

Cymbella distalebiseriata-liyangensis 種複合体の日本からの出現

大塚泰介^{1*}・井上晴絵¹・洲澤多美枝²・泉野央樹^{3,4}・西坂一成⁴

¹琵琶湖博物館 〒525-0001 滋賀県草津市下物町 1091 番地

²有) 河川生物研究所 〒811-3425 福岡県宗像市日の里 9-17-14

³滋賀県立大学大学院環境科学研究科 〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500

⁴琵琶湖博物館はしかけ・たんざいぼうの会 〒525-0001 滋賀県草津市下物町 1091 番地

Occurrences of *Cymbella distalebiseriata-liyangensis* species complex from Japan

Taisuke OHTSUKA¹, Harue INOUE¹, Tamie SUZAWA², Hiroki IZUMINO^{3,4} and Kazunari NISHISAKA⁴

¹Lake Biwa Museum, 1091 Oroshimo, Kusatsu, Shiga 525-0001, Japan

²Institute of River Biology Ltd., 9-17-14 Hinomoto, Munakata, Fukuoka 811-3425, Japan

³Graduate School of Environmental Science, the University of Shiga Prefecture, 2500 Hassaka, Hikone, Shiga 522-8533, Japan

⁴Tansaibou-no-kai, "Hashikake" System in Lake Biwa Museum, 1091 Oroshimo, Kusatsu, Shiga 525-0001, Japan

Abstract

After 2020, we discovered distinct *Cymbella* species from three different rivers in Western Japan; the Amano River flowing into Lake Biwa, the Chikusa River, and the Onga River. They are characterized by having valves with biseriate striae near the apices and uniseriate striae around the center. The population from the Amano River is identified as *Cymbella distalebiseriata* B.Liu & D.M.Williams, while that from the Chikusa River is more suitable to identify as *Cymbella liyangensis* W.Zhang, I.Jüttner & E.J.Cox. Those from the Onga River are similar to *C. distalebiseriata* in the valve shape, but morphometrically more similar to *C. liyangensis*. Because these two species are very similar in valve outline and stria density except for the difference of areola density, we regarded them as *Cymbella distalebiseriata-liyangensis* species complex. We would assume that they have recently invaded Japan since, to our knowledge, they have not been reported in Japanese diatom flora.

Key index words: areola density, biseriate striae, *Cymbella distalebiseriata*, *Cymbella liyangensis*, exotic species, uniseriate striae

はじめに

殻端付近の条線が二重点紋からなり、他の条線は一列のスリット状胞紋からなる特徴的な *Cymbella* が、2010 年以降に相次いで報告された。*Cymbella yakii* I.Jüttner & Van de Vijver in Jüttner *et al.* (2010), *Cymbella hubeiensis* Y.Li in Gong *et al.* (2013), *Cymbella distalebiseriata* B.Liu & D.M.Williams in Liu *et al.* (2018), *Cymbella liyangensis* W.Zhang, I.Jüttner & E.J.Cox in Zhang *et al.* (2018) である。このうち *C. distalebiseriata* と *C. liyangensis* は、ともに中華人民共和国の長江流域から報告されており、形態的にも互によく似ている (Liu *et al.* 2018, Zhang *et al.* 2018)。

最近になって西日本の 3 つの水系から、*C. distalebiseriata* あるいは *C. liyangensis* と同定される珪藻が相次いで見つかったので、本報でその出現を報告する。私たち

が知る限り、これと似た珪藻は過去に日本から報告されていない (例えば渡辺ら 2005)。

材料と方法

試料を採集日順に、以下の 3 地点から採集した。

- 琵琶湖淀川水系天野川 (琵琶湖流入河川: 35.3327°N, 136.2917°E; 2020 年 8 月 27 日): 罟で捕獲したニホンイシガメ *Mauremys japonica* (甲長 120 mm) の背甲後部に、サヤミドロ *Oedogonium* sp. とともに付着。泉野採集。
- 遠賀川水系八木山川 (33.7178°N, 130.6615°E; 2021 年 4 月 2 日): 岸辺の淀みを漂うシオグサ *Cladophora* sp., アオミドロ *Spirogyra* sp., 糸状ラン藻 *Microseira wollei* などの藻塊に付着。水深約 10 cm, 表面流速約 0 m/s, 水温 19.2°C, 電気伝導度 21.2 mS/m。洲澤採集。
- 千種川中流域 (34.8675°N, 134.3506°E; 2021 年 7 月 1 日): 早瀬 (水深約 20 cm) の大礫に付着。西坂

採集。

試料はパイプユニッシュ法 (南雲 1995), あるいは塩酸前処理+熱濃硫酸+過酸化水素水法 (Ohtsuka & Kitano 2020) により洗浄処理を行い, プレウラックス (マウントメディア; 富士フイルム和光純薬株式会社, 大阪) で封入して永久プレパラートを作成した。光学顕微鏡観察は BX60 (オリンパス, 東京) に, 100 倍, N. A.=1.40 の油浸レンズを装着して行い, 顕微鏡デジタルカメラ DS-Fi1 (ニコン, 東京) を用いて写真撮影を行った。撮影した写真を Photoshop 2021 (Adobe, California, U.S.A.) 上で 1,500 倍, 500 dpi に調整して, 殻長, 殻幅, 条線密度, 胞紋密度を測定した。また, 殻の微細構造を確認するために, 電界放出型走査電子顕微鏡 JSM-6301F (日本電子, 東京) による観察も併せて行った。

結果と考察

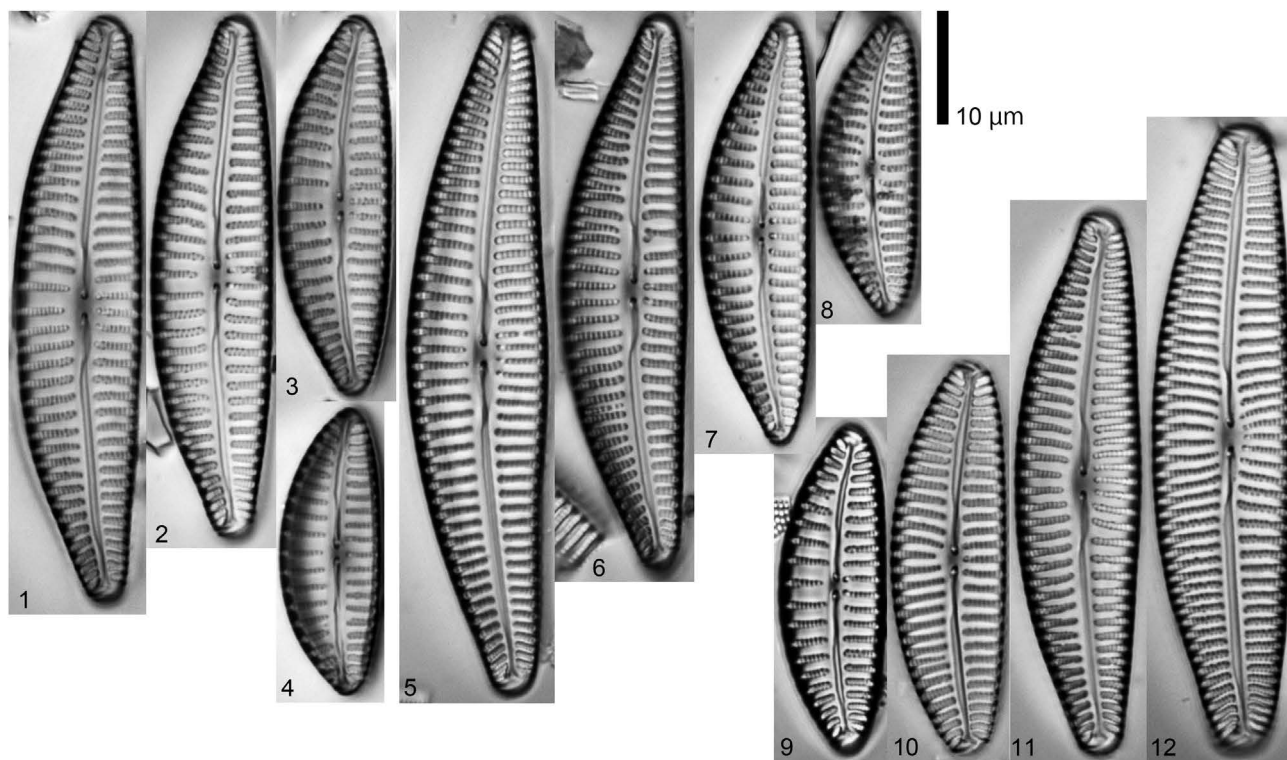
3つの個体群に共通の形質 (Figs 1-17): 殻は披針形で背腹性をもつが, 腹側もやや突出することが多い。殻端の太さは様々で, 大型殻では弱く嘴状に突出することがあり, 小型殻では楔状になる。殻長 25-60 μm , 殻幅 9-13 μm 。縦溝は殻のほぼ中央を走っており, 中心末端付近で強く逆側生となっている。軸域は狭く, 中心域は小さい。条線は殻端まで弱い放射状。条線を構成する胞紋は殻端付近では二重点紋 (まれに三重点紋) である。殻中央付近の条線は基本時に一列の胞紋からなるが, 一部あるいは全てが二重点紋からなることもある。

胞紋は一列の部分では縦長のスリット状で, 二重点紋の部分では円形である (Figs 13-17)。殻中央付近の条線密度 6-9 本/10 μm , 胞紋密度 18-30 個/10 μm 。遊離点は腹側殻中央付近の条線に近接して 2-4 個あり, 外面開口は円形または頂軸方向に長い楕円形 (Figs 13, 15, 17), 内面開口は切頂軸方向に長い楕円形で歯列状の縁取りがある (Fig. 14)。殻の両極に頂端小孔域がある (Figs 13, 15-17)。

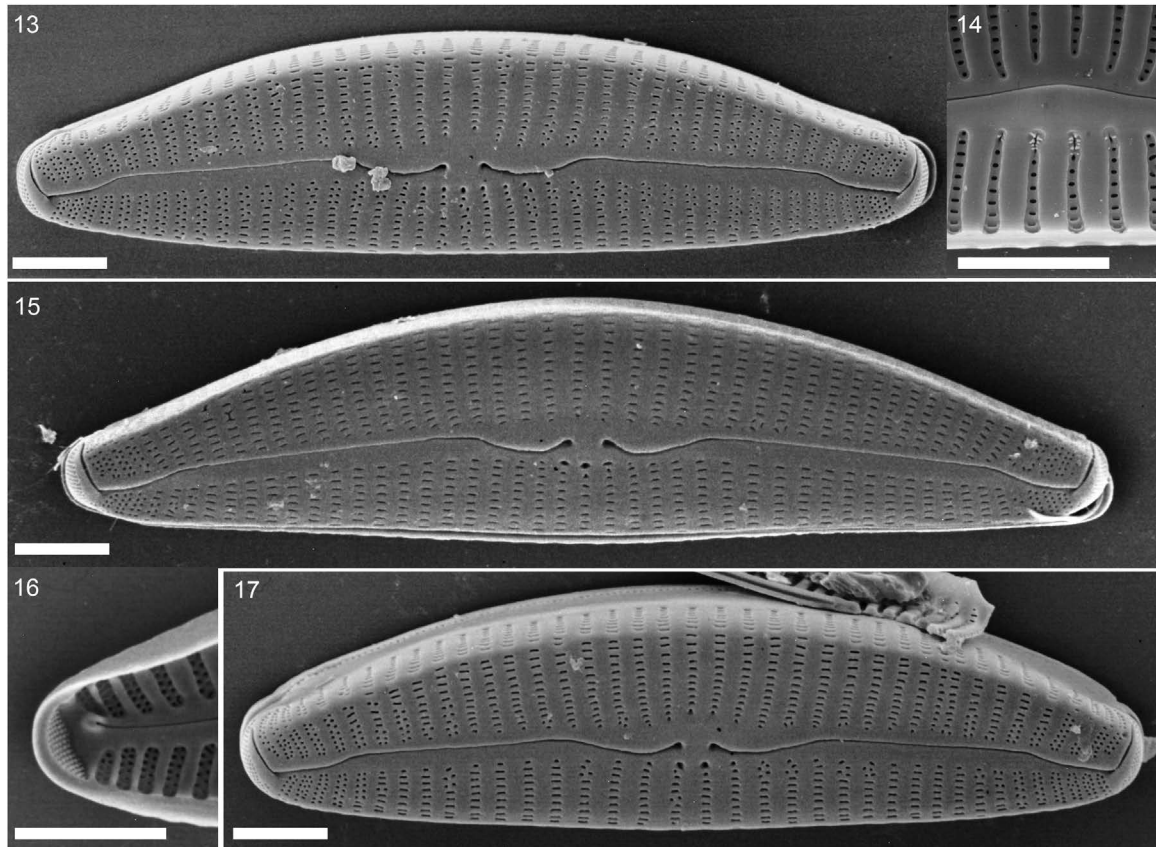
各河川の個体群の所見:

1. 天野川個体群 (Figs 1-4, 13, 14): 殻長 25-52 μm , 殻幅 9-12 μm , 条線密度 6-9 本/10 μm , 胞紋密度 22-30 個/10 μm 。殻端は細いことが多い。条線が殻中央付近まで, 少なくとも部分的に二重点紋からなるものが多い。
2. 遠賀川個体群 (Figs 5-8, 15, 16): 殻長 25-60 μm , 殻幅 9-13 μm , 条線密度 7-9 本/10 μm , 胞紋密度 18-26 個/10 μm 。殻端は細いことが多い。条線は殻端付近でのみ二重点紋になるものが多い。
3. 千種川個体群 (Figs 9-12, 17): 殻長 30-59 μm , 殻幅 10-13 μm , 条線密度 6-9 本/10 μm , 胞紋密度 20-25 個/10 μm 。他個体群に比べて殻端が太い傾向がある。二重点紋からなる条線は, 殻端付近にのみ現れる場合と, 殻中央付近にまで現れる場合がある。

天野川個体群の形態 (Figs 1-4, 13, 14, Table 1) は, *C. distalebiseriata* の原記載 (Liu *et al.* 2018) と概ね一致した。サイズがやや小型に寄っていること, 胞紋がやや粗



Figs 1-12. Light microphotographs of *Cymbella distalebiseriata-liyangensis* species complex from three different rivers in Western Japan. Figs 1-4. Population in the Amano River, Shiga Prefecture. Figs 5-8. Population in the Onga River, Fukuoka Prefecture. Figs 9-12. Population in the Chikusa River, Hyogo Prefecture. Scale bar=10 μm .



Figs 13–17. Scanning electron microphotographs of *Cymbella distalebiseriata-lyangensis* species complex. Figs 13, 14. Specimens from the Amano River. Fig. 13. External view of a whole valve. Fig. 14. Internal view around the valve center showing internal stigma openings. Figs 15, 16. Specimens from the Onga River. Fig. 15. External view of a whole valve. Fig. 16. Internal view of a valve end with biseriate striae, dorsally curved helictoglossa, and an apical pore field. Fig. 17. An external view of a whole valve of a specimen from the Chikusa River. Scale bars = 5 μm .

Table 1. Comparison of morphological characteristics between the types of *Cymbella distalebiseriata*, *C. liyangensis* and populations from three different rivers in Western Japan.

Species or population	<i>C. distalebiseriata</i>	<i>C. liyangensis</i>	Amano River	Onga River	Chikusa River
Apices	bluntly rounded to cuneate, sometimes subrostrate	broadly to obtusely rounded	obtusely to narrowly rounded, cuneate in smaller specimens	obtusely to narrowly rounded, cuneate in smaller specimens	broadly to obtusely rounded, cuneate in smaller specimens
Length (μm)	38–62	44.5–66.5	25–52	25–60	30–59
Breadth (μm)	8–12	11.0–14.5	9–12	9–13	10–13
Striae in 10 μm	7–9	7–8	6–9	7–9	6–9
Areolae in 10 μm	25–30	19–22	22–30	18–26	20–25
No. of stigma	2–3	3–4	2–4	2–4	2–4
Reference	Liu <i>et al.</i> (2018)	Zhang <i>et al.</i> (2018)	This study	This study	This study

い場合があること、二重点紋からなる条線がより多い傾向があることなどがやや異なるものの、同種の範囲と見なせる。遠賀川個体群 (Figs 5–8, 15, 16, Table 1) の形状は、*C. distalebiseriata* の原記載 (Liu *et al.* 2018) と概ね一致したが、計量形質はサイズがやや小型に寄っている点を除けば、むしろ *C. liyangensis* の原記載 (Zhang *et al.* 2018) とよく一致した。千種川個体群の形態 (Figs 9–12, 17, Table 1) は、胞紋がやや細かい傾向が見られた

ものの、*C. liyangensis* の原記載 (Zhang *et al.* 2018) と概ね一致した。

Cymbella distalebiseriata と *C. liyangensis* は 2018 年に、中国の長江水系の異なる場所から、別々の著者によって相次いで新種記載されたため、原記載論文では相互比較がなされていない (Liu *et al.* 2018, Zhang *et al.* 2018)。原記載を比較する限り、もっとも大きな違いは条線を構成する胞紋の密度で、*C. distalebiseriata*

では25–30個/10 μ mなのに対して*C. liyangensis*では19–22個/10 μ mである。またタイプ標本の顕微鏡写真を比較すると、*C. liyangensis*では*C. distalebiseriata*よりも殻端が太く終わる傾向が見られる(Liu *et al.* 2018, Zhang *et al.* 2018)。ところが本研究で観察した3個体群では、いずれも胞紋密度が両種の範囲にまたがっていた(Table 1)。また殻端の太さについても同一個体群内で変異があり、特に千種川個体群では大きな変異が見られた(Figs 9–12, 17)。こうした変異が、環境によるものか、遺伝的勾配を反映しているのか、あるいは同一試料中に複数種が混在していたことによるのか、今のところ判断できない。そこでさしあたり、*C. distalebiseriata*, *C. liyangensis*, および本研究で報告する3つの個体群をまとめて、*Cymbella distalebiseriata-liyangensis* 種複合体と呼ぶことにする。

Cymbella distalebiseriata-liyangensis 種複合体と思われる珪藻は、筆者らが知る限りこれまで日本から報告されていない(例えば渡辺ら 2005)ので、最近になって海外から移入された可能性が高い。移入元の候補となるのは*C. distalebiseriata* および*C. liyangensis*のタイプ産地である中国の長江流域である。しかし両種とも2018年に新種記載された種で(Liu *et al.* 2018, Zhang *et al.* 2018), まだ自然分布も明らかになっていないので、長江流域の原産であると断定するのは早計である。また、本報で報告した3つの個体群が、日本のどこか一箇所に持ち込まれて国内に分散したものか、それとも複数回にわたり別々に持ち込まれたものかについても、まだ十分な判断材料がない。本種複合体の妥当な分類学的扱いおよび伝播の経緯を明らかにするために、世界的な分布および出現時期を明らかにするとともに、詳細な計量形態学的分析、分子系統解析、そして可能であれば培養株を用いた交配実験を行うことが求められる。

謝 辞

泉野の研究を指導し、今回の発見の契機をつくった吉山浩平准教授(滋賀県立大)および試料採集に協力して下さった西野大輝氏、木本裕也氏(いずれも滋賀県立大院)、井上に走査電子顕微鏡の使用法を指導して下さった根来健氏(琵琶湖博物館)に感謝する。本研究はJSPS科研費JP17K00649 および琵琶湖博物館共同研究「琵琶湖のプランクトン電子図鑑の構築」に、それぞれ部分的に負っている。

引用文献

- Gong, Z, Li, Y., Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. 2013. New species of *Cymbella* and *Placoneis* (Bacillariophyta) from late Pleistocene fossil, China. *Phytotaxa* 150: 29–40.
- Jüttner, I., Gurung, S., Sharma, C., Sharma, S., De Haan, M. & Van de Vijver, B. 2010. Morphology of new taxa in the *Cymbella aspera* and *Cymbella neocistula* groups, *Cymbella yakii* sp. nov. and *Cymbella* cf. *hanschiana* from Everest National Park, Nepal. *Polish Botanical Journal* 55: 73–92.
- Liu, B., Williams, D. M. & Liu, Q. 2018. A new species of *Cymbella* (Cymbellaceae, Bacillariophyceae) from China possessing valves with both uniseriate and biseriata striae. *Phytotaxa* 344: 39–46.
- 南雲 保. 1995. 簡単で安全な珪藻被殻の洗浄法. *Diatom* 10: 88.
- Ohtsuka, T. & Kitano, D. 2020. Diatom flora of a wet grassland on mineral soil conserved in the Ritsumeikan University Biwako-Kusatsu Campus in Shiga Prefecture, central Japan. *Diatom* 36: 1–12.
- 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. 784 pp. 内田老鶴圃, 東京.
- Zhang, W., Jüttner, I., Cox, E. J., Chen, Q. & Tan, H. 2018. *Cymbella liyangensis* sp. nov., a new cymbelloid species (Bacillariophyceae) from streams in North Tianmu Mountain, Jiangsu province, China. *Phytotaxa* 348: 14–22.