

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K06820

研究課題名(和文) Initiation of a species-level fossil diatom image database

研究課題名(英文) Initiation of a species-level fossil diatom image database

研究代表者

Jordan Richard (Jordan, Richard)

山形大学・理学部・教授

研究者番号：90260455

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：出版された文献には、珪藻属 *Proboscia* の約 25 種の現生および化石種がすでに記載されています。しかし、記録には、文書化されていないものや誤って同定されたもの、あるいは *Rhizosolenia* から *Proboscia* への移し替えが必要なものがさらにたくさんあります。そこで、これらの種をできるだけ多く図示し、説明することに着手しました。これまでに調査されたサンプルのうち、約 30 種の新種が明らかになったほか、*Proboscia* に移すべき約 10 種が明らかになりました。これらの種の正式な記載は進行中ですが、1 つの種である *P. pinocchioii* が 2023 年に発表されました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これらの新種が正式に記載され、一部の *Rhizosolenia* 属が移入された後に *Proboscia* 属、種の年齢範囲を決定することが容易になり、この属がより有用になるでしょう。生層序学的ゾーン分類スキームと属内の進化傾向を明らかにします。

研究成果の概要(英文)：In the published literature about 25 living and fossil species of the marine diatom genus *Proboscia* have already been described. However, in the fossil record, there are many more that remain undocumented or misidentified, or in need of transferring from *Rhizosolenia* to *Proboscia*. So, the current research project set out to illustrate and describe as many of these species as possible. Of the samples investigated so far, about 30 new species have been revealed, as well as about 10 named species that should be transferred to *Proboscia*. The process of formally describing these species is on-going, but one species, *Proboscia pinocchioii*, was published in 2023. During this project, the genus *Pyxilla* was also investigated and shown to be closely related to *Proboscia* through the possession of a specialised structure (*rimoportula*) at the end of the extended valve.

研究分野：微古生物学

キーワード：化石 海洋 珪藻 分類 形態学 種の多様性 *Proboscia*

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 珪藻の文献では、*Proboscia* spp. (1991 年以前は通常 *Rhizosolenia* spp. としてリストされていました) は、広範囲の地理的場所および地質年代の海洋堆積物に記録されています。それらは時々大量に発生しますが、より多くの場合はまれであり、ほとんどの場合、鼻のような殻 (プロボシス) の基部近くで壊れています。しかし、最も有用な (形態学的に多様な) 分類学的特徴は口吻先端であり、通常はよく保存されています。プロボシスの先端には棘状突起 (リング状に配置される場合もあれば、側面または中央に大きな棘状突起がある場合もあります) と、背側の孔に囲まれた唇状突起 (外側のスリット、内側の唇) があります。

(2) 1991 年に、*Rhizosolenia* の化石種は 5 種だけが *Proboscia* に移されました (Jordan & Priddle, 1991)。*P. cretacea* (白亜紀後期)、*P. interposita* (漸新世前期)、*P. praebarboi* (中新世中期)、*P. barboi* (中新世後期)、および *P. curvirostris* (第四紀)。それ以来、化石 *Proboscia* 属について 2 つの主要な分類研究が行われ、さらに 11 種が追加されました。6 つは北海道の中新世後期のもの (Jordan & Ito, 1999)、5 つは南大洋の白亜紀後期のもの (Jordan & Ito, 2002)。鮮新世から更新世のベーリング海の堆積物中の *P. curvirostris* と *P. barboi* の詳細な調査により、いくつかの中間形態が明らかになりましたが、新しい分類群は構築されませんでした (Andrade *et al.*, 2019)。一方、最近記載された種である *P. ciesielskii* (Witkowski *et al.*, 2020; Witkowski, 2022) は、暁新世のブレイクノーズ産で、壊れた標本としてのみ観察されており、*Chaetoceros* 刺毛 に似ています。

(3) しかし、化石 *Proboscia* に関する未発表の研究は、少なくとも 70 の分類群が白亜紀後期および新生代の堆積物中に記載されていないことを示唆しており、この文献の乏しさが生層序の帯状体系にそれらの分類群が一般的に存在しないこと、および年代マーカーとしてそれらがまれに使用されることの一因となっています。この問題を軽減するには、これらの名前のない種を正式に記載し、珪藻学者が種レベルで標本を特定し、それらの層序範囲に関する知識を増やすのに役立つ *Proboscia* 化石に関する画像データベースを作成する必要があります。

2. 研究の目的

(1) 白亜紀後期から第四紀後期の堆積物サンプルに含まれるできるだけ多くの *Proboscia* spp. を図解して記載し、新しい分類群を国際雑誌に掲載すること。

(2) これらの画像の一部を使用して、珪藻学者が *Proboscia* の種を識別するのに役立つ画像データベースを作成します。

3. 研究の方法

(1) 露頭および深海掘削コアからの珪藻土サンプルは、博物館のコレクション、またはリポジトリからの要請により入手されました。次に、サブサンプルを光学顕微鏡 (LM) 観察用の永久マウントとして、また走査型電子顕微鏡 (SEM) 観察用の EM スタブに取り付けられたフィルター片として準備しました。一部の種の希少性を考慮して、同じサンプルに対して多数のスライドまたはスタブが作成されました。

(2) LM の下で、さまざまな焦点深度で標本を撮影し、x 座標と y 座標を記録しました (ラベルは左側にあります)。模式標本の場合は、イングランド ファインダー 座標も記録されました。ImageJ を使用して試験片の測定を行い、よりねじれた試験片のさまざまな焦点を圧縮して 1 つの画像を生成しました。SEM では、さまざまな倍率と傾きで標本を撮影しました。

4. 研究成果

(1) 白亜紀後期の最初の *Proboscia* の種である *P. cretacea* が南大洋から記載され (Hajós, 1975)、さらなる研究によりさらに多くの種が明らかになりました (Jordan & Ito, 2002)。そのため、このプロジェクトでは、他の地理的領域 (北極海、カリフォルニア、イスラエル) が調査され、新種の種が存在することが判明しました。

(2) 暁新世の種はこれまで正式に記載されておらず、珪藻の記録では標本は通常 *Proboscia cretacea* として識別されています。しかし、暁新世のサンプル (ロシア) を調査したところ、それらには新種の種が含まれてお

り、その中には南大洋のサンプルと比べて著しく小さなプロボシスの先端を持つものもあったことが実証されました。

(3) 始新世初期の種である *Pseudopyxilla dubia* はコトランド諸島のサンプルで調査されましたが、以前に提案された生活環 (*Rhizosolenia* のような栄養相を含む) は裏付けられませんでした。プロボシス先端の詳細な観察の後、後者は、知られている最古のクラスパーを備えている偶然にも、プロボシス先端を記載し、*Proboscia pinocchioii* と命名されました (Abe & Jordan, 2023)。他の始新世のサンプル (コトランド半島、ロシア、イスラエル、バルバドス、ベネズエラ盆地、ニュージーランド、南大洋) の観察では、多数の新種だけでなく、*Rhizosolenia* から移す必要がある種も明らかになりました。

(4) *Pyxilla* 属 (始新世 ~ 漸新世) について調査したのは、過去に一部の種が *Rhizosolenia* に移され、その後 *Proboscia* に移され、*Pyxilla* と *Proboscia* の両方が *Rhizosoleniales* に配置されることが多いためです。このプロジェクトでは、*Pyxilla* が、*Proboscia* と同じように「プロボシス」の先端に唇状突起を持ち、クラスパーのような付属物を持っていることが示されました (Jordan *et al.*, 2021; Online IDS, ポスター要約)。したがって、2 つの属は密接に関連しており、同じ *Probosciales* に属する可能性があります。

(5) *Proboscia interposita* (DSDP 29, 南大洋) と漸新世初期の別のサンプル (ロシアのコマンドルスキー島) を比較したところ、後者には新種を特徴とする完全に異なる *Proboscia* 群集が含まれていましたが、*P. interposita* が欠けていることが明らかになりました。*P. interposita* と同定されたロシアの標本の一部にはプロボシスに沿って隆起がありましたが、*P. interposita sensu stricto* のプロボシスは滑らかでした。

(6) 元の「カルケール・ド・センダイ」鉱床 (中新世後期) が再調査され、それには長鼻類の異常に大きな破片 (弁のほぼ全体) が含まれていることが確認された (Brun, 1894 の図解参照)。これまでの研究では記録されていなかった、保存状態の良い *P. alata* 様の標本も見つかりました。これらの標本にはクラスパーがあり、中間帯片の大部分がまだ殻に取り付けられていました (Uezato & Jordan, 2019)。新 *Proboscia* spp. は他の日本の露頭、特に北海道と常磐 (中新世初期から後期) の露頭や、マルモリト (中新世初期) やポルクナ (中新世後期) などのイタリアやスペインの露頭にも存在していました。

(7) ODP Leg 120 の鮮新・更新世のサンプルに関する以前の研究では、*Rhizosolenia* のような珪藻が特に多様であることが示されました (Harwood & Maruyama, 1992)。これらのコアの再調査により、多数の新種が明らかになり、その中には中新世中期 (常磐) および始新世初期 (モルス) の種を彷彿とさせる膨らんだプロボシスを持つものもありました。

新種の *Proboscia* 属の正式な説明 (LM および SEM 画像のプレートを含む) の作成は現在進行中ですが、このプロセスは近い将来に完了すると予想されます。その後画像を分類データベースにアップロードします。

これらの新種のいくつかを図 1 ~ 11 に示します。これには、このプロジェクトで正式に命名されたものも含まれます (図 3 ~ 4 の *P. pinocchioii*; Abe & Jordan, 2023)。

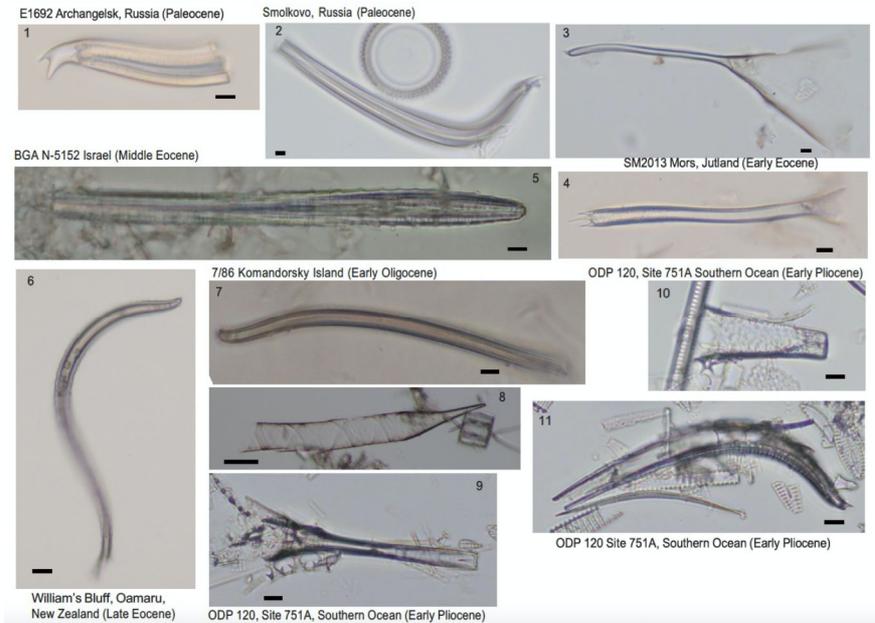


図 1 ~ 11. *Proboscia* 属の例を LM で観察。スケールバー = 10 μm 。

引用文献

- Abe, K. & Jordan, R.W. On the enigmatic diatom *Rhizosolenia dubia*, its relationship to *Pseudopyxilla* and *Proboscia*, and description of a new species, *Proboscia pinocchio* sp. nov. *Diatom Research* **38** (2023), 1-12.
- Andrade, J., Legoinha, P., Stroynowski, Z. & Abrantes, F. Morphology, biostratigraphy, and evolution of Pliocene-Pleistocene diatoms *Proboscia barboi* and *Proboscia curvirostris*. *Geologica Acta* **17.9** (2019), 1-17.
- Brun, J. Espèces nouvelles. *Le Diatomiste* **2** (1894), 72-78, 86-88.
- Hajós, M. Late Cretaceous archaeomonadaceae, diatomaceae and silicoflagellatae from the South Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 29, Site 275. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project* **29** (1975), 913-1009.
- Harwood, D.M. & Maruyama, T. Middle Eocene to Pleistocene diatom biostratigraphy of Southern Ocean sediments from the Kerguelen Plateau, Leg 120. *Proceedings of the Ocean Drilling Program* **120** (1992), 683-733.
- Jordan, R.W. & Ito, R. Observations on *Proboscia* species from Late Cretaceous sediments, and their possible evolution from *Kreagra*. *15th International Diatom Symposium* (ed. John, J.), (2002), 313-329. Koeltz Scientific Publishers, Koenigstein, Germany.
- Jordan, R.W. & Priddle, J. Fossil members of the diatom genus *Proboscia*. *Diatom Research* **6** (1991), 55-61.
- Jordan, R.W. & Saito, M. The genus *Proboscia* from *Thalassiosira yabei* Zone (Middle-Late Miocene) sediments of Hokkaido, Japan. *14th International Diatom Symposium* (eds Mayama, S., Idei, M. & Koizumi, I.), (1999), 565-580. Koeltz Scientific Publishers, Koenigstein, Germany.
- Witkowski, J. Early Paleocene-Late Eocene diatoms from the Blake Nose, western North Atlantic Ocean. *Nova Hedwigia, Beiheft* **152** (2022), 1-381.
- Witkowski, J., Harwood, D.M., Wade, B.S. & Brylka, K. Rethinking the chronology of early Paleogene sediments in the western North Atlantic using diatom biostratigraphy. *Marine Geology* **424** (2020), 106168.
- Uezato, Y. & Jordan, R.W. Observations on the type samples of fossil *Proboscia* species. Oral Presentation at the *39th Autumn Meeting of the Japanese Society of Diatomology*. Abstract published in *Diatom* **35** (2019), 89.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Abe, K. & Jordan, R.W.	4. 巻 38
2. 論文標題 On the enigmatic diatom <i>Rhizosolenia dubia</i> , its relationship to <i>Pseudopyxilla</i> and <i>Proboscia</i> , and description of a new species, <i>Proboscia pinocchioii</i> sp. nov.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Diatom Research	6. 最初と最後の頁 1 - 12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/0269249X.2022.2154280	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Jordan, R.W. & Abe, K.
2. 発表標題 <i>Rhizosolenia dubia</i> - a 100-year-old mystery partially solved
3. 学会等名 PALEO10（地球環境史学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Abe, K., Pellegrino, L. & Jordan, R.W.
2. 発表標題 Observations on the enigmatic genus <i>Pyxilla</i> from Eocene-Oligocene sediments.
3. 学会等名 Online International Diatom Symposium.（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上里有紀・保科一輝・Jordan R.W.
2. 発表標題 北太平洋及びベーリング海 <i>Proboscia</i> のseasonal formsの観察と新種の報告
3. 学会等名 日本珪藻学会第40回研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上里有紀・保科一輝・Jordan R.W.
2. 発表標題 北太平洋における珪藻Proboscia 属の観察
3. 学会等名 PALEO10
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Uezato & R.W. Jordan
2. 発表標題 Observations on the type samples of fossil Proboscia species
3. 学会等名 The Japanese Society of Diatomology
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------