

# 才井戸流の植物付着珪藻相

福岡 将之, 大畑 史江, 岡村 祐里子

## Epiphytic Diatom Flora from Saido Stream

Masayuki Fukuoka, Fumie Ohata, Yuriko Okamura

名古屋市の珪藻相解明を目的として、名古屋市最大の湧水地である守山区才井戸流に産するツクシナギゴケモドキとミクリ属の一種に付着する珪藻相の調査を行った。調査の結果、13 属 16 分類群 1 未同定分類群を見出し、ツクシナギゴケモドキには 8 属 9 分類群、ミクリ属の一種には 11 属 12 分類群 1 未同定分類群が発見された。その中でも、好清水性種とされる *Eunotia minor* が両基質において最優占種となった。今回種を同定することができた 16 分類群のうち、9 分類群が好清水性種または良好な水質を示す水域の指標種となりえる分類群であった。両基質の珪藻相の特徴を比較するため、Bray-Curtis 指数を算出したところ  $\delta_{AB}=0.14$  となった。これは両基質の生育環境の違いによる珪藻相の差を反映していると考えられた。今後は年間を通して複数基質から採集を行うことで、才井戸流の珪藻相をさらに明らかにすることができるだろう。

### はじめに

珪藻は、不等毛植物門 *Heterokontophyta* に属する単細胞微細藻類である。陸域・水域問わずあらゆる環境に進出し、それぞれの環境で多様に分化することで、その種数は現在 10 万種にも上るとされている<sup>1)</sup>。しかし、巨視的な動物や陸上植物と比較して微細藻類は肉眼で観察することができず、その多様性の現状は十分に把握されているとはいえない。水域においては、それぞれの水質によって生育する珪藻種のパターンが明らかにされており、珪藻の種組成に基づいて当該環境の水域を評価しようとする試みが多数行われている<sup>2)</sup>。名古屋市においては、現在までに村上ら<sup>4)</sup>、新修名古屋市史資料編集委員会<sup>5)</sup>、山本・大塚<sup>6)</sup>などが珪藻相の研究を行っているが、その数は少ない。市内にどのような珪藻相が形成されているかを明らかにすることは、生物多様性に関する知見を蓄積するうえで重要であると考えられる。加えて、名古屋市の環境に特化した指標生物の情報を収集することは、市内の水質保全事業に資する有用な知見を与えることとなる。そこで、本研究では、名古屋市内の珪藻相解明を目指し、市内の湧水地に産する珪藻に着目した。

湧水に産する珪藻相に関する研究はいくつか報告されている<sup>7),8),9)</sup>が、いまだ情報量は不足しており、出

現種の詳細な形態・生態・分類学的知見は得られていない。名古屋市内においては複数の湧水地が知られているが、中でも守山区中志段味の才井戸流（図 1）は市内最大の湧水地として知られている<sup>10)</sup>。才井戸流では、スナヤツメ類 *Lethenteron* spp. などレッドリスト掲載種も多数報告されており<sup>11)</sup>、市内の生物多様性のホットスポットである。一方で、当該地域の珪藻相については報告がない。



図 1. 調査地

以上の背景を踏まえて、本研究では、市内最大の湧水地である才井戸流の付着珪藻相を明らかにすることを目的とした。

## 材 料 と 方 法

### 1. 材料

本研究で用いた試料は、2022 年 5 月 10 日に愛知県名古屋市守山区中志段味の才井戸流で採集したコケ植物（ツクシナギゴケモドキ *Oxyrrhynchium hians*）と水草（ミクリ属の一種 *Sparganium* sp.）上から得た（標本番号: ツクシナギゴケモドキ: NCIES-AL-00001; ミクリ属の一種: NCIES-AL-00002; 名古屋市環境科学調査センターに保管）。試料は採集後、10%ホルマリンを用いて固定した。

### 2. 観察方法

得られた試料を定法<sup>12), 13)</sup>に準拠して処理し、顕微鏡観察用の試料を作製した。観察は光学顕微鏡を用いて行った。光学顕微鏡観察は 100 倍の油浸レンズを用いて行い、デジタルカメラにより写真撮影を行った。写真を基に種を同定し、400 殻以上計数して種組成を算出した。本研究においては、出現頻度 1%以上の分類群を出現種とした。本研究で用いた術語は既報の文献<sup>3), 14)</sup>に従った。

### 3. 解析

各基質に付着する珪藻相の特徴を明らかにするために、Bray-Curtis 指数を用いて両基質間における珪藻相の類似度を算出した<sup>15), 16)</sup>。

## 結 果 と 考 察

### 1. 出現分類群の記載

観察の結果、13 属 16 分類群 1 未同定分類群を見出した。そのうち、ツクシナギゴケモドキには 8 属 9 分類群、ミクリ属の一種には 11 属 12 分類群 1 未同定分類群が見出された（表 1）。

以下、それぞれの分類群について報告する。

***Achnanthidium minutissimum* (Kützinger) Czarnecki 1994:** 157<sup>17)</sup> (図 2)。

殻面の外形は中央が膨らんだ船形で、殻端はくちばし形。殻長 8.4–13.6  $\mu\text{m}$ 、殻幅 2.3–3.2  $\mu\text{m}$ 。

本種は有機汚濁に関しては広適応性種であり、pH に

関しては中性種であるとされ<sup>3)</sup>、広範な環境に高い相対頻度で出現する種である。

殻の外形やサイズが先行研究と一致したため、本種と同定した<sup>3), 17), 18)</sup>。本種は *Achnanthes minutissima* Kützinger var. *minutissima* 1833 として記載された種<sup>18)</sup>であるが、後の研究<sup>17)</sup>により *Achnanthidium* 属に新組み合わせされた。

***Aulacoseira islandica* (O.Müller) Simonsen 1979:** 60<sup>19)</sup> (図 3)。

殻は円筒形であり、直線状の群体を形成する。殻の直径 4.7–10.7  $\mu\text{m}$ 、幅 6.3–10.0  $\mu\text{m}$ 、条線密度 12–14/10  $\mu\text{m}$ 、胞紋 16–22/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は有機汚濁に関しては広適応性種であり、pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>。

殻の外形、サイズおよび条線や胞紋の密度が先行研究<sup>3), 19), 20)</sup>と一致したため、本種と同定した。本種は *Melosira islandica* O.Müller 1906 として記載された種<sup>20)</sup>であるが、後の研究<sup>19)</sup>により *Aulacoseira* 属に新組み合わせされた。

***Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann 1990:** 667<sup>21)</sup> (図 4)。

殻は三日月形で、腹側は平坦。殻端はくさび形となる。縦溝の外裂溝は殻端において腹側に折れるように曲がる。対して内裂溝は中心域において背側へかぎ状に曲がって向かい合う。殻長 20.1–38.4  $\mu\text{m}$ 、殻幅 4.9–7.1  $\mu\text{m}$ 、条線密度 12–16/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は典型的な好清水性種であり、pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>。

殻の外形やサイズ、条線密度、縦溝の形態が先行研究<sup>3), 21), 22)</sup>と一致したため、本種と同定した。本種は *Cymbella minuta* Hilse ex Rabenhorst 1862 として記載された種<sup>22)</sup>であるが、後の研究<sup>21)</sup>により *Encyonema* 属に新組み合わせされた。

***Eunotia minor* (Kützinger) Grunow in Van Heurck 1881:** Pl. 33: Figs 20, 21<sup>23)</sup> (図 5)。

殻は三日月形で、腹側は平坦。殻端付近で背側がややくびれくちばし形となる。殻長 13.9–63.3  $\mu\text{m}$ 、殻幅 3.4–7.2  $\mu\text{m}$ 、条線密度 12–18/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は有機汚濁に関しては好清水性種とされ、pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>。本研究においては、ツクシナギゴケモドキにおいて 23.4%、ミクリ属の一種において 28.2%の出現頻度を示した最優占分類群で

ある。

殻の外形やサイズ、条線密度が先行研究<sup>3), 23), 24)</sup>と一致したため、本種と同定した。本種は *Himanthidium minus* Kützing 1844 として記載された種<sup>24)</sup>であるが、後の研究<sup>23)</sup>において *Eunotia* 属に新組み合わせされた。

***Frustulia crassinervia* (Brébisson ex W.Smith) Lange-Bertalot et Krammer in Lange-Bertalot et Metzeltin 1996: 57, Pl. 38: Figs 7–9<sup>25)</sup> (図 6) .**

殻面の外形は船形で、先端部は頭状形からくちばし形。殻長 47.5–54.7  $\mu\text{m}$ 、殻幅 8.4–10.8  $\mu\text{m}$ 。殻縁はゆらぎのある曲線となる。

本種は腐食栄養型の水域によく出現する好酸性種であり、清水域を好む傾向が大きいとされている<sup>3)</sup>。

殻の外形やサイズ、特に殻縁がゆらぎのある曲線となるという特徴が先行研究<sup>3), 25), 26)</sup>と一致したため、本種と同定した。本種は *Navicula crassinervia* Brébisson ex W.Smith 1853 として記載された種<sup>26)</sup>であるが、後の研究において *Frustulia* 属の 1 変種 *F. rhomboides* (Ehrenberg) De Toni 1891 var. *crassinervia* (Brébisson ex W.Smith) Ross 1947 に新組み合わせされた<sup>27)</sup>。その後、現在の種に新組み合わせされた<sup>25)</sup>。

***Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot et E.Reichardt in Lange-Bertalot et Metzeltin 1996: 70, Pl. 62: Figs 23–27<sup>25)</sup> (図 7) .**

殻面は船形となるが、横軸に対して非相称の楔形となる。殻端はくちばし形。殻長 14.9–36.7  $\mu\text{m}$ 、殻幅 4.3–6.6  $\mu\text{m}$ 、条線密度 9–15/10  $\mu\text{m}$ 。軸域は狭い。中心域の条線の 1 本の先端には 1 個の遊離点が存在し、その反対側の条線は遊離点を有する条線の長さの半分ほどである。

本種は有機汚濁および pH について広適応性種であるとされる<sup>3)</sup>。

殻の外形やサイズ、条線密度、中心域付近の形態が先行研究<sup>3), 23), 25)</sup>と一致したため、本種と同定した。本種は *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing 1849 var. *exilissimum* Grunow in Van Heurck 1880 として記載された種<sup>23)</sup>であるが、後の研究により種に新組み合わせされた<sup>25)</sup>。

***Navicula angusta* Grunow 1860: 528, Pl. 3: Fig. 19<sup>28)</sup> (図 8) .**

殻の外形は披針形。殻端は広円形。軸域は狭く、中心域は一方よりも他方が広がる。条線は放散状だが、

殻端付近で収斂状となる。殻長 34.0–48.5  $\mu\text{m}$ 、殻幅 5.4–6.8  $\mu\text{m}$ 、条線密度 11–13/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は、有機汚濁に関しては好清水性種であり、pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>。

殻の外形やサイズ、条線密度およびコケ植物に付着するという特徴が先行研究<sup>3), 28)</sup>と一致したため、本種と同定した。

***Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot 1985: 62, Pl. 18: Figs 22, 23; Pl. 19: Figs 1–10; Pl. 27: Fig. 1<sup>29)</sup> (図 9) .**

殻の外形は披針形。殻端はくさび形。条線は放散状で、殻端付近で収斂状。殻長 22.7–27.3  $\mu\text{m}$ 、殻幅 5.3–6.1  $\mu\text{m}$ 、条線密度 15–16/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は、有機汚濁に関しては好清水性種であり、pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>。

殻の外形やサイズ、条線密度が先行研究<sup>3), 29)</sup>と一致したため、本種と同定した。

***Navicula decussis* Østrup 1910: 77, Pl. 2: Fig. 50<sup>30)</sup> (図 10) .**

殻の外形は広披針形で、殻端部はくちばし状となる。条線は殻端部ではやや収斂状、それ以外では放散状となる。中心域は広い。殻長 19.3–24.4  $\mu\text{m}$ 、殻幅 7.1–10.1  $\mu\text{m}$ 、条線密度 14–15/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は、有機汚濁に関しては広適応性種、pH に関しては好アルカリ性種であるとされる<sup>3)</sup>。

殻の外形やサイズ、条線密度が先行研究<sup>3), 30)</sup>と一致したため、本種と同定した。

***Navicula subalpina* E.Reichardt 1988: 241, Figs 30–41<sup>31)</sup> (図 11) .**

殻の外形は披針形で、殻端部はくさび形となる。条線は放散状で、殻端部は収斂状。中心域は小さい。殻長 22.4–31.8  $\mu\text{m}$ 、殻幅 5.2–6.5  $\mu\text{m}$ 、条線密度 15–18/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は、日本では比較的少産であるが、 $\beta$  中腐水性よりも良好な水域の指標種であるとされる<sup>3), 32)</sup>。

殻の外形やサイズ、条線密度が先行研究<sup>3), 31), 32)</sup>と一致したため、本種と同定した。

***Nitzschia perminuta* Grunow in Van Heurck 1881: Pl. 69: Figs 4, 7<sup>24)</sup> (図 12) .**

殻の外形は線状披針形。殻端部はくちばし形となりややくびれる。殻長 16.8–39.9  $\mu\text{m}$ 、殻幅 2.1–3.4  $\mu\text{m}$ 、間板 10–13/10  $\mu\text{m}$ 。

本種は、有機汚濁に関しては広適応性種であり、pH

に関しては好アルカリ性種であるとされる<sup>3)</sup>.

殻の外形やサイズ, 間板の密度が先行研究<sup>3), 24)</sup>と一致したため, 本種と同定した.

#### ***Pinnularia* sp.** (図 13) .

殻の外形は披針形. 殻端部は頭円形からくさび形. 条線は, 殻中央部において放散状, 先端部で収斂状. 軸域は広く, 中心域は菱形となる. 殻長 55.3–79.6  $\mu\text{m}$ , 殻幅 9.7–12.6  $\mu\text{m}$ , 条線密度 12–16/10  $\mu\text{m}$ .

本種は *Pinnularia stomatophora* (Grunow) Clave 1891<sup>33)</sup> に形態が類似するが<sup>3), 33)</sup>, *P. stomatophora* よりも中心域が狭いことから未同定種とした.

#### ***Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot 1999: 287<sup>34)</sup>** (図 14, 15) .

殻の外形は披針形. 殻端部は広円形またはくさび形となる. 縦溝殻の中心域は広く, 無縦溝殻の中心域には馬蹄形の無紋域がある. 縦溝殻の殻長 13.6–25.5  $\mu\text{m}$ , 殻幅 4.7–7.2  $\mu\text{m}$ , 条線密度 12–15/10  $\mu\text{m}$ . 無縦溝殻の殻長 10.0–22.8  $\mu\text{m}$ , 殻幅 4.2–7.3  $\mu\text{m}$ , 条線密度 12–15/10  $\mu\text{m}$ .

本種は, 有機汚濁については好清水性種で, pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>.

殻の外形やサイズ, 条線密度および馬蹄型の無紋域の有無が先行研究<sup>3), 34), 35)</sup>と一致したため, 本種と同定した. 本種は *Achnantheidium lanceolatum* Brébisson ex Kützing 1846 として記載された種<sup>35)</sup>であるが, 後の研究により *Planothidium* 属に新組み合わせされた<sup>34)</sup>.

#### ***Planothidium rostratum* (Østrup) Lange-Bertalot 1999: 279 (as “rostatum”)<sup>34)</sup>** (図 16, 17) .

殻の外形は披針形で殻端部はくびれてくちばし形となる. 縦溝殻の中心域は広く, 無縦溝殻の中心域には周囲を仕切る線状構造を有する馬蹄型の無紋域がある. 縦溝殻の殻長 11.8–15.6  $\mu\text{m}$ , 殻幅 5.1–6.5  $\mu\text{m}$ , 条線密度 13–15/10  $\mu\text{m}$ . 無縦溝殻の殻長 13.6–17.1  $\mu\text{m}$ , 殻幅 5.4–7.0  $\mu\text{m}$ , 条線密度 13–15/10  $\mu\text{m}$ .

本種は, 有機汚濁に関して広適応性種で, pH に関しては好アルカリ性種であるとされる<sup>3)</sup>.

殻の外形やサイズ, 条線密度および馬蹄型の無紋域に周囲を仕切る線状構造がみられることが先行研究<sup>3), 34), 36)</sup>と一致したため, 本種と同定した. 本種は *Achnanthes rostrata* Østrup 1902 として記載された種<sup>36)</sup>であるが, 後の研究により *Planothidium* 属に新組み合わせされた.

#### ***Platessa conspicua* (A.Mayer) Lange-Bertalot in Krammer et Lange-Bertalot 2004: 445<sup>37)</sup>** (図 18) .

殻の外形は披針形. 殻端部はくさび形. 軸域はやや広い. 殻長 8.5–10.9  $\mu\text{m}$ , 殻幅 4.6–4.9  $\mu\text{m}$ , 条線密度 14–16/10  $\mu\text{m}$ .

本種は, 有機汚濁については好清水性種で, pH に関しては中性種であるとされる<sup>3)</sup>.

殻の外形やサイズ, 条線密度が先行研究<sup>3), 37), 38)</sup>と一致したため, 本種と同定した. 本種は, *Achnanthes conspicua* A.Mayer 1919 として記載された種<sup>38)</sup>であるが, 後の研究により *Platessa* 属に新組み合わせされた<sup>37)</sup>.

#### ***Psammothidium helveticum* (Hustedt) Bukhtiyarova et Round 1996: 8, Figs 20–25<sup>39)</sup>** (図 19, 20) .

殻の外形は披針形で, 殻端部はくさび形. 中心域は広い. 縦溝殻の殻長 10.2–23.7  $\mu\text{m}$ , 殻幅 4.2–9.6  $\mu\text{m}$ , 条線密度 22–26/10  $\mu\text{m}$ . 無縦溝殻の殻長 9.3–23.0  $\mu\text{m}$ , 殻幅 4.7–9.6  $\mu\text{m}$ , 条線密度 21–24/10  $\mu\text{m}$ .

本種の有機汚濁に対する耐性は不明だが, pH に関しては中性種であるにもかかわらず好酸性の傾向があるとされる<sup>3)</sup>.

殻の外形やサイズ, 条線密度が先行研究<sup>3), 39), 40)</sup>と一致したため, 本種と同定した. 本種は *Achnanthes austriaca* Hustedt 1922 var. *helvetica* Hustedt 1933 として記載された種<sup>40)</sup>であるが, 後の研究において *Psammothidium* 属に新組み合わせされた<sup>39)</sup>.

#### ***Stauroneis kriegeri* R.M.Patrick 1945: 175<sup>41)</sup>** (図 21) .

殻の外形は披針形. 殻端部はくびれて頭状となる. 明瞭な十字の無条線域をもつ. 殻長 19.5–23.0  $\mu\text{m}$ , 殻幅 4.3–5.4  $\mu\text{m}$ , 条線密度 22–28/10  $\mu\text{m}$ .

本種は有機汚濁に関して好清水性種であり, pH に関しては中性種とされる<sup>3)</sup>.

殻の外形やサイズ, 条線密度が先行研究<sup>3), 41)</sup>と一致したため, 本種と同定した.

## **2. 才井戸流の植物付着珪藻相の特徴**

有機汚濁耐性について注目すると, 今回種を同定することができた 16 分類群のうち, 9 分類群が好清水性種または良好な水質を示す水域の指標種となりえる分類群であった. また, pH 耐性については, 16 分類群のうち 9 分類群が中性種であった<sup>3)</sup>.

各基質の珪藻相について, Bray-Curtis 指数を用いた

類似度の算出を試みた。結果、Bray-Curtis 指数は  $\delta_{AB} = 0.14$  となった。この指数は、 $0 \leq \delta_{AB} \leq 1$  で示され、1 に近づくほどそれぞれの群集が類似していることを示している<sup>16)</sup>。同一河川内ではあるが、ツクシナギゴケモドキは湧水が染み出す岸壁上という半気生的環境に生育していたのに対し、ミクリ属の一種の生育環境は流水中であつたという違いが反映されていると考えられる。

## ま と め

本研究においては、才井戸流に産するツクシナギゴケモドキとミクリ属の一種から 13 属 16 分類群 1 未同定分類群の珪藻を見出し、才井戸流に生育する珪藻相の概略を初めて報告することができた。これらの珪藻の多くは好清水性種であり、才井戸流の水質が良好な状態で維持されていることが示唆された。また、今回の結果は、市内の他の湧水地の珪藻相を調査するうえで有用な情報となると考えられる。一方で、付着珪藻は基質や季節ごとに生育する種が異なっているとされている。そのため、才井戸流の珪藻相をさらに明らかにするためには、様々な基質を対象とした年間を通じた試料採集が求められる。

## 謝 辞

名古屋市環境科学調査センター元職員の榊原靖氏には、珪藻や基質植物の種同定に関して有用な助言を賜りました。ここに謝意を表します。

## 文 献

- 1) Mann D.G. and Vanormelingen P.: An inordinate fondness? The number, distributions, and origins of diatom species., *Journal of eukaryotic microbiology*, 60, 414–420 (2013)
- 2) 渡辺仁治, 浅井一視, 伯耆晶子: 付着珪藻群集に基づく有機汚濁指数 DAIPo とその生態学的意義, 奈良女子大学大学院人間文化研究科年報, 1, 77–95 (1986)
- 3) 渡辺仁治, 浅井一視, 大塚泰介, 辻彰洋, 伯耆晶子: 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, p. 1–766, 内田老鶴圃 (東京) (2005)

- 4) 村上哲生, 鎌田敏幸, 榊原靖, 鈴木裕: 温排水の珪藻植生に及ぼす影響, *日本水処理生物学会誌*, 24, 114–118 (1988)
- 5) 新修名古屋市史資料編編集委員会: 新修名古屋市史資料編, 自然, 名古屋市, 192–196 (2008)
- 6) 山本真理子, 大塚泰介: 藤前干潟の珪藻植生に関する報告, *Diatom*, 36, 13–21 (2020)
- 7) 南雲保, 長田敬五: 新潟県小千谷近郊の湧泉池から得たケイソウ, *日本歯科大学紀要 (一般教育系)*, 15, 125–140 (1986)
- 8) 阪部舞, 南雲保: 静岡県柿田川湧水群の付着珪藻植生, *Diatom*, 13, 113–127 (1997)
- 9) 後藤敏一, 久保田英夫: 金鱗湖 (大分県湯布院町) の珪藻, *Diatom*, 26, 17–39 (2010)
- 10) 土山ふみ, 鎌田敏幸, 榊原靖, 西史江: 1990 年代後半の才井戸流れ (守山区志段味) の水質と水生生物, *名古屋市環境科学研究所報*, 40, 50–59 (2010)
- 11) 名古屋市: 名古屋市の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブックなごや 2015, 名古屋市 (愛知), p. 1–504 (2015)
- 12) 南雲保: 簡単で安全な珪藻被殻の洗浄法, *Diatom*, 10, 88 (1995)
- 13) 長田敬五, 南雲保: 珪藻研究入門, *日本歯科大学紀要 (一般教育系)*, 30, 131–142 (2001)
- 14) 小林弘, 出井雅彦, 真山茂樹, 南雲保, 長田敬五: 小林弘珪藻図鑑第 1 巻, 内田老鶴圃 (東京) p. 1–531 (2006)
- 15) Bray J.R. and Curtis J.T.: An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin., *Ecological Monographs*, 27, 325–349 (1957)
- 16) 大垣俊一: 多様度と類似度, 分類学的新指標, *Argonauta*, 15, 10–22 (2008)
- 17) Czarnecki D.B.: The freshwater diatoms culture collection at Loras College, Dubuque, Iowa. In: Kockiolek J.P. ed.: *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium, Memoirs of the California Academy of Sciences.*, 17, 155–174 (1994)
- 18) Kützing F.T.: *Synopsis diatomearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen.*, *Linnaea*, 8, 529–620 (1833)
- 19) Simonsen R.: The diatom system: ideas on phylogeny., *Bacillaria*, 9–71 (1979)
- 20) Müller O.: Pleomorphismus Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten, *Jahrbücher für wissenschaftliche.*, *Botanik*, 43, 49–88 (1906)

- 21) Mann D.G.: The diatoms biology and morphology of the genera., Cambridge University Press, (Cambridge) p. 1–747 (1990)
- 22) Rabenhorst L.: Algen Europa's, Fortsetzung der Algen Sachsens, Resp. Mittel-Europa's., 1261–1280 (1862)
- 23) Van Heurck H.: Synopsis des Diatomées de Belgique., Atlas, Anvers, 31–77 (1881)
- 24) Kützing F.T.: Die Kieselchaligen Bacillarien oder Diatomeen., Nordhausen, p. 1–152 (1844)
- 25) Lange-Bertalot H. and Metzeltin D.: Indicators of oligotrophy - 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types, Carbonate buffered - Oligodystrophic - Weakly buffered soft water. In: Lange-Bertalot H. ed.: Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 2. Ecology, Diversity, Taxonomy., Koeltz Scientific Books, p. 1–390 (1996)
- 26) Smith W.: A synopsis of the British Diatomaceae; with remarks on their structure, function and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens., Smith and Beck, Pub. By J. Van Boorst, p. 1–89 (1853)
- 27) Ross R.: Freshwater Diatomeae (Bacillariophyta). In: Polunin N. ed.: Botany of Canadian Eastern Arctic. Pt. II: Thallophyta and Bryophyta., National Museum of Canada Bulletin, 97, 178–233 (1947)
- 28) Grunow A.: Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge, Diatomeen, Familie Naviculaceen., Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, 10, 503–582 (1860)
- 29) Krammer K. and Lange-Bertalot H.: Naviculaceae Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen., Bibliotheca Diatomologica 9, 1–230 (1985)
- 30) Østrup E.: Danske Diatoméer med 5 tavler et Engelsk résumé. Udgivet paa Carlsbergfondets bekostning., C.A. Reitzel Boghandel Bianco Lunos Bogtrykkeri, p. 1–323 (1910)
- 31) Reichardt E.: Neue Diatomeen aus Bayerischen und Nordiroler Alpenseen., Diatom Research 3, 237–244 (1988)
- 32) Lange-Bertalot H.: *Navicula* sensu stricto 10 genera separated from *Navicula* sensu lato *Frustulia*. In: Lange-Bertalot H. ed.: Diatoms of Europe 4., Koeltz Scientific Books, p. 1–526 (2001)
- 33) Clave P.T.: Synopsis of the naviculoid diatoms. Part II. Kongliga Svenska Vetenskapsak Akademiens Handlingar 27, 1–219 (1895)
- 34) Lange-Bertalot H.: Neue Kombinationen von Taxa aus *Achnanthes* Bory (*sensu lato*). Iconographia Diatomologica 6, 270–283 (1999)
- 35) Kützing F.T.: Kurze Mittheilung über einige kieselchalige Diatomeen, Botanische Zeitung 4, 247–248 (1846)
- 36) Østrup E.: Flora of Koh Chang. Part VII. Contributions to the knowledge of the Gulf of Siam. Preliminary Report on Botany, Results Danish Expedition to Siam (1899–1900)., Botanisk Tidsskrift 25, 28–41 (1902)
- 37) Krammer K. and Lange-Bertalot H.: Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (*Lineolatae*), *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1–4., Spektrum Akademischer Verlag (Heidelberg), p. 1–468 (2004)
- 38) Mayer A.: Bacillariales von Reichenhall und Umgebung. Kryptogamische Forschungen herausgegeben von der Kryptogamenkommission der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen 1, 191–216 (1919)
- 39) Bukhtiyarova L. and Round F.E.: Revision of the genus *Achnanthes sensu lato* section *Marginulatae* Bukh. sect. nov. of *Achnanthidium* Kütz., Diatom Research 11, 1–30 (1996)
- 40) Hustedt F.: Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länders Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Bd. VII: Teil 1: Lieferung 1. In: Anon ed.: Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Akademische Verlagsgesellschaft., p. 1–272 (1927)
- 41) Patrick R.M.: A taxonomic and ecological study of some diatoms from the Pocono Plateau and adjacent regions., Farlowia 2, 143–221 (1945)

表 1. 出現分類群(%)

|                                   | ツクシナギゴケモドキ  | ミクリ属の一種     | 生態情報        |           |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|                                   |             |             | 有機汚濁        | pH        |
| <i>Achnanthydium minutissimum</i> | 9.7         | 2.2         | 広適応性        | 中性        |
| <i>Aulacoseira islandica</i>      |             | 1.9         | 広適応性        | 中性        |
| <i>Encyonema minutum</i>          |             | 1.4         | 好清水性        | 中性        |
| <b><i>Eunotia minor</i></b>       | <b>23.4</b> | <b>28.2</b> | <b>好清水性</b> | <b>中性</b> |
| <i>Frustulia crassinervia</i>     | 4.3         |             | 好清水性        | 好酸性       |
| <i>Gomphonema exilissimum</i>     | 19.6        | 20          | 広適応性        | 広適応性      |
| <i>Navuciu angusta</i>            | 3.6         |             | 好清水性        | 中性        |
| <i>Navicula cryptotenella</i>     | 2           |             | 好清水性        | 中性        |
| <i>Navicula decussis</i>          |             | 1.2         | 広適応性        | 好アルカリ性    |
| <i>Navicula subalpina</i>         |             | 5.3         | 好清水性        | n.d.      |
| <i>Nitzschia perminuta</i>        | 10.1        | 4.8         | 広適応性        | 好アルカリ性    |
| <i>Pinnularia</i> sp.             |             | 1.2         | n.d.        | n.d.      |
| <i>Planothidium lanceoratum</i>   | 9.9         | 5.8         | 好清水性        | 中性        |
| <i>Planothidium rostratum</i>     |             | 7.2         | 広適応性        | 好アルカリ性    |
| <i>Platessa conspicua</i>         |             | 1.4         | 好清水性        | 中性        |
| <i>Psammothidium helveticum</i>   |             | 10.4        | n.d.        | 中性～好酸性    |
| <i>Stauroneis kriegeri</i>        | 11.9        |             | 好清水性        | 中性        |
| others（出現頻度 1%未満）                 | 5.4         | 8.9         | -           | -         |

太字は最優占種。網掛けは好清水性種。

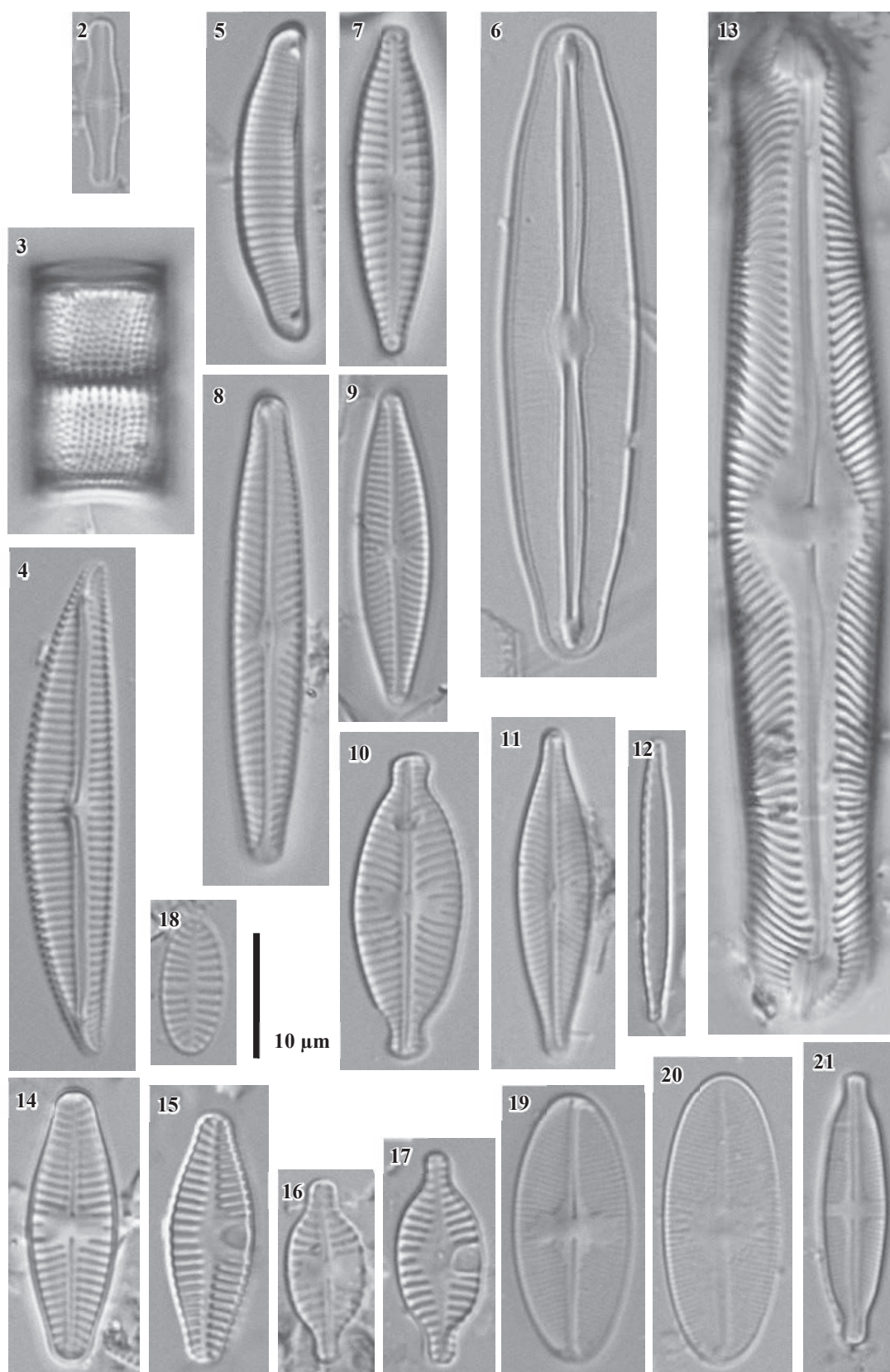


図 2. *Achnanthidium minutissimum*, 図 3. *Aulacoseira islandica*, 図 4. *Encyonema minutum*, 図 5. *Eunotia minor*, 図 6. *Frustulia crassinervia*, 図 7. *Gomphonema exilissimum*, 図 8. *Navicula angusta*, 図 9. *Navicula cryptotenella*, 図 10. *Navicula decussis*, 図 11. *Navicula subalpina*, 図 12. *Nitzschia perminuta*, 図 13. *Pinnularia* sp., 図 14, 15. *Planothidium lanceolatum* (14. 縦溝殻, 15. 無縦溝殻), 図 16, 17. *Planothidium rostratum* (16. 縦溝殻, 17. 無縦溝殻), 図 18. *Platessa conspicua*, 図 19, 20. *Psammothidium helveticum* (19. 縦溝殻, 20. 無縦溝殻), 図 21. *Stauroneis kriegeri*.