

自然教育園の珪藻植生

1. 広義のクチビルケイソウとクサビケイソウ

辻 彰洋*・新山優子

国立科学博物館植物研究部

Akihiro Tuji, Yuko Niiyama: Diatom flora of the Institute for Nature Study, 1. genus *Cymbella* and *Gomphonema* sensu lato, National Museum of Nature and Science. Miscellaneous Reports of the Institute for Nature Study (51): 205–213, 2019.

Department of Botany, National Museum of Nature and Science

はじめに

自然教育園の珪藻植生は論文として公表されたものとしては上田(1985)が唯一であるが、地下鉄アセスメントの一環として福嶋(1991)が微細藻類全般について詳細な調査を行っている。また、東京教育大学(現在の筑波大学)の関係者も頻繁に調査を行っていたようで、国立科学博物館・微細藻類標本庫には山岸高旺氏らによって採集された標本が多数残っている。自然教育園の陸水域のような平野部の低湿地は従来あまり珪藻研究者によって調査されてこなかったため、フロラ情報の蓄積が少ない。その点で、皇居の微細藻類植生に引き続き自然教育園の植生報告を出来る機会が得られたことは、このような低湿地の珪藻植生を理解する上で、貴重な機会になった。しかし、一方で、分類学的検討が余りされてこなかったため、同定が困難な種が多く含まれていた。本報告では、低湿地環境を特徴づける広義のクチビルケイソウ(*Cymbella*)属とクサビケイソウ(*Gomphonema*)属について、分類学的検討を行った結果を報告する。

材料と方法

調査は福嶋(1991)の調査地点を踏襲し、表1に示す地点について行った。地点1から8は福嶋(1991)の地点と同じである。地点5はアクセスが難しく、今回の調

査からは外した。また、地点a-dを必要に応じて追加した。調査は、皇居調査(辻・新山, 2014)に準じて付着藻類とプランクトン藻類について行った。プランクトンは水深のある地点についてプランクトンネット(開口20 μ m)を用いて行った。付着藻類は、基質の表面をスポイトやスプーンを使って採集することで行った。試料は採集後、ホルマリンを加え、保管した。調査時に、GPSを用いて現場の位置を記録すると共に、現場水の水温・水質(pH, カルシウムイオン濃度, カリウムイオン濃度, 硝酸イオン濃度)について簡易水質計を用いて測定した。採集した試料は(辻・谷村, 2012)に従い、濃硝酸法を用いて酸処理し、Zraxを用いて永久プレパラートを作成した。珪藻の観察および写真撮影は、プランアポクロマートの油浸レンズをつけた光学顕微鏡(LM)を用いて行った。また、酸処理試料の一部をメンブランフィルター(K080A025A, Toyo Roshi Kaisha, Ltd, Tokyo)で濾過し、60°Cあるいは室温で1時間~一晩乾燥させた後、カーボン蒸着両面テープにより走査型電子顕微鏡(SEM)用のスタブに貼り付け、白金蒸着後、SEM(JSM-6390 with LaB6 gun, JEOL, Tokyo)を用いて直接観察した。

結果と考察

採集した試料の一覧を表2に示す。

*E-mail: tuji@kahaku.go.jp

表 1. 調査地点一覧.

No.	地点名	緯度	経度
1	サンショウウオ沢	35 38.333	139 43.252
2	森の小道付近の湿地の流れ	35 38.340	139 43.084
3	ひょうたん池	35 38.319	139 43.130
4	水生植物園	35 38.324	139 43.082
6	水鳥の沼	35 38.258	139 43.070
7	武蔵野植物園の小池	35 38.340	139 43.084
8	いもりの池付近の流れ	35 38.260	139 43.070
a	サンショウウオ沢 水源	35 38.311	139 43.274
b	ひょうたん池の北端	35 38.344	139 43.086
c	5の代替ポイント	35 38.276	139 43.070
d	8近くの浅い水たまり	35 38.258	139 43.070

出現種

1. *Gomphonema vibrio* Ehrenb. Akad. Wiss. Berlin 1841: 416 (128) . pl. 2/1, f. 40. 1843.

≡ *Gomphonema intricatum* var. *vibrio* (Ehrenb.) Cleve Synops. Navicul. Diat. 1: 182. 1894.

(図 1, 2)

出現試料: TNS-AL-62606,62635,62636.

Hofmann *et al.* (2011) の示す写真によると *G. vibrio* は殻端に近い部分の条線密度 (約 11 本 /10 μ m) が本研究のもの (8 本 /10 μ m) より明らかに細かく別分類群とも考えられたが, Krammer and Lange-Bertalot (1986) では, 条線密度の粗い個体 (Krammer and Lange-Bertalot, 1986, 図 . 164: 11) と細かい個体 (Krammer and Lange-Bertalot, 1986, 図 . 164: 10) を共に *G. angustum* Agardh の 'vibrio - Formen' としており, 両者が形態変異である可能性を否定できない。そこで本報告では, *G. vibrio* として扱った。*Gomphonema nipponicum* Skv. はより殻端の膨らみが大きく条線密度も細かい (Lee *et al.*, 1992) ことで区別できる。上田 (1985: f. 126) も本分類群を *G. intricatum* var. *vibrio* として報告している。

2. *Gomphonema coronatum* Ehrenb. Abh. Konigl. Akad. Wiss. Berlin 1840: 211. 1840.

(図 3)

出現試料: TNS-AL-62606,62636.

本分類群は *Gomphonema acuminatum* Ehrenb. と混合されやすいが, *G. acuminatum* は胞紋密度が細かく, LM では明瞭で無いこと, 殻頭の突起がより太いことで区別できる。上田 (1985: f. 124, 125) の *G. acuminatum* は胞紋が描かれていることから本種の可能性が高い。

3. *Gomphonema* sp.

(図 4, 5)

出現試料: TNS-AL-62606.

Gomphonema christensenii Lowe & Kociolek や *G. kinokawaensis* H.Kobayasi に似るがより大形で明瞭に区別できる。新分類群の可能性が高く, より詳細な検討が必要である。

4. *Gomphonema* sp. aff. *pseudoaugar*

(図 6)

出現試料: TNS-AL-62606.

本分類群に関して, 今回は出現頻度が低かったため, 十分な検討が出来なかった。

5. *Gomphonema parvulum* Kützing Sp. Alg.: 65. 1849.

(図 7 - 9)

出現試料: TNS-AL-62605, 62606, 62608, 62609, 62610.

G. parvulum は隠蔽種と考えられ, 多くの変種や品種も報告されている。それらの変種や品種間の違いが明確

表2. 採集標本一覧. 正式な標本番号は TNS-AL-xxxxx である。地点番号は表1の地点番号.

TNS-AL-	採集日	地点番号	生態	採集者
61558	2016/7/25	1	付着	辻彰洋・新山優子
61559	2016/7/25	2	付着	辻彰洋・新山優子
61560	2016/7/25	3	プランクトン	辻彰洋・新山優子
61561	2016/7/25	3	付着	辻彰洋・新山優子
61562	2016/7/25	4	プランクトン	辻彰洋・新山優子
61563	2016/7/25	4	付着	辻彰洋・新山優子
61564	2016/7/25	6	プランクトン	辻彰洋・新山優子
61565	2016/7/25	6	付着	辻彰洋・新山優子
61566	2016/7/25	7	付着	辻彰洋・新山優子
61567	2016/7/25	8	付着	辻彰洋・新山優子
61568	2016/7/25	a	付着	辻彰洋・新山優子
61569	2016/7/25	b	付着	辻彰洋・新山優子
61570	2016/7/25	c	プランクトン	辻彰洋・新山優子
61571	2016/7/25	c	付着	辻彰洋・新山優子
61572	2016/7/25	d	付着	辻彰洋・新山優子
62601	2017/2/1	1	付着	辻彰洋
62602	2017/2/1	2	付着	辻彰洋
62603	2017/2/1	3	付着	辻彰洋
62604	2017/2/1	3	プランクトン	辻彰洋
62605	2017/2/1	4	付着	辻彰洋
62606	2017/2/1	6	付着	辻彰洋
62607	2017/2/1	6	プランクトン	辻彰洋
62608	2017/2/1	7	付着	辻彰洋
62609	2017/2/1	8	付着	辻彰洋
62610	2017/2/1	c	付着	辻彰洋
62611	2017/2/1	c	プランクトン	辻彰洋
62634	2017/7/11	1	付着	辻彰洋
62635	2017/7/11	2	付着	辻彰洋
62636	2017/7/11	3	プランクトン	辻彰洋
62637	2017/7/11	3	付着	辻彰洋
62638	2017/7/11	4	付着	辻彰洋
62639	2017/7/11	6	プランクトン	辻彰洋
62640	2017/7/11	6	付着	辻彰洋
62641	2017/7/11	7	付着	辻彰洋
62642	2017/7/11	8	プランクトン	辻彰洋
62643	2017/7/11	8	付着	辻彰洋
63356	2018/11/27	1	付着	辻彰洋
63357	2018/11/27	3	付着	辻彰洋
63358	2018/11/27	4	付着	辻彰洋
63359	2018/11/27	7	付着	辻彰洋
63360	2018/11/27	2	付着	辻彰洋
63361	2018/11/27	C	付着	辻彰洋
63362	2018/11/27	8	付着	辻彰洋
63363	2018/11/27	6	付着	辻彰洋

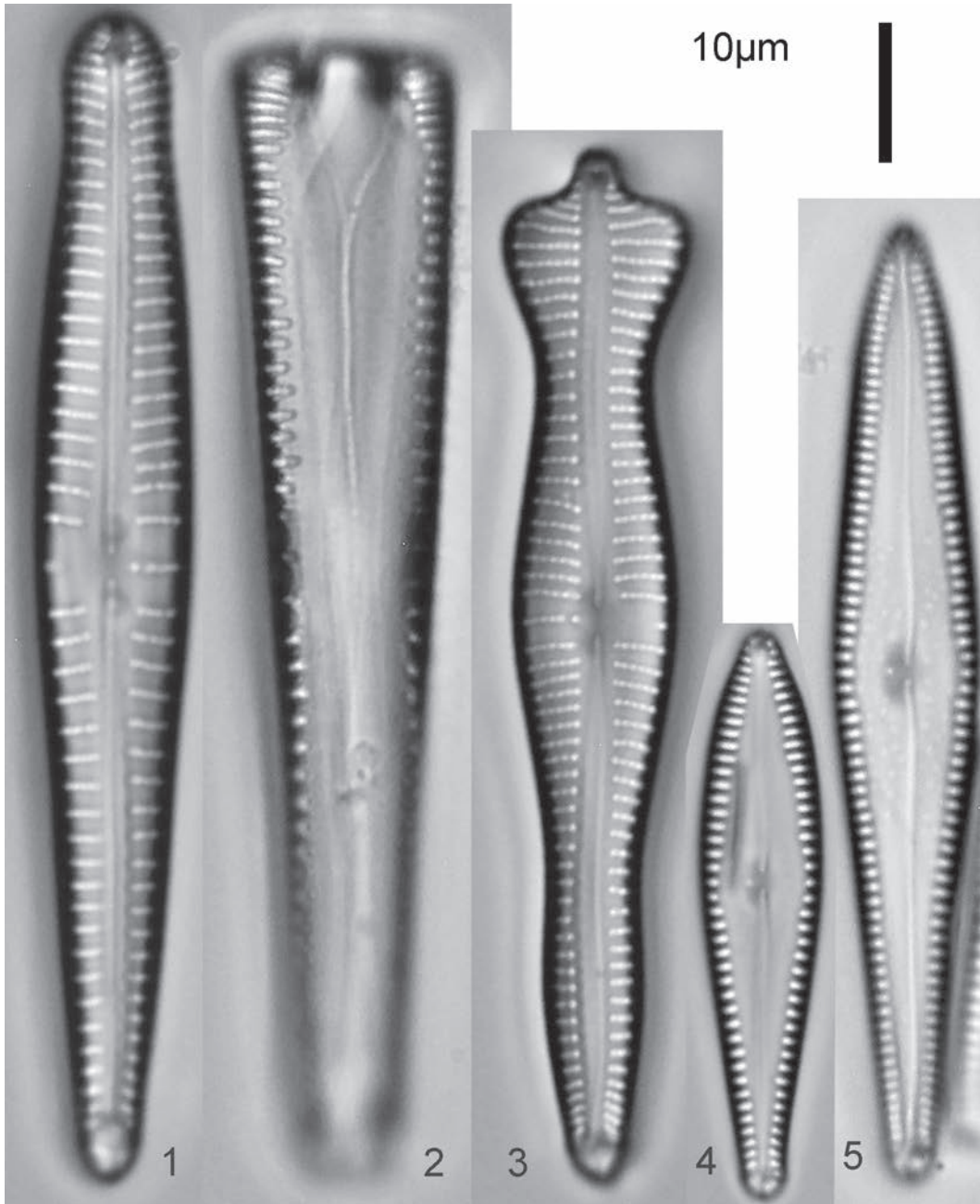


図 1 - 5. LM. 1-2 : *Gomphonema vibrio*, 3 : *Gomphonema coronatum*, 4, 5 : *Gomphonema* sp.

でないため本研究では種レベルで扱った。

6. *Gomphonema munitum* C.Agardh, Consp. Diatom. 34. 1830.

≡ *Gomphoneis heterominuta* Mayama et Kawashima in Mayama et al., Diatom 18: 89. 2002.

(図 10, 11)

出現試料 : TNS-AL-62635.

本種のような二重胞紋を持つ *Gomphonema* 属は *Gomphoneis* 属として扱われることが多かったが, Jahn et

al. (2019) によって系統的に *Gomphoneis* 属とは異なることが明らかとなり, 旧来の *Gomphonema* 属に戻すことが提唱された。

7. *Gomphonema acidoclinatum* Lange-Bert. & E.Reichardt in Werum & Lange-Bertalot Iconogr. Diat. 13: 160. pl. 92, f. 1-19, pl. 93, f. 1-3. 2004.

(図 12)

出現試料 : TNS-AL-62635.

本分類群は従来 *Gomphonema gracile* Ehrenb. (あるい

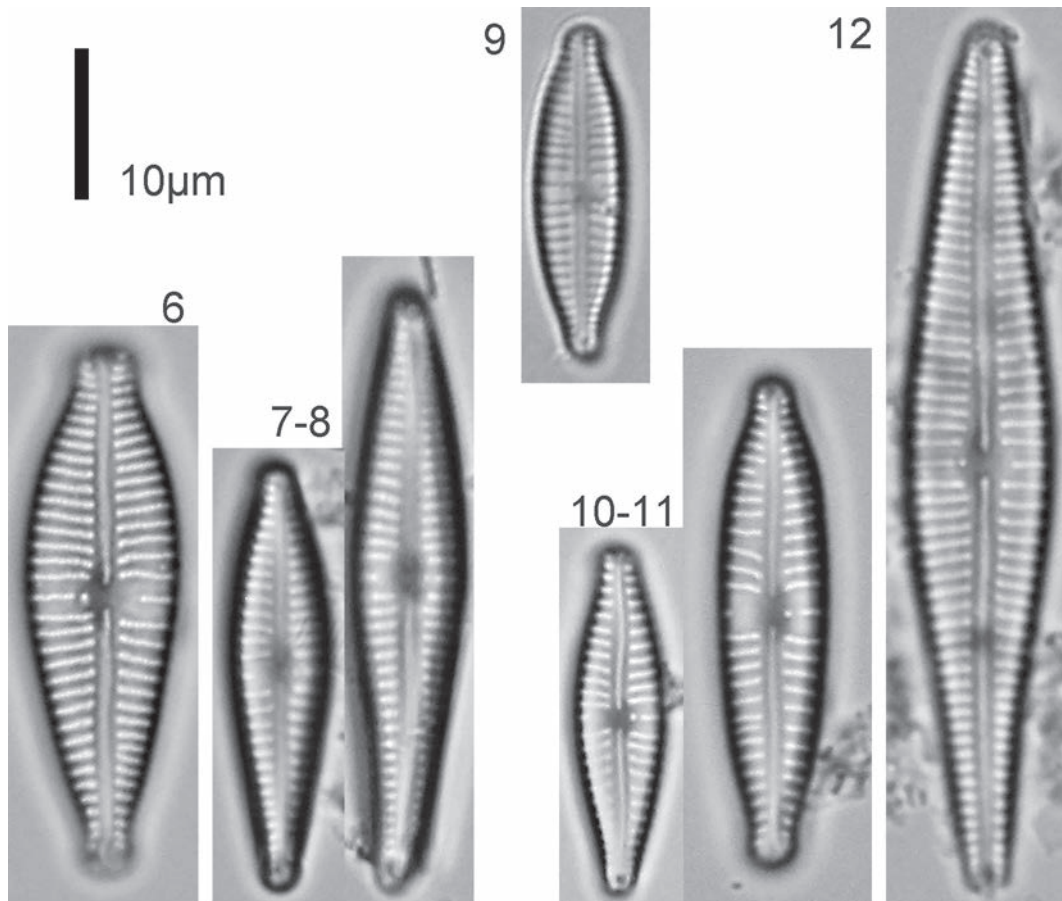


図 6 - 12.

LM. 6 : *Gomphonema* sp. aff. *pseudoaugar*, 7-9 : *Gomphonema parvulum*, 10-11 : *Gomphonema munitum*, 12 : *Gomphonema acidoclinatum*.

は *G. gracilis* と同定されてきたが, Reichardt (2015) のタイプマテリアルの調査とレクトタイプ指定の結果, 従来 *G. gracile* とされてきたものは誤同定であることが明らかになった。そのため, 本種が新たに新分類群として記載された。

8. *Cymbopleura* sp. cf. *ehrenbergii*

(図 13)

出現試料: TNS-AL-62635

本種は *Cymbella ehrenbergii* Kütz. と呼ばれていた種で, 現在では *Cymbopleura inaequalis* (Ehrenb.) Krammer のシノニムとされている。自然教育園産の個体は丸みが強く, 殻端が太く大きく突出することから, Krammer (2003) が示すタイプマテリアルの *Cymbop. inaequalis* とは異なると考えられる。*Cymbop. apiculala* Krammer も似るが, LMで殻中心域の条線の末端が曲がり, 殻端もより細くやや小形であることから, 本分類群と明瞭に区別できる。*Cymbop. lala* (Grunow) Krammer とその変

種 (Krammer 2003) には太い殻端を持つことやずんぐりした殻外形が似るが, *Cymbop. lala* はより小形で条線密度が細かいことから別分類群と考えた。

9. *Encyonopsis* sp. cf. *orientalis*

(図 14 - 16)

出現試料: TNS-AL-62606

本種は Lee et al. (1993) により韓国から記載された *Cymbella orientalis* var. *orientalis* Lee に似るが, 自然教育園産の個体は背側中心部の無紋域が Lee et al. (1993) のものより明瞭で幅が広い。殻の外形はブルガリアから Stancheva & Ivanov (2011) によって記載された *C. orientalis* var. *delicatula* により似るが, 同種の殻長が 17.6 ~ 28.6 μm に対し, 自然教育園産の個体は 30 ~ 40 μm と大きい。また, 腹側中央部の条線密度が自然教育園産は 7.5 ~ 9.5 本/10 μm に対し, 承名変種が 11 ~ 13 本, var. *delicatula* が 10-13 本と自然教育園産は明瞭に粗く, 区別できる。SEM による微細構造は Lee et al. (1993)

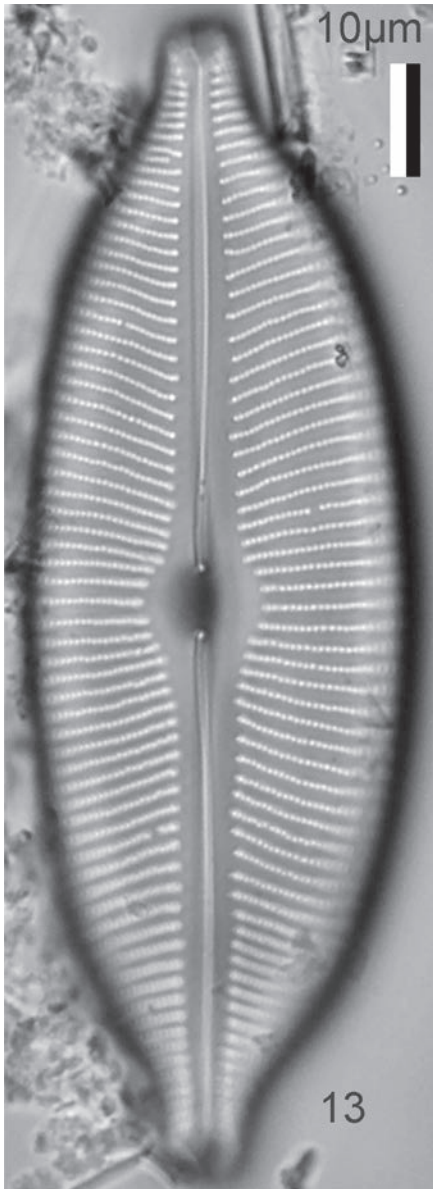


図 13. LM. *Cymbopleura* sp. cf. *ehrenbergii*.

との明確な違いは無かった。微細構造の特徴が *Encyonopsis* 属と一致するため、ここでは *Encyonopsis* の 1 種として報告する。*C. orientalis* についても *Encyonopsis* 属とすべきであると考えられる。*Encyonopsis orientalis* Krammer は、別分類群である。

10. *Cymbopleura naviculiformis* (Auerswald ex Heiberg) Krammer Diat. Europ. 4: 56. 2003.

≡ *Cymbella naviculiformis* Auerswald ex Heiberg Consp. Diat. Dan.: 108. pl. I, f. III. 1863.

(図 17, 18, 26 - 27)

出現試料 : TNS-AL-62635.

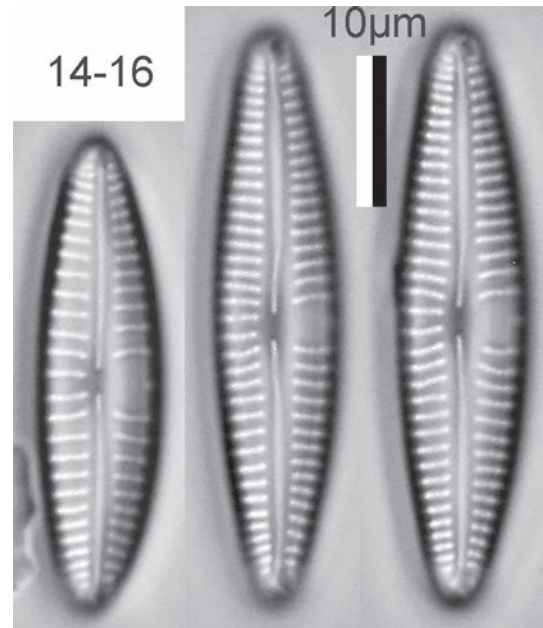


図 14 - 16. LM. *Encyonopsis* sp. cf. *orientalis*.

本種は *Cymbop. amphicepha* (Nägeli) Krammer と *Cymbop. naviculiformis* に類似する。(Krammer, 2003) は両種の区別点として *Cymbop. naviculiformis* が中心域を持つことをあげている。自然教育園産の個体は中心域を持つことから *Cymbop. naviculiformis* と考えられるが、自然教育園産の個体は殻端が Krammer (2003) のものより太くまたくびれが強いという違いが見られた。また、Krammer (2003) の示すタイプ個体は自然教育園のものより幅が狭い。しかし、この殻幅について同書では 9-13 μm と広く記しており、自然教育園産の 11-13 μm を変異に含めている。渡辺仁治 et al. (2005) では本研究で見いだされたものと一致する殻端が太くくびれるものから、Krammer (2003) に一致する殻端がやや細いものまで本種の範疇としている。本研究では渡辺仁治ほか (2005) に従い、本種と同定した。本種の SEM については撮影できていないため、今後は SEM 撮影を行い、その同定の是非について追加検討することが必要である。*Cymbop. anglica* (Langerstedt) Krammer は本種のように中心域の数本の条線の肥厚が明瞭でないことから区別できる。本種は自然教育園から既に報告されている (上田, 1985: f. 41)。

11. *Cymbella tropica* Krammer Diat. Eur. 3: 61, 164. pl. 44, f. 1-10. 2002.

(図 19, 20, 28)

出現試料 : TNS-AL-62606, 62609, 62635.

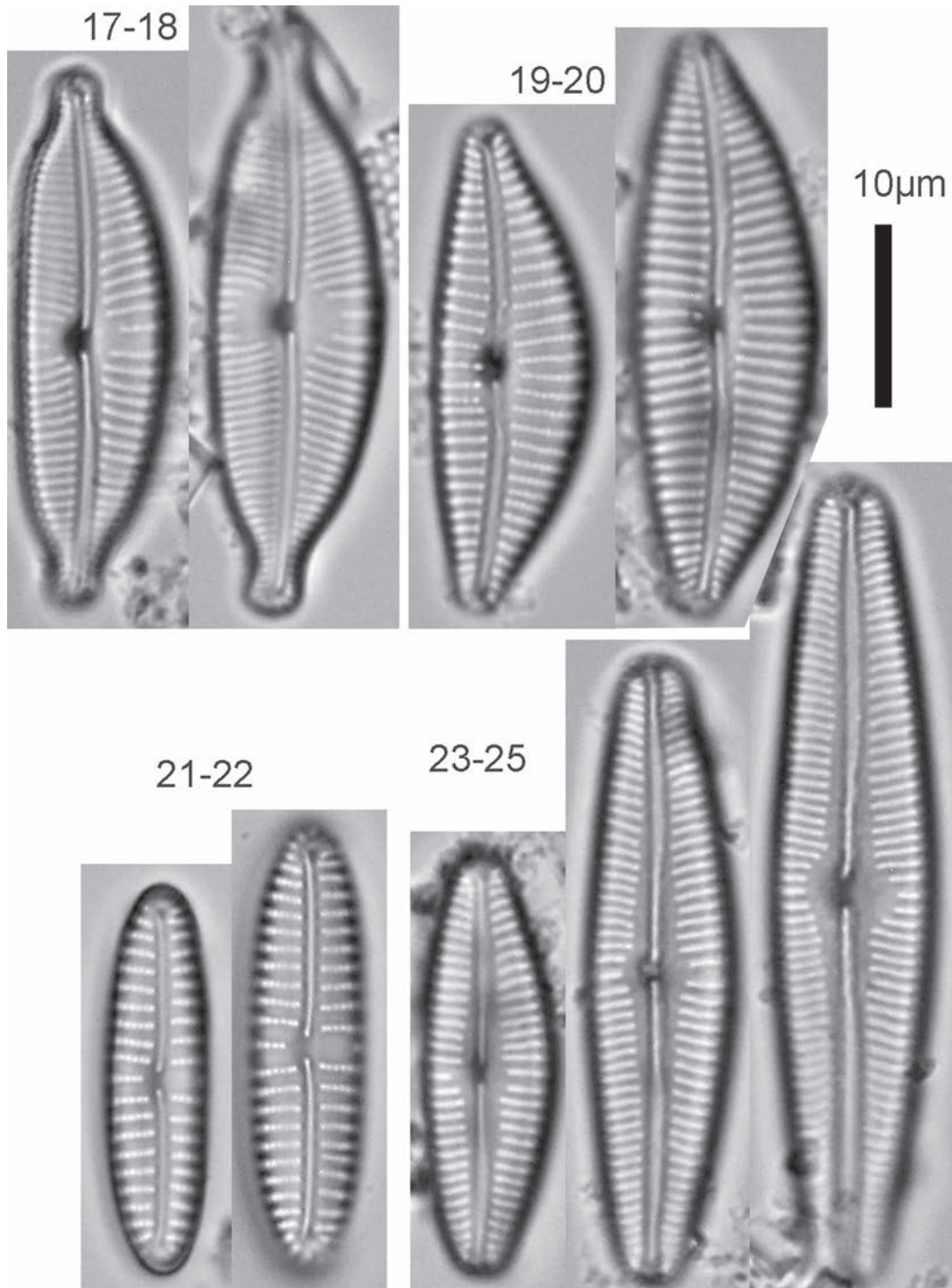


図 17 - 25.

LM. 17-18 : *Cymbopleura naviculiformis*, 19-20 : *Cymbella tropica*, 21-22 : *Encyonema leei*, 23-25 : *Cymbopleura* sp. cf. *subaequalis*.

C. turgidula var. *turgidula* に似るが, *C. turgidula* var. *turgidula* は遊離点が2つであるのに対し (Tuji, 2007), 本種は1つである。遊離点はLMでは不明瞭であるが, SEMでは細長く伸びた遊離点が明瞭である (図28)。細胞サイズや条線密度・胞紋密度は北米産の個体群

(Potapova, 2011)と一致した。自然教育園から上田(1985: 図70)により *C. turgidula* として報告されている個体は, 図版からは本種と考えられる。本邦の *C. turgidula* var. *turgidula* として報告されているものには本種が多く含まれると考えられる。

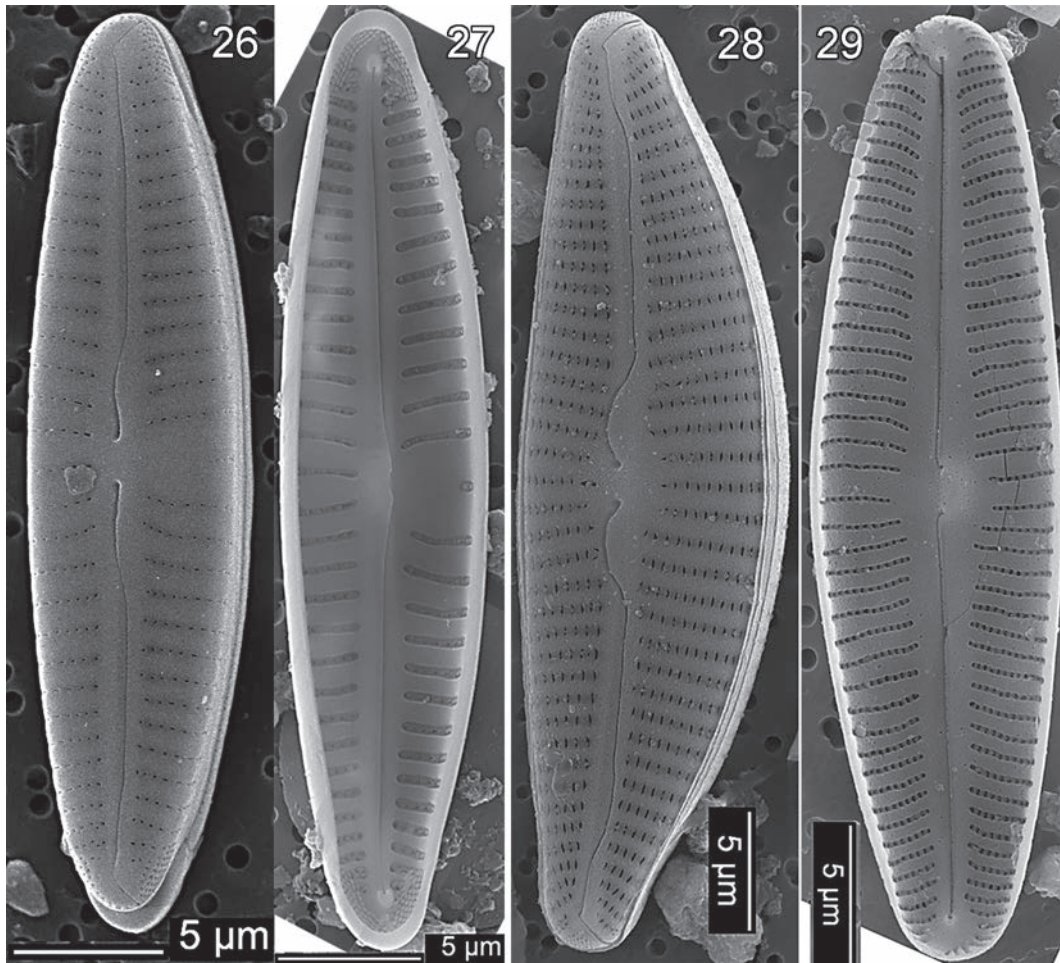


図 26 - 29. SEM. 26-27 : *Cymbopleura naviculiformis*, 28 : *Cymbella tropica*, 29 : *Cymbopleura* sp. cf. *subaequalis*.

12. *Encyonema leei* (Krammer) Ohtsuka et al. Diat. 20: 150. 2004.

≡ *Encyonopsis leei* K. Krammer Diat. Eur. 4: 147, 170. pl. 162, f. 15-19. 2003.

(図 21, 22)

出現試料 : TNS-AL-62606

本種は韓国から 2003 年に記載された。本邦に産する本種の形態については Ohtsuka *et al.* (2004) が詳しい。自然教育園の個体は Ohtsuka *et al.* (2004) の特徴と一致した。*Encyonops leei* var. *sinensis* Krammer は条線密度が 25-29/10 μ m とより細かい

13. *Cymbopleura* sp. cf. *subaequalis*

(図 23 - 25, 29)

出現試料 : TNS-AL-62635.

Cymbopleura subaequalis (Grunow) Krammer に極めて類似する。*Cymbop. subaequalis* は, Krammer (2003) がタイプを示している。渡辺ほか. (2005) に示された

図と Krammer (2003) は明確に異なるが, 渡辺ほか (2005) の誤同定と考えられる。Bahls (2012) の示す北米産の個体は Krammer (2003) のものよりくびれが強い。自然教育園のものは Krammer (2003) の示すものに外形はより近い。しかし, 自然教育園産のものは殻長が 31-60 μ m, 殻幅が 11-13 μ m なのに対し, Krammer (2003) ではそれぞれ 20-54 μ m, 7-9.4 μ m と, タイプも含む Krammer (2003) の記述は, 殻長がやや短く, 殻幅が明確に狭い。そのため, 別分類群と考えた。上田 (1985: f. 42) は, 本分類群の小型個体と考えられるものを *Cymbella subaequalis* (≡ *Cymbop. subaequalis*) として報告している。

結 論

本研究において, 自然教育園からは, *Cymbopleura*, *Encyonopsis* 属の種が多産したが, その多くは稀産種や

報告がないもの、あるいは同定上の問題を持つ種であった。これは、本報において自然教育園のような低湿地環境での調査事例が少ないことに起因していると考えられる。本報において同定できなかった種の多くは新種の可能性があると考えられ、さらに研究を進めて新種記載をする必要があると考えられる。

謝 辞

本研究の顕微鏡撮影および図版の作成には、佐伯瑛・岩澤絵梨・小島直氏らの協力を得た。福嶋博氏には、報告書（福嶋，1991）と過去の標本の本調査および今後の利用について快諾を頂いた。みなさまに厚く御礼申し上げます。

Summary

Diatom flora of the Institute for Nature Study, National Museum of Nature and Science, was studied between 2016 and 2018. We reported genus *Cymbella* sensu lato and *Gomphonema* sensu lato in this report. 13 taxa were observed. Four taxa including one *Gomphonema*, two *Cymbopleura* and one *Encyonopsis*, have not been able to identify, and might be new taxa.

引用文献

- Bahls, L. 2012. *Cymbopleura subaequalis*. Retrieved 8/2019 (https://diatoms.org/species/cymbopleura_subaequalis).
- Hofmann, G., Werum, M. & Lange-Bertalot, H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. pp. 908.
- Jahn, R., Kusber, W.-H., Skibbe, O., Zimmermann, J.,

- Van, A., Buczkó, K. & Abarca, N. 2019. *Gomphonella olivacea* (Bacillariophyceae) – a new phylogenetic position for a well-known taxon, its typification, new species and combinations. *Plant Ecology and Evolution*, 152: 219–247. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*.
- Krammer, K. 2003. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. *Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats* 4 : 1–530.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: *Naviculaceae*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Lee, J. H., Gotoh, T. & Chung, J. 1992. A study of diatom species *Gomphonema vibrio* Ehr. var. *subcapitatum* (Mayer) Lee, comb. nov. *Algae*, 7 : 79–87.
- Potapova, M. 2011. *Cymbella tropica*. Retrieved 8/2019 (https://diatoms.org/species/cymbella_tropica).
- Reichardt, E. 2015. *Gomphonema gracile* Ehrenberg sensu stricto et sensu auct. (Bacillariophyceae) : A taxonomic revision. *Nova Hedwigia. Zeitschrift für Kryptogamenkunde* 101 : 367–393.
- Tuji, A. 2007. Type examination and typification of *Cymbella affinis* Kütz., *C. turgidula* Grunow and *C. uenoi* Skvortsov. *Diatom*, 23 : 49–54.
- 上田稔. 1985. 自然教育園の珪藻類について. 自然教育園報告, (16) : 83–97.
- 辻彰洋・新山優子. 2014. 皇居における淡水珪藻植生 II 期. 国立科博専報, 49 : 77–88.
- 辻彰洋・谷村好洋. 2012. 付録 2 : 珪藻の酸処理とプレパラートの作り方. 谷村好洋・辻彰洋 (eds.) 微化石 : 顕微鏡で見るプランクトン化石の世界 p. 179–387. 東海大学出版会, 東京.
- 渡辺仁治・浅井一視・大塚泰介・辻彰洋・伯耆晶子. 2005. 淡水珪藻生態図鑑 : 群集解析に基づく汚濁指数 DAIPo, pH 耐性能. 666pp. 内田老鶴圃, 東京.
- 福嶋博. 1991. 3-3-1 藻類調査. 国立科学博物館附属自然教育園生態系に関する環境保全調査 p. 471–525. 野外自然博物館後援会, 東京.