

なごやの生物多様性

Bulletin of Nagoya Biodiversity Center

第10巻 2023年3月

Vol. 10 March 2023



名古屋市環境局 なごや生物多様性センター

Nagoya Biodiversity Center, Environmental Affairs Bureau, City of Nagoya



なごや生物多様性センター

はじめに

なごや生物多様性センター（以下、センターと略す。）の機関誌である「なごやの生物多様性」第10巻をお届け致します。

本巻には原著論文4報、報告12報、その他2報が掲載され、全部で157ページの充実した内容となっています。著者の皆様がそれぞれ丹精込めて取り組まれた調査・研究の成果が論文としてまとめられたものであり、著者各位に厚く御礼申し上げます。

これらの論文が対象とする生きものは、動物や植物の様々な分類群にまたがっていますが、生きもののすみかとしてのため池に焦点を当てた論文が本巻に2報掲載されており、注目されます。本巻の表紙をご覧ください。令和3年11月14日に、猪高緑地すり鉢池で、大勢の市民が参加して池干しが行われ、数多くの外来種個体が駆除されました。池干し後のため池に在来生態系を取り戻し、それを将来に渡り保全していくためには、ため池という生息環境をさらによく理解することが大切です。これらの2論文は、そのことに気付かせてくれました。

また、守山区才井戸流周辺の水の環境DNA分析に基づき、名古屋市で絶滅危惧種（絶滅危惧IA類）に指定されているニホンイタチとキクガシラコウモリの生息を示した論文が本巻に掲載されています。環境DNA分析は、まだ実用化されて日が浅い研究手法です。水を汲んでろ過すれば、あとは専門業者に分析を委託できるので、特別な実験設備を持たない人でも実施可能な研究方法です。近い将来、地域の生物多様性の定期的なモニタリングに応用されると考えられます。DNAを用いた研究手法は、生物多様性の把握や保全の現場に、今後ますます普及していくでしょう。この他にも貴重な研究成果を記した論文が多いのですが、スペースの都合で逐一言及できないことをお詫びします。

今回より、機関誌の論文のPDF版は、名古屋市のサイトだけでなく、J-Stageのサイト上でもご覧頂けるようになりました（サイトURLは本巻157ページをご参照下さい）。2023年2月時点で、J-Stage上では、機関誌第9巻（2022年3月発行）の論文だけが見られるようになっていますが、2023年3月発行の第10巻をはじめ、過去に出版された巻の論文も、なるべく早期にJ-Stage上に載せていく予定になっています。J-Stageは、独立行政法人科学技術振興機構（JST）が運営する電子版学術ジャーナルの無料公開システムで、日本国内のみならず海外からも多数のアクセスとダウンロードがなされています。

これまで機関誌で出版された論文は、名古屋市内外の関係機関や図書館などに無料配布された冊子体上で、または名古屋市のオンラインサイト上でご覧頂くことが

できました。しかし、“なごやの生物多様性”の現状とその保全に向けての様々な取り組み、それらに関して著者の皆さんが成した重要な研究成果を、名古屋市の内外に向けてもっと積極的に発信したいと考えていました。J-Stage への登録によって、機関誌の論文へのアクセスが向上するメリットに加え、個々の論文にデジタルオブジェクト識別子 (DOI) が付与されるメリットも生まれます。将来、名古屋市の機関誌サイト URL が変更になっても、さらに極端な場合には「なごやの生物多様性」の雑誌名自体が変更になっても、DOI から論文コンテンツを恒久的にたどることができるようになります。DOI 情報の記入は、各種研究助成金への報告書などで求められるようになっており、DOI が付くことで著者の皆さんが執筆された論文のステータスも向上すると思います。

第 11 巻以降も幅広い著者からの投稿を期待しています。また、読者の皆様には、引き続き機関誌をご愛読下さいますよう、よろしくお願い申し上げます。

編集長／生物多様性推進参与 熊澤慶伯

環境DNAを用いた才井戸流周辺の動物種の子察的分析

黒川 景⁽¹⁾ 野呂 達哉⁽²⁾ 熊澤 慶伯⁽³⁾

⁽¹⁾ 愛知県立大学看護学部病理学 〒463-8502 愛知県名古屋市守山区上志段味東谷

⁽²⁾ 四日市大学環境情報学部環境情報学科 〒512-8512 三重県四日市市萱生町1200

⁽³⁾ 名古屋市立大学大学院理学研究科附属生物多様性研究センター 〒467-8501 名古屋市瑞穂区瑞穂町字山の畑1

Preliminary analysis of animal species around Saido-nagare Stream using environmental DNA

Kei KUROKAWA⁽¹⁾ Tatsuya NORO⁽²⁾ Yoshinori KUMAZAWA⁽³⁾

⁽¹⁾ Division of Pathology, Graduate School of Nursing and Health, Aichi Prefectural University, Tougoku Kamishidami, Moriyama-ku, Nagoya, Aichi 463-8502, Japan

⁽²⁾ Faculty of Environmental and Information Sciences, Yokkaichi University, 1200, Kayou-cho, Yokkaichi, Mie 512-8512, Japan

⁽³⁾ Research Center for Biological Diversity, Graduate School of Science, Nagoya City University, 1 Yamanohata, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya 467-8501, Japan

Correspondence:

Kei KUROKAWA E-mail: keikuro@nrs.aichi-pu.ac.jp

要旨

名古屋市守山区中志段味地区にある才井戸流は、市内に残された貴重な湧水地の一つであり、大都市近郊にありながら多様な生物が観察されるスポットとして知られる。近年、次世代シーケンシングによる環境DNAメタバーコーディングの分析手法が開発され、環境中に生息する生物種の特定に有用であることが示されている。そこで、才井戸流の水から抽出した環境DNAを用いて、流域の動物種を分析することを試みた。魚類分析用のプライマーセットであるMiFish-Uを用いた分析では、ドジョウ属、ミナミメダカ、タモロコが常時検出され、過去の才井戸流の生態調査の報告と概ね合致する結果が得られた。過去の生態調査では、希少種であるスナヤツメの生息が報告されているため、円口類分析用のプライマーセットMiFish-Lを用いた分析も試みたが、ポリメラーゼ連鎖反応による十分な増幅産物が得られなかった。哺乳類用のプライマーセットMiMammal-Uを用いた分析では、ドジョウ属、ミナミメダカ、タモロコといった魚類とともに、ニホンイタチ、ハツカネズミ、キクガシラコウモリが検出された。ニホンイタチとキクガシラコウモリは、名古屋市版レッドリスト2020で絶滅危惧 I A類に掲載されているが、それらの生息を強く支持するデータが得られた。環境DNAメタバーコーディングは、目視での生息調査を補完する継続的モニタリング手法として、今後より広く活用されることが期待される。

Saido-nagare Stream at Naka-Shidanmi district in Moriyama Ward, Nagoya City, is one of the valuable springs in the city where rich biodiversity has been maintained despite its location in the peripheral of the large city. In recent years, environmental DNA (eDNA) metabarcoding using the

受付日：2022年10月12日

受理日：2023年1月18日

next-generation sequencing has emerged and proved to be useful for identifying animal species living in the environment. Here, we analyzed animal species around Saido-nagare using eDNA extracted from the water of the stream. *Misgurnus* sp., *Oryzias latipes*, *Gnathopogon elongatus* were always detected using the primer set for fish analyses, MiFish-U. These results are consistent with previous reports on ecological surveys of Saido-nagare. Since past field surveys recognized *Lethenteron reissneri* as a rare aquatic species at Saido-nagare, we also attempted to detect this species by the eDNA approach using the primer set specific for lampreys, MiFish-L. However, we did not detect any amplification products by polymerase chain reaction using this primer set. The eDNA metabarcoding using the primer set for mammals, MiMammal-U, detected *Mustela itatsi*, *Mus musculus*, and *Rhinolophus ferrumequinum*, along with *Misgurnus* sp., *Oryzias latipes*, and *Gnathopogon elongatus*. *M. itatsi* and *R. ferrumequinum* are listed as Critically Endangered IA species in the Red List Nagoya 2020. The eDNA metabarcoding that can complement visual surveillance in the field will be more widely used for continuous monitoring of biodiversity.

序文

才井戸流は、名古屋市北東部、守山区中志段味の庄内川河畔に位置し、市内で最大級の湧水地の一つとして知られる。一部人の手の入った環境であるにもかかわらず、多様な生物の生息が知られ、調査や保全活動が行われている（土山ほか、2011；西ほか、2012）。

地域に生息する生物の調査は、現地でその生物を目視しつつ、可能ならば採取を行い、主に形態的特徴によって同定することが基本である。しかし、絶滅危惧種など個体数が減少した生物、夜行性あるいは飛翔性の生物、例えば才井戸流周辺の洞窟など立ち入り困難な場所に生息する生物の調査などは、必ずしも容易ではない。また、形態的特徴のみからは、生物種の同定が困難な場合もある。

従来からの形態による分類や、代謝などによる生化学分類とは全く異なる手法として、近年遺伝子による生物の分類技術が進歩してきている。その先駆的な業績の一つとして、Carl Woeseら（Woese and Fox, 1977）は、リボソームRNA（ribosomal RNA：rRNA）の塩基配列に注目し、生物を真正細菌（Bacteria）、古細菌（Archaea）、真核生物（Eukaryota）の三つのドメインに大別したことが知られている。リボソームは、細胞内でDNAから転写されたメッセンジャーRNA（mRNA）の情報をアミノ酸配列に変換しタンパク質を合成する細胞内小器官

であり、生物の分類群を超えて生命を維持するための細胞の基本的な機能を担っている。rRNAの塩基配列は、生物の進化の過程で変異を生じつつも、幅広い生物で高度に保たれていることから、rRNA遺伝子の塩基配列（真核生物では、核DNAにコードされる18S rRNA遺伝子またはミトコンドリアDNAにコードされる12S rRNA遺伝子の塩基配列）に基づく生物の系統的分類は汎用性の高い方法と認められている。

今日、米国（National Center for Biotechnology Information (NCBI)）、ヨーロッパ（European Bioinformatics Institute (EBI)）、日本（DNA Data Bank of Japan (DDBJ)）が連携して運営するInternational Nucleotide Sequence Database (INSD)をはじめとする公的な遺伝子データベースが公開され、遺伝子配列により生物種を同定する環境が整備されている。さらに近年、次世代シーケンシング（next generation sequencing：NGS）の技術により大量の塩基配列を高速に解読できるようになったことから、海洋や河川から採水してDNAを抽出し、12S rRNA遺伝子の部分塩基配列をNGSにより網羅的に解読することによって、周辺環境に生息する生物種や生物相を推定する環境DNAメタバーコーディングが開発されている（Miya et al., 2015; Ushio et al., 2017）。

本研究では、12S rRNA 遺伝子を用いた環境DNAメ

タバーコーディングが、才井戸流周辺に生息する魚類や哺乳類等を検出するのに適した方法であると考え、この方法を導入した調査を実施した。

材料および方法

1) 調査地点および調査日

才井戸流の下流には守山高等学校の敷地がある。流域の生物に由来するDNAが集まることを想定し、高等学校の手前で安全に採水できる地点を主要な調査地点に選んだ(図1, A地点)。

才井戸流の南側は、庄内川の河岸段丘となっており、段丘の上に神社がある。そこから才井戸流に向かって下降する斜面は雑木林および竹林になっているが、その中腹に、音声モニタリングによる調査でキクガシラコウモリ (*Rhinolophus ferrumequinum*) の音声を確認した洞窟がある(野呂, 2019, 2020a, 2020b)。洞窟は、由来がはっきりしないが人の手で掘られたものと考えられ、

音声モニタリングによる調査では、キクガシラコウモリの発するFM/CF/FM型の音声が検出されている。しかし、洞窟の入り口が土砂に埋まり人が入れるだけの十分なスペースはなく(図1, B地点)、今のところ洞窟から出巢するキクガシラコウモリを直接目視したり捕獲を行うには至っていない。そこで、この洞窟からしみ出し出口に貯留している水を調査の対象に加えた。洞窟からの水も、斜面を伝って才井戸流に流入するものと考えられる。

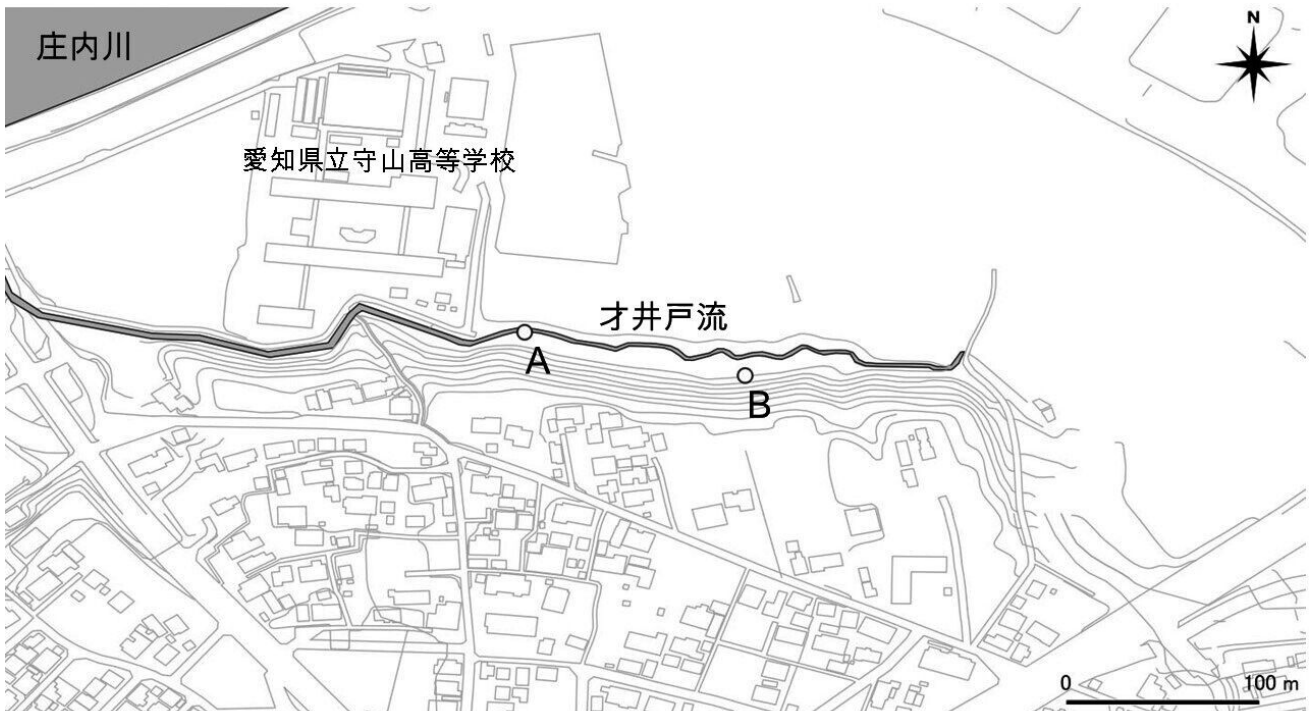
A, Bそれぞれの地点で、採水を3度ずつ実施した。A地点では、2021年7月21日(サンプル1), 11月26日(サンプル2), 2022年3月17日(サンプル3)に、B地点では、2020年10月12日(サンプル4), 2021年8月11日(サンプル5), 2022年3月17日(サンプル6: サンプル3と同日)に採水した。採水地点の写真を示す(図2: A地点, 図3: B地点, いずれも2022年3月17日撮影)。なお、野生での生息数が少ない希少種を確実に検出する

図1. 採水地点

A: 才井戸流の守山高等学校手前の地点, B: キクガシラコウモリが生息すると考えられる洞窟の前

Fig. 1. Localities for collected water samples

A: Saido-nagare Stream in front of Moriyama High School, B: In front of a cave presumably inhabited by *Rhinolophus ferrumequinum*.



目的には、一度の調査で反復採水を行い複数回のNGS解析を並行して行うことが推奨されているが（環境省自然環境局生物多様性センター, 2022）、本研究においては、労力や予算の制約もあり、予察的検討として反復採水は行わなかった。

図2. A地点の風景

画面の右上方に高等学校の建物の一部が見える。2022年3月17日撮影。

Fig. 2. View of locality A

Part of the high school building can be seen in the upper right of the image. Photographed on March 17, 2022.



図3. B地点の風景

岩盤に人の手で掘られたと思われる洞窟。入り口が土砂で埋もれつつあり、中の様子は見えない。2022年3月17日撮影。

Fig. 3. View of locality B

The cave seems to have been dug by human hands in the bedrock. The entrance is being filled with earth and sand, and the inside is not visible. Photographed on March 17, 2022.



2) 環境DNAの抽出

採取した水から、環境DNA学会の「環境DNA調査・実験マニュアルVer.2.2」（一般社団法人環境DNA学会, 2020）に従ってDNAの抽出を行った。採水した水500 ml に対し、DNAの分解を防止するために現地で10%塩化ベンザルコニウム500 μ lを添加し混和、クールボックスで保冷し実験室に運搬した。水をフィルター（STERIVEX HV 0.45 μ m FILTER UNIT, Millipore）に通した後、環境DNAを含むフィルター付着物からDNAを抽出キット（DNeasy Blood and Tissue Kit, Qiagen）を用いて抽出した。まず、フィルターユニット内にproteinase K 20 μ l, AL溶液200 μ l, phosphate buffer saline (PBS) 240 μ lを添加し、ゆっくり攪拌しながら56°C 20分加温し、タンパク質成分を分解した。フィルターユニット内のDNAを含む液を回収し、DNA抽出キットのカラムで精製、抽出した。得られたDNA溶液は、次項のポリメラーゼ連鎖反応（PCR）を実施するまで、-20°Cで保管した。

3) 環境DNAからの塩基配列データの取得

次世代シーケンシングのためのアダプター配列の付加を、イルミナ社のプロトコルに従って行った。A地点のサンプルに対しては、魚類を検出するために設計されたプライマーセットMiFish-U (Miya et al., 2015) と、哺乳類を検出するために設計されたプライマーセットMiMammal-U (Ushio et al., 2017) を用いた。また、1997~1998年の調査で、才井戸流ではスナヤツメ (*Lethenteron reissneri*) の生息が報告されているが（土山ほか, 2010）、円口類は一般的な魚類用のプライマーセットであるMiFish-Uでは検出が困難と報告されているため、円口類用に設計されたプライマーセットMiFish-L（環境省自然環境局生物多様性センター, 2020）を用いた。B地点のサンプルに対しては、MiMammal-Uのみで分析を行った。

各地点の採取日毎のDNAサンプルを鋳型として、上記プライマーで第一段階のPCRを、KOD-Plus-Neo (TOYOBO, Osaka, Japan) を用いた50 μ lの反応系で35サイクル行った（熱変性：98°Cで10秒、アニーリング：65°Cで30秒、伸長反応：68°Cで20秒）。得られた各サンプルのPCR産物に、サンプル識別のためのインデックス配列を付加するプライマーを用い、第二段階のPCRを、

KOD-Plus-Neoを用いた50 µlの反応系で12サイクル行った (熱変性: 98°Cで10秒, アニーリング: 60°Cで30秒, 伸長反応: 68°Cで30秒). PCR後の各DNAサンプルの濃度を, Qubit dsDNA HS Assay Kits (Thermo Fisher, Waltham, MA, USA) を用いたQubit 4 Fluorometer (Thermo Fisher, Waltham, MA, USA) による蛍光測定で定量し, Illumina社 (San Diego, CA, USA) のプロトコールに従って, アンプリコン用DNAライブラリーを調製した. 続いてIllumina MiSeq次世代シーケンサーによるMiSeq Regent Micro Kit v2を用いた150塩基のpaired-endシーケンスにより, DNA塩基配列データを大量に取得した. 取得したリード数は, 各サンプルあたり552,708~1,568,264リードであった (表1). NGSにより決定した塩基配列データは, 表1に記したアクセッション番号で, DDBJ Sequence Read Archive (DRA) に登録されている.

4) 塩基配列データの解析

得られたNGSのDNA配列データは, MiFish pipeline (Sato et al., 2018) を参照し, バージョンアップした最新のデータベースや, 新たに報告された同等以上の機能を持つプログラムも導入して解析を行った. 解析のパイプラインは以下の通りである.

(1) クオリティーチェック

SolexaQA++ dynamictrim (Cox, Peterson and Biggs, 2010) を用い, Phred quality score 10以上を配列データとして選別した.

(2) ペアリング

MiSeqで5'側から読み取った配列のファイルと, 3'側から読み取った配列のファイルのデータを, FLASH2 (Magoč and Salzberg, 2011) を用いて結合した.

(3) DNA配列長の選別

SolexaQA++ length sort (Cox, et al., 2010) を用い,

表1. 環境DNA解析に用いられた水の採集地点と検出された動物種の概要

Table 1. Localities for collected water samples and major animal species detected by the eDNA metabarcoding

採集地点/ Locality	採集時期/ Collected date	DRAアクセッション番号/ DRA accession numbers ¹	取得したリード数/ Number of raw reads	高品質のリード数/ Number of high quality reads	検出された動物種の概要/ Major animal species detected
地点A 守山高等学校手 前の才井戸流 GPS: 北緯35.2510, 東経137.0243	2021年7月21日	DRR413622 DRR413625	794548/1568264 ²	353196/357238 ²	魚類: ドジョウ属, タモロコ, ミナミメダカ, ブルーギル, ギンブナ 哺乳類: ヒト, ニホンイタチ, ハツカネズミ, キクガシラコウモリ
	2021年11月26日	DRR413623 DRR413626	746022/552708 ²	303017/125792 ²	魚類: ミナミメダカ, ドジョウ属, タモロコ 哺乳類: ヒト, ニホンイタチ, キクガシラコウモリ 鳥類: ウグイス属, ホオジロ属
	2022年3月17日	DRR413624 DRR413627	588734/1427754 ²	135627/107592 ²	魚類: ドジョウ属, タモロコ, ミナミメダカ 哺乳類: キクガシラコウモリ
地点B 才井戸流南側斜 面の洞窟前の貯 留水 GPS: 北緯35.2508, 東経137.0255	2020年10月12日	DRR413628	987244	370118	哺乳類: キクガシラコウモリ, ヒト
	2021年8月11日	DRR413629	699156	240052	哺乳類: キクガシラコウモリ
	2022年3月17日	DRR413630	681844	218386	哺乳類: キクガシラコウモリ, アライグマ, ハツカネズミ

¹ NGSで得られた生塩基配列データのDDBJ Sequence Read Archive登録情報

² 斜線の左側にMiFish-Uを用いた解析の値, 斜線の右側にMiMammal-Uを用いた解析の値を示す
地点Bの分析には, MiFish-Uを用いず, MiMammal-Uプライマーセットのみを用いていることに注意

¹ DDBJ Sequence Read Archive accession numbers for raw sequence data obtained

² Values to the left and right of a slash stand for read numbers obtained with MiFish-U and MiMammal-U primers, respectively
Note that only MiMammal-U primers (and not MiFish-U primers) were used for the analysis of locality B

ペアリング後のDNA配列長のうち、200塩基以上を選別した。

(4) アダプター配列の除去

アダプター配列を Cutadapt (Martin, 2011) を用い除去した。この操作により得られた配列が、クラスター化前の高品質リードに相当する。

(5) データのクラスター化

VSEARCH cluster (Rognes et al. 2016) を用い、99%以上の塩基配列類似度のある配列をクラスター化した。

(6) キメラ配列の除去

VSEARCH uchime (Rognes et al. 2016) を用い、キメラ配列の除去操作を行った。

(7) 生物種の同定とリード数のカウント

Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) のインストール版 (BLAST+ 2.13.0) を用い、ミトコンドリア

遺伝子配列のデータセット mito (2022年7月13日版, <https://ftp.ncbi.nlm.nih.gov/blast/db/>) を参照データベースとして、クラスター化を行った後のデータに対し12S rRNAの配列による生物種の検索を行った。DNAの配列長は、アダプター配列を除去した分を加味し、150塩基以上を選別した。クラスター化されたデータより同定した生物種について、クラスター化を行う前の高品質リードの数をカウントした。1つのリードに対して検索される生物種のうち、照合したデータベース配列とのアライメント長が長く、塩基配列の一致率の高い配列を優先して選択し、生物種の分析結果とした。少ないリード数の生物種でも、十分なアライメント長と塩基配列類似度があれば、検出された生物種として検討対象としたが、5リードに満たない生物種は対象外とした。

表2. A地点から2021年7月21日に得たサンプル1の環境DNA解析で検出された動物種とNCBI RefSeqデータベース上の登録配列とのマッチング

Table 2. Animal species detected by the eDNA analysis of Sample 1 collected from Locality A on July 21, 2021 and matching to the registered sequences at the NCBI RefSeq database

プライマー/ Primer	NCBI RefSeq アクセッション 番号/ NCBI RefSeq accession No.	学名/Scientific name	リード数/ Number of reads	リードの割合 (%) ¹ / Percentage of reads ¹	アライメント長 (bp)/ Alignment length (bp)	塩基配列類似度 (%)/ Nucleotide sequence similarity (%)
MiFish-U	NC_022854.1	<i>Misgurnus bipartitus</i>	100932	28.6	222	97.3
	NC_008649.1	<i>Gnathopogon elongatus</i>	95055	26.9	226	99.1
	NC_043847.1	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> と <i>Misgurnus bipartitus</i> の交雑種	38672	10.9	174	98.9
	NC_004387.1	<i>Oryzias latipes</i>	38219	10.8	189	97.4
	NC_015984.2	<i>Lepomis macrochirus</i>	11400	3.2	193	97.4
	NC_002079.1	<i>Carassius langsdorfii</i>	7195	2.0	173	99.4
MiMammal-U	NC_012920.1	<i>Homo sapiens</i>	90463	25.3	222	99.6
	NC_034330.1	<i>Mustela itatsi</i>	72630	20.3	214	100.0
	NC_022854.1	<i>Misgurnus bipartitus</i>	48019	13.4	172	97.1
	NC_008649.1	<i>Gnathopogon elongatus</i>	39339	11.0	222	99.1
	NC_043847.1	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> と <i>Misgurnus bipartitus</i> の交雑種	38885	10.9	219	97.7
	NC_004387.1	<i>Oryzias latipes</i>	7009	2.0	191	97.4
	NC_006914.1	<i>Mus musculus</i>	60	0.0	170	100.0
	NC_020326.1	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	10	0.0	168	100.0

¹ 該当するリード数の高品質リード数 (MiFish-Uの解析は353196リード, MiMammal-Uの解析は357238リード) に対する割合を示す

¹ Percentage of the corresponding read numbers among high-quality reads obtained (353196 reads by MiFish-U analysis and 357238 reads by MiMammal-U analysis)

表3. A地点から2021年11月26日に得たサンプル2の環境DNA解析で検出された動物種とNCBI RefSeqデータベース上の登録配列とのマッチング

Table 3. Animal species detected by the eDNA analysis of Sample 2 collected from Locality A on November 26, 2021 and matching to the registered sequences at the NCBI RefSeq database

プライマー/ Primer	NCBI RefSeq アクセッション 番号/NCBI RefSeq accession No.	学名/Scientific name	リード数/ Number of reads	リードの割合 (%) ¹ / Percentage of reads ¹	アラインメント長 (bp)/ Alignment length (bp)	塩基配列類似度 (%)/ Nucleotide sequence similarity (%)
MiFish-U	NC_004387.1	<i>Oryzias latipes</i>	149233	49.2	215	98.6
	NC_022854.1	<i>Misgurnus bipartitus</i>	62122	20.5	172	97.1
	NC_008649.1	<i>Gnathopogon elongatus</i>	54758	18.1	226	99.6
	NC_043847.1	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> と <i>Misgurnus bipartitus</i> の交雑種	7939	2.6	174	98.3
	NC_053103.1	<i>Horornis sp.</i>	2095	0.7	181	97.2
	NC_012920.1	<i>Homo sapiens</i>	1911	0.6	194	98.5
	NC_034330.1	<i>Mustela itatsi</i>	10	0.0	193	99.0
MiMammal-U	NC_004387.1	<i>Oryzias latipes</i>	60255	47.9	208	98.1
	NC_022854.1	<i>Misgurnus bipartitus</i>	22195	17.6	172	97.1
	NC_008649.1	<i>Gnathopogon elongatus</i>	2032	1.6	177	100.0
	NC_021445.1	<i>Emberiza sp.</i>	137	0.1	182	100.0
	NC_043847.1	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> と <i>Misgurnus bipartitus</i> の交雑種	8	0.0	193	98.4
	NC_020326.1	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	5	0.0	168	100.0

¹ 該当するリード数の高品質リード数 (MiFish-Uの解析は303017リード, MiMammal-Uの解析は125792リード) に対する割合を示す

¹ Percentage of the corresponding read numbers among high-quality reads obtained (303017 reads by MiFish-U analysis and 125792 reads by MiMammal-U analysis)

表4. A地点から2022年3月17日に得たサンプル3の環境DNA解析で検出された動物種とNCBI RegSeqデータベース上の登録配列とのマッチング

Table 4. Animal species detected by the eDNA analysis of Sample 3 collected from Locality A on March 17, 2022 and matching to the registered sequences at the NCBI RegSeq database

プライマー/ Primer	NCBI RefSeq アクセッション 番号/NCBI RefSeq accession No.	学名/Scientific name	リード数/ Number of reads	リードの割合 (%) ¹ / Percentage of reads ¹	アラインメント長 (bp)/ Alignment length (bp)	塩基配列類似度 (%)/ Nucleotide sequence similarity (%)
MiFish-U	NC_022854.1	<i>Misgurnus bipartitus</i>	56348	41.5	218	97.7
	NC_008649.1	<i>Gnathopogon elongatus</i>	41149	30.3	224	100.0
	NC_004387.1	<i>Oryzias latipes</i>	25798	19.0	214	98.6
MiMammal-U	NC_022854.1	<i>Misgurnus bipartitus</i>	40582	37.7	172	97.7
	NC_004387.1	<i>Oryzias latipes</i>	4549	4.2	168	98.8
	NC_043847.1	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> と <i>Misgurnus bipartitus</i> の交雑種	1423	1.3	174	98.3
	NC_016191.1	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	43	0.0	168	100.0

¹ 該当するリード数の高品質リード数 (MiFish-Uの解析は135627リード, MiMammal-Uの解析は107592リード) に対する割合を示す

¹ Percentage of the corresponding read numbers among high-quality reads obtained (135627 reads by MiFish-U analysis and 107592 reads by MiMammal-U analysis)

結果

水の各採集地点、各採集日にて検出された動物種の概要を表1に示す。また、各サンプルから得られた環境DNAの解析結果を、表2～5に示す。Blast+による解析で用いたミトコンドリア遺伝子配列のデータセットmitoには、動物種に対応してNCBIのReference Sequence (RefSeq) アクセッション番号が登録されているため、表2～5にはサンプルの解析結果として得られた動物種の学名とRefSeq アクセッション番号を表示し、それぞれのリード数およびサンプル毎の高品質リード数に対する割合、アライメント長の最大値および塩基配列類似度を含む詳細な解析結果を記載した。円口類用のMiFish-Lのプライマーセットに関しては、いずれのサンプルにおいても十分量のPCR産物が得られず、データを取得できなかった。

A地点で、夏にサンプル1、秋にサンプル2、初春にサンプル3を採取した。MiFish-Uプライマーによる魚類の検出については、リード数の順位の変動はあるものの、ドジョウ属 (*Misgurnus*)、タモロコ (*Gnathopogon elongatus*)、ミナミメダカ (*Oryzias latipes*) がいずれのサンプルにも検出された。水温のまだ低い初春には、

これら3種(属)のみが検出されたが、夏にはさらにブルーギル (*Lepomis macrochirus*)、ギンブナ (*Carassius langsdorfii*) が検出された。MiMammal-Uのプライマーは、MiFish-Uで検出される魚類とともに、概ね哺乳類を効率よく検出している。サンプル1で、ヒト (*Homo sapiens*)、ニホンイタチ (*Mustela itatsi*) が多数リード、ハツカネズミ (*Mus musculus*) が少数リード検出された。一方、サンプル2、3では、これらはいずれも少数のリードのみの検出にとどまるか、検出されなかった。キクガシラコウモリ (*Rhinolophus ferrumequinum*) は、3回とも少数のリードが検出された。

今回の環境DNAの分析では、サンプル2から鳥類も検出された。MiFish-Uのプライマーによりウグイス属 (*Horornis* sp.) が、同じくサンプル2からMiMammal-Uのプライマーによりホオジロ属 (*Emberiza* sp.) が、それぞれ少数リード検出された。

一方、B地点では一貫してキクガシラコウモリが多数リード検出された。サンプル4ではヒト、サンプル6ではアライグマ (*Procyon lotor*)、ハツカネズミも検出された。

表5. B地点から得たサンプル4-6のMiMammal-Uプライマーを用いた環境DNA解析で検出された動物種とNCBI RefSeqデータベース上の登録配列とのマッチング

Table 5. Animal species detected by the eDNA analysis using the MiMammal-U primer of Samples 4-6 collected from Locality B and matching to the registered sequences at the NCBI RefSeq database

サンプル (採集日)	NCBI RefSeq アクセッション 番号/NCBI RefSeq accession No.	学名/ Scientific name	リード数/ Number of reads	リードの割合 (%) ¹ / Percentage of reads	アライメント長 (bp)/ Alignment length (bp)	塩基配列類似度 (%)/ Nucleotide sequence similarity (%)
サンプル4 (2021年 7月21日)	NC_020326.1	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	290320	78.4	221	100.0
	NC_012920.1	<i>Homo sapiens</i>	73164	19.8	221	99.1
サンプル5 (2021年 11月26日)	NC_020326.1	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	235254	98.0	218	100.0
サンプル6 (2022年 3月17日)	NC_020326.1	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	138107	63.2	220	100.0
	NC_009126.1	<i>Procyon lotor</i>	42702	19.6	167	98.2
	NC_006914.1/ NC_010339.1	<i>Mus musculus</i>	28087	12.9	198	97.5

¹ 該当するリード数の高品質リード数 (サンプル4-6について、それぞれ370118リード、240052リード、218386リード) に対する割合を示す

¹ Percentage of the corresponding read numbers among high-quality reads obtained (370118 reads, 240052 reads, and 218386 reads for Samples 4-6, respectively)

考察

調査方法について

本研究では、名古屋市最大の湧水地であり、希少な動物種の生息が期待できる守山区才井戸流流域の2地点から環境水を採取し、環境DNAによる生息動物種の検出を試みた。当地域の動物調査は、これまで目視による個体確認やセンサーカメラ撮影、トラップによる捕獲、足跡・糞等による痕跡、コウモリ類が発する音声などの分析によって行われてきた(野呂, 2019, 2020a, 2020b)。しかし、コウモリ類やイタチ類などは夜行性のため目視確認が難しく、また、同所的に近縁種が分布するために区別が困難な動物の場合、これらの手法だけではなかなか確実な生息データを得づらという問題点があった。また、才井戸流の水圏内に生息する魚類については、魚類自体の数が少なく、採集だけでは詳細な魚類相を把握できないという課題があった。

本研究では、筆者らが知る限りおそらく初めて、才井戸流周辺の動物相調査を環境DNAの手法で行い、名古屋市版レッドリスト2020(名古屋市, 2020)において絶滅危惧I A類に掲載されているキクガシラコウモリやニホンイタチなどの生息に関して確度の高い生息情報を提供することができた。このように、コウモリ類については、今後、音声モニタリングと環境DNAの手法を併用することによって、より信頼性の高い結果を得ることができると考えられる。また、今回の洞窟のように、入口が狭く、調査者が容易に進入できないような場合や調査者の侵入がコウモリ類に極度のストレスを与えてしまうといった状況においても、水から採取でき、非侵襲的な環境DNAの手法は非常に有効であると考えられる。ただし、本研究では、分析した地点の数が2地点と少なく、また反復採水などの手法も用いていないため、才井戸流周辺の動物相を網羅的に調べたわけではない。現時点では、あくまで予察的な定性種分析を行った段階だと考えている。今後は、今回の成果を踏まえて、より計画的に定期的かつ定量的な環境DNAによる動物相のモニタリング調査を実施し、レッドリスト作成の基となる絶滅危惧種の生存情報に繋げていくことが期待される。

ミトコンドリアDNAにコードされる12S rRNAの配列による生物種の同定は、真核生物全般にわたって広く用いられる方法であるが、データベースに登録されてい

ない種、亜種については、近縁種についての示唆は得られるものの、完全な同定には至らないという限界がある。特に、地域固有の種、亜種については、登録が進んでいないことが指摘されている(Alam et al., 2020)。従って、環境DNAの12S rRNAによる分析結果を、地域の生態系に生息する動物種に即して確認、検証することが必要である。公的遺伝子データベースに登録されていない地域固有の種、亜種については、生息数の少ない種や捕獲が困難な種については不可能な場合もあるが、DNA分析が可能な個体や博物館標本などが得られれば12S rRNA領域の配列の解読、データベースへの登録が望まれる。

才井戸流に生息する魚類について

3回の調査を通して、ドジョウ属、タモロコ、ミナミメダカが検出されることが確認され、常時安定して生息していることが示唆される。また、夏には検出される種が増え、ブルーギル、ギンブナも検出された。これらは、水温の低い3月には検出されなかったが、季節による個体数の変化を反映している可能性もある。

才井戸流に生息するドジョウ属の詳細については、本研究のように短い指標配列を用いたBlast+解析の精度には限界があり、実際の才井戸流における捕獲調査により遺伝子を含めた種の検討が望まれる。コイやフナの仲間についても、アライメント長が最も長く、かつ塩基配列類似度が最も高いギンブナを結果として示したが、塩基配列類似度がやや低くなるものの、同じ配列からコイ属やフナ属の交雑種を含めた種が検索されており、実際に捕獲調査を行って結果を照合する必要があるものと考えられる。

今回、1990年代後半に才井戸流で生息が確認されていたスナヤツメの検出も試みた。円口類は一般的な魚類用のプライマーであるMiFish-Uでは検出が困難と報告されており、円口類用に設計されたプライマーを用いたが(環境省自然環境局生物多様性センター, 2020)、NGSで分析可能な量のアンプリコンDNAを得ることができなかった。スナヤツメは環境省レッドリスト2020絶滅危惧II類(環境省, 2020)、名古屋市版レッドリスト2020絶滅危惧IA類(名古屋市, 2020)であり、才井戸流での現時点での絶滅が危惧され、追加的な調査が望まれる。

才井戸流流域の哺乳類、鳥類について

才井戸流に生息する魚類に比し、周辺流域に生息、あるいは出現する哺乳類、鳥類については、サンプル毎に検出される種やリード数の変動がみられた。飲水や水浴び等、流域の水系との接触がより濃厚になった場合に、検出リード数が増加するものと考えられる。一方、才井戸流の流域の洞窟に生息するキクガシラコウモリについては、洞窟出口の水から多数のリードが検出されるとともに、才井戸流の下流地点からも、3回の調査で一貫して少数のリードが確認された。以上より、哺乳類については、流域をめぐらして生息するコウモリ類の場合には、安定して検出されるものの、流域に近づいたり遠ざかったりして移動する動物種については、採水時期により検出リード数が大きく変動することが考えられる。今回の環境DNAによる調査では、後述するように、才井戸流流域で過去に生息が確認されている哺乳類で情報の得られなかった種がある。また、一部サンプルで鳥類が検出されたが、渡りなど季節による移動を含め網羅的な調査を実施するためには、調査地点を増やすとともに、反復採水を行うことの必要性を示している。調査には、労力や予算の制約が生じるが、生態学的に重要な意味を持つ生物種が生息する、あるいは観察される地点については、重点的に繰り返し調査に取り組むことによって、貴重なデータが得られることが期待される。

才井戸流流域では、1990年代にニホンイタチの生息が確認されたという記録があるが(高田, 2002)、近年、名古屋市内では外来種のシベリアイタチ (*M. sibirica*) が圧倒的に多く生息しているのが確認されている(野呂, 2015)。今回の環境DNAの12S rRNAによるメタバーコーディングでは、アライメント長214塩基、塩基配列類似度100%で *M. itatsi* として検出されている。一方、NGSの同じリードから *M. sibirica* も検索されているが、アライメント長214塩基で塩基配列類似度が97.20%と *M. itatsi* よりも低値であった。DNA塩基配列の類似度に基づけば、才井戸流流域は名古屋市内で現在もニホンイタチが生息している貴重な環境であることが示唆された。今後、才井戸流周辺域にニホンイタチが生息しているかどうか確認するための捕獲調査が望まれる。その他の哺乳類については、今回の環境DNAの調査でアライグマ、ハツカネズミが検出された。アライグマが検出されたこ

とは外来種のモニタリングに関して環境DNAの手法が有効であることを示している。また、アライグマやニホンイタチの検出は、頻繁に水辺で活動する動物が検出されやすいことを示唆している。一方、才井戸流においては、過去にアカギツネ (*Vulpes vulpes*)、タヌキ (*Nyctereutes procyonoides*)、イエネコ (*Felis catus*)、ヌートリア (*Myocastor coypus*)、アカネズミ (*Apodemus speciosus*)、カヤネズミ (*Micromys minutus*)、ニホンジネズミ (*Crocidura dsinezumi*)、コウベモグラ (*Mogera wogura*) といった多種の哺乳類が確認されているが(野呂, 未発表)、これらの哺乳類が環境DNAによる調査を重ねることによって検出されるかどうか、今後この地域の生息調査を継続していく上で検討する価値のある課題である。

MiFish-UおよびMiMammal-Uのプライマーは、もとも魚類および哺乳類を対象として設計されているが、今回の調査では、少数のリードながら鳥類も検出された。このうち、ウグイス属については、データベース上はスダウグイス (*H. vulcanius*) として検出された(アライメント長181塩基、塩基配列類似度97.24%)。スダウグイスは、インドネシア、マレーシア、フィリピンに生息するウグイスの仲間で、日本には生息しない種であるが、才井戸流周辺域に生息するウグイスを検出したものと判断するのが妥当と考えられた。GenBankにおける日本のウグイス (*H. diphone*) のDNA配列の登録状況を検討したところ、ミトコンドリアDNAにコードされる遺伝子のうち、cytochrome *b* 遺伝子は登録されているが、12S rRNA 遺伝子の塩基配列は登録されていない。したがって、現状の遺伝子データベースで日本のウグイスを確認するためには、cytochrome *b* 遺伝子による分析を行う必要がある。ホオジロ属については、データベースによる分析ではアオジ (*E. spodocephala*)、シマアオジ (*E. aureola*)、シマノジコ (*E. rutila*) の3種がアライメント配列長182塩基、塩基配列類似度100%の同配列として検出された。このうち、本州中部で見つかる可能性の高い種はアオジと考えられるが、才井戸流で実際に飛来が観察できるかどうかの情報が望まれる。

鳥類の12S rRNAメタバーコーディングのために設計されたプライマーとしては、MiBird (Ushio et al., 2018) が報告されている。今回は鳥類についての調査を計画し

ていなかったため、MiBirdによるメタバーコーディングは実施しなかった。MiFish-U、MiMammal-U、MiBird-Uの3'側のプライマー配列は共通であり、5'側のプライマー配列が異なる。また、スダウグイス (*H. vulcanius*, アクセション番号NC_053103.1) とアオジ (*E. spodocephala*, アクセション番号NC_021445.1) の5'側のプライマー配列に対応する配列の違いは1塩基のみである。今回、ウグイス属がスダウグイスとしてMiFish-Uで、ホオジロ属がアオジとしてMiMammal-Uで検出されたが、スダウグイスについては、MiFish-Uのプライマー配列との類似度がMiMammal-Uとの類似度を上回り (85.7% 対 82.6%)、アオジについては、MiFish-Uとの類似度がMiMammal-Uとの類似度を下回る (81.0% 対 87.0%) ことが影響しているものと考えられた。鳥類の検出用に設計されていないMiFish-UおよびMiMammal-Uのプライマー配列との類似度は、いずれも90%未満であるが、今回のように鳥類が偶然検出される場合には、わずかな塩基配列の違いによりMiFishで検出されやすい種とMiMammalで検出されやすい種があることが示唆された。

結語

才井戸流に生息する生物種を、環境DNAの12S rRNAメタバーコーディングにより検討した。才井戸流に生息する魚類、流域の洞窟に生息するキクガシラコウモリの他、ニホンイタチ、アライグマ、ハツカネズミといった哺乳類が検出された。特に、ニホンイタチは、過去の調査で才井戸河流域での生息が観察されていた。この地域は、ニホンイタチの生息が現在も維持されている名古屋市内でも貴重な環境であることが示唆された。一方、かつて生息が観察されたスナヤツメについては、円口類用のプライマーを用いて検出を試みたが、今回の分析では検出できず、その生息が危ぶまれる。水中に生息する魚類と比較し、周囲の水域をめぐらとせず移動する陸生生物については、検出リード数の変動が大きく、調査地点を増やし繰り返し調査を行う必要性が示された。環境DNAの12S rRNAメタバーコーディングを用いた生物種の分析は、参照するデータベースに依存するため、地域の固有種の同定や、生息数の少ない絶滅危惧種の検出には限界がある。これまで蓄積された地域の生息調査によ

る知見や、博物館標本などから取得する新たなDNA情報と照合してデータを解釈する必要がある。一方、直接確認が困難な生物種を、遺伝子配列に基づいてスクリーニングできる場合もある。従来からの生息調査に加えて、環境DNAによる生物種の分析手法を導入した継続的サーベイランスが、地域の生態系保全のために今後広く活用されることが期待される。

謝辞

本研究は、名古屋市立大学共用機器センターの次世代シーケンサー (イルミナMiSeq) を用いて行われた。著者の黒川は、2017年度から2020年度の愛知県立大学学長特別教員研究費および2022年度の愛知県立大学学長特別研究費を受け、本研究を実施した。また、黒川が次世代シーケンサーを用いた環境DNAの研究を開始するにあたり、名古屋大学大学院医学系研究科神経疾患・腫瘍分子医学研究センターシステム生物学分野 紅朋浩先生、同研究科附属医学教育研究支援センター分析機器部門伊藤康友様に懇切丁寧なご指導をいただいた。深田仁氏をはじめとした中志段味の自然を次世代に伝える会の皆様には現地調査に関して多大なご配慮をいただいた。Xiakena Xiaokaitiさん (名古屋市立大学大学院生) にも技術的なサポートを頂いた。ここに謝意を申し上げる。

引用文献

- Alam, M. J., N-K. Kim, S. Andriyono, H-K. Choi, J-H. Lee and H-W. Kim. 2020. Assessment of fish biodiversity in four Korean rivers using environmental DNA metabarcoding. *PeerJ*, 8: e9508.
- Cox, M. P., D. A. Peterson and P. J. Biggs. 2010. SolexaQA: At-a-glance quality assessment of Illumina second-generation sequencing data. *BMC Bioinformatics*, 11: 485.
- 一般社団法人環境DNA学会. 2020. 環境DNA調査・実験マニュアル Ver. 2.2. https://ednasociety.org/wp-content/uploads/2022/06/eDNA_manual_ver2_2.pdf, 2022年8月30日確認
- 環境省. 2020. 環境省レッドリスト2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>, 2022

- 年8月30日確認
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2020. 環境DNA分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き 第1版. 環境省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田. 42pp.
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2022. 環境DNA分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き. 改訂第2版. 環境省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田. 97pp.
- Magoč, T. and S. L. Salzberg. 2011. FLASH: fast length adjustment of short reads to improve genome assemblies. *Bioinformatics*, 27(21): 2957-2963.
- Martin, M. 2011. Cutadapt removes adapter sequences from high-throughput sequencing reads. *EMBnet journal*, 17(1): 10-12.
- Miya, M., Y. Sato, T. Fukunaga, T. Sado, J. Y. Poulsen, K. Sato, T. Minamoto, S. Yamamoto, H. Yamanaka, H. Araki, M. Kondoh and W. Iwasaki. 2015. MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society Open Science*, 2(7): 150088.
- 名古屋市. 2020. 名古屋市版レッドリスト2020. <https://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000125/125632/redlist2020.pdf>, 2022年9月21日確認
- 西史江, 岡村祐里子, 榊原 靖. 2012. 2011年の才井戸流れ(守山区志段味)の水質. 名古屋市環境科学調査センター年報, 1: 90-95.
- 野呂達哉. 2015. ニホンイタチ *Mustela itatsi Temminck*. 名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課(編). 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-動物編-, p. 42. 名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課, 名古屋.
- 野呂達哉. 2019. 動物調査と保全対策部会. なごや生物多様性保全活動協議会(編). 平成30年度なごや生物多様性保全活動協議会活動報告書, pp. 7-11. なごや生物多様性保全活動協議会, 名古屋.
- 野呂達哉. 2020a. 動物調査と保全対策部会. なごや生物多様性保全活動協議会(編). 令和元年度なごや生物多様性保全活動協議会活動報告書, pp. 8-13. なごや生物多様性保全活動協議会, 名古屋.
- 野呂達哉. 2020b. 都市域名古屋には何種類のコウモリが生息しているのか? -音声による種同定の試み-. 環境省自然局第23回自然系調査研究機関連絡会議調査研究・活動事例集, pp. 14-18. <https://www.biodic.go.jp/relatedinst/23rd/P14.pdf>, 2022年8月30日確認
- Rognes, T., T. Flouri, B. Nichols, C. Quince and F. Mahé. 2016. VSEARCH: a versatile open source tool for metagenomics. *PeerJ*, 4: e2584.
- Sato, Y., M. Miya, T. Fukunaga, T. Sado and W. Iwasaki. 2018. MitoFish and MiFish pipeline: a mitochondrial genome database of fish with an analysis pipeline for environmental DNA metabarcoding. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6): 1553-1555.
- 高田靖司. 2002. 守山と春日井の哺乳類. 私たちの博物館 -志段味の自然と歴史を訪ねて-. 62: 1-5.
- 土山ふみ, 鎌田敏幸, 榊原 靖, 西史江. 2011. 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.
- Ushio, M., H. Fukuda, T. Inoue, M. Kobayashi, O. Kishida, K. Sato, K. Murata, M. Nikaido, T. Sado, Y. Sato, K. Murata, M. Nikaido, T. Sado, Y. Sato M. Takeshita, W. Iwasaki, H. Yamanaka, M. Kondoh, and M. Miya. 2017. Environmental DNA enables detection of terrestrial mammals from forest pond water. *Molecular Ecology Resources*, 17(6): e63-e75.
- Ushio, M., K. Murata, T. Sado, I. Nishiumi, M. Takeshita, W. Iwasaki and M. Miya. 2018. Demonstration of the potential of environmental DNA as a tool for the detection of avian species. *Scientific Reports*, 8: 4493.
- Woese, C. R. and G. E. Fox. 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A.* 74(11): 5088-5090.

名古屋市産バッタ類のDNAバーコーディングと集団遺伝解析

小汐 晃平⁽¹⁾ 横山 悠理⁽²⁾ 戸田 尚希⁽³⁾ 熊澤 慶伯⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾ 名古屋市立大学総合生命理学部 〒467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑1

⁽²⁾ 名古屋市立大学大学院理学研究科生物多様性研究センター 〒467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑1

⁽³⁾ なごや生物多様性保全活動協議会 〒468-0066 愛知県名古屋市天白区元八事五丁目230番地

DNA barcoding and population genetic analyses of grasshoppers in Nagoya, Central Japan

Kohei KOSHIO⁽¹⁾ Yuri YOKOYAMA⁽²⁾ Naoki TODA⁽³⁾ Yoshinori KUMAZAWA⁽¹⁾⁽²⁾

⁽¹⁾ School of Biology and Integrated Sciences, Nagoya City University, 1 Yamanohata, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya, Aichi 467-8501, Japan

⁽²⁾ Research Center for Biological Diversity, Graduate School of Science, Nagoya City University, 1 Yamanohata, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya, Aichi 467-8501, Japan

⁽³⁾ Nagoya Biodiversity Conservation Activity Council, 230 Motoyagoto 5-chome, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi 468-0066, Japan

Correspondence:

Yoshinori KUMAZAWA E-mail: kuma@nsc.nagoya-cu.ac.jp

要旨

名古屋市内より得られた9種のバッタ類合計260個体について、ミトコンドリアDNAにコードされるシトクロムオキシダーゼサブユニットI遺伝子の部分塩基配列を決定した。これらの塩基配列は、標本の画像や採取地などの関連情報とともにBarcode of Life Data Systemsデータベースに、プロジェクト名DNA Barcoding of Grasshoppers in Nagoya, Central Japan (DBGN)として登録し、DNAバーコードデータベースを作成した。これら9種のバッタ類に関して、形態的特徴から同定された種と塩基配列から推定される種の範囲が一致し、DNAバーコーディングによりこれらの種を識別できることを確認した。データベース上に登録がある他地域産の個体との配列比較を行ったところ、日本産の個体と東アジア産（主に中国・韓国）の個体との間に、大きな遺伝距離が見られないことが分かった。すなわちこれらのバッタ類の地域固有性は低く、日本とユーラシア大陸東部の間で過去に頻繁に遺伝子流動があったことを示唆した。名古屋市産のマダラバッタとイボバッタにおける遺伝的多様性が比較的高いことが示された一方で、名古屋市産のヒナバッタ、トノサマバッタ、クルマバッタの遺伝的多様性は非常に低いことが分かった。

A part of the mitochondrial DNA-encoded cytochrome oxidase subunit I gene was sequenced for 260 individuals of nine grasshopper species from Nagoya City, Central Japan. The determined nucleotide sequences, together with images of body specimens and relevant information on sampling locality, were registered to the Barcode of Life Data Systems under a project name, DNA Barcoding

受付日：2022年10月14日

受理日：2023年1月18日

of Grasshoppers in Nagoya, Central Japan (DBGN). Morphologically identified species and molecularly inferred species boundary were consistent, which confirmed the applicability of the DNA barcoding for these nine taxa. When compared with homologous gene sequences already registered to public databases with locality information, there was little genetic distance between individuals from Japan and from non-Japanese East Asia (China and Korea). It thus seems that these grasshopper species do not have high endemism in Japan presumably due to frequent gene flow between Japan and Eastern Eurasia in the past. Population genetic analyses revealed that *Aiolopus thalassinus* and *Trilophidia japonica* in Nagoya had relatively high genetic diversity while *Chorthippus biguttulus*, *Locusta migratoria*, and *Gastrimargus marmoratus* in Nagoya may have considerably decreased level of genetic diversity.

序文

バッタ類とは、広義には、跳躍するための後脚を持つ有翅の直翅類の通称である。食性は草食性で、植物が生育する場所であれば生息が可能であり、熱帯林や砂漠、高山地帯など様々な地域に生息している (Song et al., 2018)。昆虫綱バッタ目には世界で約1万5千種が知られるが、これらはバッタ亜目とキリギリス亜目に分けられている (日本直翅類学会, 2016)。バッタ亜目にはバッタ上科、クビナガバッタ上科、ヒシバッタ上科、ノミバッタ上科が含まれ、キリギリス亜目にはコオロギ上科、カマドウマ上科、コロギス上科、キリギリス上科などが属している。バッタ上科は世界で5科1364属6766種が知られる大きなグループであり、温帯、暖帯、熱帯にかけて広く分布する (日本直翅類学会, 2016)。その中でもバッタ科とオンブバッタ科には、日本全体でそれぞれ69種と2種が報告されており、市街地などに多く生息するいわゆる普通種も多く含まれている (日本直翅類学会, 2016)。しかし、バッタ上科に属する種の進化や生態は、農業害虫であるサバクトビバッタなど一部の種を除き (田中ほか, 2021)、詳しく解明されていない。また、生物多様性の3要素の一つである遺伝的多様性に関する研究例は世界的に見ても少ない。

DNAバーコーディングは、数百塩基対のDNA塩基配列 (DNAバーコード) における種特異性に基づき、生物標本の簡便な種同定を行うための技術である (Hebert et al., 2003; 熊澤, 2022)。動物のDNAバーコーディングには、ミトコンドリアDNAにコードされるシトクロムオキシダーゼサブユニットI (COI) 遺伝子の一部 (約

650塩基対) が標準DNAバーコード領域として用いられている (Hebert et al., 2003; 熊澤, 2022)。分類学的研究が比較的好く進んでいる様々な欧米産動物群を用いて、DNAバーコード領域における塩基配列を比較したところ、2%以下の配列相違度 (遺伝距離) を示す個体同士は同種に属し、2%以上の遺伝距離を示す個体同士は別種に属することが概ね経験的に知られている (Ratnasingham and Hebert, 2013)。この経験則に基づいて、Barcode of Life Data Systems (BOLD) データベース上では、DNA塩基配列に基づいて認識された種単位にBarcode Index Number (BIN) を与えている。このBIN情報を形態的特徴に基づいて同定された学名と対比させることで、隠蔽種などの存在可能性を検証することもできる (熊澤, 2022)。

バッタ上科に属する種についてDNAバーコーディングを行なった研究は比較的少ない。DNAバーコーディングによって海外産種における種同定が可能であることを示した報告はあるが (例えばHawlotschek et al., 2017; Kundu et al., 2020)、筆者が知る限り、トノサマバッタなど一部の種を除き (Tokuda et al., 2010)、日本産種のDNAバーコード塩基配列もほとんど報告されていない。そこで本研究では、なごや生物多様性保全活動協議会が主催した、なごや生きもの一斉調査2020バッタ編 (水野・戸田, 2021) において採集された個体を用いて、バッタ科・オンブバッタ科の9種を対象種としてDNAバーコーディングと集団遺伝解析を行った。DNAバーコーディングによって、日本産種の個体の中に隠蔽種などが存在する可能性を調べるとともに、海外産の同

種あるいは近縁種との遺伝的関係について考察を試みた。また、一部の種について集団遺伝解析を行うことで、遺伝的多様性に関する指標を求め、名古屋市内の個体群の保全に向けた洞察も試みた。

材料および方法

本研究で用いたバッタ類の標本の多くは、2020年10月2日から4日にかけて実施されたなごや生きもの一斉調査2020バッタ編 (水野・戸田, 2021) の際に、多数の市民と専門調査員によって名古屋市内の41地点から採集されたものである。一部の標本については、2021年9月29日に小幡緑地における独自の追加調査を行い採取したものも含まれる。全採集地点を図1に示す。バッタ類の野外サンプリングは、草むらを網で掃くように不特定の昆虫を採集するスウィーピング法、あるいは目視したバッタを網で直接捕獲する方法により行われた。採集された標本は、著者の戸田と水野利彦氏によって形態情報に基

づき種同定され、個体ごとに採集された地域や雌雄の別が記録されている。追加調査で得られた標本については、著者の小汐によって種同定が行われた。これらの採集個体の一部は、本研究を行うために、なごや生物多様性保全活動協議会から名古屋市立大学理学研究科附属標本庫に寄贈され、99.5%エタノール液浸標本として4℃で冷蔵保存されている。DNAバーコーディングには各種から5個体以上を、集団遺伝解析には各種から20個体以上 (可能ならば30-50個体) を目安に、各地点からランダムにピックアップして用いた。ただし、十分な個体数を本研究のために利用できなかった種については、この基準以下の個体数で研究を行った。

採取された各サンプルの脚部の一部を用いて、DNeasy Blood & Tissue Kit (Qiagen) による全DNAの抽出を行った。その抽出DNAと表1に記したプライマーを用いてポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) を行い、DNAバーコード領域の増幅を行なった。増幅はまず標

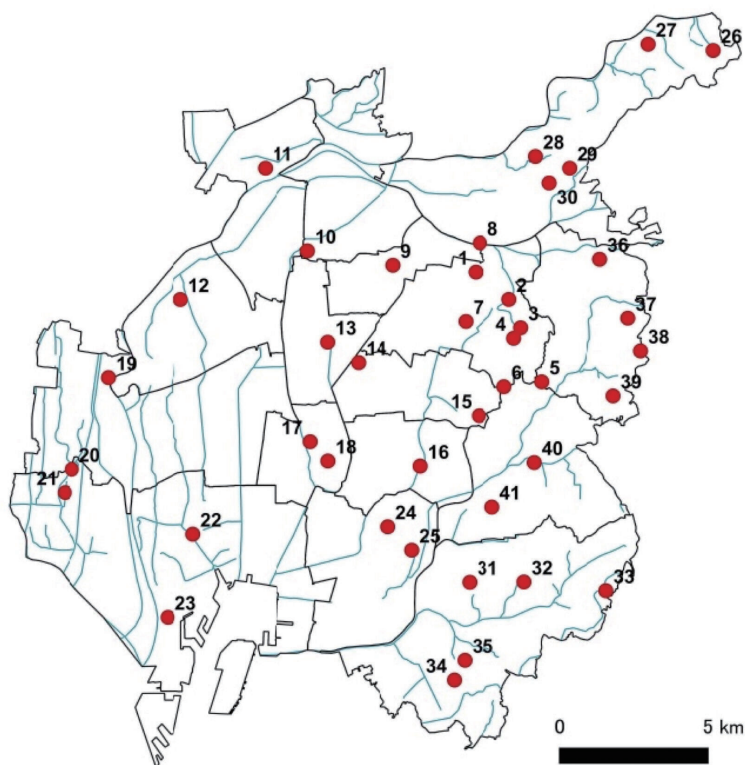


図1. バッタ類サンプルの名古屋市内の採集地点。実線は名古屋市の区境界を、薄線は河川を示す。丸の位置とその番号は採集地点を示し、本論文の表2および水野・戸田 (2021) の表1に対応する。水野・戸田 (2021) の図3より転載

Figure 1. Localities for sampling grasshoppers in Nagoya. Solid and thin lines show ward boundaries and river systems, respectively. Dots with a number indicate sampling localities that correspond to Table 2 in the present study and Table 1 in Mizuno and Toda (2021). Reproduced from Figure 3 in Mizuno and Toda (2021).

準的なプライマーセット (LCO1490/HCO2198) を用いて行った。この組み合わせで増幅できなかったイボバッタの個体はeTyr-1L/HCO2198, クルマバッタモドキの個体はeCOI-1L/eCOI-1H, クルマバッタの個体はLCO1490/eCOI-1Hを用いて増幅した。PCRは, Gflex DNA polymerase (タカラバイオ) とThermal Cycler TP600/650 (タカラバイオ) を用いて, 25 μ lの液量で行った。タカラバイオが提供する標準的な反応液組成で, 94°C 1分の反応後に, 98°C 10秒, 50°C 15秒, 68°C 60秒のサイクルを35回行った。一部の個体については, 増幅産物がミトコンドリアDNAに由来するかどうかをより注意深く検証するため, 表1に記したLong PCR用のプライマーとGflex DNA polymerase (タカラバイオ) を用いて, COI遺伝子をまたいだミトコンドリアDNAの約5 kbpの領域を増幅し, 1%アガロースゲル電気泳動により回収した増幅産物を鋳型としたDNAバーコード領域のPCR増幅をさらに行なった。

DNAバーコード領域に対応したPCR産物の生成を1%アガロースゲル電気泳動によって確認した後, ExoSAP-IT試薬 (Affymetrix) によって処理したPCR反応液を用いて, サイクルシーケンシング反応を行った。この反応にはBigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit

(Life Technologies) を用い, 反応産物を3500 Genetic Analyzer (Life Technologies) に展開して, 塩基配列の解読を行った。両方向から読んだ塩基配列をSequencher 4.8 (Gene Codes) を用いてアセンブルすることで, 塩基配列をサンプルごとに確定した。

合計260個体について, DNAバーコード領域の塩基配列を決定し, 日本直翅類学会 (2016) などに基づき同定された学名・標本採集地・採集日などの付帯情報, 標本全体の写真画像, 名古屋市立大学理学研究科附属標本庫 (SDNCU) の標本登録番号, DNAシーケンサーで分析されたときのエレクトロフェログラムデータ (ベースコールに用いた波形データ) などを, BOLDデータベース上に, DNA Barcoding of Grasshoppers in Nagoya, Central Japan (DBGN) のプロジェクト名で登録し, DNAバーコードデータベースを作成した。また, 決定した塩基配列をInternational Nucleotide Sequence Database (INSD) に, アクセッション番号OQ213928-OQ214187で登録した。DNAバーコード領域の塩基配列における遺伝距離の算出は, BOLDデータベースのBarcode Gap Analysisを参照して行った。距離モデルにはKimura's 2-parameter modelを, アラインメントオプションにはMUSCLEを, ギャップサイトの取扱いには

表1. 本研究で用いたプライマー
Table 1. Primers used in this study

名称 Name	塩基配列 (5'→3') Sequence (5'→3')	方向 Direction	出典 Reference
LCO1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG	Forward	Folmer et al., 1994
HCO2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA	Reverse	Folmer et al., 1994
eTyr-1L	ATCGCCTAAACTCAGCATCTTACT	Forward	Oba et al., 2015
eCOI-1L	AAATGATTATTTTCAAVAAACCATAAA	Forward	Oba et al., 2015
eCOI-1H	ACAATGTGAGAGATTATTCCAAATCC	Reverse	Oba et al., 2015
F_ibo_1 ¹	GCATGAGCCGGAATAGTAGG	Forward	本研究
F_ibo_2 ¹	GGAGCTGGTACAGGATGAAC	Forward	本研究
R_ibo_1 ¹	GTAATTGCTCCTGCTAATACGG	Reverse	本研究
R_ibo_2 ¹	GAAACACCTGCTAAATGTAATG	Reverse	本研究
Fbattal ²	TTAAGCTAATGGGTTTCATACC	Forward	本研究
Fbatta3 ²	TAGATTTACARTCTAWCACCTA	Forward	本研究
Rbattal ²	TTAGTTGATGGATCAAATGTTG	Reverse	本研究
Rbatta3 ²	ACAAAATGTCAATATCATGCTG	Reverse	本研究

¹ イボバッタ特異的なDNAバーコード領域の内部プライマー

² COI遺伝子をまたいだ約5 kbpをLong PCRで増幅するためのプライマー

¹ Internal primers within the DNA barcode region specific to *Trilophidia japonica*

² Primers designed to amplify a ~5kbp region that span COI gene by long PCR

Pairwise Deletionのオプションを採用した。

分子系統解析は最尤法を用い、MEGA X (Kumar et al., 2018) を使って行った。距離モデルにはKimura's 2-parameter modelを、ギャップサイトの取扱いにはall use sitesのオプションを、サイト間の分子進化速度の違いを表すモデルにはGamma+Invariantモデル (Gamma補正は5 カテゴリー) を使用した。また、あわせて1000回のリサンプリングによるブートストラップ解析を行い、各内部枝が出現する確率をブートストラップ確率として求めた。バッタ上科の中でバッタ科およびオンブバッタ科の外群に位置することが過去の系統解析 (Zhang et al., 2013; Song et al. 2020) で示唆されているEpisactidae科の*Pielomastax zhengi*を外群に用いた。集団遺伝解析はDnaSP version 6.12.03 (Rozas et al., 2017) を用いて行った。MEGA X で使用したDNA塩基配列をDnaSPで読み込み、塩基多様度、ハプロタイプ多様度、Tajima's D 、Fu's F_s などを算出した。ネットワーク解析では、MEGA X のClustalWによってアライメントし、TCS (Clement et al., 2000) 及びtcsBU (Santos

et al., 2016) によりハプロタイプネットワーク図を作成した。

結果と考察

名古屋市産バッタ類のDNAバーコーディング

なごや生きもの一斉調査2020バッタ編では名古屋市内の41地点で計9種、840個体が採集された (水野・戸田, 2021)。また、2021年9月29日に小幡緑地にて行った調査では計6種41サンプルを採集した。これらのサンプルは、名古屋市から出現記録 (新修名古屋市史資料編編集委員会, 2008) のあるイナゴ亜科以外のバッタ科7種とオンブバッタ科1種を全て網羅し、この文献でまだリストアップされていなかったマダラバッタも含んでいる。本研究では生きもの一斉調査から8種245サンプル、小幡緑地にて行った調査から2種15サンプル、計9種260サンプルを使用した。その詳細は図1と表2に示した。

これらの標本を用いて、DNAバーコード領域の塩基配列を決定した。イボバッタ、ヒナバッタ以外の7種の塩基配列は両方向からのシーケンシングに基づいて正確

表2. DNA解析に用いたサンプルの概要
Table 2. Samples used for molecular analyses

科 Family	亜科 Subfamily	和名 Japanese Name	学名 Scientific Name	個体数 Number of Individuals	採集地点番号 (複数個体数) Locality Number (Multiple Numbers of Individuals)	BIN番号* BIN*
オンブバッタ科	オンブバッタ亜科	オンブバッタ	<i>Atractomorpha lata</i>	31	9, 10, 11, 12, 13, 15, 22(22), 28, 34, 36	ACB4294
バッタ科	ショウリヨウバッタ亜科	ショウリヨウバッタ	<i>Acrida cinerea</i>	40	10, 11(17), 14, 17, 20, 22(4), 23(11), 28, 35, 36, 40	AAJ1691
		ショウリヨウバッタモドキ	<i>Gonista bicolor</i>	35	5(15), 6, 11, 14, 28, 32(3), 34(2), 35(4), 36(3), 37, 40(3)	ADC3068
	ヒナバッタ亜科	ヒナバッタ	<i>Chorthippus biguttulus</i>	13	8(12), 16	AAC5779
	トノサマバッタ亜科	トノサマバッタ	<i>Locusta migratoria</i>	21	8(5), 19(4), 20, 21, 28(7), 33(3)	AAD9526
		クルマバッタ	<i>Gastrimargus marmoratus</i>	6	28(6)	ADR8227
		クルマバッタモドキ	<i>Oedaleus infernalis</i>	25	3, 8(2), 26(13), 28, 32, 33(5), 40	AAK3012
	イボバッタ	<i>Trilophidia japonica</i>	40	9, 10(9), 11, 15(9), 17, 22(10), 24, 30, 34, 38, 39(5)	ACD8502	
マダラバッタ	<i>Aiolopus thalassinus</i>	49	8, 10, 11, 16, 19, 23(21), 28(10), 34, 38, 40(11)	AAM2556		

*BIN番号の先頭に付けられた共通表記 (BOLD:) を省略して記す
*A common part (BOLD:) that starts for BIN numbers is omitted

に読み取られており、未確定塩基 (N) は一つも含まれなかった。ヒナバッタでは、LCO1490/HCO2198を用いると、2個体の6塩基サイトに混合塩基が確認され (データ未記載)、ヘテロプラズミー (同一個体に塩基配列が異なる複数のミトコンドリアDNAが共存すること) あるいはコンタミネーションが疑われた。そこで、eCOI-1L/eCOI-1Hを用いて再度PCRとシーケンシングを行ったところ、混合塩基は認められなくなった。イボバッタ40個体から得られた塩基配列には、14サイトで混合塩基が存在した (データ未記載)。そのため、すでに決定した塩基配列を参考に、DNAバーコード領域の内部プライマーを4つ設計して (表1)、PCRとシーケンシングを行ったところ、混合塩基は見られなくなった。以上より、LCO1490/HCO2198を用いてヒナバッタ2個体とイボバッタ40個体から得られた混合塩基は、何らかのコンタミネーションが原因と考えられたため、データとして採用しなかった。

ミトコンドリア DNAの一部に相当するDNA断片が、

核DNA中に挿入されたものをNuclear mitochondrial DNA segments (NUMTs) と呼ぶ。DNAバーコーディングにおいてミトコンドリアDNAに由来するDNA断片ではなく、NUMTs由来のDNA断片が増幅・シーケンスされる危険が指摘されており (Gaziev and Shaikhaev, 2010; Kang et al., 2016), 直翅類におけるNUMTsの先行研究も存在する (Song et al. 2008; Moulton et al. 2010)。この点をさらに慎重に検討するために、本研究で用いたバッタ類2科9種のそれぞれ1個体ずつについて、約5 kbpのミトコンドリアDNA領域をLong PCRで増幅し、その増幅産物から出発したDNAバーコード領域の増幅・シーケンシングを行った。その結果、Long PCRを経由しない場合と同一の塩基配列が得られた。核ゲノムの中に挿入されたミトコンドリアDNA断片は基本的に機能を持たないため、いわゆる偽遺伝子の状態となり、進化の過程で容易に変異を受け、短縮され核ゲノム上から欠落すると考えられている。従って、約5 kbpのLong PCR産物がNUMTs由来であることは考えづら

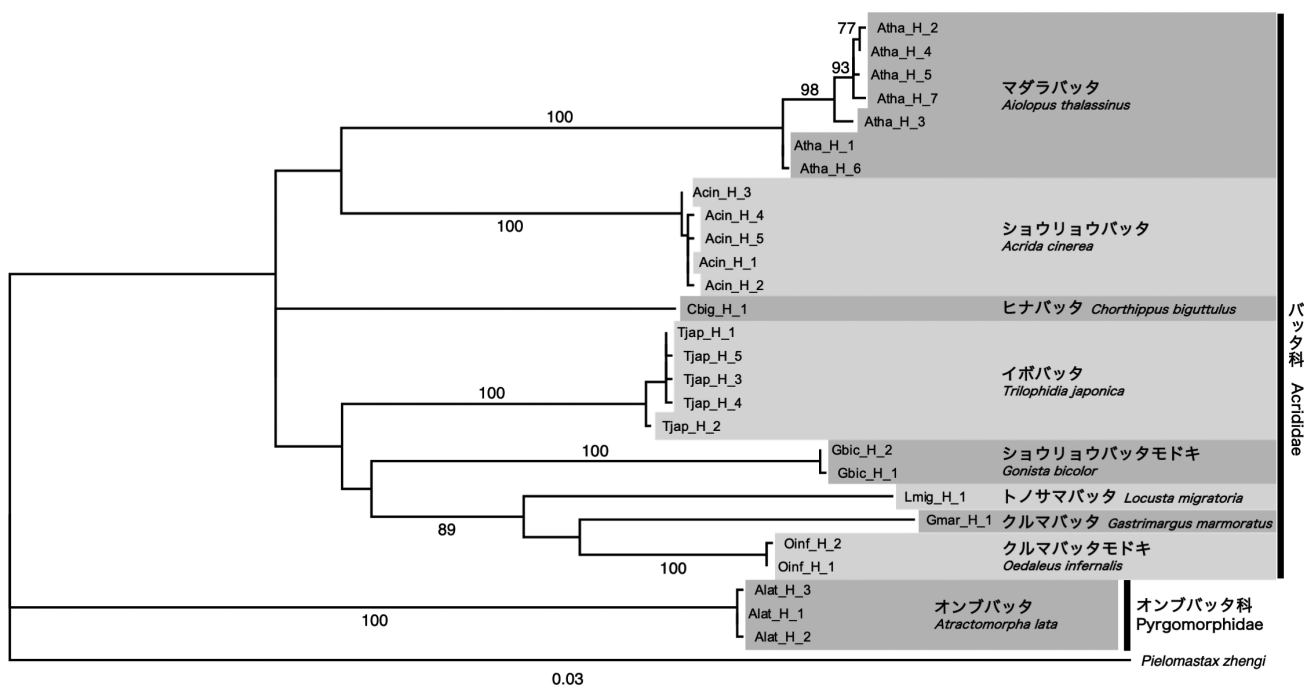


図2. 名古屋市産バッタ類の最尤系統樹。DNAバーコード領域の塩基配列 (658サイト) において同一のハプロタイプを持つものをまとめて解析し、タクソン名には該当するハプロタイプ名を記した。外群には、*Pielomastax zhengi* (INSDアクセッション番号 JF411955) を使用し、各内部枝上には1000回の試行から求められたブートストラップ確率 (70%以上のもの) を示した。

Figure 2. A maximum-likelihood tree of grasshoppers in Nagoya. Each taxon represents a haplotype in the DNA barcode region (658 bp) from each species. *Pielomastax zhengi* (INSD accession No. JF411955) was used as an outgroup. Bootstrap probabilities from 1000 replications (only for values of 70% or higher) are shown on the corresponding branches.

く、本研究で得られたDNAバーコード領域の塩基配列はNUMTs由来のものではないと判断した。決定した塩基配列をアミノ酸配列に翻訳しても、ストップコドンや翻訳フレームシフトなど偽遺伝子化を疑わせるような証拠は見つからなかった。この点もNUMTsの可能性に対して否定的な証拠であった。

本研究でBOLDデータベース上に作成したDBGN名のプロジェクトは、9種と種数が少ないとはいえ、筆者が知る限り、日本産バッタ類のDNAバーコードデータベースとしては初となると思われる。実際、9種のうち、トノサマバッタ、クルマバッタモドキ、マダラバッタを除く6種については、日本産とはっきり分かる個体のDNAバーコード塩基配列がBOLDやINSDなどの公共データベースに登録されておらず、本研究でそれを初めて提供したことになる。トノサマバッタは国内各地の個体についてDNAバーコードの登録があるものの、クルマバッタモドキは茨城県産の1個体、マダラバッタは宮古島産の1個体について登録されているのみであり (Tokuda et al., 2010)、本研究は国産バッタ類のDNAバーコード情報を大きく拡大する意義を持つ。

これら日本産バッタ類9種に属する個体のDNAバーコードには、BOLDデータベース上でそれぞれ単一のBIN番号が与えられた (表2)。このことは、形態的証拠に基づいて同定された9種の種境界が、DNAデータに基づき推定された種境界と一致することを意味する。すなわち、これら9種の日本産個体には、将来的に複数

種に分けられたり、単一の種にまとめられる可能性のある分類群の存在が示唆されなかった。実際、分子系統樹を作成すると、これらの種に属する複数のハプロタイプはそれぞれ単系統群を形成し、それを支持するブートストラップ確率も高かった (図2)。この系統樹では、バッタ科8種とオンブバッタ科1種が分かれるところは分類学的情報と一致したが、トノサマバッタ亜科の5種が単系統群を形成しなかった。ただし、バッタ科内の種間関係におけるブートストラップ確率は概して低くなっており、約650塩基対という短い塩基配列に基づく系統解析には解像度の限界があると思われる。過去の様々なDNA情報に基づくバッタ類の分子系統解析においても (Liu et al., 2008; Zhang et al., 2013; Song et al., 2018, 2020; Igor et al., 2020)、バッタ科の亜科や種の類縁関係に関して、必ずしも一致した見解が得られていない。

BOLDデータベースを用いたバーコードギャップ解析による遺伝距離の解析を行ったところ (表3)、ヒナバッタ、トノサマバッタ、クルマバッタは、それぞれの種内で全個体の塩基配列が同一であった。オンブバッタ、ショウリヨウバッタ、ショウリヨウバッタモドキ、クルマバッタモドキ、イボバッタについても、種内の最大遺伝距離が2%以下 (イボバッタの0.87%が最も高い値) であった。一方マダラバッタでは、種内の平均遺伝距離は0.69%であったが、最大遺伝距離は2.17%となり、2%を超えていた。この結果は、マダラバッタに単一のBINが与えられたこと (表2) と一見矛盾するよう見える

表3. バーコードギャップ解析による種内の遺伝距離
Table 3. Intra-species genetic distances by the barcode gap analysis

和名 Japanese Name	学名 Scientific Name	平均遺伝距離 (%) Average Genetic Distance (%)	最大遺伝距離 (%) Maximum Genetic Distance (%)
オンブバッタ	<i>Atractomorpha lata</i>	0.04	0.30
ショウリヨウバッタ	<i>Acrida cinerea</i>	0.03	0.30
ショウリヨウバッタモドキ	<i>Gonista bicolor</i>	0.06	0.15
ヒナバッタ	<i>Chorthippus biguttulus</i>	0.00	0.00
トノサマバッタ	<i>Locusta migratoria</i>	0.00	0.00
クルマバッタ	<i>Gastrimargus marmoratus</i>	0.00	0.00
クルマバッタモドキ	<i>Oedaleus infernalis</i>	0.05	0.15
イボバッタ	<i>Trilophidia japonica</i>	0.24	0.87
マダラバッタ	<i>Aiolopus thalassinus</i>	0.69	2.17

が、BINの認識は2%の遺伝距離という閾値に単純に基づくわけではなく、系統解析やクラスター解析の結果等も考慮に入れて行われている (Ratnasingham and Hebert, 2013). 一方、系統解析の結果 (図2) から明らかなように、名古屋市産の9種のバッタ類に関する限り、種間の遺伝距離は種内の遺伝距離を大幅に上回っている。これらの結果は、名古屋市産マダラバッタの個体群内に、遺伝的に少し離れた系統が含まれている可能性が高いものの、これら9種の種同定をDNAバーコーディングによって問題なく行えることを示した。

ハプロタイプネットワーク解析

本研究では、名古屋市産のマダラバッタから7個のハプロタイプ、ショウリヨウバッタとイボバッタからはそれぞれ5個のハプロタイプ、オンブバッタからは3個のハプロタイプ、ショウリヨウバッタモドキとクルマバッタモドキからは2個のハプロタイプが得られた。一方、ヒナバッタ、トノサマバッタ、クルマバッタからは単一のハプロタイプが得られた (表4)。これらのハプロタイプに、BOLDまたはINSDデータベースに産地情報付きで登録されている他地域産個体のハプロタイプを加えて、ハプロタイプネットワーク図を作成した (図3)。ただし、ショウリヨウバッタモドキ (BINはBOLD:ADC3068) とクルマバッタ (BOLD:ADR8227) では、上記データベース上で参照可能なデータを加えても、数個のハプロタイプしか得られなかったため、ネットワーク図を作成しなかった。

オンブバッタ (BOLD:ACB4294) では、名古屋市産の個体の多くがハプロタイプH_1を持っていたが、H_1には東アジア産 (韓国) の2個体も含まれていた (図3A)。名古屋市産の個体の一部は、H_1と1塩基異なる別のハプロタイプ (H_2, H_3) を持っていたが、名古屋市産と韓国産の個体は遺伝的に近いことが示された。一方、地理的に隔たった南アジア産 (バングラデシュ) の1個体とは遺伝的に大きな隔たりがあった。

ショウリヨウバッタ (BOLD:AAJ1691) では、名古屋市産個体が占める主要ハプロタイプH_1 (配列アライン時のギャップ除去後に同一配列となったH_5を含む) および近縁ハプロタイプH_2, H_3, H_4が、東アジア産 (韓国) 個体のハプロタイプ (H_36) と遺伝

的に近いことが示された (図3B)。南アジア産 (パキスタン)、東南アジア産 (マレーシア)、東アジア産 (日本および韓国) のハプロタイプは、明確に3つのグループに分かれたが、これらは全て同一のBINに属しており、同一種であることが示唆された。しかし、日本産及び韓国産の個体の学名は*Acrida cinerea*、マレーシアとパキスタン産の個体の学名は*Acrida willemsei*で登録されており、これらが同一のBINに属し同種ならば、両種は異名であるということになる。名古屋市産の主要ハプロタイプH_1は、マレーシア産の主要ハプロタイプH_6およびパキスタン産の主要ハプロタイプH_15とそれぞれ8塩基異なっており、3つの地域間で明確な遺伝的分化が見られる。これらの中で種分化が進行中と考えられ、分類学上は少なくとも亜種の関係にあると認識すべきかもしれない。

ヒナバッタ (BOLD:AAC5779) では、名古屋市産の個体は全てハプロタイプH_1を持っていた (図3C)。公共データベースに1個体だけ登録がある中国産の個体はハプロタイプH_77を持っており、ネットワーク図全体の中ではH_1と比較的に近い位置にあった。一方、欧州産と南アジア (パキスタン) 産の個体は非常に多様なハプロタイプに分かれており、互いにハプロタイプを共有している部分もあり、地理的なまとまりが明確に見られなかった。また、南アジア産の個体の学名は未同定であったのに対し、欧州産の個体は様々な学名 (*Chorthippus biguttulus*に加え、*Chorthippus binotatus*, *Chorthippus brunneus*, *Chorthippus mollis*, *Gomphocerippus rufus*など) で登録されていた。これらの種はヒナバッタ種群と呼ばれることもあり、欧州に分布の中心を持ちながら分布域を広くアジアまで広げており、広域に分布する個体に対して様々な学名が与えられ系統分類に混乱が見られる (Mason et al., 1995; Hawlitschek et al., 2022)。日本産を含む東アジア産個体群と欧州産個体群との遺伝的關係や分類学的位置づけについては、さらにデータを蓄積して慎重に判断する必要があるだろう。

トノサマバッタ (BOLD:AAD9526) では、本研究でシーケンスした名古屋市産の個体は全てハプロタイプH_1を持っていた (図3D)。H_1には日本の他地域産 (本州・北海道などが主体) の個体も含まれており、

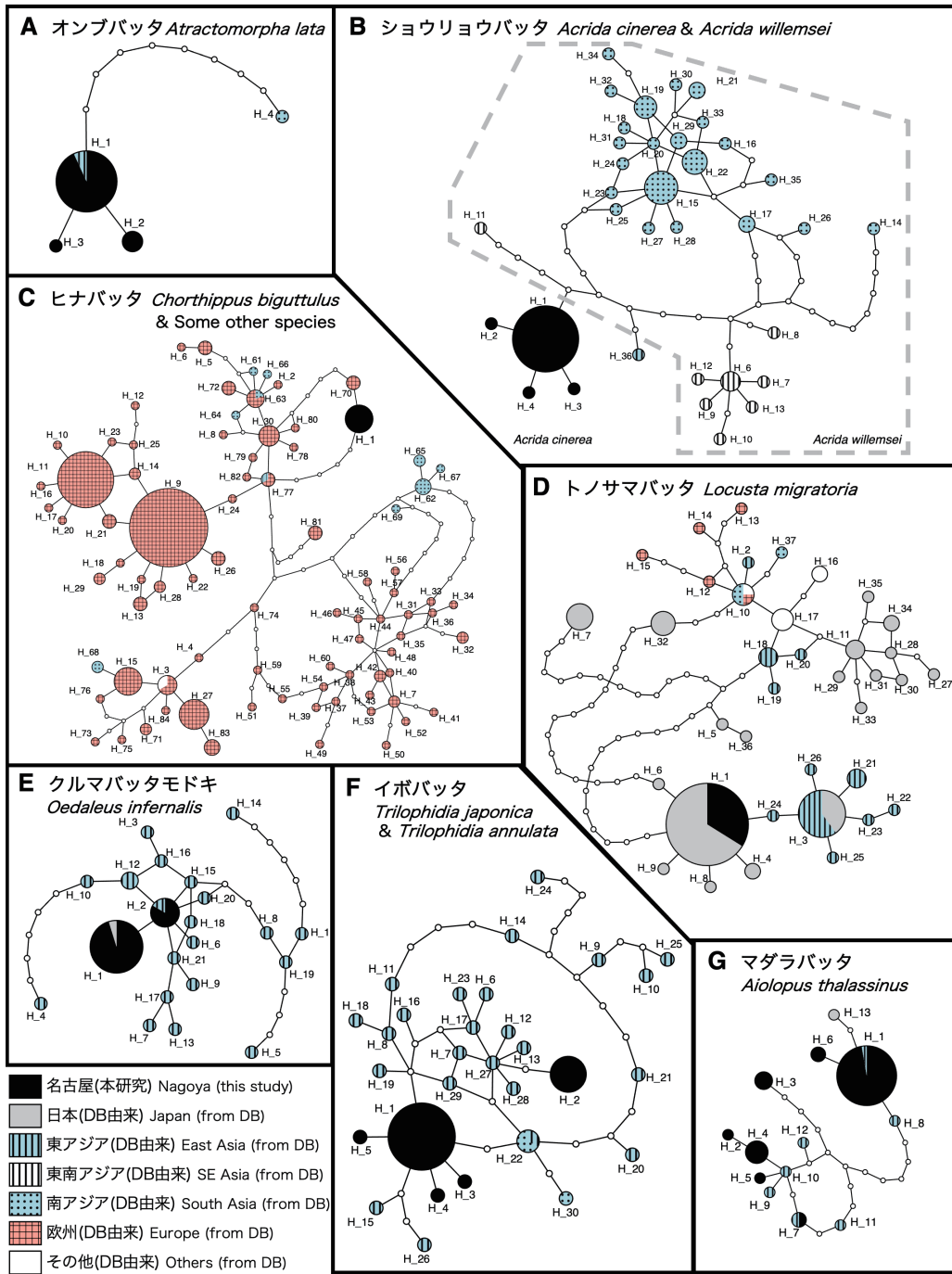


図3. 7種のバッタ類におけるハプロタイプネットワーク図。各ハプロタイプはハプロタイプ番号とともに円で示す。円の大きさはハプロタイプの相対頻度を、各ハプロタイプをつなぐ線上の一区切りは1塩基置換を表す。判例の名古屋(本研究)は本研究でシーケンスした名古屋市産の個体を示し、それ以外はBOLDまたはINSDBデータベース(DB)由来の産地情報付きの個体を表す: 日本(DB由来)は日本国内のサンプル, 東アジア(DB由来)は東アジア(中国・韓国)産のサンプル, 東南アジア(DB由来)は東南アジア(マレーシア)産のサンプル, 南アジア(DB由来)は南アジア(パキスタン・インド・バングラデシュ)産のサンプル, 欧州(DB由来)は欧州(スペイン・ドイツ・フランス・ポーランドなど)産のサンプル, その他(DB由来)はその他(カナダ・オーストラリア・エチオピア)のサンプル。

Figure 3. Haplotype networks for seven grasshopper species. Each haplotype is shown with a circle and a haplotype number. The size of circle stands for relative frequency of the haplotype and a small open circle connecting haplotypes represents one base substitution.

H_1は東アジア(中国の河南, 山東, 天津, 遼寧)産個体が持つハプロタイプH_3及びH_21~26と近縁であった。しかし, これらのハプロタイプ群と大きく隔たった位置に別のハプロタイプ群が認められ, その中には日本(南西諸島が主体: H_11, H_27~34), 中国(海南島: H_18~20, 中国国内の産地不明: H_2), 欧州(フランス: H_10, H_12~15), 南アジア(パキスタン: H_10, H_37), その他(エチオピア: H_10, オーストラリア: H_16~17)に由来するハプロタイプが含まれていた。この結果は, トノサマバッタの日本産個体群が大きく2つのクレードに分かれることを示したTokuda et al. (2010)の結論と矛盾しない。ただし, BOLDデータベース上では, これら全てのハプロタイプに対して同一のBINが与えられており, 現時点では単一種*Locusta migratoria*に属することが示唆される。また, どちらのハプロタイプ群においても, 日本産個体と中国産個体のハプロタイプは遺伝的に近い関係にあった。従って比較的最近まで日本を含めた東アジア内で遺伝的交流があったか, 最近大陸から日本に個体が流入したと考えられる。

クルマバッタモドキ(BOLD:AAK3012)では, 名古屋市産の個体はハプロタイプH_1またはH_2を持っていた(図3E)。H_2には東アジア産(中国)の個体も一部含まれており, 中国産の他のハプロタイプ(H_3~20)とも比較的近い関係にあることが示された。イボバッタ(BOLD:ACD8502)では, 名古屋市産の個体は主要ハプロタイプ(H_1)を持つものが最も多かったが, H_1と1塩基違いのハプロタイプ(H_3~5)あるいは6塩基違いのハプロタイプ(H_2)を持つものも見られた(図3F)。これらのハプロタイプと東アジア産(中国: H_6~29), 南アジア産(インド: H_22, H_30)の個体が持つハプロタイプは遺伝的に近い関係にあった。なお, これら海外産の個体には全て*Trilophidia annulata*の学名が与えられており, 逆にBOLDデータベース上で*T. annulata*の学名をもつ塩基配列は, BOLD:AAP6105とBOLD:ACD8502の2つのBINに分かれていた。後者と日本産の*Trilophidia japonica*は同一種である可能性が高い。

マダラバッタ(BOLD:AAM2556)では, 名古屋市産の個体は7つのハプロタイプ(H_1~7)を持っていたが, H_1, H_6とそれ以外のハプロタイプは, 多数

(少なくとも11塩基)の置換で隔たっていることが示された(図3G)。名古屋市産マダラバッタにおいて, 種内の最大遺伝距離が比較的大きかった(表3)背景には, このようなハプロタイプの分布状況があると考察できる。しかし, 東アジア産(中国)の個体が持つハプロタイプも, これらの7つのハプロタイプと共有されるかあるいは近縁であり, 名古屋市産と中国産の個体が遺伝的に近い関係にあることを示した。ただし, BOLDデータベース上で*Aiolopus thalassinus*の学名をもつ塩基配列は4つのBINに分かれており, BOLD:AAM2556以外の3つのBINには, それぞれオーストラリア, 欧州, アフリカ・パキスタン等の異なる地域に産する個体の塩基配列が属している。これらは将来的に別種として認識される可能性がある。

遺伝的多様性と保全への展望

名古屋市産バッタ類の集団遺伝解析の結果を表4に示す。ハプロタイプ多様度については, マダラバッタ, イボバッタ, ショウリョウバッタモドキの順に大きな値を取った。塩基多様度はマダラバッタが突出して高く, イボバッタがそれに続いた。一方, ハプロタイプ数が1であるヒナバッタ, トノサマバッタ, クルマバッタを含め, ハプロタイプ数が複数あるオンブバッタ, ショウリョウバッタ, ショウリョウバッタモドキ, クルマバッタモドキの塩基多様度は比較的低い値を示した(表4)。一方, Tajima's D とFu's F_s の値はオンブバッタ, ショウリョウバッタ, イボバッタはともに負値に, ショウリョウバッタモドキ, クルマバッタモドキはともに正値となった。マダラバッタのTajima's D は負値に, Fu's F_s は正値となったが, 絶対値は共に0に近い小さな値であった。ヒナバッタ, トノサマバッタ, クルマバッタに関しては, ハプロタイプ数が1つであったため, 計算ができなかった。これらのTajima's D とFu's F_s の値では, ショウリョウバッタの値のみが, 有意に0と異なることが示された(表4)。

オンブバッタでは, Tajima's D , Fu's F_s はともに負値となり(表4), 名古屋市産個体は韓国産個体とハプロタイプを共有していた(図3)。これらのことから, 東アジア地域より流入した後, 集団が拡大傾向にあると考えられる(Grant and Bowen, 1998)。オンブバッタは

小規模の草地や花壇、家庭菜園などでも生息できるため (水野・戸田, 2021), 名古屋市に生息に適した場所が多く存在することが推察される. なごや生きもの一斉調査 2020バッタ編で採集された840個体のうち, オンブバッタは最も多くの個体数 (249個体) を占めた (水野・戸田, 2021). また, 最も多くの調査地点 (41地点中の34地点) で生息が確認された. 以上より, 名古屋市のオンブバッタの絶滅危険度は比較的低いと考えられる. ショウリョウバッタでも, Tajima's D , Fu's F_S はともに負値となり (表4), 集団は拡大傾向にあると考えられる. ショウリョウバッタの生息地は公園の中の日当たりがよく, 人があまり踏み込まない草地で, 膝丈くらいまでイネ科植物が成長している環境に生息するため (水野・戸田, 2021), 名古屋市に多くの生息に適した環境が残っていると考えられる. 一斉調査で比較的多くの個体数 (133個体) と生息地点数 (26地点) が確認されたことも踏まえ, 名古屋市のショウリョウバッタの絶滅危険度は比較的低いと考えられる. ショウリョウバッタモドキでは, Tajima's D , Fu's F_S はともに正值となり, 統計的に有意な結論ではないが, 集団が減少傾向にあることが示唆された (表4). ショウリョウバッタモドキの生息地はスキなどの丈の高いイネ科植物がやや密に茂った環境であるが (水野・戸田, 2021), 名古屋市では都市開発が進んでいる影響で, 生息に適した環境が減少していると考えられる. 一斉調査で採集された個体数 (44個体) と

確認された生息地点数 (11地点) があまり多くなかったこととあわせると, 本種の個体群動態に今後注意を払っていく必要があると考えられる.

ヒナバッタでは, 単一のハプロタイプのみしか確認されなかったことから, 遺伝的多様性は非常に低いと考えられる. この原因の一つとして, ヒナバッタの生息環境は低木林や藪との境目にある草原であるが (水野・戸田, 2021), 都市化の進んだ名古屋市においては, このような環境は減少している可能性がある. 生息環境の劣化に伴い個体数が減少し, 遺伝的多様性が減少した可能性が考えられる. トノサマバッタでも単一のハプロタイプしか認められなかったが, 本種は名古屋圏で最大級のバッタであるため, 多くの餌を必要とする. 草丈が膝くらいで草が密に生える広い草地が生息に適した環境であると考えられるが (水野・戸田, 2021), 開発等の影響でそうした環境は名古屋市で減少しており, 名古屋市産トノサマバッタにおける遺伝的多様性の低下と関係している可能性がある. クルマバッタも単一のハプロタイプを示したが, 本種の生息地は周囲を樹林に囲まれた日当たりの良く, 草丈が10 cmくらいの乾いたシバ草地 (半自然草原とも呼ばれる) である (水野・戸田, 2021). 名古屋市にも半自然草原に近い環境はあり, 以前は守山区東谷山や平和公園で生息が確認されていたが (水野・戸田, 2021), 草原の管理や利用により, 環境変化に敏感なクルマバッタは生息域を減らしてしまったと考えられる.

表4. COI遺伝子塩基配列に基づく名古屋市産バッタ類の遺伝的多様性
Table 4. Genetic diversity of grasshoppers in Nagoya based on COI gene sequences

和名 Japanese Name	個体数 Number of Individuals	ハプロタイプ数 Number of Haplotypes	ハプロタイプ多様度 Haplotype Diversity	塩基多様度 ($\times 10^3$) Nucleotide Diversity ($\times 10^3$)	Tajima' D Tajima' D	Fu's F_S Fu's F_S
オンブバッタ	31	3	0.239	0.37	-1.04	-0.75
ショウリョウバッタ	40	5	0.192	0.30	-1.88*	-3.23*
ショウリョウバッタモドキ	35	2	0.420	0.64	1.08	0.58
ヒナバッタ	13	1	0.000	0.00	—	—
トノサマバッタ	21	1	0.000	0.00	—	—
クルマバッタ	6	1	0.000	0.00	—	—
クルマバッタモドキ	25	2	0.323	0.49	0.38	0.61
イボバッタ	40	5	0.444	1.74	-0.52	-1.28
マダラバッタ	49	7	0.452	6.36	-0.09	0.13

*は有意性テスト ($p < 0.05$) で0からの有意な差がみられたことを示す
An asterisk (*) indicates significant ($p < 0.05$) deviation from zero

現在名古屋市では小幡緑地しか生息が確認されておらず、遺伝的多様性も低く近交弱性などの影響を受けやすくなっており、個体群の存続が非常に難しい状態と言える。実際、一斉調査では、ヒナバッタ、トノサマバッタ、クルマバッタはそれぞれ20個体、39個体、1個体しか採集されておらず、確認された生息地数もそれぞれ5地点、10地点、1地点と少数であった(水野・戸田, 2021)。これらの種が名古屋市内で絶滅する危険度は比較的高いと考えられる。

クルマバッタモドキでは、統計的に有意ではないが、Tajima's D 、Fu's F_S ともに集団が減少傾向にあることを示唆した。クルマバッタモドキはトノサマバッタに比べると草丈が低く草の生育密度の低い環境でも生息が可能である(水野・戸田, 2021)。名古屋市に公園が造られ、植物群落の遷移が進行することで生息に適した環境が増えれば、遺伝的多様性を増加させられるものと期待される。イボバッタでは、Tajima's D とFu's F_S が負で個体数が増加傾向にあると考えられることに加え、遺伝的多様性を示す指標が比較的高かった(表4)。イボバッタは僅かに草が生える裸地という環境で生育できるため(水野・戸田, 2021)、名古屋市にも多くの生息環境があると思われ、本種の絶滅危険度はそれほど高くないと考えられる。マダラバッタでは、Tajima's D 、Fu's F_S はともに0に近い値となっており(表4)、個体群の拡大・縮小に関する傾向は示されなかった。一方で、本種は踏み固められた土が露出し草本類が疎らに生える環境を好むため、そういった生息環境が増加しつつある名古屋圏で、個体数が増加しつつあるのではないかと考察もされている(水野・戸田, 2021)。名古屋市産マダラバッタの遺伝的多様性が、9種の中で最も高かったことを踏まえれば(表4)、本種の絶滅危険度はそれほど高くないと判断できる。実際、一斉調査でイボバッタとマダラバッタは比較的多くの個体数(それぞれ101個体と208個体)が採集され、生息が確認された地点数も比較的多い(ともに26地点)ことが示されている(水野・戸田, 2021)。

本研究では名古屋市内のバッタ類のDNAバーコーディングと遺伝的多様性を中心に研究を行った。日本国内のバッタ類においてこのような試みは過去にほとんどなく、今後の生物保全に関する指標の一助になると思わ

れる。本研究での結果が名古屋市内での生物多様性を守る手がかりの一つになることを期待したい。今後は、名古屋圏以外にも調査地点を拡大し、さらに系統学的・遺伝学的研究を実施することが望まれる。

謝辞

バッタ類のサンプル採集では、なごや生きもの一斉調査2020バッタ編を主催したなごや生物多様性保全活動協議会、一斉調査に参加された大勢のリーダー・サブリーダー・一般市民の皆様から広くご協力を頂戴した。とりわけ、水野利彦氏(名和昆虫博物館)には、一斉調査の企画からバッタ類標本の種同定に至るまで多大なご貢献及びご指導を頂いた。また、一斉調査の企画・実施を担ったワーキンググループのメンバーである石原則義氏、なごや生物多様性センターの西部めぐみ氏、曾根啓子氏、星克巳氏、戸崎智文氏には様々なご尽力を頂いた。一斉調査で採集されたサンプルの一部は、なごや生物多様性保全活動協議会のご厚意により、本研究のためにご提供頂いた。野外採集の許可は、なごや生物多様性センターを通じて取得して頂いた。これらご協力頂いた機関および個人に心より感謝申し上げます。本研究は、名古屋市立大学特別研究奨励費(No. 2030008およびNo. 2121201)による助成のもと、名古屋市立大学共用機器センターのDNAシーケンサー(3500 Genetic Analyzer)を用いて行われた。

引用文献

- Clement, M., D. Posada, and K.A. Crandall. 2000. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9: 1657-1659.
- Folmer, O., M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, and R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3: 294-299.
- Gaziev, A.I., and G.O. Shaikhaev. 2010. Nuclear mitochondrial pseudogenes. *Molecular Biology*, 44: 358-368.
- Grant, W.S., and B.W. Bowen. 1998. Shallow population histories in deep evolutionary lineages of marine

- fishes: insights from sardines and anchovies and lessons for conservation. *Journal of Heredity*, 89: 415-426.
- Hawlitschek, O., J. Morinière, G.U.C. Lehmann, A.W. Lehmann, M. Kropf, A. Dunz, F. Glaw, M. Detcharoen, S. Schmidt, A. Hausmann, N.U. Szucsich, S.A. Caetano-Wyler, and G. Haszprunar. 2017. DNA barcoding of crickets, katydids and grasshoppers (Orthoptera) from Central Europe with focus on Austria, Germany and Switzerland. *Molecular Ecology Resources*, 17: 1037-1053.
- Hawlitschek, O., E.M. Ortiz, S. Noori, K.C. Webster, M. Husemann, and R.J. Pereira. 2022. Transcriptomic data reveals nuclear-mitochondrial discordance in Gomphocerinae grasshoppers (Insecta: Orthoptera: Acrididae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 170: 107439.
- Hebert, P.D.N., A. Cywinska, S.L. Ball, and J.R. deWaard. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270: 313-321.
- Igor, C.A., S.M. Adriana, F.S. Alexandre, L.W. Gabriel, and C.M. Rita. 2020. Characterization of the mitogenome of *Rhammatocerus brasiliensis* and phylogenetic analysis of the family Acrididae (Orthoptera). *Gene*, 731: 144362.
- Kang A.R., M.J. Kim, I.A. Park, K.Y. Kim, and I. Kim. 2016. Extent and divergence of heteroplasmy of the DNA barcoding region in *Anapodisma miramae* (Orthoptera: Acrididae). *Mitochondrial DNA Part A, DNA mapping, sequencing and analysis*, 27: 3405-3414.
- Kumar, S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz, and K. Tamura. 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547-1549.
- 熊澤慶伯. 2022. DNAバーコーディング. 小澤岳昌ほか (編) 先端の分析法 第2版. NTS. 東京. pp. 521-525.
- Kundu, S., H. Kumar, K. Tyagi, K. Chandra, and V. Kumar. 2020. DNA barcoding of selected short-horned grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) from Indian Himalayan region. *Mitochondrial DNA Part B Resources*, 5: 3600-3605.
- Liu, D.-F., Z.-M. Dong, D.-Y. Zhang, Y.-Z. Gu, P.-J. Guo, R.-H. Han, and G.-F. Jiang. 2008. Molecular phylogeny of the higher category of Acrididae (Orthoptera: Acridoidea). *Zoological Research*, 29: 585-591.
- Mason, D.J., R.K. Butlin, and P. Gacesa. 1995. An unusual mitochondrial DNA polymorphism in the *Chorthippus biguttulus* species group (Orthoptera: Acrididae). *Molecular Ecology*, 4: 121-126.
- 水野利彦・戸田尚希. 2021. なごや生きもの一斉調査2020 バッタ編 調査結果報告書. なごや生物多様性保全活動協議会, 名古屋. 23pp.
- Moulton, M.J., H. Song, and M.F. Whiting. 2010. Assessing the effects of primer specificity on eliminating numt coamplification in DNA barcoding: a case study from Orthoptera (Arthropoda: Insecta). *Molecular Ecology Resources*, 10: 615-627.
- 日本直翅類学会. 2016. 日本産直翅類標準図鑑. 学研プラス, 東京. 384pp.
- Oba, Y., H. Ôhira, Y. Murase, A. Moriyama, and Y. Kumazawa. 2015. DNA Barcoding of Japanese click beetles (Coleoptera, Elateridae). *PLoS ONE*, 10: e0124857.
- Ratnasingham, S. and P.D.N. Hebert. 2013. A DNA-based registry for all animal species: the Barcode Index Number (BIN) system. *PLoS ONE*, 8: e66213.
- Rozas, J., A. Ferrer-Mata, J.C. Sánchez-DelBarrio, S. Guirao-Rico, P. Librado, S.E. Ramos-Onsins, and A. Sánchez-Gracia. 2017. DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 34: 3299-3302.
- Santos, A.M., M.P. Cabezas, A.I. Tavares, R. Xavier, and M. Branco. 2016. tcsBU: a tool to extend TCS network layout and visualization. *Bioinformatics*, 32: 627-628.
- 新修名古屋市史資料編編集委員会. 2008. 新修名古屋市史資料編自然. 名古屋市, 名古屋. 525pp.
- Song, H., J.E. Buhay, M.F. Whiting, and K.A. Crandall.

2008. Many species in one: DNA barcoding overestimates the number of species when nuclear mitochondrial pseudogenes are coamplified. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105: 13486-13491.
- Song, H., R. Mariño-Pérez, D.A. Woller, and M.M. Cigliano. 2018. Evolution, diversification, and biogeography of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Insect Systematics and Diversity*, 2: 1-25.
- Song, H., O. Bethoux, S. Shin, A. Donath, H. Letsch, S. Liu, D.D. McKenna, G. Meng, B. Misof, L. Podsiadlowski, X. Zhou, B. Wipfler, and S. Simon. 2020. Phylogenomic analysis sheds light on the evolutionary pathways towards acoustic communication in Orthoptera. *Nature Communications*, 11: 4939.
- 田中誠二・原野健一・西出雄大・菅原亮平・徳田 誠. 2021. バッタの大発生の謎と生態. 北隆館, 東京. 308pp.
- Tokuda, M., S. Tanaka, and D.-H. Zhu. 2010. Multiple origins of *Locusta migratoria* (Orthoptera: Acrididae) in the Japanese Archipelago and the presence of two major clades in the world: evidence from a molecular approach. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99: 570-581.
- Zhang, H.-L., Y. Huang, L.-L. Lin, X.-Y. Wang, and Z.-M. Zheng. 2013. The phylogeny of the Orthoptera (Insecta) as deduced from mitogenomic gene sequences. *Zoological Studies*, 52: 37.

愛知県南知多町の潮間帯に生息するウミウシ類 II (頭楯目, アメフラシ目, 囊舌目)

柏尾 翔⁽¹⁾ 川瀬 基弘⁽²⁾ 鶴飼 普⁽³⁾ 大矢 美紀⁽³⁾ 西 浩孝⁽⁴⁾

⁽¹⁾ きしわだ自然資料館 〒596-0072 大阪府岸和田市堺町6-5

⁽²⁾ 愛知みずほ大学人間科学部 〒467-0867 愛知県名古屋市瑞穂区春鼓町2-13

⁽³⁾ 「あいちの海」グリーンマップ 〒470-3501 愛知県知多郡南知多町大字大井字聖崎1-53

⁽⁴⁾ 豊橋市自然史博物館 〒441-3147 愛知県豊橋市大岩町大穴1-238

Heterobranch sea slugs of the intertidal shore in Minamichita-cho, Aichi Prefecture. – Part. 2 (Cephalaspidea, Aplysiida, Sacoglossa).

Sho KASHIO⁽¹⁾ Motohiro KAWASE⁽²⁾ Futoshi UKAI⁽³⁾
Miki OYA⁽³⁾ Hirotaka NISHI⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Natural History Museum, Kishiwada City, 6-5 Sakai-machi, Kishiwada, Osaka, 596-0072, Japan

⁽²⁾ Department of Human Science, Aichi Mizuho College, 2-13 Shunko-cho, Mizuho-ku, Nagoya, Aichi, 467-0867, Japan

⁽³⁾ Aichi Sea Greenmap, 1-53 Hijirizaki, Oi, Minamichita-cho, Chita-gun, Aichi, 470-3501, Japan

⁽⁴⁾ Toyohashi Museum of Natural History, 1-238 Oana, Oiwa-cho, Toyohashi, Aichi, 441-3147, Japan

Correspondence:

Sho KASHIO E-mail: kashio2426@gmail.com

要旨

愛知県知多郡南知多町の沿岸域2地点の潮間帯において、2016年11月から2022年5月にかけてウミウシ類の分布状況調査を実施した。その結果、頭楯目ではクダタマガイ上科1種、ブドウガイ上科2種、キセワタ上科6種、アメフラシ目ではアメフラシ上科6種、囊舌目ではチドリミドリガイ上科8種の計5上科23種が確認され、そのうち5種は愛知県初記録であった。本調査により確認された種のうち、特筆すべき種の形態の記載、分類学的検討に加え、両地点におけるウミウシ類相の特徴について考察を行った。

The fauna of heterobranch sea slugs (Cephalaspidea, Aplysiida, Sacoglossa) was investigated in Minamichita-cho, Aichi Prefecture from November 2016 to May 2022. A total of 23 species belonging to 5 superfamilies were identified. On these superfamilies, Cylichnoidea contained 1 species, Haminoeidea 2, Philinoidea 6, Aplysioidea 6, Plakobranchoidea 8. The morphology of the notable species recorded in this survey is described, and the characters of the local heterobranch sea slug fauna are briefly discussed.

受付日：2022年9月15日

受理日：2023年1月18日

はじめに

軟体動物門腹足綱異鰓亜綱に属するウミウシ類は、現在日本国内において1,400種以上が確認されており、種多様性の高い分類群として知られる(中野, 2019)。著者らは、2016年から継続的に愛知県知多郡南知多町南部におけるウミウシ類相の調査を実施してきた。本調査により記録された種のうち、裸鰓目については2016年から2020年までの結果をもとに、9上科43種を報告したが(柏尾ほか, 2021a)、本稿では頭楯目、アメフラシ目および囊舌目について、出現種の記録や特筆すべき種の形態の記載および分類学的検討を行った。

なお、ここでのウミウシ類とは、福田(2021)の示すオオシイノミガイ目、マメウラシマ目、フシエラガイ目、裸鰓目、ヒトエガイ目、頭楯目、アメフラシ目、翼足目、スナウミウシ目、囊舌目(囊舌亜目)を指す。

調査方法

調査は、南知多町南部の三河湾湾口部に位置する大井(長谷崎海岸)および師崎(羽豆岬)で(図1 A, B)、2016年11月13日から2022年5月16日にかけて計17回実施した(表1)。長谷崎海岸では、干潮時刻の前後2時間を基本として、踏査により目に付いた種を採集したほ

か、目合い1 mmのたも網および篩を用いて砂泥をふるい、残留物からウミウシ類を抽出した。羽豆岬では、南知多町立師崎小学校が毎年5、6月に野外観察会を実施しており、その際の確認種を調査結果とした。なお、2020年は観察会が開催されなかったため、長谷崎海岸と同様の手法により定性調査を実施した。

本報告で扱った試料は、70%エタノール、あるいは5%海水ホルマリンによる固定標本として、きしわだ自然資料館(略称 KSNHM)、豊橋市自然史博物館(略称 TMNH)に保管している。

標本試料のSEM撮影には、株式会社日立ハイテクの卓上顕微鏡MiniscopeTM3030を用いた。また、確認種の分類体系は福田(2021)に準拠した。

結果

計17回の調査により、長谷崎海岸で5上科18種、羽豆岬で5上科14種が確認され、両地点を合わせた分類群毎の内訳は、クダマガイ上科1種、ブドウガイ上科2種、キセワタ上科6種、アメフラシ上科6種、チドリミドリガイ上科8種の計23種であった(表1)。

概ね1年を通して調査を実施した2017年から2019年の長谷崎海岸において、全ての調査年で生息が確認された

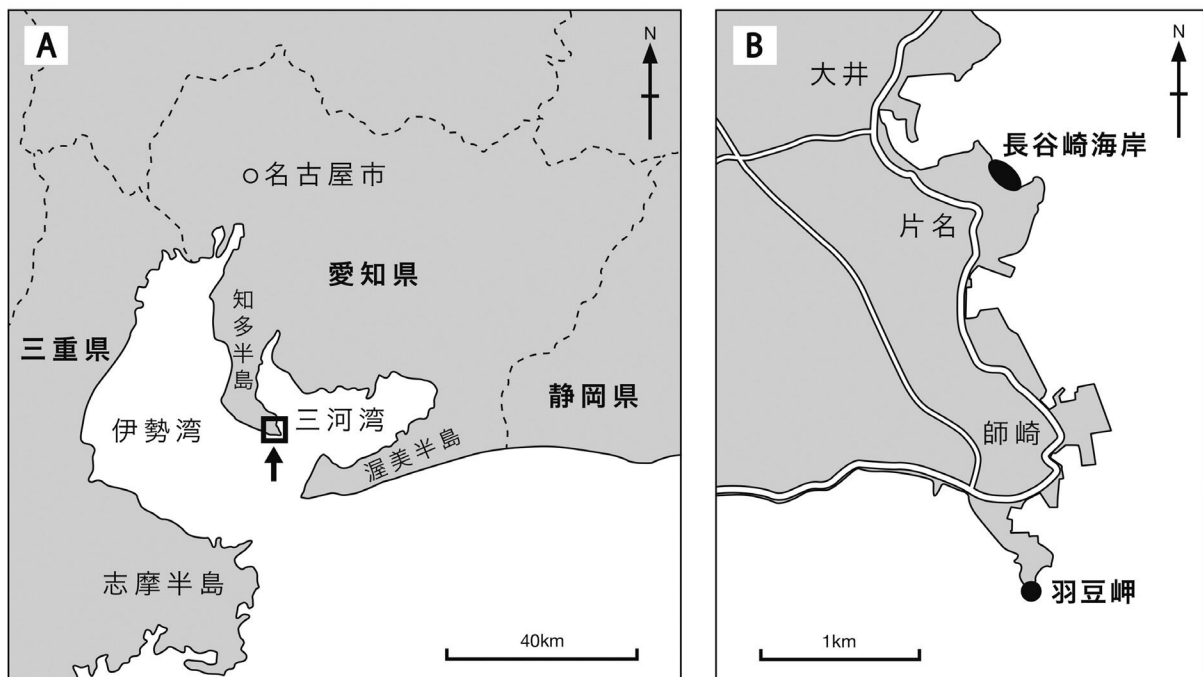


図1. 調査地の位置 (A) とその詳細 (長谷崎海岸, 羽豆岬) (B).

のは, ブドウガイ *Haloa japonica* (Pilsbry, 1895), キセワタ属の一種 *Philine* sp., アメフラシ *Aplysia kurodai* (Baba, 1937), ウミナメクジ *Petalifera punctulata* (Tapparone-Canefri, 1874), イズミミドリガイ *Elysia nigrocapitata* Baba, 1957の5種であった。

特筆すべき種の記載

長谷崎海岸, 羽豆岬における確認種のうち, 愛知県下で産出記録が限られる, あるいは分類学的な検討を要する種について, 以下に形態的特徴, 生息環境, 生態学的知見等を示す。なお, 標本情報は, 登録番号, 個体数, 体長 (特に明記が無い場合は匍匐時の最大体長を示す), 採集場所, 採集日, 採集者の順で記した。本稿の著者が採集した個体については採集者名を省略した。

キセワタ上科の一種 1 *Philinoidea* sp. 1

検討標本: KSNHM-M10962, 2個体 (体長 6 mm), 羽豆岬, 2018年6月12日 (図 2 D); TMNH-MO-28805 ~28807, 3個体, 羽豆岬, 2020年6月8日

記載: 体は円筒形に近くやや偏平。頭楯は外套楯より僅かに長く, 左右の側足は発達し, 頭楯および外套楯をわずかに覆う。外套楯後端は正中線より左側部分が湾入する。地色は淡黄色で, 体表は銀白色の細点で覆われ, 暗褐色の内臓塊が背面の体表を通して確認できる。外套楯中に内在する殻は白色半透明で卵形 (図 3 A, B)。殻表の螺溝は単純で点刻状とならず小刻みに折れ曲がり (図 3 C), 個体によって不規則に途切れることがある。縫合は深く, 外唇上端内側は湾入しない (図 3 D)。殻頂はわずかに突出する (図 3 E)。胃板を欠く。

表 1. 長谷崎海岸および羽豆岬で確認された頭楯目, アメフラシ目, 囊舌目。*は愛知県初記録種を示す。

出現種	調査場所		長谷崎海岸										羽豆岬					
	調査年月日		2016 11/13	5/29	2017 8/22	11/6	2018 1/14 4/1 7/24 11/26			2019 3/17 6/4 7/30 10/27			2020 6/9	2018 6/12	2019 6/17	2020 6/8	2022 5/16	
クダマガイ上科 Superfamily Cylichnoidea H. and A. Adams, 1854 クダマガイ科 Family Cylichnidae H. and A. Adams, 1854 コメツガイ <i>Decorifer insignis</i> (Pilsbry, 1904)							○	○			○	○					○	○
ブドウガイ上科 Superfamily Haminoeidea Pilsbry, 1895 ブドウガイ科 Family Haminoeidae Pilsbry, 1895 カミスジカイコガイダマシ <i>Cylichnatys yamakawai</i> (Yokoyama, 1920) ブドウガイ <i>Haloa japonica</i> (Pilsbry, 1895)			○		○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
キセワタ上科 Superfamily Philinoidea Gray, 1850 キセワタ上科の一種1 <i>Philinoidea</i> sp.1* キセワタ上科の一種2 <i>Philinoidea</i> sp.2 キセワタ上科の一種3 <i>Philinoidea</i> sp.3* キセワタ科 Family Philinidae Gray, 1850 キセワタ属の一種 <i>Philine</i> sp. カノコキセワタ科 Family Aglajidae Pilsbry, 1895 タソガレキセワタ <i>Melanochlamys kohi</i> Cooke, Hanson, Hirano, Ornelas-Gatdula, Gosliner, Chernyshev and Valdés, 2014 エゾキセワタ属の一種 <i>Melanochlamys</i> sp.*			○	○			○	○	○	○	○	○		○	○	○		○
アメフラシ上科 Superfamily Aplysioidea Lamarck, 1809 アメフラシ科 Family Aplysiidae Lamarck, 1809 クロヘリアメフラシ <i>Aplysia japonica</i> G. B. Sowerby II, 1869 アマクサアメフラシ <i>Aplysia juliana</i> Quoy and Gaimard, 1832 アメフラシ <i>Aplysia kurodai</i> (Baba, 1937) トゲアメフラシ <i>Bursatella leachii</i> de Blainville, 1817 タツナミガイ <i>Dolabella auricularia</i> (Lightfoot, 1786) ウミナメクジ <i>Petalifera punctulata</i> (Tapparone-Canefri, 1874)			○	○	○		○	○		○	○		○	○	○	○		○
チドリミドリガイ上科 Superfamily Plakobranchoidea Gray, 1840 チドリミドリガイ科 Family Plakobranchoidea Gray, 1840 クロミドリガイ <i>Elysia atroviridis</i> Baba, 1955 コノハミドリガイ <i>Elysia</i> cf. <i>marginata</i> (Pease, 1871) イズミミドリガイ <i>Elysia nigrocapitata</i> Baba, 1957 ヒラミミドリガイ <i>Elysia trisinuata</i> Baba, 1949 Family Hermaeidae H. and A. Adams, 1854 ノトアリモウミウシ <i>Hermatea noto</i> (Baba, 1959)* ハダカモウミウシ科 Family Limapontiidae Gray, 1847 アリモウミウシ <i>Ercolania boodleae</i> (Baba, 1938)* ミドリアマモウミウシ <i>Placida babai</i> Ev. Marcus, 1982 ベルグウミウシ <i>Stiliger bergi</i> Baba, 1937			○	○	○		○	○		○	○		○	○	○		○	

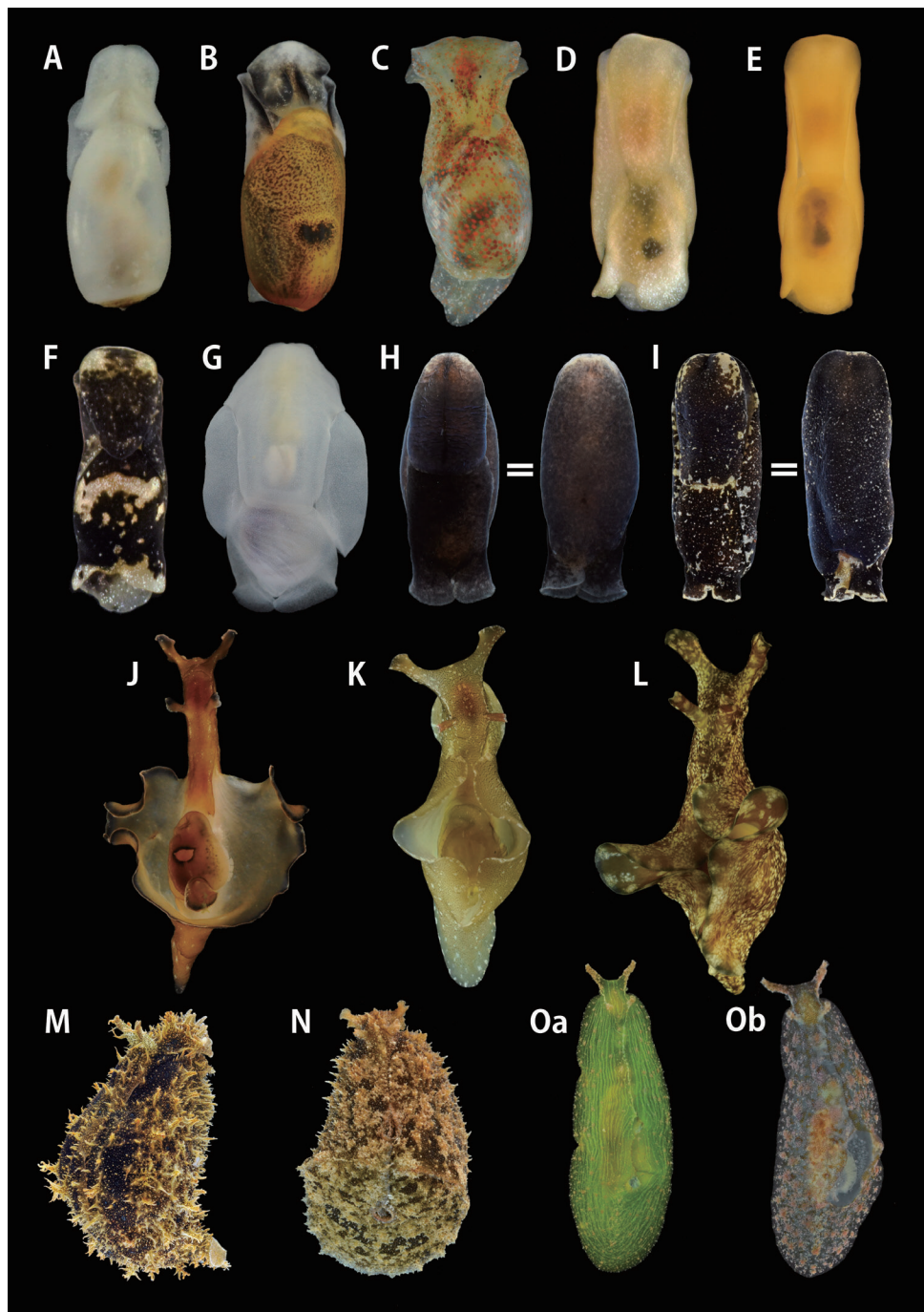


図2. 長谷崎海岸と羽豆岬で確認された頭楯目とアメフラシ目. コメツブガイ *Decorifer insignis*, 長谷崎海岸, 2018年4月1日 (A: 4.5 mm), カミスジカイコガイダマシ *Cylichnatys yamakawai*, 長谷崎海岸, 2018年1月14日 (B: 2.5 mm), ブドウガイ *Haloa japonica*, 長谷崎海岸, 2016年11月13日 (C), キセワタ上科の一種1 *Philinoidea* sp.1, 羽豆岬, 2018年6月12日 (D: 6 mm), キセワタ上科の一種2 *Philinoidea* sp.2, 羽豆岬, 2020年6月8日 (E: 7 mm), キセワタ上科の一種3 *Philinoidea* sp.3, 羽豆岬, 2020年6月8日 (F: 4.5 mm), キセワタ属の一種 *Philine* sp., 長谷崎海岸, 2016年11月13日 (G: 25 mm), タソガレキセワタ *Melanochlamys kohi*, 長谷崎海岸, 2018年4月1日 (H: 20.8 mm), エゾキセワタ属の一種 *Melanochlamys* sp., 羽豆岬, 2020年6月8日 (I: 19 mm), クロヘリアアメフラシ *Aplysia japonica*, 長谷崎海岸, 2018年4月1日 (J: 35 mm), アマクサアメフラシ *A. juliana*, 長谷崎海岸, 2018年1月14日 (K: 18.8 mm), アメフラシ *A. kurodai*, 長谷崎海岸, 2018年1月14日 (L: 55 mm), トゲアメフラシ *Bursatella leachii*, 長谷崎海岸, 2017年11月6日 (M: 約100 mm), タツナミガイ *Dolabella auricularia*, 長谷崎海岸, 2017年11月6日 (N: 約70 mm), ウミナメクジ *Petalifera punctulata*, 長谷崎海岸, 2017年8月22日 (Oa: 18 mm), 2019年6月4日 (Ob). 計測値についてA, Bは殻長, 他は匍匐時の体長を示す.

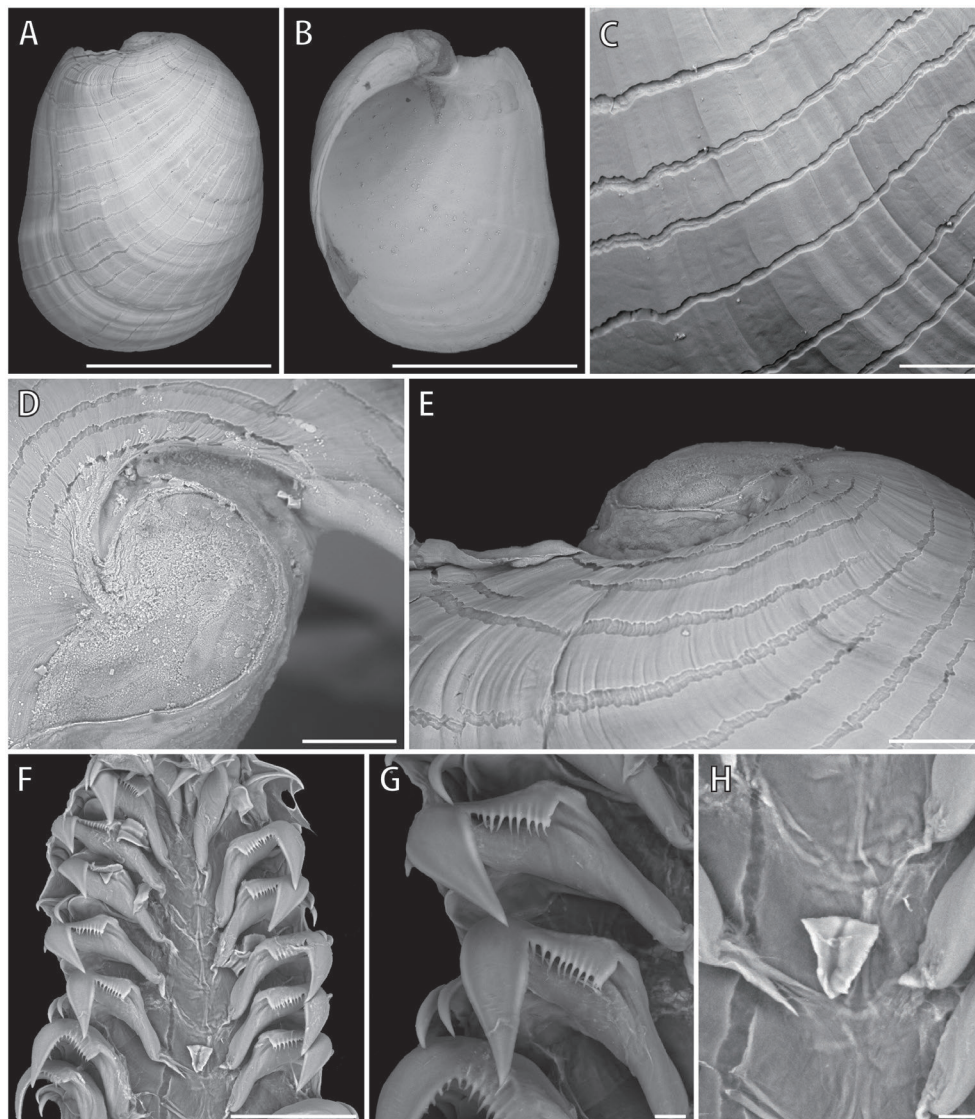


図3. キセワタ上科の一種 *Philinoidea* sp.1の殻および歯舌 (SEM画像). 殻 (A: 背面, B: 腹面, C: 殻表, D, E: 殻頂), 歯舌 (F: 全体, G: 内側歯, H: 中央歯). スケールバーは1 mm (A, B), 100 μ m (C-F), 10 μ m (G, H) をそれぞれ示す.

歯舌の歯式は、体長6 mmの個体 (KSNHM-M10962) で15×2.1.1.1.2. 内側歯の基底部分は幅広く、先端は鎌形で、その内縁に11-14個の小鋸歯を有する (図3 F, G). 外側歯は内側歯と比べ細長く、内縁は平滑. 左右の内側歯間 (横列中央) には三角形の中央歯が認められた (図3 H).

備考: 検討標本の生時の体色は、堀 (2017) の示すチゴキセワタ *Philine infantilis* (Habe, 1950) に概ね一致するが、殻形態には相違が見られた. チゴキセワタの殻は点刻状の螺溝を有し、外唇上端内側が深く切れ込むとされるが (Habe, 1950), 検討に用いた個体にそのよう

な特徴は確認できなかった. また、チゴキセワタは主に砂底に生息するとされるが (堀, 2017), 本種はいずれも岩礁潮間帯の転石裏より採集されたため、生息環境も異なる. これらのことから、本検討標本はチゴキセワタとは別種と考えられるが、キセワタ上科の既知種のうち、形態の一致する種がないことから、本稿では未定種とした.

なお、チゴキセワタは南知多町内海から過去に記録されているが (河合, 2018), リストのみの簡易な記載であり詳細は不明である.

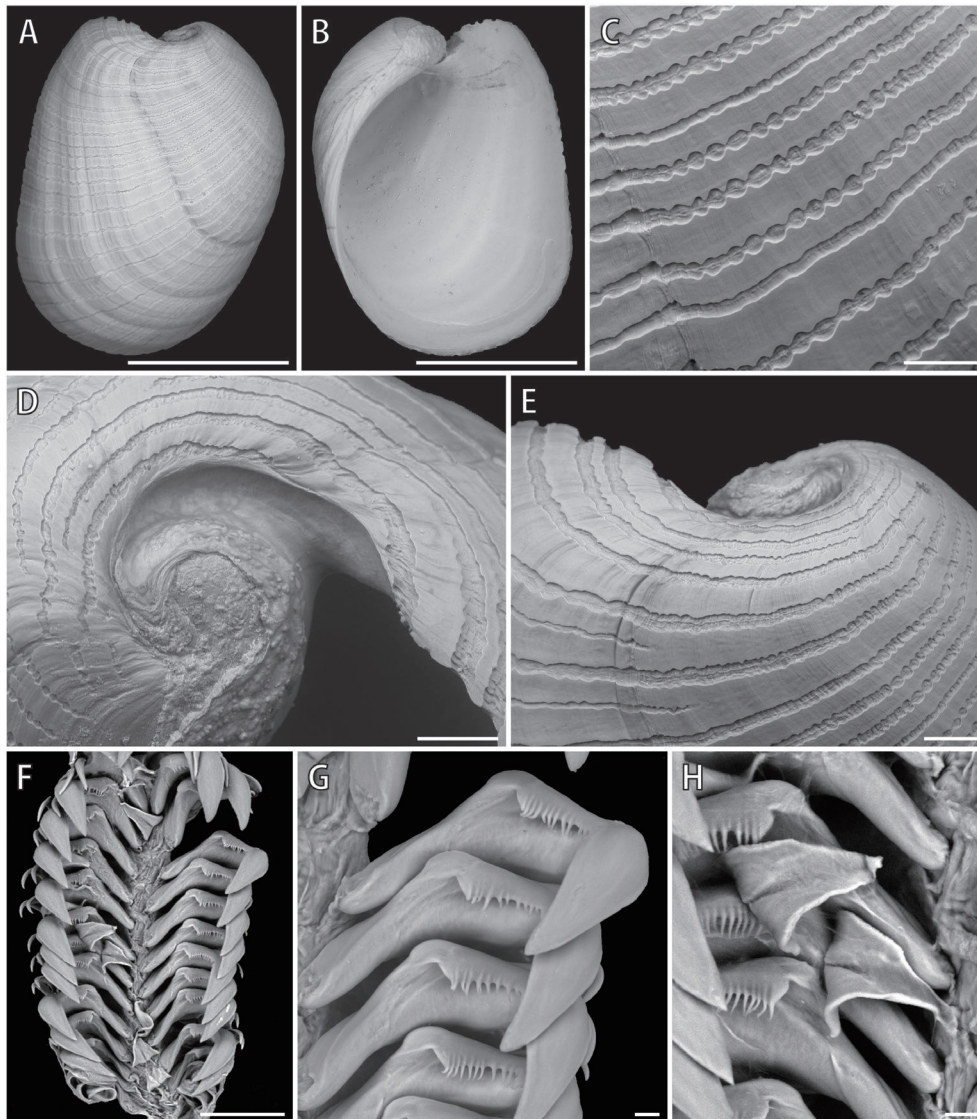


図4. キセワタ上科の一種 2 *Philinoidea* sp.2の殻および歯舌 (SEM画像). 殻 (A: 背面, B: 腹面, C: 殻表, D, E: 殻頂), 歯舌 (F: 全体, G: 内側歯, H: 中央歯). スケールバーは1 mm (A, B), 100 μ m (C-F), 10 μ m (G, H) をそれぞれ示す.

キセワタ上科の一種 2 *Philinoidea* sp. 2

検討標本: KSNHM-M11470, 1個体 (体長7 mm), 羽豆岬, 2020年6月8日 (図2E)

記載: 体は円筒形に近くやや扁平. 頭楯は外套楯より僅かに長く, 側足は若干発達する. 外套楯後端は2葉に分かれ, 正中線より左側部分に切れ込みが入る. 地色は淡橙色で, 暗褐色の内臓塊が半透明の体表を通して視認できる. 外套楯に内在する殻は白色半透明で卵形 (図4A, B). 殻表の螺溝は, 部分的に連続した点刻状だが, その形状は一貫していない (図4C). 縫合は深く, 外唇上端内側はわずかに湾入する (図4D). 殻頂は突

出しない (図4E). 胃板を欠く.

歯舌の歯式は, 21 \times 2.1.1.1.2. 内側歯の基底部分は幅広く, 先端は鎌形で, 内縁に10-15個の小鋸歯を有する (図4F, G). 外側歯は内側歯と比べ細長く, 内縁は平滑. 中央歯は基底が2分した三角形に近い板状構造を呈する (図4H).

備考: 検討標本の生時の体色は, Gosliner (1988) およびBaba (1990) の示すアカキセワタ *Philine rubrata* Gosliner, 1988に似るが, アカキセワタは赤橙色であるのに対し, 検討標本は淡橙色で若干の相違がある. 中野 (2019) は, これらを種内変異としているが, 検討標本

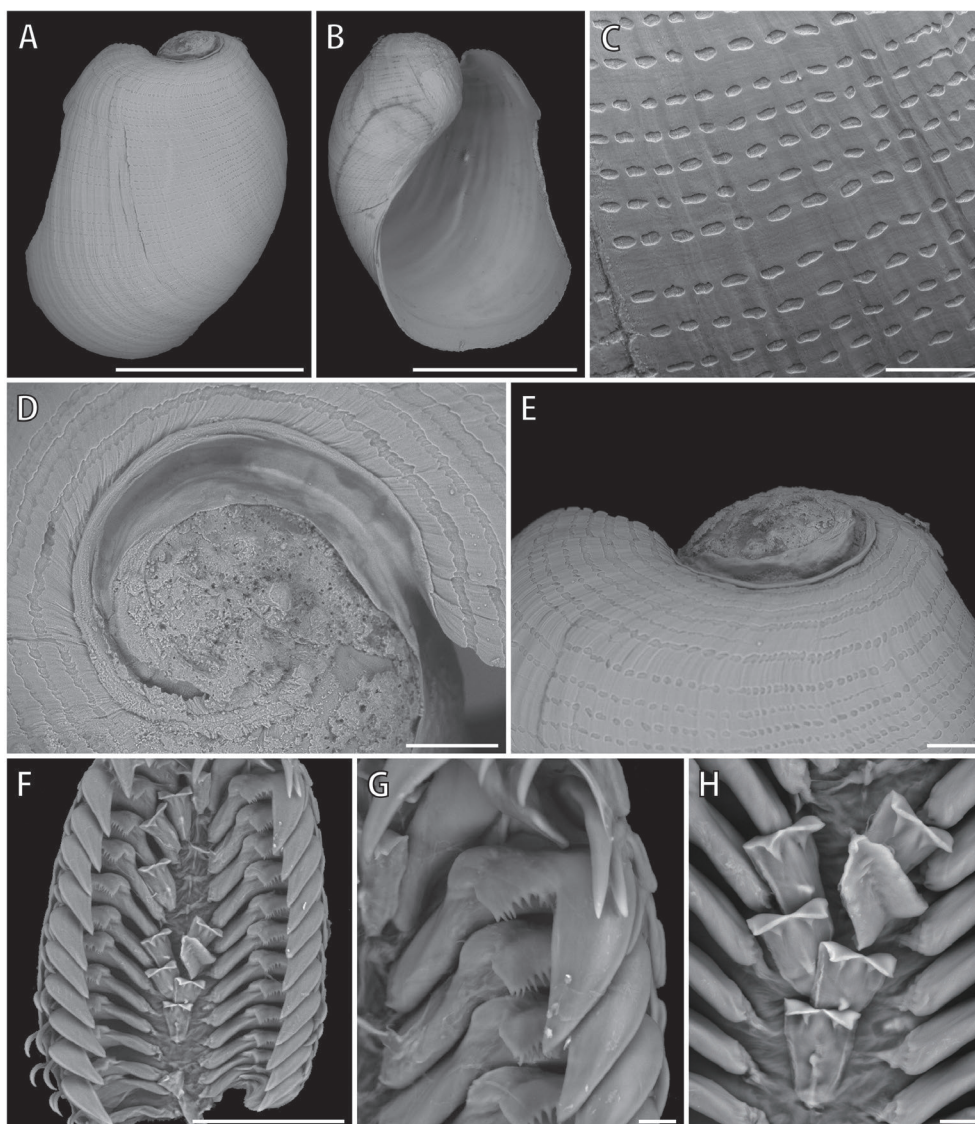


図5. キセワタ上科の一種 3 *Philinoidea* sp.3の殻および歯舌 (SEM画像). 殻 (A: 背面, B: 腹面, C: 殻表, D, E: 殻頂, 歯舌 (F: 全体, G: 内側歯, H: 中央歯). スケールバーは1 mm (A, B), 100 μ m (C-F), 1 μ m (G, H) をそれぞれ示す.

は痕跡的な中央歯を有しており, 本形質はアカキセワタには見られない特筆すべき形態的特徴である. なお, 中野 (2019) および小野・加藤 (2020) は, アカキセワタの学名を *P. trapezia* Hedley, 1902とし, *P. rubrata*を新参異名としている. *P. trapezia*の殻は台形に近く, 外唇縁の上下端と側縁がそれぞれほぼ直角に交わる (Hedley, 1902). これは, Gosliner (1988) や堀 (2017) の示すアカキセワタの殻形態と相違することから, 両種は別種と考えられる. また, コスタリカをタイプ産地とする *P. caballeri* Ortea, Espinosa and Moro, 2001は検討標本の体色と類似するが (Ortea et al., 2001), 殻表に

点刻状の螺溝や胃板を有する点, 中央歯を欠く点で形態が異なる. キセワタ上科の既知種のうち, 形態の一致する種がないことから, 本稿では未定種とした.

本種は, 2019, 2020年のいずれも6月に羽豆岬の潮間帯の転石裏から, キセワタ上科の一種1とともに採集された. 南知多町内海におけるアカキセワタ類 *Philine* sp.の記録 (佐藤ほか, 2019) に関しては, 検討標本と同種の可能性がある.

キセワタ上科の一種 3 *Philinoidea* sp. 3

検討標本: KSNHM-M11468, 1個体 (体長4.5 mm),

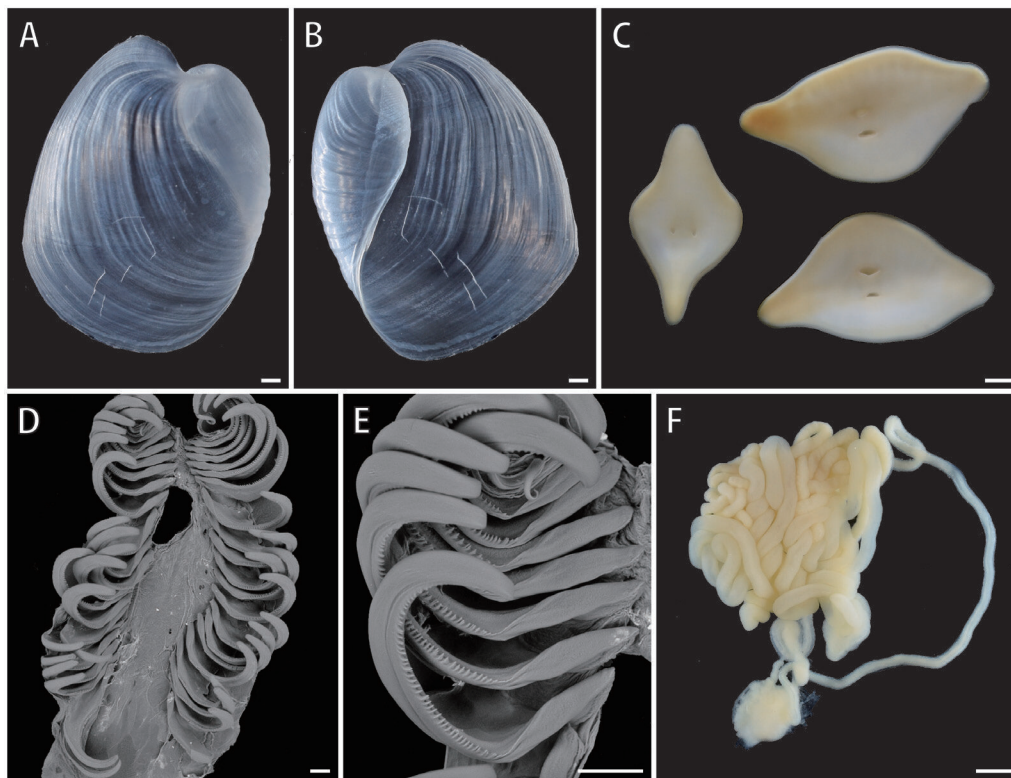


図6. キセワタ属の一種 *Philine* sp. の殻および歯舌 (SEM画像), 雄性生殖器官. 殻 (A: 背面, B: 腹面), 胃板 (C), 歯舌 (D: 全体, E: 側歯), 雄性生殖器官 (F). スケールバーは1 mm (A-C, F), 100 μm (D, E) をそれぞれ示す.

羽豆岬, 2020年6月8日 (図2F)

記載: 体は円筒形に近くやや扁平. 外套楯は頭楯より僅かに長く, 後端は正中線より左側部分が浅く凹む. 地色は乳白色. 頭楯は前部の両側, 外套楯は中央付近と後端を除いて暗褐色斑で覆われ, 地色が露出する部位では銀白色の細点が散在する. 殻は白色半透明で卵形 (図5A, B). 殻表には点刻状の螺溝をめぐらす (図5C). 縫合は深く, 外唇上端内側は湾入する (図5D). 殻頂はわずかに突出する (図5E). 胃板を欠く.

歯舌の歯式は (?) × 2.1.1.1.2. 内側歯の基底部分は幅広く, 先端は鎌形で, 内縁に11-13個程度の小鋸歯を有する (図5F, G). 外側歯は内側歯と比べ細長く, 内縁は平滑. 中央歯は台形に近い板状で, 底辺は2分して立ち上がるほか, 板の中央にも1個の突起を有する (図5H).

備考: 検討標本と体色の類似するモンガラキセワタ *Philine orca* Gosliner, 1988は, 内側歯の内縁に大きな突起を1個有するのみであり (Gosliner, 1988; Baba, 1990), 歯舌の形状が明確に異なる. 中野 (2004, 2019)

は, 外部形態が類似した福井県越前海岸産の種をエゾキセワタ *Melanochlamys ezoensis* (Baba, 1957) と同定している. しかし, 検討標本は歯舌を有し, 円みのある発達した殻が内在することからエゾキセワタとの区別が可能である. キセワタ上科の既知種のうち, 形態の一致する種がないことから, 本稿では未定種とした.

2020年6月8日に羽豆岬の潮間帯の転石上から2個体確認された. 愛知県では過去に生体が得られた記録はない.

キセワタ属の一種 *Philine* sp.

検討標本: KSNHM-M10594, 1個体 (体長20 mm), 長谷崎海岸, 2016年11月13日 (図2G); KSNHM-M11874, 5個体 (体長25-35 mm), 長谷崎海岸, 2020年6月9日

記載: 生時の最大体長は約35 mm. 体は扁平で卵円形. 頭楯は外套楯よりも長く, 側足は小さい. 地色は白色半透明で, 体表全体が白色の微小細点で覆われる. 口部は淡い褐色を呈するが, 個体によってその周辺域や腹足も淡く着色することがある. 殻は円みを帯びた方形で, 殻

表は光沢があり, 成長脈が目立つ (図 6 A, B). 螺溝は線状だが不規則に途切れる. 外唇上端は突出する. 砂嚢は筋肉質で発達しており, 3 個の胃板は対となる 2 個が紡錘形に近い形状で, 残りの 1 個が前 2 個より小さく, 前後端がよりくびれる (図 6 C).

歯舌の歯式は, 体長 25 mm の個体 (KSNHM-M11874) で $20 \times 1.0.1$. 側歯の基部は幅広く, 先端は弓状に湾曲し, その内縁に 45 個程度の小鋸歯を有する (図 6 D, E). 雄性生殖器の前立腺は, 長く複雑に入り組む (図 6 F). 陰茎の形状は未確認.

備考: 検討標本の外部および内部形態は, Price et al. (2011) の示す *Philine orientalis* A. Adams, 1854 の記載に概ね一致する. *P. orientalis* をはじめ, *P. argentata* Gould, 1859, *P. japonica* Lischke, 1874, *P. striatella* Tapparone-Canefri, 1874 など複数のキセワタ属が日本やその近海から記載されているが, これらの系統的な関係性については近年盛んに議論がなされており, Price et al. (2011) は上記 3 種をいずれも *P. orientalis* の新参異名としたが, 後に Chaban (2014) により *P. argentata* は有効名であること, Chaban et al. (2019) により *P. orientalis* と *P. japonica* は遺伝的に近縁であることが示された. 現状として, 日本産キセワタ属の内部形態に関する知見は限られており, 分子系統解析も含めた網羅的な再検討が必要である. この状況を踏まえ, 本稿では検討標本をキセワタ属の未定種とした.

タソガレキセワタ *Melanochlamys kohi* Cooke, Hanson, Hirano, Ornelas-Gatdula, Gosliner, Chernyshev and Valdés, 2014

検討標本: KSNHM-M10897, 3 個体 (体長 20.8–25 mm), 長谷崎海岸, 2018 年 4 月 1 日 (図 2 H)

記載: 生時の最大体長は約 25 mm. 体は円筒形に近くやや偏平. 外套楯は頭楯より僅かに長く, 後端は伸長し正中線上の切れ込みにより二葉に分かれる. 左葉と右葉はほぼ同大. 体色は一様に暗色だが, 頭楯前端および外套楯後端は灰白色を呈する. また, 腹足面もやや淡い暗色となる.

殻は白色半透明で, 腹足面から見て殻頂を中心に約 3/4 周後方に巻き, 殻頂部腹足側は舌状で前方に張り出す (図 7 A, B). 螺層は外れ, お互い接合しない (図

7 C). 殻表はいびつな成長脈が目立ち, 内唇縁はやや厚く, 外唇縁は膜状でもろい.

前立腺の構造は単純で, 末端はやや肥大し, 貯精球は何層にも折りたたまれ, 末端は牽引筋につながる (図 7 D). 陰茎は細長く, 先端部には角質の陰茎針を有する (図 7 E).

備考: 検討標本の体色は, Cooke et al. (2014) の示すヤミヨキセワタ *Melanochlamys fukudai* Cooke et al., 2014 およびタソガレキセワタ *M. kohi* Cooke et al., 2014 に似るが, 雄性生殖器の形状は, 細長い前立腺の末端がわずかに肥大し, 貯精球が球状をなさない, 陰茎が伸長する点で千葉県産のタソガレキセワタに近似することから, 本種と同定した.

2018 年 4 月, 2019 年 6 月に長谷崎海岸のアマモ場の泥底から複数個体採集された. 愛知県からは南知多町内海での記録がある (佐藤ほか, 2019).

エゾキセワタ属の一種 *Melanochlamys* sp.

検討標本: KSNHM-M11465, 2 個体 (体長 19.0, 22.6 mm), 羽豆岬, 2020 年 6 月 8 日; KSNHM-M11860, 2 個体 (体長 20.5, 23.4 mm), 羽豆岬, 2022 年 5 月 16 日 (図 2 I)

記載: 生時の体長は最大 25 mm. 体は円筒形に近くやや偏平. 頭楯は長方形で, 外套楯より僅かに長い. 個体によって頭楯の前縁および後縁の中央部が若干凹む. 外套楯の後端は伸長し, 幅の広い二葉に分かれる. 左葉と右葉はほぼ同大. 体表は暗色小斑で密に覆われ, 灰黄色斑が体表全体に不規則に分布する. 頭楯, 外套楯, 側足葉の周縁域は灰黄色斑が目立ち, これらの領域は銀白色の細点で密に覆われる.

殻は, 腹足面から見て殻頂を中心に約 1 周後方に巻き, 殻頂部腹足側が右斜め前方へ舌状に張り出す (図 7 F, G). 螺層は全て外れ接合しない (図 7 H, I). 外唇上部は後方内側に湾曲しつつ伸び, 外唇縁下部右側は湾入する. 外唇縁は膜状でもろい. 殻は白色で成長脈が目立つ.

前立腺は偏平で 2, 3 回折りたたまれて陰茎鞘付近に収納され, 貯精球は著しく伸長し, 複雑な形状を呈する (図 7 J). 陰茎は比較的短く, 先端には角質の陰茎針を有する (図 7 K).

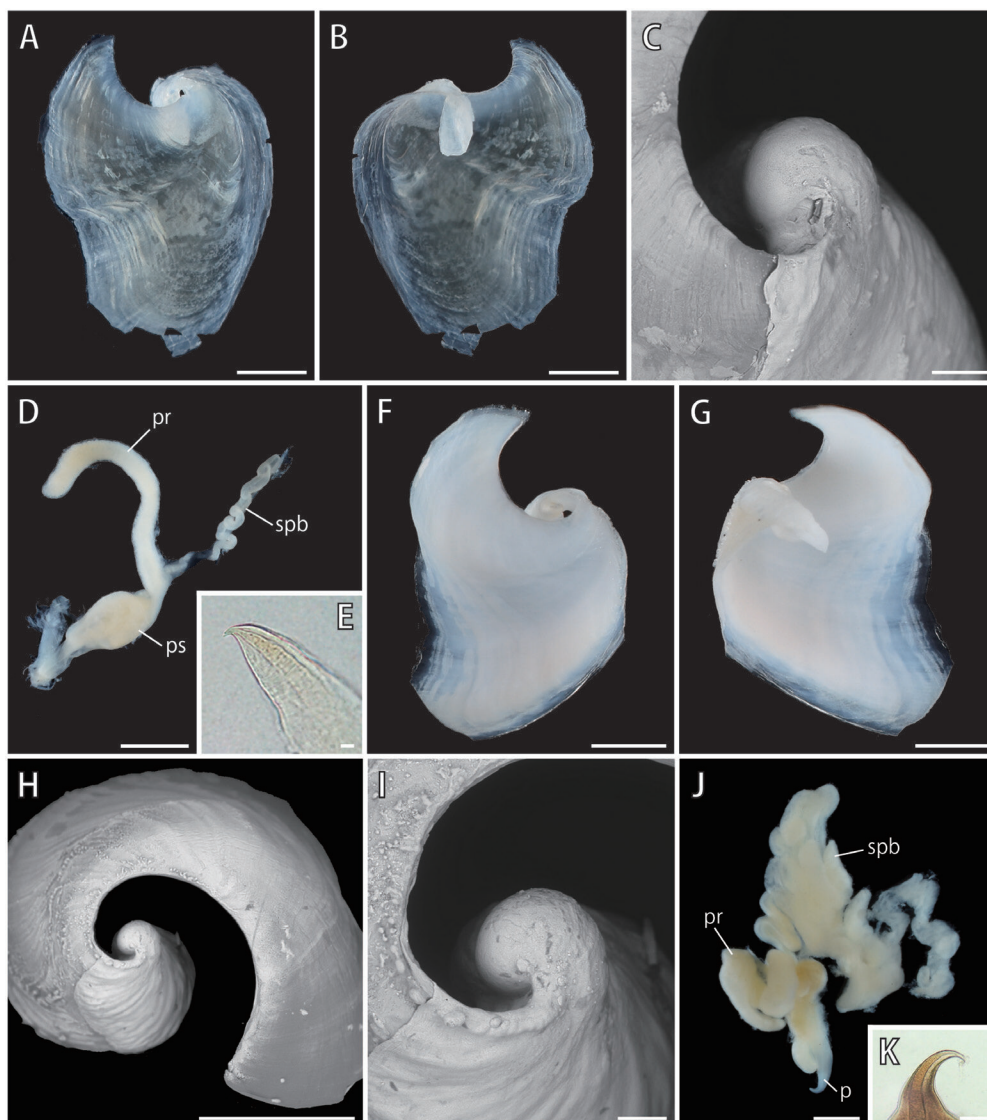


図7. タソガレキセワタ *Melanochlamys kohi* およびエゾキセワタ属の一種 *Melanochlamys* sp. の内部形態. タソガレキセワタ: 殻 (A: 背面, B: 腹面, C: 殻頂), 雄性生殖器 (D), 陰茎 (E), エゾキセワタ属の一種: 殻 (F: 背面, G: 腹面, H, I: 殻頂), 雄性生殖器 (J), 陰茎 (K). スケールバーは 1 mm (A, B, D, F-H, J), 100 μ m (C, I, K), 10 μ m (E) をそれぞれ示す. 略語: (p) penis 陰茎; (pr) prostate 前立腺; (ps) penial sac 陰茎鞘; (spb) spermatheca 貯精球.

備考: 検討標本の外部形態, 殻, 雄性生殖器の形状は, Cooke et al. (2014) の示す千葉県産のエゾキセワタ *M. ezoensis* (Baba, 1957) に概ね一致する. エゾキセワタは, 北海道厚岸町をタイプ産地とするが, 原記載は外部形態のみを記した簡易なもので (Baba, 1957), 殻や生殖器に関する詳細は示されていない. エゾキセワタの体色は, 灰黄色の地色に頭楯の前端と後端, 外套楯の後端を除く, ほぼ全域が黒褐色斑で覆われるのに対し (Baba, 1957), 検討標本は側足縁およびそれ以外の体表面においても, 黒褐色斑を欠く領域が見られた. また,

当該領域には銀白色の細点が密に分布しており, これらの形態的特徴は原記載に示されていない.

さらに, 白杵 (1969) による新潟県産の「仮称 コシジキセワタガイ (馬場付記: 研究未了)」の外部形態は, 体表面の黒色色素を欠く領域が検討標本および Cooke et al. (2014) の示す千葉県産エゾキセワタと類似する. したがって, 両種を研究していた馬場菊太郎はコシジキセワタガイとエゾキセワタ両種を明確に区別していたと考えられる. 上述した形態的な相違も考慮すると, Cooke et al. (2014) による千葉県産エゾキセワタは誤同定の

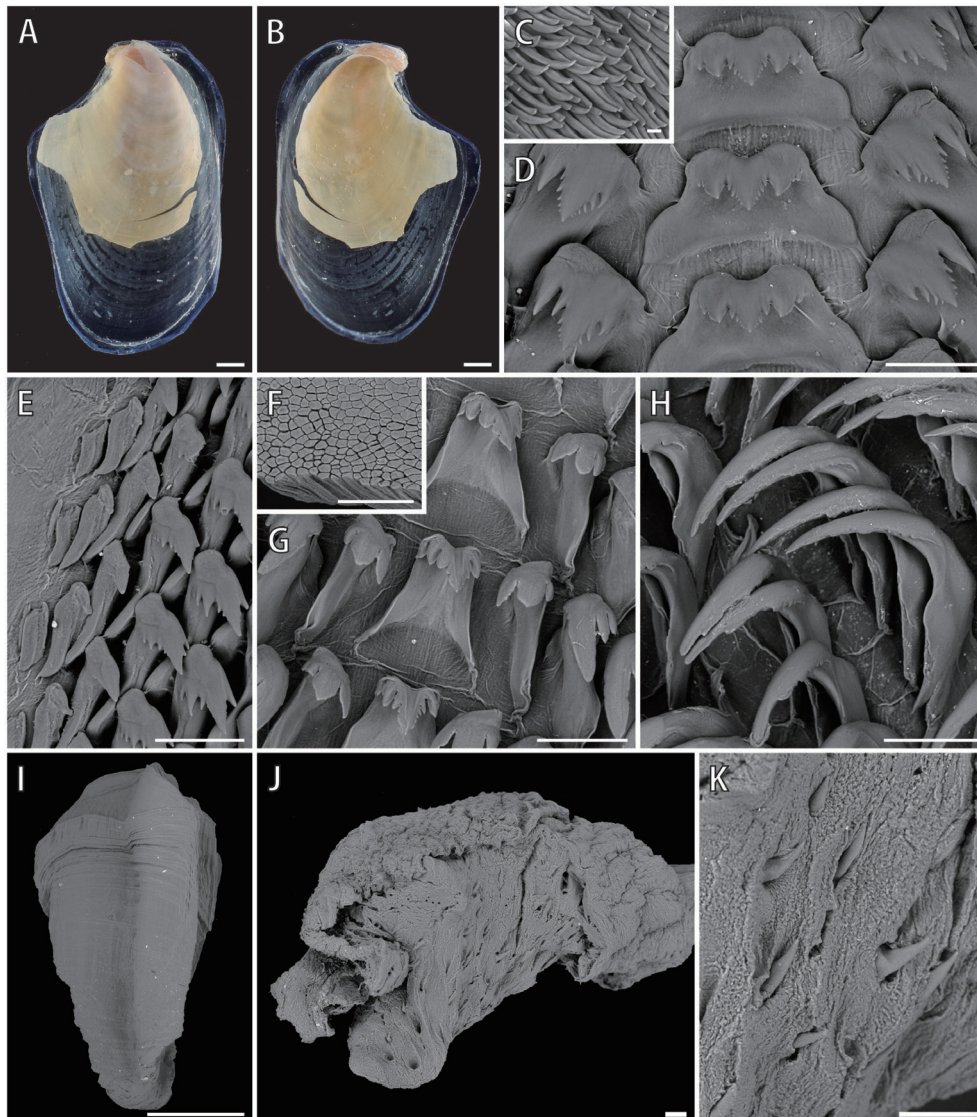


図8. クロヘリアアメフラシ *Aplysia japonica* およびトゲアメフラシ *Bursatella leachii* の内部形態 (写真およびSEM画像). クロヘリアアメフラシ: 殻 (A: 背面, B: 腹面), 顎板 (C), 歯舌 (D, E), トゲアメフラシ: 顎板 (F), 歯舌 (G, H), 砂嚢板 (I), 陰茎 (J, K). スケールバーは1mm (A, B, I), 100 μ m (D, E-H, J, K), 10 μ m (C) をそれぞれ示す.

可能性がある. その場合, 本検討標本などの和名はコンジキセワタガイとなる可能性が高いが, エゾキセワタ属の諸種は外部形態の差異に乏しく (平野ほか, 2020), 現時点での同定は慎重に行う必要があることから本稿では未定種とした.

クロヘリアアメフラシ *Aplysia japonica* G. B. Sowerby II, 1869

検討標本: KSNHM-M10903, 1 個体 (体長35 mm), 長谷崎海岸, 2018年4月1日 (図2J)

記載: 生時の体長は最大50 mm. 体は細長く, 後方がやや膨れる. 側足は大きく, 後部で癒合する. 体色は赤褐色で体表全体に白色細斑を散布する. 触角, 口触手, 側足は最外が赤色, その内側は黒色, 尾部および外套腔の周縁は黒色を呈する. 殻は米粒型で, 背面側がよく膨らむ (図8A, B).

顎板の繊維状小棒は先端が尖り, わずかに2又するものも見られた (図8C). 歯舌の歯式は29 \times 12 \cdot 1 \cdot 12. 中央歯は台形で, 周縁に多数の小歯を具えた中歯尖とその両側に2, 3個の鋸歯を有する (図8D). 第一側歯は

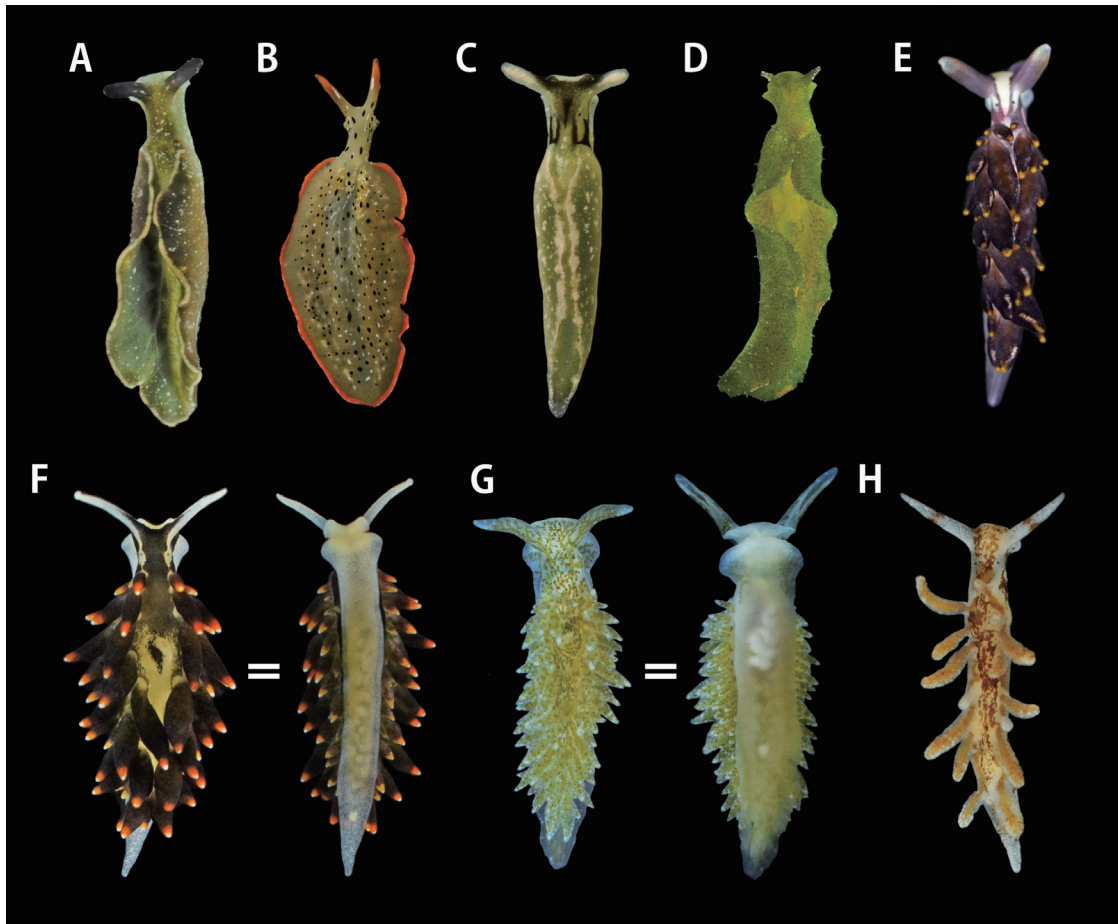


図9. 長谷崎海岸と羽豆岬で確認された囊舌目。クロミドリガイ *Elysia atroviridis*, 長谷崎海岸, 2018年4月1日 (A: 12.6 mm), コノハミドリガイ *E. cf. marginata*, 長谷崎海岸, 2017年8月22日 (B: 30.5 mm), イズミミドリガイ *E. nigrocapitata*, 長谷崎海岸, 2017年8月22日 (C: 7 mm), ヒラミルミドリガイ *E. trisinuata*, 長谷崎海岸, 2016年8月6日 (D), ノトアリモウミウシ *Hermaea noto*, 羽豆岬, 2020年6月8日 (E: 4.4 mm), アリモウミウシ *Ercolania boodlea*, 長谷崎海岸, 2019年6月4日 (F: 7.5 mm), ミドリアマモウミウシ *Placida babai*, 2018年4月2日 (G: 4.8 mm), ベルグウミウシ *Stiliger berghi*, 2018年1月14日 (H: 6.8 mm)。計測値は匍匐時の体長を示す。

同様に小歯を具えた中歯尖とその外側に1, 2個の鋸歯を有し, これらの鋸歯は外側に向かうにつれ, 徐々に目立たなくなる。最外側歯は単純な棍棒状 (図8E)。陰茎は未確認。

備考: クロヘリアアメフラシの学名は従来 *Aplysia parvula* Mörch, 1863とされていたが (例えば, 馬場, 1949; 中野, 2004; 濱谷, 2017など), Golestani et al. (2019) は *A. parvula* を北大西洋沿岸に分布する種とし, 日本産の対応する種として *A. japonica* G. B. Sowerby II, 1869 および *Aplysia* sp. の2種を報告した。中野 (2019) や太田ほか (2021) もクロヘリアアメフラシとされていた種に複数の隠蔽種が含まれる可能性を指摘しているが, 検討標本は体色および顎板, 歯舌の形状が, Golestani et al.

(2019) の示す *A. japonica* と概ね一致する。また, 和名「クロヘリアアメフラシ」は, 相模湾から得られた個体をもとに平瀬 (1927) により提唱されたが, 本記載と比較しても体色, 歯舌の形状に大きな相違は見られないことから, これらは同一種と考えられる。

トゲアメフラシ *Bursatella leachii* de Blainville, 1817

検討標本: KSNHM-M10821, 1個体 (体長約100 mm), 長谷崎海岸, 2017年11月6日, 長野宏佑採集 (図2M)

記載: 体は長楕円形で柔軟。背孔は体のほぼ中央に位置し, 側足は開かない。体表および口触手, 触角は樹状突起で覆われる。地色は暗褐色で, 体表面は青色の眼状

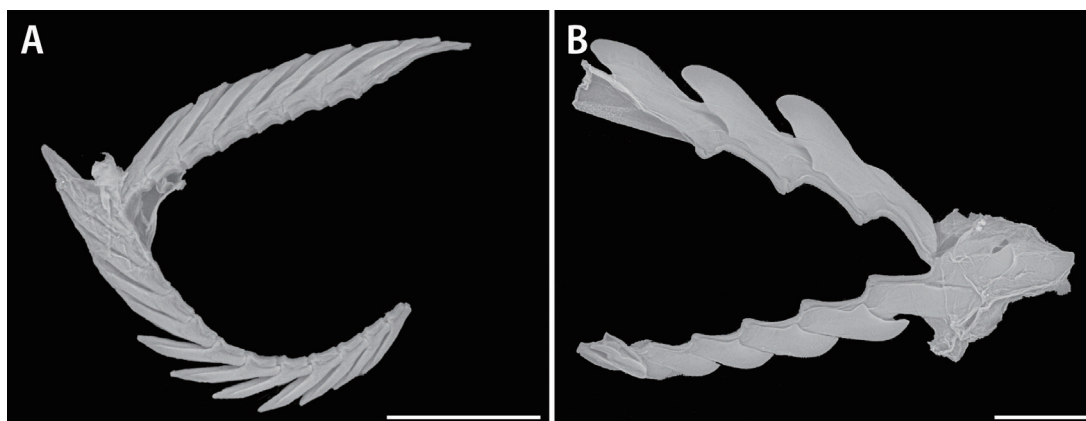


図10. ノトアリモウミウシ *Hermaea noto* (A) とアリモウミウシ *Ercolania boodlea* (B) の歯 (SEM画像). スケールバーは100 μm を示す.

紋を有する。樹状突起は淡い褐色で、腹足面も同色。殻を欠く。

顎板の繊維状小棒は円柱状で先端は平滑 (図8F)。歯舌の中央歯は台形で、周縁に少数の小歯を具えた中歯尖とその両側に1-3個の鋸歯を有する (図8G)。第一側歯は鎌形で内側の中歯尖の外側に2、3個程度の鋸歯を有し、これらの鋸歯は外側に向かうにつれて徐々に目立たなくなる。最外側歯は鎌形で内縁の鋸歯は痕跡的 (図8H)。砂嚢には角質で不規則な形状の咀嚼歯を有する (図8I)。陰茎は円錐形の微小棘で覆われる (図8J, K)。

備考: トゲアメフラシ (フレリトゲアメフラシ) *Bursatella leachii* de Blainville, 1817は、世界各地の温熱帯域に分布する単一種とされていたが (Bazzicalupo et al., 2018), Bazzicalupo et al. (2020) は太平洋中部沿岸域に分布する種をトゲアメフラシと *B. ocelligera* (Bergh, 1902) の2種に分けた。両種は陰茎の形状で区別されるが、検討標本は陰茎に微小棘を有することから、Bazzicalupo et al. (2020) の示すトゲアメフラシとは同種と判断した。*B. ocelligera*は沖縄県から写真による記録がある (木元, 2022)。

ノトアリモウミウシ *Hermaea noto* (Baba, 1959)

検討標本: KSNHM-M10963, 1個体 (体長8.7 mm), 羽豆岬, 2018年6月12日; KSNHM-M11472, 1個体 (体長4.4 mm), 羽豆岬, 2020年6月8日 (図9E)

記載: 体は細長く、触角は耳状で外側の先端から付け根にかけて溝が入る。背側突起は紡錘形で、体長4.4 mm

の個体では9列をなし、それぞれ1-3個の突起を有する。腹足前端は左右にわずかに広がる。地色は暗紫色で、心嚢域、腹足面は白色。頭部は背面の正中線上、口、眼域、触角の上部が白色で、銀白色の細点が密に分布する。背側突起も暗紫色で、先端は橙色を呈する。突起上部に白色の縦線が入る。

検討標本 (体長8.7 mm) の歯は、上昇列に8歯、下降列に12歯を数える。各歯は先端のとがったナイフ型で、腹縁部は平滑 (図10A)。

備考: 検討標本の外部形態および歯の形状は、Baba (1959) の示すノトアリモウミウシ *Hermaea noto* Baba, 1959の記載に概ね一致する。原記載では歯の下降列が38歯で末端が螺旋形となるが (Baba, 1959), 検討標本では下降列の欠損により末端の比較ができなかった。

本種は、2018年から2020年にかけて、いずれも6月に羽豆岬の岩礁潮間帯の海藻上から複数確認された。季節的な出現傾向は不明だが、2022年5月の調査時は同様の環境で探索したものの、発見には至らなかった。

アリモウミウシ *Ercolania boodlea* (Baba, 1938)

検討標本: KSNHM-M11175, 2個体 (体長6.7, 9.5 mm), 長谷崎海岸, 2019年6月4日 (図9F)

記載: 体は細長く、尾部は伸長する。触角は棍棒状で平滑。背側突起は紡錘形で、体長6.7 mmの個体では8斜列をなし、それぞれ1-3個の突起を有する。腹足前端はわずかに左右に広がる。地色は暗色で、頭部は口、触角、眼域、そして腹足面および尾部が白色。背側突起は黒色で、先端は白色、その下部は橙色を呈する。

検討標本(体長6.7 mm)の歯は、上昇列に3歯、下降列に6歯で、下降列には列を離れてさらに2、3歯が集積する。各歯は木靴型。腹縁部は鋸歯を欠く(図10B)。

備考:検討標本の外部形態、歯の形状は、Baba(1938)や馬場(1949)の示すアリモウミウシ*Ercolania boodlea*(Baba, 1938)の記載と概ね一致する。形態の類似するノトアリモウミウシは、触角が耳状にならない点で区別できる(Baba, 1959)。

本種は2016年11月13日、2019年6月4日に長谷崎海岸の岩礁潮間帯から採集され、2019年の記録ではアオサ藻類の一種ホソジュズモ*Chaetomorpha crassa*(C.Agardh) Kützing, 1845から複数見出された。

考察

本調査により南知多町沿岸域の2地点から頭楯目、アメフラシ目、囊舌目に属する5上科23種のウミウシ類が記録された。このうち、キセワタ上科の一種1、3、エゾキセワタ属の一種、ノトアリモウミウシ、アリモウミウシの5種は、愛知県初記録である。その根拠は、県下におけるウミウシ類が掲載された先行研究(石山, 1970; 原田, 1973, 1981, 1985a, 1985b, 1986; 岩田ほか, 1977; 河合, 1978, 2018; 中山, 1980; 西川, 1985; 西川・前田, 1991; 延原ほか, 1992; 出口, 1995; 木村, 1995, 1996, 2000, 2004, 2017; 福田, 1996; 中島, 1996; 田中・河合, 1998; 鈴木ほか, 2006; 川瀬ほか, 2009, 2019; 松岡, 2010; 早瀬ほか, 2011, 2015a, 2015b, 2016, 2019, 2021, 2022; 吉川・早瀬, 2016; 早瀬・木村, 2017, 2020; 佐藤ほか, 2019; 木村・早瀬, 2020; 西・浅田, 2020; 岩田ほか, 2021; 柏尾, 2021; 柏尾ほか, 2021a, 2021b; 木村ほか, 2021; 西ほか, 2022)のうち、これら5種に関する記載がないことによる。

キセワタ上科の一種1、3については、日本国内から同種と考えられる個体の情報が散見されるが(例えば、堀, 2017; 中野, 2019)、いずれも写真による記録のみで、詳細な形態の記載を伴っていなかった。キセワタ上科の一種2を含むこれら3種は、先行研究ではいずれもキセワタ属、あるいはエゾキセワタ属と同定されたが、本調査の結果より痕跡的な中央歯の存在が明らかとなった。

かつて、キセワタ属は一部の種が中央歯を有するとされていたが(Price et al., 2011)、分子系統解析を用いた再検討により、現在それらの所属はいずれも異なる科に変更されている(Valdés et al., 2016; Moles et al., 2019)。そして、上記した3種の形態的特徴についてもキセワタ属やエゾキセワタ属には該当せず、中央歯を有する点ではMoles et al. (2019)の示す*Waegelea*属(Antarctophilinidae)、あるいはValdés et al. (2016)の示すカガミキセワタ属*Philinorbis*(カガミキセワタ科Philinorbidae)、また胃板を欠く点ではChaban et al. (2022)の示す*Aglaoa*属(Aglajidae)、あるいはValdés et al. (2016)の示すオビキセワタ属*Laona*(オビキセワタ科Laonidae)に部分的に類似する。日本やその近海をタイプ産地とするキセワタ属の多くは、殻形態のみに基づいて記載されており(例えば、Gould, 1859; Lischke, 1872; 波部, 1946)、生時の体色およびその他の内部形態に関する知見は限定的である。さらに、現在認識されているキセワタ属は多系統群であることから(Moles et al., 2019)、分子系統解析を含めた網羅的な検討が必要である。同じく愛知県初記録種であるノトアリモウミウシやアリモウミウシについても、同属に異なる系統の種が含まれることが示されており(Hirokane et al., 2021)、今後分類上の位置が変更される可能性がある。

長谷崎海岸における出現種のうち、コメツブガ*Decorifer insignis*(Pilsbry, 1904)やカミスジカイコガイダマシ*Cylichnatys yamakawai*(Yokoyama, 1920)、キセワタ属の一種、タソガレキセワタは砂泥域、ウミナメクジは隣接するアマモ場から見出された。なかでも、カミスジカイコガイダマシとウミナメクジは、「レッドデータブックあいち2020」において、それぞれ絶滅危惧II類、準絶滅危惧に選定されており(木村・早瀬, 2020)、年毎の出現頻度は異なるものの複数年にわたり両種が確認されていることは、当該調査地に良好な浅海環境が現存することを示唆する。他にも、ブドウガイやアメフラシ、イズミミドリガイ、アリモウミウシなどの岩礁域やそれらに付随する海藻上から見出された種も複数年記録されている。愛知県初記録のアリモウミウシは、食藻であるアオモグサ*Boodlea coacta*(Dickie) Murray and De Toni, 1889やジュズモ類などのアオサ藻類のほか、褐藻、

紅藻など複数の藻類上から見つかっており(馬場, 1949; 安部, 1964; Usuki, 1977), 今後県下の複数地点で記録されるものと考えられる。長谷崎海岸は, 海岸面積が限られるものの, 砂泥底から岩礁域まで多様な環境が現存する良好な海岸であることが伺える。

一方, 羽豆岬ではコメツブガイ以外はすべて岩礁域から採集された。このうち, 長谷崎海岸での未記録種は, キセワタ上科の一種 1, 2, 3, エゾキセワタ属の一種, ノトアリモウミウシの 5 種で, 同じ知多半島南部の岩礁環境でも地域毎に構成種の違いが見られた。いずれの種も国内の産出状況に関する知見は限られるが, ノトアリモウミウシについては, 日本海から太平洋沿岸にかけての外洋水の影響を受ける環境で確認されていることから(高岡生物研究会, 1978; 中野, 2004, 2019; 小野・加藤, 2020), 愛知県では湾口部の一部地域に分布が限られる可能性が高い。

著者らは, 南知多町南部の 2 地点におけるウミウシ類を 2016 年から継続的に調査してきた。今回の結果に加え, 前報の裸鰓目の出現種(柏尾ほか, 2021a) も含めると計 66 種が記録されたことになり, 県内でも比類ない多様なウミウシ類が生息する環境であることが明らかとなった。この要因として, まずは当該調査地の地理的特性が挙げられる。谷口(1957)は, 伊勢湾内に流入する黒潮の分岐流の影響により, 知多半島南部が三河湾, 伊勢湾内で唯一暖地性の海浜植物が見られる場所と指摘しており, 鈴木ほか(2006)は羽豆岬を含む師崎地区を同湾内において最も多様な軟体動物相を有する場所としている。南知多町は, 伊勢湾と三河湾に挟まれた南北に細長い形状をしており, 南部は外洋水の影響を受けやすい環境であるのに対し, 長谷崎海岸のようにアマモが繁茂する内湾的な環境もあり, 地点毎で異なる沿岸特性を有する。南知多町からは他にも伊勢湾に面する内海(佐藤ほか, 2019)や湾口部に位置する有人島の篠島(西・浅田, 2020; 柏尾ほか, 2021b), 日間賀島(木村, 1995; 早瀬ほか, 2019)におけるウミウシ類の記録もあり, 今後調査を継続することで, さらに記録種数は増加すると推測される。

2 つ目の要因として, ウミウシ類各種の出現傾向には季節性があり(例えば, 萩原, 2006; 増田, 2019), その地域の構成種を把握するためには年間を通した調査が

必要となる。羽豆岬では観察会の時期に合わせた特定の季節以外調査を実施できなかったが, 長谷崎海岸では地域の漁業協同組合や南知多町環境課の協力を得て, 2017~2019 年の間, 概ね年間を通して調査を行うことができた。特に県下における冬季のウミウシ類相に関する知見は限定的であり, この時期の出現種の傾向を把握できたことは特筆すべき成果と言える。

三河湾は, 高度経済成長期における干潟の埋め立てや護岸建設等により, 多くの浅海域が消失したとされているが(東洋航空事業株式会社, 1980), その中でも南知多町は依然として良好な自然海岸が多く現存する。現在の自然, 半自然環境がこれからも適切に維持, 管理されるべきであることは言うまでもないが, 早瀬ほか(2015b)が指摘するように, 地域と行政, 研究者が連携しながら, 調査研究や保全の取り組みを続けていくことが重要である。また, 長谷崎海岸や羽豆岬で毎年開催されている地域の小学生や一般市民を対象とした観察会は, 研究成果の還元につながり, 地域住民に身近な自然への興味, 関心を喚起し, さらにその価値を認識するための重要な機会を与えるであろう。

謝辞

「あいちの海」グリーンマップの大矢 晃氏, 名城大学の長野宏佑氏, 知多自然観察会, 南知多町環境課, 片名漁業協同組合, 師崎漁業協同組合, 大井漁業協同組合の皆様には本調査の実施に際し, 多大なご協力を頂いた。また, 愛知みずほ大学の横井敦史氏には文献の入手にご協力頂き, 千葉県立中央博物館分館海の博物館の平野弥生氏, 匿名の査読者には本稿に関して丁寧なご助言を賜った。以上の方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 安部武雄. 1964. 富山湾産後鰓類図譜. 北隆館, 東京. 99pp., 36pls.
- Baba, K. 1938. Opisthobranchia of Kii, middle Japan. Journal of the Department of Agriculture, Kyushu Imperial University, 6: 1-19.
- 馬場菊太郎. 1949. 相模湾産後鰓類図譜. 岩波書店, 東京. 4+2+19+7pp., 50pls.
- Baba, K. 1957. A revised list of the species of

- Opisthobranchia from the northern part of Japan, with some additional descriptions. The Journal of the faculty of science, Hokkaido University, Series VI, Zoology, 13: 8-14.
- Baba, K. 1959. The family Stiligeridae from Japan (Opisthobranchia-Sacoglossa). Publications of the Seto Marine Biological Laboratory, 7: 327-334.
- Baba, K. 1990. Two small species of *Philine* new of Japan (Cephalaspidea: Philinidae). Venus, 49: 181-187.
- Bazzicalupo, E., F. Crocetta, K. Estores-Pacheco, H. Golestani, H. Bazairi, S. Giacobbe, A. Jaklin, D. Poursanidis, B. K. Chandran, J. L. Cervera, and Á Valdés. 2018. Population genetics of *Bursatella leachii* (De Blainville, 1817) and implications for the origin of the Mediterranean population. Helgoland Marine Research, 72(19): 1-8.
- Bazzicalupo, E., F. Crocetta, T. M. Gosliner, V. Berteaux-Lecellier, Y. E. Camacho-García, B. K. S. Chandran, and Á. Valdés. 2020. Molecular and morphological systematics of *Bursatella leachii* de Blainville, 1817 and *Stylocheilus striatus* Quoy and Gaimard, 1832 reveal cryptic diversity in pantropically distributed taxa (Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia). Invertebrate Systematics, 34: 535-568.
- Chaban, E. M. 2014. Notes on *Yokoyamaia ornatissima* (Yokoyama, 1927) and *Philine argentata* Gould, 1859 (Opisthobranchia: Cephalaspidea: Philinidae) from the Sea of Japan. Abstracts of the Conference Mollusks of the Eastern Asia and Adjacent Seas October 6-8, 2014, Vladivostok, Russia, 7-10.
- Chaban, E. M., I. A. Ekimova, D. M. Schepetov, and A. V. Chernyshev. 2022. The new genus *Aglaona*: the first abyssal aglajid (Heterobranchia: Cephalaspidea: Aglajidae) with a description of two new species from the north-western Pacific Ocean. Zoological Journal of the Linnean Society, 196: 198-214.
- Chaban, E. M., I. A. Ekimova, D. M. Schepetov, P. C. Kohnert, M. Schrödl, and A. V. Chernyshev. 2019. Euopisthobranch mollusks of the order Cephalaspidea (Gastropoda: Heterobranchia) of the Kuril-Kamchatka Trench and the adjacent Pacific abyssal plain with descriptions of three new species of the genus *Spiraphiline* (Philinidae). Progress in Oceanography, 178: e102185.
- Cooke, S., D. Hanson, Y. Hirano, E. Ornelas-Gatdula, T. M. Gosliner, A. V. Chernyshev, and Á. Valdés. 2014. Cryptic diversity of *Melanochlamys* sea slugs (Gastropoda, Aglajidae) in the North Pacific. Zoologica Scripta, 43: 351-369.
- 出口 敏. 1995. 最近の三河一色. かきつばた, 21: 13-15.
- 福田 宏. 1996. ヤミヨキセワタ. 花輪伸一・佐久間浩子 (編). WWF Japan Science Report vol. 3, p. 39, pl. 11. (財)世界自然保護基金日本委員会, 東京.
- 福田 宏. 2021. Biology and evolution of the Molluscaで提唱された軟体動物の分類体系と和名の対応. Molluscan Diversity, 6: 89-180.
- Golestani, H., F. Crocetta, V. Padula, Y. Camacho, J. Langeneck, D. Poursanidis, M. Pola, M. B. Yokeş, J. L. Cervera, D.-W. Jung, T. M. Gosliner, J. F. Araya, J. Hooker, M. Schrödl, and Á. Valdés. 2019. The little *Aplysia* is coming of age: from one species to a complex of species complexes in *Aplysia parvula* (Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia). Zoological Journal of the Linnean Society, 187: 279-330.
- Gosliner, T. M. 1988. The Philinacea (Mollusca: Gastropoda: Opisthobranchia) of Aldabra Atoll, with descriptions of five new species and a new genus. Bulletin of the Biological Society of Washington, 8: 79-100.
- Gould, A. A. 1859. Descriptions of new species of shells brought home by the North Pacific Exploring Expedition. Proceedings of the Boston Society of Natural History, 7: 138-142.
- 波部忠重. 1946. 日本産頭楯類數種に就いて. Venus, 14: 183-190.
- Habe, T. 1950. Philinidae in Japan. In: Kuroda, T. (ed.), Illustrated catalogue of Japanese shells 8, pp. 48-52.
- 萩原清司. 2006. 横須賀市天神島・笠島周辺海域の後鰓類 (軟体動物: 腹足綱). 横須賀市自然・人文博物館研究報告 (自然), 53: 19-32.

- 濱谷 巖. 2017. クロヘリアメフラシ. 奥谷喬司(編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 445, 1100. 東海大学出版部, 秦野.
- 原田一夫. 1973. 西尾市産の貝類. 西尾市史編纂委員会(編). 西尾市史史料IV西尾市の生物 動物, pp. 331-359. 愛知県西尾市, 西尾.
- 原田一夫. 1981. 伊良湖岬周辺と内湾の貝類. 伊良湖, 14: 18-20.
- 原田一夫. 1985a. 魚類, 貝類, 海岸動物. 愛知県農地林務部自然保護課(編). 愛知県の自然環境—1984, pp. 120-140, 195-203. 愛知県, 名古屋.
- 原田一夫. 1985b. 貝類その他の磯動物. 昭和59年度 自然環境保全基礎調査(すぐれた自然の調査)報告書(伊良湖岬・宮山). 愛知県農地林務部, 9-12, 36.
- 原田一夫. 1986. 田原町北部の貝類相. 伊良湖, 17: 20-22.
- 早瀬善正・木村昭一. 2017. 河和(三河湾)の内湾潮間帯の貝類相. ちりぼたん, 47(1-4): 28-42.
- 早瀬善正・木村昭一. 2020. 佐久島(三河湾)の潮間帯貝類相. ちりぼたん, 50(1): 33-79.
- 早瀬善正・木村昭一・浅田 要・岩田明久・守谷茂樹. 2022. 愛知県美浜町野間と小野浦地先(伊勢湾)の潮間帯貝類相-2. かきつばた, 47: 9-22.
- 早瀬善正・木村昭一・河辺訓受・川瀬基弘・林 誠司・西浩孝・守谷茂樹・石井健一郎・大貫貴清・岩田明久・仲田彰男. 2016. 梶島(三河湾)の潮間帯貝類相. かきつばた, 41: 27-39.
- 早瀬善正・木村昭一・西浩孝・浅田 要. 2021. 篠島(三河湾)の岩礁・転石地潮間帯の貝類相. 日本貝類学会特別出版物, 5: 133-150.
- 早瀬善正・木村昭一・西浩孝・守谷茂樹・岩田明久. 2019. 日間賀島(三河湾)の潮間帯貝類相. かきつばた, 44: 1-15.
- 早瀬善正・木村昭一・大貫貴清. 2015a. 沖島(三河湾)の転石地潮間帯の貝類相. かきつばた, 40: 23-30.
- 早瀬善正・大貫貴清・吉川 尚・松永育之・社家間太郎. 2015b. 前島(三河湾)の転石地潮間帯の貝類相—特徴的な16種の記録. ちりぼたん, 45: 105-122.
- 早瀬善正・種倉俊之・社家間太郎・松永育之・吉川 尚・松浦弘行・石川智士. 2011. 愛知県幡豆町の干潟および岩礁域潮間帯の貝類相. 東海大学海洋研究所研究報告, 32: 11-33.
- Hedley, C. 1902. Studies on Australian Mollusca. part V. Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, 26: 700-708, pl.XXXIV.
- 平野弥生・アンヘル ヴァルデス・和田太一・福田 宏. 2020. タソガレキセワタ. 岡山県野生動植物調査検討会(編). 岡山県版レッドデータブック, p.450. 岡山県環境文化部自然環境課, 岡山.
- 平瀬信太郎. 1927. くろへりあめふらし(新稱). 内田清之助(編). 日本動物圖鑑, p.1466. 北隆館, 東京.
- Hirokane, Y., A. Miyamoto, J. Kitaura, R. Nakano, Y. M. Hirano, M. Kawane, and Y. Yusa. 2021. Phylogeny and evolution of functional chloroplast retention in sacoglossan sea slugs (Gastropoda: Heterobranchia). Organisms Diversity & Evolution, 22: 419-429.
- 堀 成夫. 2017. チゴキセワタ. 奥谷喬司(編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 433, 1091. 東海大学出版部, 秦野.
- 石山尚珍. 1970. 伊勢湾・熊野灘・遠州灘方面に生息する貝類とその環境についての研究. 地質調査所月報, 21(2): 1-7.
- 岩田明久・守谷茂樹・早瀬善正・木村昭一. 2021. 篠島の埋立地内で偶然に形成された干潟および塩性湿地の貝類. 日本貝類学会特別出版物, 5: 163-177.
- 岩田 稔・田中 守・宗方 浩. 1977. 伊良湖の貝類分布調査(I海産). かきつばた, 2: 6-7.
- 柏尾 翔. 2021. クロコソデウミウシ, フジエラミノウミウシ属の一種, シロタエミノウミウシ属の一種. 愛知県環境調査センター(編). 愛知県の外来種ブルーデータブック2021, pp. 98, 102-104. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 名古屋.
- 柏尾 翔・川瀬基弘・鶴飼 普・大矢美紀・西浩孝・浅田 要. 2021a. 愛知県南知多町の潮間帯に生息するウミウシ類I(裸鰓目). なごやの生物多様性, 8: 1-22.
- 柏尾 翔・西浩孝・浅田 要. 2021b. 篠島(愛知県知多郡南知多町)潮間帯のウミウシ類. 日本貝類学会特別出版物, 5: 151-161.
- 河合秀高. 1978. 名古屋港で見られる貝. かきつばた, 4: 9-10.

- 河合秀高. 2018. 南知多町内海海岸において打ち上げ採集で得られた貝類. かきつばた, 43: 30-34.
- 川瀬基弘・柏尾 翔・西 浩孝・鶴飼 普・大矢美紀. 2019. 佐久島の潮間帯で発見された後鰓類 - 佐久島(筒島)のウミウシ類-. 新編西尾市史研究, 5: 1, 75-80.
- 川瀬基弘・尾畑 功・市原 俊. 2009. 愛知県藤前干潟に生息する貝類. 豊橋市自然史博物館研究報告, 19: 11-20.
- 木元伸彦. 世界のウミウシ, https://seaslug.world/species/bursatella_ocelligera, 2022年9月4日閲覧
- 木村昭一. 1995. 日間賀島南部海岸の潮間帯付近の軟体動物相. 全国高等学校水産教育研究会研究彙報, 34: 16-27.
- 木村昭一. 1996. ドレッジによって採集された日間賀島南部海域の底生生物. 全国高等学校水産教育研究会研究彙報, 35: 1-19.
- 木村昭一. 2000. 伊勢湾・三河湾でドレッジにより採集された貝類(予報). かきつばた, 26: 18-20.
- 木村昭一. 2004. 蒲郡市三谷町人工干潟の貝類相. かきつばた, 30: 14-20.
- 木村昭一. 2017. 伊良湖漁港内で採集された貝類. かきつばた, 42: 6-12.
- 木村昭一・藤岡エリ子・藤岡純治. 2021. イボウミニナの干潟, 弁財ヶ浜潮間帯の貝類相. かきつばた, 46: 36-40.
- 木村昭一・早瀬善正. 2020. 貝類. 愛知県環境調査センター(編). 愛知県の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブックあいち2020 - 動物編 -, pp. 45-59. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 名古屋.
- Lischke C. E. 1872. Diagnosen neuer Meeres-Conchylien von Japan. Malakozoologische Blätter, 19: 100-109.
- 増田泰久. 2019. 和歌山市加太湾産ウミウシ目録について. がんがら, 14: 1-23.
- Moles, J., C. Avila, and M. A. E. Malaquias. 2019. Unmasking Antarctic mollusc lineages: novel evidence from philinoid snails (Gastropoda: Cephalaspidea). Cladistics, 35: 487-513.
- 松岡敬二. 2010. 第3章 愛知の生物 第4節 愛知の貝類. 愛知県史編さん委員会(編). 愛知県史 別編 自然, pp. 246-276. 愛知県, 名古屋.
- 中島徳男. 1996. 三河湾・遠州灘産海産貝類目録. 自刊. 87pp.
- 中野理枝. 2004. 本州のウミウシ -北海道から奄美大島まで-. ラトルズ, 東京. 304pp.
- 中野理枝. 2019. 日本のウミウシ 第二版. 文一総合出版, 東京. 544pp.
- 中山 清. 1980. 知多湾南部海域の貝類相. かきつばた, 6: 10-13.
- 西 浩孝・浅田 要. 2020. 篠島(愛知県南知多町)で確認されたウミウシ. かきつばた, 45: 10-13.
- 西 浩孝・安井謙介・坂本博一・松岡敬二. 2022. 愛知県田原市高松沖において底曳き網により得られた軟体動物. 豊橋市自然史博物館研究報告, 32: 65-73.
- 西川輝昭. 1985. 三河湾佐久島岩礁海岸の潮間帯生物(1984年調査). 東海研究II, pp. 227-237. 名古屋大学教養学部, 名古屋.
- 西川輝昭・前田邦夫. 1991. 三河湾佐久島岩礁海岸の潮間帯生物—1990年調査の報告. 名古屋大学教養部紀要B(自然科学・心理学), 35: 17-27.
- 延原尊美・窪田祐亨・糸魚川淳二・松岡敬二. 1992. 三河湾の貝類遺骸群集: 第2部 巻貝類・角貝類. Venus, 51: 95-113.
- 小野篤司・加藤昌一. 2020. 新版ネイチャーウォッチングガイドブック ウミウシ. 誠文堂新光社, 東京. 592pp.
- Ortea, J., J. Espinosa, and L. Moro. 2001. Descripción de una nueva especie de *Philine* Ascanius, 1772. In: Espinosa, J. and Ortea, J. (ed.), Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca, pp. 38-40, pl. 2.
- 太田悠造・田村沙織・山崎英治・戸川優弥子・中野理枝. 2021. 鳥取県東部沿岸および周辺海域におけるウミウシ類(予報). 鳥取県立博物館研究報告, 58: 1-47.
- Price, R. M., T. M. Gosliner, and Á. Valdés. 2011. Systematics and phylogeny of *Philine* (Gastropoda: Opisthobranchia), with emphasis on the *Philine aperta* species complex. The Veliger, 51(2): 1-58.
- 佐藤大義・浅田 要・永井 僚. 2019. 南知多町内海海岸(伊勢湾)の貝類相. かきつばた, 44: 20-30.
- 鈴木尊仁・井上恵介・小澤智生. 2006. 伊勢湾・三河湾に

- おける1960年代以降の環境劣化と潮間帯軟体動物相の変化. 名古屋大学博物館報告, 22: 31-64.
- 高岡生物研究会. 1978. 中部日本海沿岸産 後鰓類の分布. 高岡生物研究会, 高岡. 146pp.
- 田中利雄・河合秀高. 1998. 愛知県渥美半島西ノ浜の打ち上げ貝. 豊橋市自然史博物館研究報告, 8: 33-36.
- 谷口森俊. 1957. 知多半島南部の植物群落学的研究. 山田正男(編). 南知多の自然, pp. 11-14. 中部日本新聞社・中部日本自然科学調査団, 名古屋.
- 東洋航空事業株式会社. 1980. 第2回自然環境保全基礎調査 海域調査報告書海岸調査 干潟・藻場・サンゴ礁分布調査 海域環境調査(全国版). 321pp.
- 白杵 格. 1969. 佐渡を主とする新潟県沿岸の後鰓類相. 佐渡博物館館報, 18: 3-14.
- Usuki, I. 1977. Effects of food algae on the nutrition of *Ercolania boodlea* (Baba), (Opisthobranchia, Gastropoda). Japanese Journal of Ecology, 27: 103-110.
- Valdés, Á., D. B. Cadien, and T. M. Gosliner. 2016. Philinidae, Laonidae and Philinorbidae (Gastropoda: Cephalaspidea: Philinoidea) from the northeastern Pacific Ocean and the Beaufort Sea (Arctic Ocean). Zootaxa, 4147: 501-537.
- 吉川 尚・早瀬善正. 2016. 貝類. 石川智士・仁木将人・吉川 尚(編). 幡豆の干潟探索ガイドブック, pp. 16-23. 東海大学海洋学部, 静岡.

名古屋市名東区猪高緑地・すり鉢池における水域の 歴史的变化と水収支について

大八木英夫⁽¹⁾ 西部めぐみ⁽²⁾ 松本 嘉孝⁽³⁾

⁽¹⁾ 南山大学 〒466-8673 愛知県名古屋市昭和区山里町18

⁽²⁾ 名古屋市生物多様性センター 〒468-0066 愛知県名古屋市天白区元八事5-230

⁽³⁾ 豊田工業高等専門学校 〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1

Historical changes of water area and water balance at Suribachi-ike Pond in Itaka green area, Nagoya City

Hideo OYAGI⁽¹⁾ Megumi NISHIBU⁽²⁾ Yoshitaka MATSUMOTO⁽³⁾

⁽¹⁾ Nanzan University, 18 Yamazato-cho, Showa-ku, Nagoya, Aichi, 466-8673, Japan

⁽²⁾ Nagoya Biodiversity Center, 5-230 Motoyagoto, Tenpaku-ku, Nagoya, Aichi, 468-0066, Japan

⁽³⁾ National Institute of Technology, Toyota College, 2-1 Eiseicho, Toyota, Aichi, 471-8525, Japan

Correspondence:

OYAGI Hideo E-mail: oyagi@nanzan-u.ac.jp

要旨

本研究は、2021年11月に池干し事業が実行された、名古屋市猪高緑地のすり鉢池において自然回復までの水収支の解明を主な目的として、すり鉢池の水環境について考察する。すり鉢池では、2021年11月に池干した後、2022年7月のおよそ243日間で自然回復した。その水収支を計算するに当たり、10日間以上の無降水期間を抽出した結果から平均0.4 cm/日の浸透量があると求められた。また、すり鉢池の浸透域は、水域の変遷の解析や粒度分析の結果から、池の北部であることが推定された。このように地下浸透があるすり鉢池では、自然回復するまでの水量について池の流域の15 mm相当の降水量で保たれていることが計算された。このことから、すり鉢池にとって流域からの地下水流入が重要な水源であるといえる。

The purpose of this study makes clear the water environment and the water balance at Suribachi-ike Pond in the Itaka Green area, where the pond-drying project was implemented in November 2021. The water balance researched until the water was full. The pond was recovered naturally in 243 days in July 2022 after the pond dry. To calculate the water balance, the seepage water was determined to be 0.4 cm/day based on the results of extracting periods of 10 days without precipitation. And more, the seepage area of the pond was estimated to be in the northern part of the pond based on the analysis of the transition of the water body and the results of grading analysis on the pond bottom. It was calculated to be recovered by approximately 15 mm precipitation brought from the pond watershed. Therefore, it is clear that groundwater from the watershed is an important source in Suribachi-ike Pond.

受付日：2022年10月31日

受理日：2023年2月1日

1. はじめに

平成30年7月豪雨において、防災重点ため池ではない小規模なため池で甚大な被害が発生したことを受け、現在、都道府県等の協力の下、全国のため池の緊急点検が実施され、被災リスクの低減が図られている。このように、豪雨などによる被災が問題視されている一方、ため池は多面的機能を有しているともいえる。ため池の主たる目的は、利水機能として農業用水の確保はいうまでもないが、環境保全機能として都市内の緑地がもつクールアイランド(低温域)現象(浜田・三上, 1994)の場合、生物の生息・生育の場所の保全、防災施設としての洪水調節池・防水用調節池や自然との共存のあり方を学ぶ教材等に活用されるなど、利用者および周辺住民の豊かな生活形成に直接関わる親水機能としてため池が分類され、多様に副次的な機能を有している環境であるとまとめられている(内田, 2001)。

農林水産省(2022)によれば、2022年3月末時点でため池は全国に約15万か所存在し、特に西日本に多く分布している。愛知県の知多半島もまた、農業用水のための大きな水源がないことから、古くから多くの農業用ため池が作られてきた。本地域では、近藤(2005)は、愛知用水による用水の安定供給がもたらす人々の意識の変化や都市化の進展などから、ため池の管理、保全に問題が生じてきていることを指摘している。特に、富田(2006)では、土地造成が行われていない地域において、利用価値が低下し小規模なため池が放棄され消滅が進み、利用価値のある大規模なため池が選択的に残されていることを指摘している。このように、ため池は、防災や次世代への管理をはじめ、ため池の保全、水質や生態系への影響など様々な視点によって研究がなされている。

名古屋市では、2003年度より、健全な水循環の回復という視点で施策を検討・実施し、水循環の大切さを普及啓発するための啓発事業が進められてきた。さらに、「市民の健康と安全を確保する環境の保全に関する条例」(2003年)を受ける形で、健全な水循環の回復に関する現状確認と施策の構想として2007年には「水の環復活プラン」、2009年には「水の環復活2050なごや戦略」などが策定されてきた(木綿, 2018)。これらは、水環境の観点から2050年を目途に実現したい名古屋市の姿を達成させる環境都市ビジョンとして実施されている。また、

2008年にCOP10の開催地が名古屋市に決定したことを契機に、市民や行政と協働で生きもの調査や保全活動が行われる、「なごや生物多様性保全活動協議会」が設立されている。本協議会においては、「なごや生きもの一斉調査」などを主な事業として、生態系の保全活動がなされている。これに加えて、本協議会の前身の名古屋ため池生物多様性保全協議会より池干し事業もなされてきた。

池干しは、かつて、農作業を終えた冬には池から水を抜き、底にたまった泥や土砂を取り除き、堤防や水門の点検修理を行ってきたものである。しかし、ため池の用途が利水から治水へと変わると池を干す慣習もみられなくなったが、近年では、池の在来種を守ることを目的として、再び池干しが注目されている。社会的関心も高く、本協議会では、名古屋市名東区の猪高緑地にあるすり鉢池で、2021年11月に池干し事業が実行され、11月14日に外来種を捕獲した結果、特定外来生物のブルーギル *Lepomis macrochirus* が3,386匹など、多くの外来種を見つけたと報道されている(東海テレビ, 2021)。池干し後には、再び水を張った後、在来種を戻すことになっている。そこで本研究では、主に水の回復までの水収支の解明を目的として、猪高緑地のすり鉢池の水環境について考察した。

2. 方法と材料

2.1 調査地概要

本研究は、2015年に策定された「水の環復活2050なごや戦略第2期実行計画」において、モデル事業の一つである名古屋市名東区の猪高緑地に位置する、すり鉢池(北緯35° 09' 46.38", 東経137° 01' 11.90")を対象とする。猪高緑地は、名古屋市の周縁部の住宅地にあり、もともと里山として利用されている地域である。緑地には、起伏に富んだ雑木林、散策路の他、湿地やため池などの水辺が多く分布しており、棚田やビオトープでは、湧水が利活用されている地域である。猪高緑地の面積は662,000 m²で、コナラ *Quercus serrata*, アベマキ *Quercus variabilis*, アカマツ *Pinus densiflora* を主としてガマズミ類 *Viburnum* sp., タカノツメ *Gamblea innovans*, ソヨゴ *Ilex pedunculosa*, ヒサカキ *Eurya japonica* var. *japonica* などからなる森林(玉木ほか,



図1 地域概要図
 「出典：国土地理院における地理院タイルに観測地点を追記して掲載」
 Fig.1 Research area
 Source: the Geospatial Information Authority of Japan (GSI).

2016) や棚田が残されている。起伏に富んだ地形で、標高50~110 mほどの高低差があり、500万年から300万年前に堆積した、砂礫層やシルト層が複雑に堆積した地層となっている (村松, 2019)。

図1には、すり鉢池などの位置や降水量観測地点 (St. A)、気温・気圧観測地点 (St. B) を示す。猪高緑地には、塚ノ杵池、西堀池、井堀下池や井堀上池など大小12ほどのため池があり、本論文で取り上げるすり鉢池もそのひ



図2 すり鉢池における空中写真と水域図
空中写真は、2021年3月26日に撮影され、その空中写真のなかに満水時の水域を実線で示している。流入河川の水路の上流域は予測水路として破線で示されている。

Fig.2 Aerial photograph and water area at Suribachi-ike Pond
The aerial photograph was taken on March 26, 2021, and solid line show the full level of water area in the aerial photograph. The area of upstream was shown dotted line.

とつである。すり鉢池は、猪高緑地西部、名古屋市名東スポーツセンターの近隣に位置している。本池には恒常的な流入河川はないため、雨水や地下水・湧水による自然流入によって水が保たれている。また、池の周囲に遊歩道が整備され、市民が自然に触れられる場としての役割や、なごや生物多様性保全活動協議会が主催する講座の開催地として自然との共存のあり方を学ぶ教材的役割、加えて日本の固有種で名古屋市版レッドリストでは「絶滅危惧種 I A類」にランク付けされているニホンアカガエル *Rana japonica* の繁殖地としてなど、生物の生息・生育の場所を保全する役割など多面的機能を果たしている。

2.2 観測方法

すり鉢池の水域面積を算出するにあたり、UAV (Unmanned Aerial Vehicle, いわゆるドローン) を用

い空中写真により現在の水域環境を解析した。また、水域面積の現況や歴史的变化を算出するにあたり、アメリカ軍や国土地理院撮影の空中写真（1945年、1963年、1987年、2020年撮影）や旧版地形図（国土交通省国土地理院）を資料に、QGISを用いて解析した。

現地観測では、池水や降水後の地表水を採水し、無機主要成分 (Cl^- ・ NO_3^- ・ SO_4^{2-} ・ Na^+ ・ NH_4^+ ・ K^+ ・ Mg^{2+} ・ Ca^{2+}) をイオンクロマトグラフィー法 (TOA DKK社、IA-100 (陰イオン)・IA-300 (陽イオン)) で測定し、 HCO_3^- は、全有機体炭素分析装置 (Analytikjena社、multi N/C3100) を用いてIC (Inorganic Carbon, 無機体炭素) を求めてから算出した。加えて、底質調査では、コアサンプラーを用いて底泥を採取し粒度分析 (西條・三田村, 2016) を実施した。

また、水収支を算出するにあたり、2020年3月に、すり鉢池の湖岸にて水位計 (OYO社製、S&DL mini: 測

定精度 $\pm 0.1\%$ F.S.)を設置した(図2)。なお、現地の気温と水位の補正のための気圧を計測するために水位計と同機種を近隣の建物(図1, St. B)に設置した。この地点で計測した気温(観測精度 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$)と気象庁名古屋地方気象台で測定された気温の差を求めながら、本流域の蒸発散量を求めた。降水量については、本池の近隣にある、名古屋市名東土木事務所(図1, St. A)の資料を用いて求めた。これらを用いて、すり鉢池の水位をモニター観測することで、水収支を求めた。

3. 結果

3.1 水域面積と水域の変遷

猪高緑地の主な池の水域面積を計測するにあたり、公開されている最新の国土地理院撮影の空中写真(2020年9月撮影)を用いた。それぞれ水域面積は、塚ノ杵池が $17,050\text{ m}^2$ 、西堀池が $2,650\text{ m}^2$ 、井堀上池が $1,900\text{ m}^2$ 、井堀下池が $1,700\text{ m}^2$ で、すり鉢池は $1,450\text{ m}^2$ と計測された。猪高緑地の面積(都市計画面積)は $662,000\text{ m}^2$ であり、これらを含めた水域面積は、緑地面積に対して4%程度の比率となる。また、すり鉢池においては、2020年12月8日と2021年3月26日にUAVによる空中写真撮影がなごや生物多様性保全活動協議会によって実施された。図2には、2021年3月26日に撮影された空中写真を基に満水時の水域線や水位計の設置地点などを示した。すり鉢池の流入河川は、降水時および直後において発生する水路であり、恒常的に表流水が流入するわけではないことが明らかとなっている。また、北部の凹地は、多雨期には水たまりが形成され、池と接続することが現地調査によって確認されている。しかし、常時、湛水状態ではなく湿地のような状態となっていることから、すり鉢池の満水時の面積として含んでいない。撮影時の水深は 0.46 m であり、水域面積として60%程度である。

名古屋市内には、かつて300を超えるため池があったとされる。そのほとんどが農業用水の供給を目的として作られていた。1960年代以降の高度成長期以降、住宅開発によって農地が減少したのに伴い、ため池が減少しており、2014年には111のため池となっている(大畑ほか, 2019)。次に、猪高緑地ならびにすり鉢池の水域の変遷について整理する。図3には、1945年(a)、1963年(b)、1987年(c)と2020年(d)のアメリカ軍および国土地理

院撮影の空中写真、加えて、1963年と2020年の水域線を重ねたもの(e)を示した。現在の満水時の水域と比べると1970年代とそれ以前で大きく異なる。高崎(2017)によれば、猪高緑地一帯は当時の愛知郡猪高村から名古屋市千種区猪高町として名古屋市に編入した1955年頃には丘陵の雑木林などから成る農村地帯の水域であったと記録されており、多くの灌漑用ため池が残存していたといえる。このことは、1970年代の旧版地形図からも、すり鉢池の西方には水田地帯が広がっていることが読み取れ、当時としては、すり鉢池などため池の水は、本地域の水資源の重要な役割を果たしていたといえる。1963年の空中写真(図3, b)から水域面積を求めると $2,900\text{ m}^2$ であった。この値は、現在の満水時におけるすり鉢池の水域面積の約2倍の大きさ(図3, e)に相当する。また、現在の多雨期に水たまりが形成される北部の凹地は、当時より形成されていた水域とほぼ一致することがわかる。

一方、1975年の名古屋市名東区に分区した頃、人口増加などにより住宅地の開発が進み、すり鉢池の近隣の造成も開始され、当時の水域面積を図3(c)より算出した結果、現在のすり鉢池の水域とほぼ同等の水域面積となった。1997年には、すり鉢池南方に名東スポーツセンターが開館し、それ以降ほぼ現況の風景となっている。現在では、降水などによって余剰にもたらされた池水は、流出口より人工的に流出させることや周辺の開発などにより流入量が減少したことが、水域の減少につながったと示唆される。

図4には、すり鉢池の満水時に、測深した結果から作成した等深線を示した。現在のすり鉢池では、最大水深は 0.8 m であり、これを超える水量は、流出口より流出するようになり池水が氾濫することはない。また、各等深線で囲まれた面積をそれぞれ測定し、容積を求めるとおよそ 545 m^3 と算出された。

3.2 水位変化と降水量

図5には、2020年4月1日～2022年7月16日のすり鉢池における日平均水深と名古屋市名東土木事務所における日降水量を示す。すり鉢池は、恒常的な流入河川はなく、流域内にもたらされた降水によって、一時的な地表水の流入が認められ、概ね多雨期となる5～11月に降水

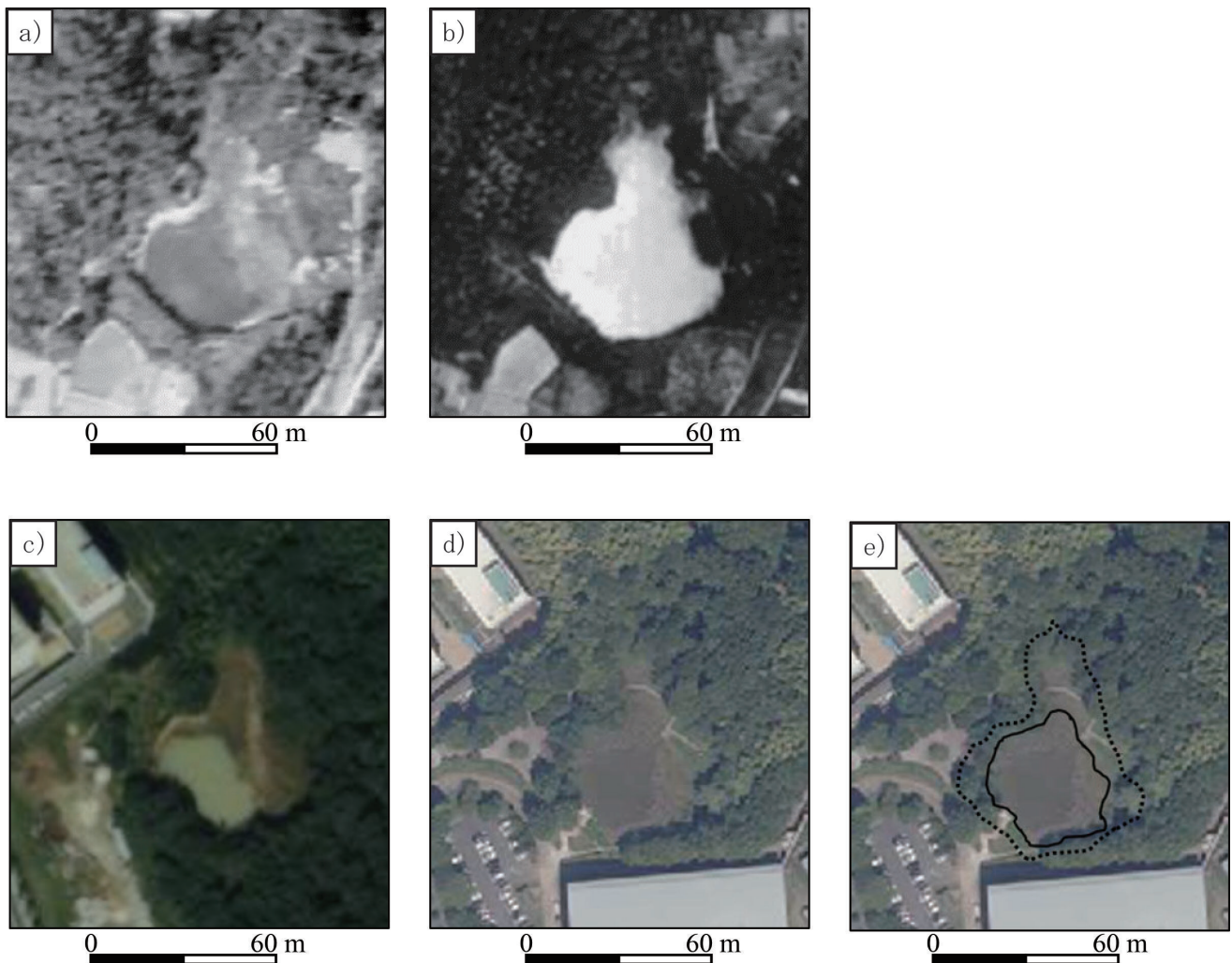


図3 すり鉢池の水域変遷

a) 1945年, b) 1963年, c) 1987年, d) 2020年, e) 1963年（点線）と2020年（実線）の水域面積の違い。

〔出典：国土地理院におけるアメリカ軍および国土地理院撮影の空中写真（1945年, 1963年, 1987年, 2020年撮影）〕

Fig.3 The transition of water area at Suribachi-ike Pond

Its are shown 1945, a), 1963, b), 1987, c), 2020, d), and difference in water area between 1963 and 2020, e).

Source: Aerial photographs taken by the U.S. Army and the Geospatial Information Authority of Japan (GSI).

量による水の供給において水深が保たれている。また、本池には、流出河川はないが最大水深（0.8 m）を超えると、流出口より流出される。例えば、2020年7月18日に最大水深の0.8 mを超える時間が継続する。7月18日には、3：00～8：00の5時間に58 mmの集中豪雨があり、このときすでに満水状態の0.8 mに達していた。したがって、基本的には水深が0.8 mを上回ることはないため、水位が高い時期に短時間で豪雨に見舞われると、余剰分は流出される。すり鉢池の北部には湿地帯が広がっており、このような余剰の水は、すり鉢池からの氾

濫の受け皿となっており、池周辺では氾濫の被害は生じていない。一方、無降水期間となると、浸透や蒸発の影響により水位低下が生じる。例えば、2020年10月下旬から2021年1月中旬までは、およそ0.4 mの水位低下が生じている。冬季は、気温が低く、蒸発による水量減少の効果は低いことから、概ね池水の地下浸透によって水量が減少していると示唆することができる。

2021年11月14日には、池干しが実施されたため、11月上旬より人為的に流出させることで水位は低下し、数日で水が無い状態となった。2022年1月上旬まで降水がほ

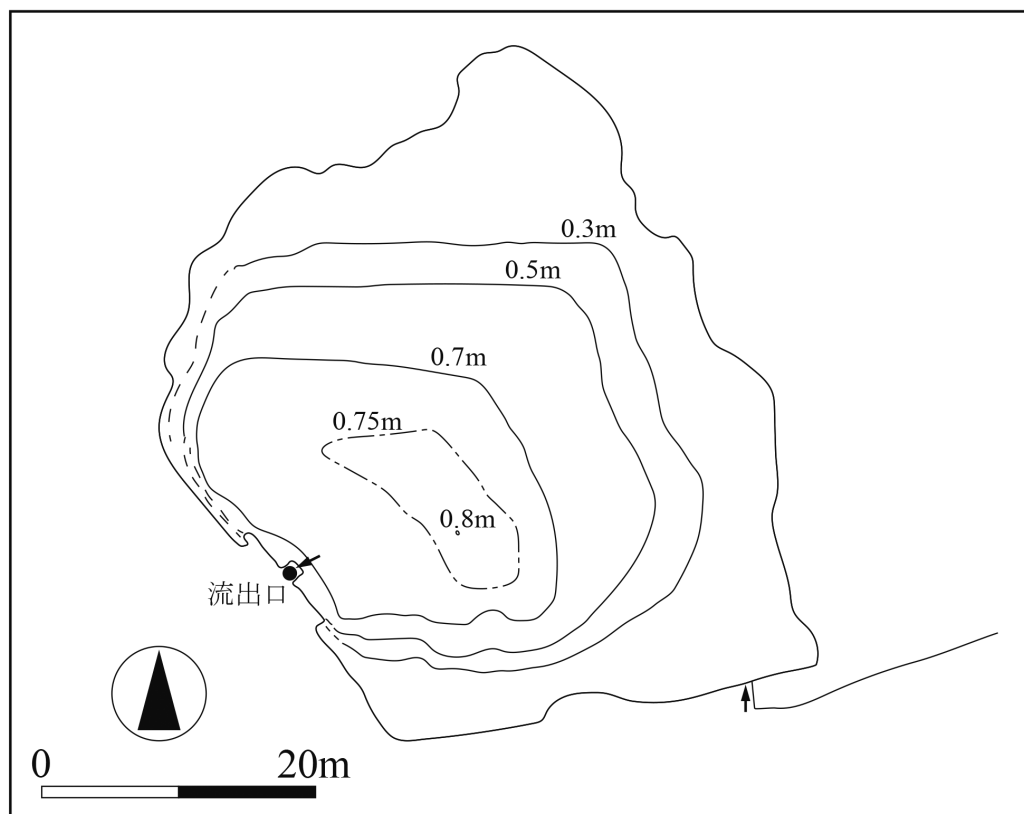


図4 すり鉢池の等深線図
Fig.4 The contour map of the pond.

とんどなく、2022年1月11日の降水（11 mm）によって水位が回復し、およそ水深0.3 mの湛水期間が4月下旬まで継続する。このとき、浸透量が降水量を上回る時期ではあるが、流域からの地下水涵養によって、一定水位が保たれている状態であったと考えられる。2021年の春季にも水深0.3 mまで水位は低下するが、それより水位は低くなっておらず、このことから地下水涵養から保たれる水量であったと示唆される。2022年4月29日には28.5 mmの降水があり、これ以降、水位がさらに上昇していく。2022年7月1日～10日には、150 mmを上回る降水があり、これにより、池干しのため流出した水量は自然回復し、満水となった。

3.3 すり鉢池の水質と底質状況

すり鉢池には恒常的な流入河川はなく、降水時ないし降水直後に一時的に地表水となって、水路を通じて流入する水があるのみである。図6には、2021年8月23日の観測日の試水について、すり鉢池の池水（St. 1）と地

表水（St. 2）の水質組成をStiff Diagramで示し、加えて、底質調査地点をSt. 3～8を等深線図（図4）に示した。地表水は、2021年8月18日～22日に積算降水量が81 mmがあったため、流入河川の水路より湧出していた。Stiff Diagramとは、無機主要成分の水質組成を表現するためのダイヤグラムであり、当量値（meq/L）で表現される。中央に引いた直線を0 meq/Lとし、直線の左側は陽イオン（ $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+ \cdot \text{Mg}^{2+} \cdot \text{Ca}^{2+}$ ）、上には、 Na^+ と K^+ 、中央には Ca^{2+} 、下には Mg^{2+} が計算によって求められた当量値が面積となって示されている。右側は陰イオン（ $\text{Cl}^- \cdot \text{NO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} \cdot \text{HCO}_3^-$ ）で、上には Cl^- 、中央には HCO_3^- 、下には NO_3^- と SO_4^{2-} が同じく示されている。

すり鉢池（St. 1）の水質組成は、Ca- HCO_3 型であり、地表水（St. 2）の水質組成とはほぼ一致した。浅井ほか（2020）は、名古屋市東部の名古屋市東部丘陵の里山湧水を対象として滞留時間を推定し、この地域の水質特性はNa-Cl型であったと報告しており、本地域の結果とは異なり、地質など地域的差異の検証が必要である。また、

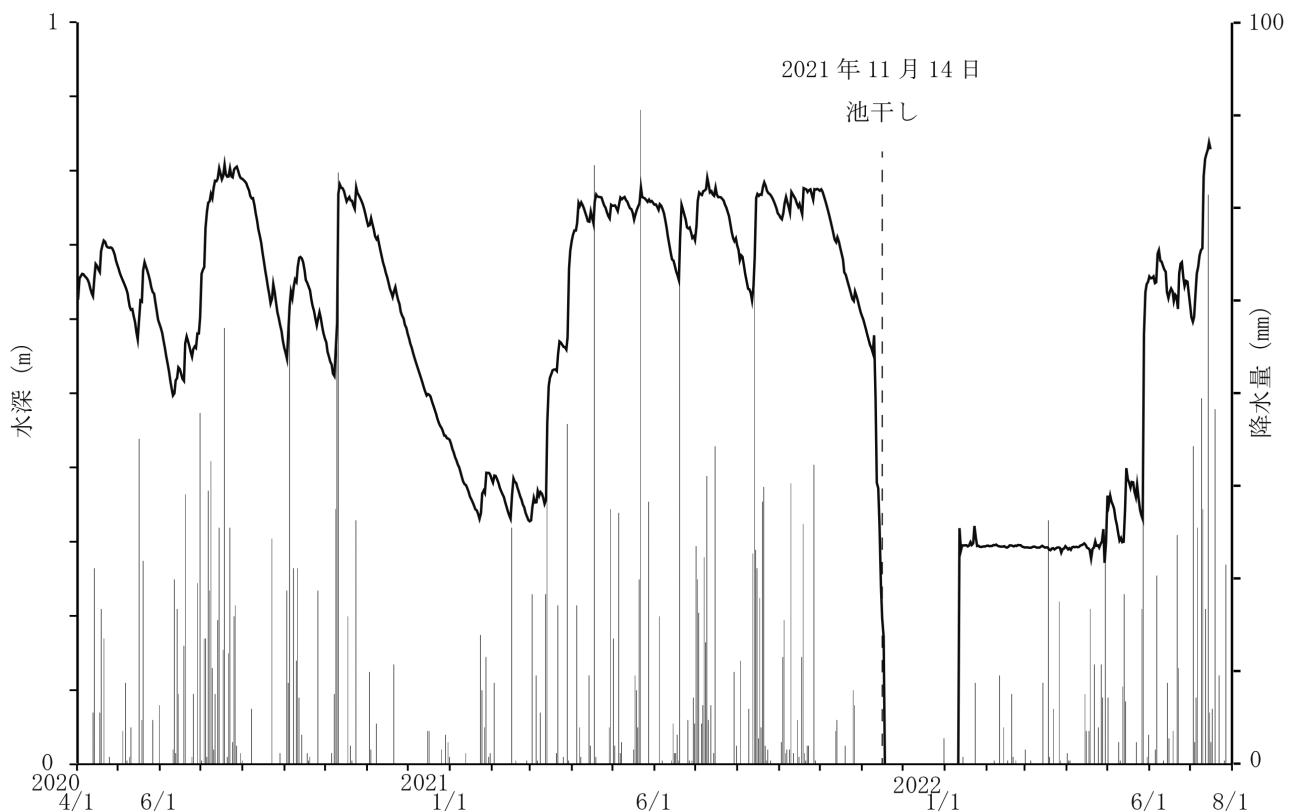


図5 水深と降水量の季節変動

水深は池底からの高さを示し日平均値で、降水量は日降水量である。

Fig.5 Seasonal change in water depth and precipitation

Water depth is the height above the pond bottom, it is calculated on the daily average. Precipitation is shown daily total.

Stiff Diagramの面積の大きさは、無機主要成分のイオン総量（当量値）を示しており、池水が高い結果となるものの水質組成がほぼ等しい。これは、池水も地表水も同じ流域から湧出する水であり、同じ水質起源であるためだと考えられる。また、無機主要成分の個別イオンに注目すると、特に、 NO_3^- が極端に少ないことがあげられる。渡邊（2008）によれば、筑波山（茨城県）の森林から流出する渓流水の NO_3^- は 1.8 mg/L (0.03 meq/L)で比較的高いものであるが、全国平均値は 0.4 mg/L (0.01 meq/L)であると報告されている。また、近隣の塚ノ杵池におけるTN（全窒素、 NO_3^- などの無機窒素や有機窒素を含めた全窒素量）が 0.94 mg/L 、西堀池が 1.41 mg/L と報告しているが（大畑ほか，2019），すり鉢池の池水や地表水では、その流域の大半が森林域であるにもかかわらず NO_3^- が極端に少ない。このことは、水位観測期間中に限られた試水での分析であり、継続的な

水質変動についてや降水による影響についてなど、さらに観測する必要があるといえる。

底質状況については2021年4月23日に現地調査を実施した。図6中のSt.3は、すり鉢池の流出口付近、St.4は最深点付近で、St.6は採取点の中で最も浅い地点となる。最深点付近St.4の周辺の状況を調査するため、St.5、St.7およびSt.8が設定されている。図7には、各地点の表層部分（0～5 cm）をコアサンプラーから切り出した試料の粒度分析結果を示す。すり鉢池では、すべての地点で細砂およびシルト・粘土の割合が50%を超えている。すなわち、底質全体として、比較的小さな粒径の底泥が多く堆積している結果となった。特に、St.3、St.4、St.5やSt.7では礫（2 mm以上）の比率は極端に低い結果となった。一方、最も岸の近隣である北部域のSt.6では、礫と粗砂との割合が48%と6地点の中で最も堆積物の粒径が大きくなった。

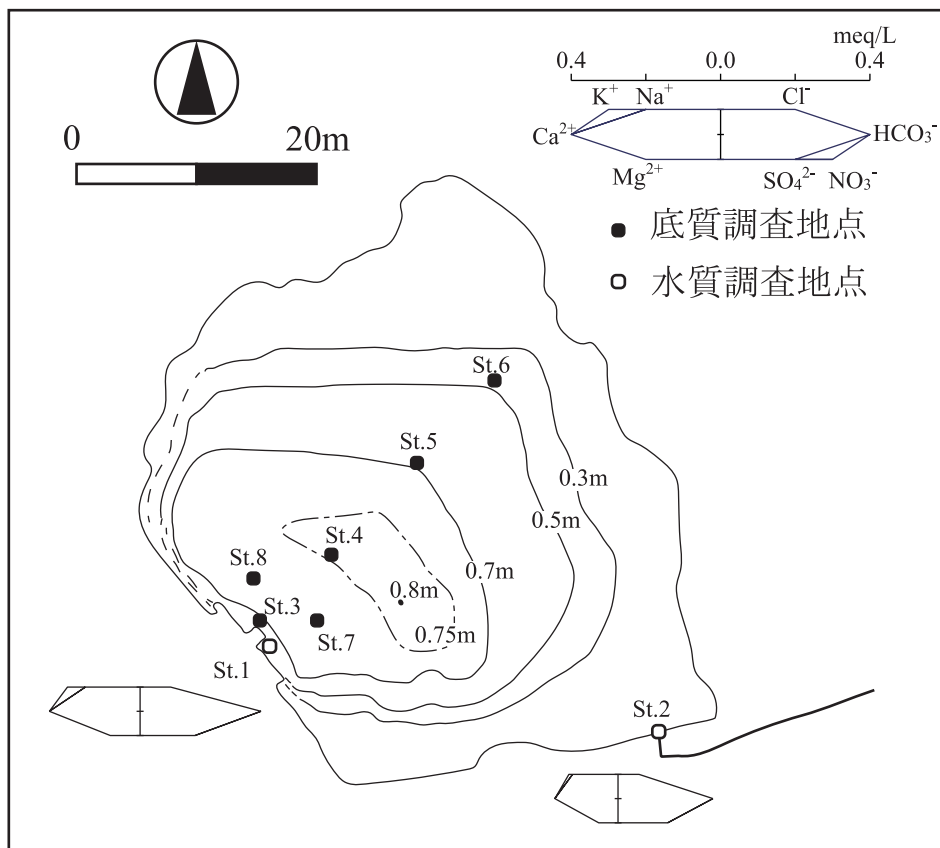


図6 すり鉢池および表流水の水質と底質調査地点
Fig.6 Water quality of the pond and bottom sediment survey sites

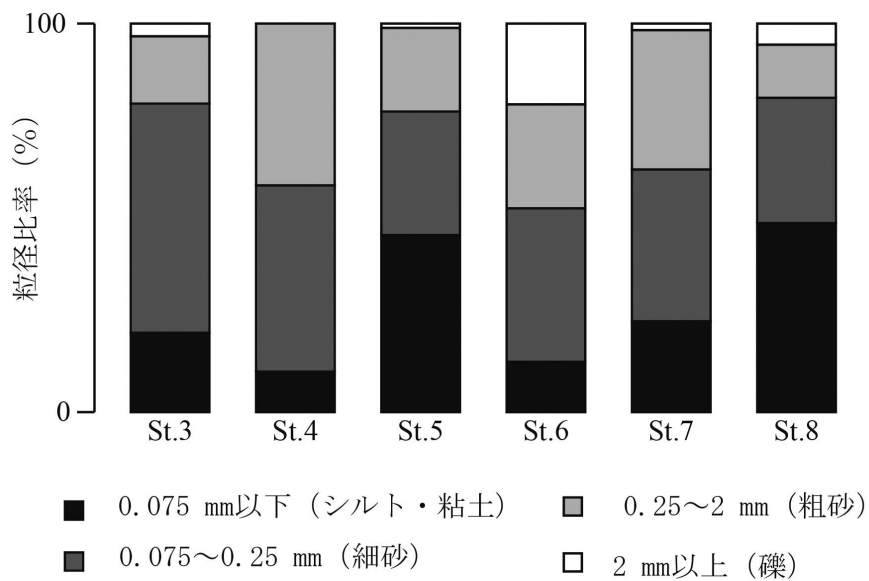


図7 すり鉢池底の粒径分布
Fig.7 Particle size distribution of the pond bottom

4. 考察

4.1 無降水期間の水位変動

湖沼の水位は、流入量と蒸発を含む流出量によって決定されている。湖水の流出は、一般に湖水面からの蒸発、湖盆からの漏水（浸透水）、そして表流水としての流出に大別される。このうち、湖盆からの浸透水は量的な把握が難しく、水収支計算においては、地下水としての流入量と同じように、しばしば未知数として扱われてきた。これは、分析手法として非常に不完全であり、そのため敢えて閉塞湖（流出河川のない湖）の水収支を扱った論文は多くない。

また、水収支式の中で蒸発あるいは蒸発散や浸透水の直接測定も困難である。一般的に池沼の水面からの蒸発量を算出する場合、バルク法といった顕熱・潜熱輸送から求めた蒸発量をもって算出されるが、本地域および近隣においては、計算に必要な要素である風向・風速や日射量の観測は行われていない。したがって、本論文では、すり鉢池流域における蒸発による流出量と可能蒸発散量を推定するソーンズウェイト法（新井，2004）によって月平均気温と日長効果の補正を用いて可能蒸発散量を推定し水収支計算をおこなった。ソーンズウェイト法は次式のように求められる。

$$PE = 1.6 \left(\frac{10 t_i}{I} \right)^a \quad (1)$$

$$a = (0.675I^3 - 77.1I^2 + 17920I + 492390) \times 10^{-6} \quad (2)$$

$$I = \sum_i = \sum \left(\frac{t_i}{5} \right)^{1.514} \quad (3)$$

ここで、 PE (potential evapotranspiration) は、最大可能蒸発散量、蒸発散位、 t_i は月平均気温である。(3)において積算は1月から12月まで行う。また、日長補正値は、各月の係数(0.85~1.23)を使用した。

表1には、2020年5月~2022年7月における無降水期間が10日間以上あった期間を抽出し、その期間中の水位変化と蒸発散量から浸透量を算出した。無降水期間がはじまる日の水深は、1・2月は約0.4mであり、冬季はやや水位が低い時期が継続するが、浸透量を算出するには十分な水量である。水位観測期間に一日あたりの浸透量が最も多く算出された期間は、2020年8月8日~8月21日の14日間の無降水継続期間である。無降水期間開始時の8月8日の水深は、76.1cm(計算の便宜上、以降cmで算出)で、8月21日は62.0cmであり、14.1cm水位低下したと計算される。ここで、一日あたりの水位変化量は1.0cm/日と算出される。8月は高温期であり、期間中の蒸発散量は、0.6cm/日と試算され、推定される浸透量は0.4cm/日と求められた。また、2020年11月21日~12月14日では、計24日間にわたる無降水継続期間であった。このとき14.6cm水位低下し、無降水期間中で最大の変化量であった。この値に、上記のように推定された一日あたりの蒸発散量から、浸透量を求めると0.5cm/日と求められた。ここで、無降水期間と期間中

表1 無降水期間中における浸透量の推定
Table 1 Estimation of infiltration volume in the period of no precipitation

無降水期間	日数	期間中の			
		一日あたりの 水位変化量 (cm)	一日あたりの 水位変化量 (cm/日)	一日あたりの 蒸発散量 (cm/日)	一日あたりの 浸透量 (cm/日)
2020年8月8日 ~ 2020年8月21日	14	-14.1	-1.0	0.6	0.4
2020年11月8日 ~ 2020年11月19日	12	-8.0	-0.7	0.1	0.6
2020年11月21日 ~ 2020年12月14日	24	-14.6	-0.6	0.1	0.5
2021年1月1日 ~ 2021年1月11日	11	-5.4	-0.5	0.0	0.5
2021年1月13日 ~ 2021年1月22日	10	-4.1	-0.4	0.0	0.4
2021年2月3日 ~ 2021年2月14日	12	-5.8	-0.5	0.0	0.4
2021年7月16日 ~ 2021年7月28日	13	-5.9	-0.5	0.6	-0.1
2021年9月28日 ~ 2021年10月11日	14	-6.8	-0.5	0.3	0.2
2022年6月23日 ~ 2022年7月2日	10	-7.8	-0.8	0.5	0.3

の水位変化量の相関係数を計算すると、-0.75となり無降水期間が長いからといって水位低下量が多くなる結果にはあまりなっていない。

中尾(1971)によれば、湖沼は、流出量の変化によって水位を安定に保とうとする自己調整機能を持っていることを明らかにしている。濱田・山崎(1998)においても四尾連湖(山梨県)では、高水位の期間は水位変動する時間は極めて短く、低水位になるほど減水(浸透水)は、緩慢になることを指摘し、漏水量は水位に比例していることを明らかにしている。このことから、高水位時には浸透量が大きくなることが示唆される。また、池水の浸透域は、水域の変遷の解析や粒度分析の結果から、主に池の北部域(図6中St.6より浅層)で生じる可能性が高く、この地域はなだらかな傾斜で水位変動によって水域面積が大きく変動する地域であり、池水が浸透する範囲は比較的広いことが示唆される。

しかし、水深と浸透量との関係を解析するにあたり、無降水期間がはじまる日の水深で決まるような明瞭な違いは確認できなかった。また、本研究では、蒸発散量を用いて流域からの流出量として見積もっており、多雨期の気温の高い時期には、水位変化量に影響する蒸発散量の比率がいずれの時期も50%を超える値となり、ばらつきの多い結果となった。したがって、より実測値に基づいた水面実蒸発量から浸透量を解明することも課題となる。ただし、ばらつきが大きかった気温が高い時期の浸透量の平均は0.2 cm/日と算出され、いずれの期間においても差は小さいと考えられる。また、1・2月は気温

が低く蒸発散量の影響も小さいため、この期間の浸透量が0.4 cm/日と算出され、水位変化量に影響する蒸発散量の比率は4～9%となり、すり鉢池の浸透量をほぼ説明していることになることが考えられる。したがって、本池の浸透量として平均0.4 cm/日の値を得ることができる。

4.2 すり鉢池の水収支

次に、表2には、2020年5月～2022年7月における降水が数日継続し、総降水量が5.0 cm(一般的に降水量はmmの単位で示されるが、計算の便宜上以降cmで算出する)以上あった期間を抽出し、その期間中の総降水量、水位変化量および一日あたりの水位変化量を求めた。水位観測の期間中最も多雨となったのは、2020年10月7日～10月10日の4日間で18.2 cmであった。このときは、台風14号(チャンホン)が10月5日に発生し、10月7日には、強い勢力となった気象状況で、台風の北側より秋雨前線が北上し近畿から関東で広く降水がもたらされた。また、台風の接近に伴い、10月8日には、JR東海は、10月10日昼ごろから東海道新幹線の東京―新大阪間で計画運休する可能性があると発表するなど、各地に影響を及ぼした。10月10日12:00には、期間中最大の時間降水量が1.15 cmとなるなど、連続して多くの降水量がもたらされた期間である。この期間においては、水位が24.6 cm上昇し、一日あたりの水位変化量としては4.9 cm/日と算出された。また、2022年5月26日・27日の2日間では、総降水量が7.5 cmで、水位変化量が

表2 降水期間における総降水量とすり鉢池の水位変化
Table 2 Change in water level of the pond and total precipitation during rainy season

降雨期間	日数 (日)	総降水量 (cm)	水位変化量 (cm)	一日あたりの
				水位変化量 (cm/日)
2020年5月16日～2020年5月19日	4	7.8	6.5	1.3
2020年6月10日～2020年6月14日	5	5.9	3.8	0.6
2020年9月2日～2020年9月4日	3	9.5	7.1	1.8
2020年10月7日～2020年10月10日	4	18.2	24.6	4.9
2021年3月12日～2021年3月13日	2	6.4	10.4	3.5
2022年5月26日～2022年5月27日	2	7.5	24.8	8.3
2022年7月3日～2022年7月6日	4	8.7	6.8	1.4

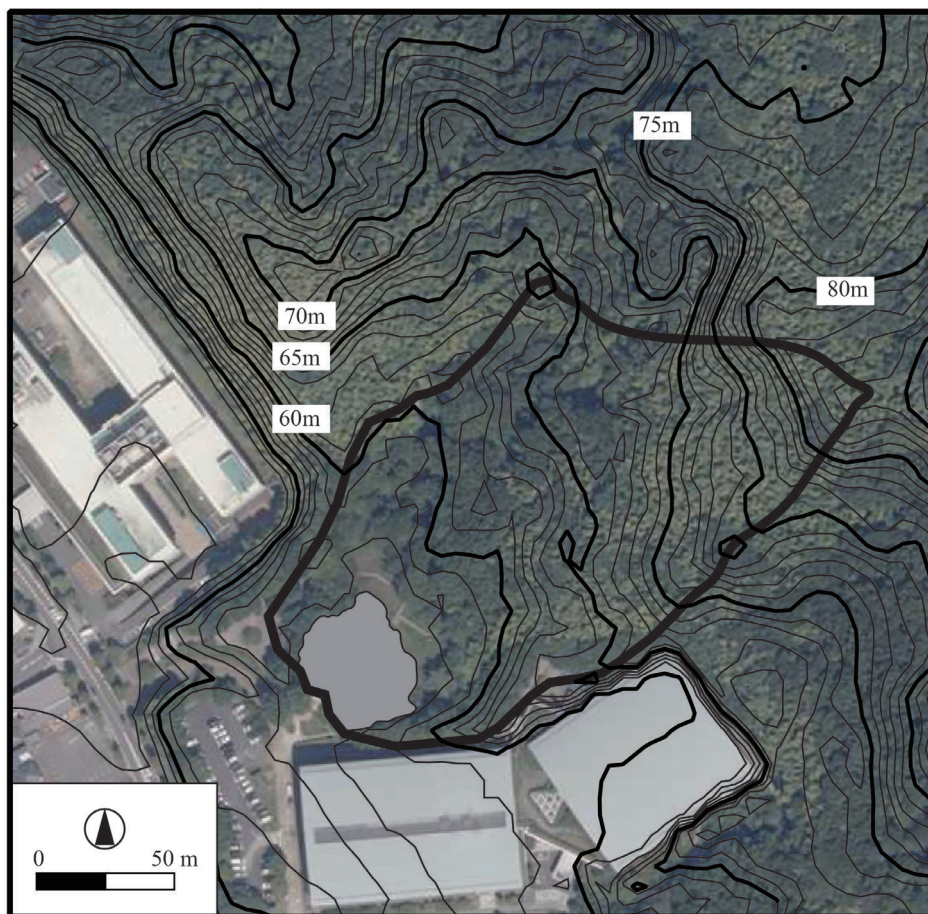


図8 すり鉢池およびその流域界
等高線は、国土地理院「基盤地図情報ダウンロードサービス」よりDEM（5mメッシュ）より、標高1m毎にQGISを用いて作成。太線は標高5m毎となっている。

Fig.8 The basin of Suribachi-ike Pond
Contour lines were calculated by QGIS using for the DEM (5 m mesh) from the GSI. Solid and bold lines show every 1 m and 5 m in elevation.

8.3 cm/日と期間中最大の上昇となった。2022年5月27日2:00には期間中最大で時間降水量が2.05 cmで7.3 cm/時の水位上昇が認められ、2021年11月の池干し以降、この時期を境に、すり鉢池の水が池干し前の状態に戻ったといえる。

ここで、降水期間における流域からの流入について考察する。すり鉢池の流域面積は、23,075 m²と求められ、すり鉢池面積（1,450 m²）のおよそ16倍にあたる（図8）。すり鉢池から降水が直接が流入した場合、総降水量から蒸発散量と浸透量を差し引いた値は、池の水位変化量と同等になる。しかし、水収支の支出分として、蒸発散量や浸透量を加味して、正味の量として算出しなければならない。一般的な水収支式の基本は次式のように求め

られる。

$$I - O = \Delta S \quad (4)$$

ここで、 I は流入量（降水量）、 O は一定期間内の流出量（蒸発量）、 ΔS は一定期間内の水保有量（地下水流出・流入）の変化を示し、正味の量を示す。 O については、すり鉢池では、最大水深にならない限り流出量は0（ゼロ）であり、蒸発量についてはここでは蒸発散量で計算される。また、 ΔS における正味の量は、負の値であれば、降水量を上回る流入量（すなわち地下水流入を想定）がなければ水位の実測値とはならない。表3にはすり鉢池における水収支計算の結果として、総降水量

と水位変化の差、期間中の蒸発散量および浸透量を求め、正味の水収支として算出した結果を示す。浸透量については、表1より平均0.4 cm/日と求められた値を用いた。その結果、正味の値は、いずれも負の値となった。このことは、流域からの地下水流入を考慮しないと、観測水位には達しないことを示している。実際、2020年10月、2021年3月および2022年5月については、降水終了日の時点で、すでに水位変化量が負の値であったことから、この期間中では、降水中でも流域からの地下水流入があったと示唆される。これらを基に、最後に2021年11月14日の池干し以降、2022年7月15日に満水になるまでの水収支を算出する。この期間、243日間の総降水量は74.9 cmで、すり鉢池にほぼ満水になる降水量があったことになる。しかし、流出量として、蒸発散量は44.9 cm、浸透量は97.2 cmが算出され、142.1 cm分の蒸発散ないし浸透によって流出したことになる。この値は、すり鉢池の流域に1.5 cm（15mm）相当の降水量で、総降水量の2%程度の降水量に当たる地下水が流入したことが試算される。このことから、流域からの地下水が、すり鉢池の池水の主な水源であると考えられる。

5. まとめ

2021年11月14日に実施された名東区猪高緑地・すり鉢池の池干し事業では、ミナミメダカ *Oryzias latipes* が129匹、モツゴ *Pseudorasbora parva* が1,238匹、スジエビ *Palaemon paucidens* が1,244匹といった多くの在来淡水魚類および甲殻類が捕獲された（榊原ほか、2022）。水生生物を池へと還すまでの間、なごや生物多様性セン

ターで保護・飼育し、池の水位が回復次第、速やかに池へ放流する計画の中、2022年4月16日に「里帰り放流会」事業をもって池へと還された。

本研究では、すり鉢池において、主に池干し後から水位の回復までの水収支の解明を目的とし、長期的な水域変遷や浸透水（地下水流出）について考察した。その結果、特に、池干し後に水位が回復するまで約8ヶ月間で総降水量749 mmの降水によって満水にまで至ったことが明らかになった。一方、水収支解析の結果、地下へと浸透する水量が、池の水面への直接降水よりも多く流出することも明らかとなった。したがって、本池では、流域からの地下水の流入が水位維持機能のために大きく寄与していることが明らかとなった。本研究は、流入する地下水の涵養域となる背後の森林地域が適切に保全される必要性が示された資料になると考えられる。

さらに、本研究の結果の通り、水生生物を放流できる池の水位の回復に約半年かかったことから、「里帰り放流会」事業は、なごや生物多様性センターにて捕獲した水生生物を当初の計画より長期間、保護・飼育することとなった。このことは、水生生物に負担をかけるだけでなく、保護・飼育に計画以上の負荷がかかることにつながった。水域の水収支を理解することは、水生生物にも、保護・飼育にも適切な計画の立案につながるとともに、動植物の保全作業を計画する際にも重要な資料となり得る。ため池は、現在では農業水利といった元来の機能のみならず、生物の生息・生育の役割などの多面的機能も求められている。今後、多くのため池が生態系保全や生物多様性の場の役割を担うためにも、ため池における

表3 降水期間におけるすり鉢池の水収支
Table 3 Water balance of Suribachi-ike Pond during rainy season

降水期間		日数	総降水量と 水位変化量の差 (cm)	期間中の 蒸発散量 (cm)	期間中の 浸透量 (cm)	正味の量 (cm)
2020年5月16日	～ 2020年5月19日	4	1.3	1.3	1.6	-1.6
2020年6月10日	～ 2020年6月14日	5	2.1	2.4	2.0	-2.3
2020年9月2日	～ 2020年9月4日	3	2.4	1.3	1.2	-0.1
2020年10月7日	～ 2020年10月10日	4	-6.4	0.8	1.6	-8.8
2021年3月12日	～ 2021年3月13日	2	-4.0	0.2	0.8	-5.0
2022年5月26日	～ 2022年5月27日	2	-17.3	0.6	0.8	-18.7
2022年7月3日	～ 2022年7月6日	4	1.9	2.3	1.6	-2.0

水位維持機能のメカニズムの解明は重要な課題であるといえる。

謝辞

本原稿をまとめるにあたり、名東自然倶楽部の高木和彦氏には、現地観測を通じて種々の便宜を計っていただきました。また、名古屋市名東土木事務所においては、降水量のデータを提供いただいた。さらに、四日市大学の大八木麻希准教授には有益なご助言を賜わり、南山大学総合政策学部2021年度卒業生の菅沼恒太氏には、現地調査や底質分析などひとかたならずお世話になった。査読者および編集委員の方々には貴重な意見をいただきました。ここに記して厚くお礼を申し上げます。

引用文献

新井 正. 2004. 地域分析のための熱・水収支水文学. 古今書院, 東京. 309pp.

浅井和由・辻村真貴・加藤勇治. 2020. 里山湧水における年代トレーサーの挙動－温度変動がCFCs, SF₆濃度と与える影響－. 地下水学会誌, 62(4): 589-599.

濱田浩美・山崎良雄. 1998. 閉塞湖の存在条件に関する研究. 千葉大学教育学部研究紀要, 46: 63-72.

浜田 崇・三上岳彦. 1994. 都市内緑地のクールアイランド現象 明治神宮・代々木公園を事例として. 地理学評論, 67(8): 518-529.

国土地理院. 地理院地図. 地理院タイル (標準地図), <https://maps.gsi.go.jp>, 2022年8月31日確認

国土地理院. 地図・空中写真閲覧サービス. 空中写真(1945年, 1963年, 1987年, 2020年撮影), 旧版地形図. <https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>, 2022年8月31日確認

近藤文男. 2005. 知多半島のため池の歴史・現状・多面的機能. 農業土木学会誌, 73(1): 23-26.

村松憲一. 2019. 猪高緑地(名古屋市名東区)の地質概報. 名古屋地学, 81: 1-5.

木綿愛子. 2018. 名古屋市の水循環施策「水の環復活2050なごや戦略」について. 地下水学会誌, 60(2): 123-130.

中尾欣四郎. 1971. 湖沼水位の安定性についての研究. 北海道大学地球物理学研究報告. 25: 25-87.

農林水産省, 農業用ため池一覧, https://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/ichiran.html, 2022年8月31日確認

大畑史江・岡村祐里子・長谷川絵理・榊原 靖・水野雄介. 2019. 名古屋市内のため池の現況. 名古屋市環境科学調査センター年報, 8: 45-54

西條八東・三田村緒佐武. 2016. 新編 湖沼調査法 第2版. 講談社, 東京. 272 pp.

榊原 靖, 星 克己, 宇地原永吉. 2022. II. 水辺の生きもの部会. なごや生物多様性保全活動協議会(編). なごや生物多様性保全活動協議会令和2・3年度活動報告資料編, 20-31.

高崎保郎. 2017. 名古屋市名東区猪高緑地の蜻蛉と蝶. なごやの生物多様性, 4: 89-106

玉木一郎・水野三正・柳沢 直・津田 格・中川祐弥・板谷明美. 2016. 名古屋市北東部の都市緑地に残存する天然生林の樹木群集構造と種多様性. 保全生態学研究, 21(1): 93-102.

富田啓介. 2006. ため池の減少率を規定する土地利用変化 愛知県知多半島中部の事例. 地理学評論, 79(6): 335-346.

東海テレビ, 池の水抜いたらブルーギルが3千匹以上も…緑地で『池干し』外来種を駆除後水を張り再来種戻す予定, https://www.tokai-tv.com/tokainews/article_20211116_13533, 2022年8月31日確認

内田和子. 2001. ため池の多面的機能に関する考察. 水利科学, 45(1): 51-68.

渡邊未来. 2008. 森林から窒素が流れ出す－筑波山の窒素飽和－. 国立環境研究所ニュース, 27(5): 6-8.

牧野池における園芸スイレン対策 (2013年から2020年の記録)

中村 肇

名古屋自然史談話会

Report of countermeasures on Water Lily in Makino Pond (Makinogaike Green Park), Nagoya, Aichi, Japan, between 2013 and 2020

Hajime NAKAMURA

Nagoya Natural History Society

Correspondence:

Hajime NAKAMURA E-mail: nakamura@tameike.info

要旨

牧野池 (愛知県名古屋市名東区 牧野ヶ池緑地) では、2013年から園芸スイレン対策が行われている。根茎の抜き取りを継続したことで、生育面積は少しずつ減少しているが、労力を軽減し、無理なく継続できる効果的な除去方法を検討することが今後の課題と言える。

はじめに

園芸スイレン *Nymphaea* sp. (図1) は、湖沼やため池などに生育する多年生の浮葉植物で、海外に自生するスイレン属植物ならびにそれらを原種として交配等によって作出された栽培品種の総称である。花が美しい園芸スイレンは人気のある観賞植物で、その品種は日本で

販売されているものに限っても100種を超え、個人でも容易に入手し、家庭のミニビオトープや水槽で栽培して観賞できる (角野, 2014)。園芸スイレンの代表的な品種については、赤沼・宮川 (2010) や川島 (2010)、Slocum et al. (1996) などで紹介されている。

日本に自生するスイレン属植物には、ヒツジグサ



図1. 牧野池に生育する園芸スイレン (2013年6月27日)



図2. 牧野池における園芸スイレンの分布（2013年6月27日）と抜き取り場所（2014年～2020年）

*Nymphaea tetragona*があり、かつて名古屋市内にも生育していたが、現存を確認できないことから名古屋市版レッドリストにおいては絶滅と位置付けられ（名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課，2015），現在，名古屋市内で確認されるスイレン属植物は，観賞等の目的で意図的に導入された個体由来すると考えられる。

名古屋市内の野外で確認される園芸スイレンは，耐寒性をもつ温帯性スイレンと考えられ（中村，2016），温帯性スイレンの多くは，分枝しながら横に伸びる根茎をもつことから，いったん定着すると群落はどんどん広がり（角野，2014），人間が管理しきれないため池に植栽されると，増殖して葉が重なり合うほどに水面を覆い，その場に本来生育していた水草を全滅させてしまう（芹沢・瀧崎，2012）。さらに，根茎やそこから伸びる細根がお互いに絡み合っただけで留まらず，水深があまりに浅くなると，調整池の機能を回復するために浚渫などの土木的手法による大規模な補修が必要になってしまい，コストの増大や生物相への大きなダメージを招きかねない（宮野ほか，2011）。そのため，生育環境が競合する植物の有無等により優先度を評価した上で対策を検討する必

要があると考えられる。

牧野池（愛知県名古屋市名東区 牧野ヶ池緑地）は，名古屋市内において園芸スイレンが生育するため池の1つであり，牧野ヶ池緑地で活動する市民ボランティア等で構成される『牧野ヶ池緑地保全協議会』によって園芸スイレン対策が行われている。

本稿では，2013年から2020年までに牧野池で実施した園芸スイレン対策などについて報告する。

牧野池における園芸スイレン対策

牧野池では，2013年の予備調査（生育状況調査）において牧野池内での分布を把握し，2014年以降は重点的に対策を行う区画を定め，根茎の抜き取りなどの方法による対策を継続し行い（表1，図2），2020年は10月31日および11月9日に実施した（図3～7）。

現状と課題

牧野池における園芸スイレン対策では，池底を這う根茎に対し，備中鍬を用いて根茎を剥ぎ取る方法や，浮葉を引っ張りながら根茎を足の爪先で蹴り上げるようにして浮き上がらせる方法を用いている。

これらの方法は，根茎そのものを取り除くことが可能

であるために、スイレンの除去に適した方法と考えられるものの、抜き取り場所の水深と根の張り具合および作業者の技量によって作業効率が左右されてしまうため、一度で広範囲の抜き取りを終えることは容易ではないかもしれない。

筆者の観察によると、園芸スイレンは水深50 cm～1 m程度で、水が穏やかに流れ、やや富栄養化傾向にあるため池などに定着すると、根茎を分枝しながら横に伸び、1～2年で2倍以上の面積へと拡大する。池底を這うように伸びる根茎は少なくとも3 mまで成長し、層状に重なりながら生育面積を拡大する。さらに、波浪などにより折れた根茎が汀に漂着して新たな個体群として定着することや、結実した種子からの実生繁殖も確認している（図8）。

園芸スイレン対策を効果的に実施するには、新たな侵入を防ぐのはもちろんのこと、侵入後なるべく早い段階で取り除くべきではあるが、侵入から時間が経過し広範囲に増え広がってしまった場合には、綺麗な花を咲かせる植物を除去することへの理解を得つつ、効果的な除去方法を検討していく必要がある。

表1. 牧野池におけるスイレン対策の記録

実施日	実施内容
2013年6月27日	生育状況調査
2014年5月31日	地点①：抜き取り
2014年6月7日	地点①：抜き取り
2014年10月4日	地点①：抜き取り
2015年5月30日	地点①：抜き取り
2016年11月7日	地点②：抜き取り
2017年5月29日	地点②：抜き取り
2017年6月5日	地点②：抜き取り
2017年11月6日	地点②：抜き取り
2018年5月28日	地点③：抜き取り
2018年6月4日	地点③：抜き取り
2018年10月29日	地点③：抜き取り
2018年11月5日	地点③：抜き取り
2019年5月27日	地点③：抜き取り
2019年6月2日	地点③：抜き取り
2019年10月28日	地点③：抜き取り
2019年11月5日	地点③：抜き取り
2020年10月31日	地点③：抜き取り
2020年11月9日	地点③：抜き取り



図3. 園芸スイレンの抜き取り（2020年10月31日）



図4. 抜き取った園芸スイレンの回収（2020年10月31日）



図5. 抜き取った園芸スイレン（2020年11月9日）



図6. 作業前の様子（2020年11月9日）

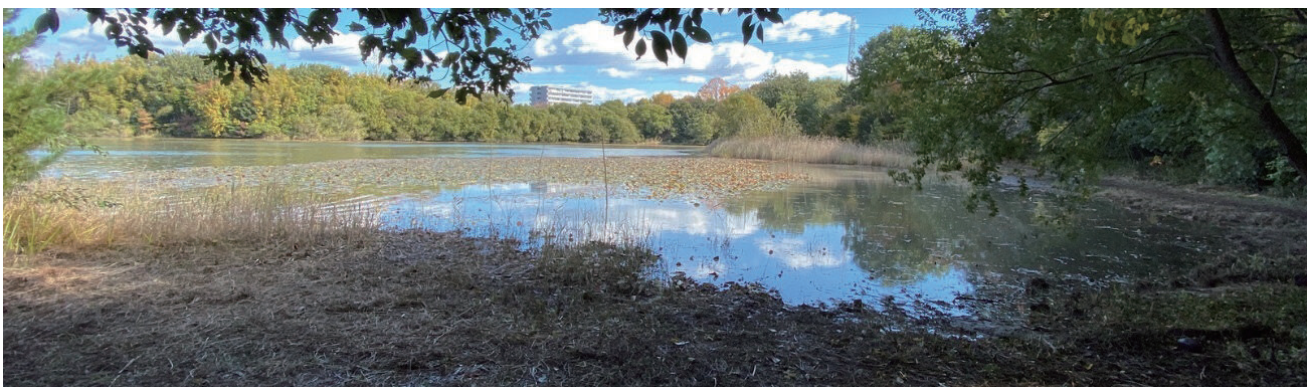


図7. 作業後の様子（2020年11月9日）

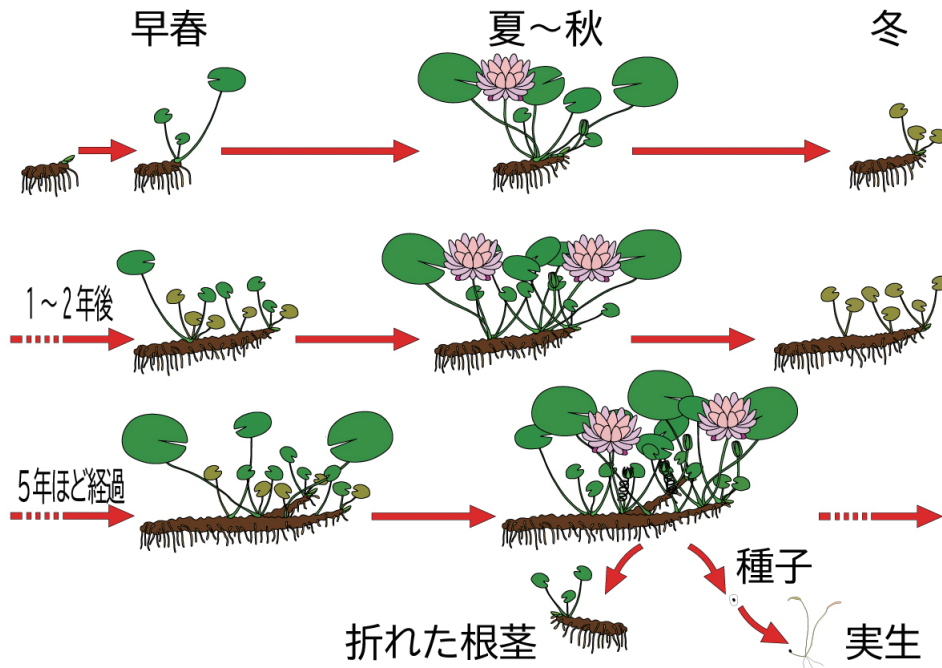


図8. 園芸スイレンの成長（概略図）

引用文献

- 赤沼敏春・宮川浩一. 2010. 新版 スイレンとハスの世界. エムピージェー, 横浜. 175pp.
- 角野康郎. 2014. ネイチャーガイド 日本の水草. 文一総合出版, 東京. 326pp.
- 川島淳平. 2010. スイレンハンドブック. 文一総合出版, 東京. 64pp.
- 宮野晃寿・藤岡正博・遠藤好和・佐藤美穂・諸澤崇裕. 2011. 調整池に繁茂する外来スイレン (*Nymphaea* spp.) のソウギヨ (*Ctenopharyngodon idella*) 導入による抑制. 筑大演報, 第27号: 47-70.
- 名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課. 2015. レッド

- データブックなごや2015 名古屋市の絶滅のおそれのある野生生物 植物編. 名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課, 名古屋, 385pp.
- 中村 肇. 2016. 牧野池における園芸スイレン対策, なごやの生物多様性 3: 89-93.
- 芹沢俊介・瀧崎吉伸. 2012. スイレン. STOP! 移入種守ろう! あいちの生態系～愛知県移入種対策ハンドブック～(愛知県). 愛知県環境部自然環境課, 名古屋. p.138.
- Slocum PD, Robinson P and Perry F. 1996. Water Gardening: Water Lilies and Lotuses. Timber Press, Portland. 322pp.

名古屋近郊におけるタイ類外来種の拡散状況

山内 喜朗

〒488-0014 尾張旭市三郷町中井田128-4

Distribution of alien liverworts in Nagoya and environs

Yoshiro YAMAUCHI

128-4 Nakaida, Sango-cho, Owariasahi, Aichi 488-0014, Japan

Correspondence:

Yoshiro YAMAUCHI Email: y6yama@gmail.com

要旨

既知のタイ類外来種の多くは社寺境内や公園、庭園など、人為の影響の大きい日当たりの良い地面に生育するが、東海地方での分布状況はよくわかっていない。本研究では、名古屋中心部から瀬戸市にかけての社寺におけるタイ類の分布を調査した。この結果、ウロコハタケゴケは当該地域に広く分布しており、社寺において最も普通にみられるタイ類となっていることが判明した。一方、ミカツキゼニゴケの明らかな分布拡大や、サビイロハタケゴケの生育は確認できなかった。

はじめに

蘚苔類の既知の外来種としては、セン類のコモチネジレゴケ (*Tortula pagorum*)、タイ類のミカツキゼニゴケ (*Lunularia curuciata*)、ウロコハタケゴケ (*Riccia lamellosa*)、サビイロハタケゴケ (*Riccia nigrella*)、キビノダンゴゴケ (*Sphaerocarpos donnellii*) などが知られている。このうち愛知県内では、コモチネジレゴケとミカツキゼニゴケが名古屋市内で、ウロコハタケゴケが豊橋市内で確認されているが、いずれも県内での分布拡大の兆しはみられない (愛知県, 2021) とされている。

コモチネジレゴケはオーストラリア原産の外来種と考えられており、街路樹など市街地の樹幹に生育する (秋山, 2016)。「成田, 2013」では名古屋市内の社寺における分布状況が詳細に調査されており、1997年と2012年の生育状況を比較した結果、分布の拡大は確認されず、在来種が駆逐される恐れはないと考察されている。

ウロコハタケゴケ (図1a) は、1999年に埼玉県で最初に見出され (古木, 2000)、近年、東京都周辺では本種の増加による在来のミヤケハタケゴケ (*Riccia*

miyakeana) やミドリハタケゴケ (*Riccia sorocarpha*) の減少が示唆されている (古木, 2020)。関西地方でも確認されており (道盛, 私信)、東海地方では豊橋市のほか、岐阜市 (天本・須山, 2017)、犬山市 (山内, 未発表) でも記録がある。

ミカツキゼニゴケ (図1c) は地中海沿岸の原産とされ、1920年代に広島、仙台、東京で確認された。近年ではヒメジャゴケ (*Conocephalum japonicum*) やフタバネゼニゴケ (*Marchantia paleacea* ssp. *diptera*) のような在来種の生育を脅かしている (古木, 2015)。

外来の蘚苔類のうち、ミカツキゼニゴケ、ウロコハタケゴケ、サビイロハタケゴケは「その他の総合対策外来種」に選定されている (環境省・農林水産省, 2015)。いずれも配偶体の茎と葉が分化していない葉状体型のタイ類であり、人為の影響が大きい裸地で生育が確認されているが、東海地方での分布に関する報告は少ない。そこで、本研究では名古屋近郊の社寺を対象として葉状体型タイ類の分布を調査し、タイ類外来種の拡散状況を明らかにした。

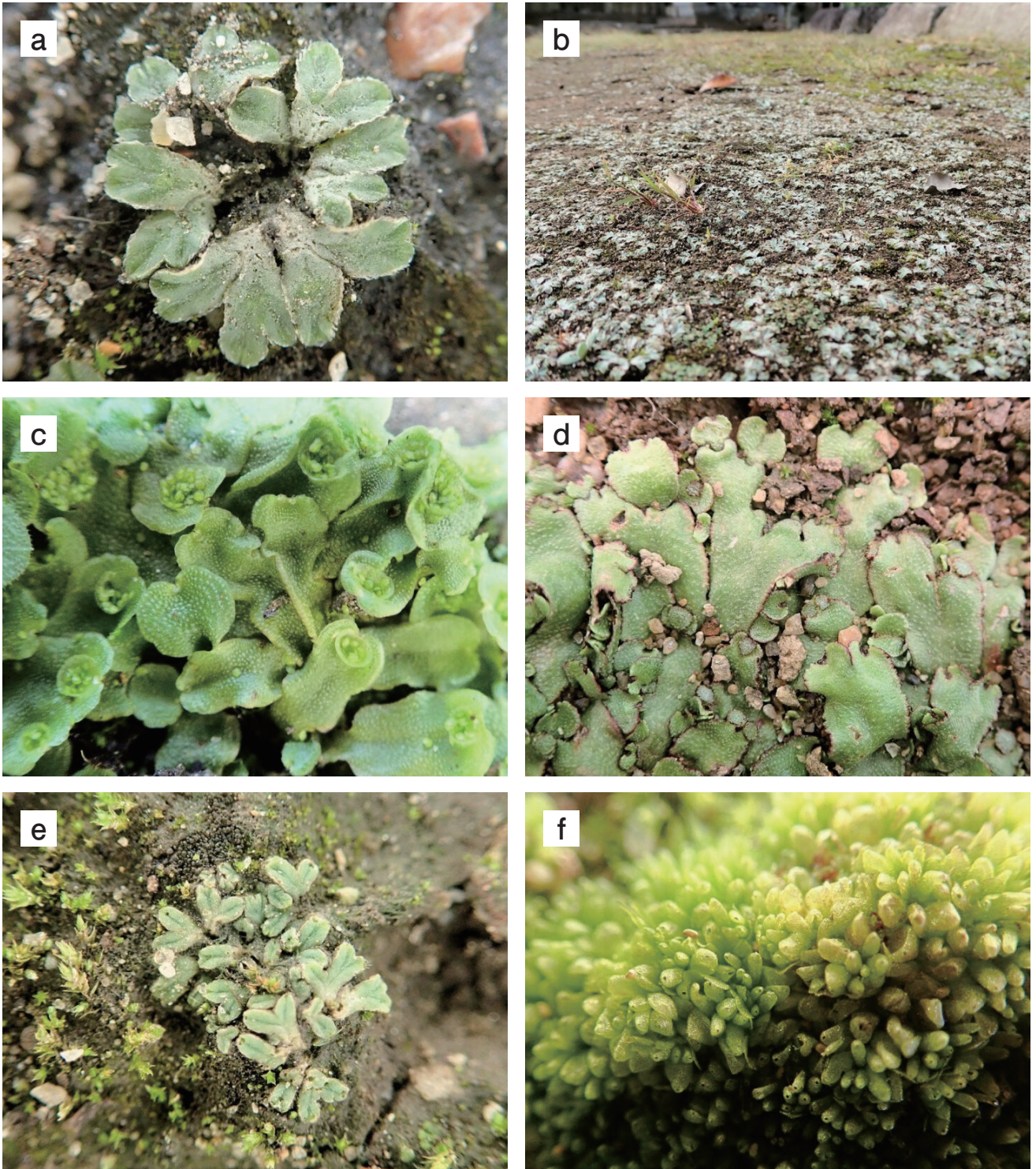


図1. 葉状体型のタイ類

a, ウロコハタケゴケ *Riccia lamellosa*, 葉状体は白緑色で周囲に白っぽい腹鱗片が目立つ, 名古屋市守山区 (Sep. 30. 2021). b, ウロコハタケゴケが境内の地表面を広く被覆する, 名古屋市東区 (Oct. 27. 2021). c, ミカヅキゼニゴケ *Lunularia cruciata*, 三日月形の無性芽器をつけている, 長久手市 (Oct. 16. 2021). d, ジンガサゴケ *Reboulia hemisphaerica*, 葉状体の周囲が赤みを帯びることが多い, 名古屋市東区 (Oct. 27. 2021). e, ミドリハタケゴケ *Riccia sorocarpa*, 名古屋市北区 (Oct. 27. 2021). f, キビノダンゴゴケ *Sphaerocarpos donnellii*, 生殖器を包む団子型の包膜をたくさんつける, 岡山県岡山市 (Feb. 23. 2020).

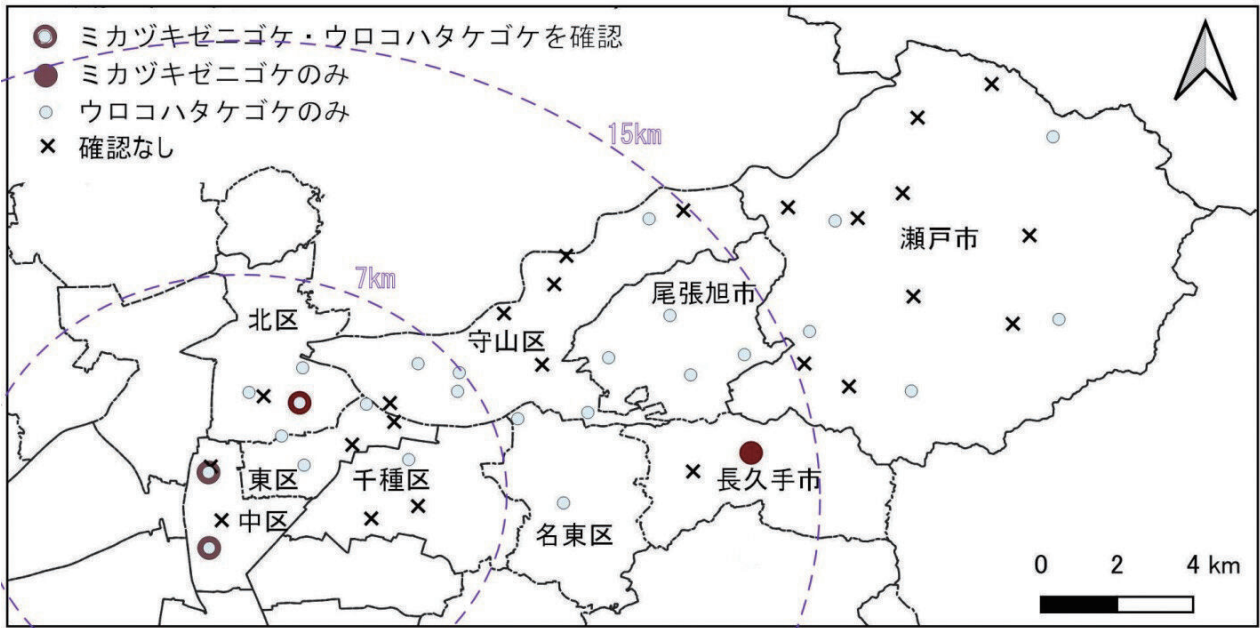


図2. 調査地点とタイ類外来種の確認地点
備考：7 km, 15 kmは中区栄からの距離

調査方法

名古屋市中区から瀬戸市にかけて、村社や式内社といわれる各地区の中小規模の神社を中心に50地点を調査地点として選定し、2021年9月から10月にかけて踏査調査を実施した(図2)。

調査範囲は、参道周辺や社務所、社殿周囲など自由に立ち入り可能な範囲にある土壌被覆部分とした。各調査地点について、社寺の規模等に応じて10分間から30分間の踏査観察を行い、出現する葉状体型のタイ類を記録した。また、野外での同定が不確実なものについては少量を採集し、実体顕微鏡及び光学顕微鏡を用いて同定した。

なお調査結果のとりまとめにあたって、名古屋市中区栄から7 km圏内を名古屋中心部、15 km圏内を名古屋近郊、15 km以遠の区域を郊外～山間部とした。

調査結果

調査の結果、計16種のタイ類を確認した(表1)。外来種はウロコハタケゴケとミカツキゼニゴケの2種であった。また、ウキゴケ属(genus *Riccia*)が計6種確認された。

ウロコハタケゴケは25地点で確認され、名古屋中心部での出現率は60%、名古屋近郊では53%と高く、郊外～

山間部では33%であった。参道や社殿、社務所周辺など、境内のあらゆる場所での生育がみられ、特に人の踏圧により踏み固められた地表面での生育が目立った。また、多くの地点では地表面を広くウロコハタケゴケが被覆している状況がみられ(図1b)、社寺境内の景観に影響を及ぼしている。

ミカツキゼニゴケの確認は4地点のみ、そのうち3地点は名古屋中心部であった。いずれの生育地も日常的に竹ぼうきなどで掃き清められると思われる場所であったが、ウロコハタケゴケよりは踏圧の少ない場所を好む傾向があるようだった。また、いずれの確認地点でもウロコハタケゴケのように地面広く覆いつくすことはなく、数10 cm程度の大きさのコロニーが1か所から数か所点在している状況であった。

最も出現率が高かったのはジンガサゴケ(*Reboulia hemisphaerica*: 図1d)であった。ジンガサゴケは民家の庭などでも普通に生育しており、都市部の環境にもよく適応した種である。出現率は名古屋中心部では75%、名古屋近郊では40%、郊外～山間部では33%と、名古屋中心部で高い傾向がみられた。参道から外れた場所など、比較的人に踏まれることの少ない安定した場所で多く確認された。

山内 (2023) 名古屋近郊におけるタイ類外来種の拡散状況

表 1. 確認地点数と出現率

備考：名古屋中心部は中区栄から 7 km 圏内，名古屋近郊は 15 km 圏内，郊外～山間部は 15 km 以遠

学名	和名	確認地点数 (出現率)			
		名古屋中心部 (20地点)	名古屋近郊 (15地点)	郊外～山間部 (15地点)	全体 (50地点)
外来種					
<i>Lunularia cruciata</i>	ミカヅキゼニゴケ	3 (15%)	1 (7%)	—	4 (8%)
<i>Riccia lamellosa</i>	ウロコハタケゴケ	12 (60%)	8 (53%)	5 (33%)	25 (50%)
在来種					
<i>Reboulia hemisphaerica</i>	ジンガサゴケ	15 (75%)	6 (40%)	5 (33%)	26 (52%)
<i>Aytoniaceae</i> sp.	ジンガサゴケ科sp.	1 (5%)	—	—	1 (2%)
<i>Conocephalum orientalis</i>	ジャゴケ	—	1 (7%)	2 (13%)	3 (6%)
<i>Conocephalum japonicum</i>	ヒメジャゴケ	1 (5%)	1 (7%)	6 (40%)	8 (16%)
<i>Dumortiera hirsuta</i>	ケゼニゴケ	—	—	2 (13%)	2 (4%)
<i>Marchantia polymorpha</i>	ゼニゴケ	1 (5%)	1 (7%)	3 (20%)	5 (10%)
<i>Riccia bifurca</i>	ハタケゴケ	—	1 (7%)	1 (7%)	2 (4%)
<i>Riccia huebeneriana</i>	コハタケゴケ	—	1 (7%)	—	1 (2%)
<i>Riccia sorocarpha</i>	ミドリハタケゴケ	5 (25%)	1 (7%)	1 (7%)	7 (14%)
<i>Riccia subbifurca</i>	ヒメハタケゴケ	1 (5%)	—	1 (7%)	2 (4%)
<i>Riccia</i> sp.	ウキゴケ属sp.	1 (5%)	1 (7%)	1 (7%)	3 (6%)
<i>Fossombronia japonica</i>	ウロコゼニゴケ	—	1 (7%)	—	1 (2%)
<i>Pallavicinia</i> sp.	クモノスゴケ属sp.	—	—	1 (7%)	1 (2%)
<i>Apopellia endiviifolia</i>	ホソバミズゼニゴケ	—	1 (7%)	4 (27%)	5 (10%)
確認種数		9種	12種	12種	16種

ミドリハタケゴケ (図 1e) は葉状体が非常に小さい在来のタイ類であり，名古屋中心部を中心に 7 地点で確認した。いずれの地点も，ウロコハタケゴケに混じって少数の個体が生育している状況であった。調査精度を向上させることによってより多くの地点で生育を確認できる可能性がある。

調査地点ごとの確認種数を図 3 に示した。調査地点により 0 種から 6 種を確認した。名古屋中心部や瀬戸市の山間部でやや種数が多い傾向がみられた。区域ごとの傾向では，名古屋近郊ではウロコハタケゴケとジンガサゴケ以外の確認が少ないのに対し，名古屋中心部ではこれらに加えてミドリハタケゴケの確認も多く，郊外～山間部ではヒメジャゴケ，ゼニゴケ (*Marchantia polymorpha*)，ホソバミズゼニゴケ (*Apopellia endiviifolia*) など，比較的多くの種を確認した (表 1)。

考察

本研究では，各調査地点とも短時間の踏査を行ったの

みであるため，特に草本の下に生育する種や少量しか生えていない種を見落としている可能性がある。しかし，外来の葉状体型タイ類は全て，日当たりの良い地表に生育しているため，分布の傾向は概ね把握できたと考えられる。

ウロコハタケゴケは，今回確認されたタイ類の中ではジンガサゴケと同程度に出現率が高かった。また確認地点の多くでは土壤被覆部分の広い範囲に生育しており，名古屋中心部から近郊の社寺においては，ウロコハタケゴケが既に最も優占的なタイ類となっている。在来のミドリハタケゴケと混在して生育している地点では，ミドリハタケゴケは少数個体が散生しているのに対し，ウロコハタケゴケは周囲一面を覆いつくしており，ミドリハタケゴケの生育を圧迫している恐れがある。

ウロコハタケゴケの過去の名古屋周辺での分布状況は不明であるが，1999年に国内で初めて報告されたことを踏まえると，この 20～30 年程度の間で急激に広がった可能性が高い。踏み固められた地表面を好むことから，靴

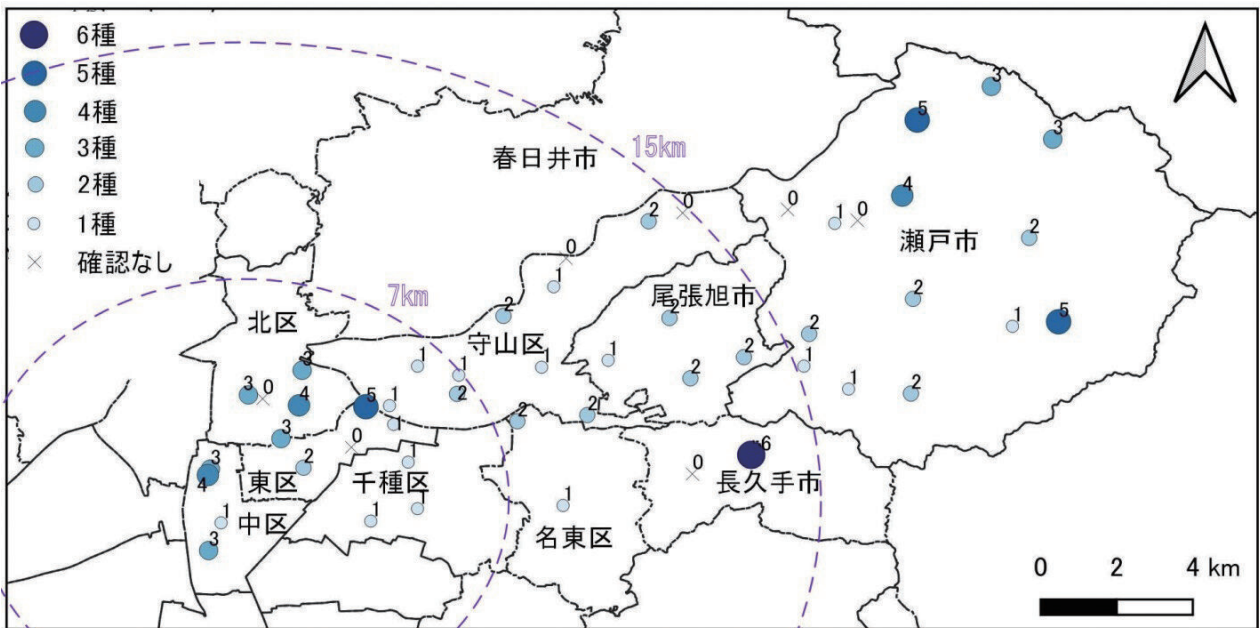


図3. 各調査地点における確認種数
備考：7 km, 15 kmは中区栄からの距離, 数字は確認種数

底に付着した胞子を介して分布域を拡大していると考えられる。また、名古屋中心部や近郊での出現率が郊外～山間部よりも高いことから、今後も郊外から山間部へと分布域を広げていく可能性がある。今回確認されなかった調査地点についても継続的に調査を行い、分布の拡大を注視していく必要がある。

ミカヅキゼニゴケの生育確認は4地点のみであり、公園や庭園など、社寺以外についても調査を行う必要があるが、少なくとも現状では在来のタイ類の生育を脅かすような増加は起きていないと考えられる。

なお、サビイロハタケゴケは、国内では1997年に皇居内で初めて採集された。その後、南関東の数多くの地点で確認され(河津・古木, 2005)、最近では岡山県からも報告されている(川合・木口, 2021)。本調査では、明らかにサビイロハタケゴケと判断できる個体は確認できなかったが、名古屋近郊においても一旦侵入すると急激に分布域を広げていく可能性があるため、注意深い監視が必要である。

また、キビノダンゴゴケ(図1f)は2009年に岡山市内で見つかった(西村ほか, 2012)。岡山市郊外の生育地では、冬季の水田の湿った土上に大群落を形成している。現在のところ岡山県以外に定着しているとの報告は

ないが、特徴的な形態からコケ愛好家に人気の高い種でもあるため、人為的に名古屋市近辺に持ち込まれ、屋外に逸出することが危惧される。

謝辞

本稿の執筆に当たり、千葉県立中央博物館の古木達郎博士にはハタケゴケ類の分布状況や同定などについて多くの有益な情報提供と助言を、大阪市自然史博物館の道盛正樹氏には関西におけるウロコハタケゴケの分布情報についてご教示いただいた。ここに記してお礼申し上げます。

引用文献

愛知県環境調査センター. 2021. ブルーデータブックあいち2021. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 愛知. 14p.

秋山弘之. 2016. 新・コケ百選 第17回 センボンゴケ科. 蘚苔類研究, 11(7): 221-226.

天本匡宥・須山知香. 2017. 岐阜市で侵略的外来種ウロコハタケゴケ *Riccia lamellosa* を確認. 岐阜県植物研究会誌, 33: 25-28.

古木達郎. 2020. 新・コケ百選 第21回ウキゴケ科. 蘚苔

- 類研究, 12(4): 106-117.
- 古木達郎. 2015. 新・コケ百選 第15回 ミカヅキゼニゴケ科, ヤワラゼニゴケ科, アズマゼニゴケ科, ハマグリゼニゴケ科, ヒカリゼニゴケ科. 蘚苔類研究, 11(5): 147-153.
- 古木達郎. 2000. 日本新産の*Riccia lamellosa* Raddi (ウロコハタケゴケ: 新称). 蘚苔類研究, 7(10): 314-316.
- 環境省・農林水産省. 2015. 我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list/list.pdf>, 2021年11月
- 21日確認
- 川合啓二・木口博史. 2021. 岡山県で新たに確認された蘚苔類. 岡山コケの会ニュース, 52: 8-9.
- 河津英子・古木達郎. 2005. 日本新産の*Riccia nigrella* DC. (サビイロハタケゴケ: 新称). 蘚苔類研究, 9(1): 6-11.
- 成田 務. 2013. コモチネジレゴケ *Tortula pagorum* の生育15年間の変動. 鳳来寺山自然科学博物館 館報, 42: 17-20.
- 西村直樹・田村英子・嶋村正樹・古木達郎. 2012. ダンゴゴケ属タイ類の1種が日本でも見つかる. 蘚苔類研究, 10(8): 245-249.

ササオカゴケの愛知県での現状と名古屋市の新産地

山内 喜朗⁽¹⁾ 早野 則子⁽¹⁾ 鶴沢 美穂子⁽²⁾

⁽¹⁾ 苔むす会 〒488-0014 尾張旭市三郷町中井田128-4

⁽²⁾ ミュージアムパーク茨城県自然博物館 〒306-0622 茨城県坂東市大崎700

Present state and new locality of *Sasaokaea aomoriensis* (Paris) Kanda in Aichi Prefecture, Japan

Yoshiro YAMAUCHI⁽¹⁾ Noriko HAYANO⁽¹⁾ Mihoko UZAWA⁽²⁾

⁽¹⁾ Kokemusukai, 128-4 Nakaida, Sango-cho, Owariasahi, Aichi 488-0014, Japan

⁽²⁾ Ibaraki Nature Museum, 700 Osaki, Bando, Ibaraki 306-0622, Japan

Correspondence:

Yoshiro YAMAUCHI Email: y6yama@gmail.com

要旨

ササオカゴケ (*Sasaokaea aomoriensis* (Paris) Kanda) は東アジアに広く分布している蘚類であるが、日本国内の既知の産地は限られており、環境省レッドリストの絶滅危惧 I 類となっている。愛知県内では、1950年代から1970年代にかけて美浜町内と新城市旧作手村内の2か所で標本が採集されているが、これらの正確な採集地点は不明である。本調査では、これら産地でのササオカゴケの生育状況を探索したところ、美浜町内の産地は既に消失したと考えられ、旧作手村内では良好な生育が確認された。さらに、名古屋市守山区内の湿地において、愛知県で3か所目のササオカゴケの産地を発見した。今後は、現存する産地での生育環境を保全するとともに、新たな産地の発見が期待される。

はじめに

ササオカゴケはヤナギゴケ科の蘚類で、本州から九州の各地と台湾に生育しており (Koponen and Lai, 1978; 神田, 1989; 鶴沢, 2010; 堀ほか, 2012; 澤田ほか, 2018; 土永ほか, 2020; 根本ほか, 2020), 最近では韓国の済州島やロシア沿海州からも報告されている (Yoon et al., 2015; Cherdantseva et al., 2018).

近畿地方では、一部の産地で消失したり確認できなくなっており (堀ほか, 2012), 環境省レッドリスト2020では絶滅危惧 I 類として掲載されている (環境省, 2020). また、多くの都道府県版レッドリストにも掲載されているが、愛知県版レッドリストには記載がない (愛知県環境調査センター, 2020).

本種は蘚類の中では比較的大型で、茎が10 cm以上に

なり、1 cmくらいの枝が羽状に分枝する。雌雄異株で、茎には長い毛葉が生え、葉は乾燥するとやや鎌状に曲がるといった特徴がある (Kanda, 1976).

愛知県内の記録としては、高木典雄博士によって1956年に美浜町で、1974年に新城市旧作手村内で採集された標本があり、いずれも名古屋大学博物館 (NUM) に収蔵されているが、詳細な採集地点は記録されていない。

今回は、これらの採集地点と考えられる一帯の調査を行い、生育状況の現状を確認した。また、名古屋市の湿地において新たに本種の生育を確認したので、愛知県内で3番目の産地として報告する。

美浜町の産地

高木博士の標本を検鏡したところ、造卵器をつけた雌

個体が確認できた (図 1 a, b).

標本袋に「上野間～河和 吉田池畔」と記載されていることから、2020年10月18日に美浜町の吉田池周辺の現地調査を行った。その結果、吉田池畔 (図 1 c) でササオカゴケの生育していた可能性の特に高い池の上流側一帯は美浜町総合公園グラウンドとなっており、また池の周囲にも本種の生育に適した湿地環境はみられず、生育は確認できなかった。

旧作手村の産地

高木博士の標本を検鏡したところ、造精器をつけた雄株であった (図 1 d, e)。

標本袋に「長ノ山湿原の北東で採取」と記載されているのを手掛かりに、2018年3月29日と2020年10月17日に湿原周辺の現地調査を行った。湿原南西側周縁部の2か所で、水深1から2 cm程度の泥炭質の地表やその周囲の草刈の行われている湿った土手に生育しているのを確認した (図 1 f)。いずれも1 m²未満の狭い範囲をまばらに被覆していた。採集した株の生殖器官を確認したところ、未授精の造卵器をつけた雌株が含まれていたが、雄株は確認できなかった。また、2022年2月26日に再度調査したところ、湿原の北東側の外れの水深10 cm程度の水たまりやその周囲に、0.5×3 m程度の範囲で旺盛に生育しているのを確認した (図 1 g) が、生殖器官や胞子体は見つからなかった。

名古屋市における新産地

著者の早野が名古屋市守山区の低湿地でササオカゴケを見出したため、2021年12月26日と2022年3月19日に現地調査を行った。

関係者によると、生育地 (図 1 k) は2001年以降は耕作放棄されている湿田跡であり、2016年から草刈による湿地管理を開始したという。現在は一年を通じて湧水と雨水により涵養される湿地となっており、生育地周辺は高さ50 cmほどのチゴザサ *Isachne globosa* (Thunb.) Kuntzeが優占する草地で、ヨシ *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. や マツカサススキ *Scirpus mitsukurianus* Makino といった高茎草本がまばらに生えていた。蘚苔類では、ササオカゴケのほか、オオアオシノブゴケ *Thuidium subglaucinum* Cardot、ヤナギゴケ

Leptodictyum riparium (Hedw.) Warnst., ヒロハヤナギゴケ *Leptodictyum radicale* (P.Beauv.) Kanda, コツボゴケ *Plagiomnium acutum* (Lindb.) T.J.Kop. が生育していた。

ササオカゴケはおおよそ3×5 mの範囲に優占して被覆していたほか、1 m²前後のパッチ状の群落を2か所確認できた。周囲の湿地は水深1 cmから2 cm程度の泥質であるが、本種の生育地はわずかに盛り上がった水没しにくい場所で、泥の上を高密度に覆っている部分や枯草、低茎草本を覆うように生えている部分、チゴザサの基部をまばらに絡みつくように生えている部分 (図 1 l) などが混在していた。

採取した株の中には造卵器を多数つけた雌株が多く確認できた (図 1 i, j) が、いずれも未授精であり、雄株や胞子体は見つからなかった。

考察

ササオカゴケについては、これまで十分な調査が行われてこなかった可能性があるため、今後も愛知県内の新たな産地の発見が期待される。しかしながら、本種の生育適地となる湿地や湿田が全国的に減少してきている中で、愛知県内において旧作手村と名古屋市の産地の保全は極めて重要である。

美浜町の吉田池畔は、現状ではササオカゴケが生育できる湿地が存在しないため、産地が消失したと考えられる。

旧作手村の産地のうち、湿地南西側の生育地は保護地区として保全され除草等の管理も行われているが、2か所の生育地ともごく小規模であり、消滅の恐れがある。また、北東側の生育地は良好な状態ではあるものの、保護地区外にあり、今後の保全が担保されていない。

名古屋市の産地は、地元の保全団体による植生調査や除草が行われているが、周辺まで都市開発が迫っており、生育地の水文環境が今後とも維持できるのか懸念される。このような状況から、いずれの産地とも今後の生育状況を注視していく必要がある。

茨城県妙岐ノ鼻では、ササオカゴケの生育している場所では、生えていない場所と比べてヨシ群落の茎高が有意に低いという結果が得られている (杉村・鶴沢, 2015)。ササオカゴケの保全のためには、ある程度の日



図1. ササオカゴケ

a-b, 美浜町のササオカゴケ : a, 植物体. b, 造卵器をつけた茎 (a-b, *N. Takaki 17158*). c, 美浜町吉田池 (Oct. 18. 2020). d-g, 旧作手村のササオカゴケ : d, 植物体. e, 造精器 (d-e, *N. Takaki 43482*). f, 湿原南西側生育地 (Oct. 17. 2020). g, 湿原北東の生育地 (Feb. 26. 2022). h-l, 名古屋市のササオカゴケ : h, 植物体. i, 生殖器をつけた茎. j, 造卵器と側糸 (h-j, *Y. Yamauchi 2997*). k, 生育地の状況 (チゴザサ群落の地表面に広がる), 名古屋市守山区 (Mar. 19. 2022). l, 生育状況 (Dec. 26. 2021).

Fig. *Sasaokaegoke aomoriensis* (Paris) Kanda

a-b, *S. aomoriensis* of Mihama-cho : a, plant. b, stem with archegonia (a-b, *N. Takaki 17158*). c, Yoshidaike-pond of Mihama-cho (Oct. 18. 2020). d-g, *S. aomoriensis* of Tsukude : d, plant. e, antheridia (d-e, *N. Takaki 43482*). f, habitat of the southwest side of the swamp (Oct. 17. 2020). g, habitat of the northeast of the swamp (Feb. 26. 2022). h-l, *S. aomoriensis* of Nagoya-shi : h, plant. i, stem with sex organs. j, archegonia and paraphyses (h-j, *Y. Yamauchi 2997*). k, habitat (grow on the ground of *Isachne globosa* community), Nagoya-shi, Moriyama-ku (Mar. 19. 2022). l, plant (Dec. 26. 2021).

照を確保することが重要と考えられるため、ヨシなどの高茎草本を中心に年1回適度の除草管理を継続することが望ましいと思われる。

旧作手村の産地では、現地調査では雌株のみの確認であったが、高木博士の標本では雄株であった。標本採取場所と本調査での確認地点とは同一の場所ではないかもしれないが、長ノ山湿原周辺には雄雌個体が近接して生育している可能性も考えられる。今後、孢子体を形成する可能性を期待して、引き続き観察を行いたい。

謝辞

美浜町や旧作手村の調査に同行いただいた苔むす会の皆さん、名古屋市の調査にご協力いただいた伝える会の皆さんにお礼申し上げます。また、標本の使用を許可いただいた名古屋大学博物館の西田佐知子博士、旧作手村での調査許可をいただいた愛知県及び新城市にお礼申し上げます。

Sasaokaea aomoriensis (Paris) Kanda

Specimens examined : Japan, Honshu, Aichi- Pref., Nagoya-shi, Moriyama-ku, Nakashidami, on cray, Dec. 26, 2021, female plants, *Y. Yamauchi 2997*. Shinshiro-shi, Tsukude-Iwanami, on submerged peat, Mar. 29, 2018, *M. Uzawa 4458*. Shinshiro-shi, Tsukude-Iwanami, on submerged peat, Oct. 17, 2020, female plants, *M. Uzawa 5659*. Shinshiro-shi, Tsukude-Iwanami, submerged, Feb. 26, 2022, *Y. Yamauchi 3104*. Shinshiro-shi, Tsukude-Iwanami, Sep. 29, 1974, male plants, *N. Takaki 43482* as *Drepanocladus aomoriensis* (NUM). Mihama-cho, Yoshidaike-pond, Oct. 29, 1956, female plants, *N. Takaki 17158* as *Drepanocladus japonicus* (NUM).

(生育地の詳細な位置情報は保全のために省略、著者採取の証拠標本は、茨城県自然博物館 (INM) に収蔵)

引用文献

- 愛知県環境調査センター. 2020. レッドデータブックあいち2020-植物編-. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 愛知, 809p.
- Cherdantseva, V. Y., O. Y. Pisarenko, M. S. Ignatov, E. A. Ignatova, V. E. Fedosov, S. V. Dudov, V. A. Bakalin. 2018. Mosses of the southern Russian FarEast, an annotated check-list. *Botanica Pacifica*, 7(2): 1-29.
- 土永浩史・鶴沢美穂子・秋山弘之. 2020. 紀伊半島南部のササオカゴケ. *蘚苔類研究*, 12(5): 130-132.
- 堀 清鷹・笠井 譲・村上哲明. 2012. ササオカゴケの滋賀県における新産地. *蘚苔類研究*, 10(8): 257-258.
- Kanda, H. 1976. A revision of the family Amblystegiaceae of Japan II. *The Journal of Science of the Hiroshima University series B, Div.2 (Botany)*, 16(1): 47-119.
- 神田啓史. 1989. ササオカゴケ九州に産する. *日本蘚苔類学会会報*, 5(3): 37.
- 環境省. 2020. 【蘚苔類】環境省レッドリスト2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>, 2022年6月12日確認
- Koponen, T. and M.-J. Lai. 1978. Notes on the moss flora of Taiwan. I. *Eurhynchium*, *Racomitrium* and *Sasaokaea*. *Annales Botanici Fennici*, 15(2): 81-84.
- 根本秀一・鶴沢美穂子・澤田 満. 2020. ササオカゴケの福島県での現状と新産地. *蘚苔類研究*, 12(3): 79-80.
- 澤田 満・石戸谷芳子・乗田利一・鶴沢美穂子. 2018. 青森県つがる市と青森市で発見したササオカゴケについて. *蘚苔類研究*, 11(11): 313-314.
- 杉村康司・鶴沢美穂子. 2015. 茨城県妙岐ノ鼻(浮島湿原)のヨシ群落の立地指標としてのコケ植物. *保全生態学研究*, 20(1): 27-34.
- 鶴沢美穂子. 2010. 茨城県妙岐ノ鼻におけるササオカゴケの発見. *蘚苔類研究*, 10(2): 53-55.
- Yoon, Y.-J., B. C. Tan and B.-Y. Sun. 2015. Seven new records of overlooked South Korean moss species. *Hattoria*, 6: 57-61.

名古屋市内で9年ぶりに再確認されたアナグマ *Meles anakuma*

曾根 啓子⁽¹⁾ 野呂 達哉^{(2) (3)}

⁽¹⁾ なごや生物多様性センター 〒468-0066 愛知県名古屋市天白区元八事五丁目230番地

⁽²⁾ なごや生物多様性保全活動協議会 〒468-0066 愛知県名古屋市天白区元八事五丁目230番地

⁽³⁾ 四日市大学環境情報学部 〒512-8512 三重県四日市萱生町1200番地

Reconfirm of Japanese badger (*Meles anakuma*) in Nagoya city, central Japan

Keiko SONE⁽¹⁾ Tatsuya NORO^{(2) (3)}

⁽¹⁾ Naogya Biodiversity Center, 230 Motoyagoto 5-chome, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi 468-0066, Japan

⁽²⁾ The Naogya Biodiversity Conservation Activity Council, 230 Motoyagoto 5-chome, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi 468-0066, Japan

⁽³⁾ Faculty of Environmental and Information Sciences, Yokkachi University, 1200 Kayo-cho, Yokkaichi, Mie 512-8512, Japan

Correspondence:

Keiko SONE E-mail: sonekei@hotmail.co.jp

要旨

2022年7月6日、名古屋市西区歌里町の整備工場に1頭のアナグマ*Meles anakuma*が出没し、捕獲された。この個体は今春に生まれた雌の幼獣で、母獣から離れて巣穴に戻れなくなり、工場に迷い込んだものと推察された。市内で本種の生息が確認されたのは、2013年に緑区鳴海町で確認されて以来9年ぶりのことである。

はじめに

アナグマ*Meles anakuma*は食肉目イタチ科アナグマ属に分類される中型哺乳類で、日本では本州、九州、四国に広く分布している (Kaneko, 2009)。アナグマは低山帯の森林や低木林に巣穴のトンネルを掘り、血縁の家族群で生活している (Kaneko, 2009)。愛知県では、個体数が比較的多いとされる三河山間部では農作物を加害する害獣とみなされている (子安・織田, 2020)。その一方で、名古屋市のような都市部では生息の記録が乏しく、名古屋市のレッドリストでは絶滅危惧IA類に指定されている (名古屋市環境局環境企画部環境企画課, 2020)。市内におけるアナグマの生息記録は圧倒的に不足しており、過去40年間で見てみても、確実な記録は2013年9月に緑区鳴海町大清水のブドウ畑で捕獲された一例のみである (野呂, 2015)。ところが今回、2022年7月6日に西区歌里町の整備工場で、1頭のアナグマが

出没し、捕獲されるという例が発生した。市内でアナグマが確認されたのは先の緑区における捕獲例から実に9年ぶりのことであり、極めて希少な事例であると考えられる。そこで、本稿では、個体の発見から捕獲までの経緯について記録を残すとともに、解剖で得られた知見および周辺での生息の可能性について補記することとする。

発見から捕獲までの経緯

2022年7月6日の午前9時頃、名古屋市西区歌里町 (図1) にある整備工場の一角に見慣れない動物が1頭うずくまっているのを工場の従業員が発見し、なごや生物多様性センター (以下、センター) に通報した。通報時に寄せられた動物の外見の特徴から、アナグマである可能性が高いと考えられたため、同日の午後にセンター職員が現地へ赴き、その動物を発見した際の経緯について



図1. 名古屋市内におけるアナグマの生息確認場所。
図中の1は西区歌里町（2022年7月6日に確認）、2は緑区鳴海町大清水（2013年9月に確認）をそれぞれ示している。なお、図中の網掛部分は緑地を示している。

て追加で聞き取りを行った。発見者の話では、「タヌキでもアライグマでもないネコ程の大きさの動物で、インターネットの画像で見たアナグマに似ている」、「3日前（7月3日）から工場内で動物の気配を感じ、その動物が排泄したとみられる糞を確認した」とのことであった。聞き取りを行っている際、工場の一隅から物音がしたため、その場所を確認したところ、1頭のアナグマが潜んでいるのが確認された（図2a）。体格が明らかに小柄であったことから、幼獣であると考えられた。「3日前から気配を感じた」という発見者の証言を考慮すると、今後この個体が自力で移動し、元の生息場所に戻れる見込みは低く、例えこの場所に放置したとしても元の生息場所に戻れる保証はなく、また戻れなかった場合、単独で生存し続けるには幼すぎるものと推察された。このような状況に加えて、整備工場の住民からも「居続け

てもらっては困る」という要望があったため、有害鳥獣捕獲の許可の下、この個体を捕獲することとした。捕獲にあたっては、捕獲の許可を受けた業者が個体をハーネスで生け捕りにして箱ワナに収容し（図2b）、安楽死させた後にセンターに収容した。

解剖・標本化

捕獲された個体（Field No. 22070651）は外部形態計測の後に、解剖および標本化に供された。この個体は、体重2,950 g、頭胴長522 mm、尾長140 mm、後足長87 mm、耳長34.7 mm、性別は雌で、金子（2001）が報告している体サイズとの比較から、生後3か月程の幼獣であると判断された。解剖時、膀胱に腫瘍が認められた。腫瘍の大きさは、短径が2.5 cm程、長径が3 cm程で、切開したところ線虫とみられる虫体が複数確認された

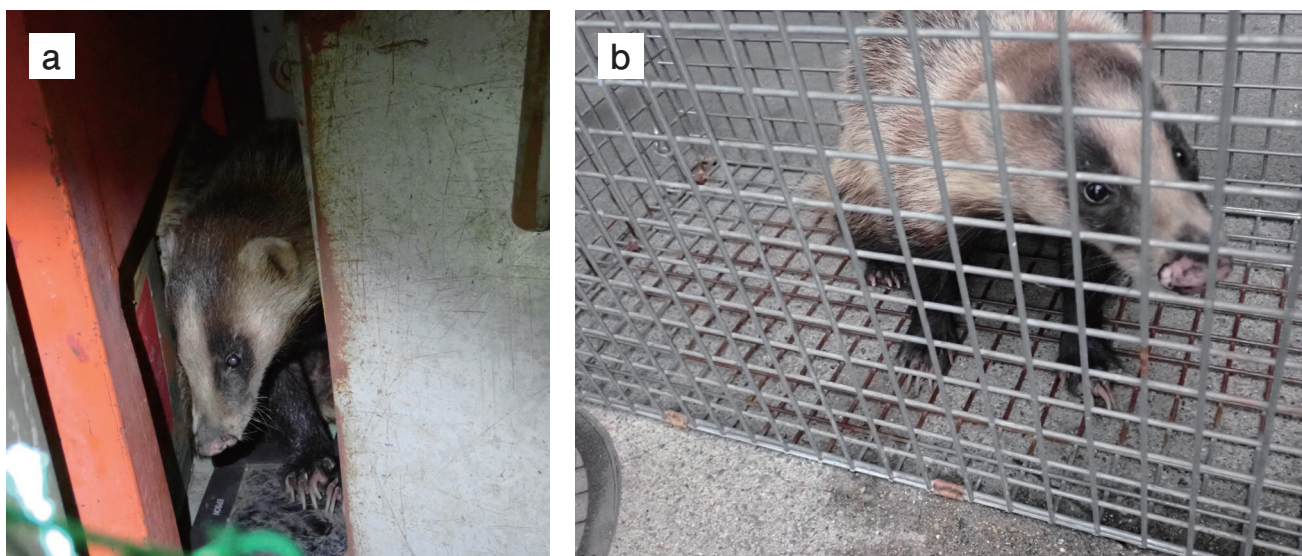


図2. 2022年7月6日に名古屋市西区歌里町に出没したアナグマの幼獣 (Field No. 22070651). (a) 工場の一角に隠れているところ, (b) ハーネスで捕獲して箱ワナに収容したところ.

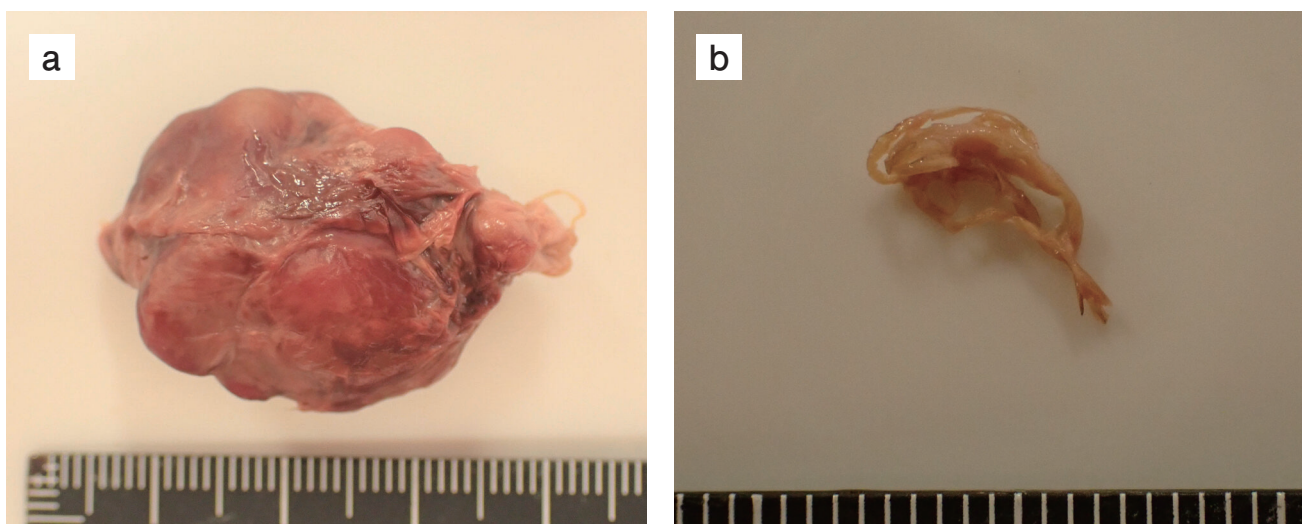


図3. アナグマの幼獣 (Field No. 22070651) の膀胱に認められた (a) 腫瘍および (b) 虫体.

(図3). アナグマの膀胱・尿管には線虫が高頻度で寄生することが報告されており (姉崎・坂庭, 2011), 今回も同様の症例であると考えられた. この腫瘍は70%エタノール液に漬けられ, 液浸標本として保管された. また, 頭骨を含む骨格, 毛皮, 筋組織ならびに消化管が採取され, それぞれ骨格標本, 仮剥製標本, 液浸標本として, センターに収蔵された.

考察

今回, 2013年に緑区鳴海町で確認されて以来9年ぶり

に, 市内でアナグマの生息が確認された. この個体は幼獣であったことから, 発見場所近くで繁殖した個体であることが示唆された. アナグマの成獣メスは巣穴内で4月に出産し, そのまま授乳をしながら6月頃まで単独で仔育てを行い, 仔が離乳時期になった直後は1頭ずつ, 慣れてくると全頭を連れて採食へ出かけるようになるとされている (金子, 2008). 今回の例では, 7月初旬という時期や体サイズからみて, 発見された個体は生後3か月程の幼獣であり, 成長段階としては離乳が済み, 母獣と連れ立って巣穴の外に出ている頃であると推察され

た。以上のことから、巣穴から親仔で遠征した際に、何らかの理由で母獣から離れてしまった仔が、巣穴に戻ることが出来ず、発見場所の整備工場に迷い込んだと考えられた。この整備工場がある西区歌里町は都市域の住宅地であるが、都市公園の五町公園（面積3.3 ha）と隣接している。さらに1 km 圏内に洗堰緑地（面積24.71 ha）、庄内緑地（面積47.39 ha）といった大規模な公園緑地があり、一級水系である庄内川沿いの緑地帯と接している。公園緑地内には、樹林地や草場が広がっており、例えば洗堰では著者の一人（曾根）が2年前にシベリアイタチの死体を拾得した経験がある。また、庄内川沿いの河川敷に広がる緑地では、タヌキ、アカギツネといった中型食肉類が自動撮影カメラで撮影されている（内藤・野呂、未発表）。これらのことから、今回の発見場所である整備工場周辺には、アナグマを含む中型食肉類にとって生息可能な環境が残っていると考えられる。さらに、これらの地域から庄内川沿いに20 km程上流にある守山区の上志段味地区において、2021年度の秋・冬季にイノシシの生息確認用として設置された自動撮影カメラに、アナグマが写っていたという情報が得られている（丹井、私信）。したがって、今回発見された個体は、庄内川の上流域から流出し、周辺の緑地で繁殖した個体であった可能性が高い。近年、都市化の進んだ地域においてもアナグマの生息が確認されている（長光・金子，2017；宮川尚子・下稲葉，2022）。名古屋市内では、アナグマの確認事例は極めて少ないが、今後、増加する可能性もあり、モニタリングを継続していく必要があるだろう。

謝辞

名古屋市内のアナグマの生息情報を提供して下さった（有）トップ・クリエイティブの丹井 隆氏にお礼申し上げます。なお、本活動は「なごや生物多様性保全活動協議会・動物調査と保全対策部会」の支援を受けました。

引用文献

- 姉崎智子・坂庭浩之. 2011. 群馬県のアナグマの膀胱にみられた *Tetragomphius melis* 寄生報告. 哺乳類科学, 51: 59-63.
- 金子弥生. 2001. 東京都日の出町におけるニホンアナグマ (*Meles melis anakuma*) の生活環. 哺乳類科学, 41: 53-64.
- 金子弥生. 2008. ニホンアナグマ-群れ生活も行うイタチ科大型種. 増田隆一 (編). 日本の食肉類-生態系の頂点に立つ哺乳類, pp. 175-199. 東京大学出版会, 東京.
- Kaneko, Y. 2009. *Meles anakuma* Temminck, 1844. In: Ohdachi S., Y. Ishibashi, M. A. Iwasa, and T. Saitoh (eds.), The Wild Mammals of Japan, pp. 258-260. SHOUKADOU Book Sellers and the Mammalogical Society of Japan, Kyoto.
- 子安和弘・織田銃一. 2020. ニホンアナグマ *Meles anakuma* Temminck. 愛知県環境調査センター (編). 愛知県の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブック2020-動物編-, p. 91. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 名古屋.
- 宮川尚子・下稲葉さやか. 2020. 千葉県立中央博物館敷地内 (千葉市中央区) におけるニホンアナグマ *Meles anakuma* の出現記録. 千葉中央博研究報告, 16(1): 69-72.
- 長光郁実・金子弥生. 2017. 東京都府中市の微小緑地における食肉目動物の生息状況. 哺乳類科学, 57(1): 85-89.
- 名古屋市環境局環境企画部環境企画課. 2020. 名古屋市版レッドリスト2020. 名古屋市環境局環境企画部環境企画課, 名古屋, 26pp.
- 野呂達哉. 2015. ニホンアナグマ *Meles anakuma* Temminck. 名古屋市環境局環境企画部環境推進課 (編). 名古屋市の絶滅のある野生生物 レッドデータブックなごや2015-動物編-, p. 43. 名古屋市環境局環境企画部環境推進課, 名古屋.

名古屋市におけるドジョウのmtDNAの系統と分布

向井 貴彦⁽¹⁾ 浅香 智也⁽²⁾ 鳥居 亮一⁽²⁾ 宇地原 永吉⁽³⁾⁽¹⁾ 岐阜大学地域科学部 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1⁽²⁾ 三河淡水生物ネットワーク 〒447-0002 愛知県碧南市井口町2-56⁽³⁾ なごや生物多様性センター 〒468-0066 愛知県名古屋市天白区元八事5-230Mitochondrial DNA lineages of the loach *Misgurnus anguillicaudatus* in Nagoya, Aichi Prefecture, JapanTakahiko MUKAI⁽¹⁾ Tomonari ASAKA⁽²⁾
Ryoichi TORII⁽²⁾ Eikichi UCHIHARA⁽³⁾⁽¹⁾ Faculty of Regional Studies, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan⁽²⁾ Mikawa Freshwater Life Network, 2-56 iguchi-machi, Hekinan, Aichi 447-0002, Japan⁽³⁾ Nagoya Biodiversity Center, 5-230 Motoyagoto, Tenpaku-ku, Nagoya, Aichi 468-0066, Japan

Correspondence:

Takahiko MUKAI E-mail: mukai.takahiko.k0@f.gifu-u.ac.jp

要旨

愛知県名古屋市で採集されたドジョウのミトコンドリアDNAのCytb遺伝子の塩基配列を決定し、系統の判別を行った。2011年から2021年に採集された20個体の標本について解析を試みたところ、12個体について明瞭な塩基配列が決定され、1個体は北日本に分布する系統、2個体は日本列島の在来系統、9個体は中国系統だった。中国系統は人為的に持ち込まれた外来系統と考えられており、名古屋市内に広く分布する可能性が示された。北日本に分布する系統は東海地方初記録であり、キタドジョウもしくはドジョウ属の隠蔽種と考えられる。

序文

ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* は、北海道から琉球列島まで日本全国の河川や水路に広く分布する淡水魚とされてきた(宮地ほか, 1976; 川那部ほか, 2001)。しかし、近年の遺伝的解析と形態学的な比較の結果、これまでドジョウとされてきた種は、北海道から九州及び屋久島・種子島に分布する狭義のドジョウ *M. anguillicaudatus*、北海道から関東及び北陸地方以北に分布するキタドジョウ *M. sp.* (Clade A)、奄美大島等に分布するシノビドジョウ *M. amamianus*、沖縄島に分布するヒョウモンドジョウ *M. sp.* OK に分類されている(中島・内山, 2017; Nakajima and Hashiguchi, 2022)。さらに、日本列島のドジョウ(狭義のドジョウ)には日

本列島在来と中国大陸由来の2系統があり、どちらも日本国内に広く分布することが知られている(小出水ほか, 2009; 清水・高木, 2010; 向井ほか, 2011; 西田ほか, 2011; 林ほか, 2022)。また、それらは形態的にも区別できると考えられている(松井・中島, 2020)。それらに加えて、栃木県における多数個体のミトコンドリアDNA(mtDNA)の解析では韓国由来とされる系統も見つかっている(小出水ほか, 2010)。このように、日本列島には在来・外来の様々な系統のドジョウが分布しているが、名古屋市にどのようなドジョウが分布するのかは明らかにされていない。ドジョウはレッドリストいち2020(愛知県, 2020)及び名古屋市版レッドリスト2020(名古屋市, 2020)では絶滅危惧II類(VU)とさ

れており、河川や水路の改修による環境変化と、中国大陸原産の外来種カラドジョウ *M. dabryanus* の侵入による競争の影響が危惧されているが、今後のドジョウの保全のためには、愛知県内あるいは名古屋市内に在来系統のドジョウがどの程度残っているのかを明らかにすることが重要である。そこで本研究では2011年から2021年に名古屋市内で採集され、なごや生物多様性センターで保管されているドジョウの標本を用いて、mtDNAの部分塩基配列の解析を行ったので、報告する。

材料と方法

解析には2011年5月24日から2021年10月19日までに名古屋市内の10地点で採集された20個体のドジョウを用いた(表1)。採集されたドジョウはただちに100%エタノール中に保存されており、鱗の一部を用いてDNAの抽出を行った。DNAの抽出から塩基配列の決定は向井ほか(2011)に従い、mtDNAのCytb遺伝子の部分塩基配列を決定した。得られた塩基配列は、Clustal W (Larkin et al., 2007) でアライメントし、MEGA7 (Kumar

et al., 2016) で塩基配列差異の計算を行うことでハプロタイプ(塩基配列型)を判別した。各個体の塩基配列は国際塩基配列データベース(INSDC)に登録した(登録番号LC726169-LC726180)。得られた塩基配列は、カラドジョウ(登録番号AB674742:向井ほか, 2011)を操作上の外群として、小出水ほか(2009)の147種類(登録番号AB473261-AB473407)及び向井ほか(2011)の6種類のハプロタイプ(登録番号AB674743-AB674748)とともにアライメントし、近隣結合法(Saitou and Nei, 1987)による系統樹の推定を行った。遺伝距離の推定は木村の2変数モデル(Kimura, 1980)を用いて行った。樹形の信頼性は1,000回のブーツストラップ反復によって推定した。

結果

DNAの抽出を行った20個体のドジョウのうち、2012年に矢田川で採集された1個体(NBC-FI.0002)と2015年以降に採集された12個体のうち11個体についてPCRでの良好な増幅が確認され、1120塩基対の塩基配列を決定

表1. 解析に用いた名古屋市産ドジョウ標本.

標本番号	採集年月日	採集地	解析結果
NBC-FI.0001	2011年8月24日	市民水田(名古屋市港区西福田)	×
NBC-FI.0002	2012年5月6日	矢田川(名古屋市東区矢田町寺畑)	中国系統
NBC-FI.0003	2013年6月1日	戸笠池(名古屋市緑区鳴海町螺貝)	×
NBC-FI.0004	2015年5月6日	矢田川(名古屋市東区矢田町寺畑)	中国系統
NBC-FI.0005	2021年6月26日	戸田川生態園(名古屋市港区西蟹田)	在来系統
NBC-FI.0006	2020年3月28日	才井戸流(名古屋市守山区中志段味才井戸流)	×
NBC-FI.0007	2020年3月28日	才井戸流(名古屋市守山区中志段味才井戸流)	在来系統
NBC-FI.0008	2013年9月15日	東ノ池(名古屋市緑区桶狭間)	×
NBC-FI.0009	2020年3月28日	才井戸流(名古屋市守山区中志段味才井戸流)	A系統
NBC-FI.0010	2012年6月4日	ピオでん(名古屋市港区西福田3丁目)	×
NBC-FI.0011	2014年3月7日	矢田川(名古屋市東区矢田町寺畑)	×
NBC-FI.0012	2012年6月4日	矢田川(名古屋市東区矢田町寺畑)	×
NBC-FI.0013	2021年10月19日	山崎川(名古屋市瑞穂区師長町)	中国系統
NBC-FI.0014	2021年10月19日	山崎川(名古屋市瑞穂区師長町)	中国系統
NBC-FI.0015	2021年10月19日	山崎川(名古屋市瑞穂区師長町)	中国系統
NBC-FI.0016	2021年10月19日	山崎川(名古屋市瑞穂区師長町)	中国系統
NBC-FI.0017	2021年10月19日	山崎川(名古屋市瑞穂区師長町)	中国系統
NBC-FI.0018	2015年4月16日	植田川(名古屋市天白区植田南1丁目)	中国系統
NBC-FI.0019	2013年9月15日	大根池(名古屋市天白区天白町大字島田山ノ杈)	×
NBC-FI.0020	2015年5月15日	矢田川(名古屋市東区矢田町寺畑)	中国系統

することができた。2011年から2014年に採集された7個体と、2020年に才井戸流で採集された1個体(NBC-FI.0006)はPCRによる増幅が見られず、塩基配列は決定できなかった。得られた塩基配列を小出水ほか(2009)及び向井ほか(2011)の153種類のハプロタイプとともにアライメントし、系統樹を推定した結果、名古屋市産のドジョウは小出水ほか(2009)におけるA、B、Cの3系統にそれぞれ含まれた。図1には、小出水ほか(2009)の147種類のハプロタイプのうち、A系統の11ハプロタイプと愛知県で見つかった18ハプロタイプ、小出水ほか(2009)では愛知県で見つからないが本研究で得られた塩基配列と同一の1ハプロタイプ(H047)、向井ほか(2011)の岐阜県産7ハプロタイプ(外群のカラドジョウ含む)を選定して、本研究で決定した12個体の塩基配列とともに推定した近隣結合樹を示した。本研究の12個体のうち、標本番号NBC-FI.0013とNBC-FI.0014及びNBC-FI.0016とNBC-FI.0017は、それぞれ同一のハプロタイプだった。A系統は1個体、B系統は9個体、C系統は2個体であった。

考察

本研究で塩基配列が決定できた5地点12個体のドジョウのmtDNAは3系統に分けられた。小出水ほか(2009)はCytb遺伝子の塩基配列に基づいて、それぞれヨーロッパドジョウ系のクレードA、中国ドジョウ系のクレードB、在来ドジョウ系のクレードCとしているが、同様の結果はmtDNAの調節領域の解析でも得られており、Morishima et al. (2008)は北日本のものをクレードA、在来系をクレードB1、中国系をクレードB2としている。さらに、Okada et al. (2017)はA系統をType I、B(B-2)+C(B-1)系統をType IIとしている。このように、ドジョウのmtDNAの系統名には混乱があるが、本論文では同じCytb遺伝子の塩基配列を用いた小出水ほか(2009)を元に、それぞれA系統、中国系統(B系統)、在来系統(C系統)とする。

本研究で塩基配列が得られた12個体のうち9個体は中国系統のmtDNAであり、在来系統は2個体しか見つからなかった。向井ほか(2011)では岐阜県岐阜市(5個体)、羽島市(6個体)、土岐市(8個体)の計19個体のうち、在来系統のmtDNAの個体は16個体、中国系統は

岐阜市産の3個体のみだった。小出水ほか(2009)で用いられている岐阜県産5地点19個体もすべて在来系統であり、岐阜県は中国系統のドジョウの侵入が少ない可能性がある。それに対して小出水ほか(2009)での愛知県産3地点10個体については、1地点(尾張旭市5個体)が在来系統であり、田原市(1個体)と弥富市(4個体)はすべて中国系統であった。清水・高木(2010)においても庄内川水系の中切川(論文中では岐阜県とされているが、愛知県の春日井市から名古屋市北区と思われる)のドジョウ5個体中4個体は在来系統だったが、1個体は中国系統のハプロタイプであった。他の地方の場合、栃木県においては広くドジョウのmtDNAが解析されており、在来系統のドジョウの分布が少ないことが示されている(小出水ほか, 2010)。大阪府においても在来系統のドジョウに置き換わる形で中国系統のドジョウが広がっており(松井・中島, 2020)、愛知県内においても同様に中国系統のドジョウに置き換わりつつあることが考えられる。

名古屋市産のドジョウについては、A系統のmtDNAを持つ個体(NBC-FI.0009)が才井戸流に分布することが本研究で示された。A系統のドジョウは、これまで太平洋側は神奈川県以東、日本海側は福井県以北でのみ知られており(中島・内山, 2017; Okada et al., 2017)、東海地方や関西以西の西日本においては見つからない。今後の研究が必要ではあるが、本研究では既知の分布域から大きく離れた名古屋市内において局所的に見つかったことから、人為的な移入の可能性があると考えられる。

A系統のドジョウについては、中島・内山(2017)によって、雄の胸鰭の骨質板の形状が他のドジョウとは異なるとしてキタドジョウの新称が提唱されている。また、Okada et al. (2017)は、福井県中池見湿地においてType I(A系統)とType II(B+C系統)の間に生殖隔離が見られるとして、ドジョウ隠蔽種Type IとType IIとしている。A系統のドジョウの雄の骨質板の形状には変異が多く、キタドジョウ以外のドジョウ属の隠蔽種も含む可能性も考えられるため(旗ほか, 2020)、A系統のドジョウの分類学的検討は今後の課題とされている。さらに、2022年にサハリン産のA系統のドジョウが*M. chipisaniensis*として記載されたが(Shedko and

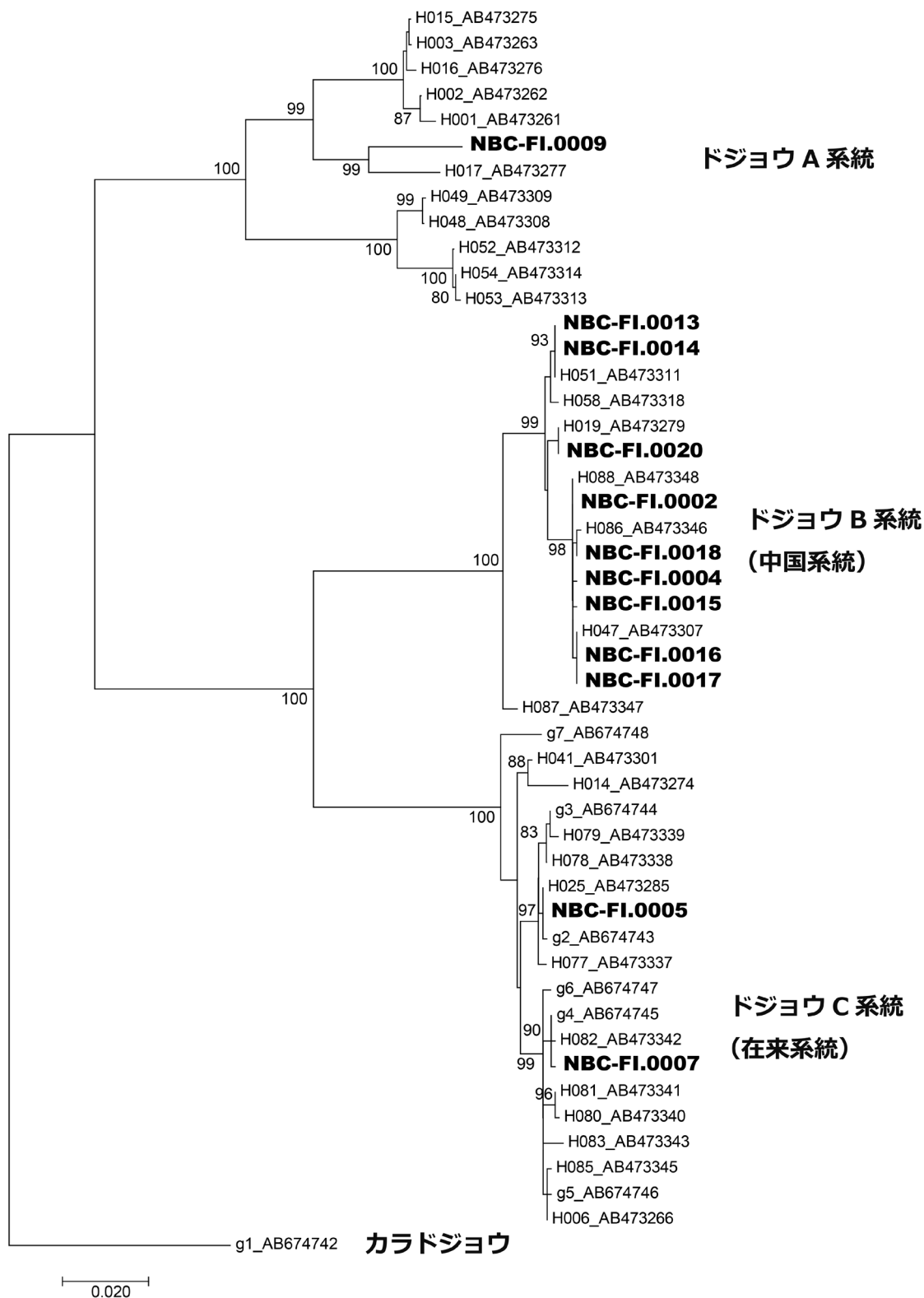


図1. 名古屋市産ドジョウ12個体 (NBC) と, 小出水ほか (2009) のドジョウ A 系統の11ハプロタイプ及び愛知県産の B 系統と C 系統の19ハプロタイプ (H), 向井ほか (2011) の岐阜県産ドジョウとカラドジョウの7ハプロタイプ (g) を用いた近隣結合法による系統樹. 既知のハプロタイプは「ハプロタイプ名_Accession No.」として示した. 内部枝のブーストラップ確率は80%以上のもののみ表示した. スケールバーは遺伝距離.

Vasil'eva, 2022), 日本産の標本との形態的比較はされておらず, キタドジョウもしくはドジョウ隠蔽種と同種とすることが妥当かどうかは不明である. したがって, 本研究で見つかった個体 (NBC-FI.0009) についても, キタドジョウ *M. sp.* (Clade A), ドジョウ隠蔽種 Type I, もしくは *M. chipisaniensis* のいずれかと同種とするかどうかは, 今後の追加標本と形態形質等の比較検討が必要である.

謝辞

本研究は, なごや生物多様性保全活動協議会・水辺の生きもの部会による調査として行われた. 採集及び調査にあたっては, なごや生物多様性保全活動協議会・水辺の生きもの部会の皆様にご協力いただいた. DNA解析は岐阜大学科学研究基盤センターゲノム分野にご協力いただいた. ここに厚く御礼申し上げます.

引用文献

- 愛知県. 2020. 愛知県の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブックあいち2020-動物編-. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 名古屋. 768pp.
- 旗 薫・小池花苗・丹野夕輝・中島 淳. 2020. 宮城県で確認されたドジョウ (クレードA) (コイ目ドジョウ科) 雄個体の遺伝的・形態的特徴. 伊豆沼・内沼研究報告, 14: 15-32.
- 林 成多・大井和之・佐藤仁志. 2022. 島根県産ドジョウのミトコンドリアDNAハプロタイプ. ホシザキグリーン財団研究報告特別号, 30: 1-10.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 3版. 山と溪谷社, 東京. 720pp.
- Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution.*, 16: 111-120.
- 小出水規行・竹村武士・渡部恵司・森 淳. 2009. ミトコンドリアDNAによるドジョウの遺伝特性—チトクロームb遺伝子の塩基配列による系統解析—. 農業農村工学会論文集, 77(1): 7-16.
- 小出水規行・森 淳・中荃元一・水谷正一・西田一也・竹村武士・渡部恵司・朴 明洙. 2010. 栃木県におけるドジョウの遺伝的クレードの解明. 農業農村工学会 (編). 農業農村工学会大会講演会講演要旨集 平成22年度, pp. 860-861. 農業農村工学会, 東京.
- Kumar, S., G. Stecher and K. Tamura. 2016. MEGA 7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution.*, 33: 1870-1874.
- Larkin, M. A., G. Blackshields, N. P. Brown, R. Chenna, P. A. McGettigan, H. McWilliam, F. Valentin, I. M. Wallace, A. Wilm, R. Lopez, J. D. Thompson, T. J. Gibson, and D. G. Higgins. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics*, 23: 2947-2948.
- 松井彰子・中島 淳. 2020. 大阪府におけるドジョウの在来および外来系統の分布と形態的特徴にもとづく系統判別法の検討. 大阪市立自然史博物館研究報告, 74: 1-15.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦. 1976. 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 東京. 462pp.
- Morishima, K., Y. Nakamura-Shiokawa, E. Bando, Y.-J. Li, A. Boron, Md. M. R. Khan, and K. Arai. 2008. Cryptic clonal lineages and genetic diversity in the loach *Misgurnus anguillicaudatus* (Teleostei: Cobitidae) inferred from nuclear and mitochondrial DNA analyses. *Genetica*, 132: 159-171.
- 向井貴彦・梅村啓太郎・高木雅紀. 2011. 岐阜県におけるカラドジョウの初記録と中国系ドジョウの侵入. *日本生物地理学会会報*, 66: 85-92.
- 名古屋市. 2020. 名古屋市版レッドリスト2020. 名古屋. 26pp.
- Nakajima, J. and Y. Hashiguchi. 2022. A new species of the genus *Misgurnus* (Cypriniformes, Cobitidae) from Ryukyu Islands, Japan. *Zootaxa*, 5162: 525-540.
- 中島 淳・内山りゅう. 2017. 日本のドジョウ形態・生態・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京. 224pp.
- 西田一也・小出水規行・皆川明子・渡部恵司・竹村武士・森 淳. 2011. 多摩川流域におけるドジョウの遺伝的構造. 農業農村工学会 (編). 農業農村工学会大会講演会講演要旨集 平成23年度, pp. 150-151. 農業農村工学会, 東京.
- Okada, R., T. Inui, Y. Iguchi, T. Kitagawa, K. Takata and

- T. Kitagawa. 2017. Molecular and morphological analyses revealed a cryptic species of dojo loach *Misgurnus anguillicaudatus* (Cypriniformes: Cobitidae) in Japan. *Journal of Fish Biology.*, 91: 989-996.
- Saitou, N. and M. Nei. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution.*, 4: 406-425.
- Shedko, S.V. and E.D. Vasil'eva. 2022. A new species of the pond loaches *Misgurnus* (Cobitidae) from the south of Sakhalin Island. *Journal of Ichthyology.*, 62: 356-372.
- 清水孝昭・高木基裕. 2010. ミトコンドリアDNA による愛媛県を中心としたドジョウの遺伝的集団構造と攪乱. *魚類学雑誌*, 57: 13-26.

愛知県庄内川の小田井堰堤上流湛水域に生息するニホンウナギ

間野 静雄⁽¹⁾ 佐藤 裕治⁽²⁾⁽¹⁾ 川の研究室 〒461-0031 愛知県名古屋市東区明倫町2-41-1302⁽²⁾ NPO土岐川・庄内川サポートセンター 〒463-0080 愛知県名古屋市守山区川西一丁目1304Japanese eel, *Anguilla japonica*, inhabiting the flooded area upstream of the Otai weire in the Shonai River, Aichi PrefectureShizuo AINO⁽¹⁾ Yuji SATO⁽²⁾⁽¹⁾ Laboratory of River "Kawanokenkyushitsu", 2-41-1302 Meirin-cho, Higashi-ku, Nagoya, Aichi 461-0031, Japan⁽²⁾ NPO Tokigawa Shonai Support Center, 1-1304 Kawanishi, Moriyama-ku, Nagoya, Aichi 463-0080, Japan

Correspondence:

Shizuo AINO E-mail: shi-zuonia@am.em-net.ne.jp

要旨

愛知県庄内川の小田井堰堤から山西用水堰間において、竹筒仕掛けを用いたニホンウナギの生息調査を行った。合計11個体が採捕され、山西用水堰に近い水深の浅い場所での採捕数が最も多かった。本種の河川内移動は堰による移動阻害以外に、餌生物の分布も影響している可能性がある。

序文

ニホンウナギ *Anguilla japonica* は近年資源量が減少し、環境省が絶滅危惧IB類（環境省, 2020）、愛知県と名古屋市がIB類に選定している（愛知県, 2020；名古屋市, 2020）。資源減少の一因に、生育場所となる河川環境の悪化が指摘されている（海部, 2016）。伊勢湾奥部に流入する愛知県庄内川では感潮域上流部（河口から約14 km付近）において本種の稚魚（シラスウナギ）から成魚までが確認されていることから（間野, 2021；間野ほか, 2021a）、伊勢湾奥部における重要な生育場所になっていると考えられる。感潮域上流部からさらに上流約3 kmには落差1.9 mの小田井堰堤（河口から17.4 km）があり、庄内川を遡上する回遊魚の大きな障害となっている（間野, 2021）。小田井堰堤には3基の魚道が設置されており、魚道に進入しているニホンウナギも確認されているが（間野ほか, 2021b）、同堰堤より上流における生息状況に関しては断片的な情報しかない（間野, 2021）。小田井堰堤の上流は山西用水堰まで流れの緩い

湛水域が続いているが、本種の生息調査は行われていない。本種の採捕には竹筒仕掛けが有用とされていることから（海部, 2016；間野ほか, 2021a）、竹筒仕掛けを用いて小田井堰堤から山西用水堰間においてニホンウナギの生息調査を実施したので報告する。

材料および方法

間野ほか（2021b）に準じて作成した竹筒仕掛けを2020年9月30日に庄内川小田井堰堤（河口から17.4 km）の上流約300 mから山西用水堰（河口から19.2 km）の下流約200 m間の左岸側16か所（上流側からSt. 1～16）に設置した（図1）。調査区間の左岸側はゴルフ場になっており、水際は所々ブロックや自然石で護岸されているが、水際に繁茂する樹木の幹が水面上を覆っている場所が多い。河床はほぼ砂泥で、調査時の水深はSt. 1で人の膝程度と最も浅く、St. 2～16では腰から胸程度であった。2020年11月～2021年9月にかけて約2か月に一度の頻度で、合計6回、ゴムボートに乗って設置地点を回り、

竹筒仕掛けに入っている個体を採捕した。採捕した個体は全長を記録した後、山西用水堰上流に再放流した。また、確認した竹筒仕掛けの数を努力量として記録した。ニホンウナギ以外の魚類が採捕された場合は種名、個体数、標準体長を記録した。設置した竹筒仕掛けは調査終了後、全て撤去した。採捕は愛知県特別採捕許可を得て行った。

結果

ニホンウナギが採捕された定点と採捕数を表1に示す。計11個体（全長41.5-56.0 cm）が採捕され、仕掛け1組当たりの採捕数は0.12個体であった。調査日別の採捕数は7月23日が5個体で最も多く、地点別の合計採捕

数は最上流のSt. 1が4個体と最も多かった。ニホンウナギ以外にゴクラクハゼ2個体（標準体長3.6-3.9 cm）が1月22日の調査日にSt. 2で採捕された。

考察

庄内川感潮域上流部における竹筒仕掛けを用いた調査では仕掛け1組あたりのニホンウナギの採捕数は0.21個体であったが（間野ほか，2021a），本研究調査区域における仕掛けあたりの採捕数はその1/2程度と少なかった。また，感潮域上流部では竹筒仕掛けでニホンウナギ以外にもカワアナゴ*Eleotris oxycephala*，アシシロハゼ*Acanthogobius lactipes*，ゴクラクハゼ*Rhinogobius similis*，チチブ属*Tridentiger* spp.などの回遊性魚類が採捕されているが（間野ほか，2021a；間野，2022），本研究ではゴクラクハゼ以外は採捕されなかった。ゴクラクハゼは小田井堰堤上流に陸封された個体である可能性も考慮すると（好峯ほか，2017），種により遡上生態に違いがあるものの，ニホンウナギはカワアナゴや回遊性のハゼ科魚類に比べれば小田井堰堤による物理的な遡上阻害の影響を受けにくいと考えられる。また，調査区間におけるニホンウナギの生息密度は水深が比較的浅い山西用水堰直下流に近い場所で高くなっていると推察される。山西用水堰には魚道が設置されているが，その機能には問題があることが指摘されており（矢田・庄内川をきれいにする会，2009；間野，2021），堰直下流には遡上を阻害されたアユ*Plecoglossus altivelis altivelis*やゴクラクハゼなどの回遊性の魚類が滞留している（間野，2021）。しかし，遡上能力が高い全長40 cmを越えるニ

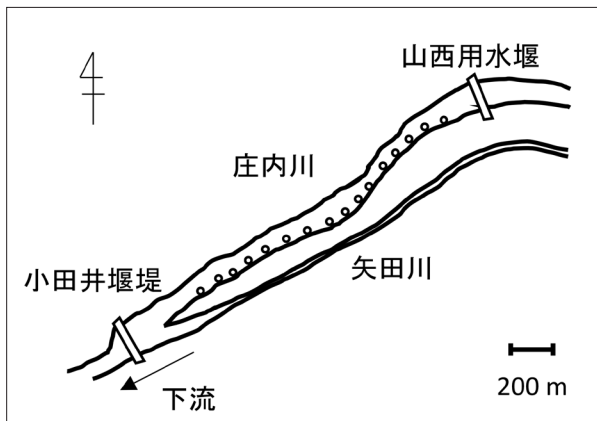


図1. 調査区間。図中の○は竹筒を設置した地点（St. 1～16）を示す。

Fig.1. Study area. The circles in the figure indicate the locations (St. 1～16) where the bamboo tubes were installed.

表1. ニホンウナギが採捕された定点と採捕数.

Table 1. Locations where Japanese eels were caught and the number of catches

St.	調査日 (2020～2021年)						合計
	11/6	1/22	3/11	5/13	7/23	9/30	
1	1	1	1	0	1	0	4
2	1	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	1	0	1
4	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	1	0	0	1
13	0	0	0	0	1	0	1
15	0	0	0	0	1	1	2
合計	2	1	1	1	5	1	11

ホンウナギが堰を通過できずに滞留しているとは考えにくい。食性に注目してみると、本種は淡水域において甲殻類、水生昆虫、魚類、ミミズ類など、多様な生物を捕食するが (Itakura et al., 2020)、環境に応じてその場に生息する生物を専食するとされている (海部, 2016)。庄内川におけるニホンウナギの捕食物に関する詳しい知見はないが、魚類を捕食しているとすれば、堰堤直下流はむしろ採餌に有利な場所であり、本種が選好して生息していることも考えられる。堰堤がニホンウナギの移動に与えている影響を評価するには物理的な影響だけではなく、餌となる水生生物が受けている移動阻害も含めて考慮する必要がある。

引用文献

- 愛知県. 2020. レッドリストあいち2020, https://www.pref.aichi.jp/uploaded/life/277746_1009679_misc.pdf, 2022年7月7日確認.
- 間野静雄. 2021. 愛知県庄内川における魚類の流程分布. 豊橋市自然史博物館研報, 31: 57-71.
- 間野静雄. 2022. 庄内川に生息するカワアナゴ属について. なごやの生物多様性, 9: 95-97.
- 間野静雄・佐藤裕治・鶴飼 普. 2021a. 愛知県庄内川の感潮域に沈めた竹筒で採捕された魚類. なごやの生物多様性, 8: 81-85.
- 間野静雄・向井貴彦・佐藤裕治・鶴飼 普. 2021b. 愛知県庄内川の小田井堰堤魚道内で確認された魚類. なごやの生物多様性, 8: 71-79.
- Itakura, H., Y. Miyake, T. Kitagawa, T. Sato, and S. Kimura. 2020. Large contribution of pulsed subsidies to a predatory fish inhabiting large stream channels. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 78: 144-153.
- 海部健三. 2016. ウナギの保全生態学. 共立出版, 東京. 153pp.
- 環境省. 2020. 環境省レッドリスト2020, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf>, 2022年7月7日確認.
- 名古屋市. 2020. 名古屋市版レッドリスト, <https://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000125/125632/redlist2020.pdf>, 2022年7月7日確認.
- 矢田・庄内川をきれいにする会. 2009. 矢田・庄内川をきれいにする会活動35周年～日本水大賞環境大臣賞受賞記念～. 矢田・庄内川をきれいにする会, 名古屋. 60pp.
- 好峯 侑・間野静雄・一色 正. 2017. 庄内川におけるイカリムシ *Lernaea cyprinacea* の生活環における越冬宿主としてのゴクラクハゼ *Rhinogobius similis* の役割. 水産増殖, 65: 347-356.

愛知県庄内川の支流に生息する魚類

間野 静雄

川の研究室 〒461-0031 愛知県名古屋市東区明倫町2-41-1302

Fishies in tributaries of the Shonai River in Aichi Prefecture, Japan

Shizuo AINO

Laboratory of River "Kawanokenkyushitsu", 2-41-1302 Meirin-cho, Higashi-ku, Nagoya, Aichi 461-0031, Japan

Correspondence:

Shizuo AINO E-mail: shi-zuonia@am.em-net.ne.jp

要旨

庄内川支流の八田川, 白沢川, 内津川, 野添川, 水野川, 鹹川に生息する魚類を調査した。鹹川を除き, オイカワが優先して生息していた。本流ではあまり見られないカワムツが八田川と内津川を除く支流で確認され, カワヨシノボリはすべての支流に分布していた。モツゴとミナミメダカはオオクチバスあるいはブルーギルが確認された調査地では採捕されなかった。水野川にはカマツカとナガレカマツカが同所的に生息していた。トウカイコガタスジシマドジョウは八田川, アカザとヌマチチブは野添川でのみ確認された。

序文

庄内川は岐阜県の夕立山を源とし, 愛知県内を流れ名古屋港に流入する一級河川である。愛知県内で庄内川に合流する一次支川は12あるが, 流域の市街地化の進展に伴い, 治水目的の河川改修が積極的に進められてきた(愛知県・名古屋市, 2014)。河道には落差工をはじめ農業・工業用の取水を目的とする堰など, 河川横断構造物が多数設置されている。しかしながら, 最大支流の矢田川を除き, 魚道が付設されている河川横断構造物はほとんどなく, 魚類の移動が制限されている。庄内川本流に生息する魚類の記録はみられるが(広, 1975; 駒田, 2000; 間野, 2021), 支流については矢田川と水野川(瀬戸市, 1992; 駒田, 2000)以外には見当たらない。本研究では愛知県内の6支流において魚類の生息分布を把握するために採捕調査を行ったので報告する。

材料および方法

庄内川支流の八田川, 白沢川, 内津川, 野添川, 水野

川, 鹹川に各1区間の調査定点を設定した(図1)。

八田川は太良上池, 太良下池を水源とし, 木曾川から取水されている新木津用水と合流し, 庄内川に流入する河川延長約11.6 kmの河川である。新木津用水との合流点から上下流約100 mを調査区間とした。庄内川合流点から調査区間までに落差工が3か所あり, 内1か所には魚道が設置されている。調査区間は流れの緩い平瀬で, 両岸ともブロックで護岸され, 調査区下流側の河床はコンクリートブロックが敷設されていた。

白沢川は緑ヶ池を水源とする河川延長約1 kmの河川である。庄内川合流点直上にある床固工上流端から上流約400 mを調査区間とした。調査区下流側の河床は岩盤で, 上流側はコンクリートブロックが敷設されていた。また, 調査区間より上流は三面護岸の親水公園として整備されていた。

内津川は内津峠に源を発し, 途中, 内津川放水路と河道を分け, 庄内川に流入する河川延長約14.8 kmの河川である。庄内川との合流点直上流には高さ約2.5 mの上

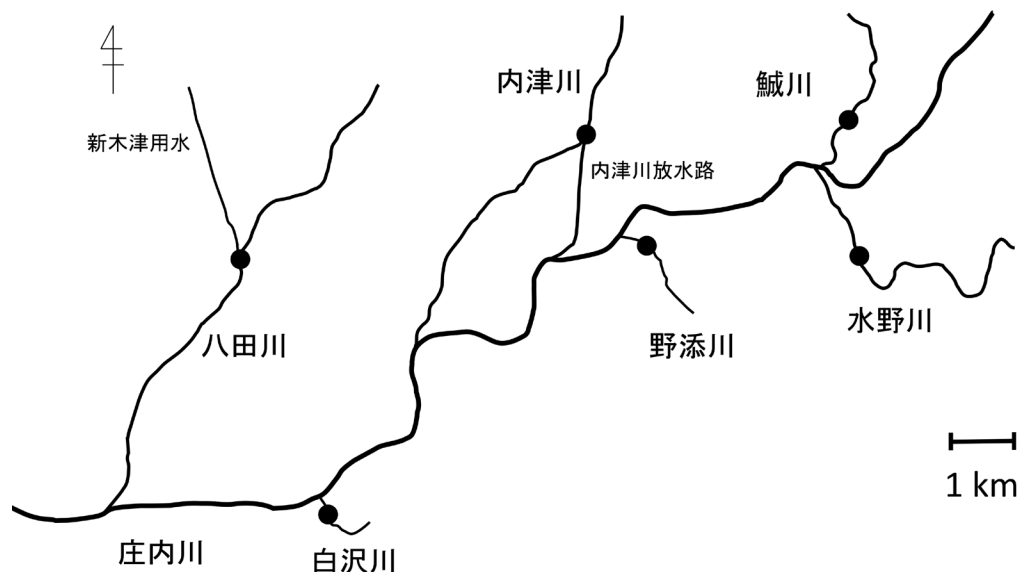


図1. 庄内川の支流と調査地点
Fig. 1. Shonai River tributaries and study area.

条用水堰（転倒式の可動堰）がある。また、内津川放水路にも庄内川との合流点から上流約200 mの地点に高さ約1.2 mの落差工があるが、魚道は付設されていない。調査区間は内津川放水路との分岐点から上下流約100 mを調査区間とした。調査区間はほとんどが浅い平瀬であり、両岸はコンクリートブロックで護岸されていたが、水際には草本が見られた。

野添川はカケヒ池を水源とする河川延長約1.8 kmの河川である。庄内川合流点から上流約200 mを調査区間とした。調査区間の水際は護岸されておらず、河道が蛇行し、小規模ながらも瀬・淵構造が見られた。

水野川は三国山を源流とする河川延長11.7 kmの河川である。庄内川合流点から上流約1.5 kmにある荏坪橋から下流約100 mを調査区間とした。庄内川合流点から調査区間までに高さ5 m程の取水堰があるが、魚道は設置されていない。調査区間は浅い平瀬で両岸の水際には草本が生えているところが多かった。

鹹川は道樹山に源を発し、庄内川に合流する河川延長約4.4 kmの河川である。庄内川合流点から上流約1.4 km地点の上下流約50 mを調査区間とした。庄内川合流点から調査区間までには高さ約3.5 mの取水堰があるが、魚道は設置されていない。調査区間の河床は岩盤が露出

し、礫や石はあまり見られなかった。

調査は、各調査区間において春（4月）、夏（7月）、秋（10月）の3回ずつ実施し、魚類の採捕には投網（目合26節）とタモ網（網目1 mm）を用いた。まず投網を1～3回投打して遊泳魚を採捕し、続いて1～2名で約15分間、タモ網を用いて水際の草本の陰や石の下にいる魚類を採捕した。ただし、白沢川と野添川については川幅が狭いため、投網は使用しなかった。また、調査時に目視確認された種についても記録した。採捕した個体はその場で同定、計数した後、基本的には再放流し、特定外来生物については適切に殺処分した。その場で同定困難な個体は持ち帰り、中坊（2013）に従い同定した。カマツカ属*Pseudogobio*の同定はTominaga and Kawase（2019）に従ったが、詳しく同定せず再放流した個体もいたため、本研究ではカマツカ属とした。シマドジョウ属*Cobitis*の同定は中島（2017a）に従った。フナ属*Carassius*については倍数性や種間交雑の判定ができないため種までは同定せず、フナ属とした。また、コイ*Cyprinus carpio*、フナ属、モツゴ*Pseudorasbora parva*、アカザ*Liobagrus reinii*、ミナミメダカ*Oryzias latipes*を除く種は5個体を上限に持ち帰り、10%ホルマリンで固定した後、70%エタノールで標本として保存した。標準

和名, 学名, 掲載順序は向井 (2019) に従った。採捕は愛知県特別採捕許可を得て行った。なお, 庄内川本流は上流の岐阜県内で土岐川と呼ばれるため, 本稿で言う庄内川本流とは愛知県内の流程部を指すものとする。

結果

確認された魚類は18分類群, 総採捕数は918個体採捕であった (表1)。水野川における確認種数が10分類群と最も多く, 鮎川は4分類群と最も少なかった。コイは野添川と鮎川を除く支流で採捕あるいは目視確認された。白沢川で採捕された1個体は体色が白と赤の品種改良された個体であった。フナ属*Carassius* sp.は八田川と野添川で各1個体採捕された。オイカワ*Opsariichthys platypus*は鮎川以外で採捕され, 八田川で39個体, 白沢

川で43個体, 内津川で117個体, 野添川で101個体, 水野川で112個体採捕された。オイカワが採捕された支流ではいずれも本種の採捕数が最も多かった。カワムツ*Candidia temminckii*は白沢川で6個体, 野添川で44個体, 水野川で106個体, 鮎川で26個体採捕された。タモロコは内津川で9個体, 野添川で1個体, 水野川で10個体採捕された。アブラハヤ*Rhynchocypris lagowskii*は水野川で2個体採捕された。モツゴは八田川で5個体, 水野川で1個体採捕された。カマツカ属*Pseudogobio* spp.は水野川で計17個体採捕された。7月に採捕された12個体のうち5個体を持ち帰り, 胸鰭, 口髭, 肛門と臀鰭起点間の鱗数の特徴に基づいて詳しく同定したところ4個体がナガレカマツカ*Pseudogobio agathonectris*, 1個体がカマツカ*P. esocinus*であった。ドジョウ*Misgurnus*

表1. 採捕された種, 個体数ならびにレッドリストのカテゴリー

Table 1. Species, number of individuals and Red List categories of fish caught in this study.

種あるいは属名	採捕数							RLカテゴリー		
	八田川	白沢川	内津川	野添川	水野川	鮎川	合計	環境省*1	愛知県*2	名古屋市*3
コイ <i>Cyprinus carpio</i>	V	1	1	0	1	0	3			
フナ属 <i>Carassius</i> sp.	1	0	0	1	0	0	2			
オイカワ <i>Opsariichthys platypus</i>	39	43	117	101	112	0	412			LP
カワムツ <i>Candidia temminckii</i>	0	6	0	44	106	26	182			EN
アブラハヤ <i>Rhynchocypris lagowskii</i>	0	0	0	0	2	0	2			
モツゴ <i>Pseudorasbora parva</i>	5	0	0	0	1	0	6			
タモロコ <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	0	0	9	1	10	0	20			NT
カマツカ属 <i>Pseudogobio</i> spp.	0	0	0	0	17	0	17			
ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	3	0	5	0	1	1	10	NT	VU	VU
トウカイコガタスジシマドジョウ <i>Cobitis minamorii tokaiensis</i>	1	0	0	0	0	0	1	EN	EN	CR
アカザ <i>Liobagrus reinii</i>	0	0	0	2	0	0	2	VU	NT	CR
カダヤシ <i>Gambusia affinis</i>	0	4	0	0	0	0	4			
ミナミメダカ <i>Oryzias latipes</i>	21	0	0	0	4	0	25	VU	VU	VU
ブルーギル <i>Lepomis macrochirus macrochirus</i>	0	7	1	0	0	1	9			
オオクチバス <i>Micropterus salmoides</i>	0	2	1	0	0	0	3			
コクチバス <i>Micropterus dolomieu dolomieu</i>	0	0	1	0	0	0	1			
ヌマチチブ <i>Tridentiger brevispinis</i>	0	0	0	25	0	0	25			
カワヨシノボリ <i>Rhinogobius flumineus</i>	21	31	17	49	71	5	194			
合計							918			

V: 目視でのみ確認されたことを示す。

* 1: 環境省レッドリスト2020 (<https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>, 2022年8月2日確認)

* 2: レッドリストあいち2020 (https://www.pref.aichi.jp/uploaded/life/277746_1009679_misc.pdf, 2022年8月2日確認)

* 3: 名古屋市版レッドリスト2020 (<https://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000125/125632/redlist2020.pdf>, 2022年8月2日確認)

CR: 絶滅危惧IA類, EN: 絶滅危惧IB類, VU: 絶滅危惧II類, NT: 準絶滅危惧, LP: 絶滅のおそれのある地域個体群

*anguillicaudatus*は八田川で3個体、内津川で5個体、水野川と鯨川で各々1個体採捕された。トウカイコガタスジシマドジョウ *Cobitis minamorii tokaiensis*は八田川で1個体採捕された。アカザは野添川で2個体採捕された。カダヤシ *Gambusia affinis*は白沢川で4個体採捕された。ミナミメダカは八田川で21個体、水野川で4個体採捕された。ブルーギル *Lepomis macrochirus macrochirus*は白沢川で7個体、内津川で1個体、鯨川で1個体採捕された。オオクチバス *Micropterus salmoides*は白沢川で2個体、内津川で1個体採捕された。コクチバス *Micropterus dolomieu dolomieu*は内津川で1個体採捕された。ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis*は野添川で25個体採捕された。カワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus*は全ての支流で採捕され、八田川で21個体、白沢川で31個体、内津川で17個体、野添川で49個体、水野川で71個体、鯨川で5個体採捕された。

考察

オイカワは庄内川本流の優占種となっているが(間野, 2021), 支流でも、鯨川を除き、本種が優占して生息していた。また、カワヨシノボリも本流だけではなく、各支流で確認されたことから庄内川流域に広く分布すると考えられる。一方で、庄内川本流ではあまり見られないカワムツが八田川と内津川を除く支流で確認された。オイカワとカワムツが好む生息環境には違いがあり、オイカワが瀬、カワムツが淵を好むとされている(水野・御勢, 1993)。一方で、両種が生息する河川ではオイカワが下流、カワムツが上流にすみわけるとされている(水野・御勢, 1993)。本研究ではより上流側で合流する支流ほどカワムツの割合が高くなる傾向が見られた。調査地の局所的な環境に注目すると、カワムツが確認できなかった八田川と内津川は両岸がコンクリート護岸された平瀬であった。一方で、カワムツとオイカワが同所的に生息する野添川は護岸がなく、水野川は平瀬であったが水際の草本が多かった。また、オイカワが確認できなかった鯨川は河床が岩盤になっていた。これらのことから、カワムツとオイカワの割合が支流によって異なるのは相互作用ですみわけているというよりも、生息環境の嗜好性の違いが影響していると考えられる。また、カワムツは護岸化が進んだ白沢川でも確認された

が、同河川では数年にわたり年に一度、ペットショップで購入された本種を含む数種の魚類が放流された実績があることから(名古屋市守山土木事務所, 私信), 放流由来の個体である可能性もある。アブラハヤも庄内川本流ではあまり見られない種であり(間野, 2021), 支流でも水野川で2個体確認されたただけであった。本種は庄内川支流の矢田川上流で多数確認されていることから(駒田, 2000), 上流の土岐川あるいは支流に流れ込む細流などにより多く生息すると推測される。

モツゴは八田川と水野川で確認されたが、オオクチバスあるいはブルーギルが採捕された支流では確認できなかった。本種はオオクチバスやブルーギルに捕食されることが知られており(新谷・渡邊, 1990; 片野ほか, 2015), オオクチバスが生息する沼では生息数が激減し(高橋, 2002), ブルーギルが生息する池では絶滅に至ったケースも報告されている(遊磨ほか, 1997)。いずれの種も止水環境を好み、河川では流れの緩い場所に同所的に生息すると予想されることから、オオクチバスあるいはブルーギルによる捕食がモツゴの支流における分布に影響している可能性がある。また、ミナミメダカもオオクチバスあるいはブルーギルが確認された支流では採捕されなかったことから同様の影響があるのかもしれない。一方で、タモロコはオオクチバスとブルーギルが確認された内津川でも採捕された。本種は流れの緩い環境を好むとされているが(細谷, 1996), 庄内川本流では比較的流れの早い瀬でも採捕されることから、モツゴに比べるとオオクチバスやブルーギルによる捕食の影響を受けにくいのかもかもしれない。

白沢川では特定外来生物に指定されているカダヤシの生息が確認された。本種はミナミメダカとニッチが競合する部分も多く、ミナミメダカの鱗に損傷を与えることで繁殖率を低下させたり(伊藤ほか, 2006), ミナミメダカを駆逐してしまう例も報告されている(佐原・幸地, 1980)。過去に白沢川にミナミメダカが生息していたかどうかについては不明であるが、ミナミメダカが生息する支流へのカダヤシの侵入を防ぐ必要がある。さらに、内津川では特定外来生物のコクチバスが確認された。本種は止水域だけではなく、流水域でも繁殖し、定着することが知られている(淀・井口, 2003)。本研究で採捕されたのは幼魚であることから、内津川では既に定着し

ている可能性が高く、今後在来生物への食害の影響が拡大することが懸念される。

水野川ではカマツカとナガレカマツカが同所的に生息することが確認された。両種が生息する河川ではナガレカマツカが上流側に、カマツカが下流側に分布する傾向があるとされている（向井, 2019; Tominaga and Kawase, 2019）。庄内川水系における両種の生息分布については詳しく調査されていないが、庄内川下流ではカマツカの生息数の方が多く（間野ほか, 2021）、水野川ではナガレカマツカの方が多いと推定されることから、庄内川水系でもナガレカマツカの方が上流側に分布する傾向があると考えられる。

ドジョウは庄内川本流の生息数は少なく（間野, 2021）、支流でも採捕数は少なかった。過去の記録がある水野川では1985年頃まで多数確認されていたが、以降の採捕数は減少している傾向が見て取れる（瀬戸市, 1992）。本研究でも水野川で採捕されたのは1個体のみであることから、水野川では近年生息数が減少していると考えられる。また、トウカイコガタスジシマドジョウも確認されたのは八田川の1個体のみである。本種は矢田川でも確認されているが、局所的で採捕数も極めて少ない（間野, 2021）。本種や前述のドジョウは繁殖に水田やそこにつながる用水路を利用することから（斉藤ほか, 1988; 皆川ほか, 2018）、生息数の減少には水田の減少や水田と河川の分断化の影響が指摘されている（中島, 2017b）。庄内川水系でも両種の生息数が減少している一因に同様のことが考えられる。

アカザは河床が多様なサイズの礫で構成された水深の浅い瀬に生息するとされている（星野ほか, 1996）。本種が唯一採捕された野添川の調査区間は河道がコンクリートで護岸されていないため大きく蛇行し、小規模ながら瀬・淵構造も見られ、水際の草本も発達していた。本種は庄内川本流でも稀にしか確認されないことから、本種を絶滅させないためには野添川に残されている環境を保全することが必要である。また、野添川には本研究で確認された唯一の通し回遊魚であるヌマチチブが生息していた。庄内川本流には河口から野添川に至るまでに落差0.5mを越える堰が6つ設置されており、本種は河川に陸封される事例も報告されていることから（浅香・森, 1999）、野添川の個体は陸封された個体である可能

性も否定できない。いずれにしても、他の支流は本流合流点から調査区間までに何らかの河川横断構造物が存在する一方で、野添川下流部には魚類の移動障害となる構造物がないことから、庄内川本流から魚類が進入しやすい環境であると言える。また、野添川では愛知県が絶滅危惧IB類、名古屋市がIA類に選定しているドンコ *Odontobutis obscura* が2017年頃まで確認されていたが（間野, 未発表）、本研究では確認することができなかった。本種は砂礫底の環境を好み、狭い範囲で一生を過ごすとされている（岩田, 1996）。本調査を行った年は上流の河川工事により流入したと思われる大量の泥が調査区間一帯に堆積していた。今後も宅地造成に伴う河川改修工事がおこなわれる可能性があり、注視する必要がある。

謝辞

NPO土岐川庄内川サポートセンターの佐藤裕治氏、矢田・庄内川をきれいにする会の鶴飼普氏には魚類の採捕に協力いただきました。また、岐阜大学地域科学部の向井貴彦教授には魚類の同定ならびに論文執筆についてコメントいただきました。あらためてお礼申し上げます。

引用文献

- 愛知県・名古屋市. 2014. 一級河川庄内川水系庄内川上流圏域河川整備計画 平成25年10月1日（平成26年10月17日一部変更）, <http://www.aichi-river.jp/i20-R1.htm>, 2022年8月16日確認。
- 間野静雄. 2021. 愛知県庄内川における魚類の流程分布. 豊橋市自然史博物館研究報告, 31: 57-71.
- 間野静雄・向井貴彦・佐藤裕治・鶴飼普. 2021. 愛知県庄内川の小田井堰堤魚道内で確認された魚類. なごやの生物多様性, 8: 71-79.
- 浅香智也・森 誠一. 1999. 豊川水系の魚類相：移入種と多様性. 森 誠一（編）. 淡水生物の保全生態学－復元生態学に向けて－, pp. 133-144. 信山社サイテック, 東京.
- 広 正義. 1975. 魚類. 建設省庄内川工事事務所（編）. 庄内川の水生生物, pp. 125-139. 建設省庄内川工事事務所, 名古屋.
- 細谷和海. 1996. タモロコ. 川那部浩哉・水野信彦（編）.

- 日本の淡水魚 2 版, pp. 298-299. 山と溪谷社, 東京.
- 星野和夫・松尾敏生・細谷和海. 1996. 九州におけるアカザの分布. 魚類学雑誌, 43: 105-108.
- 伊藤珠央・小関右介・新妻靖章. 2006. メダカ *Oryzias latipes* における雄の鱗の損傷による産卵数および受精率の低下 - 外来種カダヤシ *Gambusia affinis* が与える繁殖への潜在的影響 -. 野生生物保護, 10: 1-7.
- 岩田明久. 1996. ドンコ. 川那部浩哉・水野信彦 (編). 日本の淡水魚 2 版, pp. 557-559. 山と溪谷社, 東京.
- 片野 修・小川 拡・中村智幸・山本祥一郎. 2015. 人工池においてブルーギルが 2 種の淡水魚の個体数に及ぼした長期的影響. 魚類学雑誌, 62: 169-175.
- 駒田格知. 2000. 庄内川水系の魚類相. 名古屋女子大学生生活科学研究所 (編). 庄内川流域の生活と環境, pp. 449-465. 名古屋女子大学生生活科学研究所, 名古屋.
- 皆川明子・長友里恵・北村淳一・原田一毅・山本達也. 2018. 三重県の水田水域におけるトウカイコガタスジシマドジョウの繁殖期と水稲作期との関係. 三重県総合博物館研究紀要, 4: 1-7.
- 水野信彦・御勢久右衛門. 1993. 河川の生態学 補訂・新装版. 築地書館, 東京, 247pp.
- 向井貴彦. 2019. 岐阜県の魚類 第二版. 岐阜新聞社, 岐阜. 223pp.
- 中坊徹次 (編). 2013. 日本産魚類検索 - 全種の同定 - 第三版. 東海大学出版会. 秦野, 2428pp.
- 中島 淳. 2017a. 日本のドジョウ. 山と溪谷社. 東京, 223pp.
- 中島 淳. 2017b. 日本産スジシマドジョウ類の現状とその保全の展望. 魚類学雑誌, 64: 69-76.
- 佐原雄二・幸地良仁. 1980. カダヤシ - メダカダヤシの生態. 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦 (編). 日本の淡水生物 - 侵略と攪乱の生態学, pp. 106-107. 東海大学出版会, 東京.
- 斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的な水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, 38: 35-47.
- 瀬戸市. 1992. 瀬戸の川の魚たち. 瀬戸市環境交通課, 瀬戸. 25pp.
- 新谷一大・渡邊精一. 1990. 茨城県牛久沼におけるオオクチバスの食性. 1990. 水産増殖, 38: 245-252.
- 高橋清孝. 2002. オオクチバスによる魚類群集への影響 - 伊豆沼・内沼を例に. 日本魚類学会自然保護委員会 (編), pp. 47-59. 川と湖沼の侵略者ブラックバス - その生物学と生態への影響. 恒星社厚生閣, 東京.
- Tominaga, K. and S. Kawase. 2019. Two new species of *Pseudogobio* pike gudgeon (Cypriniformes: Cyprinidae: Gobioninae) from Japan, and redescription of *P. esocinus* (Temminck and Schlegel 1846). Ichthyological Research, 66: 488-508.
- 淀 太我・井口恵一郎. 2003. 外来種コクチバスの河川内繁殖の確認. 水産増殖, 51: 31-34.
- 遊磨正秀・田中哲夫・竹門康弘・中井克樹・瀨側祐一・小原明人・今泉真知子・佐藤 浩・土井田幸郎. 1997. 瀬田月輪大池における魚類群集の変遷 - 12年間の生物学実習の結果より -. 滋賀医科大学基礎学研究, 8: 19-36.

愛知県におけるゴキブリ類の分布について

旭 和也⁽¹⁾ 戸田 尚希⁽²⁾ 山岸 健三⁽²⁾

⁽¹⁾ ライオンケミカル株式会社 開発部 〒649-0311 和歌山県有田市辻堂1-1

⁽²⁾ 名城大学農学部昆虫学研究室 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口1-501

Distribution of Cockroaches in Aichi Prefecture

Kazuya ASAHI⁽¹⁾ Naoki TODA⁽²⁾ Kenzo YAMAGISHI⁽²⁾

⁽¹⁾ Development department Lionchemical Co., Ltd. 1-1 Tsujido, Arida, Wakayama 649-0311, Japan

⁽²⁾ Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Meijo University.1-501 Shiogamaguchi, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi 468-8502, Japan

Correspondence:

Kazuya ASAHI E-mail: kz-asahi@lionchemical.jp

要旨

名古屋市東山公園に設置したマレーズトラップによって、クロモンチビゴキブリ *Anaplecta japonica* とキスジゴキブリ *Symploce striata* が捕獲された。また、愛知県岡崎市の矢作川堤防では黄色水盤トラップによってツチゴキブリ *Margattea kumamonotonis kumamonotonis* が捕獲された。いずれも愛知県での記録は少なく、希少種であるため採集時の様子を含めて報告する。

Anaplecta japonica and *Symploce striata* were collected by the Malaise traps set on the Higashiyama Park in Nagoya City. *Margattea kumamonotonis* was collected by the yellow pan traps on a bank of the Yahagi River, Okazaki, Aichi Prefecture. About these species, there are few collections record, and they have the potential to be threatened with extinction in Aichi Prefecture.

キーワード：クロモンチビゴキブリ，キスジゴキブリ，ツチゴキブリ，マレーズトラップ，愛知県

緒言

名城大学農学部昆虫学研究室では長年、昆虫類の生物多様性の解明に取り組んでおり、2020年に岡崎市大門町の矢作川堤防にて黄色水盤トラップを設置、また2021年には、なごや生物多様性センターの協力のもと、名古屋市千種区の東山公園にてマレーズトラップを設置し昆虫類の捕獲調査を行った。その結果、両調査地点で興味深く記録の少ないゴキブリが捕獲されたので報告する。

矢作川堤防に置いた黄色水盤トラップでは、チャバネゴキブリ科のツチゴキブリ (*Margattea kumamonotonis kumamonotonis*) とモリチャバネゴキブリ (*Blattella*

nipponica) の2種が、また東山公園内に設置したマレーズトラップでは、同じくチャバネゴキブリ科のクロモンチビゴキブリ (*Anaplecta japonica*)、キスジゴキブリ (*Symploce striata striata*)、モリチャバネゴキブリ (*B. nipponica*) の3種が捕獲された。さらに追加調査として、戸田が同地にベイトトラップを設置したところ、多くのキスジゴキブリを捕獲することができた (戸田, 2021)。また夜間、同所のアベマキの枯死木には、多くのゴキブリ科のヤマトゴキブリが止まっており、これらも回収した。この内、モリチャバネゴキブリとヤマトゴキブリを除く3種は愛知県における記録がほとんどない



図1. マレーズトラップ設置状況：名古屋市千種区東山公園。



図2. 黄色水盤トラップ設置状況：愛知県岡崎市大門町矢作川堤防。

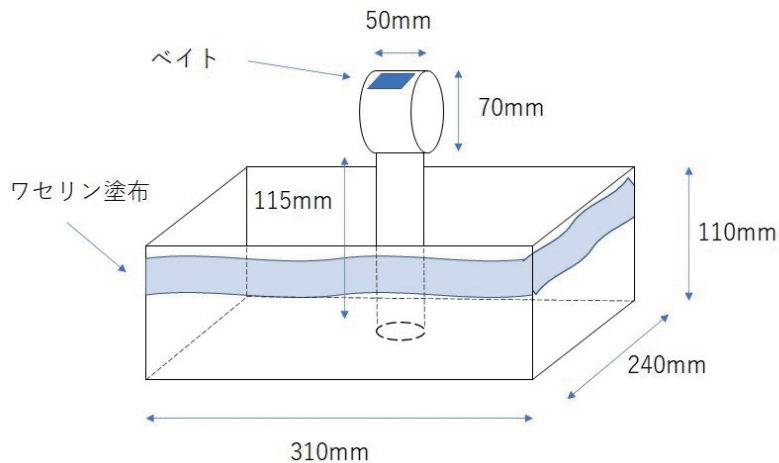


図3. ベイトトラップ：水を張った白色水盤の外側にワセリンを塗布し，水盤の中央に市販のゴキブリ用ベイトを置いてある．飛翔性の昆虫だけを捕獲する．

ため，絶滅危惧種に指定される可能性を持っている。

一方，過去にクロモンチビゴキブリがマレーズトラップによって採集された記録はなく，ツチゴキブリが黄色水盤トラップによって捕獲された記録もないことから，これら2種がトラップによって捕獲されたことは新たな知見である。また，これらのトラップとキスジゴキブリの捕獲のために追加調査でを使用したベイトトラップは，ゴキブリ類の調査において有効であると考えられる。

材料および方法

マレーズトラップ (MT) (図1) による調査は，2021年4月2日から同年10月22日まで名古屋市千種区の東山公園の一万歩コースの森林内に2基設置して実施された。このトラップは垂直の黒いネットに屋根が付いた

簡単な構造である。垂直に張られたネットに行く手を遮られた飛翔性昆虫がネットの上に登っていくとトラップ上部につけられたアルコール瓶に落ちる構造になっている。毎週1回，トラップのアルコール瓶の中に入った昆虫は山岸によって回収され，当時名城大学農学部4回生の神谷京香によって標本作成された。

黄色水盤トラップ (YPT) (図2) による調査は，2020年4月9日から同年9月15日まで岡崎市大門町の矢作川堤防で6回行われた。本トラップは米国Solo社の黄色のパーティ皿で，中に洗剤水を張って地面に置くだけで様々な昆虫を溺死させることができる。腐敗防止のため，中に落ちた昆虫を設置1日後に回収する。トラップの設置・回収ならびに標本作成は当時名城大学農学部4回生の蒲野翔太によって行われた。



図4. クロモンチビゴキブリ♂ (*Anaplecta japonica*) : Nagoya, Higashiyama Park, 9-15. X. 2021, K. Yamagishi (MT).



図5. キスジゴキブリ♂ (*Symptloce striata*) : Nagoya, Higashiyama Park, 18. VI. 2021, K. Yamagishi.

ベイトトラップ (図3) による調査は、2020年7月5日から同月9日までの5日間、東山公園の一万歩コースの森林内の3ヶ所に設置し行われた (戸田, 2021)。ベイトトラップには様々な種類があるが、今回用いたものは、水を張った白色水盤の外側にワセリンを塗布し、歩行性の昆虫の侵入を防いだ上で、水盤の中央に市販のゴキブリ用ベイトを置き、飛翔性のゴキブリだけを狙った。また戸田が夜間に同所へ行き、目視による周辺の調査も行った。なお、採集されたゴキブリの標本は名城大学農学部昆虫学研究室に保管されている。

結果および考察

クロモンチビゴキブリ *Anaplecta japonica* Asahina, 1977 (図4)

クロモンチビゴキブリは体長約7mmの小型のゴキブリで、全体的に黄褐色であるが、前翅基部が黒色のため「黒紋」の和名を持つ。日本の固有種で、本州、四国、九州で、本州からは山口県・大阪府・静岡県 (辻, 2019)、および愛知県からの採集報告 (山中, 2018) がある。本種は小型で非常に俊敏に動き、目視での捕獲採集が難しく、生態も不明な点が多い。本邦のゴキブリ類としては珍しく秋 (特に10月) に成虫の記録が集中し、

年一化性と考えられる。今回、東山公園に設置したマレーズトラップ (MT) により、9月から10月にかけて17個体が捕獲された。

採集記録 : 1♂, Nagoya, Higashiyama Park, 4-10. IX. 2021, K. Yamagishi (MT); 1♀, 18-24. IX. 2021, ditto; 3♂, 1♀, 25. IX. - 1. X. 2021, ditto; 6♂, 2♀, 2-8. X. 2021, ditto; 2♂, 1♀, 9-15. X. 2021, ditto.

キスジゴキブリ *Symptloce striata striata* (Shiraki, 1906) (図5)

キスジゴキブリは体長15~17mmで中型のゴキブリである。モリチャバネゴキブリより一回り大きく、体色は黒褐色である。前胸背板は黒色で、両側に黄色い帯を持つことでモリチャバネゴキブリとの区別は容易である。東山公園ではモリチャバネゴキブリに交じって道路上や落葉の上を走り回っている成虫が多く見られたため、ベイトトラップを7月5日から9日までの5日間設置したところ15♂, 2♀が得られた (戸田, 2021)。また、マレーズトラップでも2個体が得られた。本種の分布は本州・四国・九州で (辻, 2019)、本州では神奈川県以南で採集される。西日本では関西までは記録が多いが、愛知県では記録が少ない。辻 (2019) は「5・6月頃か



図6. ツチゴキブリ♂ (*Margattea kumamonotonis*): Aichi prefecture, Okazaki, Daimon, Bank of Yahagi River, 5-6. VI. 2020, S. Gamano (YPT).



図7. モリチャバネゴキブリ♀ (*Blattella nipponica*): Nagoya, Higashiyama Park, 18. VI. 2021, K. Yamagishi.

ら成虫が出現し、樹上性のゴキブリである」としているが、豊田市 (2005) では「枯れた植物の堆積した場所や湿気のある粗朶の中からまれに見つかる」とされており、東山公園でも上述のように、地上を走り回っている多くの成虫が観察された。

採集記録: 1♂, Nagoya, Higashiyama Park, 18. VI. 2021, K. Yamagishi; 2♂, Nagoya, Higashiyama Park, 26. VI. - 2. VII. 2021, K. Yamagishi (MT).

ツチゴキブリ *Margattea kumamonotonis kumamonotonis* (Shiraki 1931) (図6)

ツチゴキブリは体長7~11 mmの小型のゴキブリで、本州 (千葉県以南)、四国、九州に分布する。同属の他種とは後翅が発達することや腹部背面の模様で区別できる (辻, 2019)。本種は蒲野翔太が愛知県岡崎市大門の矢作川堤防の草原に設置した黄色水盤トラップ (YPT) によって、モリチャバネゴキブリに交じって16個体が捕獲された。本種はモリチャバネよりも体が幅広く、前胸背板は他の部分と同じ黄褐色で波状の細かな模様があり、両側は半透明である。また腹部は辺縁部が黒化し中央は黄褐色であることから、近似の他種とは区別できる。若齢幼虫は枯れた樹木の浮いた樹皮下から見つかる

ことがあり、老熟した幼虫は、林床の枯草が積み重なったところで見つかることがある。戸田・大熊 (2020) の記録では、本種が森の中で採集されているが、今回の捕獲が矢作川堤防という草原環境だったことから、少なくとも成虫の行動範囲はモリチャバネ同様、かなり広いことが推定される。

採集記録: 9♂, 7♀, Aichi prefecture, Okazaki, Daimon, Bank of Yahagi River, 5-6. VI. 2020, S. Gamano (YPT).

モリチャバネゴキブリ *Blattella nipponica* Asahina, 1963 (図7)

モリチャバネゴキブリは体長11.5~12.5 mmほどの小型のゴキブリで、分布は、本州 (太平洋側は福島県、日本海側は石川県が北限) から奄美大島まで分布する野外性の小型のゴキブリである (町田, 2016)。林内に堆積した落ち葉の多い林床に生息し、都市公園などでもよくみられる。また、屋内へ侵入する近縁のチャバネゴキブリ (*B. germanica*) と違い、飛翔することができる。普通種であるためか、愛知県での記録は少ないので一緒に報告しておく。

採集記録: 1♂, Nagoya, Higashiyama Park, 15-21. V.



図8. ヤマトゴキブリ (*Periplaneta japonica*) 左: ♂, 右: ♀:
Nagoya, Higashiyama Park, 15. V. 2022, N. Toda.

2021, K. Yamagishi (MT) ; 2♂, 12-18. VI. 2021, ditto; 4♂, 26. VI. - 2. VII. 2021, ditto; 5♂, 1♀, 10-16. VII. 2021, ditto; 5♂, 4♀, 24-30. VII. 2021, ditto; 1♂, 3♀, 7-13. VIII. 2021, ditto; 9♀, 21-27. VIII. 2021, ditto; 1♀, 4-10. IX. 2021, ditto; 2♂, 2♀, Nagoya, Higashiyama Park, 18. VI. 2021, K. Yamagishi.

ヤマトゴキブリ *Periplaneta japonica* Karny, 1908 (図8)

ヤマトゴキブリは体長20~25 mmほどのゴキブリで、北海道から九州まで分布する日本の在来種である。クロゴキブリ (*Periplaneta fuliginosa*) に似るが一回り小さく細長い。表面は平滑でない。メスはオスより小さく短翅である (日本直翅類学会, 2016)。前種同様、普通種であるためからか記録は少ないので報告しておく。

採集記録: 4♂, 2♀, Nagoya, Higashiyama Park, 21. VII. 2021, N. Toda; 2♂, 2♀, 15. V. 2022 ditto.

今回の調査において、クロモンチビゴキブリおよびキスジゴキブリが名古屋市に生息していることが確認された。特にクロモンチビゴキブリが10個体以上捕獲されたことは、本報告以前には記録はなく、特筆すべきことで

あると考えられる。本種は本州においては山口県、大阪府、愛知県、静岡県で記録があるが、いずれも散発的である。本調査での結果から、クロモンチビゴキブリは当調査地での個体密度は高く、マレーズトラップによって効率的に採集が可能であることが示唆された。ツチゴキブリについても堤防という草原環境で比較的個体数が多く採集されたことより、黄色水盤トラップによって採集できることが示唆された。

謝辞

東山公園における調査は、なごや生物多様性センターに採集許可とマレーズトラップの設置許可を取得いただいた。また、蒲野翔太ならびに神谷京香の両氏には、採集および標本作成でご尽力いただいた。記して厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 日本直翅類学会. 2016. 日本産直翅類標準図鑑. 学研プラス. 東京. 384pp.
- 戸田尚希. 2021. 名古屋市でキスジゴキブリを採集. 佳香蝶, 73(287): 107.
- 戸田尚希・大熊千晶. 2020. ツチゴキブリを愛知県で採集.

- 佳香蝶, 72(284): 106.
- 豊田市. 2005. ゴキブリ目, VII昆虫類. 豊田市自然環境基礎調査報告書, 196p. 豊田市自然環境基礎調査会. 豊田.
- 辻 雄介. 2019. 山口県のゴキブリ目Blattodea (1). 豊田ホタルの里ミュージアム研究報告, 11: 137-146.
- 山中 洋. 2018. 本州に於ける四府県目のクロモンチビゴキブリの採集記録. 佳香蝶, 70(274): 27-28.

猪高緑地（名古屋市名東区）におけるアカネズミ寄生節足動物の40年前の調査

高崎 保郎

〒465-0026 名古屋市名東区藤森一丁目14

Survey of Parasitic Arthropoda of *Apodemus speciosus* in Itaka Ryokuchi Park, Meito-ku, Nagoya City, Aichi Prefecture, Japan, between 1982 and 1983

Yasuo TAKASAKI

14 Fujimori 1-chome, Meito-ku, Nagoya, Aichi 465-0026, Japan

要旨

1982年から1983年の1年間、猪高緑地においてアカネズミ *Apodemus speciosus* 寄生節足動物についてツツガムシ類 *Trombiculidae* を始め36種を確認すると共に、年間の消長を調べた。

はじめに

愛知県衛生部在職当時、本来の職務ではなかったが、趣味としての昆虫の知識を生かし、食品・環境の害虫（VectorとNuisance）に関し、行政的対処や関係職員の研修、部内マニュアルの作成等を一手に担ってきた。その一部である食品・室内塵中のダニも扱っていたが、新型ツツガムシ病媒介種にも関心を抱き、名古屋大学医学部医動物学教室の故熊田信夫教授（1926～2009）の御指導を受け、猪高緑地をフィールドとして1年間調査を実施した。しかし、その成果は部内限りで公には発表しなかった。

なごや生物多様性センターではかなりの種や個体数の哺乳類等が捕獲あるいは回収されており、外部寄生虫調査のための材料には事欠かないと思われる。もし、将来生物多様性や哺乳類による疾病伝播のおそれの観点からかかる調査が考慮される機運が生じた場合、40年前のデータではあるが名古屋市に関する過去の比較資料の一例として参考までにここに公にするものである。

1. 調査方法

(1) 実施期間

1982年8月から1983年7月までの12か月間

(2) 調査場所

調査ポイントは大部分を現猪高緑地の北部と、一部をその東側市境の丘（図1上部に見える丘）の東下に隣接する長久手市根岳地内に設定した。猪高緑地と事実上一体であった根岳の二次林帯は2004年宅地造成により失われている。ポイント所在地は名古屋市名東区猪高町上社



図1. 1980年代の猪高緑地北部の景観



図2. アカネズミトラップ



図3. ダニ回収装置

猪高緑地と愛知県長久手市長湫根岳である。トラップ設置環境は二次林のササ群落内又は二次林内に点在する水田、畑、池、細流の脇である。

(3) 鼠捕獲とダニ回収

ア. 器具

金網鼠取器1個と「パンチュウトラップ」と称する簡易なプラスチック板をバネとしたトラップ(図2)。餌は初期のみエビ風味のスナック菓子、後に生サツマイモ細片を用いた。

イ. 設置と回収

金網籠1個とパンチュウトラップ15~20個を月に1~4回夕方方に設置し翌早朝に回収した。回収時、籠と一部のパンチュウトラップではアカネズミは生存していたが、大部分は死亡していた。細流脇ではカメが持ち去ろうとしていたことがあった。

回収した鼠は写真用三脚を利用し、糸で水を入れた小容器上に吊るし、水面に落下したダニを回収した(図3)。

(4) 検査

プレパラートを作成し検鏡した。

2. 調査結果

(1) 被寄生者

捕獲された鼠は全てアカネズミ *Apodemus speciosus* であった。捕獲数は猪高緑地内が31頭、長久手市内が11頭で、13頭捕獲の10月以外は月毎の変動は1~4頭で大きくなかった。

(2) 寄生者(図4-25)

表1に示す36種が確認された。ダニ目32種の内、中気門亜目1種、前気門亜目1種、無気門亜目のHypopus(第二若虫)4種、隠気門亜目1種については、科までの同定には至らなかった。

ハダニ科の2種は通常植物体上にあり、隠気門亜目の2種とカニムシは通常土壌中に棲息するもので、それらは便乗者とみなされる。

(3) 寄生率と月別寄生の有無

対象36種について表2に示した。寄生率は各種毎の全捕獲鼠数に対する被寄生鼠数の割合である。各月に寄生が有った場合は黒丸で表示した。ホクマントゲダニの寄生率が最多で、しかも、本種だけが年間を通じて寄生していた。フジツツガムシは同率の76.2%、サダスクガリーレブツツガムシ、HypopusA、ズツキダニの一種、ハツカネズミジラミがこれに次ぐ。1回だけひと月だけの稀な検出の例もあった。

(4) ツツガムシ類

本調査では新型ツツガムシ病のVectorの探索が目的の一つであったが、猪高緑地(一部は当時の長久手町)では発見されず、病原性は無いとされるサダスクガリーレブツツガムシ、フジツツガムシ、キタサトツツガムシ、ミヤジマツツガムシの4種が棲息していた。表3に月別捕獲鼠数に対する被寄生鼠数と、同じく月別の鼠1頭当りの寄生ダニ数を示した。寄生するダニの個体数が最大なのはフジツツガムシで、それより大分少ないが



図4. *Haemogamasus japonicus*



図5. ホクマントゲダニ

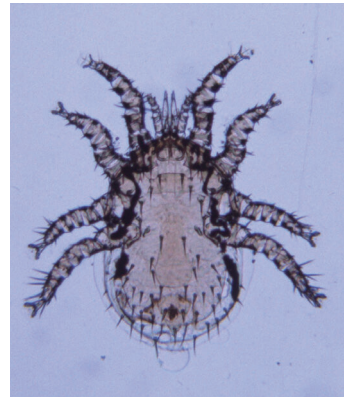


図6. モグラトゲダニ



図7. マダニの一種



図8. マダニの一種の幼虫

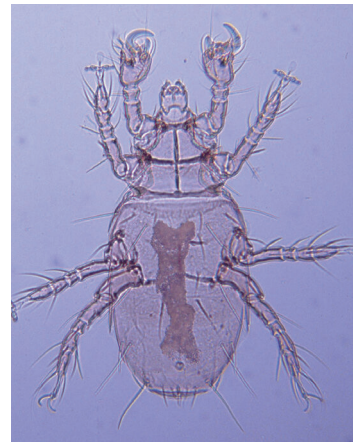


図9. クマダハサミヒナダニ



図10. ツメダニの一種



図11. アカネズミケモチダニ

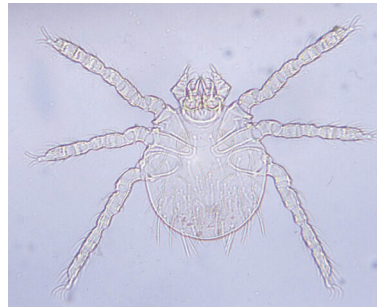


図12. サダスクガーリエプツツガムシ



図13. フジツツガムシ生体

サダスクガーリエプツツガムシが続き、キタサトツツガムシ、ミヤジマツツガムシはまれであった。いずれも盛夏から秋口にかけて寄生は見られなかった。

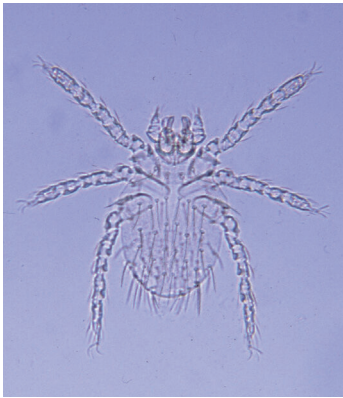


図14. フジツツガムシ



図15. キタサトツツガムシ



図16. ミヤジマツツガムシ



図17. ムギコナダニ



図18. Hypopus A



図19. Hypopus B



図20. ツツキダニの一種



図21. ツツキダニの一種の側面



図22. オオヤドリカニムシ



図23. ハツカネズミジラミ



図24. アカネズミジラミ



図25. ササアカネズミノミ

表1. 寄生節足動物一覧

目・亜目	科	種
中気門亜目 Mesostigmata	マヨイダニ科 Ascidae	<i>Iphidozercon</i> sp.
	トゲダニ科 Laelapidae	トゲアシボソトゲダニ <i>Hypoaspis pavlovskii</i>
	トゲダニ科 Laelapidae	<i>Haemogamasus japonicus</i>
	トゲダニ科 Laelapidae	ヨウチキヌゲダニ <i>Eulaelapus multisetatus</i>
	トゲダニ科 Laelapidae	<i>Androlaelaps</i> sp.
	トゲダニ科 Laelapidae	ホクマントゲダニ <i>Laelaps jettmari</i>
	トゲダニ科 Laelapidae	モグラトゲダニ <i>Oryctolaelaps bibikovae</i>
		中気門亜目の一種
マダニ亜目 Ixodides	マダニ科 Ixodidae	タネガタマダニ <i>Ixodes nipponensis</i>
	マダニ科 Ixodidae	<i>Ixodes</i> sp.
前気門亜目 Trombidiformes	オソイダニ科 Cunaxidae	オソイダニ科の一種
	ホコリダニ科 Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.
	ヒナダニ科 Pygmephoridae	クマダハサミヒナダニ <i>Pygmephorus kumadai</i>
	ヒナダニ科 Pygmephoridae	スズキカタビロヒナダニ <i>Bakerdania suzukii</i>
	ツメダニ科 Cheyletidae	<i>Eucheyletia</i> sp.
	ケモチダニ科 Myobiidae	アカネズミケモチダニ <i>Myobia nodae</i>
	ツツガムシ科 Trombiculidae	<i>Gahrleipia sadaski</i> サダスクガーリエブツツガムシ
	ツツガムシ科 Trombiculidae	<i>Leptotrombidium fuji</i> フジツツガムシ
	ツツガムシ科 Trombiculidae	<i>L.kitastoi</i> キタサトツツガムシ
	ツツガムシ科 Trombiculidae	<i>L.miyajimai</i> ミヤジマツツガムシ
	ハダニ科 Tetranychidae	ハダニ科の一種
		前気門亜目の一種
無気門亜目 Astigmata	コナダニ科 Acaridae	ケナガコナダニ <i>Tyrophagus putrescentiae</i>
	コナダニ科 Acaridae	ムギコナダニ <i>Aleuroglyphus ovatus</i>
	チリダニ科 Pyroglyphidae	コナチリダニ <i>Dermatophagoides farinae</i>
	ズツキダニ科 Listrophoridae	ズツキダニ科の一種
		無気門亜目の第二若虫 HypopusA
		無気門亜目の第二若虫 HypopusB
		無気門亜目の第二若虫 HypopusC
		無気門亜目の第二若虫 HypopusD
隠気門亜目 Cryptostigmata	フリソデダニ科 Galumnidae	フリソデダニ科の一種
		隠気門亜目の一種
カニムシ目 Pseudoscorpiones	ヤドリカニムシ科 Chernetidae	オオヤドリカニムシ <i>Megachernes ryugadensis</i>
シラミ目 Anoplura	ケモノヒメジラミ科 Hoplopleuridae	ハツカネズミジラミ <i>Polyplax serrata</i>
		アカネズミジラミ <i>Hoplopleura akanezumi</i>
ノミ目 Siphonaptera	ケブカノミ科 Hystriechopsyllidae	ササアカネズミノミ <i>Neopsylla sasai</i>

表2. 寄生率と月別寄生の有無

寄生節足動物	被寄生 鼠 数	寄生率 (%)	1983							1982				
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
<i>Iphidozercon</i> sp.	1	2.4											●	
トゲアシボソトゲダニ	2	4.8										●		
<i>Haemogamasus japonicus</i>	10	23.8		●	●		●	●			●	●	●	
ヨウチキヌゲダニ	5	11.9	●						●	●		●		
<i>Androlaelaps</i> sp.	1	2.4										●		
ホクマントゲダニ	32	76.2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
モグラトゲダニ	1	2.4						●						
中気門亜目の一種	8	19.0	●		●	●	●	●						
タネガタマダニ	1	2.4									●			
<i>Ixodes</i> sp.	4	9.5				●	●	●				●		
オソイダニ科の一種	1	2.4												●
<i>Tarsonemus</i> sp.	1	2.4									●			
クマダハサミヒナダニ	2	4.8		●		●								
スズキカタビロヒナダニ	11	26.2	●	●	●	●						●	●	●
<i>Eucheyletia</i> sp.	2	4.8		●					●					
アカネズミケモチダニ	3	7.1							●	●		●		
サダスクガーリエプツツガムシ	27	64.3	●	●	●	●	●	●				●	●	●
フジツツガムシ	32	76.2	●	●	●	●	●					●	●	●
キササトツツガムシ	2	4.8										●		
ミヤジマツツガムシ	5	11.9		●	●							●	●	●
ハダニ科の一種	5	11.9				●				●			●	●
前気門亜目の一種	1	2.4										●		
ケナガコナダニ	2	4.8								●	●			
ムギコナダニ	1	2.4							●					
コナチリダニ	1	2.4				●								
ズツキダニ科の一種	18	42.9		●	●		●	●	●	●		●	●	
Hypopus A	20	47.6	●	●	●	●	●	●				●	●	●
Hypopus B	2	4.8												●
Hypopus C	1	2.4								●				
Hypopus D	5	11.9				●	●	●	●					
フリソデダニ科の一種	1	2.4								●				
隠気門亜目の一種	2	4.8								●		●		
オオヤドリカニムシ	1	2.4							●					
ハツカネズミジラミ	20	47.6	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	
アカネズミジラミ	5	11.9				●		●				●		
ササアカネズミノミ	3	7.1				●	●						●	

表3. ツツガムシ類の月別寄生状況

種	1983							1982					
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
サダスクガーリエ ブツツガムシ	被寄生鼠数/捕獲鼠数	2/2	2/2	2/3	3/4	4/4	1/4	0/1	0/2	0/1	8/13	3/4	2/2
	最多	11	31	11	8	15	2				9	36	13
	鼠1頭当り 寄生ダニ数	最小	3	3	0	0	0	0			0	0	7
	平均	7	17	3.7	3.3	5.8	0.5				1.8	12.0	10.0
フジツツガムシ	被寄生鼠数/捕獲鼠数	2/2	2/2	3/3	4/4	4/4	0/4	0/1	0/2	0/1	11/13	4/4	2/2
	最多	259	352	135	70	42					143	37	62
	鼠1頭当り 寄生ダニ数	最小	58	58	27	26	14				0	2	28
	平均	158.5	205.0	81.7	50.5	28.5					16.3	15.0	45.0
キタサトツツガム シ	被寄生鼠数/捕獲鼠数	0/2	0/2	0/3	0/4	0/4	0/4	0/1	0/2	0/1	2/13	0/4	0/2
	最多										5		
	鼠1頭当り 寄生ダニ数	最小									0		
	平均										0.6		
ミヤジマツツガム シ	被寄生鼠数/捕獲鼠数	0/2	1/2	1/3	0/4	0/4	0/4	0/1	0/2	0/1	1/13	1/4	1/2
	最多		1	1							3	1	2
	鼠1頭当り 寄生ダニ数	最小		0	0						0	0	0
	平均		0.5	0.3							0.2	0.3	1.0

おわりに

本来かかる調査は医動物関係機関が研究業務として実施するたぐいのことであるが、今回は個人の関心事として行ったものである。ダニの回収装置は寝室にセットし、文字通りダニと寝（食）を共にした。名古屋市内の未調査地域である猪高緑地において、病原性のツツガムシ類は居ないらしいことを含む哺乳類寄生節足動物の寄

生状況の一端を知ることができた。40年前のデータではあるが、いつの日か役立つことがあれば幸いである。

御親切に教えて下さったありし日の熊田先生を偲び感謝の念を新たにしたい。今回の執筆に当たり、助言を賜った元愛知医科大学寄生虫学教室講師近藤繁生氏に御礼申し上げる次第である。

伊勢湾最湾奥に位置する名古屋港ガーデンふ頭で採集された軟体動物

中嶋 清徳⁽¹⁾ 中野 秀彦⁽²⁾ 春日井 隆⁽¹⁾
木村 妙子⁽³⁾ 木村 昭一⁽³⁾

⁽¹⁾ 名古屋港水族館 〒455-0033 愛知県名古屋市港区港町1-3

⁽²⁾⁽³⁾ 三重大学大学院生物資源学研究科 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577

⁽²⁾ 現所属：ドリスジャパン株式会社 〒201-0003 東京都狹江市和泉本町2-34-24

Marine Mollusks collected at the Port of Nagoya Garden Pier, located at the far end of Ise Bay in Japan

Kiyonori NAKAJIMA⁽¹⁾ Hidehiko NAKANO⁽²⁾ Takashi KASUGAI⁽¹⁾
Taeko KIMURA⁽³⁾ Shoichi KIMURA⁽³⁾

⁽¹⁾ Port of Nagoya Public Aquarium, 1-3 Minatomachi, Minato-ku, Nagoya, Aichi 455-0033, Japan.

⁽²⁾⁽³⁾ Graduate School of Bioresources, Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho, Tsu, Mie 514-8507, Japan

⁽²⁾ Doris Japan co.,Ltd., 2-34-24 Izumihonmachi, Komae, Tokyo 201-0003, Japan

Correspondence:

Kiyonori NAKAJIMA E-mail: k-nakajima@nagoyaminato.or.jp

要旨

伊勢湾最湾奥に位置する名古屋港ガーデンふ頭で1992年から2022年までに採集された軟体動物として二枚貝綱10種、頭足綱3種、腹足綱の新生腹足亜綱6種・異鰓亜綱7種の計26種が確認された。このうち二枚貝綱5種、新生腹足亜綱1種、異鰓亜綱3種の計9種が外来種とされる種であった。また在来種とされる二枚貝綱3種、新生腹足亜綱2種、異鰓亜綱1種は海外で外来種として報告されている。

A survey of marine mollusks collected from 1992 to 2022 at the Port of Nagoya Garden Pier, located at the far end of Ise Bay in Japan, was conducted. A total of 26 species was identified in this study, of which 10 were bivalves species, 3 cephalopods, 6 caenogastropods, and 7 heterobranchia. The 5 bivalves, 1 caenogastropod, and 3 heterobranchia were invasive species. The 3 bivalves, 2 caenogastropods, and 1 heterobranchia that are considered to be native species have been reported as invasive species in foreign countries.

序文

名古屋港ガーデンふ頭（以降ガーデンふ頭）は伊勢湾最奥部の名古屋港内においても最も奥部に位置する（図1 A, B）。調査地点は埋立地で水辺はすべて人工的な護岸となっている。名古屋港はラムサール条約に登録されている藤前干潟を有するが、港湾部に生息する生物の報告はこれまでに付着生物（西川・日野, 1988）、外来生物（Scholz et al., 2003; 木村・堀井, 2004; 伊勢田ほか,

2007; 川瀬ほか, 2022）、十脚目甲殻類（中嶋・春日井, 2022）の記録の他、環境影響評価内の生物調査報告（名古屋港管理組合, 2018a）などにとどまり、軟体動物について長期的に記録したものはない。

名古屋港水族館では開館した1992年以降、ガーデンふ頭で確認された生物を記録してきた（中嶋・春日井, 2022）。本稿ではガーデンふ頭にて採集された軟体動物の標本に基づき、その種に関する知見やガーデンふ頭で

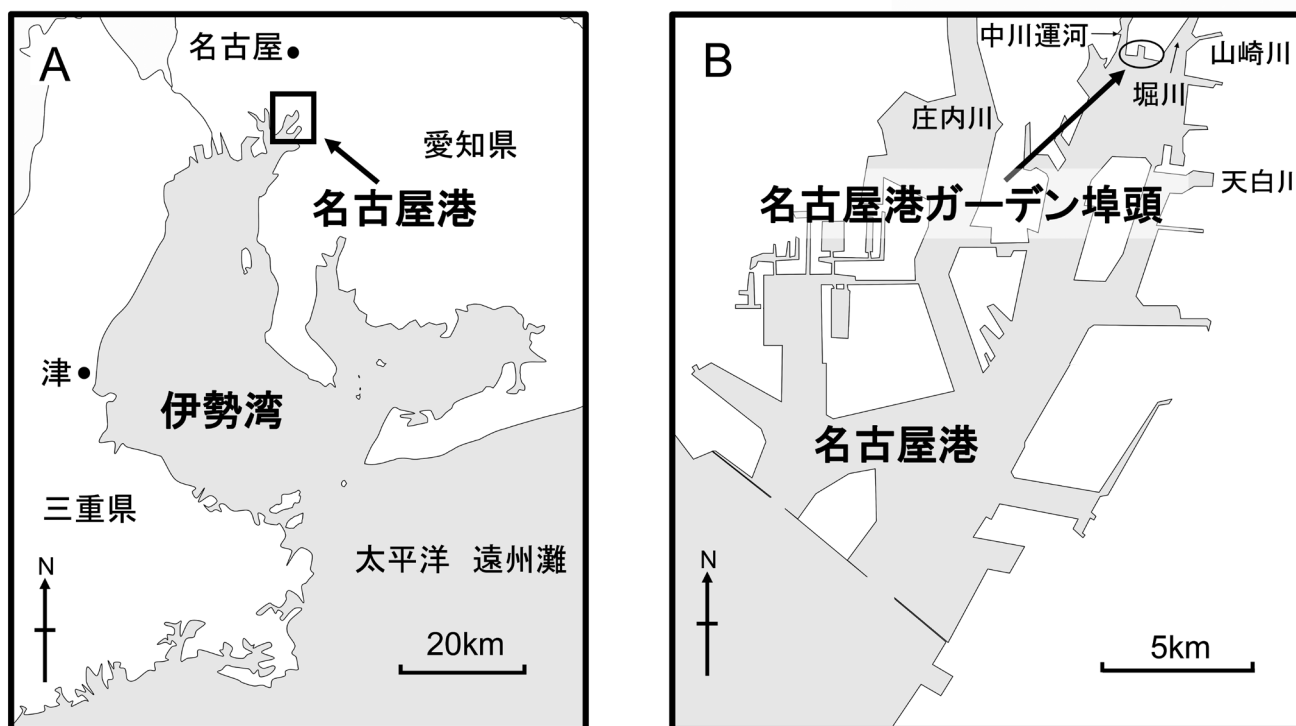


図1. (A) 名古屋港の位置, (B) 名古屋港ガーデン埠頭の位置.

の出現状況を報告する.

材料および方法

愛知県名古屋市港区港町のガーデンふ頭 (35° 9' 17" N; 136° 88' 0" E) において採集調査を行った. 採集は岸壁から手網やトラップなどを用いて, また付着基盤や海底から回収したロープなどに付着しているものは徒手にて採取し, 5-10%中性ホルマリンや70-99.5%エタノールにて液浸標本, または乾燥標本にした. 標本はノギスを用いて10分の1 mmの精度で二枚貝類および腹足類は殻長, ウミウシ類は体長 (匍匐時の最大値), 頭足類は外套背長を測定した. 雌雄判別ができたものについてはその旨を, 飼育や展示を行った個体については採集日と固定日が異なっているため個々に表記した. 種の同定は奥谷 (2015; 2017) などを参考にした. これらの標本は登録番号 (名古屋港水族館軟体動物類資料の略号であるPNPA-Moに続く数字) を付して収蔵した. 和名は岡山県 (2019) に, 学名や分類, 掲載順序はWoRMS Editorial Board (2022) と MolluscaBase (2022) に準拠した.

結果

ガーデンふ頭で採集された軟体動物の標本からは, 以下に示す二枚貝綱10種, 頭足綱3種, 腹足綱の新生腹足亜綱6種・異鰓亜綱7種の計26種が確認された (図2).

二枚貝綱 Bivalvia

イガイ目 Mytilida

イガイ科 Mytilidae

1. ホトトギス (図2-1)

Arcuatula senhousia (Benson, 1842)

シベリアからシンガポールまでの西太平洋が原産で, 日本では在来種であるが, オーストラリア, ニュージーランド, 北米の太平洋岸, 地中海, タンザニアやマダガスカルなどから広く侵入・定着が報告されている (Sousa et al., 2009). 潮間帯から水深10 m程度の浅海の岩礁や砂泥底の表面に生息し, 大增殖時には互いの足糸が絨毯様に絡まったマットが広く砂泥底に形成されるため生態系に大きな影響を与えることがある (山田・倉田, 2018). ガーデンふ頭では岸壁などの構造物や付着基盤などに散見される.

2. ムラサキイガイ (図2-2)

Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819

地中海やその周辺原産の外来種で1930年代以来日本に定着し (石田ほか, 2005), 北海道から沖縄の全国各地に分布している (岩崎ほか, 2004). 世界と日本の「侵略的外来種」のワースト100として挙げられており (村上・鷺谷, 2002), 北米太平洋岸, 香港, チリ, 南アフリカなどに分布を広げ, 近縁種との交雑も報告されている (Westfall and Garder, 2010). 最大殻長約80 mm, 通常は殻長50 mm前後とされるが (木村, 2012), 近年のガーデンふ頭では大型個体は稀である.

3. ミドリイガイ (図2-3)

Perna viridis (Linnaeus, 1758)

本種はインド洋から東南アジアの沿岸域が原産で, 1967年に兵庫県で初めて確認され, 1990年代以降は千葉県から鹿児島県までの太平洋側および日本海側にも分布が広がった (岩崎ほか, 2004). ガーデンふ頭では1996年以降連続して確認されている. 海外では中国南部, タヒチやニューカレドニアなどの南太平洋の島々, 米国南東部を含むカリブ海に侵入し定着している (Baker et al., 2007). 低水温に弱いことが知られているが, 温排水口周辺以外でも越冬していることが各地で確認されるようになった (植田ほか, 2010). ガーデンふ頭でも越冬個体が確認されている (羽生・関口, 2000). ガーデンふ頭での最大個体は死殻ではあるが殻長93.7 mm (PNPA-Mo01039, 2022年5月15日採集) である.

4. コウロエンカワヒバリガイ (図2-4)

Xenostrobus securis (Lamarck, 1819)

オーストラリアおよびニュージーランド原産の外来種で, 1972年岡山県岡山市児島湖で初めて発見され, 以降太平洋沿岸・日本海沿岸各地から報告されている (Kimura et al., 1999; 木村, 2001; 岩崎, 2013). 日本の「侵略的外来種」のワースト100として挙げられている (村上・鷺谷, 2002). 海外では韓国南部沿岸, アドリア海, 地中海, スペイン大西洋沿岸に侵入し定着している (Iwasaki and Yamamoto, 2014). ガーデンふ頭では非常に多くの個体が海中の構造物に付着している. 名古屋港内に位置する藤前干潟周辺域でも付着性貝類の

優占種となっている (川瀬ほか, 2009).

フネガイ目 Arcida

フネガイ科 Arcidae

5. アカガイ (図2-5)

Anadara broughtonii (Schrenck, 1867)

沿海州南部から東シナ海, 北海道南部から九州の内湾砂泥底に生息する (松隈・奥谷2017). 標本個体は付着基盤にて採集された. これまでにガーデンふ頭で確認されたのは本標本のみである.

6. サルボオ (図2-6)

Anadara kagoshimensis (Tokunaga, 1906)

沿海州南部から韓国, 黄海, 南シナ海, 東京湾から有明海の潮下帯上部から水深20 mの砂泥底に生息する (松隈・奥谷, 2017). 本種は在来種だが, 地中海の西部と東部および黒海に侵入し定着している (Mirzoeva and Zhukov, 2021). 標本個体は海底に設置したトラップにて採集された. これまでにガーデンふ頭で確認されたのは標本個体のみである.

イタヤガイ目 Pectinida

ナミマガシワ科 Anomiidae

7. ナミマガシワ (図2-7)

Anomia chinensis Philippi, 1849

北海道南部以南の西太平洋に分布し, 水深20m以浅の岩礫底に生息する (速水, 2017). 標本個体は付着基盤上から採取した. ガーデンふ頭では比較的少ない.

カキ目 Ostreida

イタボガキ科 Ostreidae

8. マガキ (図2-8)

Magallana gigas (Thunberg, 1793)

北西太平洋および日本海において河口域の潮間帯下部から水深40mにかけて生息する在来種. 本種は現在では最も広い海域に移入された海産無脊椎動物であり, 主に養殖のために分布域外の66カ国に導入され, 少なくとも17カ国で定着している (Herbert et al., 2016). ガーデンふ頭では岸壁や構造物, 付着基盤などに付着している.

マルスダレガイ目 Venerida

マルスダレガイ科 Veneridae

9. ウスカラシオツガイ (図 2-9)

Petricola sp.

本種は国内では1983年に和歌山市で初めて確認されているが、未だに種名は未確定で原産地も不明とされ、東京湾と相模湾、三河湾と伊勢湾、紀伊水道と大阪湾、博多湾に分布を拡大している (岩崎ほか, 2004; 岩崎・池辺, 2010)。ガーデンふ頭では1997年に初めて確認されてから (木村ほか, 2005)、イガイ類の群生内にて継続して採集されている。

オオノガイ目 Myida

カワホトトギスガイ科 Dreissenidae

10. イガイダマシ (図 2-10)

Mytilopsis sallei (Récluz, 1849)

湾奥や河口など低塩分域に分布し、足糸で付着する外来種 (木村, 2009)。日本では1974年に静岡県で初めて確認されて以来分布域を広げているが、学名や近縁種との識別に問題があるともされる (木村・堀井, 2004)。カリブ諸島やメキシコ湾周辺が原産で、フィジー、アジア各国、エジプトやイスラエルなどに分布を広げている (Tan and Tay, 2018; Lutaenko et al., 2019)。伊勢湾ではガーデンふ頭で2000年に初めて生息が確認された (木村・堀井, 2004)。岸壁などの構造物や付着基盤などに見られる。

頭足綱 Cephalopoda

コウイカ目 Sepiida

コウイカ科 Sepiidae

11. カミナリイカ (図 2-11)

Sepia lycidas Gray, 1849

房総半島以南、東シナ海、南シナ海の陸棚に生息する大型のコウイカ類で外套膜背面に特徴的な眼状紋がある (奥谷, 2015; 窪寺, 2017)。愛知県からの頭足類に関する報告は乏しいため、文献による本種の正確な記載は無いと思われるが、愛知県の伊勢三河湾で漁獲されるイカ類に本種の記述がある (安田, 1951)。手網にて採集。採集後の飼育中に産卵が確認された。ガーデンふ頭で採集されたのは標本個体のみである。

ダンゴイカ科 Sepiolidae

12. ミミイカ属の一種 (図 2-12)

Euprymna sp.

腕吸盤列が4列であることからミミイカ属とした。同所的に生息し、形態が酷似するミミイカ *Euprymna morsei* (Verrill, 1881) かニヨリミミイカ *Euprymna berryi* Sasaki, 1929と思われるが小型個体であることから同定はできなかった。手網にて採集。ガーデンふ頭で採集されたのは標本個体のみである。

ヒメイカ目 Idiosepida

ヒメイカ科 Idiosepiidae

13. ヒメイカ (図 2-13)

Idiosepius paradoxus (Ortmann, 1888)

ヒメイカ科は外套長が 30mm に満たない世界で最も小さな頭足類であり、沿岸の海草や海藻帯などに生息し、外套背部の付着器官で器質に着生するユニークな性質を持つ (Moynihan, 1983; Nabhitabhata, 1998; Sasaki, 1923)。本種は日本、韓国、ロシア沿海州、中国中部に分布する (Lu and Dunning, 1998; Nesis et al., 2002)。愛知県知多半島のアマモ場には本種が多く生息し、夏季に小型で成熟する短命世代と、冬季に越冬して大型で成熟する世代の1年間に少なくとも2世代以上の生活環を持つことが知られている (Kasugai and Segawa, 2005)。手網にて採集。

腹足綱 Gastropod

新生腹足亜綱 Caenogastropoda

Littorinimorpha

タマキビ科 Littorinidae

14. タマキビ (図 2-14)

Littorina brevicula (Philippi, 1844)

朝鮮半島から中国南部、北海道以南から沖縄までの岩礁地の潮間帯に生息する (長谷川, 2017)。ガーデンふ頭では岸壁の壁面および階段部分に見られる。

カリバガサ科 Calyptraeidae

15. シマメノウフネガイ (図 2-15)

Crepidula onyx G. B. Sowerby I, 1824

米国カリフォルニア南部からペルーにかけての太平洋

岸が原産の外来種で、海外では香港、韓国、米国ワシントン州のピュージェット湾から定着が報告されている (Ramirez et al., 2003; Collin, 2019). 日本では1968年に神奈川県三浦半島で初めて確認され (間瀬, 1969; 江川, 1985), 2000年以降には北海道から九州までの沿岸に広く分布する (岩崎ほか, 2004). 数個体が積み重なりながらアカニシなどの生きた貝殻などに付着していることが多く、雄性先熟の雌雄同体であることが知られている (澄川, 1994; Lesoway and Henry, 2019). ガーデンふ頭で確認された個体はムギガイ・イボニシ・アカニシの貝殻および付着基盤に付着していた.

新腹足目 Neogastropoda

タモトガイ科 Columbellidae

16. ムギガイ (図 2-16)

Mitrella bicincta (Gould, 1860)

北海道南部以南から沖縄、韓国、香港の潮間帯から潮下帯岩礁地に生息する (Monsecour and Köhler, 2006; Cho, et al., 2014). オーストラリア南東部に侵入し定着している (Beechey and Willan, 2007). 標本個体は海底に設置したトラップに付着していた.

オリレヨフバイ科 Nassariidae

17. アラムシロ (図 2-17)

Reticunassa festiva (Powys, 1835)

北海道南部以南、韓国や中国からフィリピンまでの河口域干潟などの潮間帯泥底に生息する (土屋, 2017a). 標本個体は海底に沈んでいたロープなどに付着している個体が採集された.

アッキガイ科 Muricidae

18. アカニシ (図 2-18)

Rapana venosa (Valenciennes, 1846)

北海道南部から台湾、中国沿岸の水深30 m以浅の砂泥底に生息する (土屋, 2017b) 在来種. 本種は外来種として広く分布を広げ、1947年に黒海で確認された後、アドリア海、エーゲ海、フランスのキブロン湾、米国チェサピーク湾、南米ウルグアイとアルゼンチンの間のリオデラプラタ、オランダ沿岸から報告されている (Savini and Occhipinti-Ambrogi, 2006; Chandler et

al., 2008). 標本個体は岸壁直下の海底に設置したトラップにて採集された.

19. イボニシ (図 2-19)

Reishia clavigera (Küster, 1860)

北海道南部、男鹿半島以南および韓国、台湾や香港からシンガポールまでの潮間帯岩礁地に生息する (Lee, 1999; Tan and Liu, 2001; 土屋, 2017b). 標本個体は岸壁直下の海底に設置したトラップで採集された.

異鰓亜綱 Heterobranchia

裸鰓目 Nudibranchia

オオミノウミウシ科 Aeolidiidae

20. イズミミノウミウシ (図 2-20)

Spurilla braziliana MacFarland, 1909

本種はブラジル (MacFarland, 1909), キューバ (Carmona et al., 2014) などの大西洋岸西部、ハワイ諸島 (Gosliner, 1979), ペルー (Uribe and Pacheco, 2012), 日本; 大阪湾 (Hamatani, 2000), 桜島 (若林ほか, 2014) などの太平洋において生息が確認されており、世界中の熱帯域に広範囲に生息する (中野, 2018; 小野・加藤, 2020). ガーデンふ頭においては、潮下帯に設置したアクリル板上の固着生物群集上から1個体が採集された.

ホリミノウミウシ科 Eubranchidae

21. ミサキヒメミノウミウシ属の一種 (図 2-21)

Leostyletus sp.

本種はガーデンふ頭において5月から8月の高水温期に、潮下帯に設置したアクリル板上のヒドロ虫類上から多数の卵塊とともに採集された. 出現期間が夏季の高水温期に限られ、貧酸素条件下でも生存が可能であると考えられる. 本種が在来種のミサキヒメミノウミウシ *Leostyletus misakiensis* (Baba, 1960) と同種であるかは精査が必要である.

フジエラミノウミウシ科 Trinchesiidae

22. シロタエミノウミウシ属の一種

Tenellia adspersa (Nordmann, 1845)

本種はヨーロッパに起源があると考えられ、地中海、

黒海, 北米, ブラジル, インド, ニューゼalandなど世界各地で移入が報告されている外来種で (Dhanya et al., 2017; Encarnação, et al., 2020), 国内においては大阪湾, 瀬戸内海, 博多湾 (柏尾・濱谷, 2018), および本州西部の太平洋沿岸の内湾域に広く定着していると考えられている (柏尾, 2021b). ガーデンふ頭においては6月から9月にかけて, 潮下帯に設置したアクリル板上の密集したヒドロ虫類上から, 多数の卵塊とともに採集された.

23. コウワンミノウミウシ (図2-23)

Trinchesia perca (Er. Marcus, 1958)

本種は大西洋西岸のブラジルからカリブ海を原産とする外来種で (Martynov et al., 2007), 現在までに米国, ハワイ諸島, 地中海, 黒海, アフリカ, 日本などの熱帯域から温帯域にかけて, 広範囲に移入が報告されている (Gosliner, 1979; Behrens, 1984; 平野, 1993; Martynov et al., 2007). 本種は *T. adspersa* と同様に夏季の低塩分, 貧酸素条件下でも生存可能であり, 内湾の港湾などの閉鎖的な環境に特化した出現傾向を示す (柏尾・田中, 2021). ガーデンふ頭においては5月から12月に, 潮下帯に設置したアクリル板上の密集したイソギンチャク類上から, 多数の卵塊とともに採集された.

ネコジタウミウシ科 Goniadorididae

24. ヒメイバラウミウシ (図2-24)

Okenia plana Baba, 1960

本種は日本で記載されたのち (Baba, 1960), 香港, ニューゼaland, オーストラリア, フィリピンなどから報告があるが, 米国カリフォルニアからの報告は外来種と考えられている (Gosliner, 2004). ガーデンふ頭においては4月から10月にかけて, 潮下帯に設置したアクリル板上のコケムシ類上から, 多数の卵塊とともに採集された.

フジタウミウシ科 Polyceridae

25. クロコソデウミウシ (図2-25)

Polycera hedgpethi Er. Marcus, 1964

本種は北米, ヨーロッパ, 南アフリカ, オーストラリアなど世界各地の温帯域から報告されている外来種で

(Wilson, 2006; Giacobbe and De Matteo, 2013), 富山湾近海および房総半島から九州にかけての浅海沿岸域に広く定着していると考えられている (柏尾, 2021a). ガーデンふ頭においては, アクリル板上のフサコケムシ科の一種 *Bugulina stolonifera* (Ryland, 1960) 上から数個体が採集された.

アメフラシ目 Aplysiida

アメフラシ科 Aplysiidae

26. トゲアメフラシ (図2-26)

Bursatella leachii Blainville, 1817

本種はスペイン, 南アフリカ, 日本, オーストラリア, ニューゼalandの温帯域を含む大西洋とインド太平洋の熱帯域, および地中海に広く分布するが, ハワイ諸島と東太平洋には生息しない (Bazzicalupo et al., 2020). 国内においては東京湾, 相模湾, 和歌山, 桜島などで報告があり (大垣ほか, 2001; 若林ほか, 2014; 岸ほか, 2017), 本州中部以南に広く分布していると考えられる. 護岸直下の海底から手網で採集された. これまでにガーデンふ頭で確認されたのは本標本のみである.

考察

本調査で確認された軟体動物のうち外来種は, 二枚貝綱のムラサキイガイ, ミドリイガイ, コウロエンカワヒバリガイ, ウスカラシオツガイ, イガイダマシの5種, 新生腹足亜綱のシマメノウフネガイの1種, および異鰓亜綱のシロタエミノウミウシ属の一種, コウワンミノウミウシ, クロコソデウミウシの3種の計9種で, これらは愛知県内や名古屋市内から報告されている種である (愛知県, 2021; 川瀬ほか, 2022).

ガーデンふ頭で確認できた頭足類およびウミウシ類を除く軟体動物の在来種は, 30年間で1度だけ確認された種を含めても10種に過ぎず, 同じ名古屋港内の藤前干潟で26種 (川瀬ほか, 2009), 伊勢湾の湾口に位置する愛知県知多郡南知多町の師崎の岩礁域潮間帯では32種 (鈴木ほか, 2006), 三河湾沿岸の中央に位置する同幡豆郡幡豆町の岩礁域潮間帯では53種 (早瀬ほか, 2011) に比べてはるかに少ない. Otani and Willan (2017) は, 外来種が湾外より湾内で多い要因は在来種の種数が少ないことによる競争の欠如にあると指摘している. さらに,

木村 (2000) は外来種の増加要因として付着性種の生息に適した人工護岸が増加したことを一因として挙げている。これらを踏まえるとガーデンふ頭の現状は外来種の侵入と定着に適した環境と思われる。

本調査で確認されたシマメノウフネガイ, ムラサキイガイ, ミドリイガイ, コウロエンカワヒバリガイ, ウスカラシオツガイ, イガイダマシが該当する外来付着動物は船舶によって非意図的に移入されたと推定されている (岩崎, 2006; Otani, 2006)。名古屋港は2020年まで19年連続総取扱貨物量日本一の国際貿易港 (名古屋港管理組合, 2021) であり, 国内外に多くの船舶が往来している。今後も新たな種の侵入や定着に注意する必要がある。

また, ホトトギス, サルボオ, マガキ, ムギガイ, アカニシ, ヒメイバラウミウシは本調査地点では在来種とされるが, 海外において外来種としての定着が報告されている (Gosliner 2004; Savini and Occhipinti-Ambrogi, 2006; Beechey and Willan, 2007; Chandler et al., 2008; Sousa et al., 2009; Herbert et al., 2016; Mirzoeva and Zhukov, 2021)。前述のように外来種に適した条件が多く, 船舶の往来が頻繁な名古屋港に位置するガーデンふ頭では在来種でも他の地域からの侵入・定着を否定できないと考えられ, 今後は詳細な調査が必要と思われる。

本調査ではカミナリイカ, ミミイカ属の一種, ヒメイカの3種類の頭足綱が確認された。これまでに名古屋港における頭足綱の標本に基づく報告は皆無で, 漁獲物としても報告なども見あたらない。しかし, 今回の報告の3種類以外に名古屋港では冬季に”ヒイカ”と呼ばれるジンドウイカ *Loliolus (Nipponololigo) japonica* (Hoyle, 1885) が釣りの対象生物であることが知られている。

ウミウシ類は7種の出現が確認されたが, そのうちのシロタエミノウミウシ属の一種, コウワンミノウミウシ, クロコソデウミウシの3種が外来種であった。これらはいずれも餌としてヒドロ虫類, イソギンチャク類, コケムシ類といった固着生物を摂餌しており, また棲息場所としても利用している。名古屋港のような内湾奥部の港湾においては, 餌生物とともに外来船舶への船体付着により侵入し, 人工護岸に形成された固着生物群集を利用する形で定着したと考えられる。

一方, 人工護岸で占められている湾内において水質改善と共にコウロエンカワヒバリガイの生息数は減少し (梶原, 2021), 巻貝類の種類数が増加することが報告されている (梶原・山田, 2019)。しかし, 名古屋港は現在も都市河川からの栄養塩に起因する富栄養化による赤潮の発生, および夏季から秋季における底層付近の低酸素濃度状態の継続から (名古屋港管理組合, 2018b), 多くの水生生物にとって生息に適した水質とは言い難い状態である。すでに生息している外来種をすべて除去することは非常に困難であり, 人工護岸を改変することも容易ではないため, 名古屋港においても水質改善が進み外来種の生息数が増え, 外来種の優占度が下がることで生物相の多様性が回復していくことを期待したい。

謝辞

名古屋港管理組合および公益財団法人名古屋みなと振興財団の関係各位には生物の情報収集や採集, 保管に際し多大な協力をいただいた。また, 同財団職員の平野保男氏にはカミナリイカの写真を提供していただいた。これらの方々に対し心から深謝の意を表したい。

引用文献

- 愛知県, 2021, 愛知県の外来種, ブルーデータブックあいち, 愛知県外来種リスト【動物】. https://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizen-ka/shizen/gairai/handbook/pdf/03_2021_list_animal.pdf, 2022年8月24日確認
- Baba K. 1960. The genera *Okenia*, *Goniodoridiella* and *Goniodoris* from Japan (Nudibranchia Goniodorididae). *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory*, 8(1): 79-83.
- Baker, P., J. S. Fajans, W. S. Arnold, D. A. Ingrao, D. C. Marelli, and S. M. Baker. 2007. Range and dispersal of a tropical marine invader, the Asian green mussel, *Perna viridis*, in subtropical waters of the southeastern United States. *Journal of Shellfish Research*, 26(2): 345-355.
- Bazzicalupo, E., F. Crocetta, T. M. Gosliner, V. Berteaux-Lecellier, Y. E. Camacho-García, B. S. Chandran, and Á. Valdés. 2020. Molecular and morphological systematics of *Bursatella leachii* de Blainville, 1817

- and *Stylocheilus striatus* Quoy & Gaimard, 1832 reveal cryptic diversity in pantropically distributed taxa (Mollusca: Gastropoda: Heterobranchia). *Invertebrate Systematics*, 34(5): 535-568.
- Beechey, D. L. and R. C. Willan. 2007. Establishment of the East Asian dove snail *Mitrella bicincta* (Gould, 1860) (Mollusca: Gastropoda: Columbellidae) in Australia. *Molluscan Research*, 27(2): 51-59.
- Behrens, D. W. 1984. Notes on the tergipedid nudibranchs of the northeastern Pacific, with a description of a new species. *Veliger*, 27(1): 65-71.
- Carmona, L., B. R. Lei, M. Pola, T. M. Gosliner, Á. Valdés, and J. L. Cervera. 2014. Untangling the *Spurilla neapolitana* (Delle Chiaje, 1841) species complex: a review of the genus *Spurilla* Bergh, 1864 (Mollusca: Nudibranchia: Aeolidiidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 170(1): 132-154.
- Chandler E., J. McDowell, and J. Graves. 2008. Genetically monomorphic invasive populations of the rapa whelk, *Rapana venosa*. *Molecular Ecology*, 17: 4079-4091.
- Cho, I. Y., D. W. Kang, J. Kang, H. Hwang, J. H. Won, W. K. Paek, and S. Y. Seo. 2014. A study on the biodiversity of benthic invertebrates in the waters of Seogwipo, Jeju Island, Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 7(1): e11-e18.
- Collin, R. 2019. Calyptraeidae from the northeast Pacific (Gastropoda: Caenogastropoda). *Zoosymposia*, 13: 107-130.
- Dhanya, A. M., R. Jeyabaskaran, D. Prema, S. Chinnadurai, K. S. Abhilash, K. K. Saji Kumar, and V. Kripa. 2017. Non-indigenous sea slug *Tenellia adspersa* in the southeast coast of the Arabian Sea, India. *Current Science*, 113(1): 24-26.
- 江川和文. 1985. シマメノウフネガイの分布とその伝搬状況. *ちりぼたん*, 16: 37-44.
- Encarnação, J., T. Seyer, M. A. Teodósio, and F. Leitão. 2020. First Record of the Nudibranch *Tenellia adspersa* (Nordmann, 1845) in Portugal, Associated with the Invasive Hydrozoan *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771). *Diversity*, 12(6): 214.
- Giacobbe S. and De Matteo S. 2013. The potentially invasive opisthobranch *Polycera hedgpethi* Er.Marcus, 1964 (Gastropoda Nudibranchia), introduced in a Mediterranean coastal lagoon. *Biodiversity Journal*, 4(2): 359-364.
- Gosliner, T. M. 1979. The systematics of the Aeolidacea (Nudibranchia: Mollusca) of the Hawaiian Islands, with description of two new species. *Pacific Science*, 33: 37-77.
- Gosliner, T. M. 2004. Phylogenetic Systematics of *Okenia*, *Sakishimaia*, *Hopkinsiella* and *Hopkinsia* (Nudibranchia: Goniodorididae) with descriptions of new species from the tropical Indo-Pacific. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 55(5): 125-161
- Hamatani, I. 2000. A new recorded species of the genus *Spurilla* Bergh, 1864 from Osaka Bay, Middle Japan (Opisthobranchia, Aeolidacea). *Venus*, 59(3): 263-265.
- 羽生和弘・関口秀夫. 2000. 伊勢湾と三河湾に出現したミドリイガイ. *Sessile Organisms*, 17: 1-11.
- 長谷川和範. 2017. タマキビ科. 奥谷喬司 (編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 801-804. 東海大学出版部, 平塚.
- 速水 格. 2017. ナミマガシワ科. 奥谷喬司 (編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, p. 1202. 東海大学出版部, 平塚.
- 早瀬善正・種倉優之・社家間太郎・松永育之・吉川 尚・松浦弘行・石川智士. 2011. 愛知県幡豆町の干潟および岩礁域潮間帯の貝類相. 東海大学海洋研究所研究報告, 32: 11-33.
- Herbert, R. J., J. Humphreys, C. Davies, C. Roberts, S. Fletcher, and T. Crowe. 2016. Ecological impacts of non-native Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) and management measures for protected areas in Europe. *Biodiversity and Conservation*, 25(14): 2835-2865.
- 平野義明. 1993. 本邦初記録ミノウミウシ *Cuthona perca* Marcus, 1985について. *Venus*, 52(2): 170-171.
- 伊勢田真嗣・大谷道夫・木村妙子. 2007. 外来種 *Rhithropanopeus harrisi* ミナトオウギガニ (和名新称) (甲殻亜門: カニ下目: Panopeidae科) の日本に

- おける初記録. 日本ベントス学会誌, 62: 39-44.
- 石田 惣・岩崎敬二・桑原康裕. 2005. ムラサキイガイの初侵入年代と分布拡大過程: 古川田溝氏の標本による推断. *Venus*, 64(3-4): 151-159.
- 岩崎敬二. 2006. 外来付着動物と特定外来生物被害防止法. *Sessile Organisms*, 23(2): 13-24.
- 岩崎敬二. 2013. 外来二枚貝コウロエンカワヒバリガイの日本海沿岸での分布. 日本ベントス学会誌, 67(2): 73-81.
- Iwasaki, K. and H. Yamamoto. 2014. Recruitment and population structure of the non-indigenous brackish-water mytilid *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) in the Kino River, Japan. *Aquatic Invasions*, 9 (4): 479-487.
- 岩崎敬二・池辺進一. 2010. 外来二枚貝ウスカラシオツガイの日本での初発見年と分布拡大, および九州での初記録について. *ちりぼたん*, 41(1): 18-25.
- 岩崎敬二・木村妙子・木下今日子・山口寿之・西川輝昭・西栄二郎・山西良平・林 育夫・大越健嗣・小菅丈治・鈴木孝男・逸見泰久・風呂田利夫・向井 宏. 2004. 日本における海産生物の人為的移入と分散: 日本ベントス学会自然環境保全委員会によるアンケート調査結果から. 日本ベントス学会誌, 59: 22-44.
- 梶原葉子. 2021. 洞海湾における水質改善前後でのコウロエンカワヒバリガイ *Xenostrobus securis* の動態. *Sessile Organisms*, 38(1): 1-5.
- 梶原葉子・山田真知子. 2019. 沿岸海域における付着動物の環境指標種としての検討. *水環境学会誌*, 42(2): 53-65.
- 柏尾 翔. 2021a. クロコソデウミウシ. 愛知県環境調査センター (編). 愛知県の外来種ブルーデータブック あいち2021, p. 102. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 名古屋.
- 柏尾 翔. 2021b. シロタエミノウミウシ属の一種. 愛知県環境調査センター (編). 愛知県の外来種 ブルーデータブック あいち2021, p. 104. 愛知県環境局環境政策部自然環境課, 名古屋.
- 柏尾 翔・濱谷 巖. 2018. 大阪湾から採集されたシロタエミノウミウシ属の一種 *Tenellia adspersa* について. *Venus*, 76(1-4): A22-23.
- 柏尾 翔・田中広樹. 2021. 外来種ミノウミウシ *Trinchesia perca* (Marcus, 1958) の形態・生態学知見, および日本国内における分布について. *ちりぼたん*, 52(1): 30-43.
- Kasugai, T. and S. Segawa. 2005. Life cycle of the Japanese pygmy squid *Idiosepius paradoxus* (Cephalopoda: Idiosepiidae) in the *Zostera* bed at the temperate coast of central Honshu, Japan. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, 66: 249-258.
- 川瀬基弘・尾畑 功・市原 俊. 2009. 愛知県藤前干潟に生息する貝類. 豊橋市自然史博物館研報, 19: 11-20.
- 川瀬基弘・市原 俊・横井敦史. 2022. 文献と野外調査により名古屋市で確認された貝類の外来種. *なごやの生物多様性*, 9: 1-19
- 木村昭一. 2012. ムラサキイガイ. 愛知県移入種データブック検討会 (編). 愛知県の移入動植物—ブルーデータブックあいち2012, p. 124. 愛知県環境部自然環境課, 名古屋.
- 木村昭一・中嶋清徳・木村妙子. 2005. 伊勢湾で採集された移入種ウスカラシオツガイ. *かきつばた*, 31: 39-40.
- 木村妙子. 2000. 人間に翻弄される貝たち—内湾の絶滅危惧種と帰化種—. *月刊海洋号外*, 20: 66-73.
- 木村妙子. 2001. コウロエンカワヒバリガイはどこから来たのか? その正体と移入経路. 日本付着生物学会 (編). 黒装束の侵入者, pp. 47-69. 恒星社厚生閣, 東京.
- 木村妙子. 2009. 海の外来貝類の現状と研究のススメ. 日本プランクトン学会・日本ベントス学会 (編). 海の外来生物—人間によって攪乱された地球の海, pp. 33-48. 東海大学出版会, 秦野.
- 木村妙子・堀井直二郎. 2004. 伊勢湾に移入したイガイダマシ. *ちりぼたん*, 35(2): 37-43.
- Kimura, T., M. Tabe, and Y. Shikano. 1999. *Limnoperna fortunei kikuchii* Habe, 1981 (Bivalvia: Mytilidae) is a synonym of *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819): introduction into Japan from Australia and/or New Zealand. *Venus*, 58(3): 101-117.
- 岸 由二・小倉雅實・江良弘光. 2017. 小網代湾浅海部の

- 貝類相. Hiyoshi Review of Natural Science Keio University, 62: 31-53.
- 窪寺恒己. 2017. コウイカ科. 奥谷喬司 (編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 1131-1133, 東海大学出版会, 平塚.
- Lee, J. H. 1999. Gametogenesis and reproductive cycle of the rock shell, *Reishia (Thais) clavigera* (Neogastropoda: Muricidae), on the west coast of Korea. Korean Journal of Biological Sciences, 3(4): 375-383.
- Lesoway, M. P. and J. Q. Henry. 2019. Sex determination, sexual development, and sex change in slipper snails. In: Tworzydło, W. and S. M. Bilinski (eds.), *Evo-devo: Non-model species in cell and developmental biology*, pp. 155-182. Springer, Cham (Switzerland) and New York.
- Lu, C. C. and M. C. Dunning. 1998. Subclass Coleoidea. Fauna of Australia, 5: 499-563.
- Lutaenko, K. A., L. A. Prozorova, X. Q. Ngo, and V. V. Bogatov. 2019. First reliable record of *Mytilopsis sallei* (Récluz, 1849) (Bivalvia: Dreissenidae) in Vietnam. Korean Journal of Malacology, 35(4): 355-360.
- MacFarland, F. M. 1909. The opisthobranchiate Mollusca of the Branner-Agassiz expedition to Brazil. Leland Stanford Junior University Publications, 2: 1-104.
- Martynov A.V., T.A. Korshunova, and V.A. Grintsov. 2007. Opisthobranch molluscs of the Northern Black Sea. I. Short history of studies and the first record of a non-indigenous nudibranch species *Trinchesia perca* (Er. Marcus, 1958) (Nudibranchia: Tergipedidae). Ruthenica, 17(1-2): 43-54.
- 間瀬欣弥. 1969. 相模でとれたネコゼフネガイ. ちりぼたん, 5: 156-157.
- 松隈明彦・奥谷喬司. 2017. フネガイ科. 奥谷喬司 (編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 1165-1169. 東海大学出版部, 平塚.
- Mirzoeva, A. and O. Zhukov. 2021. Conchological variability of *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) in the northern part of the Black-Azov Sea basin. Biologia, 76(12): 3671-3684.
- MolluscaBase Eds, 2022. MolluscaBase, <http://www.molluscabase.org> (2022年8月17日確認)
- Monsecour, K. and F. Köhler. 2006. Annotated list of columbellid types held in the Malacological Collection of the Museum für Naturkunde, Berlin (Mollusca, Caenogastropoda, Columbellidae). Zoosystematics and Evolution, 82(2): 282-306.
- Moynihan, M. 1983. Notes on the behaviour of *Idiosepius pygmaeus* (Cephalopoda: Idiosepiidae). Behaviour, 85: 42-57.
- 村上興正・鷺谷いづみ. 2002. 日本の侵略的外来種ワースト100. 世界の侵略的外来種ワースト100. 日本生態学会 (編). 外来種ハンドブック, pp. 362-365. 地人書館, 東京.
- Nabhitabhata, J. 1998. Distinctive behaviour of thai pygmy squid, *Idiosepius thailandicus* Chotiyaputta, Okutani & Chaitiamvong, 1991. Phuket Marine Biological Center Special Publication, 18(1): 25-40.
- 名古屋港管理組合. 2018a. 金城ふ頭地先公有水面埋立てに係る環境影響評価書. 資料編 (公有水面の埋立て) 平成30年5月. 名古屋港管理組合, 名古屋. 240pp.
- 名古屋港管理組合. 2018b. 名古屋港の水質. <https://www.port-of-nagoya.jp/shokai/kankyo/suishitsu/index.html> (2022年8月26日確認)
- 名古屋港管理組合. 2021. Port of Nagoya 2021-2022. 名古屋港管理組合, 名古屋. 46pp.
- 中嶋清徳・春日井隆. 2022. 伊勢湾最湾奥に位置する名古屋港ガーデンふ頭で採集された十脚目甲殻類. なごやの生物多様性, 9: 49-59.
- 中野理枝. 2018. ネイチャーガイド 日本のウミウシ. 文一総合出版, 東京, 544pp.
- Nesis, K. N., O. N. Katugin, and A. V. Ratnikov. 2002. Pygmy cuttlefish *Idiosepius paradoxus* (Ortmann, 1888) (Cephalopoda) — first record of Idiosepiidae in Russian seas. Ruthenica, 12(1): 81-84.
- 西川輝昭・日野昌也. 1988. 名古屋港における付着生物の周年変化—1986~1987試験板浸漬調査の報告. 名古屋圏の構造と特質—名古屋市および周辺地域の社会・文化・自然—. 名古屋大学教養部, 東海研究III: 17-34.

- 大垣俊一・田名瀬英朋・和田恵次. 2001. 和歌山県田辺湾内之浦の海岸生物記録種, 1976-2001. 南紀生物, 48(2): 102-108.
- 岡山県. 2019. 岡山県野生生物目録2019 軟体動物門, https://www.pref.okayama.jp/uploaded/life/722826_6560122_misc.pdf, (2022年8月16日確認)
- 奥谷喬司. 2015. 新編 世界イカ類図鑑. 東海大学出版部, 平塚. 246pp.
- 奥谷喬司. 2017. 日本近海産貝類図鑑 第二版. 東海大学出版部, 平塚. 1375 pp.
- 小野篤司・加藤昌一. 2020. ネイチャーウォッチングガイドブック 特徴がひと目でわかる図解付き 新版ウミウシ. 誠文堂新光社, 東京. 592pp.
- Otani, M. 2006. Important vectors for marine organisms unintentionally introduced to Japanese waters. In: Koike, F., M. N. Clout, M. Kawamichi, M. De Poorter, and K. Iwatsuki (eds.). Assessment and Control of Biological Invasion Risks, IUCN. pp. 92-103. Gland and SHOUKADOH Book Sellers, Tokyo.
- Otani, M. and R. C. Willan. 2017. Osaka Bay in Japan as a model for investigating the factors controlling temporal and spatial persistence among introduced marine and brackish species in a heavily industrialized harbor. *Sessile Organisms*, 34(2): 28-37.
- Ramirez, R., C. Paredes, and J. Arenas. 2003. Moluscos del Perú. *Revista de Biología Tropical*, 51: 225-284.
- Sasaki, M. 1923. On an adhering habit of a pygmy cuttlefish, *Idiosepius pygmaeus* Steenstrup. *Annotationes Zoologicae Japonenses*, 10: 209-213.
- Savini, D. and A. Occhipinti-Ambrogi. 2006. Consumption rates and prey preference of the invasive gastropod *Rapana venosa* in the Northern Adriatic Sea. *Helgoland Marine Research*, 60(2): 153-159.
- Scholz, J., K. Nakajima, T. Nishikawa, J. Kaselowsky, and F. S. Mawatari. 2003. First discovery of *Bugula stolonifera* Ryland, 1960 (Phylum Bryozoa) in Japanese waters, as an alien species to the Port of Nagoya. *Bulletin of Nagoya University Museum*, 19: 9-19.
- 澄川精吾. 1994. 性と生殖. 波部忠重・奥谷喬司・西脇三郎 (編). 軟体動物学概説 上巻, pp. 159-176. サイエンス社, 東京.
- Sousa, R., J. L. Gutiérrez, and D. C. Aldridge. 2009. Non-indigenous invasive bivalves as ecosystem engineers. *Biological Invasions*, 11(10): 2367-2385.
- 鈴木尊仁・井上恵介・小澤智生. 2006. 伊勢湾・三河湾における 1960 年代以降の環境劣化と潮間帯軟体動物相の変化. *名古屋大学博物館報告*, 22: 31-64.
- Tan, K. S. and L. L. Liu. 2001. Description of a new species of *Thais* (Mollusca: Neogastropoda: Muricidae) from Taiwan, based on morphological and allozyme analyses. *Zoological Science*, 18(9): 1275-1289.
- Tan, K. S. and T. Tay. 2018. The invasive Caribbean *Mytilopsis sallei* (Bivalvia: Dreissenidae): a short review. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 35(1-2): 133-139.
- 土屋光太郎. 2017a. ムシロガイ科. 奥谷喬司 (編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 910-917. 東海大学出版部, 平塚.
- 土屋光太郎. 2017b. アッキガイ科. 奥谷喬司 (編). 日本近海産貝類図鑑 第二版, pp. 946-972. 東海大学出版部, 平塚.
- 植田育男・西栄二郎・眞田将平・下迫健一郎. 2010. 横浜港内の人工干潟におけるミドリイガイの越冬時温度条件. *神奈川自然誌資料*, 31: 13-18.
- Uribe, R. A. and A. S. Pacheco. 2012. First record of *Spurilla neapolitana* (Mollusca: Nudibranchia: Aeolidiidae) on the central coast of Peru (Humboldt Current Upwelling Ecosystem). *Marine Biodiversity Records*, 5: 1-5.
- 若林佑樹・木村喬祐・富山清升. 2014. 桜島産後鰓類および二枚貝類の現況調査. *Nature of Kagoshima: an annual magazine for naturalists*, 40: 225-236.
- Westfall, K. M., and J. P. Gardner. 2010. Genetic diversity of Southern hemisphere blue mussels (Bivalvia: Mytilidae) and the identification of non-indigenous taxa. *Biological Journal of the Linnean Society*, 101(4): 898-909.
- Wilson N. 2006. New record of the nudibranch *Polycera*

hedgpethi Er. Marcus, 1964, in South Australia, with a discussion on its occurrence in Australia. Records of the Western Australian Museum Supplement, 69: 137-140.

WoRMS Editorial Board, 2022. World Register of Marine Species, <http://www.marinespecies.org> (2022年8月

17日確認)

山田勝雅・倉田健悟. 2018. 善か悪か? : 浅場で増大するホトトギスガイ個体群の生態系への影響と研究の動向. *Laguna*, 25: 55-63.

安田治三郎. 1951. コウイカ *Sepia esculenta* Hoyle 生態の二・三について. *日本水産学会誌*, 16(8): 350-356.

図2. 名古屋港ガーデンふ頭で採集された軟体動物

1. ホトトギス *Arcuatula senhousia* : PNPA-Mo01030, 1998年11月4日採集, 殻長 9.9 mm.
2. ムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* : PNPA-Mo01029, 1997年3月22日採集, 殻長 55.6 mm.
3. ミドリイガイ *Perna viridis* : PNPA-Mo01028, 1996年11月16日採集, 殻長 37.2 mm.
4. コウロエンカワヒバリガイ *Xenostrobus securis* : PNPA-Mo01002, 1997年3月22日採集, 殻長 18.5 mm.
5. アカガイ *Anadara broughtonii* : PNPA-Mo01003, 1998年9月18日採集, 殻長 14.2 mm.
6. サルボオ *Anadara kagoshimensis* : PNPA-Mo01025, 2018年10月23日採集, 殻長 14.2 mm.
7. ナミマガシワ *Anomia chinensis* : PNPA-Mo01009, 2018年11月2日採集, 殻長 27.2 mm.
8. マガキ *Magallana gigas* : PNPA-Mo01031, 1997年3月22日採集, 殻長 59.2 mm.
9. ウスカラシオツガイ *Petricola* sp. : PNPA-Mo01014, 2003年11月23日採集, 殻長 13.5 mm.
10. イガイダマシ *Mytilopsis sallei* : PNPA-Mo01022, 2018年11月2日採集, 殻長 20.9 mm.
11. カミナリイカ *Sepia lycidas* : PNPA-Mo01027, 雌, 2020年5月7日採集 (2020年6月19日固定), 外套背長 220.0 mm, 2020年6月4日撮影 (平野保男氏).
12. ミミイカ属の一種 *Euprymna* sp. : PNPA-Mo01041, 2022年2月17日採集, 外套背長 6.1 mm.
13. ヒメイカ *Idiosepius paradoxus* : PNPA-Mo01005, 2002年9月4日採集, 外套背長 8.2 mm.
14. タマキビ *Littorina brevicula* : PNPA-Mo01010, 2020年12月13日採集, 殻長 10.1 mm.
15. シマメノウフネガイ *Crepidula onyx* : PNPA-Mo01011, 2021年8月7日採集, 殻長 13.0 mm.
16. ムギガイ *Mitrella bicincta* : PNPA-Mo01038, 2022年6月24日採集, 殻長 11.2 mm.
17. アラムシロ *Reticunassa festiva* : PNPA-Mo01026, 2018年10月23日採集, 殻長 18.3 mm.
18. アカニシ *Rapana venosa* : PNPA-Mo01015, 2016年4月9日採集, 殻長 82.4 mm.
19. イボニシ *Reishia clavigera* : PNPA-Mo01040, 2022年5月21日採集, 殻長 29.7 mm.
20. イズミノウミウシ *Spurilla braziliana* : PNPA-Mo01021, 2020年4月1日採集, 体長 11.2 mm.
21. ミサキヒメミノウミウシ属の一種 *Leostyletus* sp. : PNPA-Mo01018, 2021年2月27日採集, 体長 6.5 mm.
22. シロタエミノウミウシ属の一種 *Tenellia adspersa* : PNPA-Mo01020, 2019年8月27日採集, 体長 2.2 mm.
23. コウワンミノウミウシ *Trinchesia perca* : PNPA-Mo01019, 2020年7月19日採集, 体長 6.5 mm.
24. ヒメイバラウミウシ *Okenia plana* : PNPA-Mo01016, 2020年7月7日採集, 体長 4.5 mm.
25. クロコソデウミウシ *Polycera hedgpethi* : PNPA-Mo01017, 2020年4月19日採集, 体長 4.1 mm.
26. トゲアメフラシ *Bursatella leachii* : PNPA-Mo01037, 2022年5月3日採集, 体長 93.0 mm.



名古屋市に棲息するCristariiniカラスガイ族(ドブガイ類)の種多様性

川瀬 基弘⁽¹⁾ 横山 悠理⁽²⁾ 横井 敦史⁽¹⁾ 熊澤 慶伯⁽²⁾⁽¹⁾ 愛知みずほ大学人間科学部 〒467-0867 愛知県名古屋市瑞穂区春鼓町2-13⁽²⁾ 名古屋市立大学大学院理学研究科生物多様性研究センター 〒467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑 1

Species diversity of the Cristariini mussels (“Anodontinae”) inhabiting Nagoya City

Motohiro KAWASE⁽¹⁾ Yuri YOKOYAMA⁽²⁾Atsushi YOKOI⁽¹⁾ Yoshinori KUMAZAWA⁽²⁾⁽¹⁾ Department of Human Science, Aichi Mizuho College, 2-13 Shunko-cho, Mizuho-ku, Nagoya, Aichi 467-0867, Japan.⁽²⁾ Research Center for Biological Diversity, Graduate School of Science, Nagoya City University, 1 Yamanohata, Mizuho-cho, Mizuho-ku, Nagoya, Aichi 467-8501, Japan.

Correspondence:

Motohiro KAWASE E-mail: kawase@mizuho-c.ac.jp

要旨

遺伝子分析および殻形態により、名古屋市には6種のCristariiniカラスガイ族が棲息する可能性が示された：*Sinanodonta* cf. *woodiana* (Lea, 1834) 外来種のドブガイ、*Sinanodonta lauta* (Martens, 1877) ヌマガイ、*Sinanodonta calipygos* (Kobelt, 1879) マルドブガイ、*Beringiana fukuharai* Sano, Hattori and Kondo, 2020 ミナミタガイ、*Buldowskia shadini* (Moskvicheva, 1973) ヤハズヌマガイ、*Buldowskia* sp. タブネドブガイ属の未同定種。ただし、*Sinanodonta*属については、ミトコンドリアDNAにコードされる遺伝子に基づく種認識が正確でない可能性もあるため、核DNAを用いた分析など更なる精査が必要である。

はじめに

かつて名古屋市に棲息する“ドブガイ類”は、*Anodonta japonica* Clessin, 1874タガイ、*Anodonta woodiana* (Lea, 1834) ドブガイおよび*Anodonta lauta* Martens, 1877ヌマガイの3種が報告されていた(愛知県教育センター, 1967; 倉内ほか, 1985)。このように“ドブガイ類”を3種に分ける見解は、紀平(1990)にも支持されていた。これに対し、名古屋市動植物実態調査検討会(2004)に示された名古屋市産貝類目録においては、ドブガイのみが掲載され、ドブガイとしている中に2種以上が存在していることが生化学的研究で明らかになっていることが附記されている。そして名古屋市環境局環

境企画部環境活動推進課(2015)や川瀬ほか(2018)においては、近藤(2008)の見解と同様に、タガイとヌマガイの2種が報告された。ところが、名古屋市産淡水貝類のDNAバーコーディングを実施した熊澤ほか(2019)は、ヌマガイの種内における遺伝的多様性が群を抜いて高いことを示しており、この原因として二重片親遺伝の可能性や形態的に区別できない未記載種を含む可能性を指摘している。また、横井(2021)は新たに名古屋市から*Anemina arcaeiformis* (Heude, 1877) フネドブガイを報告し、豊橋市から報告されているフネドブガイとは形態が異なることから、いずれかが別種である可能性を指摘している。この名古屋市産のフネドブガイとされた個

体群については、ミトコンドリアDNAにコードされるシトクロムオキシダーゼサブユニットI (COI) 遺伝子の分析の結果、ヤハズヌマガイに同定された(川瀬ほか, 2021).

このように“ドブガイ類”の殻形態だけでの同定が混乱するなかで, Lopes-Lima et al. (2020) は, 分子系統解析によって日本・韓国・東ロシアの“ドブガイ類”を含むイシガイ科二枚貝の新しい分類体系を提唱した. これにより従来のドブガイ, ヌマガイ, タガイを含む“ドブガイ類”は, *Beringiana* タガイ属や *Sinanodonta* ドブガイ属などに再分類され, *Pletholophus* ドブガイモドキ属, *Anemina* フネドブガイ属, *Buldowskia* タブネドブガイ属, *Cristaria* カラスガイ属とともにCristariiniカラスガイ族にまとめられた(近藤, 2020; Lopes-Lima et al., 2020).

また, Sano et al. (2020) は, ミトコンドリアDNAに基づくイシガイ科二枚貝類の種同定が困難であることを指摘した. さらに, Sano et al. (2022) は, *Beringiana* タガイ属の核DNAに基づく系統関係は, COI遺伝子の系統関係とほぼ一致しており, タガイ属については, COI遺伝子分析結果の信頼性が大きいことを示した. 一方, *Sinanodonta* ドブガイ属については, 核DNAに基づく系統関係がCOI遺伝子の系統関係と一致せず, COI遺伝子分析だけでは正確な同定を行えないことがあることも示されている.

このような経緯から, 本研究では名古屋市産のCristariiniカラスガイ族について, COI遺伝子および殻の形態情報によって再同定を試みる.

分析方法

名古屋市各地の淡水産貝類の調査時に保管しておいたカラスガイ族の無水エタノール液浸標本を用いてCOI遺伝子分析を実施した(表1). 斧足の一部(数mg)を切り取り, Tissue Genomic DNA Extraction Mini Kit (FAVORGEN, PingTung) で全ゲノムDNAを抽出し, そこからポリメラーゼ連鎖反応(PCR)によりCOI遺伝子の一部(655bp)を増幅した. PCRには, LifeECO ver2.0 (Bioer Technology, Hangzhou) を用い, PCR酵素にはTks Gflex™ DNA Polymerase (タカラバイオ株式会社, 滋賀) を使用した. 遺伝子領域の増幅には, ユ

ニバーサルプライマーであるLCO1490とHCO2198 (Folmer et al., 1994) ないしは, 貝類用増幅プライマーであるSTY_LCOiとSTY_HCO (Fontanilla et al., 2017) を用いた. 反応条件は, 94℃ 1分の加熱後, 98℃ 10秒/50℃ 15秒/68℃ 60秒を30サイクル, 68℃ 120秒であった. PCR産物をExoSAP-IT (Affymetrix, CA) で処理した後, BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Thermo Fisher Scientific, MA) を用いて蛍光ラベルし, Applied Biosystems 3500xL Genetic Analyzer (Thermo Fisher Scientific, MA) により塩基配列の解読を行った. 決定したCOI遺伝子領域の塩基配列は, 表1に示した登録番号でInternational Nucleotide Sequence Database (INSD) に登録した.

組織の証拠標本(エタノール漬けの軟体部と抽出DNA) は, SDNCU (the Specimen Depository of the Graduate School of Science, Nagoya City University: 名古屋市立大学大学院理学研究科附属標本庫) に収蔵されている. 殻標本については, 表1に記した登録番号で, なごや生物多様性センターに保管されている.

分子系統解析は, MEGA X (Kumar et al., 2018) を用いて, 最尤法により行なった. 分子系統樹は, Lopes-Lima et al. (2020) で報告されたカラスガイ族16点の塩基配列も含めて作成した. 距離モデルにはKimura 2-parameter modelを使用し, 各ノードにおける系統関係の信頼性を評価するため, 1,000回の試行によるブートストラップ確率を求めた. 外群には比較的近縁な岐阜県岐阜市太郎丸で採集したNodulariiniイシガイ族の *Nodularia douglasiae* (Gray in Griffith and Pidgeon, 1833) イシガイのCOI塩基配列を使用した.

結果

本研究では, 名古屋市各地で発見された25個体のCristariiniカラスガイ族の標本に基づき, 新たにCOI遺伝子の塩基配列を解読した. これに, Lopes-Lima et al. (2020) に登録された塩基配列の中から, 本研究に近縁な14種16個体の塩基配列をあわせて(表1), COI遺伝子部分塩基配列(整列後609塩基)による分子系統解析を行った. その結果, 新たにCOI遺伝子の塩基配列を解読した25個体の塩基配列は, A~Fの6つのクレードに分かれた(図1). 図2, 3には, 図1に示された名古

表1. 本研究で分析した標本

No.	DNA登録番号	採集地・引用文献	名称：形態同定 [CO1分析結果]	殻標本登録番号
1	OP709520	西区中小田井・水路	ヌマガイ? [外来種のドブガイ]	NBC-MO-00019
2	OP709533	西区中小田井・水路	ヌマガイ? [外来種のドブガイ]	NBC-MO-00020
3	OP709527	西区中小田井・水路	ヌマガイ? [外来種のドブガイ]	NBC-MO-00021
4	OP709526	中川区戸田・水路	ヌマガイ? [外来種のドブガイ]	NBC-MO-00022
5	OP709528	中川区戸田・水路	ヌマガイ? [外来種のドブガイ]	NBC-MO-00023
6	OP709515	中川区戸田・水路	ヌマガイ? [外来種のドブガイ]	NBC-MO-00024
7	MG463052	Lopes-Lima et al. (2020)	外来種のドブガイ <i>Sinanodonta cf. woodiana</i>	-
8	OP709537	中村区枇杷島町・庄内川	ヌマガイ? [ヌマガイ]	NBC-MO-00025
9	MT020616	Lopes-Lima et al. (2020)	ヌマガイ <i>Sinanodonta lauta</i>	-
10	OP709525	千種区平和公園・溜池	ヌマガイ [ヌマガイ]	NBC-MO-00026
11	OP709524	千種区平和公園・溜池	ヌマガイ [ヌマガイ]	NBC-MO-00027
12	OP709517	千種区平和公園・溜池	ヌマガイ [ヌマガイ]	NBC-MO-00028
13	OP709535	千種区平和公園・溜池	ヌマガイ [ヌマガイ]	NBC-MO-00029
14	MT020622	Lopes-Lima et al. (2020)	オグラヌマガイ <i>Sinanodonta tumens</i>	-
15	MT020623	Lopes-Lima et al. (2020)	マルドブガイ <i>Sinanodonta calipygos</i>	-
16	OP709522	西区中小田井・水路	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00030
17	OP709534	中村区枇杷島町・庄内川	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00031
18	OP709530	中村区枇杷島町・庄内川	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00032
19	OP709521	中川区富田町・水路	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00033
20	OP709523	中川区富田町・水路	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00034
21	OP709536	中川区富田町・水路	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00035
22	OP709519	中川区富田町・水路	ヌマガイ? [マルドブガイ]	NBC-MO-00036
23	MT020584	Lopes-Lima et al. (2020)	キタノタガイ <i>Beringiana gosannensis</i>	-
24	MT020557	Lopes-Lima et al. (2020)	チシマドブガイ <i>Beringiana beringiana</i>	-
25	MT020576	Lopes-Lima et al. (2020)	タガイ <i>Beringiana japonica</i>	-
26	MT020567	Lopes-Lima et al. (2020)	ミナミタガイ <i>Beringiana fukuharai</i>	-
27	OP709532	守山区小幡北・溜池	タガイ [ミナミタガイ]	NBC-MO-00037
28	OP709529	守山区小幡北・溜池	タガイ [ミナミタガイ]	NBC-MO-00038
29	MG462936	Lopes-Lima et al. (2020)	フネドブガイ <i>Anemina arcaeformis</i> (中国)	-
30	MT020522	Lopes-Lima et al. (2020)	フネドブガイ <i>Anemina arcaeformis</i> (日本)	-
31	MT020541	Lopes-Lima et al. (2020)	フネドブガイ <i>Anemina arcaeformis</i> (韓国)	-
32	MK574190	Lopes-Lima et al. (2020)	<i>Buldowskia suifunica</i>	-
33	LC632474	西区上小田井・溜池	フネドブガイ? [ヤハズヌマガイ]	NBC-MO-00039
34	LC632475	西区上小田井・溜池	フネドブガイ? [ヤハズヌマガイ]	NBC-MO-00040
35	MT020535	Lopes-Lima et al. (2020)	ヤハズヌマガイ <i>Buldowskia shadini</i>	-
36	MT020537	Lopes-Lima et al. (2020)	<i>Buldowskia flavotincta</i>	-
37	MT020525	Lopes-Lima et al. (2020)	ヒガシタブネドブガイ <i>Buldowskia kamiyai</i>	-
38	MT020523	Lopes-Lima et al. (2020)	カタドブガイ <i>Buldowskia iwakawai</i>	-
39	OP709518	天白区天白町・溜池	ヤハズヌマガイ? [タブネドブガイ属未同定種]	NBC-MO-00041
40	OP709531	天白区天白町・溜池	ヤハズヌマガイ? [タブネドブガイ属未同定種]	NBC-MO-00042
41	OP709516	天白区天白町・溜池	ヤハズヌマガイ? [タブネドブガイ属未同定種]	NBC-MO-00043
42	MW259993	岐阜県岐阜市太郎丸	イシガイ・外群	-

DNA登録番号は、International Nucleotide Sequence Database (INSD) のアクセッション番号を示す。名称は、殻形態による同定結果を括弧外に、CO1遺伝子分析による同定結果を括弧内に示し、太字は名古屋市産個体を示す。殻標本の登録番号は、なごや生物多様性センターの登録番号である。

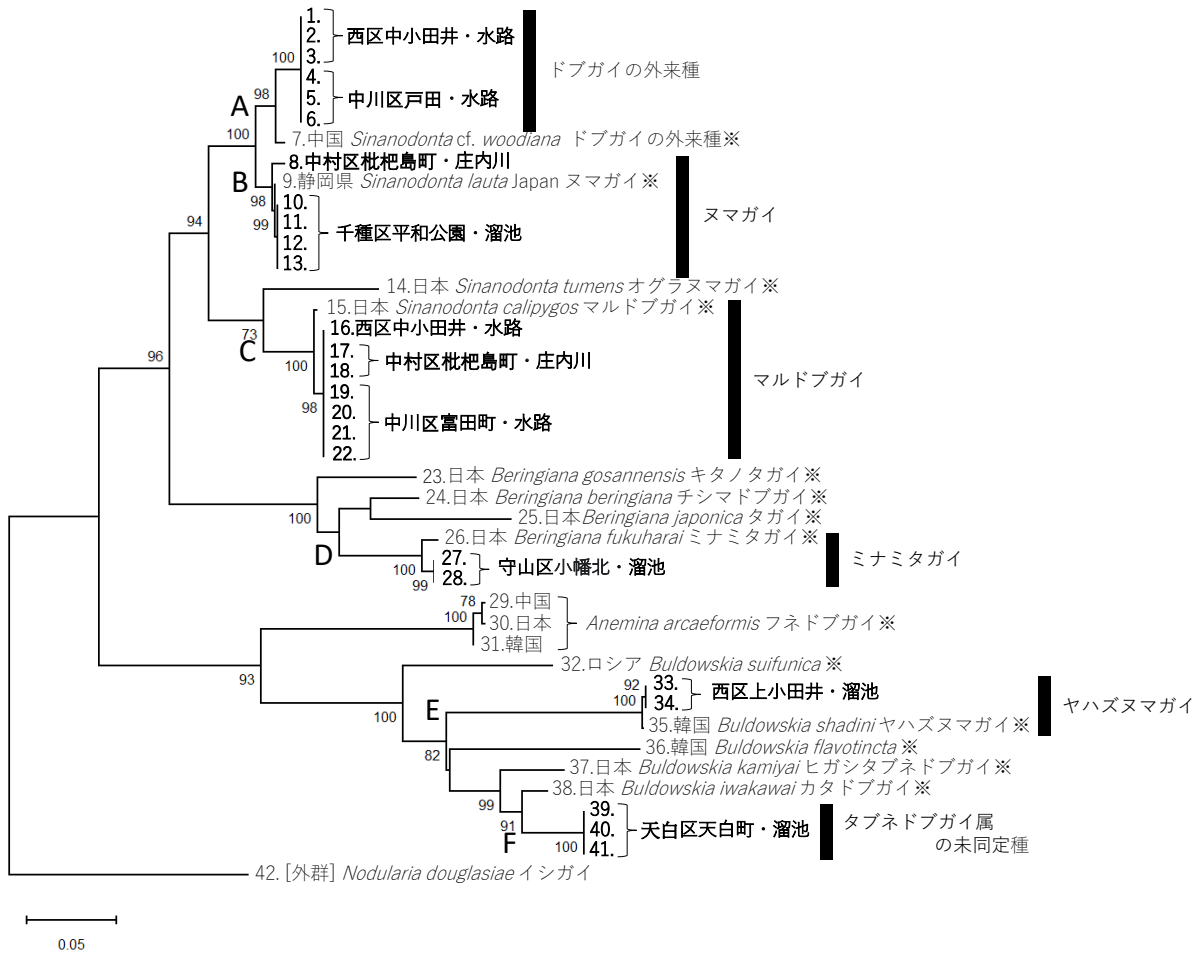


図1. CO1遺伝子を用いて作成したカラスガイ族の最尤系統樹
各個体の番号は表1に対応し、太字は名古屋市産個体を示す。※はLopes-Lima et al. (2020) で報告された塩基配列を示す。

屋市各地点の代表的な個体を示した。また、カラスガイ族の分類における従来の見解（殻形態による分類）と現在の見解（CO1遺伝子による分類）を表2に示した。

殻形態によってNo. 1～6および16～22はいずれもヌマガイ？に同定され、これらの13個体を形態的に区別することはできず、すべて同種と判断した。これらは中形で輪郭が卵台形でヌマガイに似るが、No. 10～13のヌマガイほど大形で重厚にはならず、膨らみも弱く、ヌマガイとは区別できる。しかし、遺伝子分析の結果は、No. 1～6が外来種のドブガイ、No. 16～22がマルドブガイに近い塩基配列を示した。

No. 10～13は殻形態および遺伝子分析の結果がヌマガイに一致した。ただし、No. 8については幼貝（亜成貝）であるため、殻形態ではヌマガイ？に同定され、殻形態においては、同一地点で採集したNo. 17, 18と区別がで

きなかった。しかし、遺伝子分析においては、No. 8がヌマガイに、No. 17, 18はマルドブガイに近い塩基配列であった。

殻形態により旧分類の“タガイ”に同定されたNo. 27, 28については、遺伝子分析によってミナミタガイに近い塩基配列を示し、No. 23 *Beringiana gosannensis* Sano, Hattori and Kondo, 2020キタノタガイ、No. 24 *Beringiana beringiana* (Middendorff, 1851) チシマドブガイやNo. 25 *Beringiana japonica* (Clessin, 1847) タガイとは塩基配列が大きく異なっていた。

No. 33, 34については、殻形態でフネドブガイ？としたが、No. 29～31のフネドブガイとは、属レベルで異なるヤハズヌマガイに同定された。

No. 39～41は、殻形態ではヤハズヌマガイに似るが、No. 29～30に比べると膨らみが弱いとそれらとは区別

表2. カラスガイ族の分類における従来の見解と現在の見解

従来の見解 (殻形態による分類)		現在の見解 (CO1遺伝子による分類)	
<i>Anodonta japonica</i>	タガイ	<i>Beringiana fukuharai</i>	ミナミタガイ
		<i>Beringiana gosannensis</i>	キタノタガイ
		<i>Beringiana beringiana</i>	チシマドブガイ
		<i>Beringiana japonica</i>	タガイ
<i>Anodonta lauta</i>	ヌマガイ	<i>Sinanodonta lauta</i>	ヌマガイ
<i>Anodonta calipygos</i>	マルドブガイ	<i>Sinanodonta calipygos</i>	マルドブガイ
<i>Anodonta woodiana</i>	ドブガイ	<i>Sinanodonta cf. woodiana</i>	外来種のドブガイ
<i>Oguranodonta ogurae</i>	オグラヌマガイ	<i>Sinanodonta tumens</i>	オグラヌマガイ
—	—	<i>Pletholophus reinianus</i>	ドブガイモドキ
<i>Anemina arcaeformis</i>	フネドブガイ	<i>Anemina arcaeformis</i>	フネドブガイ
		<i>Buldowskia shadini</i>	ヤハズヌマガイ
		<i>Buldowskia iwakawai</i>	カタドブガイ
<i>Anemina</i> 属	フネドブガイ属	<i>Buldowskia kamiyai</i>	ヒガシタブネドブガイ
		<i>Buldowskia sp.</i>	タブネドブガイ属の未同定種
<i>Cristaria plicata</i>	カラスガイ	<i>Cristaria plicata</i>	カラスガイ
		<i>Cristaria clessini</i>	メンカラスガイ

太字はCO1遺伝子分析によって名古屋市産ドブガイ類のなかに同定された6種を示す。現在の見解はLopes-Lima et al. (2020) に基づく。

でき、殻形態における同定結果をヤハズヌマガイ?とした。遺伝子分析の結果は、ヤハズヌマガイとは異なり、もっとも塩基配列の近いカタドブガイとも異なっていた。

考察

殻形態によってAのNo. 1~6はヌマガイ?に同定され、殻形態ではこれら6個体に違いは見られなかった(図1)。またNo. 1~6は、BのNo. 8及びNo. 10-13やCのNo. 16~22とも殻形態において区別できず、すべて同種と判断していた。しかし遺伝子分析の結果、No. 1~6とNo. 8、10~13とNo. 16~22は、Lopes-Lima et al. (2020) の*Sinanodonta cf. woodiana*外来種のドブガイ、*Sinanodonta lauta*ヌマガイ、*Sinanodonta calipygos*マルドブガイにそれぞれ塩基配列が最も近くなり、3者は別種であることが示唆された。一方、Sano et al. (2022) では、*Sinanodonta*属におけるミトコンドリアDNAと核DNAにおける種境界認識や系統関係の不一致が指摘され、ミトコンドリアDNAによる系統解析が遺伝子浸透などの現象により誤った結論を導く危険性が指摘されている。この点をさらに調べるために、本研究で得られたCO1遺伝子の塩基配列(約570塩基)のうちSano et al. (2022) の結果に示された塩基配列に一致す

るもの、あるいは最も近いものを抽出し、Sano et al. (2022) のFig. 4において核DNAにより認識されたどの分類群に対応するかを確認した。その結果、No. 1~6は*Sinanodonta cf. woodiana* 1に、No. 8は*Sinanodonta lauta*に、No. 10~13は*Sinanodonta calipygos*に、No. 16~22は*Sinanodonta calipygos*に対応した(データ未記載)。従って、表1に記したCO1遺伝子に基づく種同定結果が、将来の核DNA分析によってさらに修正を受ける可能性は高いと考えられるが、これらのサンプルが3種程度の種を包含していることについては間違いないと考えられる。

紀平ほか(2003)や近藤(2008)により、琵琶湖固有種と考えられてきたマルドブガイが、本州中部から四国にも分布していることが明らかになっている(Sano et al., 2022)。さらに興味深い点は、琵琶湖のマルドブガイは水深の大きいところに棲息するため、水圧耐性で球状に近い形態をとるが、琵琶湖以外の棲息地では丸みを帯びず(膨らまず)比較的厚みのない形態を示すことが報告されたことである(Sano et al., 2022)。つまり、No. 16~22の遺伝子分析の結果は、名古屋市にマルドブガイが棲息することを新たに示している可能性がある。しかし、例えばNo. 16をマルドブガイとすると、西区中小田

井の水路では極めて狭い空間に、殻形態で全く区別できないマルドブガイと外来種のドブガイが混生することになり、そのような混生が実際に起こりえるのか疑問が残る。つまり、殻形態と棲息空間の大きさからは、No. 1～3とNo. 16を同種と考える方が自然である。この点については、異なるアプローチからさらに詳しい研究を行うべき興味深い事例と考える。

DのNo. 27, 28は旧分類の“タガイ”に同定された個体であり、遺伝子分析の結果からLopes-Lima et al. (2020) による新分類のミナミタガイの塩基配列に最も近いことが示された (図1)。前述のようにミトコンドリアDNAに基づくイシガイ科二枚貝類の種同定は困難であるが、*Beringiana* タガイ属の核DNAに基づく系統関係は、CO1遺伝子の系統関係とほぼ一致していることがSano et al. (2022) により示された。つまり、CO1遺伝子分析によるタガイ属の同定精度は高く、No. 27, 28はミナミタガイにほぼ同定できる。これにより、本研究で名古屋市から初めてミナミタガイが報告されたことになる。

EのNo. 33, 34は、殻形態においては*Anemina* フネドブガイ属のフネドブガイ? に同定されたが、CO1遺伝子分析により*Buldowskia* タブネドブガイ属のヤハズヌマガイに同定できることが報告されている (横井, 2021; 川瀬ほか, 2021)。そのため、殻形態が比較的よく似たFのNo. 39~41もヤハズヌマガイの可能性が高いと考えていた (図1)。No. 33, 34のヤハズヌマガイは極めてよく膨らむが、No. 39~41はそれに比べると膨らみがやや弱い。殻形態における同定はヤハズヌマガイ? とし、ヤハズヌマガイの地域個体変異の可能性を推定した。しかし、CO1遺伝子分析の結果は、ヤハズヌマガイとは異なる分類群であることを示した。タブネドブガイ属の中では*Buldowskia iwakawai* カタドブガイの塩基配列に近いが、同種とするには塩基配列が離れすぎているため、遺伝子分析の結果を*Buldowskia* sp. タブネドブガイ属の未同定種とした。CO1遺伝子分析の結果が正しければ、本研究により、名古屋市にこれまで未発見のタブネドブガイ類が棲息することになるが、前述のとおり遺伝子浸透や二重片親遺伝の可能性も検討する必要がある。ここでは、殻形態においてもカタドブガイとは外形 (輪郭) が異なり、カタドブガイよりは膨らみが強いことで容易

に区別できるため、カタドブガイとは別種に位置づけ、タブネドブガイ属の未同定種とした。

以上より、本研究の結果、名古屋市には6種のカラスガイ族 (外来種のドブガイ、ヌマガイ、マルドブガイ、ミナミタガイ、ヤハズヌマガイ、タブネドブガイ属の未同定種) が棲息する可能性が示された。ただし、遺伝子分析の結果が交雑による遺伝子浸透や二重片親遺伝の影響を受けている可能性があり、実際の種認識が将来的に修正される可能性もある。今後更なる精査が望まれる。

謝辞

本研究は、名古屋市立大学の共用機器である3500 Genetic Analyzer (理学研究科設置) を用いて行われた。ここに記してお礼申し上げる。

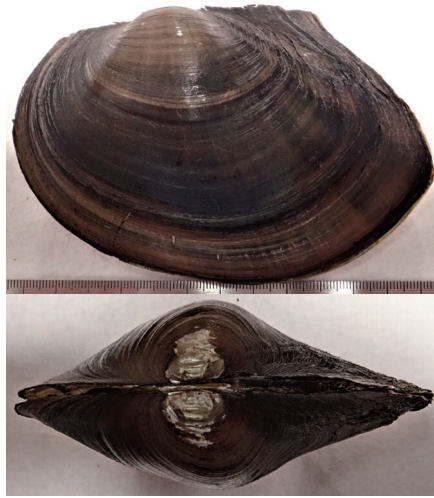
引用文献

- 愛知県教育センター. 1967. 愛知の動物. 愛知県科学教育センター, 名古屋. 222 pp.
- Folmer, O., M. Black, W. Hoeh, R. Lutz, and R. Vrijenhoek. 1994. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Molecular Marine Biology and Biotechnology*, 3(5): 294-299.
- Fontanilla, I. K. C., F. Naggs, and C. M. Wade. 2017. Molecular phylogeny of the Achatinoidea (Mollusca:Gastropoda). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 114: 382-385.
- 川瀬基弘・市原 俊・寺本匡寛・鵜飼 普. 2018. 名古屋市の淡水産貝類. *なごやの生物多様性*, 5: 33-45.
- 川瀬基弘・横山悠理・横井敦史・熊澤慶伯. 2021. 愛知県名古屋市, 豊橋市, 山梨県北杜市で発見された *Buldowskia shadini* ヤハズヌマガイ (新称). *瀬木学園紀要*, 18: 3-9.
- 紀平 肇. 1990. 琵琶湖・淀川淡水貝類. たたら書房, 鳥取. 131pp.
- 紀平 肇・松田征也・内山りゅう. 2003. 日本産淡水貝類図鑑①琵琶湖・淀川産の淡水貝類. ピーシーズ, 東京. 159pp.
- 近藤高貴. 2008. 日本産イシガイ目貝類図譜. 日本貝類学会特別出版物第3号. 日本貝類学会, 東京. 69pp.

- 近藤高貴. 2020. イシガイ科貝類の新たな分類体系. ちりぼたん, 50(2): 294-296.
- Kumar S., G. Stecher, M. Li, C. Knyaz, and K. Tamura. 2018. MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35: 1547-1549.
- 熊澤慶伯・松原美恵子・横山悠理・寺本匡寛・村瀬幸雄・那須健一郎・孫埜・森山昭彦・川瀬基弘. 2019. 名古屋市産淡水貝類のDNA バーコーディング. なごやの生物多様性, 6: 1-14.
- 倉内一二・佐藤徳次・原田猪津夫・安藤 尚・原田一夫・池田芳雄. 1985. 愛知県の自然環境1984. 愛知県農地林務部自然保護課, 名古屋. 244pp.
- Lopes-Lima, M., A. Hattori, T. Kondo, J. H. Lee, S. K. Kim, A. Shirai, H. Hayashi, T. Usui, K. Sakuma, T. Toriya, Y. Sunamura, H. Ishikawa, N. Hoshino, Y. Kusano, H. Kumaki, Y. Utsugi, S. Yabe, Y. Yoshinari, H. Hiruma, A. Tanaka, K. Sao, T. Ueda, I. Sano, J. Miyazaki, D. V. Gonçalves, O. K. Klishko, E. S. Konopleva, I. V. Vikhrev, A. V. Kondakov, M. Y. Gofarov, I. N. Bolotov, E. M. Sayenko, M. Soroka, A. Zieritz, A. E. Bogan, and E. Froufe. 2020. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the rising sun (Far East Asia): Phylogeny, systematics, and distribution. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 146: 106755.
- 名古屋市動植物実態調査検討会. 2004. レッドデータブックなごや2004—動物編—. 名古屋市環境局環境都市推進部環境影響評価室, 名古屋. 368pp.
- 名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課. 2015. 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—動物編—. 名古屋市環境局環境企画部環境活動推進課, 名古屋. 504pp.
- Sano, I., T. Saito, S. Ito, B. Ye, T. Uechi, T. Seo, V. T. Do, K. Kimura, T. Hirano, D. Yamazaki, A. Shirai, T. Kondo, O. Miura, J. Miyazaki, and S. Chiba. 2022. Resolving species-level diversity of Beringiana and Sinanodonta mussels (Bivalvia: Unionidae) in the Japanese archipelago using genome-wide data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 175: 107563.
- Sano, I., T. Saito, J. Miyazaki, A. Shirai, T. Uechi, T. Kondo, and S. Chiba. 2020. Evolutionary history and diversity of unionoid mussels (Mollusca: Bivalvia) in the Japanese archipelago. *Plankton and Benthos Research*, 15: 97-111.
- 横井敦史. 2021. 名古屋市西区で発見されたフネドブガイ. なごやの生物多様性, 8: 87-90.



2. ヌマガイ? [外来種のドブガイ]
西区中小田井・水路



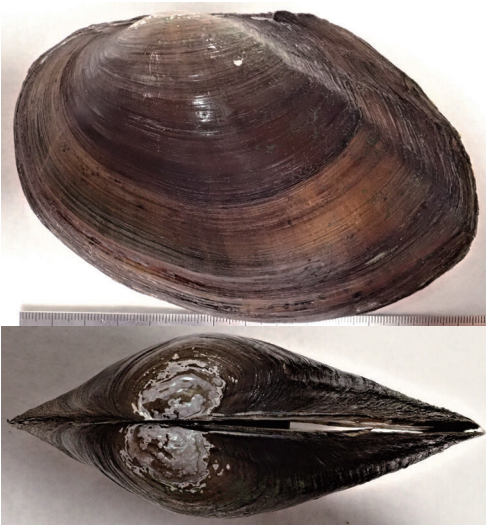
4. ヌマガイ? [外来種のドブガイ]
中川区戸田・水路



8. ヌマガイ? [ヌマガイ]
中村区枇杷島町・庄内川

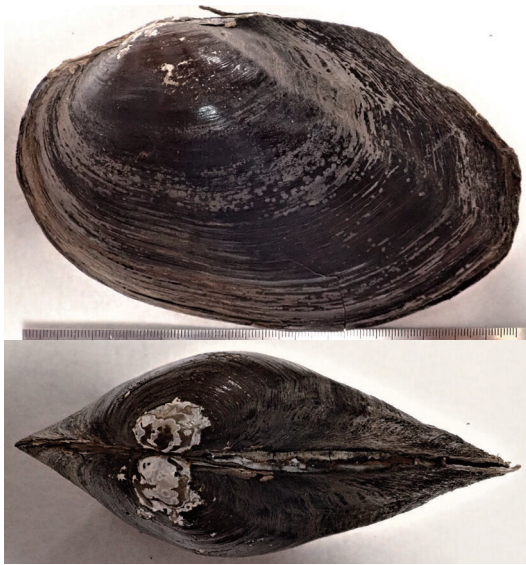


13. ヌマガイ [ヌマガイ]
千種区平和公園・溜池



16. ヌマガイ? [マルドブガイ]
西区中小田井・水路

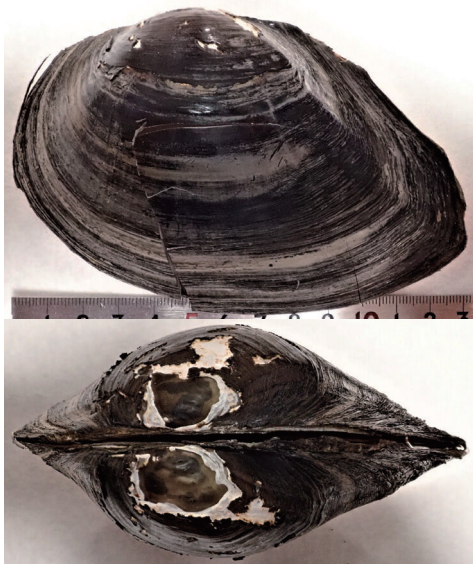
図2. 名古屋市各地点の代表的な個体
標本の番号は表1に対応する。



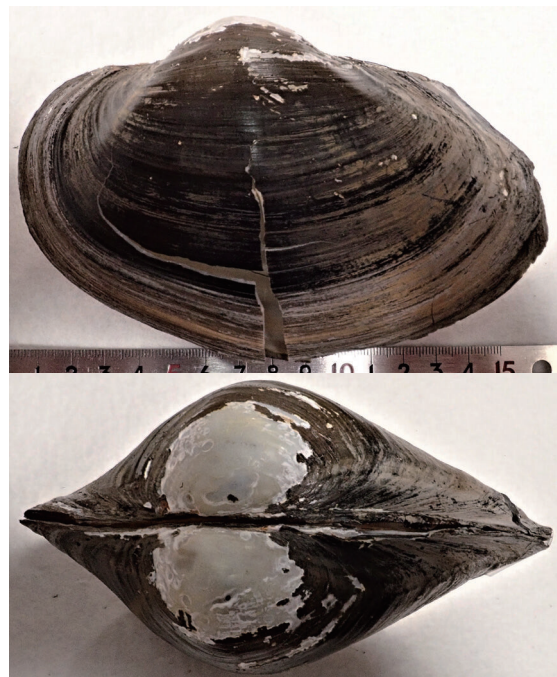
18. ヌマガイ? [マルドブガイ]
中村区枇杷島町・庄内川



21. ヌマガイ? [マルドブガイ]
中川区富田町・水路



28. タガイ [ミナミタガイ] 守山区小幡北・溜池



34. フネドブガイ? [ヤハズヌマガイ] 西区上小田井・溜池



39. ヤハズヌマガイ? [タブネドブガイ属の未同定種]
天白区天白町・溜池

図3. 名古屋市各地点の代表的な個体 (続き)
標本の番号は表1に対応する.

名古屋市猪高緑地内のため池の水質特性

大八木 麻希 早川 史恩 平野 稔季

四日市大学環境情報学部 〒512-8512 三重県四日市市萱生町1200

Water characteristics of ponds in Itaka Ryokuchi, Nagoya city

Maki OYAGI

Shion HAYAKAWA

Toshiki HIRANO

Faculty of Environmental and Information Sciences, Yokkaichi University, 1200 Kayou-cho, Yokkaichi City, Mie 512-8512, Japan

Correspondence:

Maki OYAGI E-mail: oyagi@yokkaichi-u.ac.jp

要旨

名古屋市東部丘陵に位置する猪高緑地（面積66.2 ha）には、多くの小さなため池が存在している。緑地内のため池の水質に関する詳細な調査は行われていないため、本研究では緑地内の5箇所のため池（塚ノ杵池、すり鉢池、こもれば池、宗太郎池、三角池）について、水質の季節変化や水質特性を明らかにすることを目的とした。環境省の定める生活環境の保全に関する環境基準（湖沼）において、窒素とリンの基準値による類型（I～V）では塚ノ杵池はV類型、すり鉢池、こもれば池、三角池、宗太郎池はいずれもV類型よりも高い窒素の値を示した。全てのため池において特にリンに比べて窒素が高い値を示す特徴が認められ、リン制限のため池であることが明らかとなった。すり鉢池では、降水量が多いほど全リンは低くなる傾向が認められたため、すり鉢池の全リンは降水量に起因することが明らかとなった。また、塚ノ杵池を除く全ての池が低N/P比に該当し、アオコの発生を引き起こしやすい状態であることが明らかとなった。名古屋市内のため池と比較すると塚ノ杵池を除いて、窒素及びリンが高いことが認められた。今回調査を実施した5箇所のため池では、同じ猪高緑地内に位置しながらも、異なる水質特性が明らかとなった。

Many small reservoirs exist in the Itaka Ryokuchi (66.2 ha in area), located in the eastern hills of Nagoya City. Since there have been no detailed studies on the water quality of reservoirs in the greenbelt, the purpose of this study was to clarify the seasonal changes in water quality and water quality characteristics of five ponds (Tsukanoiri Pond, Suribachi Pond, Komorebi Pond, Sotaro Pond, and Sankaku Pond) in Itaka Ryokuchi. In the Environmental Standard for Conservation of Living Environment (Environmental Standard for Lakes) set by the Ministry of the Environment, Tsukanoiri Pond was classified as Type V, while the other 4 ponds were below Type V in the classification (I-V) based on the standard values of nitrogen. In particular, characteristics of high values of nitrogen compared to phosphorus were observed, indicating that these ponds are phosphorus-limiting reservoirs. In Suribachi ponds, TP tended to be lower with higher precipitation, indicating that TP in this pond is attributable to precipitation. It was also clear that all ponds except for Tsukanoiri pond

corresponded to low N/P ratios and were prone to blue-green algae blooms. Nitrogen and phosphorus levels were found to be high in all ponds except Tsukanoiri pond when compared to ponds in Nagoya City. Although the five ponds surveyed in this study were located in the same Itaka Ryokuchi, different characteristics of water were revealed.

序文

ため池とは、農業用水を確保するために人工的に造られた池のことである。日本では西日本を中心に約149,000箇所の池が存在している（農林水産省農業用ため池一覧, 2021）。古くから利水機能を目的としてきたが、現在では生態系の保全や親水機能、防災機能を担うなど多面的機能を発揮している。名古屋市内には、ため池が1965年には約350箇所あったが、2003年には約113箇所に急減している（内田, 2008）。これは都市化と土地利用の変化に起因するものである。そこで名古屋市は、1973年に保全とその利用を目的として「名古屋市ため池環境保全協議会」を設立し、基礎調査の実施及び評価を開始した。以降、名古屋市の13のため池については調査が実施されているが、市内には未だ水質調査が実施されていないため池が多く存在している。ため池には農業用水としての利用がされなくなった後、人工物でありながら地域の自然を担保する場となっている。将来的な地域の環境保全の側面からも水質把握が必要である。

新修名古屋市史編集委員会（1997）によれば、猪高緑地は名古屋市東部丘陵に位置しており、1950年の都市計画緑地として整備され、市街化が進む中で緑地として管理されている貴重な雑木林である。名称は所在地の旧愛知郡猪高村に由来し、1955年に名古屋市に編入後も残された。緑地面積は66.2 haを有し、緑地内には最も面積の大きい江戸時代に造られた塚ノ杵池（面積32,100 m²）をはじめ、多くの小さなため池が存在している。市内のため池については、土山ほか（2008）や吉田ほか（2013；2014）があるが、塚ノ杵池については、1975年から2013年までの水質調査結果（名古屋市, 1993；2000；2011；2016）が報告されているが、調査頻度や水質測定項目も詳細ではない。猪高緑地内の複数のため池の調査はこれまで水質に関する報告事例がなく、さらに各ため池の景観や集水域の植生などは異なるため、緑地内の各ため池はそれぞれ異なる水質特性を持つことが推測される。

そこで本研究では、塚ノ杵池だけでなく、これまで明らかにされていない4箇所のため池の水質調査を実施することで、各ため池の季節変化や水質特性を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

調査は、愛知県名古屋市名東区猪高緑地内の塚ノ杵池、すり鉢池、こもれび池、宗太郎池、三角池の5箇所の池で実施した（図1, 2）。航空写真や現地案内板では、他にも池がいくつか存在しているが、事前に確認したところ水位が低く採水が困難であったため調査は実施できなかった。

現地調査について、すり鉢池は2020年9月から2021年10月までの概ね月に1回の頻度で計11回、塚ノ杵池、三角池、宗太郎池、こもれび池は2020年11月から2021年10月まで概ね月に1回の頻度で計9回実施した。各池で湖岸から採水し速やかに現地に於いて吸引ろ過操作を行った。ろ紙はGF/F（孔径0.7 μm, Whatman）を用いた。本研究ではろ液中の化学成分を溶存態とした。

現地では、マルチデジタル水質計（WQ-310J, HORIBA）を用いてDO（溶存酸素）と水温の測定を行い、フィールド型ポータブル水質計（D-200-2, HORIBA）を用いてpHと電気伝導度を測定した。また、実験室にてTP（全リン）、TDP（全溶存態リン）、PO₄-P（リン酸態リン）をモリブデンブルー法で分析した。DOP（溶存有機態リン）はDOP = TDP - PO₄-Pとして算出した。POP（懸濁有機態リン）はPOP = TP - TDPとして算出した。TN（全窒素）、TDN（全溶存態窒素）は紫外線吸光度で分析し、硝酸態窒素（NO₃-N）及び亜硝酸態窒素（NO₂-N）はGriess-Romijn試薬、アンモニウム態窒素（NH₄-N）はインドフェノール法を用いて比色分析を行った。PON（懸濁有機態リン）はPON = TN - TDNとして算出した。DIN（溶存無機態窒素）はDIN = NH₄-N + NO₂-N + NO₃-Nとして算出した。DON（溶



図1 猪高緑地内の調査地点図
地理院地図（国土地理院）に「宗太郎池の図及び各池の名称」を追記

Fig.1 Location map of reservoirs in the Itaka Ryokuti
The map is added in “Diagram of Sotaro Pond and names of each ponds” on the map of the Geospatial Information Authority of Japan (GSI).

存有機態窒素) は $DON = TDN - DIN$ として算出した。

降水量は気象庁HPの過去の気象データから気象観測地点（名古屋）のデータを取得した。

結果および考察

水温、DO、pH、電気伝導度の結果について表1に示した。水温については各ため池は気温と同様の季節変化を示し、5箇所のため池で最高値は7月に27.3～30.1℃、

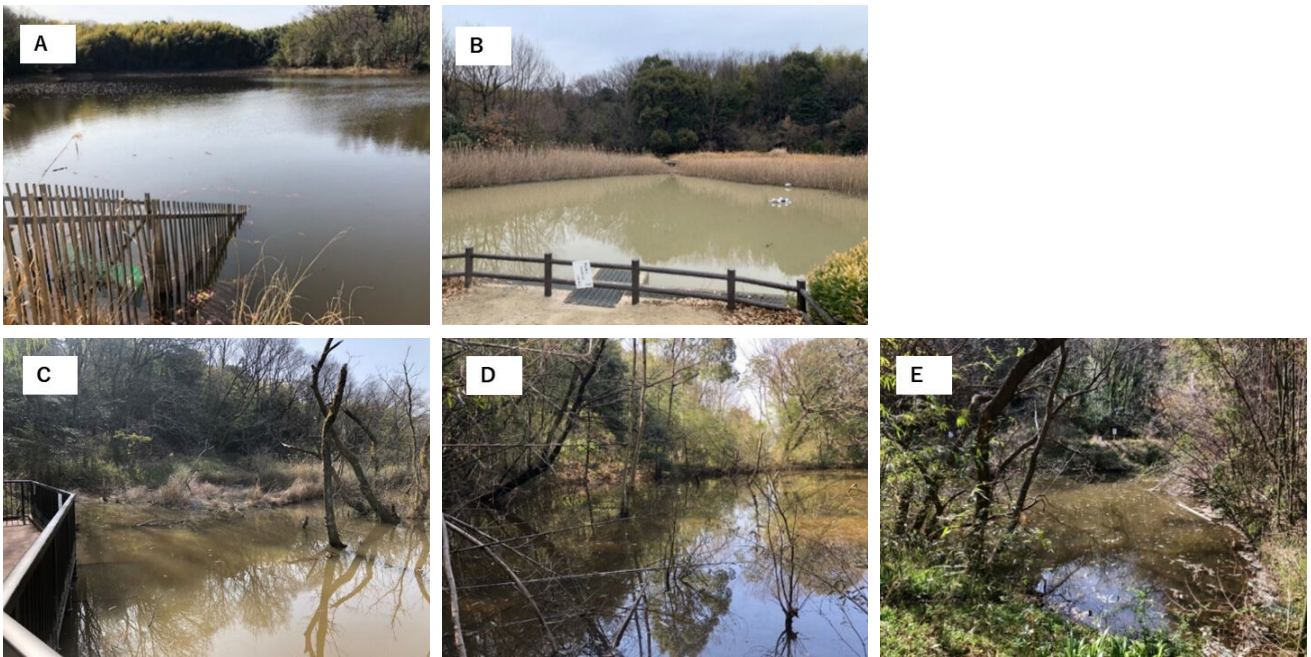


図2 猪高緑地内の5つのため池写真。A塚ノ杵池, Bすり鉢池, Cこもれば池, D宗太郎池, E三角池
Fig.2 Photographs of five reservoirs in the Itaka Ryokuti. A. Tsukanoiri pond, B. Suribachi pond, C. Komorebi pond, D. Sotaro pond, and E. Sankaku pond.

最低値は1月に4.7~6.3℃を示した。DOについては、最高値は8.6 mg/L(すり鉢池, 3月), 最低値は1.4 mg/L(塚ノ杵池, 7月)であり、濃度と飽和度ともに夏季(6~8月)に低くなる傾向があった。夏季には塚ノ杵池, こもれば池, 三角池で3 mg/L以下の数値を示す貧酸素であった。この理由については、塚ノ杵池は湖岸から湖心にかけて広い面積に浮葉植物が繁茂しており、植物プランクトンの光合成が抑制されるためと考えられた。こもれば池, 三角池については、降水量の多い夏季には目視による水中の濁りが確認され、植物プランクトンの光合成が妨げられたことと、さらに気温が高くなり好気性生物の活動が活発となることに起因すると推測された。pHについては、最高値は8.4(こもれば池, 1月), 最低値は6.2(すり鉢池, 8月)であった。すべての池で夏季に低く冬季(12~2月)に高くなる傾向があった。この理由について、光合成量の違いによると考えられる。電気伝導度については、最高値222 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (三角池, 8月), 最低値52 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (塚ノ杵池, 8月)であった。すり鉢池と塚ノ杵池については年変動が小さく、他の3箇所のため池については年変動が大きい傾向を示した。野崎ほか(2021)は、尾張丘陵南部の湧水で地点による電

気伝導度の明瞭な違いから人間活動による負荷を推測したが、本研究で調査したため池においては傾向が得られなかった。

また、市内の他のため池(名古屋市, 2016)と比較すると今回調査した猪高緑地内のため池は、全体的にDOが低いが、pH及び電気伝導度については、年間平均値で比較すると同程度であった。

栄養塩の経月変化について、窒素は表2、リンは表3に各態の内訳を示した。TNの最高値は6.69 mg/L(宗太郎池, 12月), TDNの最高値は1.88 mg/L(宗太郎池, 1月)であった。宗太郎池の1月のTDNが顕著に高い値が得られた理由については不明である。TNの平均値では塚ノ杵池が最も低い0.69 mg/Lであり、続いて、三角池1.06 mg/L, すり鉢池1.20 mg/L, こもれば池1.27 mg/L, 宗太郎池2.51 mg/Lであった。TNの経月変化は、すり鉢池が最も月ごとの変動が大きく、塚ノ杵池は年間を通じて変動が小さかった。TNの内訳についてはDONとPONが同程度を占めるすり鉢池, TN濃度が高くなる時にはPONの占める割合が高くなるこもれば池, 三角池, 宗太郎池, DONが70%を占める塚ノ杵池の3つのパターンが認められた。DINの割合については全て

大八木ほか（2023）名古屋市猪高緑地内のため池の水質特性

表1 各ため池の水温、DO（溶存酸素）、DO飽和度、pH、電気伝導率（EC）の調査日別結果一覧。

Table 1 List of daily survey results Water temperature, DO (dissolved oxygen), DO saturation, pH, and electrical conductivity (EC) in each reservoir.

Date	塚ノ秋池					すり鉢池				
	WT °C	DO mg/L	DO飽和度 %	pH	EC μS/cm	WT °C	DO mg/L	DO飽和度 %	pH	EC μS/cm
3 Sep.2020						28.8	4.7	61.4	7.37	87.6
5 Oct.						22.5	4.4	52.0	7.98	67.5
6 Nov.	13.0	2.6	25.5	6.96	61.5	12.5	5.1	49.5	7.57	78.8
4 Dec.	9.0	4.6	41.1	7.18	88.0	8.1	4.6	40.2	8.03	64.3
22 Jan.2021	6.0	5.8	48.1	8.18	86.5	6.3	7.8	65.2	7.28	78.0
19 Mar.	14.3	6.2	62.6	7.88	77.5	12.4	8.6	83.2	7.66	117.8
25 Apr.	18.4	6.9	75.7	7.03	63.0	18.9	6.4	70.9	7.24	63.7
23 Jun.	23.7	4.8	57.9	6.72	53.6	23.4	4.4	52.8	7.51	59.9
28 Jul.	29.3	1.4	18.4	6.38	53.4	30.1	3.1	39.9	6.81	71.1
23 Aug.	26.8	3.1	39.3	6.31	52.3	27.8	5.1	65.6	6.18	69.0
25 Oct.	15.1	3.9	40.0	7.27	73.2	13.8	7.3	72.9	6.76	84.0
平均値	17.3	4.4	45.4	7.10	67.7	18.6	5.6	59.4	7.31	76.5

Date	こもれば池					宗太郎池					三角池				
	WT °C	DO mg/L	DO飽和度 %	pH	EC μS/cm	WT °C	DO mg/L	DO飽和度 %	pH	EC μS/cm	WT °C	DO mg/L	DO飽和度 %	pH	EC μS/cm
6 Nov.2020	12.2	7.2	69.4	7.27	66.6						11.6	4.6	69.4	7.45	104.3
4 Dec.	7.9	7.0	60.9	7.53	105.4	8.0	4.6	40.1	7.31	68.9	9.8	3.9	60.9	7.18	104.3
22 Jan.2021	6.2	8.1	67.5	8.44	116.3	4.7	5.5	44.1	7.64	136.8	5.0	6.6	67.5	7.54	211.4
19 Mar.	12.2	6.7	64.5	7.03	175.5	12.0	6.7	64.2	7.42	88.1	13.6	5.1	64.5	7.26	179.5
25 Apr.	16.5	3.0	31.7	6.70	68.9	17.5	6.7	72.2	6.86	97.4	16.9	4.1	31.7	6.51	88.4
23 Jun.	22.6	2.9	34.4	6.87	85.2	22.5	5.0	59.1	6.61	89.4	21.7	4.7	34.4	6.73	92.2
28 Jul.	29.2	3.7	48.6	7.05	71.0	28.5	4.1	53.3	6.62	207.2	27.3	3.3	48.6	6.73	119.4
23 Aug.	25.9	4.7	58.8	7.11	110.3	25.6	6.3	78.4	6.28	173.0	24.0	2.3	58.8	6.40	222.1
25 Oct.	13.9	6.5	65.0	7.69	88.1	13.3	7.3	72.1	6.71	124.9	13.8	4.2	65.0	6.46	165.2
平均値	16.3	5.5	55.6	7.30	98.6	16.5	5.8	60.4	6.93	123.2	16.0	4.3	55.6	6.92	143.0

表2 各ため池の全窒素及び各態の調査日別結果一覧。

Table 2 List of daily survey results for total nitrogen and each state in each reservoir.

Date	塚ノ秋池						すり鉢池					
	TN mg/L	PON mg/L	TDN mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L	TN mg/L	PON mg/L	TDN mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L
3 Sep.2020							1.27	0.56	0.71	0.04	0.00	0.01
5 Oct.							1.42	0.89	0.53	0.02	0.00	0.02
6 Nov.	0.61	0.21	0.40	0.01	0.00	0.01	0.68	0.26	0.42	0.01	0.00	0.02
4 Dec.	0.76	0.34	0.43	0.01	0.00	0.01	1.56	0.69	0.87	0.01	0.00	0.11
22 Jan.2021	0.67	0.26	0.42	0.02	0.00	0.02	1.76	0.83	0.93	0.02	0.00	0.12
19 Mar.	0.64	0.24	0.40	0.01	0.00	0.02	1.47	0.91	0.56	0.02	0.01	0.06
25 Apr.	0.66	0.15	0.50	0.02	0.00	0.01	0.79	0.36	0.42	0.02	0.00	0.03
23 Jun.	0.76	0.16	0.60	0.16	0.02	0.01	1.34	0.85	0.49	0.07	0.02	0.03
28 Jul.	0.75	0.13	0.62	0.12	0.02	0.03	0.94	0.42	0.52	0.07	0.02	0.04
23 Aug.	0.57	0.18	0.39	0.11	0.02	0.05	0.66	0.30	0.36	0.07	0.02	0.03
25 Oct.	0.79	0.26	0.53	0.08	0.02	0.03	1.32	0.78	0.54	0.06	0.03	0.03
平均値	0.69	0.21	0.48	0.06	0.01	0.02	1.20	0.62	0.58	0.04	0.01	0.05

Date	こもれば池						宗太郎池						三角池					
	TN mg/L	PON mg/L	TDN mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L	TN mg/L	PON mg/L	TDN mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L	TN mg/L	PON mg/L	TDN mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L
6 Nov.2020	0.84	0.39	0.45	0.01	0.00	0.03							0.63	0.22	0.40	0.01	0.01	0.05
4 Dec.	1.14	0.47	0.67	0.01	0.00	0.04	6.69	5.24	1.45	0.02	0.00	0.26	0.66	0.26	0.41	0.02	0.00	0.02
22 Jan.2021	0.91	0.29	0.62	0.03	0.00	0.04	3.41	1.54	1.88	0.03	0.01	0.34	1.45	0.87	0.59	0.03	0.00	0.02
19 Mar.	1.04	0.46	0.58	0.02	0.00	0.03	1.51	0.60	0.91	0.03	0.01	0.08	2.31	1.65	0.66	0.03	0.00	0.01
25 Apr.	1.58	0.90	0.68	0.03	0.00	0.03	1.87	1.05	0.82	0.03	0.00	0.02	1.16	0.58	0.58	0.03	0.00	0.03
23 Jun.	1.76	0.85	0.91	0.08	0.03	0.06	1.94	0.53	1.41	0.08	0.02	0.04	0.79	0.44	0.36	0.08	0.02	0.01
28 Jul.	1.54	0.59	0.95	0.10	0.03	0.08	1.16	0.46	0.70	0.11	0.03	0.03	0.81	0.37	0.44	0.09	0.03	0.20
23 Aug.	1.12	0.62	0.50	0.14	0.03	0.09	1.62	0.78	0.84	0.09	0.03	0.04	1.00	0.46	0.54	0.15	0.04	0.11
25 Oct.	1.48	0.66	0.82	0.07	0.03	0.07	1.91	1.38	0.53	0.07	0.02	0.03	0.78	0.21	0.57	0.07	0.03	0.09
平均値	1.27	0.58	0.69	0.06	0.01	0.05	2.51	1.45	1.07	0.06	0.02	0.10	1.06	0.56	0.50	0.05	0.01	0.06

表3 各ため池の全リン及び各態の調査日別結果一覧。

Table 3 List of daily survey results for total phosphorus and each state in each reservoir.

Date	塚ノ杵池					すり鉢池				
	TP mg/L	POP mg/L	TDP mg/L	PO ₄ -P mg/L	DOP mg/L	TP mg/L	POP mg/L	TDP mg/L	PO ₄ -P mg/L	DOP mg/L
3 Sep.2020						0.081	0.058	0.024	0.006	0.018
5 Oct.						0.086	0.067	0.019	0.006	0.013
6 Nov.	0.016	0.010	0.006	0.006	0.000	0.031	0.023	0.008	0.004	0.005
4 Dec.	0.025	0.011	0.014	0.002	0.011	0.063	0.045	0.018	0.003	0.015
22 Jan.2021	0.050	0.019	0.031	0.009	0.022	0.077	0.057	0.020	0.007	0.013
19 Mar.	0.023	0.009	0.014	0.006	0.007	0.040	0.023	0.017	0.007	0.010
25 Apr.	0.023	0.011	0.012	0.006	0.006	0.038	0.024	0.014	0.011	0.003
23 Jun.	0.012	0.007	0.005	0.002	0.003	0.042	0.034	0.007	0.004	0.003
28 Jul.	0.049	0.045	0.004	0.002	0.002	0.054	0.041	0.014	0.003	0.010
23 Aug.	0.019	0.010	0.009	0.002	0.007	0.027	0.019	0.008	0.005	0.003
25 Oct.	0.021	0.012	0.009	0.006	0.003	0.075	0.055	0.020	0.004	0.016
平均値	0.027	0.015	0.012	0.005	0.007	0.056	0.041	0.015	0.005	0.010

Date	こもれば池					宗太郎池					三角池				
	TP mg/L	POP mg/L	TDP mg/L	PO ₄ -P mg/L	DOP mg/L	TP mg/L	POP mg/L	TDP mg/L	PO ₄ -P mg/L	DOP mg/L	TP mg/L	POP mg/L	TDP mg/L	PO ₄ -P mg/L	DOP mg/L
6 Nov.2020	0.026	0.015	0.011	0.004	0.007						0.034	0.023	0.011	0.007	0.004
4 Dec.	0.036	0.013	0.023	0.017	0.006	0.098	0.073	0.025	0.019	0.005	0.056	0.030	0.026	0.008	0.018
22 Jan.2021	0.067	0.021	0.046	0.007	0.039	0.248	0.112	0.137	0.012	0.124	0.106	0.063	0.043	0.009	0.034
19 Mar.	0.040	0.023	0.017	0.008	0.009	0.068	0.049	0.019	0.008	0.011	0.261	0.231	0.030	0.011	0.019
25 Apr.	0.055	0.038	0.017	0.009	0.008	0.075	0.055	0.019	0.011	0.009	0.108	0.084	0.024	0.011	0.013
23 Jun.	0.044	0.034	0.009	0.005	0.005	0.062	0.042	0.020	0.011	0.009	0.050	0.040	0.009	0.003	0.006
28 Jul.	0.055	0.005	0.050	0.003	0.046	0.048	0.017	0.030	0.003	0.028	0.084	0.029	0.055	0.002	0.053
23 Aug.	0.034	0.024	0.011	0.005	0.006	0.055	0.018	0.037	0.003	0.034	0.049	0.028	0.022	0.008	0.013
25 Oct.	0.056	0.038	0.018	0.009	0.009	0.155	0.137	0.018	0.007	0.011	0.042	0.024	0.019	0.014	0.004
平均値	0.046	0.023	0.022	0.008	0.015	0.101	0.063	0.038	0.009	0.029	0.088	0.061	0.027	0.008	0.018

のため池で夏季に高くなる傾向が認められた。また、TPの最高値0.261 mg/L（三角池，3月），TDPの最高値は0.137 mg/L（宗太郎池，1月）であった。三角池には宗太郎池からの流入があると推測されるが，3月に三角池のTPが高い値となった理由については不明である。TPの平均値は，塚ノ杵池が最も低く0.027 mg/Lであり，続いてこもれば池0.046 mg/L，すり鉢池0.056 mg/L，三角池0.088 mg/L，宗太郎池0.101 mg/Lであった。TPの経月変化は，どの池も冬期にやや高い値を示す傾向が認められた。TPの内訳については，POPが約60%を占めていた。

環境省の定める生活環境の保全に関する環境基準（湖沼）において，窒素とリンの基準値による類型（I～V）では塚ノ杵池はV類型，すり鉢池，こもれば池，三角池，宗太郎池はともにV類型よりも，特に窒素について高い濃度を示した（図3）。特にリンに比べて窒素が高い値

を示す特徴が認められ，リン制限のため池であることが明らかとなった。また，市内のため池の窒素及びリンの結果（名古屋市，2021）では，名古屋市の13箇所のため池のうちV類型よりも窒素が高い値を示したのは3箇所（安田池，水主ヶ池，荒池），リンが高い値を示したのは1箇所（水主ヶ池）のため池だけであることから，猪高緑地内の塚ノ杵池以外の4箇所のため池については，市内のため池と比較して窒素とリンは高い値を示すことが明らかとなった。

低N/P比（N/P比<29）はアオコの発生を引き起こしやすいとされており（榮田ほか，2013），特に藻類はN/P比7～10程度の時に増殖しやすいといわれている（農村振興局農村環境課，2012）。猪高緑地内の5箇所のため池における月ごとのN/P比の平均は三角池14，すり鉢池23，宗太郎池28，こもれば池28，塚ノ杵池31であった。そのため塚ノ杵池を除く全ての池が低N/P比に該当

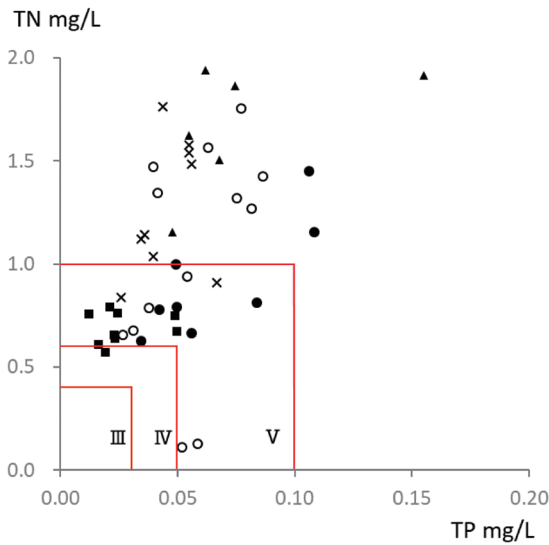


図3 各ため池の生活環境の保全に関する環境基準における全窒素と全リンの基準値による類型分類 (■塚ノ杵池, ○すり鉢池, ×こもれび池, ▲宗太郎池, ●三角池).

Fig.3 Classification of each reservoir by total nitrogen and total phosphorus standard values in the environmental standards for the preservation of the living environment. (■Tsukanoiri pond, ○Suribachi pond, ×Komorebi pond, ▲Sotaro pond, ●Sankaku Pond)

し、アオコの発生を引き起こしやすい状態であることが明らかとなった。

各ため池について、降水量とTN・TPの関係性について比較した(図4, 図5)。特にすり鉢池は、TPについて、2週間前までの降水量が多いほど低くなり、降水量が少ないほど高くなる傾向が認められた。すり鉢池のTPは降水量に影響を受けることが明らかとなった。また、塚ノ杵池は降水量の変化に対してTN及びTPはばらつきが少なく、降水量に影響を受けにくいため池であると明らかになった。その他のため池についてはばらつきが大きかった。

農業用水として利用されている塚ノ杵池以外のため池については、これまで水質調査は行われていなかったが、今回調査を実施した5箇所のため池では、同じ猪高緑地内に位置しながらも、異なる水質特性が明らかとなった。調査を継続し、底泥環境についても明らかにすることで、池干しなどのため池管理についての知見も得ることができるかと期待される。

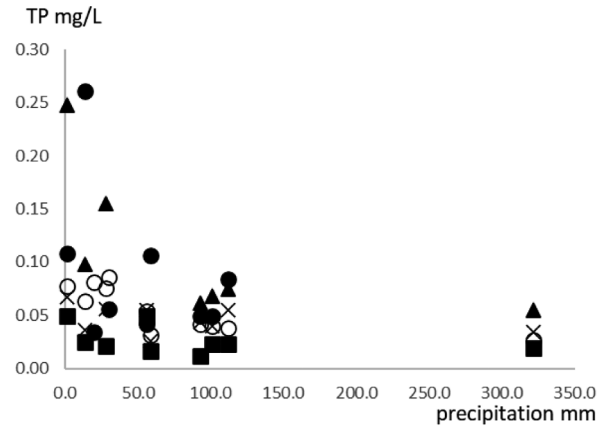


図4 各ため池のTPと降水量の関係 (■塚ノ杵池, ○すり鉢池, ×こもれび池, ▲宗太郎池, ●三角池).
注) 降水量は調査日14日前までの合計値.

Fig.4 Relationship between TP and precipitation in each reservoir (■Tsukanoiri pond, ○Suribachi pond, ×Komorebi pond, ▲Sotaro pond, ●Sankaku Pond).
Note: Precipitation is the sum of the values up to 14 days before the survey date.

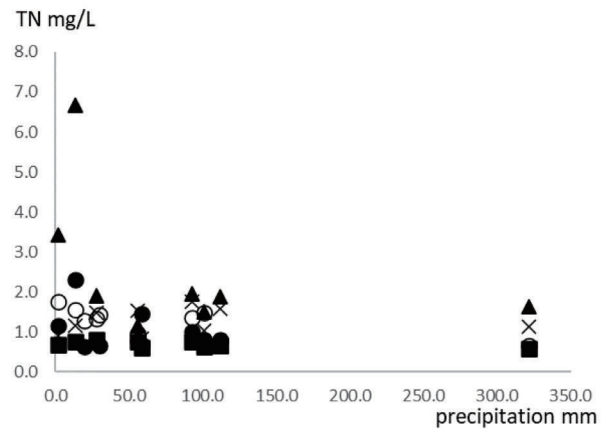


図5 各ため池のTNと降水量の関係 (■塚ノ杵池, ○すり鉢池, ×こもれび池, ▲宗太郎池, ●三角池).
注) 降水量は調査日14日前までの合計値.

Fig.5 Relationship between TN and precipitation in each reservoir (■Tsukanoiri pond, ○Suribachi pond, ×Komorebi pond, ▲Sotaro pond, ●Sankaku Pond).
Note: Precipitation is the sum of the values up to 14 days before the survey date.

謝辞

本研究の遂行にあたり、なごや生物多様性センターの西部めぐみ氏には、調査許可および現地調査にて多大なご協力を賜り厚くお礼申し上げます。また、野外調査及び分析において協力をいただいた四日市大学環境情報学部大八木研究室ゼミ生の方々に感謝申し上げます。

引用文献

- 榮田 愛・天野佳正・相川正美・町田 基. 2013. 窒素,リンの絶対量およびN/P比によって変化する藍藻類 *Microcystis aeruginosa* と珪藻類 *Cyclotella* sp. の優占化特性, 日本水処理生物学会誌, 49: 47-54.
- 気象庁, 過去の気象データ検索 <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2022年8月31日確認
- 国土地理院. 地理院地図. 地理院タイル(標準地図), <https://maps.gsi.go.jp>, 2022年8月31日確認
- 名古屋市. 1993. 市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷, 名古屋市土木局河川部計画課, 名古屋市環境保全局環境科学研究所, 276pp.
- 名古屋市. 2000. 市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷, 名古屋市土木局河川部計画課, 名古屋市環境保全局環境科学研究所, 312pp.
- 名古屋市. 2011. 市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷, 環境局地域環境対策課, 環境局環境科学調査センター, 緑政土木局河川計画課, 461pp.
- 名古屋市. 2016. 市内河川・ため池・名古屋港の水質の変遷, 環境局地域環境対策課, 環境局環境科学調査センター, 緑政土木局河川計画課, 524pp.
- 名古屋市. 2021. 令和2年度公共用水域及び地下水の水質常時監視結果「データ集」公共用水域の水質常時監視データ, 名古屋市環境局, <https://www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000142/142256/R2koukyouyousui-data.pdf>, 2022年8月31日確認
- 農村振興局農村環境課. 2012. 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書, 農林水産省, 80pp.
- 農林水産省. 2021. 令和4年3月農業用ため池一覧, 農村振興局整備部防災課, https://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/ichiran.html, 2022年8月31日確認
- 野崎健太郎・渡邊明香里・松本嘉孝, 2021, 尾張丘陵南部の変成岩体における湧水の湧出量, 水温および水質の季節変化-愛知県日進市の岩崎御岳山における事例研究-, 湿地研究, 11: 59-73.
- 新修名古屋市史編集委員会. 1997. 新修名古屋市史「本文編」第八巻 自然編, 名古屋市, 414pp.
- 土山ふみ・安藤 良・鎌田敏幸・榊原 靖・鈴木直喜・小島節子・長谷川瞳・山神尚人・若山秀夫. 2008. 名古屋のため池の水質について, 名古屋市環境科学研究所報, 38: 61-69.
- 内田和子. 2008. ため池-その多面的機能と活用, 農林統計協会, 東京, 171pp.
- 吉田耕治・岡 尚男・小野知洋. 2013. 金城学院大学構内の文四郎池の水質, 金城学院大学論集自然科学編, 9: 54-59.
- 吉田耕治・岡 尚男・小野知洋. 2014. 名古屋市守山区のため池新池の水質, 金城学院大学論集自然科学編, 11: 18-24.

東邦ガスにおける生物多様性保全への取り組み

北本 都美 高見 千保美

東邦ガス株式会社 〒456-8511 愛知県名古屋市熱田区桜田町19-18

Initiatives for Biodiversity Conservation in the TOHOGAS

Tsuyoshi KITAMOTO Chihomi TAKAMI

TOHOGAS CO., LTD. 19-18, Sakurada-cho, Atsuta-ku, Nagoya, Aichi 456-8511, Japan

Correspondence:

Tsuyoshi KITAMOTO E-Mail: kitamoto@tohogas.co.jp

要旨

生物多様性の保全に向けた取り組みは、持続可能な社会のベースとなるものであり、企業の持続的発展に影響する重要課題と認識している。当社グループでは、生物多様性保全に向け、ビオトープの設置や自然保護活動、地域社会と連携した環境保全活動などを推進するとともに、次世代層をはじめ地域の皆さまに生物多様性保全への関心を深めていただくため、次世代層向け生物多様性学習プログラムに取り組んでいる。

1. はじめに

日々の生活や企業活動は、自然資源に支えられており、その基盤である生物多様性が失われた場合には、人々の生活や企業の持続可能性に大きな影響を及ぼすことが想定される。

当社グループでは、地球温暖化対策や資源循環推進に加え、地域の生態系の保全は企業の持続的発展に影響する重要課題と認識し、ビオトープ設置や自然保護活動などを通じて生物多様性保全に努めている。

2. ビオトープの設置

地域の希少種および固有種の育成など生態系保全への貢献や環境教育の場の提供などを目的に、2000年に「知多緑浜工場ビオトープ」、2010年に「ガスエネルギー館ビオトープ広場」を設け、2018年には「みなとアクルスビオトープ」を配置している。

また、ビオトープにおける生物多様性の保全機能の健全性確認などのため、専門業者による動植物調査を断続的に実施している。

2-1. 知多緑浜工場ビオトープ (写真1)

知多緑浜工場は、知多市新舞子の北西の出島状の埋め立て地にあり、知多市の臨海工場地帯の最南端に位置している。対岸には社寺林や田畑、他社工場の緑地帯などがあり、緑地環境としてビオトープネットワークをなしている。



写真1. 知多緑浜工場ビオトープ



写真2. ガスエネルギー館ビオトープ広場

こうした周辺の緑地環境を踏まえ、地元のトンボの種類や生息環境、地元の樹種や樹林の遷移などを手本に、池の深さや形状、樹種、配置区分、植栽時と15年後の樹高・植栽密度などを検討（高見・中村，1999）、知多緑浜工場の工場緑地内部に、「できるだけ自然に近い緑地帯」を目指したビオトープを造成した。面積は、連続的につながる緑地と合わせて7,500m²ある。

造成当初から動植物調査を断続的に行い、2015年には402種の動植物を確認している。これまでの動植物調査の結果を表1に示す。

2-2. ガスエネルギー館ビオトープ広場（写真2）

ガスエネルギー館は、名古屋市から天白大橋を渡ってすぐの東海市にあり、従来、名古屋市内の小中学生の社会見学やご家族連れのお出かけスポットとして楽しまれている。この敷地内におけるブロック張りの「いこいの

表1. 知多緑浜工場ビオトープの動植物調査

観察年	2002	2004	2010	2015
植物	115	118	176	206
昆虫類	115	100	140	152
鳥類	17	20	17	21
魚類	2	1	0	0
両生類	3	2	1	1
爬虫類	0	0	0	1
底生生物	18	18	23	20
哺乳類	0	1	1	1
計	270	260	358	402



写真3. みなとアクルスビオトープ

広場」を改修し、池と草地と植樹からなるビオトープ広場（600m²）を造成した。現在は池の中の生き物探しなどのイベントも行っている。

2-3. みなとアクルスビオトープ（写真3）

みなとアクルスは、名古屋市港区に位置し、西側には中川運河、南側には港北公園があり、名古屋港までは約2 km程度である。

みなとアクルスの敷地内には、三井不動産（株）がビオトープ（800m²）を整備している。庄内川流域を目標景観に定め、庄内川流域に見られる中木や低木を植栽として配置することで、せせらぎや生体池に、野鳥、チョウ、トンボなど様々な野生生物の飛来を期待して整備したものである。

当社は、このビオトープとエリア内のエネルギーネットワークについて子どもから大人まで楽しく学べるエコツアーを実施し、環境教育の場として活用している。

ビオトープにおける動植物の生育・生息状況について把握するため、ビオトープ配置から2年後の2020年9月に動植物調査を行い、植物は108種、動物では、鳥類6種、両生類1種、底生生物12種、昆虫類83種の計210種が確認された。

特に、現地ではトンボ類が飛翔する姿が頻繁に観察されている。池内で確認されたヤゴを含めたトンボ類の確認種は表2に示すとおりであり、ビオトープ広場の面積は小さいものの、計10種が確認されている。トンボ類の生育には、産卵や幼虫（ヤゴ）が生息する水生植物のあ



写真4. 「東山の森」での活動



写真5. 「東邦ガスの森 せと」での活動

る水辺環境、成虫が餌を採ったり休息したりするための樹林環境や草地環境など多様性ある環境が必要であり、みなとアクルスビオトープは、トンボ類が生息するための環境を有しているものと考えられる。

3. 自然保護活動

従業員的环境教育や地域社会への貢献などを観点に、地域のご協力のもと、従業員のボランティアによる自然保護活動を推進している。

表2. トンボ類の確認種

分類	和名	学名
成虫	アジアイトトンボ	<i>Ischnura asiatica</i>
	アオモンイトトンボ	<i>Ischnura senegalensis</i>
	ハラビロトンボ	<i>Lyriothemis pachygastra</i>
	シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>
	ウスバキトンボ	<i>Pantala flavescens</i>
	マイコアカネ	<i>Sympetrum kunckeli</i>
幼虫 (ヤゴ)	アオモンイトトンボ属 の一種	<i>Ischnura</i> sp.
	クロスジギンヤンマ	<i>Anax nigrofasciatus nigrofasciatus</i>
	ギンヤンマ	<i>Anax pathenope julius</i>
	ショウジョウトンボ	<i>Crocothemis servilia mariannae</i>
	シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>

3-1. 森林保全活動

地域の自然環境や生物多様性の保全に加え、保全活動を通じた従業員の環境意識啓発を目的に、従業員とその家族のボランティアによる森林保全活動を実施している。

活動の例として、「なごや東山の森づくりの会」に法人会員として参加し、名古屋市の「東山の森」において間伐などによる里山保全活動を、2009年度から実施している（写真4）。

また、2016年度から「東邦ガスの森 おおだい」と「東邦ガスの森 みたけ」を活動地として、2020年度には「東邦ガスの森 せと」を活動地に加え（写真5）、地元森林組合のご支援などをいただきながら、植樹や間伐、下刈りなどの森林保全活動に取り組んでいる。

3-2. イベント参加などを通じた活動

地域社会の一員として、イベント参加などを通じた環境保全活動に参画している。

活動の例として、名古屋市東山動植物園における「植物園花いっぱいプロジェクト」に、2008年度の活動開始から継続して参加し、従業員とその家族のボランティアによる花苗などの植栽を実施している（写真6）。

また、知多半島臨海部の企業緑地群を舞台に、生物多様性の保全向上と次世代の担い手育成を目指す「命をつなぐPROJECT」に参画しており、連携企業や学生実行委員と協働して緑地の魅力を高めている。



写真6. 「植物園花いっぱいプロジェクト」での活動



写真7. 「なごや環境大学」講座での活動

4. 次世代層向け生物多様性学習プログラム

次世代層をはじめ地域の皆さまに生物多様性保全への関心を深めていただくため、生物多様性学習プログラムに取り組んでいる。2020年以降は、コロナ禍によりさまざまな制約がある中で、参加人数の絞り込みやリモート開催などの工夫をして実施している。

活動の例として、「持続可能な地球社会」を支える人づくり、人の輪づくりを目的に、2005年に開学された「なごや環境大学」に講座登録し、ガスエネルギー館のビオトープ広場などを活用した生物多様性講座を開催している（写真7）。

また、愛知県とNPO法人が愛・地球博記念公園で開催する自然とのふれあいをテーマとした環境イベント「おさんぽdeいきものみつけ」に2011年度から協賛し、企画・運営に協力している（写真8）。

5. まとめ

気候変動に次ぐリスクとして生物多様性への社会的な関心が高まっており、TNFDなど国際機関を中心に生態系保全に対する取り組みが進められている。

このような社会的関心の高まりや生態系保全の重要性



写真8. 「おさんぽdeいきものみつけ」での活動

などを踏まえ、当社グループは環境行動目標の一つに生物多様性保全を掲げ、地域社会を支える生態系保全に取り組むとともに、引き続き、事業活動や地域貢献活動を通じた生物多様性の維持・復元、里山・森林の保全、地域固有種の保護に貢献していく。

引用文献

高見千保美・中村泰久. 1999. 生態系を考慮した植樹方法の検討. 自然環境復元研究会平成11年研究発表要旨集, 15p.

名古屋経済大学市邨高校における学校ビオトープ活動

荻野 煌世 勝見 漸太 吉野 史也 佐藤 豊

名古屋経済大学市邨高等学校 〒464-8533 名古屋市千種区北千種3-1-37

School biotope activity in the Nagoya University of Economics Ichimura Senior High School

Kousei OGINO Zennta KATSUMI Fumiya YOSHINO Yutaka SATOU

Nagoya University of Economics Ichimura Senior High School,
3-1-37 Kitachikusa, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8533, Japan

Correspondence:

Yutaka SATOU E-mail: y.sato@ichimura.ed.jp

Nagoya University of Economics Ichimura Senior High School TEL (052)721-0161

1. はじめに

名古屋経済大学市邨高等学校は創立115年（明治40年開学）であり、創立者の市邨芳樹が著した「やぶつばき」には建学の精神が示されており、「桜は桜 松は松たれ」は個人の尊重を示したものである（学校法人市邨学園, 1926）。この建学の精神に基づいて、以前はクラスの名称を「桜」「松」「榎」などと呼称し、校内にはこれらの植物が植えられ、大切に育てられてきた（市邨学園百年史編集委員会, 2007）。しかし、将来、校内の施設整備に伴う自然環境の消失や生態系のかく乱などが発生した場合、後世へ残すべき自然が徐々に失われてしまう恐れがある。SDGs15「自然の豊かさを守ろう」の目標を達成するには、地球規模で考え、足元から行動する（Think globally, Act Locally.）必要がある。当学校の方針としても、「自然と人との共生」を掲げている。そのため、2013年度から生徒らが中心となって、校内の樹木の種類や本数に関する調査を進めてきた。また、2018年度からはユネスコスクール加盟への準備を進めるとともに、2021年度には科学研究部員や授業（選択生物・探求生物）の生徒71人と教員が協力して、農園・林・草原などからなる「学校ビオトープ」を校内に創出し、これらの環境を整えて生物多様性保全活動の学びに生かす取り組みを行ったので、これについて報告する。

2. 学校ビオトープ

本学は名古屋市東部の千種区に位置しており（東経136.94.49, 北緯35.17.83）、標高は20.6 mである。敷地面積は約4万m²あり、校内には多数の樹木が植えられている。樹木が植えてある場所は21区画に区切られており、区画内では61種類、計552本の樹木が確認されている。さらに、この中の区画番号19, 20, 21を学校ビオトープとしている（写真1）。この学校ビオトープの総面積は、839m²であり、樹木数は29種類、計102本である（表1）。樹木の同定は、牧野（2012）や高橋（2007）を参考にし、①広葉樹か針葉樹か、②葉の形、③葉の付き方、④葉の緑色の状態、⑤常緑樹か落葉樹か、⑥葉の形や大きさ、⑦葉柄の毛の有無、⑧葉脈、⑨その他（色、つや、匂いなど）より行った。



写真1. 学校ビオトープの外観。



写真2. 人工池（前側）と人工池（後側）.



写真3. 清掃活動.

学校ビオトープでは、小林（2007）や日本生態系協会（2008）を参考にして、土壤生物や植物、昆虫、鳥などが生息しやすい環境を整えた。2021年度に学内に訪れた野鳥を表2に示す。校内には水場がなかったため、鳥の水場として人工池や川づくりに取り組んだ（写真2）。また、学校ビオトープ内の廃材や芝生の撤去に加えて、プラスチックの残骸や人工池の繁茂した水草などを除去し、自然回復を行った（写真3）。学校ビオトープ内の圃場の土壌は、以前は小石が多くて固く、ミミズなどの土壤生物の生息はほとんど見られなかった。また、圃場には農薬や化成肥料が用いられていたため、3年間はこれらに替えて堆肥を用いてみた。これは、土壌の微生物の活性を高め、土壌中の生き物を増やすのが狙いであった（日本有機農業研究会、2007）。堆肥には、ビオトープ内の落ち葉や草木由来の植物性堆肥と食堂から出た生ごみ由来の動物性堆肥を用いた（写真4）。土壌改良には、化学性や物理性、生物性を考え、長期的な取り組みが求められる（小祝、2007）。化学性の土壌分析には、農大式簡易土壌キット「みどりくん」（（株）藤原製作所）を用いた。土壌改良2年目において、pHは7.0、NO₃-Nは0 kg/10 a、P₂O₅は50 kg/10a、K₂Oは10 kg/10aであり（2021年10月15日測定）、P₂O₅の値が高かったが、これは以前に鶏糞を多く使用していたためと考えられた（米山ほか、2010）。堆肥に切り替えた翌年（2020年11月25日測定）には、P₂O₅の値が25 kg/10aにまで半減した。土壌改良を始めたばかりであり、値の推移を見守っているところである。圃場では、野菜（ジャガイモ・サツマイ

表1. 学校ビオトープ内で観察された樹木.

種名	区画	本数
アオキ	19	1
イスノキ	19,21	3
イチョウ	19	4
イヌマキ	19	17
イロハモミジ	20	3
ウンシュウミカン	19	1
エノキ	19	2
オリーブ	20	1
カイヅカイブキ	19	3
カボス	20	1
キンモクセイ	19	3
クロマツ	19	1
サクラの一種	19,21	15
ザクロ	19	1
サザンカ	19	1
シキミ	19	1
シュロ	19	1
シラカシ	19	1
ツツジの一種	19,20	10
ツバキ	19	10
トベラ	20	1
ネズミモチ	19,20	2
ヒノキ	19	3
ヒマラヤスギ	19	7
モチノキ	19	2
モッコク	19	1
ヤマモモ	19	1
レモン	20	1



写真4. 土壌改良（右側が堆肥、左側が圃場）.



写真5. サツマイモの苗の定植.



写真6. ジャガイモ畑での藁敷き.



写真7. エコスタック.

モなど）や果樹（キウイフルーツ・柑橘類など）を栽培した。また、花壇では、花卉（ラン・ヒマワリ）を栽培する実習教育を行った（写真5, 6）。さらに、肉食性動物や植食性動物の生息場所として、堆肥場以外に石や枝を積み上げ、エコスタックを作成した（写真7）。

学校ビオトープは、マルチ教材である（日本生態系協会, 2008）。学内のみならず、学外との連携や協力により、環境教育、人間教育、市民教育、国際教育、ボランティア活動などを行うことができた。教科等では、理科・総合探求（SDGsの取り組み）や「市邨まなびカフェ」とも相性が良かった。学内のHPや学外の発表で、学校ビオトープについて情報発信を行った。さらに、日本農業新聞やTV、You Tubeのアス友（卒業生で元体操選手の寺本明日香氏）といったメディアやSNSでも、学校ビオトープにおける活動の実態を紹介した。

表2. 学内に訪れる野鳥の例

種名	学名
カワラバト	<i>Columba livia</i>
カワラヒワ	<i>Chloris sinica</i>
キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>
スズメ	<i>Passer montanus</i>
ツグミ	<i>Turdus eunomus</i>
ハクセキレイ	<i>Motacilla alba lugens</i>
ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>
ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>
ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>
ムクドリ	<i>Spodiopsar cineraceus</i>
メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>



写真8. キイロテントウムシが見つかったエノキ.



写真9. オンライン形式でのテントウムシ報告会.



写真10. 「学校ビオトープ」の活動の発表.



写真11. なごや環境大学連携講座「ジャガイモ掘り！」.

3. 学内におけるテントウムシの一斉調査

2021年9月に、「なごや生物多様性保全活動協議会」が主催する「なごや生きものの一斉調査2021テントウムシ編」に参加した（なごや生物多様性保全活動協議会, 2022）. 学校ビオトープにおいて、72名で調査を行った（写真8）. その結果、ナナホシテントウ *Coccinella septempunctata*, キイロテントウ *Illeis koebelei*, クロツヤテントウ *Serangium japonicum*, ヒメカメノコテントウ *Propylea japonica*, クモガタテントウ *Psyllobora vigintimaculata*, モンクチビルテントウ *Platynaspidius maculosus*, コクロヒメテントウ *Scymnus posticalis* の7種が採集された（戸田ほか, 2022）. 本調査の詳細な結果については、戸田尚希氏（名城大学農学部昆虫学研究室・名古屋昆虫同好会）にオンライン形式で報告して頂いた（写真9）. この調査に参加したことで、テントウ

ムシの多様性について学ぶことが出来たのみならず、教科書や図録を用いた学習や外来種の扱いについての議論を行うことで、自身の考えを深めることが出来た. また、より多くの生き物を学校ビオトープに呼び込む方法を考えるきっかけともなった.

4. 学内外における発表

学内外において、学校ビオトープを中心とした生物多様性の保全に関する活動をアピールした. まず学内では、生徒・保護者様宛のPTA会報（2022年7月号）に活動内容を掲載するとともに、2022年3月にウィルあいちで開催された文化合同発表会で学校ビオトープの活動を紹介した（写真10）. また、選択生物の授業で、生物多様性の保全活動について調べて発表した. さらに、2021年6月には、外部の方を招いてなごや環境大学連携



写真12. 野鳥の解説.

講座「ジャガイモ掘り！」を行った(写真11). 学外では、2022年5月8日に名古屋市立大学で開催された「なごや生きもの報告会&講演会～調査から見えた今のなごや～」で「学校ビオトープの考え方・つくり方・活かし方」を発表した。また、学内で観察された野鳥の種類を調べて野鳥カードを作成し(図1)、名古屋市青少年交流プラザにて小学生を対象に野鳥に関する解説を行った(写真12)。

LV.1 野鳥カード1 スズメ(スズメ科)


食べ物 種子(くちばしの形注目) 昆虫

分布 全国(東京都小笠原諸島と離島は除く)

住んでいる環境 人家周辺 農耕地

全長	渡りの型	胸腹の特徴	* 留鳥(りゅうちょう) わたりをしない鳥。
14.5cm	留鳥	汚白色	

<スズメの歩き方> ホッピング



スズメは、砂浴びと水浴びの両方ををする鳥である。飛ぶための羽をキレイにしていると考えられている。

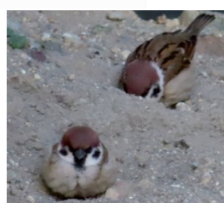


図1. 野鳥カードの例. 紹介した種の基礎的な情報をまとめて記した。

5. 最後に

本校は、私立学校で、建学の精神を中心に据えた教育活動を行っており、学校ビオトープは「桜は桜 松は松たれ」を具現化したものである。しかし、学内の施設移転などもあり、今後、学校ビオトープを維持していくためには、生き物を保全する活動を継続し、その活動内容を学内外にアピールしていくことが重要であると考えられる。また、学外の団体とも連携や協力しながら、適切な情報を取り入れ、学校ビオトープを生かした教育活動を発展させていくことも必要である。生物多様性の保全活動には、知識や知恵の修得、体験(生きもの調査、分析・保全活動・発表)などがある。テントウムシの調査に参加した中で、生物多様性を実感できたのみならず、外来種の扱いについて議論することで、自身の考えを深めることができた。以上の経験を通じて、現在の名古屋の正しい環境の一部を直視し、問題解決をするための着想を得ることができた。

「市邨まなびカフェ」が始まったことで、全校生徒や教員に対して学校ビオトープなどにおける活動を発信・共有でき、協力者を求めることができるようになった。また、2023年度にユネスコスクールに加盟が認められたことで、新たな学外ネットワークにおける発表の場を得ることも期待される。現在は、学校ビオトープ内に水場を設け、より多くの鳥を学内によぶための里山モデル作りを行っている。生物多様性に資する活動を通じて、本校の建学の精神を体得すべく、生き物を学ぶものが命の尊さを実感出来る教育を展開し、現実の課題に対応できるような生徒や教員を目指したい。

謝辞

名城大学農学部昆虫学研究室・名古屋昆虫同好会の戸田尚希氏には、テントウムシの報告をして頂きました。学校ビオトープにおける活動を理解し、応援下さった本校の学生や先生方に深くお礼申し上げます。なお、本活動は、「なごや生物多様性保全活動協議会」の助成金を受けました。

引用文献

学校法人市邨学園. 1926. 市邨芳樹先生語集 やぶつばき. 学校法人市邨学園, 名古屋. 360pp.

- 市邨学園百年史編集委員会. 2007. 市邨学園百年史. 学校法人市邨学園, 名古屋. 754pp.
- 小林照幸. 2007. 野の鳥は野に－評伝・中西悟堂. 新潮社, 東京. 219pp.
- 小祝政明. 2007. 有機栽培の肥料と堆肥つくり方・使い方. 農山漁村文化協会, 東京. 157pp.
- 牧野富太郎. 2012. 原色牧野日本植物図鑑 I コンパクト版 1. 北隆館, 東京. 396pp.
- なごや生物多様性保全活動協議会. 2022. 令和3年度なごや生物多様性保全活動協議会 活動報告書. なごや生物多様性保全活動協議会, 名古屋. 67pp.
- 日本生態系協会. 2008. 学校・園庭ビオトープ考え方つくり方使い方. 講談社, 東京. 292pp.
- 日本有機農業研究会. 2007. 基礎講座有機農業の技術. 日本有機農業研究会, 東京. 164pp.
- 戸田尚希・岩田圭二・櫻谷保之. 2022. なごや生きもの一斉調査2021～テントウムシ編～ 調査結果報告書. なごびオ(なごや生物多様性保全活動協議会), 名古屋. 33pp.
- 高橋秀男. 2007. 葉っぱ・花・樹皮でわかる樹木図鑑. 池田書店, 東京. 272pp.
- 米山忠克・長谷川 功・岡本 均・牧野 周・間籐 徹・河合成直・森田明雄. 2010. 新植物栄養・肥料学. 朝倉書店, 東京. 211pp.

機関誌「なごやの生物多様性」投稿について

なごや生物多様性センターが発行する機関誌「なごやの生物多様性」(Bulletin of Nagoya Biodiversity Center) は、名古屋市および関係する地域における生物多様性に関する分野の原著論文、総説および報告など、様々な文章を掲載します。

1 記事の区分

- (1) 原著論文：生物多様性に関する分野の研究で、学術的知見をまとめて考察したもの
- (2) 総説：生物多様性に関する課題、または、過去に発表された論文・書籍等を整理し、今後の研究の方向性に示唆を与えるもの
- (3) 報告：調査や保全活動、普及啓発で得られた知見や成果などを報告するもの（生物多様性に関する記録・資料・目録などを紹介するものを含む）
- (4) その他：生物多様性に関する内容で、(1)～(3)の区分に当てはまらないもの、かつ、次のア～オに該当するもの
 - ア 企業の取り組み
 - イ 学校の取り組み
 - ウ 市民団体の取り組み
 - エ シンポジウムなどの記録
 - オ 書評など

2 投稿できる方

どなたでも投稿可能とします。原稿は原則として未発表のものとしします。

3 著作権

「なごやの生物多様性」に掲載されたすべての内容の著作権は、なごや生物多様性センターに帰属します。図および表の転載には、なごや生物多様性センターの許可を必要とします。

4 原稿の提出

原稿は、当該「投稿について」に従って作成し、なごや生物多様性センターに提出してください。提出にあたっては原稿を印刷した書類の送付ではなく、電子データをEmailに添付して提出することを原則とします。なお、E-mailに代えて電子媒体（CD-RまたはUSBメモリー）での提出も可とします。

図および表は本文に張り付けて提出してもよいですが、その場合でも単独のデータとして提出してください。

原稿の総ページ数、図および表の数についてE-mail本文（電子媒体で提出する場合は作成した送付状）に記してください。また、記事の区分および別刷希望の有無と必要部数（50部単位）についても記してください。

別刷については、10別刷を参考にしてください。

5 査読

原著論文および総説については、本誌の編集会議が指定する識者の査読を受けるものとします。また、報告およびその他についても、本誌の編集会議で内容を確認し、必要に応じて修正をお願いすることがあります。また、掲載不相当と判断した原稿は掲載をお断りすることもありますので、予めご了解ください。

6 頁数制限

原稿の長さは、原則として刷り上がり20ページ以内（1ページ2,000字以内）とします。これを超えるものについては、本誌の編集会議が認めた場合に限り掲載できることとします。

7 原稿の用紙と用字

原稿の用紙サイズはA4版とし、用紙の上下に4.0 cm、左右に2.0 cm以上の余白をとってください。句読点は、「,」と「.」を用いてください。単位はメートル法を用いてください。生物の和名はカタカナで、学名はイタリック体で記してください。地名は、可能であれば緯度、経度を示してください。

8 原稿の作成

原稿は、表紙（表題等）、要旨、本文、引用文献、図および表、図および表のタイトル・説明文の順で記してください。

(1) 表紙（表題等）

表題に加えて、著者全員の名前、所属、住所を和文および英文で記してください。複数著者の場合には連絡責任者を明示し、その連絡先を記してください。

(2) 要旨

原稿には要旨を付けてください。要旨は日本語1,000字以内および英語300語以内で記してください。ただし、原著論文および総説以外には、英語の要旨がなくてもかまいません。

(3) 本文

原著論文は、序文、材料および方法、結果、考察並びに謝辞の順に記してください。原著論文以外の原稿でも、可能な限りこれらの項目および順に従うこととしますが、著者が適切でないと判断する場合はその限りではありません。

(4) 引用文献

ア 本文中の書き方

本文中で連記する場合は、まず年代順、次に著者名のアルファベット順に記してください。佐藤（2012）あるいは（佐藤・安藤，2012；Suzuki and Ando, 2012；石黒，2013）としてください。著者が3人以上のときには、佐藤ほか（2012）あるいは（佐藤ほか，2012；Suzuki et al., 2012; 石黒ほか，2013）としてください。

イ 引用文献欄の書き方

引用文献欄は著者名のアルファベット順で記してください。

著者が10人以上でない限り、「et al.」や「ほか」で省略しないでください。ウェブサイトおよび新聞記事からの引用は記入できますが、学会発表は原則として含めないでください。記載形式は下記の例を参考にしてください。

(ア) 和文本

阿部永. 2000. 日本産哺乳類頭骨図説. 北海道大学出版会, 札幌. 279pp.

(イ) 和文本の章

福田秀志. 2009. 大台ヶ原の哺乳類相とその現状. 柴田叡弼・日野輝明 (編).
大台ヶ原の自然誌, pp.35-45. 東海大学出版会, 秦野.

(ウ) 和文論文

船越公威. 2010. 九州産食虫性コウモリ類の超音波による種判別の試み. 哺乳類科学,
50: 165-175.

(エ) 英文本

Ernst, C.H., J.E. Lovich, and R.W. Barbour. 1994. Turtles of the United States and
Canada.

Smithsonian Institution Press, Washington and London, 578pp.

(オ) 英文本の章

Legler, J.M. 1990. The genus *Pseudemys* in Mesoamerica: taxonomy, distribution and
origins. In: J.W. Gibbons (ed.), Life history and ecology of the slider turtle, pp.82-105.
Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

(カ) 英文論文

Hirakawa, H. and K. Kawai. 2006. Hiding low in the thicket: roost use by Ussurian
tubenosed bats (*Murina ussuriensis*). *Acta Chiropterologica*, 8: 263-269.

(キ) ウェブサイト

愛知県, 名古屋哺乳類目録, http://www.pref.aichi.jp/kankyo/sizenka/shizen/yasei/rdb/04/mo_honyurui.html, 2012年1月28日確認

(ク) 新聞記事

中日新聞, 朝刊, なごや生きものいきいきウィーク, 2012年8月1日

(5) 図

図(写真を含む)は一つずつ作成したうえで通し番号を記し、原則としてそのまま製版できる状態で提出してください。画像ファイルはJPEG形式、TIFF形式、PDF形式などの一般的な形式とし、鮮明に印刷できるように十分な解像度を持たせてください。

図のタイトル・説明文は、図の画像ファイルではなく別に記してください。原著論文および総説については、図のタイトル・説明文を日本語と英語で記してください。報告およびその他についても、日本語と英語による表記が望ましいですが、それが難しい場合は英語による表記がなくてもかまいません。

また、図の説明文は本文を読まなくても理解できる程度に記し、本文に記述のない内容を含

めないでください。

図の作画者や写真の撮影者が著者と異なるときは、説明中にそのことを明記し、また必要な場合は著者においてあらかじめ著作権者等の許可を受けてください。

(6) 表

表は一つずつ横線のみを用いて作成してください。表の上部に通し番号をつけ、次に表のタイトルを記してください。説明文があるときは表の下部に記してください。表は可能な限り Microsoft Excel の Excel 形式で作成してください。

原著論文および総説については、表のタイトル・説明文を日本語と英語で記してください。報告およびその他についても、日本語と英語による表記が望ましいですが、それが難しい場合は英語による表記がなくてもかまいません。

(7) 図および表の掲載

図および表は白黒での掲載となりますので、白黒印刷で判別できるように注意し、図および表の説明文を含めた仕上がりサイズが左右 2 段組みの半頁（高さ 22.7 cm、幅 8 cm）、または全頁（高さ 22.7 cm、幅 17 cm）となることを考慮して作成してください。

9 校正

校正は、著者の責任において行ってください。

10 別刷

別刷の作成費と送料は著者負担とします。なお、掲載論文の PDF 版は名古屋市公式ウェブサイトで公開します。この際、カラーで投稿された図についてはカラーでの掲載になります。

11 原稿の返却

提出された原稿（電子媒体を含む）は著者からの申し出がない限り、原則として返却しません。返却を希望する場合には、投稿時に切手を貼った返信用封筒を同封してください。

（平成 25 年 3 月 制定）

（平成 26 年 1 月 改正）

（平成 27 年 1 月 改正）

（令和 3 年 3 月 改正）

（令和 3 年 11 月 改正）

（令和 4 年 3 月 改正）

「なごやの生物多様性」編集会議

編集 長：熊澤 慶伯（名古屋市環境局生物多様性推進参与／名古屋市立大学教授）

副編集 長：伊藤 隆之（名古屋市環境局環境企画部主幹（生物多様性の保全））

編集 員：西部めぐみ（名古屋市環境局生物多様性専門員）

曾根 啓子（名古屋市環境局生物多様性専門員）

アドバイザー：梅本 洋子（花水緑の会）

大鹿 聖公（愛知教育大学理科教育講座教授）

北本 都美（環境パートナーシップ・CLUB 自然共生分科会事務局）

芹沢 俊介（愛知教育大学名誉教授）

西田佐知子（名古屋大学博物館准教授）

長谷川泰洋（なごや生物多様性保全活動協議会会長）

日野 輝明（名城大学農学部生物環境科学科教授）

増田 理子（名古屋工業大学社会工学専攻教授）

森 勇一（東海シニア自然大学講師）

森山 昭彦（中部大学応用生物学部環境生物科学科教授）

矢部 隆（日本カメ自然誌研究会）

（五十音順）

表紙写真 猪高緑地すり鉢池

撮影日：2021年11月14日

なごやの生物多様性 第10巻

発行年月 令和5年3月

発行 名古屋市環境局なごや生物多様性センター

〒468-0066 愛知県名古屋市天白区元八事五丁目230番地

電話 052-831-8104 FAX 052-839-1695

<http://www.city.nagoya.jp/kankyo/page/0000066409.html>

印刷 株カミヤマ

オンライン版掲載サイト（J-Stage内ではデジタルオブジェクト識別子（DOI）あり）

名古屋市のページ：<https://www.city.nagoya.jp/kankyo/page/0000103464.html>

J-Stage：<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/-char/ja/>

本誌掲載内容の無断転載は固くお断りします。

CONTENTS

Preface	Yoshinori KUMAZAWA	
[Original Articles]		
Preliminary analysis of animal species around Saido-nagare Stream using environmental DNA	Kei KUROKAWA Tatsuya NORO, Yoshinori KUMAZAWA	1
DNA barcoding and population genetic analyses of grasshoppers in Nagoya, Central Japan	Kohei KOSHIO Yuri YOKOYAMA, Naoki TODA, Yoshinori KUMAZAWA	13
Heterobranch sea slugs of the intertidal shore in Minamichita-cho, Aichi Prefecture. – Part. 2 (Cephalaspidea, Aplysiida, Sacoglossa)	Sho KASHIO Motohiro KAWASE Futoshi UKAI, Miki OYA, Hirotaka NISHI	27
Historical changes of water area and water balance at Suribachi-ike Pond in Itaka green area, Nagoya City	Hideo OYAGI, Megumi NISHIBU Yoshitaka MATSUMOTO	47
[Reports]		
Report of countermeasures on Water Lily in Makino Pond (Makinogaike Green Park), Nagoya, Aichi, Japan, between 2013 and 2020	Hajime NAKAMURA	61
Distribution of alien liverworts in Nagoya and environs	Yoshiro YAMAUCHI	67
Present state and new locality of <i>Sasaokaea aomoriensis</i> (Paris) Kanda in Aichi Prefecture, Japan	Yoshiro YAMAUCHI Noriko HAYANO, Mihoko UZAWA	73
Reconfirm of Japanese badger (<i>Meles anakuma</i>) in Nagoya city, central Japan	Keiko SONE, Tatsuya NORO	77
Mitochondrial DNA lineages of the loach <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> in Nagoya, Aichi Prefecture, Japan	Takahiko MUKAI Tomonari ASAKA, Ryoichi TORII Eikichi UCHIHARA	81
Japanese eel, <i>Anguilla japonica</i> , inhabiting the flooded area upstream of the Otai weire in the Shonai River, Aichi Prefecture	Shizuo AINO Yuji SATO	87
Fishies in tributaries of the Shonai River in Aichi Prefecture, Japan	Shizuo AINO	91
Distribution of Cockroaches in Aichi Prefecture	Kazuya ASAHI Naoki TODA, Kenzo YAMAGISHI	97
Survey of Parasitic Arthropoda of <i>Apodemus speciosus</i> in Itaka Ryokuchi Park, Meito-ku, Nagoya City, Aichi Prefecture, Japan, between 1982 and 1983	Yasuo TAKASAKI	103
Marine Mollusks collected at the Port of Nagoya Garden Pier, located at the far end of Ise Bay in Japan	Kiyonori NAKAJIMA Hidehiko NAKANO, Takashi KASUGAI Taeko KIMURA, Shoichi KIMURA	111
Species diversity of the Cristariini mussels (“Anodontinae”) inhabiting Nagoya City	Motohiro KAWASE Yuri YOKOYAMA, Atsushi YOKOI, Yoshinori KUMAZAWA	125
Water characteristics of ponds in Itaka Ryokuchi, Nagoya city	Maki OYAGI Shion HAYAKAWA, Toshiki HIRANO	135
[Others]		
Initiatives for Biodiversity Conservation in the TOHOGAS	Tsuyoshi KITAMOTO Chihomi TAKAMI	143
School biotope activity in the Nagoya University of Economics Ichimura Senior High School	Kousei OGINO Zennta KATSUMI, Fumiya YOSHINO, Yutaka SATOU	147
Instructions for Authors		153

なごやの生物多様性 第10巻

目次

はじめに	熊澤慶伯	
[原著論文]		
環境DNAを用いた才井戸流周辺の動物種の予察的分析	黒川 景, 野呂達哉 熊澤慶伯	1
名古屋市産バッタ類のDNAバーコーディングと集団遺伝解析	小汐晃平, 横山悠理 戸田尚希, 熊澤慶伯	13
愛知県南知多町の潮間帯に生息するウミウシ類 II (頭楯目, アメフラシ目, 囊舌目)	柏尾 翔, 川瀬基弘 鵜飼 普, 大矢美紀 西 浩孝	27
名古屋市名東区猪高緑地・すり鉢池における 水域の歴史的变化と水収支について	大八木英夫, 西部めぐみ 松本 嘉孝	47
[報告]		
牧野池における園芸スイレン対策 (2013年から2020年の記録)	中村 肇	61
名古屋近郊におけるタイ類外来種の拡散状況	山内喜朗	67
ササオカゴケの愛知県での現状と名古屋市の新産地	山内喜朗, 早野 則子 鵜沢美穂子	73
名古屋市内で9年ぶりに再確認されたアナグマ <i>Meles anakuma</i>	曾根啓子, 野呂達哉	77
名古屋市におけるドジョウのmtDNAの系統と分布	向井貴彦, 浅香 智也 鳥居亮一, 宇地原永吉	81
愛知県庄内川の小田井堰堤上流湛水域に生息するニホンウナギ	間野静雄, 佐藤裕治	87
愛知県庄内川の支流に生息する魚類	間野静雄	91
愛知県におけるゴキブリ類の分布について	旭 和也, 戸田尚希 山岸健三	97
猪高緑地 (名古屋市名東区) におけるアカネズミ寄生節足動物の40年前の調査	高崎保郎	103
伊勢湾最湾奥に位置する名古屋港ガーデンふ頭で採集された軟体動物	中嶋清徳, 中野秀彦 春日井隆, 木村妙子 木村昭一	111
名古屋市に棲息するCristariiniカラスガイ族 (ドブガイ類) の種多様性	川瀬基弘, 横山悠理 横井敦史, 熊澤慶伯	125
名古屋市猪高緑地内のため池の水質特性	大八木麻希, 早川史恩 平野稔季	135
[その他]		
東邦ガスにおける生物多様性保全への取り組み	北本都美, 高見千保美	143
名古屋経済大学市邨高校における学校ビオトープ活動	荻野煌世, 勝見漸太 吉野史也, 佐藤 豊	147
投稿規定		
機関誌「なごやの生物多様性」投稿について		153
