

## 潜水性海鳥ウトウの羽毛に付着する珪藻類

吉岡 夢生<sup>1</sup>・神谷 充伸<sup>1</sup>・綿貫 豊<sup>2</sup>・鈴木 秀和<sup>1\*</sup><sup>1</sup>東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科 (〒 108-8477 東京都港区港南 4-5-7)<sup>2</sup>北海道大学大学院水産科学院 (〒 041-8611 北海道函館市港町 3-1-1)

Yumemi Yoshioka<sup>1</sup>, Mitsunobu Kamiya<sup>1</sup>, Yutaka Watanuki<sup>2</sup> and Hidekazu Suzuki<sup>1\*</sup>: Epizoic diatoms attaching to the plumage of a diving seabird *Cerorhinca monocerata*. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 71: 73–80, July 10, 2023

Understanding the mechanism of dispersal of microalgae by various vectors is one way to elucidate their distribution. A bird can be the mean of transportation for the epizoic diatoms from one water body to another. In this study, the number of cells and species composition of diatoms attaching to the feathers of the plumage of seabird *Cerorhinca monocerata* (rhinoceros auklet) was investigated with Teuri Island (44.414° N, 141.294° E), Hokkaido, Japan. A comparative study with diatom species growing on nesting sites and the surrounding shores was also conducted to clarify the characteristics of attached diatoms. We collected them by washing plumage obtained from 23 individuals of adults. Diatom densities on the feathers ranged from  $0.105 \pm 0.038$  to  $0.406 \pm 0.300$  cells  $\text{cm}^{-2}$ , which were very low compared to values in other aquatic animals. Twenty-eight species occurred in the samples of the plumage, and 27 of them corresponded with diatom species collected from the environment around nesting sites. These were common diatoms found on coastal rocks and seaweeds and were not unique to bird feathers. Some diatom cells attached to the plumage contained intact chromoplasts. Although the birds' body surface will not be a favorable environment for diatoms, some diatom species may survive on the surface for a certain period.

*Key Index Words: diatom flora, dispersal, microalgae*

<sup>1</sup>Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology, 4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477, Japan

<sup>2</sup>Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 3-1-1 Minato-cho, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan

\*Author for correspondence: hsuzuki@kaiyodai.ac.jp

## 緒言

微細藻類は、水圏環境において欠かせない一次生産者であり、水中を漂う浮遊性と、岩や海藻などの基質に定着して生育する付着性に大別される。微細藻類は移動能力がほとんどない一方、細胞の大きさが小さく生物量も豊富なことから、地理的に隔離され難く、広域に分布していると考えられている (Finlay 2002)。そのため、微細藻類の分散に関する情報を集めることは、各分類群の分布の成り立ちを解明する上で重要と考えられる (Cadotte 2006)。微細藻類の仲間である珪藻類は、浮遊性、付着性ともに多くの種が記載され (Mann & Vanormelingen 2013)、世界中に分布する広域分布種も知られる (Malviya *et al.* 2016)。付着性種の中には、epizoic diatom と呼ばれる動物の体表上で生育する珪藻も確認されており (Round 1984)、橈脚類などの微細な動物 (Prasad *et al.* 1989 ほか) や軟体動物などの行動範囲が狭い底生生物 (Pantazidou *et al.* 2006 ほか)、さらには海亀類 (Majewska *et al.* 2015a) や鯨類 (Bennett 1920) といった長距離を移動する大型動物の体表からも珪藻が発見されている。このような知見から、

珪藻の一部は動物の体表を介して運搬されていると推測される。

珪藻を運び得る動物には、水圏環境に生息する水鳥や海鳥も挙げられる。これまでに淡水域では野生の水鳥の体表や排泄物から、珪藻を含む様々な種類の微細藻類が確認され (Schlichting 1960)、海域では漁網に掛かった海鳥の羽上から付着珪藻の群体が発見された (Holmes & Croll 1984)。ただし、これらの先行研究の多くは、水鳥や海鳥の死骸を材料としているため、その鳥が生活していた環境が不明であることや体表上の珪藻が鳥の生存中に付着していたのか定かではないことから、採集された珪藻の特徴や体表に付着する細胞数を正確に把握することはできない。そのため、まずは野外において野生の個体から直接珪藻を採集することが重要であり、かつその個体が生活する周辺環境に生育する珪藻種の把握が求められる。

本研究で対象としたウトウ *Cerorhinca monocerata* (Pallas) は、潜水して採餌する海鳥である。本邦では北海道周辺にいくつかの営巣地が確認されており、中でも北海道羽幌町天売

島は 37 万つがいが増殖している大規模な営巣地である（環境省自然環境局生物多様性センター 2017）。親鳥は日中に天売島から平均 87 km, 最大 164 km 内の海域で採餌し、日没後に帰巣する（Kato *et al.* 2003）。育雛期には周辺海域に生息する浮魚類のイカナゴやイワシの仲間、および仔魚期のアイナメ科などを嘴で啜って巣穴にもち帰り、雛に与える（Deguchi *et al.* 2004）。天売島では、これら一連の行動を間近で観察することができ、親鳥が営巣地に上陸した後、帰巣するまでの間に容易に捕獲できるため、ウトウから直接珪藻の採集が行える。

本研究では、水鳥や海鳥を介した珪藻の分散を捉える第一歩として、まず鳥類の体毛に付着した運搬を想定し、その事実を捉える為に、北海道天売島における海鳥ウトウの羽毛に付着する珪藻の細胞数と種組成を調査した。さらに、それらの珪藻の特徴を明らかにする目的で、営巣地およびその周辺の海岸に生育する珪藻種との比較検討を行った。

## 材料と方法

調査は、ウトウの国内営巣地の 1 つである北海道羽幌町天売島で、2018 年 5 月 16 日–6 月 5 日、2019 年 6 月 27 日–7 月 17 日に行った (Table 1)。2018 年 5 月は抱卵期から育雛期、2019 年 7 月は育雛期後半にあたり、どちらの調査も魚類を啜って帰巣した親鳥がみられた。珪藻試料は、以下のウトウの羽毛、営巣地付近の海岸、ウトウ営巣地の土壌、および帰巣した親鳥が啜っていた魚類の胃内容物から採集した。

### ウトウの羽毛に付着する珪藻の採集

ウトウ親鳥の捕獲は、天売島南西部の赤岩灯台付近 (44.414° N, 141.294° E) にて、帰巣のため地上に降りた個体を対象に、夜間に手またはたも網で行った。2018 年に 17 個体、2019 年に 6 個体、計 23 個体を捕獲した。珪藻の採集は、2018 年は 1 個体当たり顔周り（こすり取った範囲；左右の目下 4 cm × 5 cm × 2 = 40 cm<sup>2</sup>）、腹部（肩より下の 11 cm × 6 cm = 66 cm<sup>2</sup>）、尾羽（先端 3 cm × 4 cm = 12 cm<sup>2</sup>）、翼（初列風切羽部分 7 cm × 15 cm = 105 cm<sup>2</sup>）の風切り羽の 4 部位（計 223 cm<sup>2</sup>）、2019 年は 1 個体当たり顔周り、腹部、尾羽の 3 部位（計 118 cm<sup>2</sup>）を、海水で濡らした歯ブラシでこすり取るように行い、それらを個体別にまとめて 1 本の標本瓶に保存した。こする回数は各部位につき 20 回程度とした。なお、ウトウの捕獲は文化庁より天然記念物現状変更等の許可、環境省より鳥獣捕獲の許可を受けた。

### 営巣地付近の海岸に繁茂する珪藻の採集

珪藻の採集は、赤岩灯台から東に 2 km ほど離れた海岸で行った。2018 年はタイドプール中の底砂の表面をスポイトで吸い取る方法と岩上に繁茂していた緑藻 *Ulothrix* sp. の藻体上を歯ブラシでこすり取る方法で試料を得た。2019 年は海岸の底砂の表面をスポイトで吸い取る方法と岩上に繁茂していた緑藻 *Cladophora* sp. を手で摘み取り、後述の藻体を洗浄す

る方法（南雲 1995）で試料を得た。

### ウトウ営巣地の土壌中にみられる珪藻の採集

珪藻の採集は、2019 年 7 月に、巣穴付近の土壌表面を適量スプーンですくって行った。なお、土壌の採集は北海道より特別保護区内工作物等許可を受けた。

### 帰巣した親鳥が啜っていた魚類の胃内容物に含まれる珪藻の採集

ウトウの採餌海域に生育する珪藻を把握するために、親鳥が帰巣時に啜っていた魚類を採集し、それらの胃内容物中の珪藻を試料とした。2018 年は親鳥 2 個体、2019 年は 3 個体捕獲し、親鳥 1 個体につき 1 匹ずつ魚を選んだ。2018 年はクジメ *Hexagrammos agrammus* (Temminck & Schlegel) の 0 歳魚とホッケ *Pleurogrammus azonus* Jordan & Metz の 0 歳魚、2019 年は、2 個体からそれぞれイカナゴ *Ammodytes japonicus* Duncker & Mohr の 0 歳魚を 1 匹ずつ、残り 1 個体はホッケの 0 歳魚を選んだ。計 5 匹の魚は冷凍保存した状態で研究室に持ち帰り、解剖して胃内容物を摘出、魚の個体別に試料とした。

### 珪藻試料の処理と観察方法

採集した上記の試料（魚類の胃内容物を除く）の一部は、現地で光学顕微鏡 (CX21FS2, オリンパス, 東京) を用いて検鏡し、珪藻の生細胞の様子や群体形成の有無などを観察した。残りの試料は、薬品等による固定はせずに冷凍保存 (-35°C) したまま研究室に持ち帰り、解凍後、排水管洗浄剤 (パイプユニッシュ, ジョンソン, 神奈川) により洗浄した (南雲 1995)。光学顕微鏡観察用永久プレパラートは、この処理試料を適量スライドグラスに滴下し、マウントメディア (富士フイルム和光純薬, 大阪) で封入後、カバーグラスをかけて作製した (長田・南雲 2001, 鈴木・南雲 2015)。珪藻被殻の形態は、永久プレパラートを光学顕微鏡 (OPTIPHOT-2, ニコン, 東京) で観察、デジタルカメラ (D5100, ニコン, 東京) で写真を撮影し、記録した。ウトウの羽毛から採集した珪藻試料については、1 個体から得られた試料すべてを永久プレパラートにして (1 試料につき 3–4 枚程度) 観察に供した。同定した種の海水生 / 淡水生および浮遊性 / 付着性の判別は、各種の出現報告 (江川ら 2018, 福井ら 2010, 渡辺 2005 ほか) をもとに行った。細胞数の計数は、観察したすべての珪藻種を対象とし、こすり取った面積から体表面積当たりの細胞数を算出した。各種の相対出現頻度は、各々の細胞数を全珪藻種の合計細胞数で除して算出した。海岸、魚類の胃内容物および営巣地の土壌から採集した試料については、同様に作製したプレパラートを使って光学顕微鏡観察し、同定された珪藻種を記録した。



## 結果

### ウトウの羽毛に付着していた珪藻

2018年のウトウ体表上の珪藻の細胞密度の平均値(標準偏差)は0.406細胞 $\text{cm}^{-2}$ ( $\pm 0.300$ )で(Table 1), 内訳は海水生種が20種(浮遊性1種, 付着性19種), 淡水生種が5種(すべて付着性)であった(Table 2)。出現頻度が平均3%以上示した種は, *Licmophora communis* (Heiberg) Grunow (ウトウ16個体に付着, 出現頻度0–67.6%, Fig. 1c, d), *Pteroncola inane* (Giffen) Round (ウトウ16個体に付着, 出現頻度0–28.3%, Fig. 1g, h), *Licmophora gracilis* (Ehrenberg) Grunow (ウトウ15個体に付着, 出現頻度0–14.8%, Fig. 1m, n), *Licmophora paradoxa* (Lyngbye) C. Agardh (ウトウ15個体に付着, 出現頻度0–19.0%, Fig. 1a, b), および *Tabularia investiens* (W. Smith) Williams & Round (ウトウ13個体に付着, 出現頻度0–15.7%, Fig. 1e, f) の5種であった。*Craspedostauros britannicus* E.I. Cox (Fig. 1k, l) が確認されたのは4個体のみであったが, 1個体から50%以上出現した個体もあった(Table 1, individual no. 10)。*Cocconeis scutellum* var. *parva* (Grunow) Cleve, *L. communis*, *L. paradoxa*, *P. inane*, *T. investiens* は, 細胞内に色素体などの細胞質が含まれていた。浮遊性種については *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky (Table 1の\*印)のみを2個体から確認したが, 0.005細胞 $\text{cm}^{-2}$ 未満であった。淡水生の付着珪藻は *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow, *Humidophila contenta* (Grunow), *Luticola mutica* (Kützinger) D.G. Mann (Fig. 1i, j), *Mayamaea recondita* (Hustedt) Lange-Bertalot および *Pinnularia* sp. の5種が出現し, 1個体当たり平均2%以下の出現頻度を示した。

2019年のウトウ体表上の珪藻の細胞密度の平均値は0.105細胞 $\text{cm}^{-2}$ ( $\pm 0.038$ )で(Table 1), 内訳は2018年に比べると海水生種は少なく7種(すべて付着性), 淡水生種が6種(すべて付着性)確認された。海水生種7種のうち, 5種は2018年にも見出された種であったが(Table 2), 細胞数は少なく, すべての個体において0.020細胞 $\text{cm}^{-2}$ 以下であった(Table 1)。淡水生の付着珪藻は *Encyonema lange-bertalotii* Krammer を除く5種が2018年にも出現した(Table 2)。それらの中でも *L. mutica* は両年合わせて23個体中16個体から確認され, 0.072細胞 $\text{cm}^{-2}$ 出現した個体も見出された(Table 1, individual no. 18, Fig. 1i, j)。他の4種の淡水生種はいずれの個体でも0.050細胞 $\text{cm}^{-2}$ 未満であった。それらの中で *Pinnularia* sp. のみが珪藻細胞内に色素体などの細胞質が含まれていた。

### 営巣地付近の海岸でみられた珪藻

2018年は17種(岩上から3種, *Ulothrix* sp. 上から15種)が確認され, 羽毛上の珪藻と一致したのは16種であった(Table 2)。2019年は26種(砂上から15種, *Cladophora* sp. 上から14種)が確認され, 羽毛上の珪藻と一致したのは7種であった(Table 2)。

### 営巣地の土壌中にみられた珪藻

土壌からは *Hantzschia amphioxys*, *Humidophila contenta*, *Luticola mutica*, *Mayamaea recondita*, *Pinnularia* sp. の淡水生種5種が確認され, すべて羽毛上の珪藻と一致した(Table 2)。現地でも光学顕微鏡観察した際に *Pinnularia* sp. の滑走運動が観察された。

### 帰巢した親鳥が啜っていた魚類の胃内容物中にみられた珪藻

2018年はクジメ0歳魚1匹から11種, ホッケ0歳魚1匹から6種の計17種が確認され, 羽毛上の珪藻と一致したのは11種であった(Table 2)。このうち, 出現頻度が高かったのは付着性種の *Licmophora communis* と *Pteroncola inane* で, 羽毛上でも細胞数が多い種であった(Table 2)。2019年はイカナゴ0歳魚2匹それぞれから10種と19種, ホッケ0歳魚1匹から4種の計26種が確認され, 羽毛上の珪藻7種のうち付着性の *Cocconeis scutellum* var. *parva*, *L. communis*, *Nagumoea* sp., *Navicula salinicola* Hustedt, *P. inane* の5種が一致した(Table 2)。なお, 両年とも胃内容物中に含まれる珪藻被殻のほとんどは破碎されており, 種同定が困難であった。

## 考察

本研究では, 野外において野生の海鳥ウトウから直接珪藻を採集することに成功し, 羽毛上から2018年と2019年を合わせて計28種の珪藻を見出した。さらに, 28種のうち, *Proschkinia* sp. を除く27種の珪藻が営巣地付近の海岸, 営巣地の土壌中, あるいはウトウが捕獲した魚類の胃内容物のいずれかで観察された(Table 2)。これらの出現データの一致は, 羽毛上の珪藻の起源が営巣地付近の海域や巣穴付近の土壌にあることを示しており, そこに生育する珪藻がウトウの摂餌のための潜水(3.1時間 $\text{day}^{-1}$ ), 休息(13.1時間 $\text{day}^{-1}$ ), 繁殖などの行動中(Kato *et al.* 2003)に羽毛に付着したと推測される。先行研究では水鳥や海鳥の死骸に付着した珪藻を確認していたが, 本研究のこの発見は海鳥類を介した珪藻の移動の可能性を示唆する結果である。ウトウの羽毛に付着する珪藻の細胞密度は0.034–1.332細胞 $\text{cm}^{-2}$ であった(Table 1)。この値は他の動物, 例えば, ヒメウミガメ *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz) の甲羅上の細胞密度817,900–2,768,500細胞 $\text{cm}^{-2}$  (Majewska *et al.* 2015b) に比べると極めて少ない。しかし, ウトウの親鳥は繁殖期の間, 一日に1回, 採餌海域と営巣地を往復する生活続ける(Takahashi *et al.* 1999, Kubo *et al.* 2018)。環境省自然環境局生物多様性センター(2017)の報告によれば, 天売島では37万つがい繁殖していると推定された。従って, ウトウの個体群全体でみると非常に多くの珪藻が運ばれる可能性が高い。これは珪藻の新たな生育地の拡大(Stigall 2018)だけでなく, 水鳥や海鳥の行動範囲内で生育する珪藻個体群間の遺伝子交流の機会を増加させ(ベゴンら 2003), さらなる多様性を生み出すことに繋がると考える。

Table 2. The occurrence of diatom taxa on the plumage of rhinoceros auklets, on the beach, in the stomach contents of fish, and in the soil of the rhinoceros auklet colony in Teuri Island, Hokkaido, Japan. “\*” indicates planktonic species.

表 2. 羽毛から出現した珪藻種と海岸・魚の胃内容物・営巣地の土壌からも確認された種。\*は浮遊性種を示す。

Month, Year	May, 2018			July, 2019				
	Diatom taxa	plumage	beach	stomach contents of fish	plumage	beach	stomach contents of fish	soil in the colony
<b>Marine species</b>								
<i>Achnanthes</i> sp. 1							○	
<i>Achnanthes</i> sp. 2							○	
<i>Amphora</i> sp.						○		
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> *							○	
<i>Berkeleya rutilans</i>	○	○					○	
<i>Chaetoceros compressus</i> *							○	
<i>Cocconeis californica</i>						○		
<i>Cocconeis costata</i>	○	○	○			○	○	
<i>C. scutellum</i> var. <i>parva</i>	○	○			○	○	○	
<i>C. scutellum</i> var. <i>scutellum</i>					○	○		
<i>Cocconeis stauroneiformis</i>						○	○	
<i>Coscinodiscus lineatus</i> *							○	
<i>Craspedostauros britannicus</i>	○	○	○					
<i>Cyclotella</i> sp.*							○	
<i>Delphineis surirella</i>	○						○	
<i>Fragilaria striatula</i>	○	○						
<i>Fragilaria</i> sp.		○						
<i>Fragilariopsis cylindrus</i>			○				○	
<i>Gomphonemopsis</i> sp.						○		
<i>Gomphoseptatum aestuarii</i>	○	○	○			○	○	
<i>Grammatophora marina</i>	○	○				○		
<i>Halamphora coffeaeformis</i>						○		
<i>Licmophora communis</i>	○	○	○	○		○	○	
<i>Licmophora gracilis</i>	○	○	○	○		○		
<i>Licmophora paradoxa</i>	○	○	○	○		○		
<i>Nagumoea</i> sp.	○	○	○	○	○	○	○	
<i>Navicula salinicola</i>	○	○	○	○	○	○	○	
<i>Navicula</i> sp. 1	○	○				○	○	
<i>Navicula</i> sp. 2						○	○	
<i>Neodenticula seminae</i> *			○				○	
<i>Neosynedra provincialis</i>	○	○						
<i>Nitzschia bicapitata</i> *							○	
<i>Nitzschia distans</i>			○			○		
<i>Nitzschia dubiiformis</i>						○		
<i>Nitzschia</i> sp. 1	○	○						
<i>Nitzschia</i> sp. 2						○		
<i>Proschkinia</i> sp.	○							
<i>Pteroncola inane</i>	○	○	○	○		○	○	
<i>Psammodictyon constrictum</i>						○		
<i>Rhabdonema</i> sp.						○		
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 1						○	○	
<i>Rhoicosphenia</i> sp. 2			○			○		
<i>Tabularia investiens</i>	○	○	○			○	○	
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i> *							○	
<i>Thalassiosira</i> sp.*			○					
<i>Thalassionema nitzschioides</i> *	○		○				○	
<i>T. pseudonitzschioides</i> *							○	
<i>Thalassiothrix</i> sp.*			○					
<i>Seminavis</i> sp.					○	○		
Number of species	20	18	17	7	27	26	0	
<b>Freshwater species</b>								
<i>Encyonema lange-bertalotii</i>				○		○		
<i>Hantzschia amphioxys</i>	○			○				○
<i>Humidophila contenta</i>	○			○				○
<i>Luticola mutica</i>	○			○				○
<i>Mayamaea recondita</i>	○			○				○
<i>Pinnularia</i> sp.	○			○				○
Number of species	5	0	0	6	0	1	5	

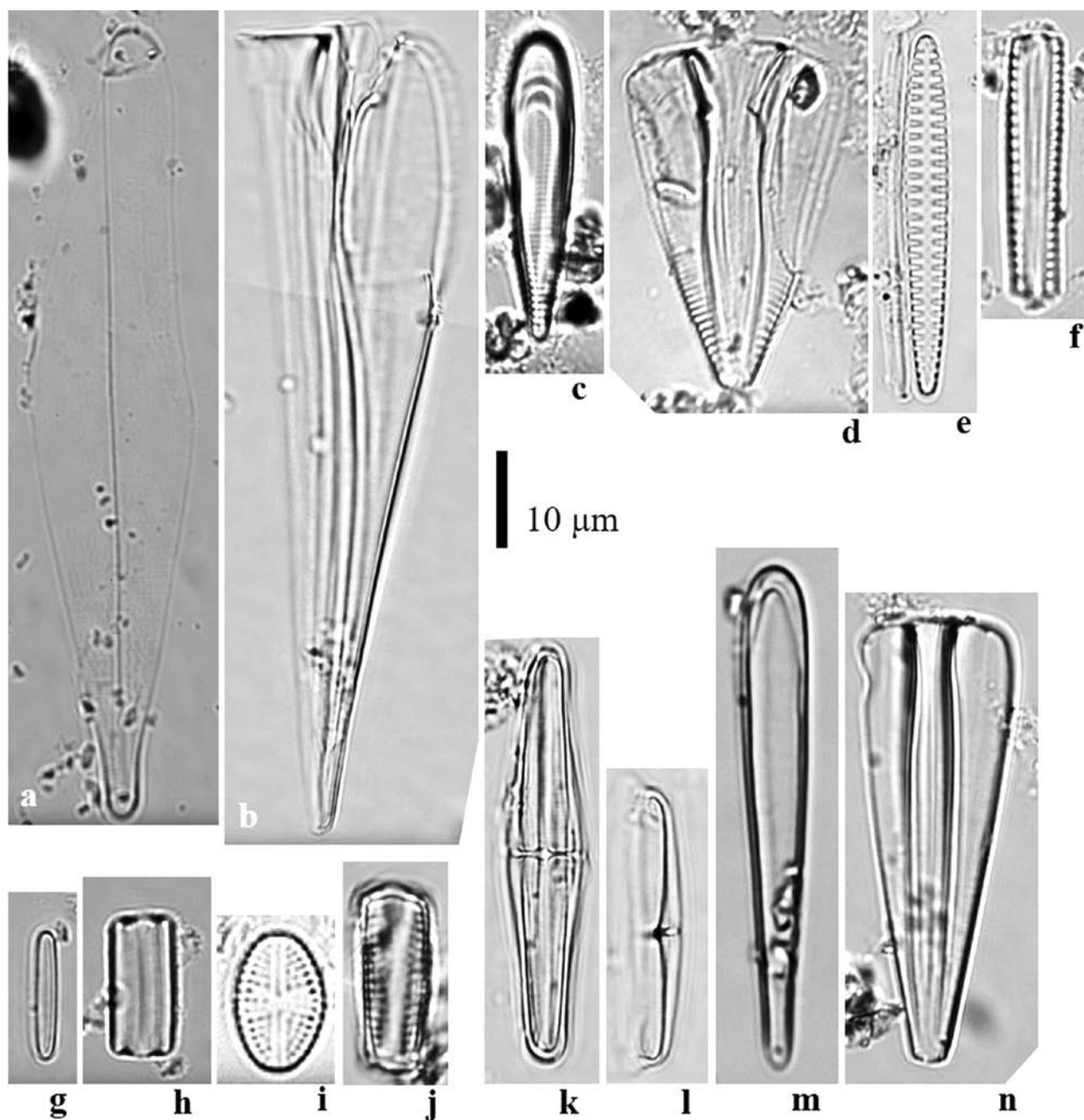


Fig. 1. Seven dominant diatom species on the plumage samples from 25 auklets on Teuri Island, Hokkaido, Japan, in May 2018 and July 2019. (a, b) *Licmophora paradoxa*. (a) valve view, (b) girdle view. (c, d) *Licmophora communis*. (c) valve view, (d) girdle view. (e, f) *Tabularia investiens*. (e) valve view, (f) girdle view. (g, h) *Pteroncola inane*. (g) valve view, (h) girdle view. (i, j) *Luticola mutica*. (i) valve view, (j) girdle view. (k, l) *Craspedostauros britannicus*. (k) valve view, (l) girdle view. (m, n) *Licmophora gracilis*. (m) valve view, (n) girdle view.

図1. すべての羽毛の試料において出現頻度が高かった7種。(a, b) *Licmophora paradoxa*. (a) 殻面観, (b) 帯面観。(c, d) *Licmophora communis*. (c) 殻面観, (d) 帯面観。(e, f) *Tabularia investiens*. (e) 殻面観, (f) 帯面観。(g, h) *Pteroncola inane*. (g) 殻面観, (h) 帯面観。(i, j) *Luticola mutica*. (i) 殻面観, (j) 帯面観。(k, l) *Craspedostauros britannicus*. (k) 殻面観, (l) 帯面観。(m, n) *Licmophora gracilis*. (m) 殻面観, (n) 帯面観。

橈脚類や海亀類、鯨類において、それぞれの生物の体表のみでしか生育が確認されていない固有の珪藻種が知られているが (Bennett 1920, Prasad *et al.* 1989, Majewska *et al.* 2015a ほか)、水鳥や海鳥の体表からは特異的な種類の報告はない。本研究でもウトウの羽毛上から得られた珪藻類のほとんどは宮巣地周辺の海域で確認されており、天売島から 120 km 離れた北海道石狩湾産の海藻上の出現種とも一致している (江川ら 2018 ほか)。死骸ではあるが、潜水性鳥類ウミガラス *Uria aalge* (Pontoppidan) などの羽から観察された珪藻類についても、海藻上によく見られる汎布種であった (Holmes & Croll 1984)。この差異は、基質となる動物の生態の相違にあると考える。海亀類や鯨類などは、その生活のほとんどを海洋中で過ごす、それに比べ海鳥の海水に接している時間は短い。さらに頻繁に起こる換羽によって基質である羽毛が剥がれ落ちてしまう。寿命の長い大型海洋動物の体表では、フジツボなど珪藻以外の生物の生息も確認されており、それらが構成する特有の生態系が形成されている (Tiffany 2011, Ashworth *et al.* 2022)。それに対し、海鳥の体表には微小生物が偶発的に付着することは多々あったとしても、海鳥が着水、飛行、陸域の歩行等を繰り返すため、付着生物にとっての生育環境は不安定であり、長期にわたる群集の構築・維持には不適である。本研究でも、その生物量の低さが珪藻類で確認された (Table 1)。しかし、採集地においてウトウの羽毛の試料を未処理で観察した際、珪藻 6 種 (*Cocconeis scutellum* var. *parva*, *Licmophora communis*, *Licmophora paradoxa*, *Pteroncola inane*, *Tabularia investiens*, *Pinnularia* sp.) は正常な形態の色素体をもっていたことから生きていた可能性があり、このことは注目すべき点である。一般的に珪藻類の乾燥耐性能は低いとされるが (Souffreau *et al.* 2010, 2013)、様々な微細藻類が水鳥の脚に付着した後 4 時間以上の乾燥に耐えた報告がある (Schlichting 1960)。珪藻類においては、相対湿度がおおよそ 70–90% の環境下では 4–6 時間以上生存できることも知られている (Manning *et al.* 2021)。飼育下の水鳥の羽毛内の相対湿度はおおよそ 65% であり (Coughlan *et al.* 2015)、ウトウを含む水圏環境を生息場所としている水鳥や海鳥の羽毛内には一定の湿度があると予測される。従って、短期間であれば水鳥や海鳥の体表上でも生育可能な特性をもつ珪藻種の存在が考えられる。これら羽毛上における珪藻の乾燥耐性等に対する生理学的特性を探究する研究が、現在筆者らによって遂行中である。

## 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP22K05800、および公益財団法人藤原ナチュラルヒストリー振興財団 (2021 年度) の助成を受けた。野外調査では、北海道天売島の海鳥研究所にて、大門純平氏、島袋羽衣氏を始めとした調査メンバーにご協力いただいた。ここに感謝の意を表する。

## 引用文献

- Ashworth, M. P., Majewska, R., Frankovich, T. A. *et al.* 2022. Cultivating epizoic diatoms provides insights into the evolution and ecology of both epibionts and hosts. *Sci. Rep.* 12: 15116. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19064-0>.
- ベゴン, M.・ハーバー, J.L.・タウンSEND, C.R. (著), 堀道尾 (監) 2003. 生態学—個体・個体群・群集の科学. pp. 202–244. 京都大学学術出版会, 京都.
- Bennett, A. G. 1920. On the occurrence of diatoms on the skin of whales. *Proc. R. Soc. London, Ser. B* 91: 352–357.
- Cadotte, M. W. 2006. Dispersal and species diversity: a meta-analysis. *Am. Nat.* 167: 913–924.
- Coughlan, N. E., Kelly, T. C., Davenport, J. & Jansen, M. A. K. 2015. Humid microclimates within the plumage of mallard ducks (*Anas platyrhynchos*) can potentially facilitate long distance dispersal of propagules. *Acta Oecologica* 65: 17–23.
- Deguchi, T., Watanuki, Y., Niizuma Y. & Nakata, A. 2004. Interannual variations of the occurrence of epipelagic fish in the diets of the seabirds breeding on Teuri Island, northern Hokkaido, Japan. *Prog. Oceanogr.* 61: 267–275.
- 江川隆昭・鈴木秀和・神谷充伸・田中次郎・南雲保 2018. 北海道石狩湾産海藻付着珪藻相とその特徴. *Diatom* 34: 81.
- Finlay, B. J. 2002. Global dispersal of free-living microbial eukaryote species. *Science* 296: 1061–1063.
- 福井大介・北辻さほ・池田勉・志賀直信・山口篤 2010. 北海道忍路湾におけるネット植物プランクトン群集の長期変動 (1984–2004 年). *日本プランクトン学会報* 57: 30–40.
- Holmes, R. W. & Croll, D. A. 1984. Initial observations on the composition of dense diatom growths on the body feathers of three species of diving seabirds. In: *Proceeding of the 7th Diatom Symposium*. Mann, D. G. (ed.). pp. 265–277. Otto Koeltz. Koenigstein.
- 環境省自然環境局生物多様性センター 2017. 平成 28 年度 モニタリングサイト 1000 海鳥調査報告書. 環境省, 東京.
- Kato, A., Watanuki, Y. & Naito, Y. 2003. Foraging behaviour of chick-rearing rhinoceros auklets *Cerorhinca monocerata* at Teuri Island, Japan, determined by acceleration-depth recording micro data loggers. *J. Avian Biol.* 34: 282–287.
- Kubo, A., Takahashi, A., Thiebot, J.-B. & Watanuki, Y. 2018. Rhinoceros auklet pair-mates migrate independently but synchronize their foraging activity during the pre-laying period. *Ibis* 160: 832–845.
- Majewska, R., Kocielek, J. P., Thomas, E. W., De Stefano, M., Santoro, M., Bolaños, F. & Van de Vijver, B. 2015a. *Chelonicola* and *Poulinea*, two new gomphonemoid diatom genera (Bacillariophyta) living on marine turtles from Costa Rica. *Phytotaxa* 233: 236–250.
- Majewska, R., Santoro, M., Bolaños, F., Chaves, G. & De Stefano, M. 2015b. Diatoms and other epibionts associated with olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles from the Pacific Coast of Costa Rica. *PloS One* 10: 0130351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130351>.
- Malviya, S., Scalco, E., Audic, S. *et al.* 2016. Insights into global diatom distribution and diversity in the world's ocean. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 113: E1516–E1525.
- Mann, D. G. & Vanormelingen, P. 2013. An inordinate fondness? The number, distributions, and origins of diatom species. *J. Eukaryot. Microbiol.* 60: 414–420.
- Manning, F. S., Curtis, P. J., Walker, I. R. & Pither, J. 2021. Potential long-distance dispersal of freshwater diatoms adhering to waterfowl plumage. *Freshw. Biol.* 66: 1136–1148.
- 南雲保 1995. 簡単に安全な珪藻被殻の洗浄法. *Diatom* 10: 88.

- 長田敬五・南雲保 2001. 珪藻研究入門. 日本歯科大学紀要 一般教育系 30: 131-141.
- Pantazidou, A., Louvrou, I. & Economou-Amilli, A. 2006. Euendolithic shell-boring cyanobacteria and chlorophytes from the saline lagoon Ahivadolimni on Milos Island, Greece. *Eur. J. Phycol.* 41: 189-200.
- Prasad, A. K. S. K., Livingston, R. J. & Ray, G. L. 1989. The marine epizoic diatom *Falcula hyaline* from Choctawhatchee Bay, the northeastern Gulf of Mexico: frustule morphology and ecology. *Diatom Res.* 4: 119-129.
- Round, F. E. 1984. *The Ecology of Algae*. Cambridge University Press, London.
- Schlichting, H. E. 1960. The role of waterfowl in the dispersal of algae. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 79: 160-166.
- Souffreau, C., Vanormelingen, P., Verleyen, E., Sabbe, K. & Vyverman, W. 2010. Tolerance of benthic diatoms from temperate aquatic and terrestrial habitats to experimental desiccation and temperature stress. *Phycologia* 49: 309-324.
- Souffreau, C., Vanormelingen, P., Sabbe, K. & Vyverman, W. 2013. Tolerance of resting cells of freshwater and terrestrial benthic diatoms to experimental desiccation and freezing is habitat-dependent. *Phycologia* 52: 246-255.
- Stigall, A. L. 2018. How is biodiversity produced? Examining speciation processes during the GOBE. *Lethaia* 51: 165-172.
- 鈴木秀和・南雲保 2015. 珪藻類の採集と光学顕微鏡観察. 植物分類学研究マニュアル 18. *Bunrui* 15: 75-81.
- Takahashi, Y., Kuroki, M., Niizuma, Y. & Watanuki, Y. 1999. Parental food provisioning is unrelated to manipulated offspring food demand in a nocturnal single-provisioning alcid the Rhinoceros auklet. *J. Avian Biol.* 30: 486-490.
- Tiffany, M. A. 2011. Epizoic and epiphytic diatoms. In: *The diatom world*. Seebach, J. & Kociolek, J. P. (eds.). pp. 195-209. Springer Science & Business Media, Berlin.
- 渡辺仁治 (編) 2005. 淡水珪藻生態図鑑. 内田老鶴圃, 東京.

(2022年11月3日受付, 2023年3月20日受理)

通信担当編集委員: 豊田 健介



## アオミドロ語誌 (5): アオミドロの漢字表記

仲田 崇志

和名の漢字表記には、漢名(スモモ/李)や語源や意味に基づく当て字(酢桃), 万葉仮名表記(須毛々)などがあるが、アオミドロの表記はどうだろうか(表)。

漢名としては古く陟厘や水綿が当てられたが、『本草綱目啓蒙』(小野蘭山, 1803-1806 刊)が水綿を採用し(前々号『語誌(2)』参照), 『語彙 5』(1871), 『言海』(1889)をはじめとする明治以降の国語辞典もこれを採用した。現在の中国語でも *Spirogyra* は水綿とされる(施 2004. 『拉漢藻類名称』)。

語源を反映するならば、アオミドロは青緑となる(前号『語誌(4)』参照)。生物の名前としては違和感があるが、一部の国語辞典が採用している。

青味泥の表記も多くの国語辞典に見られる。青味があった泥の意味の当て字だろうか。古くは明治期の小説『黒髪街道』に用例がある(江見水蔭 1909. p. 124)。農学系の資料の一部(例えば, 長林三之助 1916. 『長林式改良発明農蚕経済全書』 p. 11)でも使われたが、国語辞典に登場するのは『広辞苑 初版』(1955)からのようだ。かつては青緑泥の表記もあり(例えば, 長野県農事試験場 1920. 『増訂 殺菌剤駆虫剤要覧』 p. 78), こちらはより語源に近い。

漢名の「水綿」、語源を反映した「青緑」、そして「青味泥」に「青緑泥」。漢字表記を選ぶ際には、これらの背景も意識してはどうだろうか。

### 2015年以降に改訂された現行の一般向け国語辞典におけるアオミドロの表記

書名	現行版(発行年)	表記(掲載順)
現代国語例解辞典	5版(2016)	青味泥・青緑・水綿
学研現代新国語辞典	6版(2017)	青味泥・水綿
三省堂現代新国語辞典	6版(2018)	青味泥
広辞苑	7版(2018)	青みどろ・水綿
デイリーコンサイス国語辞典	6版(2018)	水綿
大辞林	4版(2019)	水綿・青味泥
岩波国語辞典	8版(2019)	(漢字表記なし)
新明解国語辞典	8版(2020)	青緑・水綿・青味泥
明鏡国語辞典	3版(2021)	水綿・青味泥
三省堂国語辞典	8版(2022)	青味泥・水綿
新選国語辞典	10版(2022)	青味泥