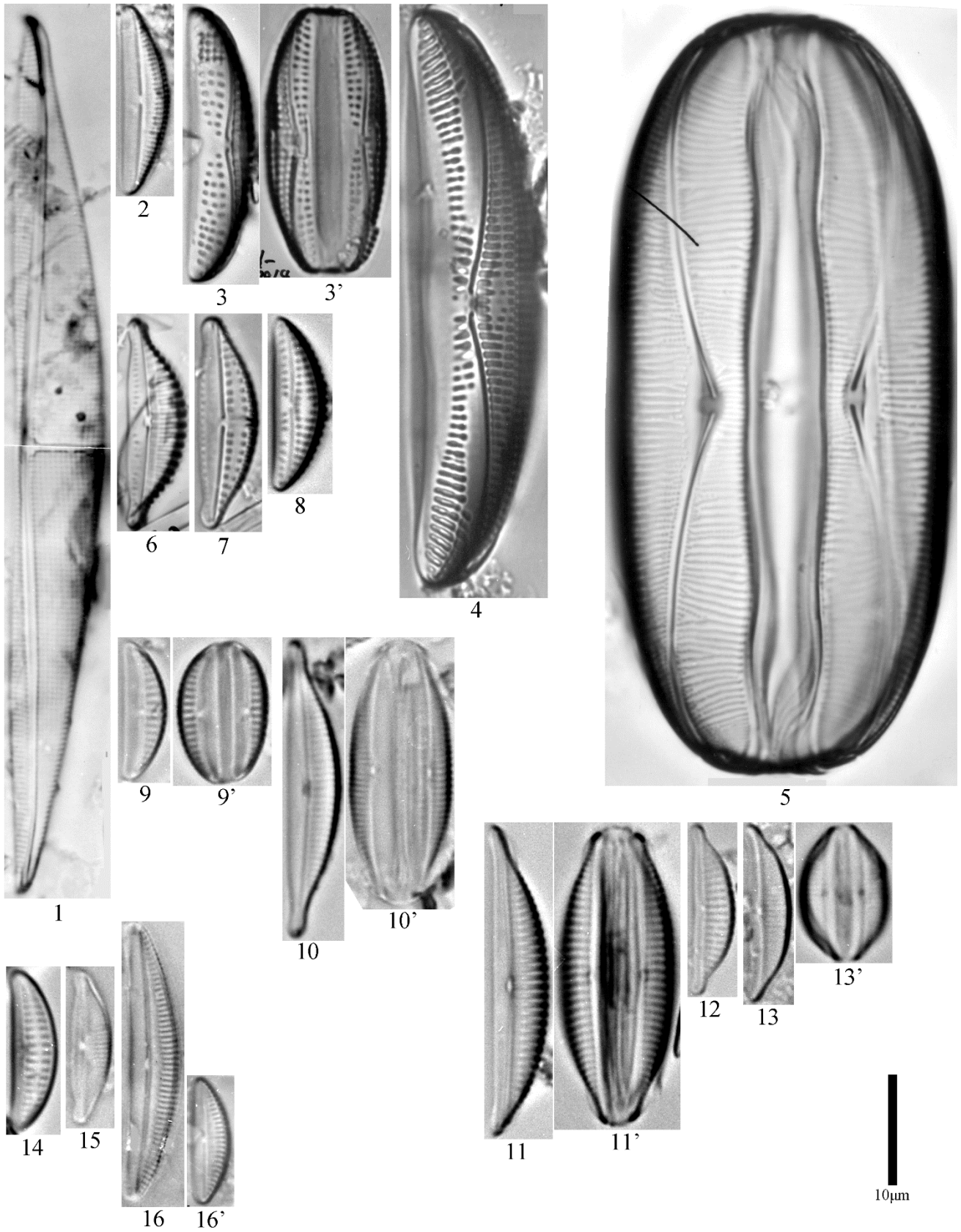


Plate 5. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Amphora longa* (T, B). 2. *Amphora polita* (B). 3, 3'. *Amphora arenicola* (T, B). 4. *Amphora proteus* (B). 5. *Amphora spectabilis* (B). 6. *Amphora tumida* (B). 7. *Amphora turgida* (B). 8. *Amphora cf. marina* (T, B). 9, 9'. *Amphora* sp. 1 (B). 10, 10'. *Amphora* sp. 2 (B). 11, 11'. *Amphora* sp. 3 (B). 12. *Amphora* sp. 4 (B). 13, 13'. *Amphora* sp. 5 (B). 14. *Amphora* sp. 6 (B). 15. *Amphora* sp. 7 (B). 16, 16'. *Amphora* sp. 8 (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

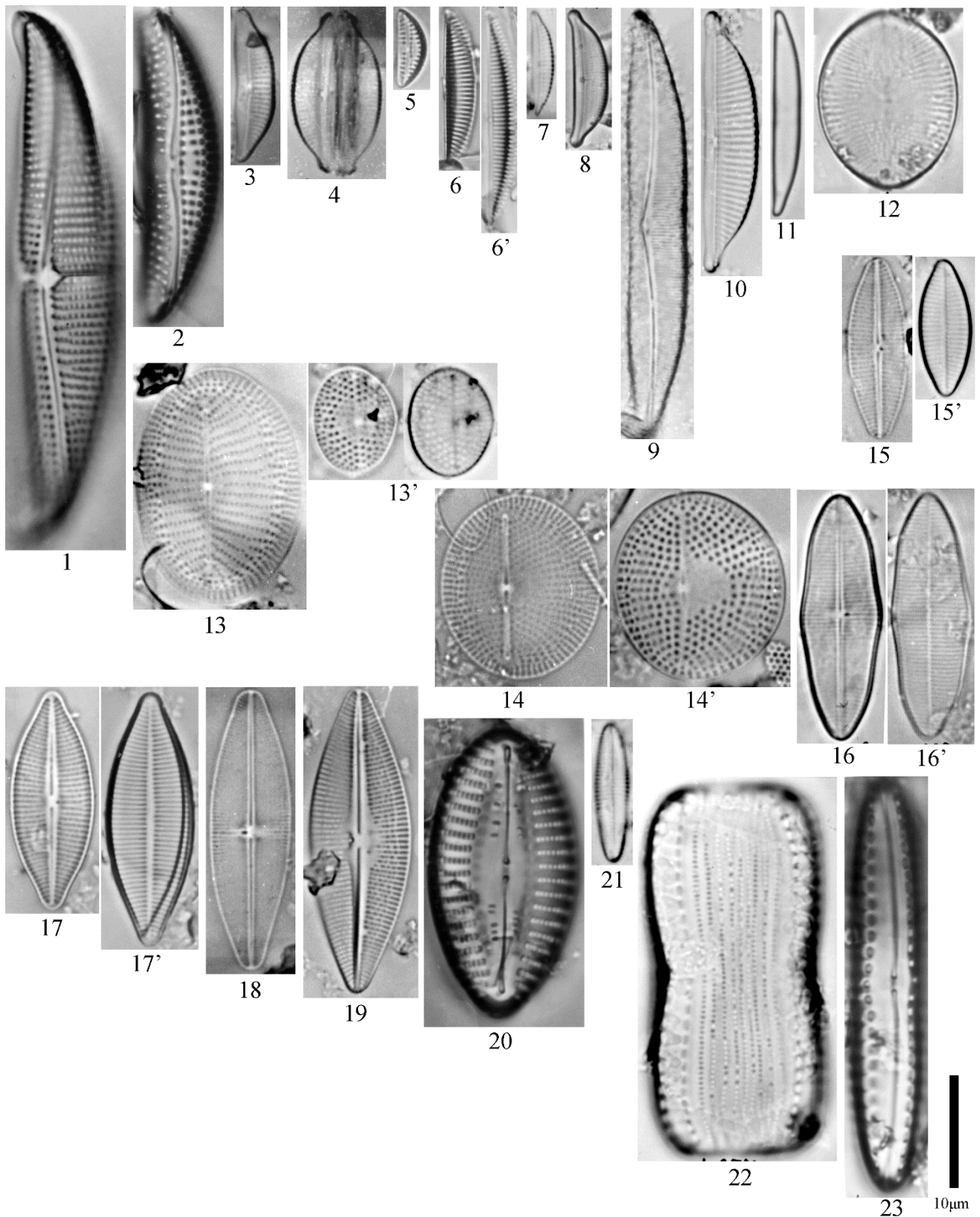


Plate 6. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Amphora* sp. 10 (B). 2. *Amphora* sp. 11 (B). 3. *Amphora* sp. 12 (B). 4. *Amphora* sp. 13 (B). 5. *Amphora* sp. 14 (B). 6, 6'. *Amphora* sp. 15 (B). 7. *Amphora* sp. 16 (B). 8. *Amphora* sp. 17 (B). 9. *Amphora* sp. 18 (B). 10. *Amphora* sp. 19 (B). 11. *Catenula adhaerens* (T, B). 12. *Anorthoneis eurystoma* (B). 13, 13'. *Anorthoneis tenuis* (B). 14, 14'. *Anorthoneis vortex* (B). 15, 15'. *Astertiella bahusiensis* (T, B). 16, 16'. *Astertiella* sp. 1 (B). 17, 17'. *Astertiella* sp. 2 (B). 18. *Astertiella* sp. 3 (B). 19. *Astertiella* sp. 4 (B). 20. *Austariella jamalinensis* (T, B). 21. *Berkelaya fennica* (B). 22. *Biremis ridicula* (B). 23. *Biremis* sp. 1 (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

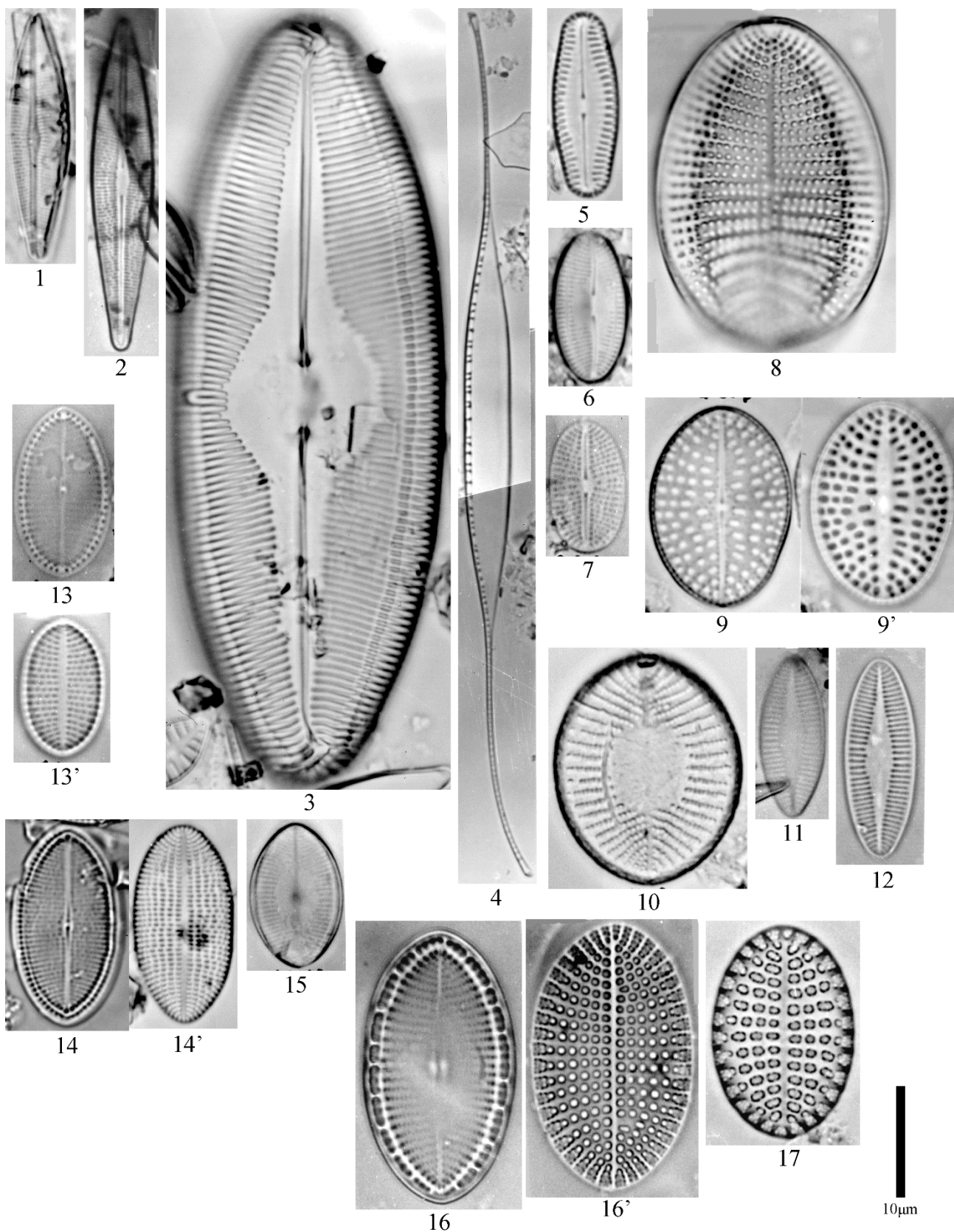


Plate 7. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Brachysira* sp. 1 (B). 2. *Brachysira* sp. 2 (B). 3. *Caloneis amphisbena* var. *subsalina* (T, B). 4. *Ceratoneis closterium* (1500) (B).
5. *Chamaepinnularia clamans* (B). 6. *Chamaepinnularia* sp. 1 (B). 7. *Cocconeopsis breviata* (B). 8. *Cocconeis clandestina* (B).
- 9, 9'. *Cocconeis distans* (B). 10. *Cocconeis grata* (B). 11. *Cocconeis hauniensis* (B). 12. *Cocconeis* aff. *hauniensis* (B).
- 13, 13'. *Cocconeis neothumensis* var. *marina* (T, B). 14, 14'. *Cocconeis placentula* (B, T). 15. *Cocconeis pseudograta* (B).
- 16, 16'. *Cocconeis scutellum* (T, B). 17. *Cocconeis scutellum* var. *parva* (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

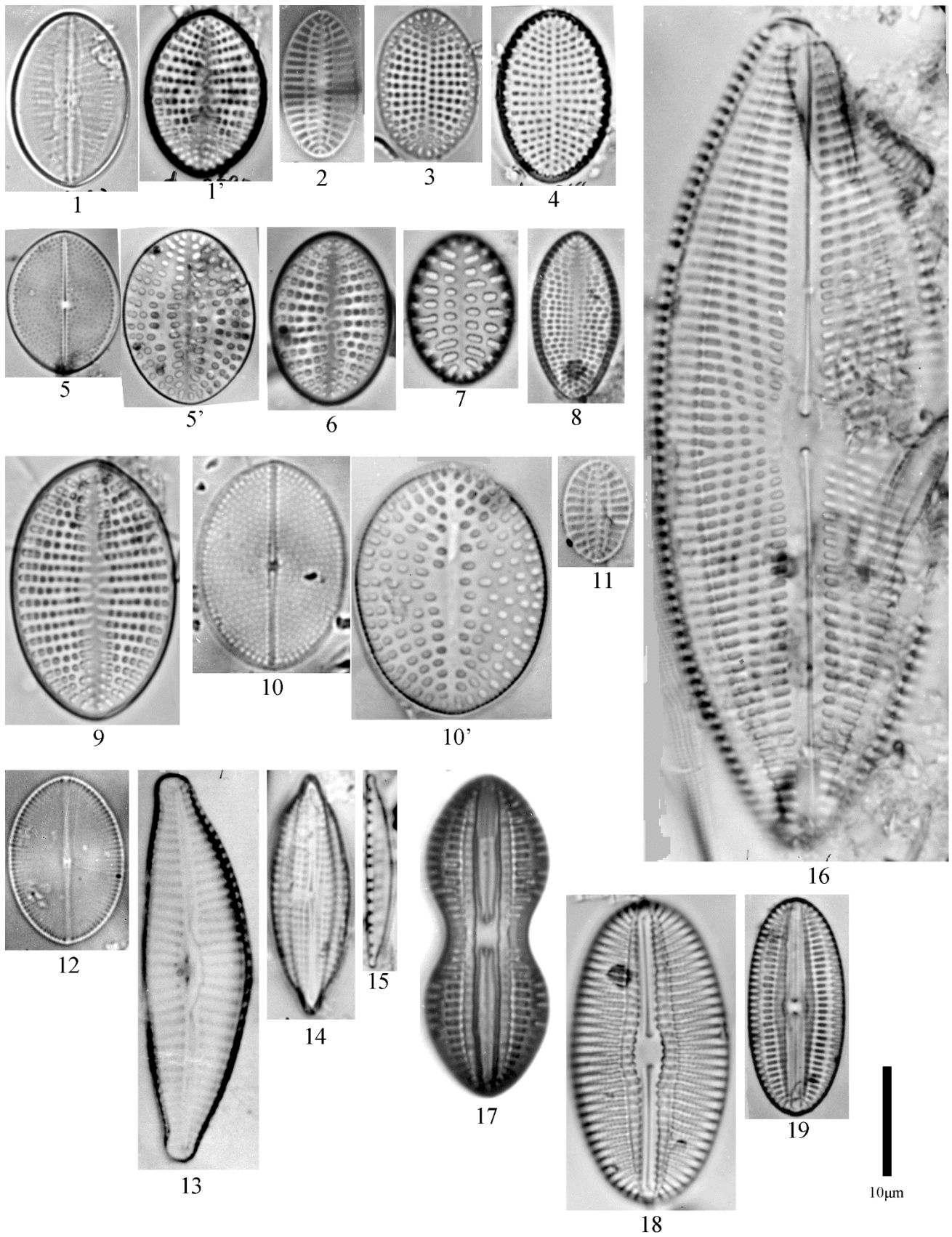


Plate 8. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Cocconeis* aff. *peltoides* (B). 2. *Cocconeis* cf. *peltoides* (B). 3. *Cocconeis* sp. 1 (B). 4. *Cocconeis* sp. 2 (B). 5. *Cocconeis* sp. 3 (T, B).
 6. *Cocconeis* sp. 4 (B). 7. *Cocconeis* sp. 5 (B). 8. *Cocconeis* sp. 6 (B). 9. *Cocconeis* sp. 7 (B). 10, 10'. *Cocconeis* sp. 8 (B). 11. *Cocconeis* sp. 9 (B).
 12. *Cocconeis* sp. 10 (B). 13. *Cymbella turgidula* (T, B). 14. *Cymatoneis margarita* (B). 15. *Cymbellonitzschia szulczewskii* (B).
 16. *Diademoides* cf. *luxuriosa* (B). 17. *Diploneis interrupta* (B). 18. *Diploneis litoralis* (B). 19. *Diploneis vetula* var. *americana* (B).
 T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

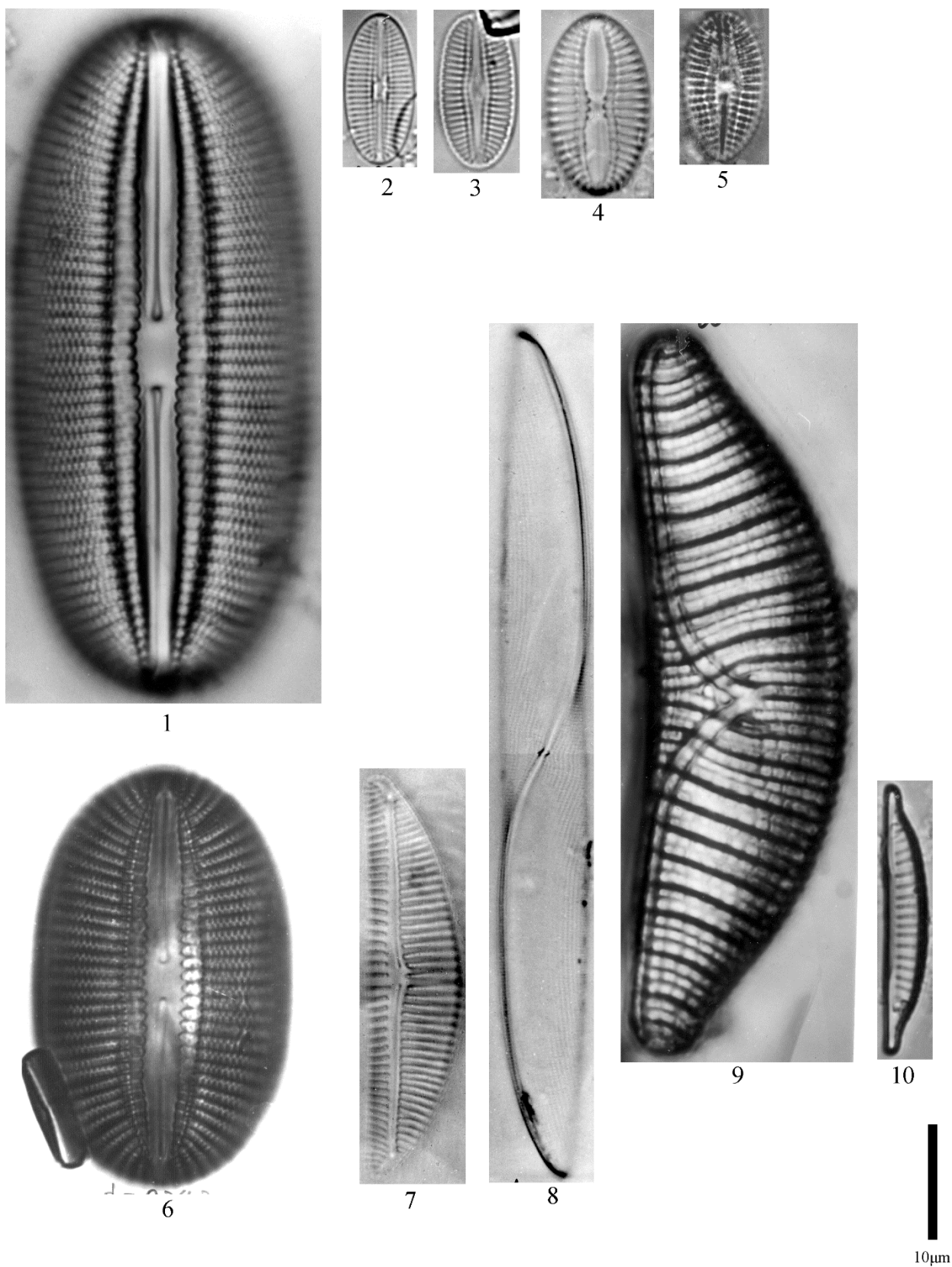


Plate 9. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Diploneis* sp. 1 (B). 2. *Diploneis* sp. 2 (B). 3. *Diploneis* sp. 3 (B). 4. *Diploneis* sp. 4 (B). 5. *Diploneis* sp. 5 (B). 6. *Diploneis* sp. 6 (B).
 7. *Encyonema silesiacum* (T, B). 8. *Donkinia recta* (B). 9. *Epitemia turgida* (B) 10. *Periraphis banzuensis*. (nom. nud.) (B).
 T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

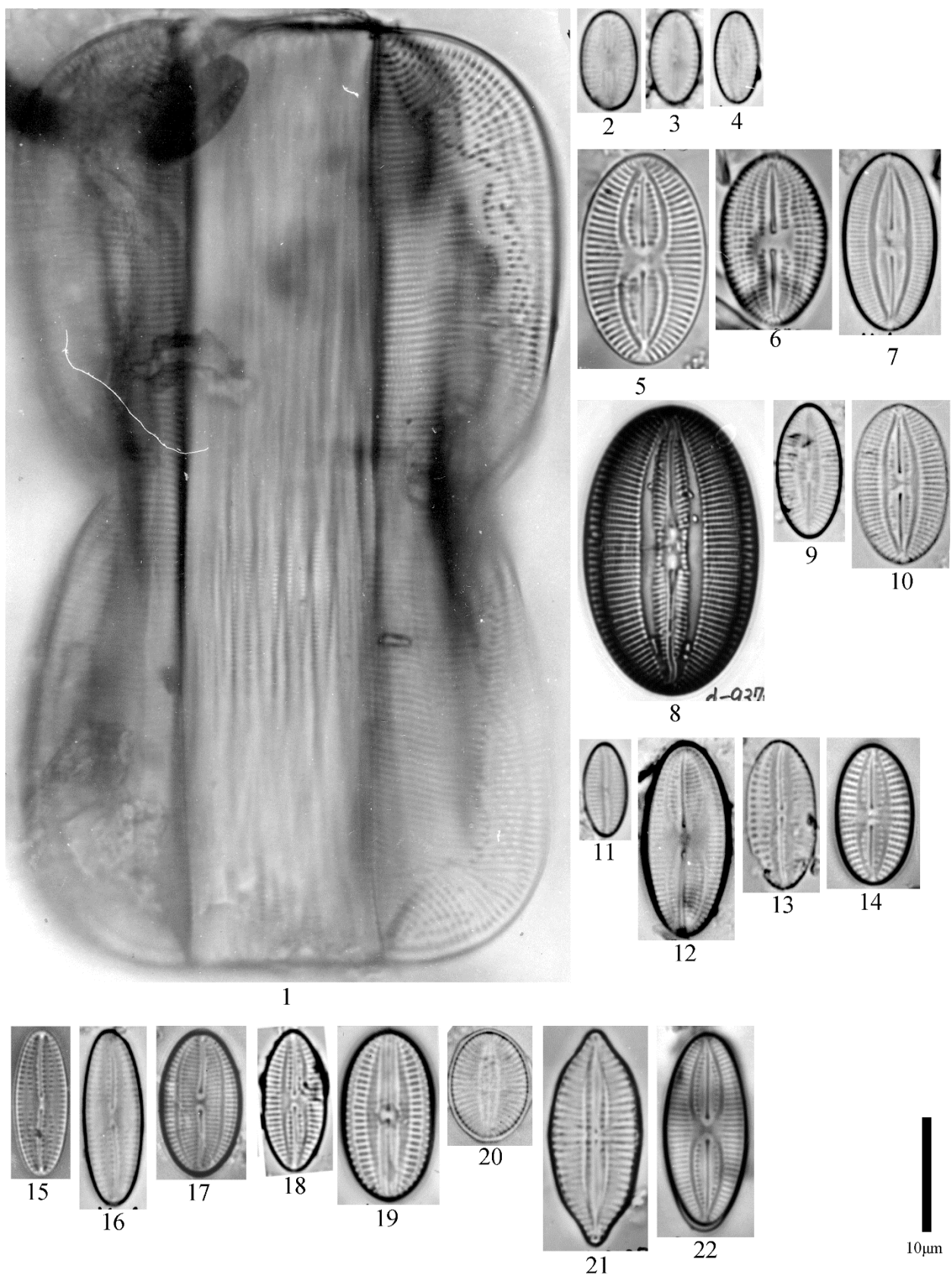


Plate 10. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Entomoneis alata* (T, B). 2. *Fallacia aequorea* (B). 3. *Fallacia amphipleuroides* (B). 4. *Fallacia arenaria* (T, B). 5. *Fallacia brachium* (B). 6. *Fallacia clipeiformis* (B). 7. *Fallacia florinae* (B). 8. *Fallacia nyella* (B). 9. *Fallacia oculiformis* (T, B). 10. *Fallacia pseudony* (T, B). 11. *Fallacia pulchella* (B). 12. *Fallacia scaldensis* (T, B). 13. *Fallacia solutepunctata* (B). 14. *Fallacia subforcipata* (B). 15. *Fallacia tenera* (T, B). 16. *Fallacia teneroides* (B). 17. *Fallacia vittata* (B). 18. *Fallacia* sp. 1 (B). 19. *Fallacia* sp. 2(B). 20. *Fallacia* sp. 3 (B). 21. *Fallacia* sp. 4 (B). 22. *Fallacia* sp. 5 (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

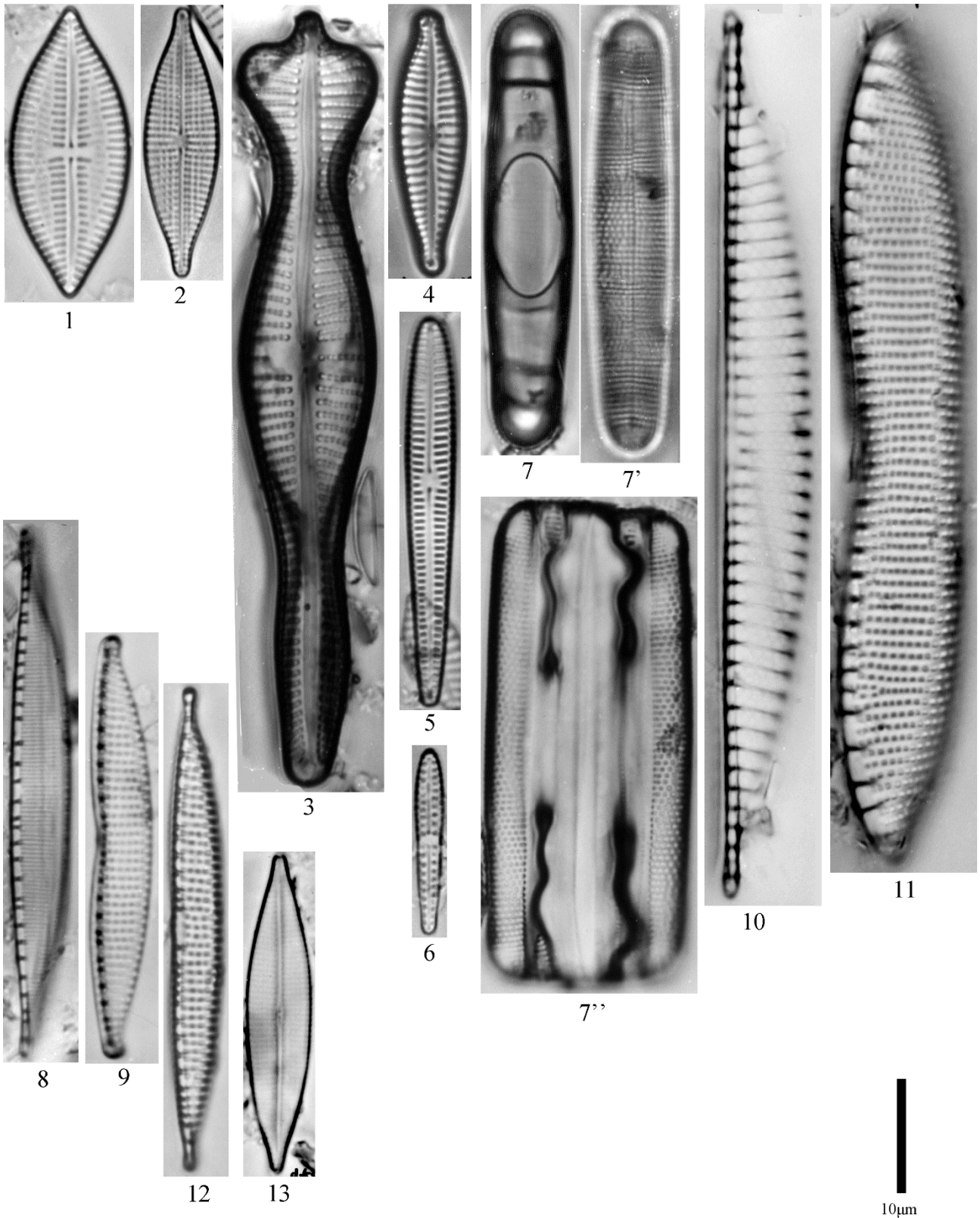


Plate 11. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Fogedia finmarchica* (B).
 2. *Fogedia giffeniana* var. *yemenitica* (B).
 3. *Gomphonema acminatum* (B).
 4. *Gomphonema parvulum* (T, B).
 5. *Gomphonemopsis exigua* (B).
 6. *Gomphonemopsis littoralis* (T, B).
 - 7, 7', 7''. *Grammatophora marina* (B).
 8. *Hantzschia baltica* (B).
 9. *Hantzschia distinctepunctata* (B).
 10. *Hantzschia marina* (B).
 11. *Hantzschia virgate* (T, B).
 12. *Hantzschia virgate* var. *gracilis* (B).
 13. *Haslea britannica* (B).
- T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

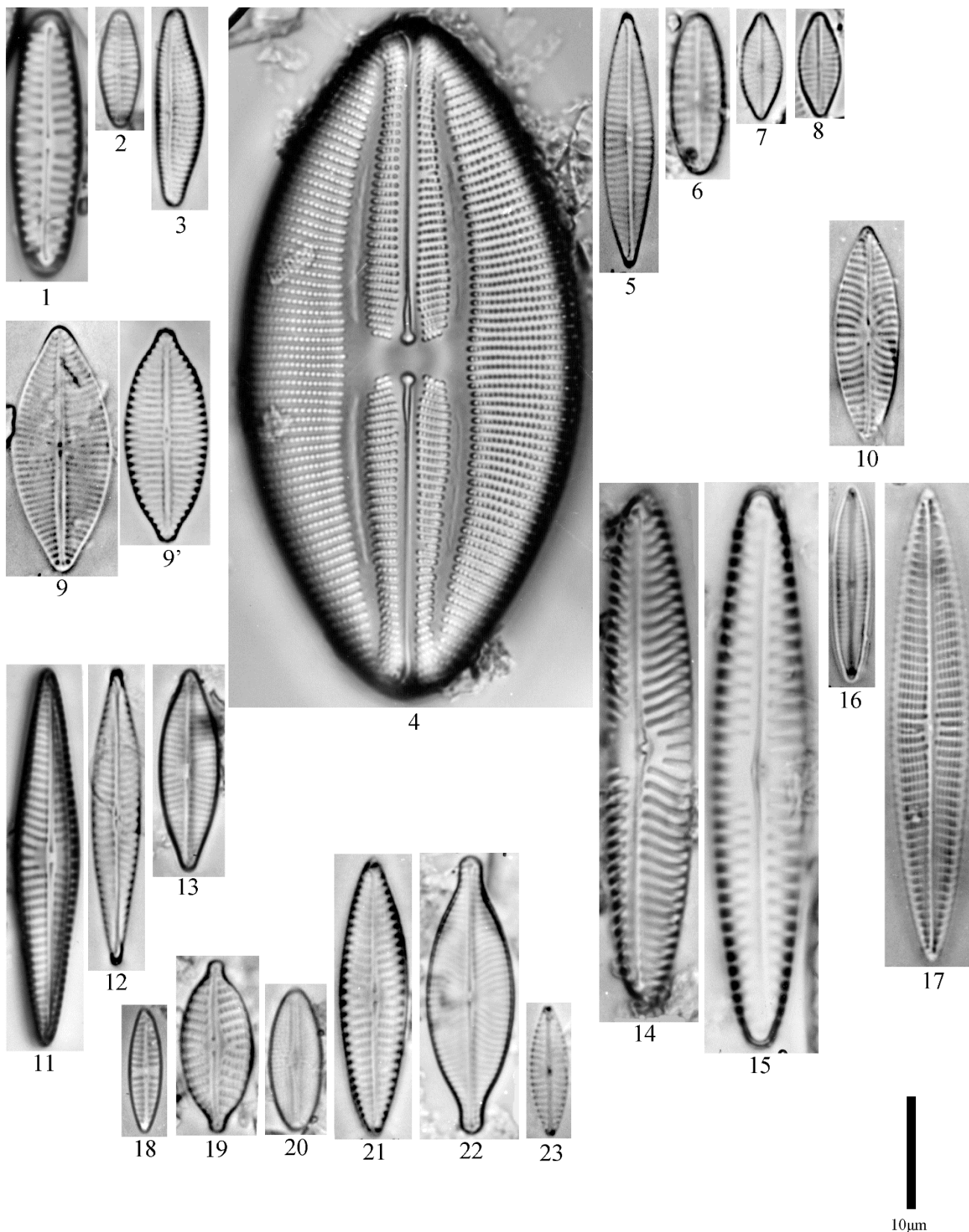


Plate 12. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Hippodonta linearis* (T, B). 2. *Hippodonta pseudacceptata* (T, B). 3. *Lunella ghalebii* (B). 4. *Lyrella lyroides* (B). 5. *Navicula* cf. *abscondita* (T, B).
6. *Navicula athenae* (T, B). 7. *Navicula biskanteri* (B). 8. *Navicula consentanea* (B). 9, 9'. *Navicula* cf. *diversistriata* (T, B).
10. *Navicula exiloides* (B). 11. *Navicula flagellifera* (B). 12. *Navicula* aff. *flagellifera* (B). 13. *Navicula gregaria* (T, B). 14. *Navicula inflexa* (B).
15. *Navicula obtusangula* (B). 16. *Navicula pargemina* (B). 17. *Navicula pavillardii* (B). 18. *Navicula perminuta* (B). 19. *Navicula platyventris* (T, B).
20. *Navicula praedicabilis* (B). 21. *Navicula recens* (T, B). 22. *Navicula salinarum* var. *minima* (T, B). 23. *Navicula salinicola* (B).

T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

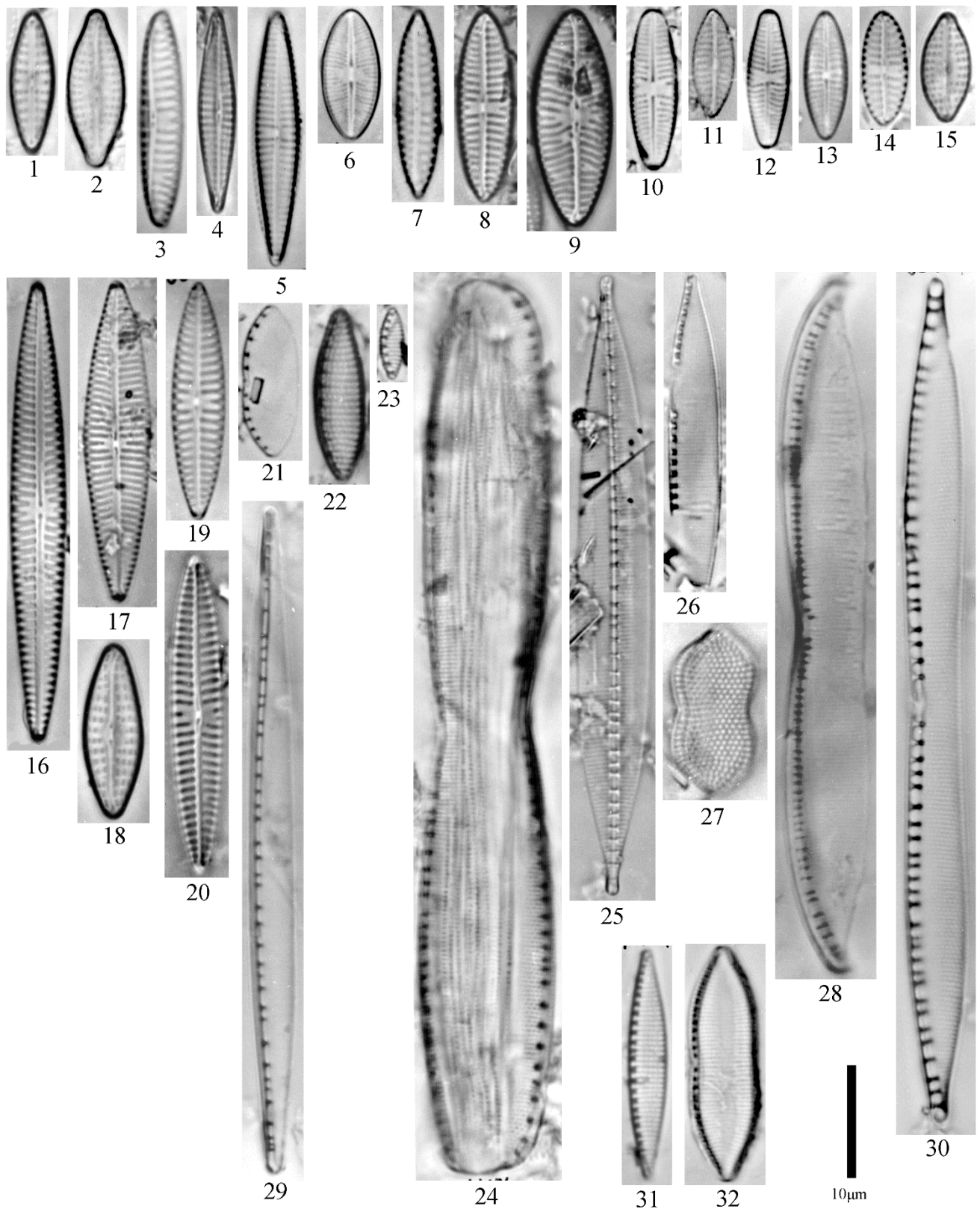


Plate 13. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Navicula syvertsenii* (B). 2. *Navicula viminoides* (B). 3. *Navicula wunsamiae* (B). 4. *Navicula* sp. 1 (B). 5. *Navicula* sp. 2 (B). 6. *Navicula* sp. 3 (B). 7. *Navicula* sp. 4 (B). 8. *Navicula* sp. 5 (B). 9. *Navicula* sp. 6 (B). 10. *Navicula* sp. 7 (B). 11. *Navicula* sp. 8 (B). 12. *Navicula* sp. 9 (B). 13. *Navicula* sp. 10 (B). 14. *Navicula* sp. 11 (B). 15. *Navicula* sp. 12 (B). 16. *Navicula* sp. 13 (B). 17. *Navicula* sp. 14 (B). 18. *Navicula* sp. 15 (B). 19. *Navicula* sp. 16 (B). 20. *Navicula* sp. 17 (B). 21. *Nitzschia amabilis* (B). 22. *Nitzschia amphibia* (T, B). 23. *Nitzschia frustulum* (T, B). 24. *Nitzschia hybrida* (T, B). 25. *Nitzschia linkei* (B). 26. *Nitzschia palea* (T, B). 27. *Psammodictyon panduriformis* var. *continua* (B). 28. *Nitzschia pellucida* (T, B). 29. *Nitzschia* sp. 1 (B). 30. *Nitzschia* sp. 2 (B). 31. *Nitzschia* sp. 3 (B). 32. *Tryblionella* sp. 3 (B).
T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

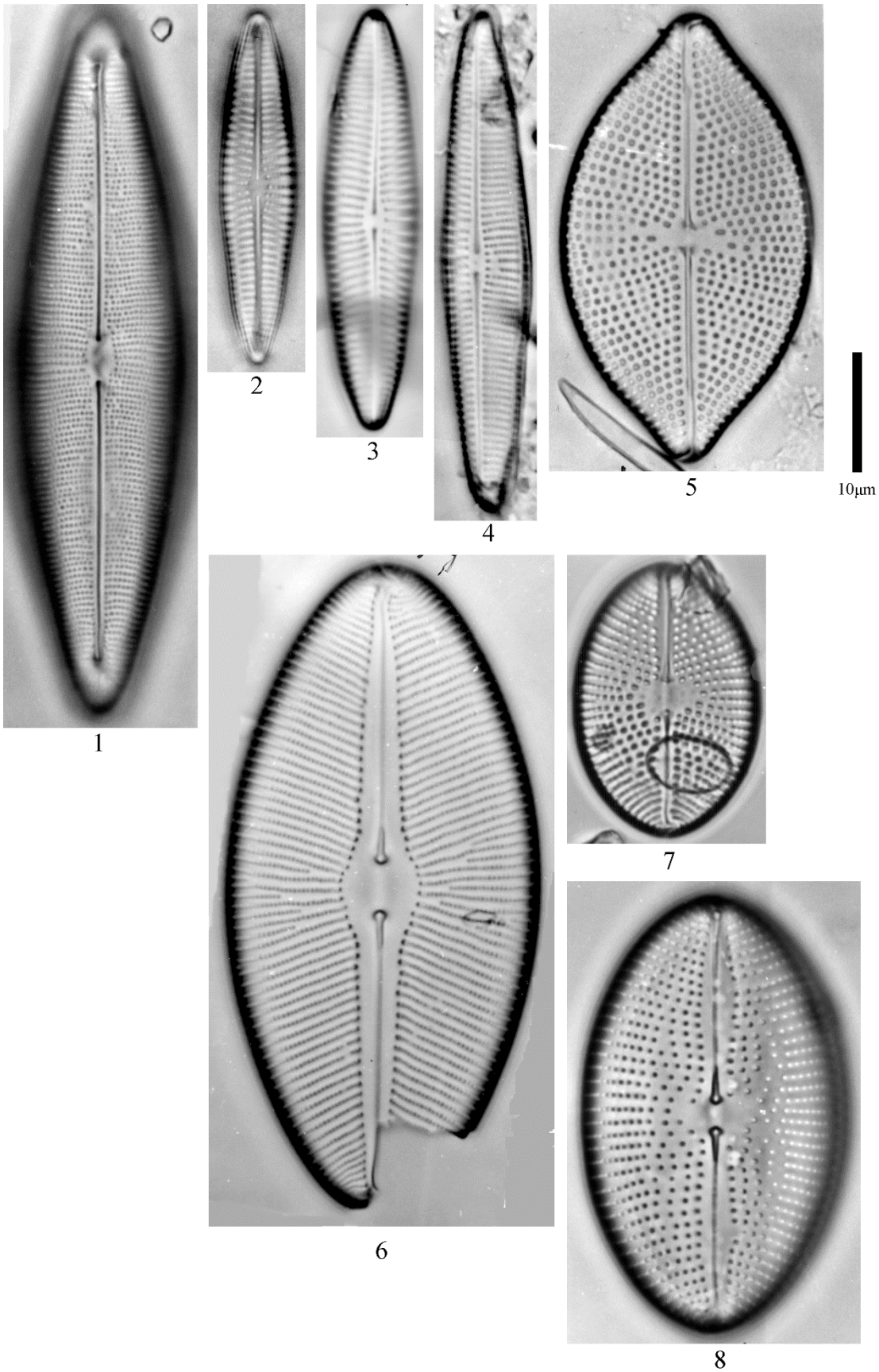


Plate 14. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Parlibellus delognei* (B). 2. *Parlibellus* sp. 1 (B). 3, 4. *Parlibellus* cf. *comoides* (B). 5. *Moreneis alpha* (nom. nud.) (B).
 6. *Petroncis beta* (nom. nud.) (B). 7. *Petroncis deltoides* (B). 8. *Petroncis granulata* (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

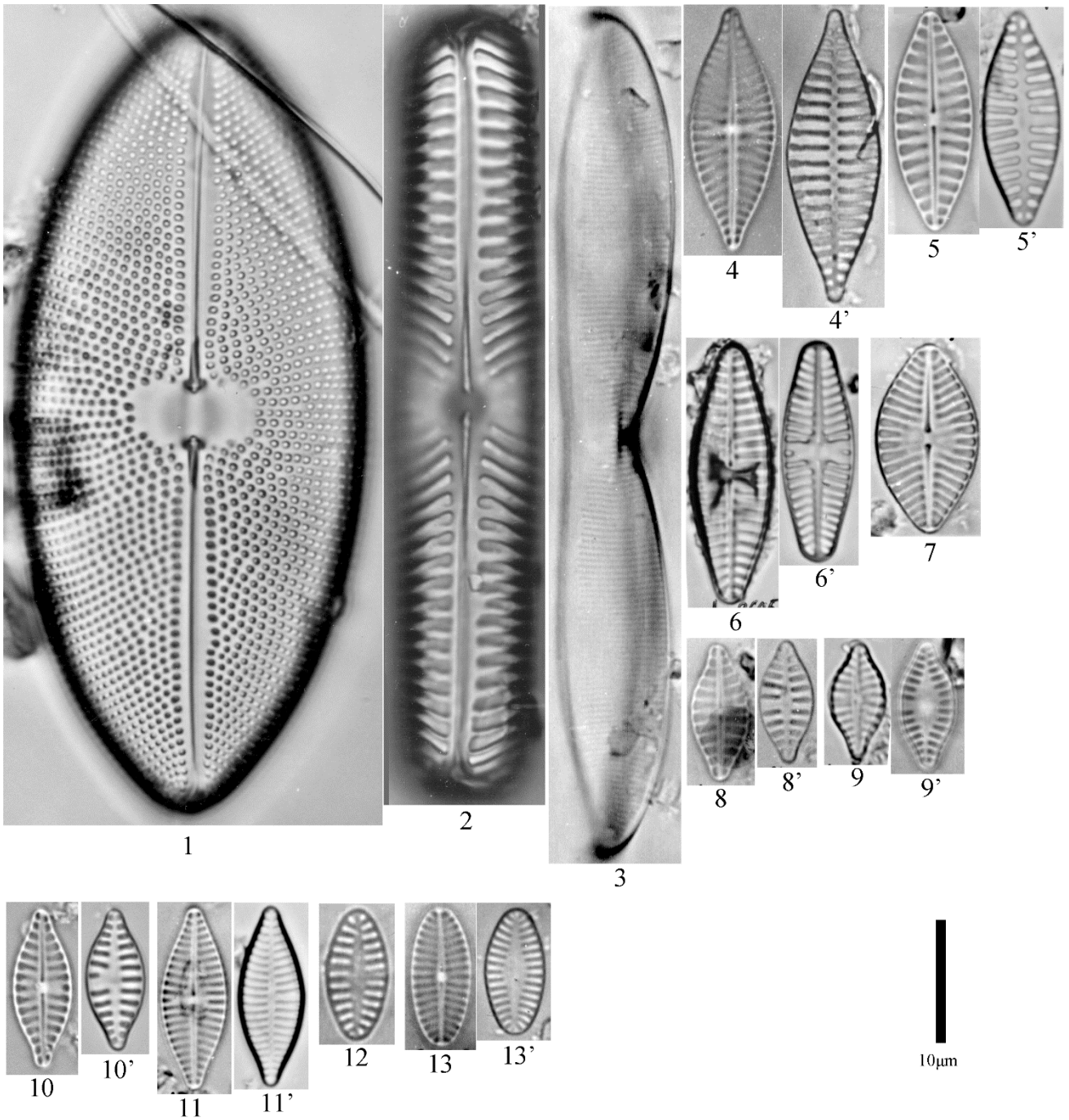


Plate 15. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

1. *Petroncis marina* (T, B). 2. *Pinnularia rectangularata* (B). 3. *Plagiotropis semistriata* (B). 4, 4'. *Planothidium* cf. *dispar* (B).
 5, 5'. *Planothidium haukianum* (B). 6, 6'. *Planothidium lanceolatum* (B). 7. *Planothidium septentrionalis* (B). 8, 8'. *Planothidium* sp. 1 (B).
 9, 9'. *Planothidium* sp. 2 (B). 10, 10'. *Planothidium* sp. 3 (T, B). 11, 11'. *Planothidium* sp. 4 (T, B). 12. *Planothidium* sp. 5 (B).
 13, 13'. *Planothidium* sp. 6 (B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

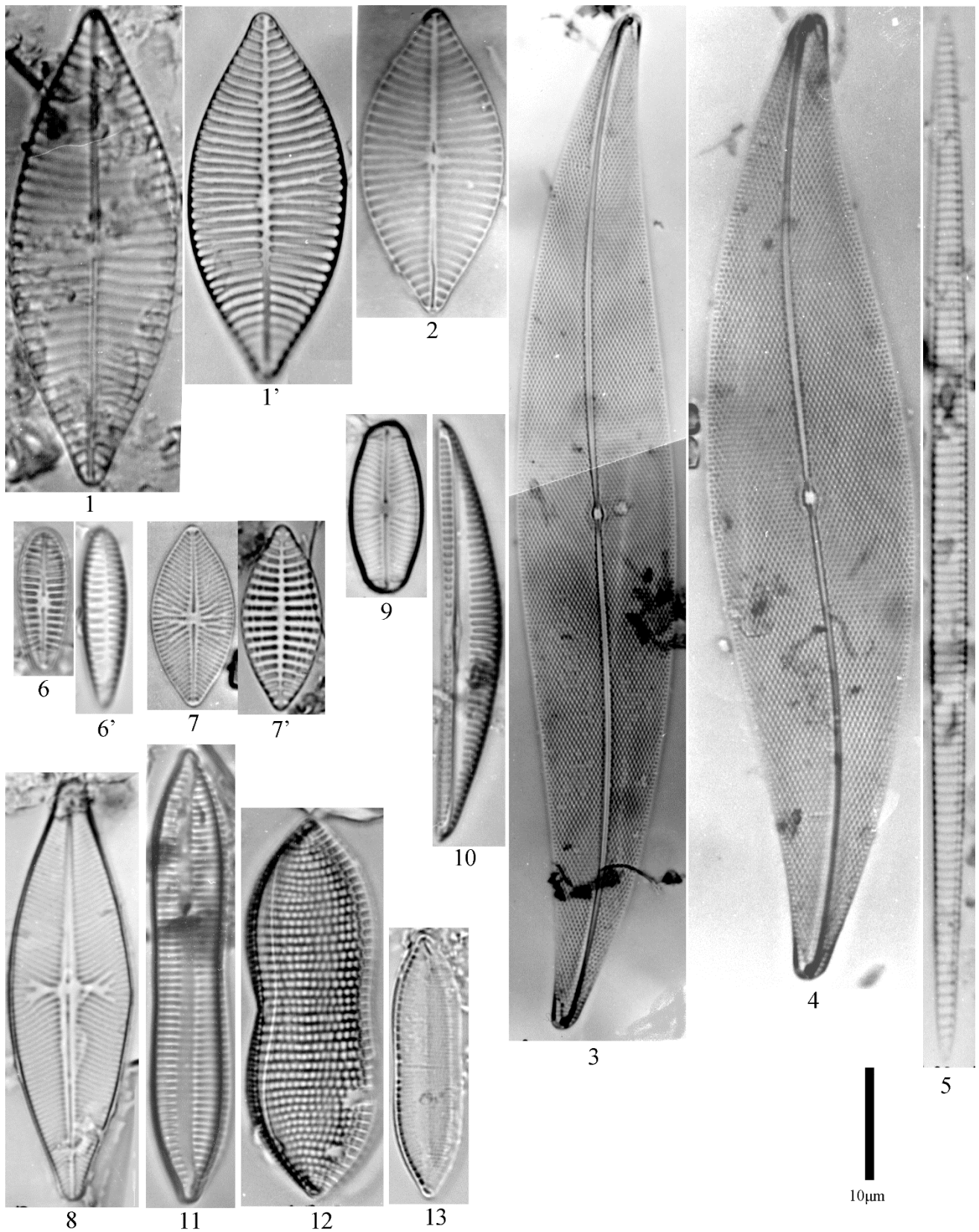


Plate 16. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River and/or Banzu tidal flat.

- 1, 1'. *Planothidium* sp. 7 (B). 2. *Planothidium* sp. 8 (B). 3. *Pleurosigma australe* (T, B). 4. *Pleurosigma* aff. *aestarii* ($\times 1500$) (B).
 5. *Pseudonitzschia* sp. 1 (T, B). 6, 6'. *Rhoicosphenia abbreviata* (T, B). 7, 7'. *Schizostauron banzuensis* (nom. nud.) (B).
 8. *Schizostauron* cf. *finbriatum* (B). 9. *Sellaphora lanceolata* (T, B). 10. *Seminavis macilenta* (B). 11. *Tryblionella apiculata* (T, B).
 12. *Tryblionella coarctata* (B). 13. *Tryblionella persuadens* (T, B). T: Tama River. B: Banzu tidal flat.

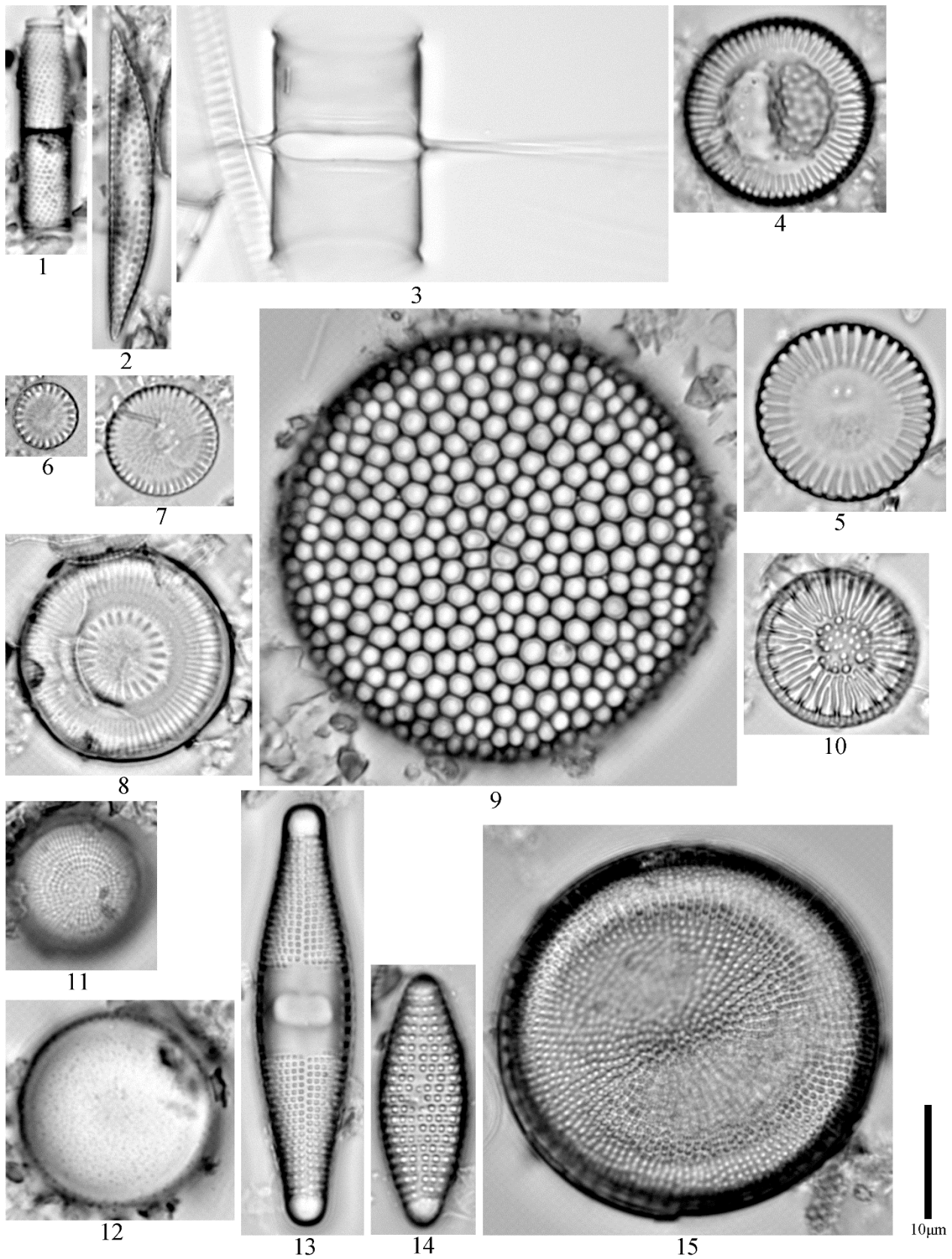


Plate 17. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Aulacosira ambigua*. 2. *Campylosira cymbelliformis*. 3. *Cheatoceros* sp.1. 4. *Cyclotella litoralis*.
5. *Cyclotella meneghiniana*. 6. *Cyclotella* sp.2. 7. *Cyclotella* sp.3. 8. *Discostella asterocostata*. 9. *Endictya hendeyi*.
10. *Handmannia praetermissa*. 11. *Melosira nummuloides*. 12. *Melosira varians*. 13. *Plagiogramma* cf. *staurophorum*.
14. *Plagiogramma* sp.1. 15. *Thalassiosira lacustris*.

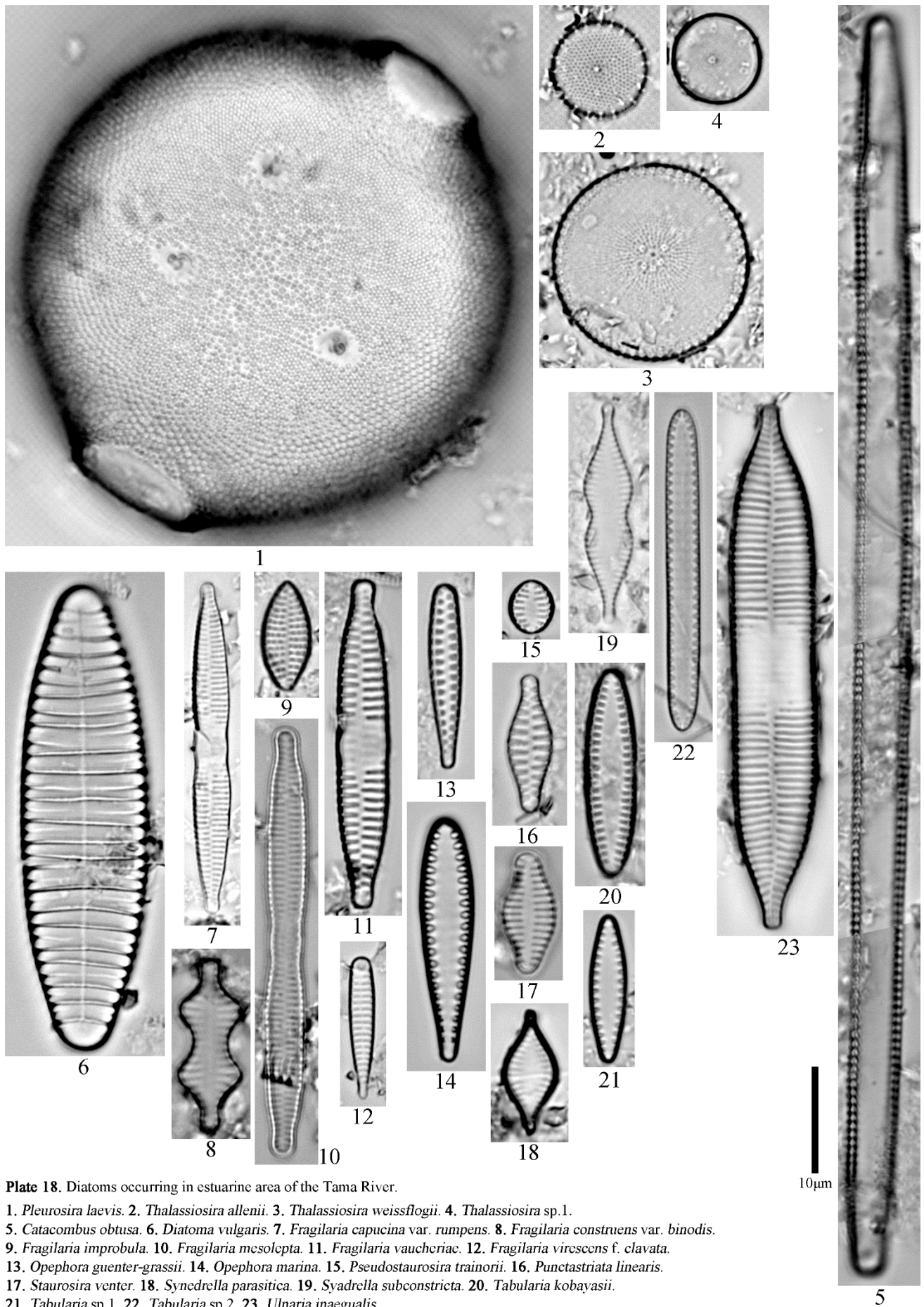


Plate 18. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Pleurosira laevis*. 2. *Thalassiosira allenii*. 3. *Thalassiosira weissflogii*. 4. *Thalassiosira* sp.1.
5. *Catacombus obtusa*. 6. *Diatoma vulgare*. 7. *Fragilaria capucina* var. *rumpens*. 8. *Fragilaria construens* var. *binodis*.
9. *Fragilaria improbula*. 10. *Fragilaria mesolepta*. 11. *Fragilaria vaucheriae*. 12. *Fragilaria virscens* f. *clavata*.
13. *Opephora guenter-grassii*. 14. *Opephora marina*. 15. *Pseudostaurosira trainorii*. 16. *Punctastriata linearis*.
17. *Staurosira venter*. 18. *Synedrella parasitica*. 19. *Synedrella subconstricta*. 20. *Tabularia kobayashi*.
21. *Tabularia* sp.1. 22. *Tabularia* sp.2. 23. *Ulnaria inaequalis*.

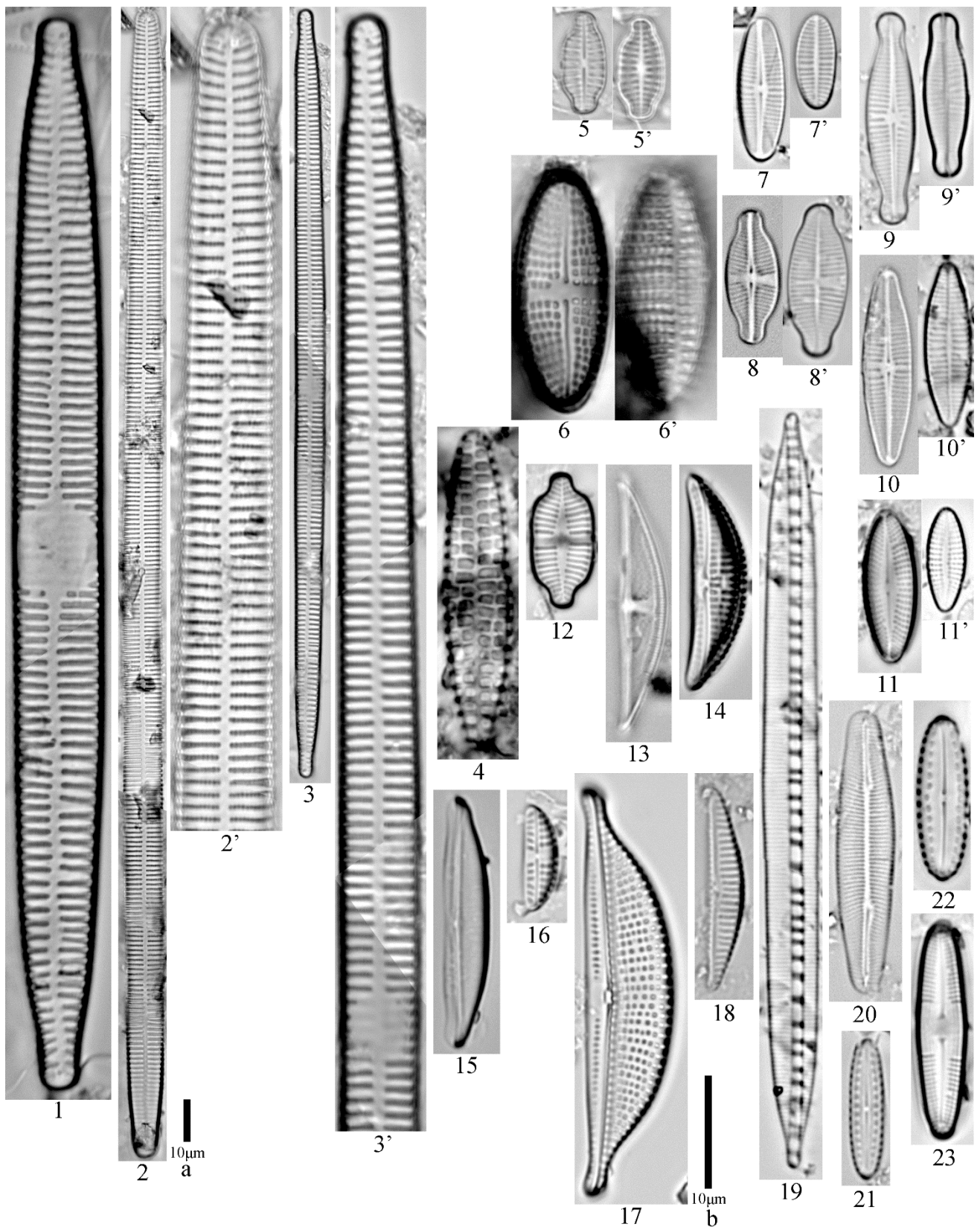


Plate 19. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Ulnaria lanccolata*. 2, 2'. *Ulnaria pseudogailonii*. 3, 3'. *Ulnaria ulna*. 4. *Achnanthes groenlandica*.
 5, 5'. *Achnanthes orientalis*. 6, 6'. *Achnanthes parvula*. 7, 7'. *Achnantheidium convergens*. 8, 8'. *Achnantheidium exiguum*.
 9, 9'. *Achnantheidium latecephalum*. 10, 10'. *Achnantheidium pyrenaicum*. 11, 11'. *Achnantheidium subhudsonis*.
 12. *Achnantheidium* sp.2. 13. *Amphora abludens*. 14. *Amphora copulata*. 15. *Amphora jostcorum*. 16. *Amphora pediculus*.
 17. *Halamphora pseudoholsatica* (nom.nud.). 18. *Amphora* sp.9. 19. *Bacillaria paxillifer*. 20. *Berkeleya rutilans*. 21. *Biremis* cf. *lucens*.
 22. *Biremis* sp.2. 23. *Caloneis lancettula*.
 Scale: a for Figs.2, 3, b for others.

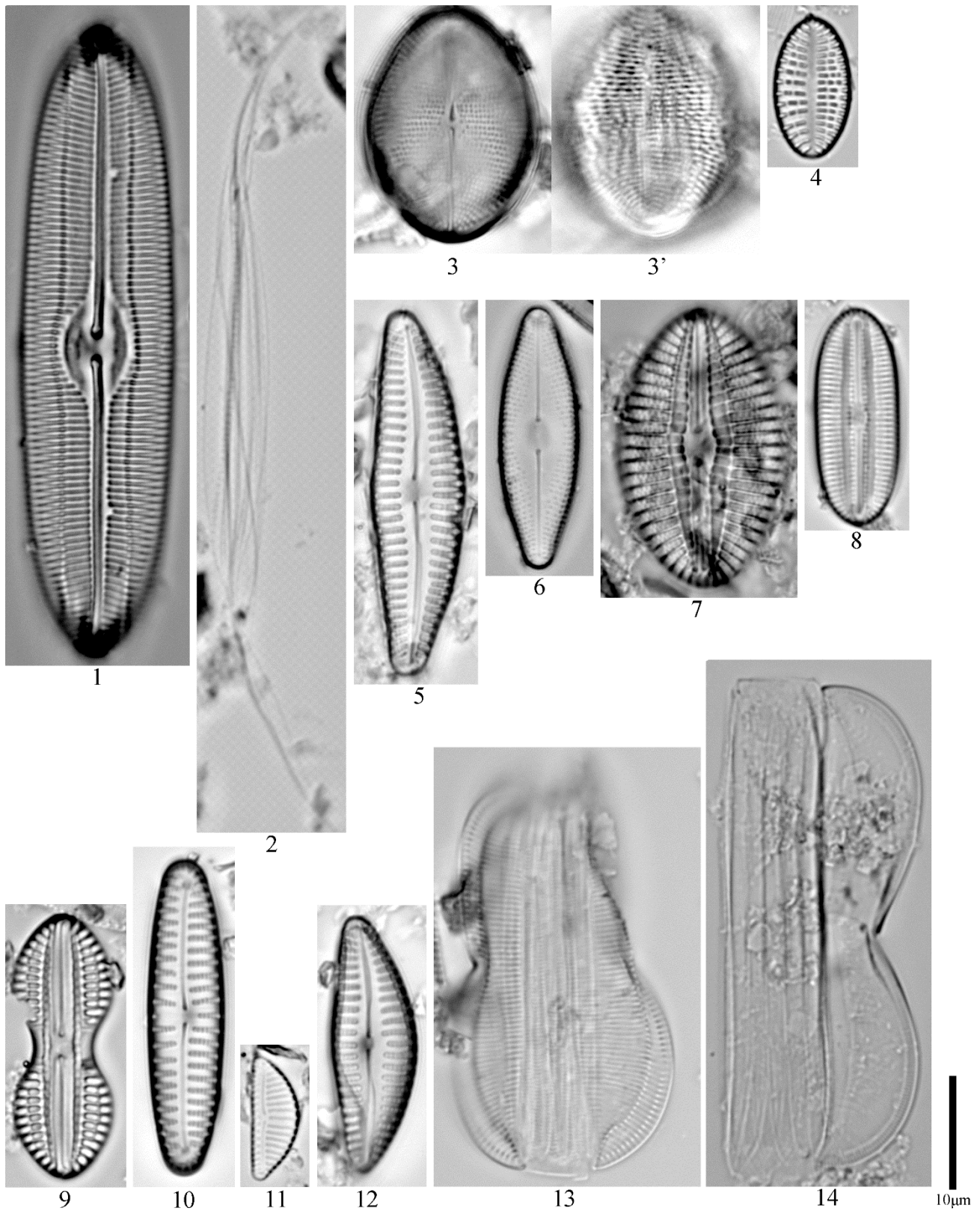


Plate 20. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Caloneis liber*. 2. *Ceratoneis reimannii*. 3, 3'. *Cocconeis pediculus*. 4. *Cocconeis* sp.11. 5. *Cymbella subleptoceros*.
 6. *Diademsis confervacca*. 7. *Diploneis marginestriata*. 8. *Diploneis smithii*. 9. *Diploneis* cf. *stroemi*. 10. *Encyonema leci*.
 11. *Encyonema minutum*. 12. *Encyonema* sp.1. 13. *Entomoneis decussata*. 14. *Entomoneis pseudoduplex*.

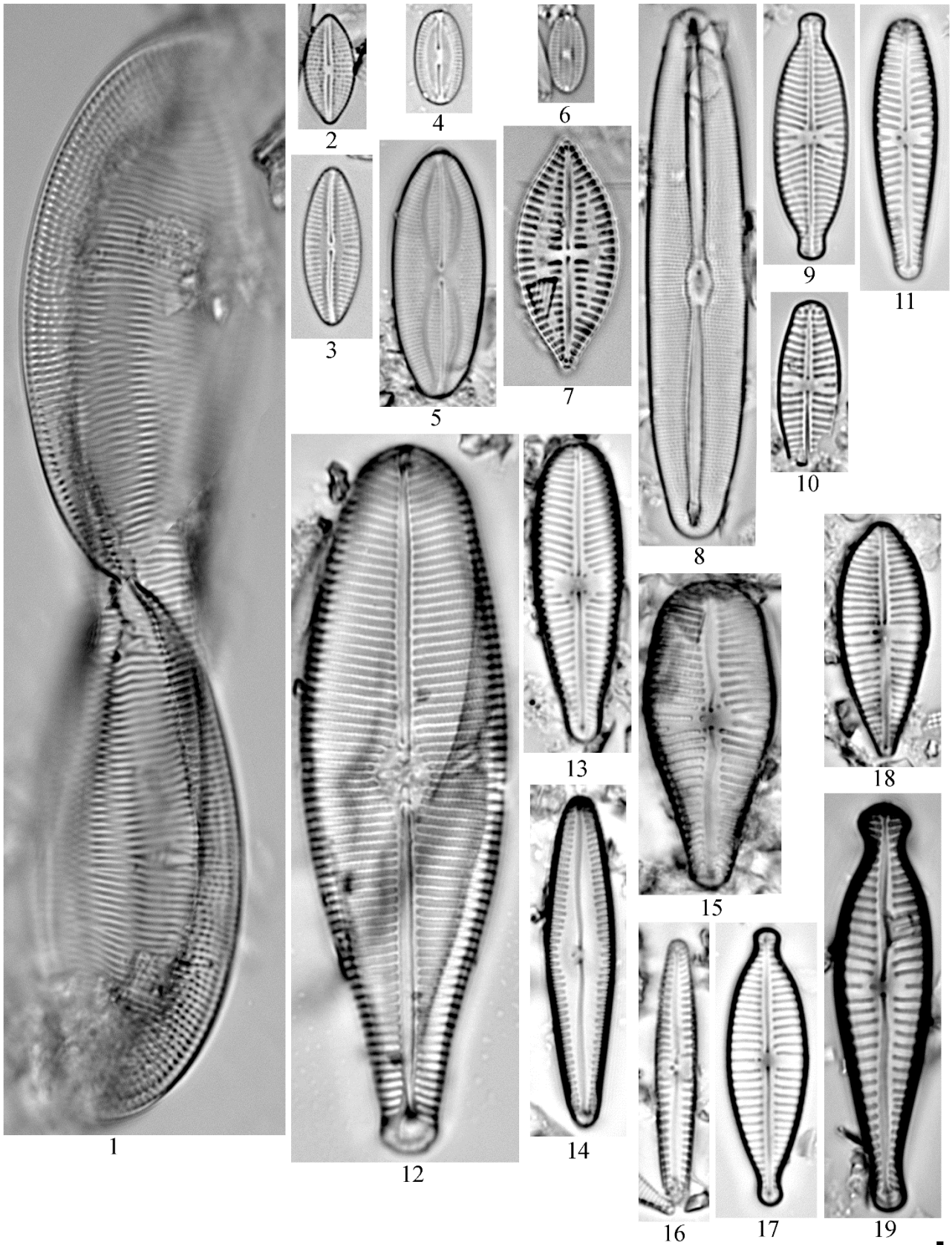


Plate 21. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Entomoneis japonica*. 2. *Eolimna subminuscula*. 3. *Fallacia gemmifera*. 4. *Fallacia margino-punctata*.
5. *Fallacia pygmaea*. 6. *Fallacia* sp. 6. 7. *Fogedia geisslerae*. 8. *Frustulia vulgaris*. 9. *Geissleria decussis*.
10. *Geissleria schoenfeldii*. 11. *Gomphoneis heterominuta*. 12. *Gomphoncis minuta*. 13. *Gomphoneis okunoi*.
14. *Gomphonema inaequilongum*. 15. *Gomphonema italicum*. 16. *Gomphonema minusculum*.
17. *Gomphonema parvulum* var. *lagenula*. 18. *Gomphonema pseudoaugar*. 19. *Gomphonema pseudosphaerophorum*.

10µm

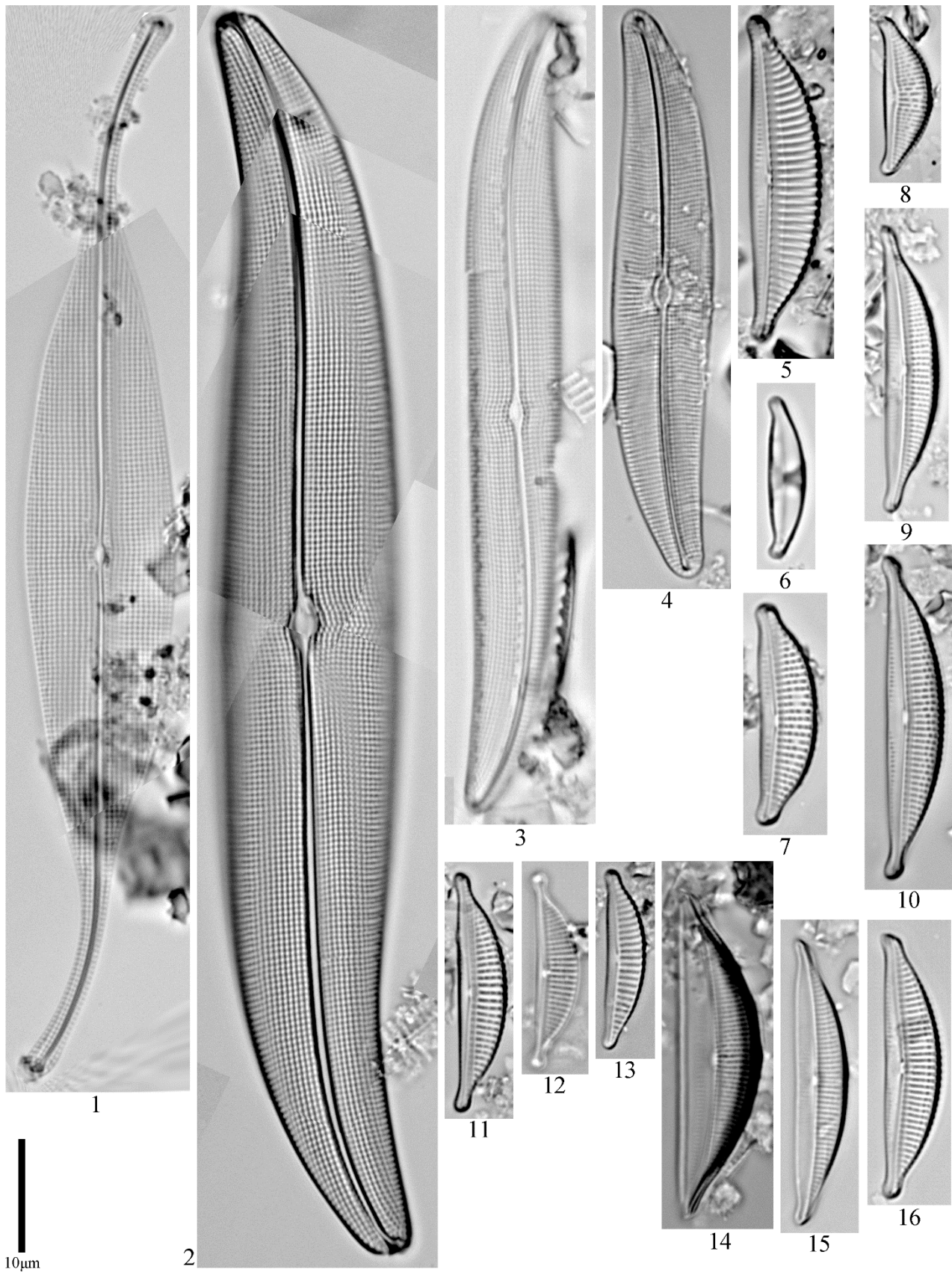


Plate 22. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Gyrosigma fasciola*. 2. *Gyrosigma acuminatum*. 3. *Gyrosigma obscurum*. 4. *Gyrosigma obtusatum*. 5. *Halamphora lineata*.
6. *Halamphora montana*. 7. *Halamphora* cf. *subholsatica*. 8. *Halamphora veneta*. 9. *Halamphora* sp.1. 10. *Halamphora* sp.2.
11. *Halamphora* sp.3. 12. *Halamphora* sp.4. 13. *Halamphora* sp.5. 14. *Halamphora* sp.6. 15. *Halamphora* sp.7.
16. *Halamphora* sp.8.

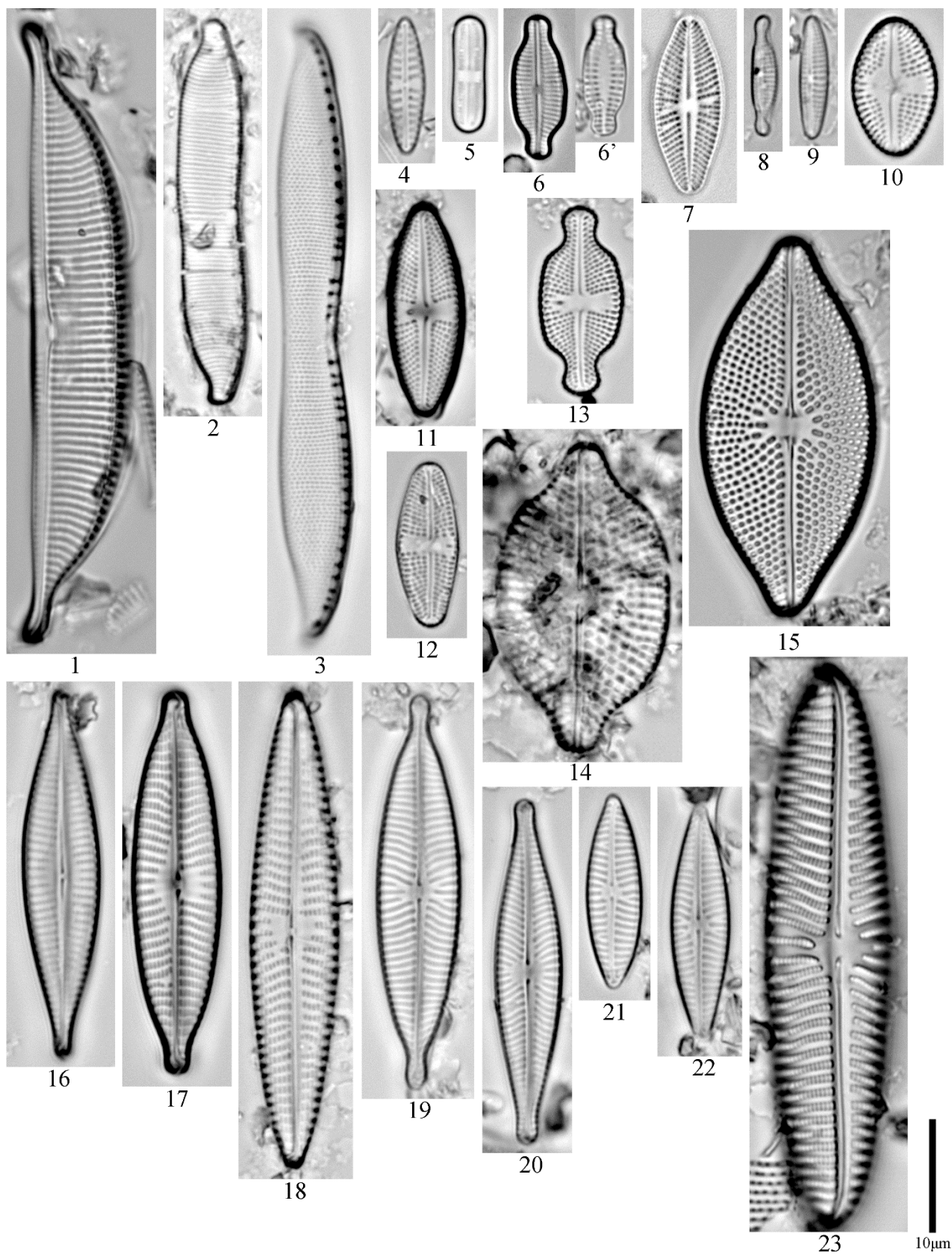


Plate 23. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Halamphora* sp.9. 2. *Hantzschia amphioxys*. 3. *Hantzschia* sp.1. 4. *Hippodonta* sp.1. 5. *Humidphira contenta*.
 6, 6'. *Karayevia amocna*. 7. *Karayevia clevci*. 8. *Lunella* sp.1. 9. *Lunella* sp.2. 10. *Luticola celebesica*.
 11. *Luticola goeppertiana*. 12. *Luticola mutica*. 13. *Luticola ventricosa*. 14. *Moreneis granulata*. 15. *Moreneis* sp.1.
 16. *Navicula ammophila*. 17. *Navicula amphiceropsis*. 18. *Navicula arenaria*. 19. *Navicula capitatoradiata*.
 20. *Navicula cryptocephala*. 21. *Navicula cryptocephala* var. *subsalina*. 22. *Navicula cryptotenella*. 23. *Navicula* cf. *digitoradiata*.

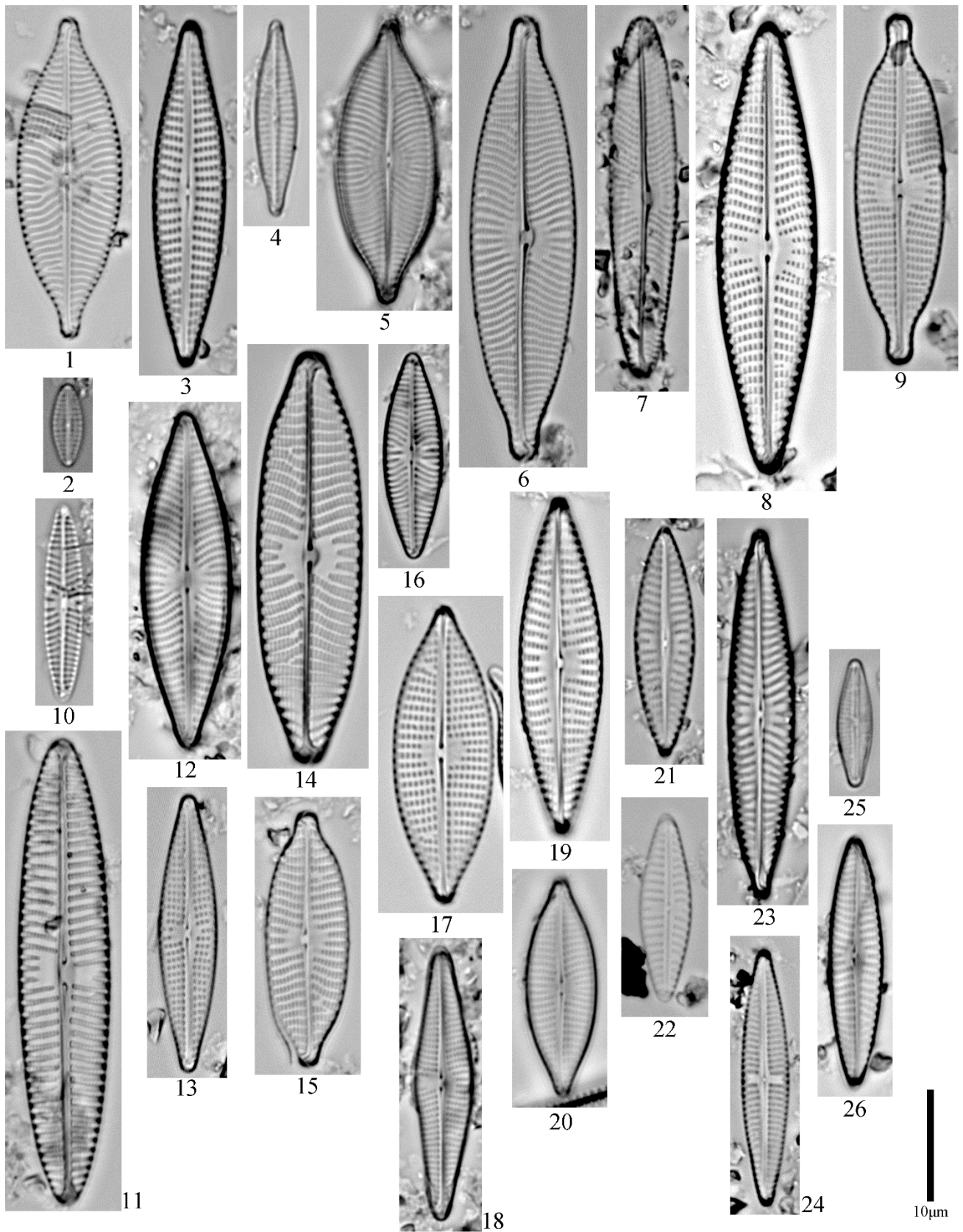


Plate 24. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Navicula digitoradiata* var. *rostelata*. 2. *Navicula* cf. *dumontiae*. 3. *Navicula flantica*. 4. *Navicula groschopfi*.
5. *Navicula jonssonii*. 6. *Navicula rostellata*. 7. *Navicula simulata*. 8. *Navicula streckerac*. 9. *Navicula subrhyncocephala*.
10. *Navicula tenelloides*. 11. *Navicula tripunctata*. 12. *Navicula trivialis*. 13. *Navicula vandamii*.
14. *Navicula viridula* var. *linearis*. 15. *Navicula watanabci*. 16. *Navicula yamatocnsis*. 17. *Navicula* sp.18. 18. *Navicula* sp.19.
19. *Navicula* sp.20. 20. *Navicula* sp.21. 21. *Navicula* sp.22. 22. *Navicula* sp.23. 23. *Navicula* sp.24. 24. *Navicula* sp.25.
25. *Navicula* sp.26. 26. *Navicula* sp.27.

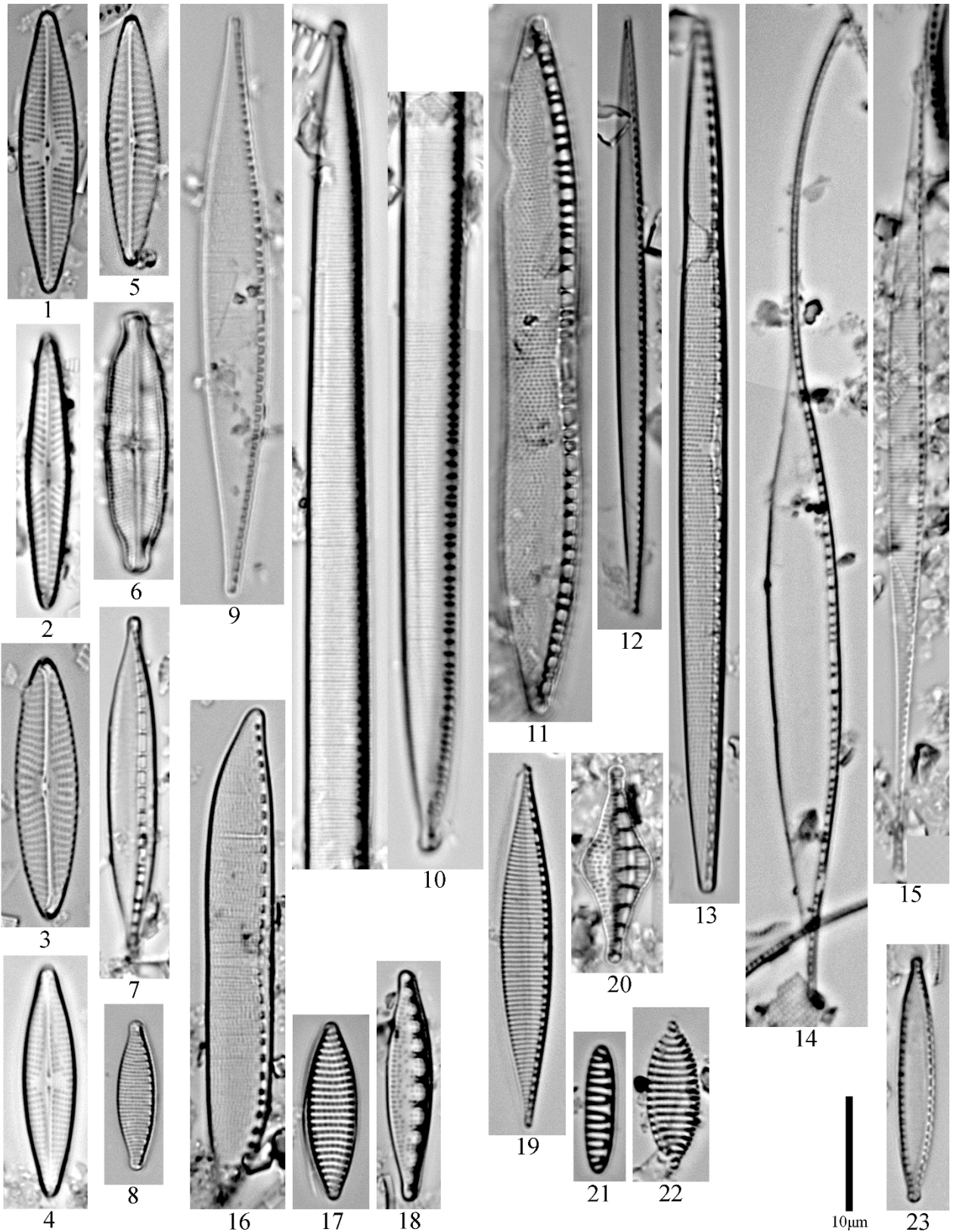


Plate 25. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Navicula* sp.28. 2. *Navicula* sp.29. 3. *Navicula* sp.30. 4. *Navicula* sp.31. 5. *Navicula* sp.32. 6. *Neidium longiceps*.
7. *Nitzschia dissipata*. 8. *Nitzschia fonticola*. 9. *Nitzschia lanceolata*. 10. *Nitzschia linearis*. 11. *Nitzschia littorea*.
12. *Nitzschia paleacea*. 13. *Nitzschia prolongata*. 14. *Nitzschia reversa*. 15. *Nitzschia rostellata*. 16. *Nitzschia scalpelliformis*.
17. *Nitzschia plioveterana*. 18. *Nitzschia solgensis*. 19. *Nitzschia subinflata*. 20. *Nitzschia tabellaria*. 21. *Nitzschia valdestriata*.
22. *Nitzschia vexans*. 23. *Nitzschia* aff. *perindistincta*.

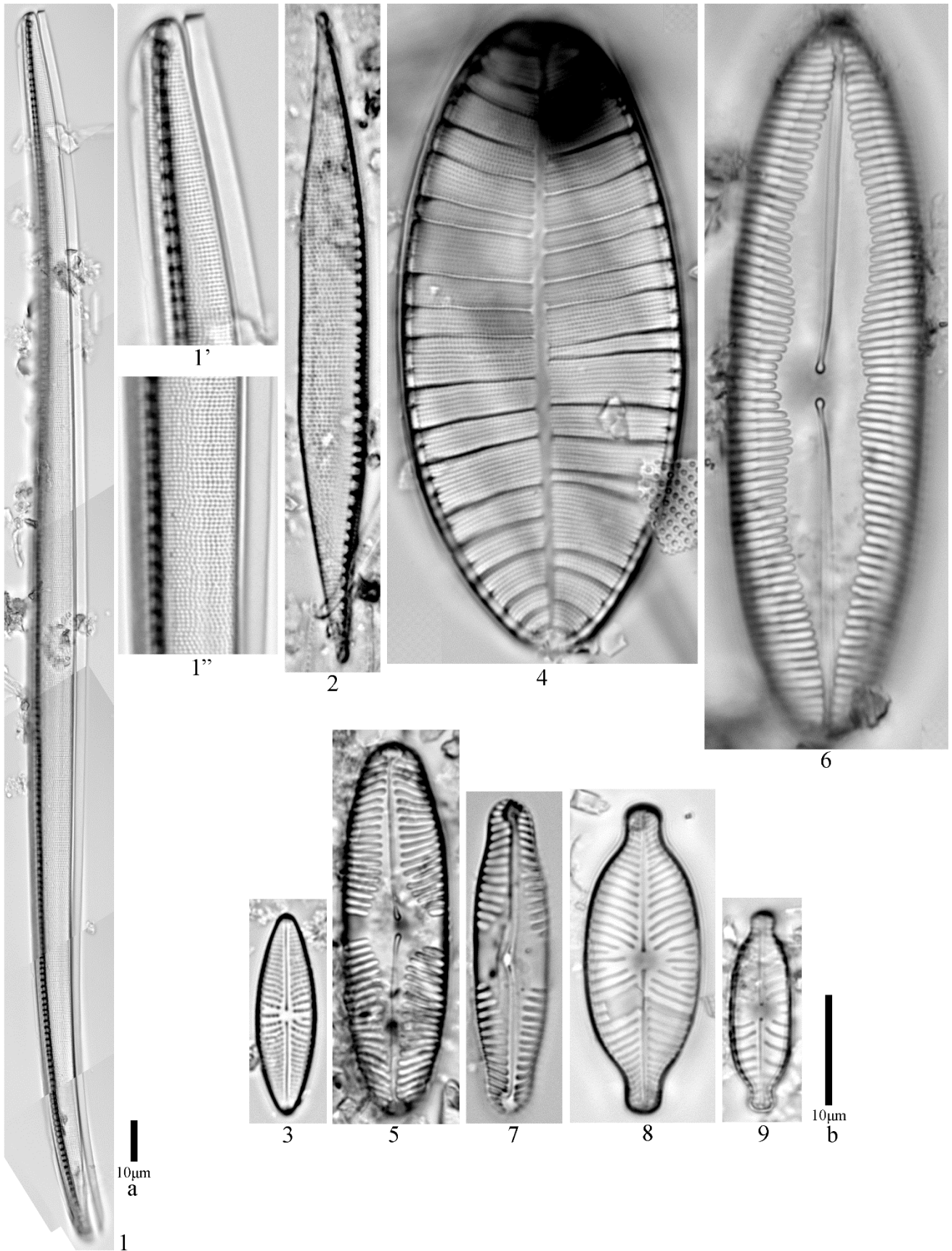


Plate 26. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1, 1', 1'', *Nitzschia sigma*. 2, *Nitzschia* sp.5. 3, *Parlibellus* sp.2. 4, *Petrodictyon gemma*. 5, *Pinnularia brebissonii*. 6, *Pinnularia lignitica*. 7, *Pinnularia valdetolerans*. 8, *Placoneis symmetrica*. 9, *Placoneis* sp.1.
 Scale: a for Fig.1, b for others.

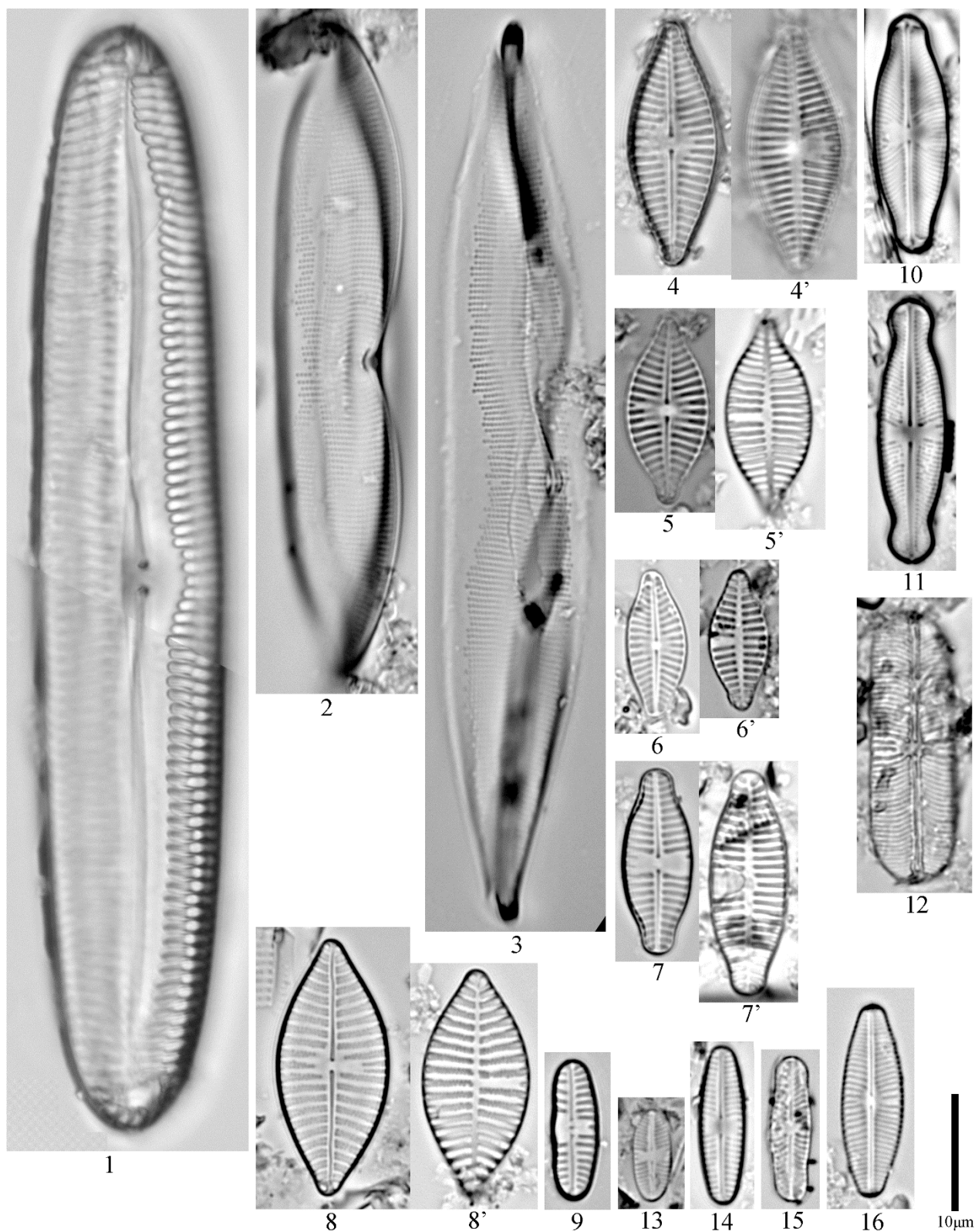


Plate 27. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Pinnularia viridiformis*. 2. *Plagiotropis gibberula*. 3. *Plagiotropis* sp.1. 4, 4'. *Planothidium delicatulum*.
 5, 5'. *Planothidium* aff. *dubium*. 6, 6'. *Planothidium engelbrechtii*. 7, 7'. *Planothidium rostratum*. 8, 8'. *Planothidium* sp.9.
 9. *Reimeria sinuata*. 10. *Sellaphora auldreekie*. 11. *Sellaphora japonica*. 12. *Sellaphora laevissima*. 13. *Sellaphora nigri*.
 14. *Sellaphora saugerresii*. 15. *Sellaphora seminulum*. 16. *Sellaphora* sp.1.

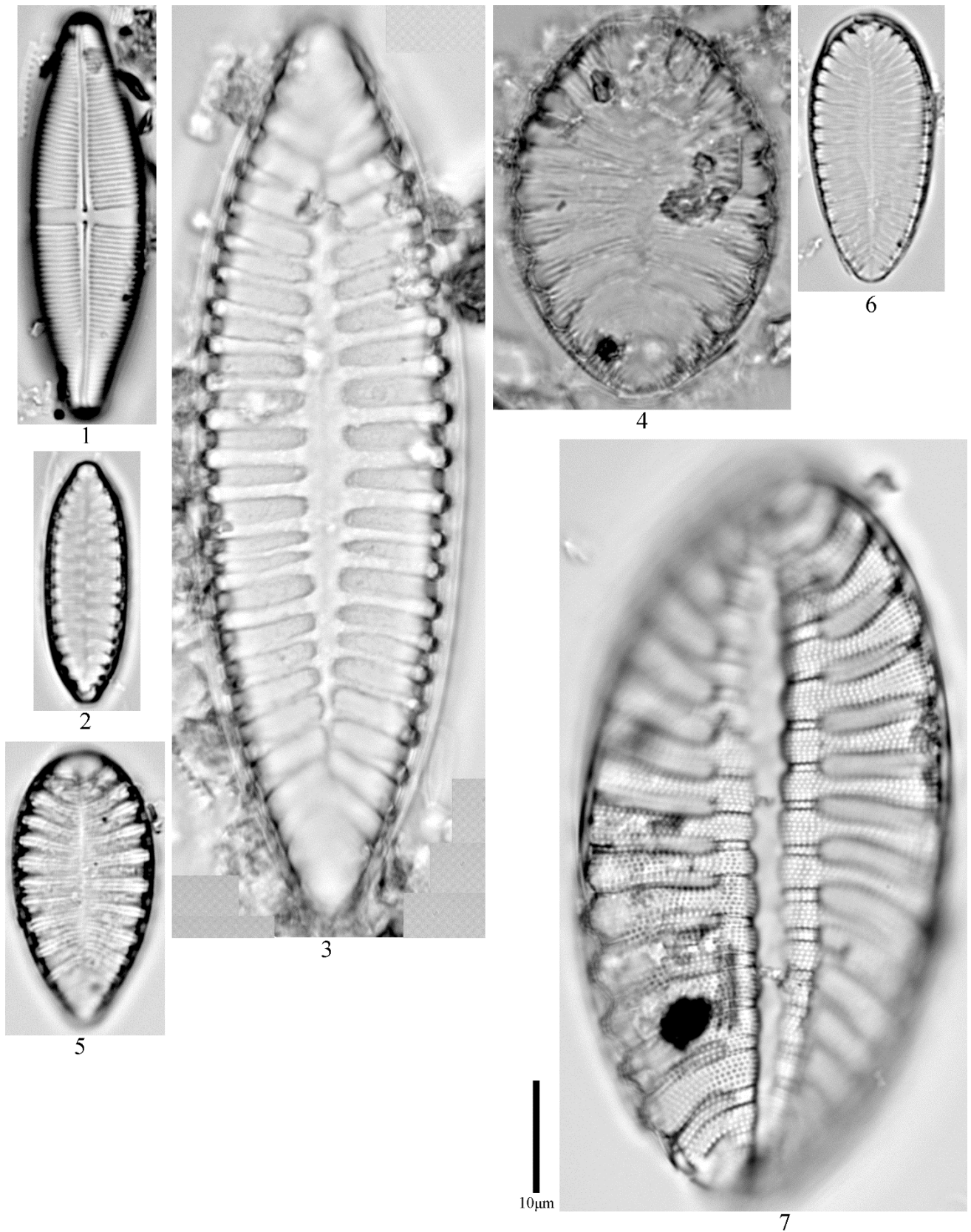


Plate 28. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Staurophora salina*. 2. *Surirella angusta*. 3. *Surirella biseriata*. 4. *Surirella brebissonii*. 5. *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii*.
 6. *Surirella minuta*. 7. *Petrodictyon voigtii*.

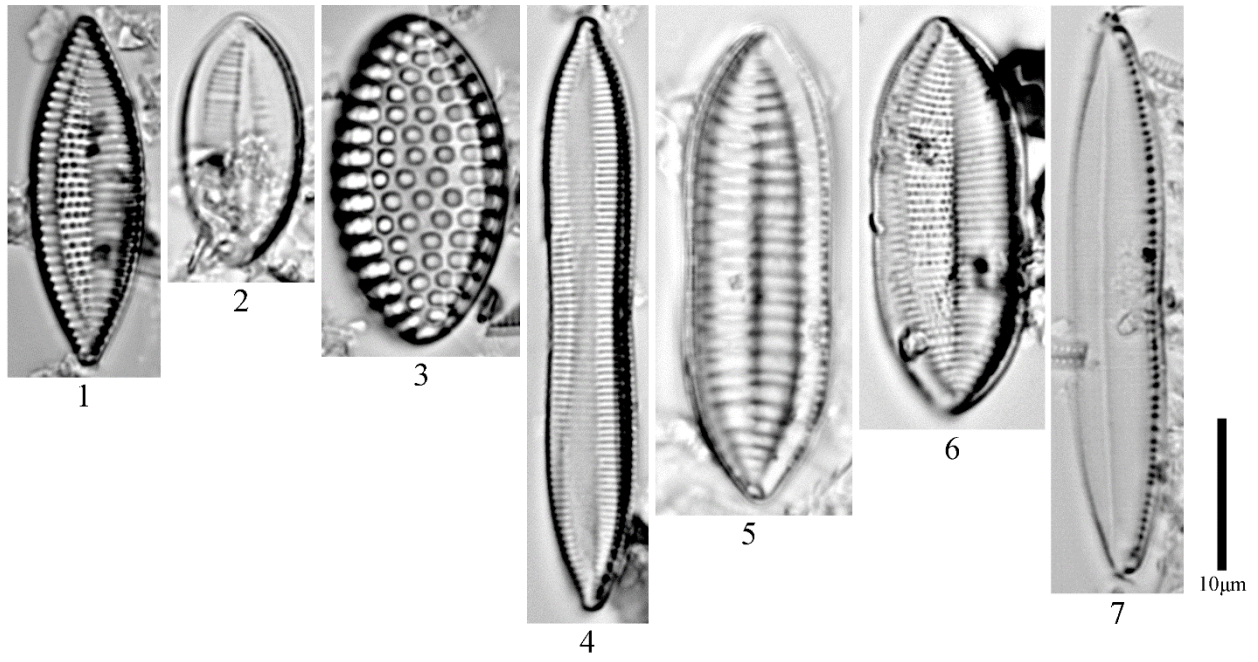


Plate 29. Diatoms occurring in estuarine area of the Tama River.

1. *Tryblionella balatonis* (nom.nud.). 2. *Tryblionella debilis*. 3. *Tryblionella granulata*. 4. *Tryblionella ligowskii* (nom.nud.).
 5. *Tryblionella salinarum*. 6. *Tryblionella* sp.1. 7. *Tryblionella* sp.2.

Appendix 1–1. Comparison of diatom flora between Tama River estuary and Banzu tidal flat.

Taxa	Occurrence	Plate	Main habitat*
<i>Achnanthes groenlandica</i> (Cleve) Grunow	(T)	Pl. 19. Fig. 4.	b, m
<i>Achnanthes orientalis</i> Hustedt	(T)	Pl. 19. Figs. 5, 5'.	b, m
<i>Achnanthes parvula</i> (Kützing)	(T)	Pl. 19. Figs. 6, 6'.	m
<i>Achnantheidium convergens</i> H. Kobayasi	(T)	Pl. 19. Figs. 7, 7'.	f
<i>Achnantheidium druartii</i> Rimet & Couté	(B)	Pl. 4. Fig. 8.	f
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	(T)	Pl. 19. Figs. 8, 8'.	f, b
<i>Achnantheidium gracillimum</i> (Meister) Lange-Bertalot	(T, B)	Pl. 4. Fig. 6.	f
<i>Achnantheidium latecephalum</i> H. Kobayasi	(T)	Pl. 19. Figs. 9, 9'.	f
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	(T, B)	Pl. 4. Fig. 7.	f
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H. Kobayasi	(T)	Pl. 19. Figs. 10, 10'.	f
<i>Achnantheidium subhudsonis</i> (Hustedt) H. Kobayasi	(T)	Pl. 19. Figs. 11, 11'.	f
<i>Achnantheidium</i> sp. 1.	(B)	Pl. 4. Fig. 9.	m
<i>Achnantheidium</i> sp. 2.	(T)	Pl. 19. Fig. 12.	f
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory) Hustedt	(B)	Pl. 1. Fig. 1.	m
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	(B)	Pl. 1. Fig. 11.	m
<i>Amphora abludens</i> Simonsen	(T)	Pl. 19. Fig. 13.	b, m
<i>Amphora aliformis</i> J. G. Stepanek et al.	(B)	Pl. 4. Fig. 10.	m
<i>Amphora arenicola</i> Grunow	(T, B)	Pl. 5. Fig. 3.	b, m
<i>Amphora australiensis</i> J. John	(T, B)	Pl. 4. Fig. 11.	b, m
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archbald	(T)	Pl. 19. Fig. 14.	f
<i>Amphora crassa</i> Gregory	(B)	Pl. 4. Fig. 13.	b, m
<i>Amphora cymbamphora</i> Cholnoky	(B)	Pl. 4. Fig. 14.	b, m
<i>Amphora delicatissima</i> Krasske	(B)	Pl. 4. Fig. 15.	b, m
<i>Amphora exilissima</i> Giffen	(B)	Pl. 4. Fig. 16.	b, m
<i>Amphora francescae</i> Giffen	(B)	Pl. 4. Fig. 17.	b, m
<i>Amphora helenensis</i> Giffen	(B)	Pl. 4. Fig. 18.	b, m
<i>Amphora jostesorum</i> Witkowski et al.	(T)	Pl. 19. Fig. 15.	m
<i>Amphora laevissima</i> var. <i>perminuta</i> Grunow	(B)	Pl. 4. Fig. 21.	m
<i>Amphora laevissima</i> W. Gregory	(B)	Pl. 4. Fig. 20.	m
<i>Amphora longa</i> Hustedt	(T, B)	Pl. 5. Fig. 1.	b, m
<i>Amphora</i> cf. <i>marina</i> W. Smith	(T, B)	Pl. 5. Fig. 8.	b, m
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	(T)	Pl. 19. Fig. 16.	f, b
<i>Amphora polita</i> Krasske	(B)	Pl. 5. Fig. 2.	m
<i>Amphora proteus</i> Gregory	(B)	Pl. 5. Fig. 4.	m
<i>Amphora spectabilis</i> Gregory	(B)	Pl. 5. Fig. 5.	m
<i>Amphora tumida</i> Hustedt	(B)	Pl. 5. Fig. 6.	m
<i>Amphora turgida</i> Gregory	(B)	Pl. 5. Fig. 7.	m
<i>Amphora</i> sp. 1.	(B)	Pl. 5. Fig. 9.	m
<i>Amphora</i> sp. 2.	(B)	Pl. 5. Fig. 10.	m
<i>Amphora</i> sp. 3.	(B)	Pl. 5. Fig. 11.	m
<i>Amphora</i> sp. 4.	(B)	Pl. 5. Fig. 12.	m
<i>Amphora</i> sp. 5.	(B)	Pl. 5. Fig. 13.	m
<i>Amphora</i> sp. 6.	(B)	Pl. 5. Fig. 14.	m

(Appendix 1–2)

<i>Amphora</i> sp. 7.	(B)	Pl. 5. Fig. 15.	m
<i>Amphora</i> sp. 8.	(B)	Pl. 5. Fig. 16.	m
<i>Amphora</i> sp. 9.	(T)	Pl. 19. Fig. 18.	b, m
<i>Amphora</i> sp. 10.	(B)	Pl. 6. Fig. 1.	m
<i>Amphora</i> sp. 11.	(B)	Pl. 6. Fig. 2.	m
<i>Amphora</i> sp. 12.	(B)	Pl. 6. Fig. 3.	m
<i>Amphora</i> sp. 13.	(B)	Pl. 6. Fig. 4.	m
<i>Amphora</i> sp. 14.	(B)	Pl. 6. Fig. 5.	m
<i>Amphora</i> sp. 15.	(B)	Pl. 6. Fig. 6.	m
<i>Amphora</i> sp. 16.	(B)	Pl. 6. Fig. 7.	m
<i>Amphora</i> sp. 17.	(B)	Pl. 6. Fig. 8.	m
<i>Amphora</i> sp. 18.	(B)	Pl. 6. Fig. 9.	m
<i>Amphora</i> sp. 19.	(B)	Pl. 6. Fig. 10.	m
<i>Anaulus balticus</i> Simonsen	(B)	Pl. 2. Fig. 7.	m
<i>Anaulus creticus</i> Drebes & Schulz	(B)	Pl. 2. Fig. 8.	m
<i>Anaulus</i> sp. 1.	(B)	Pl. 2. Fig. 9.	m
<i>Anaulus</i> sp. 2.	(B)	Pl. 2. Fig. 10.	m
<i>Anorthoneis eurystoma</i> Cleve	(B)	Pl. 6. Fig. 12.	m
<i>Anorthoneis tenuis</i> Hustedt	(B)	Pl. 6. Fig. 13.	m
<i>Anorthoneis vortex</i> Sterrenburg	(B)	Pl. 6. Fig. 14.	m
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	(B)	Pl. 2. Fig. 11.	f
<i>Astertiella bahusiensis</i> (Grunow) Witkowski et al.	(T, B)	Pl. 6. Fig. 15.	b, m
<i>Astertiella</i> sp. 1.	(B)	Pl. 6. Fig. 16.	m
<i>Astertiella</i> sp. 2.	(B)	Pl. 6. Fig. 17.	m
<i>Astertiella</i> sp. 3.	(B)	Pl. 6. Fig. 18.	m
<i>Astertiella</i> sp. 4.	(B)	Pl. 6. Fig. 19.	m
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	(T)	Pl. 17. Fig. 1.	f
<i>Auliscus caelatus</i> Bailey	(B)	Pl. 1. Fig. 10.	m
<i>Austariella jamalinensis</i> (Cleve) Witkowski et al.	(T, B)	Pl. 6. Fig. 20.	b, m
<i>Bacillaria paxillifer</i> (O. F. Müller) Hendey	(T)	Pl. 19. Fig. 19.	f, b, m
<i>Berkeleya fennica</i> Juhlin-Dannfelt	(B)	Pl. 6. Fig. 21.	m
<i>Berkeleya rutilans</i> (Trentepohl ex Roth) Grunow	(T)	Pl. 19. Fig. 20.	m
<i>Biremis</i> cf. <i>lucens</i> (Hustedt) Sabbe et al.	(T)	Pl. 19. Fig. 21.	b, m
<i>Biremis ridicula</i> (M. H. Giffen) D. G. Mann	(B)	Pl. 6. Fig. 22.	m
<i>Biremis</i> sp. 1.	(B)	Pl. 6. Fig. 23.	m
<i>Biremis</i> sp. 2.	(T)	Pl. 19. Fig. 22.	b, m
<i>Brachysira</i> sp. 1.	(B)	Pl. 7. Fig. 1.	f
<i>Brachysira</i> sp. 2.	(B)	Pl. 7. Fig. 2.	f
<i>Brockmanniella brockmannii</i> (Hustedt) Hasle et al.	(B)	Pl. 2. Fig. 12.	m
<i>Caloneis amphibaena</i> var. <i>subsalina</i> (Donkin) Cleve	(T, B)	Pl. 7. Fig. 3.	b
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	(T)	Pl. 19. Fig. 23.	f
<i>Caloneis liber</i> (W. smith) Cleve	(T)	Pl. 20. Fig. 1.	f
<i>Campylosira cymbelliformis</i> (A. W. F. Schmidt) Grunow ex Van Heurck	(T)	Pl. 17. Fig. 2.	m
<i>Campylosira</i> sp. 1.	(B)	Pl. 2. Fig. 13.	m
<i>Campylosira</i> sp. 2.	(T, B)	Pl. 2. Fig. 14.	b, m

(Appendix 1–3)

<i>Catacombus obtusa</i> (Pantocsek) P. J. M. Snoeijjs	(T)	Pl. 18. Fig. 5.	b
<i>Catenula adhaerens</i> (Mereschkowsky) Mereschkowsky	(T, B)	Pl. 6. Fig. 11.	b, m
<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg	(B)	Pl. 7. Fig. 4.	m
<i>Ceratoneis reimannii</i> Jahn et Kusber	(T)	Pl. 20. Fig. 2.	m
<i>Chaetoceros</i> sp. 1.	(T)	Pl. 17. Fig. 3.	m
<i>Chamaepinnularia clamans</i> (Hustedt) Witkowski et al.	(B)	Pl. 7. Fig. 5.	m
<i>Chamaepinnularia</i> sp. 1.	(B)	Pl. 7. Fig. 6.	m
<i>Cocconeopsis breviata</i> (Hustedt) Witkowski	(B)	Pl. 7. Fig. 7.	m
<i>Cocconeis clandestina</i> A. Schmidt	(B)	Pl. 7. Fig. 8.	m
<i>Cocconeis distans</i> W. Gregory	(B)	Pl. 7. Fig. 9.	m
<i>Cocconeis grata</i> A. W. F. Schmidt ex Romero & Riaux-Gobin	(B)	Pl. 7. Fig. 10.	m
<i>Cocconeis hauniensis</i> A. Witkowski	(B)	Pl. 7. Fig. 11.	m
<i>Cocconeis</i> aff. <i>hauniensis</i>	(B)	Pl. 7. Fig. 12.	m
<i>Cocconeis neothumensis</i> var. <i>marina</i> M. De Stefano et al.	(T, B)	Pl. 7. Fig. 13.	b, m
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	(T)	Pl. 20. Figs. 3, 3'.	f
<i>Cocconeis</i> aff. <i>peltoides</i>	(B)	Pl. 8. Fig. 1.	m
<i>Cocconeis</i> cf. <i>peltoides</i>	(B)	Pl. 8. Fig. 2.	m
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	(T, B)	Pl. 7. Fig. 14.	f
<i>Cocconeis pseudograta</i> Hustedt	(B)	Pl. 7. Fig. 15.	m
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	(T, B)	Pl. 7. Fig. 16.	m
<i>Cocconeis scutellum</i> var. <i>parva</i> (Grunow) Cleve	(B)	Pl. 7. Fig. 17.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 1.	(B)	Pl. 8. Fig. 3.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 2.	(B)	Pl. 8. Fig. 4.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 3.	(T, B)	Pl. 8. Fig. 5.	b, m
<i>Cocconeis</i> sp. 4.	(B)	Pl. 8. Fig. 6.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 5.	(B)	Pl. 8. Fig. 7.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 6.	(B)	Pl. 8. Fig. 8.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 7.	(B)	Pl. 8. Fig. 9.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 8.	(B)	Pl. 8. Fig. 10.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 9.	(B)	Pl. 8. Fig. 11.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 10.	(B)	Pl. 8. Fig. 12.	m
<i>Cocconeis</i> sp. 11.	(T)	Pl. 20. Fig. 4.	m
<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellermann) Theriot et al.	(B)	Pl. 1. Fig. 2.	f, b
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	(T, B)	Pl. 1. Fig. 3.	f, b
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	(T, B)	Pl. 1. Fig. 4.	f
<i>Cyclotella litoralis</i> Lange-Bertalot & Syvertsen	(T)	Pl. 17. Fig. 4.	b, m
<i>Cyclotella meduanae</i> Germain	(B)	Pl. 1. Fig. 5.	b
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	(T)	Pl. 17. Fig. 5.	f, b
<i>Cyclotella</i> sp. 1.	(T, B)	Pl. 1. Fig. 6.	b
<i>Cyclotella</i> sp. 2.	(T)	Pl. 17. Fig. 6.	b
<i>Cyclotella</i> sp. 3.	(T)	Pl. 17. Fig. 7.	b
<i>Cymatoneis margarita</i> A. Witkowski	(B)	Pl. 8. Fig. 14.	m
<i>Cymbella subleptoceros</i> Krammer	(T)	Pl. 20. Fig. 5.	f
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow	(T, B)	Pl. 8. Fig. 13.	f
<i>Cymbellonitzschia szulczewskii</i> A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 8. Fig. 15.	m

(Appendix 1–4)

<i>Delphineis australis</i> (P. Petit) Tsuy. Watanabe et al.	(T, B)	Pl. 2. Fig. 15.	b, m
<i>Diademoides</i> cf. <i>luxuriosa</i> (Greville) K. -D. Kemp & T. B. B. Paddock	(B)	Pl. 8. Fig. 16.	m
<i>Diademsis confervacea</i> Kützing	(T)	Pl. 20. Fig. 6.	f, b
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	(T, B)	Pl. 2. Fig. 16.	f
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	(T)	Pl. 18. Fig. 6.	f
<i>Dimeregramma hyalinum</i> Hustedt	(B)	Pl. 2. Fig. 17.	m
<i>Dimeregramma minor</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	(B)	Pl. 2. Fig. 18.	m
<i>Dimeregramma</i> sp. 1.	(B)	Pl. 2. Fig. 19.	m
<i>Diploneis interrupta</i> (Kützing) Cleve	(B)	Pl. 8. Fig. 17.	m
<i>Diploneis litoralis</i> (Donkin) Cleve	(B)	Pl. 8. Fig. 18.	m
<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt	(T)	Pl. 20. Fig. 7.	f
<i>Diploneis smithii</i> (W. Smith) Cleve	(T)	Pl. 20. Fig. 8.	f
<i>Diploneis</i> cf. <i>stroemi</i> Hustedt	(T)	Pl. 20. Fig. 9.	m
<i>Diploneis vetula</i> var. <i>americana</i> Hustedt	(B)	Pl. 8. Fig. 19.	m
<i>Diploneis</i> sp. 1.	(B)	Pl. 9. Fig. 1.	m
<i>Diploneis</i> sp. 2.	(B)	Pl. 9. Fig. 2.	m
<i>Diploneis</i> sp. 3.	(B)	Pl. 9. Fig. 3.	m
<i>Diploneis</i> sp. 4.	(B)	Pl. 9. Fig. 4.	m
<i>Diploneis</i> sp. 5.	(B)	Pl. 9. Fig. 5.	m
<i>Diploneis</i> sp. 6.	(B)	Pl. 9. Fig. 6.	m
<i>Discostella asterocostata</i> (Lin et al.) Houk & Klee	(T)	Pl. 17. Fig. 8.	f, b
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee	(T, B)	Pl. 1. Fig. 7.	f, b
<i>Donkinia recta</i> (Donkin) Grunow	(B)	Pl. 9. Fig. 8.	m
<i>Ehrenbergia granulosa</i> (Grunow) Witkowski	(B)	Pl. 2. Fig. 2.	m
<i>Encyonema leei</i> (Krammer) T. Ohtsuka et al.	(T)	Pl. 20. Fig. 10.	f
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D. G. Mann	(T)	Pl. 20. Fig. 11.	f
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann	(T, B)	Pl. 9. Fig. 7.	f
<i>Encyonema</i> sp. 1.	(T)	Pl. 20. Fig. 12.	f
<i>Endictya hendeyi</i> E. Hemphill-Haley	(T)	Pl. 17. Fig. 9.	m
<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	(T, B)	Pl. 10. Fig. 1.	b, m
<i>Entomoneis decussata</i> (Grun.) Osada & H. Kobayasi	(T)	Pl. 20. Fig. 13.	m
<i>Entomoneis japonica</i> (Cleve) Osada	(T)	Pl. 21. Fig. 1.	b, m
<i>Entomoneis pseudoduplex</i> Osada & H. Kobayasi	(T)	Pl. 20. Fig. 14.	m
<i>Eolimna subminuscula</i> (Mangin) Moser et al.	(T)	Pl. 21. Fig. 2.	f, b
<i>Epitemia turgidula</i> (Ehrenberg) Kützing	(B)	Pl. 9. Fig. 9.	f
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg	(B)	Pl. 2. Fig. 5.	m
<i>Eunotogramma marinum</i> (W. Smith) H. Peragallo	(B)	Pl. 3. Fig. 1.	m
<i>Eunotogramma</i> sp. 1.	(B)	Pl. 3. Fig. 2.	b, m
<i>Fallacia aequorea</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 2.	m
<i>Fallacia amphipleuroides</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 3.	m
<i>Fallacia arenaria</i> K. Sabbe & W. Vyverman	(T, B)	Pl. 10. Fig. 4.	b, m
<i>Fallacia brachium</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 5.	m
<i>Fallacia clipeiformis</i> (D.König) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 6.	m
<i>Fallacia florinae</i> (M.Moeller) Witkowski	(B)	Pl. 10. Fig. 7.	m
<i>Fallacia gemmifera</i> (Simonsen) D. G. Mann	(T)	Pl. 21. Fig. 3.	b

(Appendix 1–5)

<i>Fallacia margino-punctata</i> Sabbe et Vyverman	(T)	Pl. 21. Fig. 4.	b
<i>Fallacia nyella</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 8.	m
<i>Fallacia oculiformis</i> (Hustedt) D. G. Mann	(T, B)	Pl. 10. Fig. 9.	b, m
<i>Fallacia pseudony</i> (Hustedt) D. G. Mann	(T, B)	Pl. 10. Fig. 10.	b, m
<i>Fallacia pulchella</i> K. Sabbe & K. Muylaert	(B)	Pl. 10. Fig. 11.	m
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D. G. Mann	(T)	Pl. 21. Fig. 5.	f, b
<i>Fallacia scaldensis</i> K. Sabbe & K. Muylaert	(T, B)	Pl. 10. Fig. 12.	b, m
<i>Fallacia soluteopunctata</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 13.	m
<i>Fallacia subforcipata</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 14.	m
<i>Fallacia tenera</i> (Hustedt) D. G. Mann	(T, B)	Pl. 10. Fig. 15.	b, m
<i>Fallacia teneroides</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 16.	m
<i>Fallacia vittata</i> (Cleve) D. G. Mann	(B)	Pl. 10. Fig. 17.	m
<i>Fallacia</i> sp. 1.	(B)	Pl. 10. Fig. 18.	m
<i>Fallacia</i> sp. 2.	(B)	Pl. 10. Fig. 19.	m
<i>Fallacia</i> sp. 3.	(B)	Pl. 10. Fig. 20.	m
<i>Fallacia</i> sp. 4.	(B)	Pl. 10. Fig. 21.	m
<i>Fallacia</i> sp. 5.	(B)	Pl. 10. Fig. 22.	m
<i>Fallacia</i> sp. 6.	(T)	Pl. 21. Fig. 6.	b, m
<i>Fogedia finmarchica</i> (Cleve & Grunow) A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 11. Fig. 1.	m
<i>Fogedia geisslerae</i> Witkowski et al.	(T)	Pl. 21. Fig. 7.	m
<i>Fogedia giffeniana</i> var. <i>yemenitica</i> G. Bafana	(B)	Pl. 11. Fig. 2.	m
<i>Fragilaria bronkei</i> A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 3. Fig. 3.	b, m
<i>Fragilaria capitellata</i> (Grunow) J. B. Petersen	(T, B)	Pl. 3. Fig. 4.	b, m
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres	(T, B)	Pl. 3. Fig. 5.	b, m
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot ex Bukhtiyarova	(T)	Pl. 18. Fig. 7.	f
<i>Fragilaria cassubica</i> Witkowski & Lange-Bertalot	(B)	Pl. 3. Fig. 6.	b, m
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>binodis</i> (Her.) Hamilton	(T)	Pl. 18. Fig. 8.	f
<i>Fragilaria improbula</i> Witkowski & Lange-Bertalot	(T)	Pl. 18. Fig. 9.	b, m
<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst	(T)	Pl. 18. Fig. 10.	f
<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	(B)	Pl. 3. Fig. 7.	f
<i>Fragilaria subsalina</i> (Grunow) Lange-Bertalot	(B)	Pl. 3. Fig. 8.	m
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J. B. Petersen	(T)	Pl. 18. Fig. 11.	f
<i>Fragilaria virescens</i> f. <i>clavata</i> Grunow	(T)	Pl. 18. Fig. 12.	b
<i>Fragilaria</i> sp. 1.	(B)	Pl. 3. Fig. 9.	m
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	(T)	Pl. 21. Fig. 8.	f
<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot & Metzeltin	(T)	Pl. 21. Fig. 9.	f
<i>Geissleria schoenfeldii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin	(T)	Pl. 21. Fig. 10.	f
<i>Gomphoneis heterominuta</i> Mayama et Kawashima	(T)	Pl. 21. Fig. 11.	f
<i>Gomphoneis minuta</i> (Stone) Kociolek & Stoermer	(T)	Pl. 21. Fig. 12.	f
<i>Gomphoneis okunoi</i> Tuji	(T)	Pl. 21. Fig. 13.	f
<i>Gomphonema acminatum</i> Ehrenberg	(B)	Pl. 11. Fig. 3.	f
<i>Gomphonema inaequilongum</i> (H. Kobayasi) H. Kobayasi	(T)	Pl. 21. Fig. 14.	f
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	(T)	Pl. 21. Fig. 15.	f
<i>Gomphonema minusculum</i> Krasske	(T)	Pl. 21. Fig. 16.	f

(Appendix 1–6)

<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	(T, B)	Pl. 11. Fig. 4.	f, b
<i>Gomphonema prvulum</i> var. <i>lagenula</i> (Kützing) Frenguelli	(T)	Pl. 21. Fig. 17.	f, b
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	(T)	Pl. 21. Fig. 18.	f
<i>Gomphonema pseudosphaerophorum</i> H. Kobayasi	(T)	Pl. 21. Fig. 19.	f
<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin	(B)	Pl. 11. Fig. 5.	m
<i>Gomphonemopsis littoralis</i> (Hendey) Medlin	(T, B)	Pl. 11. Fig. 6.	b, m
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	(B)	Pl. 11. Fig. 7.	m
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenh.	(T)	Pl. 22. Fig. 2.	b
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) Griffith & Henfrey	(T)	Pl. 22. Fig. 1.	b
<i>Gyrosigma obscurum</i> (W. Smith) J. W. Griff. & Henfr.	(T)	Pl. 22. Fig. 3.	f, b
<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sull. Wormley) C. S. Boyer	(T)	Pl. 22. Fig. 4.	f
<i>Halamphora</i> aff. <i>aponina</i> (Kützing) Levkov	(T, B)	Pl. 4. Fig. 12.	b, m
<i>Halamphora lineata</i> (Gregory) Levkov	(T)	Pl. 22. Fig. 5.	b, m
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	(T)	Pl. 22. Fig. 6.	f
<i>Halamphora pseudoholsatica</i> (Nagumo & H. Kobayasi) (nom.nud.)	(T, B)	Pl. 4. Fig. 19.	b, m
<i>Halamphora</i> cf. <i>subholsatica</i> (Krammer) Levkov	(T)	Pl. 22. Fig. 7.	m
<i>Halamphora turgida</i> (Gregory) Levkov	(B)	Pl. 5. Fig. 6.	m
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	(T)	Pl. 22. Fig. 8.	f
<i>Halamphora</i> sp. 1.	(T)	Pl. 22. Fig. 9.	m
<i>Halamphora</i> sp. 2.	(T)	Pl. 22. Fig. 10.	b
<i>Halamphora</i> sp. 3.	(T)	Pl. 22. Fig. 11.	b, m
<i>Halamphora</i> sp. 4.	(T)	Pl. 22. Fig. 12.	b
<i>Halamphora</i> sp. 5.	(T)	Pl. 22. Fig. 13.	b, m
<i>Halamphora</i> sp. 6.	(T)	Pl. 22. Fig. 14.	b, m
<i>Halamphora</i> sp. 7.	(T)	Pl. 22. Fig. 15.	b, m
<i>Halamphora</i> sp. 8.	(T)	Pl. 22. Fig. 16.	b, m
<i>Halamphora</i> sp. 9.	(T)	Pl. 23. Fig. 1.	b
<i>Handmannia praetermissa</i> (J.W.G.Lund) H. Håkansson	(T)	Pl. 17. Fig. 10.	f, b
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	(T)	Pl. 23. Fig. 2.	f, b
<i>Hantzschia baltica</i> Simonsen	(B)	Pl. 11. Fig. 8.	m
<i>Hantzschia distinctepunctata</i> Hustedt	(B)	Pl. 11. Fig. 9.	m
<i>Hantzschia marina</i> (Donkin) Grunow	(B)	Pl. 11. Fig. 10.	m
<i>Hantzschia virgate</i> (Roper) Grunow	(T, B)	Pl. 11. Fig. 11.	b, m
<i>Hantzschia virgate</i> var. <i>gracilis</i> Hustedt	(B)	Pl. 11. Fig. 12.	m
<i>Hantzschia</i> sp. 1.	(T)	Pl. 23. Fig. 3.	b
<i>Haslea britannica</i> (Hustedt & Aleem) A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 11. Fig. 13.	m
<i>Hippodonta linearis</i> (Østrup) Lange-Bertalot et al.	(T, B)	Pl. 12. Fig. 1.	b, m
<i>Hippodonta pseudacceptata</i> (H. Kobayasi) Lange-Bertalot et al.	(T, B)	Pl. 12. Fig. 2.	f
<i>Hippodonta</i> sp. 1.	(T)	Pl. 23. Fig. 4.	b
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe et al.	(T)	Pl. 23. Fig. 5.	f
<i>Hyalosira</i> sp. 1.	(B)	Pl. 3. Fig. 13.	b, m
<i>Hyalosira</i> sp. 2.	(B)	Pl. 3. Fig. 14.	b, m
<i>Karayevia amoena</i> (Hust.) Bukhtiyarova	(T)	Pl. 23. Figs. 6, 6'.	b, m
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Round	(T)	Pl. 23. Fig. 7.	f
<i>Licmophora abbreviata</i> C. Agardh	(B)	Pl. 3. Fig. 10.	m

(Appendix 1–7)

<i>Licmophora paradoxa</i> (Lyngbye) C. Agardh	(B)	Pl. 3. Fig. 11.	m
<i>Licmophora paradoxa</i> var. <i>tincta</i> (C. Agardh) Hustedt	(B)	Pl. 3. Fig. 12.	b, m
<i>Lunella ghalebii</i> A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 12. Fig. 3.	m
<i>Lunella</i> sp.1.	(T)	Pl. 23. Fig. 8.	b
<i>Lunella</i> sp.2.	(T)	Pl. 23. Fig. 9.	b, m
<i>Luticola celebesica</i> Levkov	(T)	Pl. 23. Fig. 10.	b
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D. G. Mann	(T)	Pl. 23. Fig. 11.	f
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D. G. Mann	(T)	Pl. 23. Fig. 12.	f, b
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D. G. Mann	(T)	Pl. 23. Fig. 13.	b
<i>Lyrella lyroides</i> (Hendey) D. G. Mann	(B)	Pl. 12. Fig. 4.	m
<i>Melidion circulare</i> (Greville) C. Agardh	(T, B)	Pl. 3. Fig. 15.	f
<i>Melosira moniliformis</i> var. <i>moniformis</i> (O. F. Müller) Agardh, 1824.	(B)	Pl. 2. Fig. 1.	b
<i>Melosira nummuloides</i> C. Agardh	(T)	Pl. 17. Fig. 11.	b
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	(T)	Pl. 17. Fig. 12.	f
<i>Moreneis alpha</i> (nom. nud.)	(B)	Pl. 14. Fig. 5.	m
<i>Moreneis granulata</i> J. Park et al.	(T)	Pl. 23. Fig. 14.	m
<i>Moreneis</i> sp. 1.	(T)	Pl. 23. Fig. 15.	m
<i>Navicula</i> cf. <i>abscondita</i> Hustedt	(T, B)	Pl. 12. Fig. 5.	b, m
<i>Navicula ammophila</i> Grunow	(T)	Pl. 23. Fig. 16.	m
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	(T)	Pl. 23. Fig. 17.	f
<i>Navicula arenaria</i> Donkin	(T)	Pl. 23. Fig. 18.	b, m
<i>Navicula athenae</i> A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 12. Fig. 6.	m
<i>Navicula biskanteri</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 7.	m
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	(T)	Pl. 23. Fig. 19.	f
<i>Navicula consentaea</i> Hustedt	(T, B)	Pl. 12. Fig. 8.	m
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	(T)	Pl. 23. Fig. 20.	f
<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>subsalina</i> Hustedt	(T)	Pl. 23. Fig. 21.	b
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	(T)	Pl. 23. Fig. 22.	f
<i>Navicula</i> cf. <i>digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs	(T)	Pl. 23. Fig. 23.	b
<i>Navicula digitoradiata</i> var. <i>rostrata</i> Hustedt	(T)	Pl. 24. Fig. 1.	b, m
<i>Navicula</i> cf. <i>diversistriata</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 9.	m
<i>Navicula</i> cf. <i>dumontiae</i> Baardseth et Taasen	(T)	Pl. 24. Fig. 2.	b, m
<i>Navicula exiloides</i> H. Kobayasi & Mayama	(T, B)	Pl. 12. Fig. 10.	f
<i>Navicula flagellifera</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 11.	m
<i>Navicula</i> aff. <i>fragellifera</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 12.	m
<i>Navicula flantica</i> Grunow	(T)	Pl. 24. Fig. 3.	b
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	(T, B)	Pl. 12. Fig. 13.	f, b
<i>Navicula groschopfii</i> Hustedt	(T)	Pl. 24. Fig. 4.	b, m
<i>Navicula inflexa</i> (Gregory) Ralfs	(B)	Pl. 12. Fig. 14.	m
<i>Navicula jonssonii</i> Østrup	(T)	Pl. 24. Fig. 5.	b
<i>Navicula obtusangula</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 15.	m
<i>Navicula pargemina</i> G. J. C. Underwood & M. L. Yallop	(B)	Pl. 12. Fig. 16.	m
<i>Navicula pavillardii</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 17.	m
<i>Navicula perminuta</i> Grunow	(B)	Pl. 12. Fig. 18.	m
<i>Navicula platyventris</i> Meister	(T, B)	Pl. 12. Fig. 19.	b, m

(Appendix 1–8)

<i>Navicula praedicabilis</i> Simonsen	(B)	Pl. 12. Fig. 20.	m
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	(T, B)	Pl. 12. Fig. 21.	b
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	(T)	Pl. 24. Fig. 6.	f
<i>Navicula salinarum</i> var. <i>minima</i> Kolbe	(T, B)	Pl. 12. Fig. 22.	b, m
<i>Navicula salinicola</i> Hustedt	(B)	Pl. 12. Fig. 23.	m
<i>Navicula simulata</i> Manguin	(T)	Pl. 24. Fig. 7.	f
<i>Navicula strackerae</i> Lange-Bertalot & Witkowski	(T)	Pl. 24. Fig. 8.	b
<i>Navicula subrhyncocephala</i> Hustedt	(T)	Pl. 24. Fig. 9.	b
<i>Navicula syvertsenii</i> Witkowski et al.	(B)	Pl. 13. Fig. 1.	m
<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	(T)	Pl. 24. Fig. 10.	b, m
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	(T)	Pl. 24. Fig. 11.	f
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	(T)	Pl. 24. Fig. 12.	f
<i>Navicula vandamii</i> Schoeman & Archibald	(T)	Pl. 24. Fig. 13.	b
<i>Navicula viminoides</i> Giffen	(B)	Pl. 13. Fig. 2.	m
<i>Navicula viridula</i> var. <i>linearis</i> Hustedt	(T)	Pl. 24. Fig. 14.	f
<i>Navicula watanabei</i> H. Fukushima et al.	(T)	Pl. 24. Fig. 15.	f, b
<i>Navicula wunsamiae</i> A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 13. Fig. 3.	m
<i>Navicula yamatoensis</i> (nom. nud.)	(T)	Pl. 24. Fig. 16.	f
<i>Navicula</i> sp. 1.	(B)	Pl. 13. Fig. 4.	m
<i>Navicula</i> sp. 2.	(B)	Pl. 13. Fig. 5.	m
<i>Navicula</i> sp. 3.	(B)	Pl. 13. Fig. 6.	m
<i>Navicula</i> sp. 4.	(B)	Pl. 13. Fig. 7.	m
<i>Navicula</i> sp. 5.	(B)	Pl. 13. Fig. 8.	m
<i>Navicula</i> sp. 6.	(B)	Pl. 13. Fig. 9.	m
<i>Navicula</i> sp. 7.	(B)	Pl. 13. Fig. 10.	m
<i>Navicula</i> sp. 8.	(B)	Pl. 13. Fig. 11.	m
<i>Navicula</i> sp. 9.	(B)	Pl. 13. Fig. 12.	m
<i>Navicula</i> sp. 10.	(B)	Pl. 13. Fig. 13.	m
<i>Navicula</i> sp. 11.	(B)	Pl. 13. Fig. 14.	m
<i>Navicula</i> sp. 12.	(B)	Pl. 13. Fig. 15.	m
<i>Navicula</i> sp. 13.	(B)	Pl. 13. Fig. 16.	m
<i>Navicula</i> sp. 14.	(B)	Pl. 13. Fig. 17.	m
<i>Navicula</i> sp. 15.	(B)	Pl. 13. Fig. 18.	m
<i>Navicula</i> sp. 16.	(B)	Pl. 13. Fig. 19.	m
<i>Navicula</i> sp. 17.	(B)	Pl. 13. Fig. 20.	m
<i>Navicula</i> sp. 18.	(T)	Pl. 24. Fig. 17.	b
<i>Navicula</i> sp. 19.	(T)	Pl. 24. Fig. 18.	m
<i>Navicula</i> sp. 20.	(T)	Pl. 24. Fig. 19.	b
<i>Navicula</i> sp. 21.	(T)	Pl. 24. Fig. 20.	b, m
<i>Navicula</i> sp. 22.	(T)	Pl. 24. Fig. 21.	b, m
<i>Navicula</i> sp. 23.	(T)	Pl. 24. Fig. 22.	b
<i>Navicula</i> sp. 24.	(T)	Pl. 24. Fig. 23.	b, m
<i>Navicula</i> sp. 25.	(T)	Pl. 24. Fig. 24.	m
<i>Navicula</i> sp. 26.	(T)	Pl. 24. Fig. 25.	b
<i>Navicula</i> sp. 27.	(T)	Pl. 24. Fig. 26.	b, m

(Appendix 1–9)

<i>Navicula</i> sp. 28.	(T)	Pl. 25. Fig. 1.	b, m
<i>Navicula</i> sp. 29.	(T)	Pl. 25. Fig. 2.	b, m
<i>Navicula</i> sp. 30.	(T)	Pl. 25. Fig. 3.	b, m
<i>Navicula</i> sp. 31.	(T)	Pl. 25. Fig. 4.	m
<i>Navicula</i> sp. 32.	(T)	Pl. 25. Fig. 5.	m
<i>Neidium longiceps</i> (Gregory) Ross	(T)	Pl. 25. Fig. 6.	f
<i>Nitzschia amabilis</i> Suzuki	(B)	Pl. 13. Fig. 21.	m
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	(T, B)	Pl. 13. Fig. 22.	f, b
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) rabenhorst	(T)	Pl. 25. Fig. 7.	f, b
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	(T)	Pl. 25. Fig. 8.	f, b
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	(T, B)	Pl. 13. Fig. 23.	f, b
<i>Nitzschia hybrida</i> Grunow	(T, B)	Pl. 13. Fig. 24.	b, m
<i>Nitzschia lanceolata</i> W. smith	(T)	Pl. 25. Fig. 9.	b, m
<i>Nitzschia linearis</i> (W. smith) W. smith	(T)	Pl. 25. Fig. 10.	f
<i>Nitzschia linkei</i> Hustedt	(B)	Pl. 13. Fig. 25.	m
<i>Nitzschia littorea</i> Grunow	(T)	Pl. 25. Fig. 11.	m
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	(T, B)	Pl. 13. Fig. 26.	f, b
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	(T)	Pl. 25. Fig. 12.	f
<i>Nitzschia pellucida</i> Grunow	(T, B)	Pl. 13. Fig. 28.	b, m
<i>Nitzschia</i> aff. <i>perindistincta</i> Chohnoky	(T)	Pl. 25. Fig. 23.	b
<i>Nitzschia plioveterana</i> Lange-Bertalot	(T)	Pl. 25. Fig. 17.	m
<i>Nitzschia prolongata</i> Hustedt	(T)	Pl. 25. Fig. 13.	m
<i>Nitzschia reversa</i> W. Smith	(T)	Pl. 25. Fig. 14.	m
<i>Nitzschia rostellata</i> Hustedt	(T)	Pl. 25. Fig. 15.	m
<i>Nitzschia scalpelliformis</i> Grunow	(T)	Pl. 25. Fig. 16.	f
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	(T)	Pl. 26. Figs 1, 1', 1".	m
<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler	(T)	Pl. 25. Fig. 18.	f
<i>Nitzschia subinflata</i> Hustedt	(T)	Pl. 25. Fig. 19.	b
<i>Nitzschia tabellaria</i> (Grunow) Grunow	(T)	Pl. 25. Fig. 20.	f
<i>Nitzschia valdestriata</i> Aleem & Hustedt	(T)	Pl. 25. Fig. 21.	b
<i>Nitzschia vexans</i> (Grunow) Grunow	(T)	Pl. 25. Fig. 22.	m
<i>Nitzschia</i> sp. 1.	(B)	Pl. 13. Fig. 29.	m
<i>Nitzschia</i> sp. 2.	(B)	Pl. 13. Fig. 30.	m
<i>Nitzschia</i> sp. 3.	(B)	Pl. 13. Fig. 31.	m
<i>Nitzschia</i> sp. 4.	(T)	Pl. 26. Fig 2.	m
<i>Opephora burchardiae</i> Witkowski	(B)	Pl. 3. Fig. 16.	b, m
<i>Opephora guenter-grassii</i> (Witkowski & Lange-Bertalot) Sabbe & Vyverman	(T)	Pl. 18. Fig. 13.	b, m
<i>Opephora horstiana</i> Witkowski	(B)	Pl. 3. Fig. 17.	b, m
<i>Opephora marina</i> (Gregory) Petit	(T)	Pl. 18. Fig. 14.	b, m
<i>Opephora minuta</i> (Cleve-Euler) A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 3. Fig. 18.	b, m
<i>Opephora mutabilis</i> (Grunow) Sabbe & Vyverman	(B)	Pl. 3. Fig. 19.	b, m
<i>Opephora pacifica</i> (Grunow) Petit	(T, B)	Pl. 3. Fig. 20.	b, m
<i>Parlibellus</i> cf. <i>comoides</i> (Dillwyn) (nom. nud.)	(T, B)	Pl. 14. Fig. 3, 4.	b, m
<i>Parlibellus delognei</i> (Van Heurck) E. J. Cox	(B)	Pl. 14. Fig. 1.	m
<i>Parlibellus</i> sp. 1.	(B)	Pl. 14. Fig. 2.	m

(Appendix 1–10)

<i>Parlibellus</i> sp. 2.	(T)	Pl. 26. Fig 3.	b, m
<i>Periraphis banzuensis</i> (nom. nud.)	(B)	Pl. 9. Fig. 10.	m
<i>Petrodictyon gemma</i> (Ehrenberg) D. G. Mann	(T)	Pl. 26. Fig 4.	b
<i>Petrodictyon voigtii</i> (Skvortzov) Jinsoon Park & C.-H.Koh	(T)	Pl. 28. Fig. 7.	b, m
<i>Petroneis beta</i> (Cleve) (nom. nud.)	(B)	Pl. 14. Fig. 6.	m
<i>Petroneis deltoids</i> (Hustedt) D. G. Mann	(B)	Pl. 14. Fig. 7.	m
<i>Petroneis granulate</i> (Bailey) D. G. Mann	(B)	Pl. 14. Fig. 8.	m
<i>Petroneis marina</i> (Ralfs) D. G. Mann	(T, B)	Pl. 15. Fig. 1.	m
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	(T)	Pl. 26. Fig 5.	f
<i>Pinnularia lignitica</i> Cleve	(T)	Pl. 26. Fig 6.	f
<i>Pinnularia rectangulata</i> (Gregory) Rabenhorst	(B)	Pl. 15. Fig. 2.	m
<i>Pinnularia valdetolerans</i> Mayama & H. Kobayasi	(T)	Pl. 26. Fig 7.	f
<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer	(T)	Pl. 27. Fig. 1.	f
<i>Placoneis symmetrica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	(T)	Pl. 26. Fig 8.	f
<i>Placoneis</i> sp. 1.	(T)	Pl. 26. Fig. 9.	f
<i>Plagiogramma appendiculatum</i> Griffen	(B)	Pl. 3. Fig. 21.	b, m
<i>Plagiogramma</i> cf. <i>staurophorum</i> (Gregory) Heiberg	(T)	Pl. 17. Fig. 13.	m
<i>Plagiogramma</i> sp. 1	(T)	Pl. 17. Fig. 14.	m
<i>Plagiogrammopsis crawfordii</i> A. Witkowski et al.	(B)	Pl. 3. Fig. 22.	b, m
<i>Plagiotropis gibberula</i> Grunow	(T)	Pl. 27. Fig. 2.	b, m
<i>Plagiotropis semistriata</i> (Cleve) Kuntze	(B)	Pl. 15. Fig. 3.	m
<i>Plagiotropis</i> sp. 1.	(T)	Pl. 27. Fig. 3.	b, m
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	(T)	Pl. 27. Figs. 4, 4'.	b
<i>Planothidium</i> cf. <i>dispar</i> (Cleve) Witkowski et al.	(B)	Pl. 15. Fig. 4.	m
<i>Planothidium</i> aff. <i>dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	(T)	Pl. 27. Figs. 5, 5'.	b, m
<i>Planothidium engelbrechtii</i> (Cholnoky) Round et Bukhtiyarova	(T)	Pl. 27. Figs. 6, 6'.	b, m
<i>Planothidium haukianum</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	(B)	Pl. 15. Fig. 5.	m
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Bukhtiyarova	(T, B)	Pl. 15. Fig. 6.	f, b
<i>Planothidium septentrionalis</i> (Østrup) Round & Bukhtiyarova	(B)	Pl. 15. Fig. 7.	m
<i>Planothidium</i> sp. 1.	(T, B)	Pl. 15. Fig. 8, 8'.	b, m
<i>Planothidium</i> sp. 2.	(T, B)	Pl. 15. Fig. 9, 9'.	b, m
<i>Planothidium</i> sp. 3.	(T, B)	Pl. 15. Fig. 10, 10'.	b, m
<i>Planothidium</i> sp. 4.	(T, B)	Pl. 15. Fig. 11, 11'.	b, m
<i>Planothidium</i> sp. 5.	(B)	Pl. 15. Fig. 12, 12'.	m
<i>Planothidium</i> sp. 6.	(B)	Pl. 15. Fig. 13, 13'.	m
<i>Planothidium</i> sp. 7.	(B)	Pl. 16. Fig. 1.	m
<i>Planothidium</i> sp. 8.	(B)	Pl. 16. Fig. 2.	m
<i>Planothidium</i> sp. 9.	(T)	Pl. 27. Figs. 8, 8'.	b
<i>Pleurosigma</i> aff. <i>aestuarii</i> (Brébisson ex Kützing) W.Smith	(B)	Pl. 16. Fig. 4.	m
<i>Pleurosigma australe</i> Grunow	(T, B)	Pl. 16. Fig. 3.	b, m
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	(T)	Pl. 18. Fig. 1.	f, b
<i>Psammodictyon panduriformis</i> var. <i>continua</i> (Grunow) Snoeijis	(B)	Pl. 13. Fig. 27.	m
<i>Psammodiscus nitidus</i> (W. Gregory) Round & D. G. Mann	(B)	Pl. 2. Fig. 3.	m
<i>Pseudonitzschia</i> sp. 1.	(T, B)	Pl. 16. Fig. 5.	m
<i>Pseudostaurosira perminuta</i> (Grunow) K. Sabbe & W. Vyverman	(T, B)	Pl. 3. Fig. 23.	b, m

(Appendix 1–11)

<i>Pseudostaurosira trainorii</i> D. A. Moralis	(T)	Pl. 18. Fig. 15.	f, b
<i>Punctastriata linearis</i> D. M. Williams & Round	(T)	Pl. 18. Fig. 16.	f
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	(T)	Pl. 27. Fig. 9.	f
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	(T, B)	Pl. 16. Fig. 6, 6'.	f, b
<i>Schizostauron banzuensis</i> (nom. nud.)	(B)	Pl. 16. Fig. 7, 7'.	m
<i>Schizostauron</i> cf. <i>finbriatum</i> Grunow	(B)	Pl. 16. Fig. 8.	m
<i>Sellaphora auldreekie</i> D. G. Mann & M. McDonald	(T)	Pl. 27. Fig. 10.	f
<i>Sellaphora japonica</i> (H. Kobayasi) H. Kobayasi	(T)	Pl. 27. Fig. 11.	f
<i>Sellaphora laevisima</i> (Kützing) D. G. Mann	(T)	Pl. 27. Fig. 12.	f
<i>Sellaphora lanceolata</i> D. G. Mann et Droop	(T, B)	Pl. 16. Fig. 9.	f
<i>Sellaphora nigri</i> (De Notaris) C. E. Wetzel & L. Ector	(T)	Pl. 27. Fig. 13.	f
<i>Sellaphora saugerresii</i> (De Notaris) Wetzel & D. G. Mann	(T)	Pl. 27. Fig. 14.	f
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D. G. Mann	(T)	Pl. 27. Fig. 15.	f
<i>Sellaphora</i> sp. 1.	(T)	Pl. 27. Fig. 16.	f
<i>Seminavis macilent a</i> (Gregory) D. B. Danielidis & D. G. Mann	(B)	Pl. 16. Fig. 10.	m
<i>Skeletonema</i> sp. 1.	(T, B)	Pl. 2. Fig. 6.	m
<i>Staurophora salina</i> (W. Smith) Mereschkowsky	(T)	Pl. 28. Fig. 1.	b
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	(T, B)	Pl. 3. Fig. 24.	b, m
<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) H. Kobayasi	(T)	Pl. 18. Fig. 17.	f
<i>Staurosira venter</i> var. <i>binodis</i> (Ehrenberg) Cleve & Möller	(T, B)	Pl. 3. Fig. 25.	f
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D. M. Williams & Round	(T, B)	Pl. 3. Fig. 26.	b, m
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> f. <i>tenuis</i> (Hustedt) Håkansson & Stoermer	(T, B)	Pl. 1. Fig. 8.	f, b
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Cleve & Möller	(B)	Pl. 1. Fig. 9.	f, b
<i>Surirella angusta</i> Kützing	(T)	Pl. 28. Fig. 2.	f
<i>Surirella biseriata</i> Brébisson	(T)	Pl. 28. Fig. 3.	f
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	(T)	Pl. 28. Fig. 4.	f
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot	(T)	Pl. 28. Fig. 5.	f
<i>Surirella minuta</i> Brébisson	(T)	Pl. 28. Fig. 6.	f
<i>Synedrella parasitica</i> (W. smith) Round & Maidana	(T)	Pl. 18. Fig. 18.	f
<i>Synedrella subconstricta</i> (Grunow) Round & Maidana	(T)	Pl. 18. Fig. 19.	f
<i>Tabularia affinis</i> (Kützing) P. Snoeijs	(B)	Pl. 4. Fig. 1.	m
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D. M. Williams & Round	(T, B)	Pl. 4. Fig. 2.	f, b
<i>Tabularia kobayasii</i> Hidek. & Mitsuhashi	(T)	Pl. 18. Fig. 20.	m
<i>Tabularia tabulata</i> (C. Agardh) Snoeijs	(T, B)	Pl. 4. Fig. 3.	b, m
<i>Tabularia</i> sp. 1.	(T)	Pl. 18. Fig. 21.	b
<i>Tabularia</i> sp. 2.	(T)	Pl. 18. Fig. 22.	m
<i>Thalassiosira lacustris</i> (Grunow) Hasle	(T)	Pl. 17. Fig. 15.	b, m
<i>Tharassiosira allenii</i> Takano	(T)	Pl. 18. Fig. 2.	m
<i>Tharassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	(T, B)	Pl. 2. Fig. 4.	b, m
<i>Tharassiosira</i> sp. 1.	(T)	Pl. 18. Fig. 4.	m
<i>Tharassiosira weissflogii</i> (Grunow) G. Fryxell & Hasle	(T)	Pl. 18. Fig. 3.	f, b
<i>Trachysphenia acuminata</i> M. Peragallo	(B)	Pl. 4. Fig. 4.	m
<i>Trachysphenia australis</i> P. Petit	(T, B)	Pl. 4. Fig. 5.	m
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	(T, B)	Pl. 16. Fig. 11.	b, m
<i>Tryblionella balatonis</i> (Grunow) (nom. nud.)	(T)	Pl. 29. Fig. 1.	b, m

(Appendix 1–12)

<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow) D. G. Mann	(T, B)	Pl. 16. Fig. 12.	b, m
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott	(T)	Pl. 29. Fig. 2.	b, m
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) D. G. Mann	(T)	Pl. 29. Fig. 3.	b, m
<i>Tryblionella ligowskii</i> (Witkowski et al.) (nom. nud.)	(T)	Pl. 29. Fig. 4.	b
<i>Tryblionella persuadens</i> (Cholnoky) (nom. nud.)	(T, B)	Pl. 16. Fig. 13.	b, m
<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelletan	(T)	Pl. 29. Fig. 5.	b
<i>Tryblionella</i> sp. 1.	(T)	Pl. 29. Fig. 6.	b, m
<i>Tryblionella</i> sp. 2.	(T)	Pl. 29. Fig. 7.	b, m
<i>Trybrionella</i> sp. 3.	(B)	Pl. 13. Fig. 32.	m
<i>Ulnaria inaequalis</i> (H. Kobayasi) Idei	(T)	Pl. 18. Fig. 23.	f
<i>Ulnaria lanceolata</i> (Kützing) Compère	(T)	Pl. 19. Fig. 1.	f
<i>Ulnaria pseudogaillonii</i> (H. Kobayasi & Idei) Idei	(T)	Pl. 19. Figs. 2, 2'.	f
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	(T)	Pl. 19. Figs. 3, 3'.	f

*Indicated habitats are not strictly defined. They were shown empirically associated with the result obtained in this study.

多摩川河口域の干潟における珪藻の種多様性と群集ダイナミクスの解明

(研究助成・学術研究VOL. 47—NO. 335)

著 者 真山 茂樹

発行日 2018年11月

発行者 公益財団法人とうきゅう環境財団

〒150-0002

東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03) 3400-9142

FAX (03) 3400-9141

<http://www.tokyuenv.or.jp/>