

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）

Buldowskia shadini discovered in Nagoya and Toyohashi, Aichi

Prefecture and Hokuto, Yamanashi Prefecture

川瀬 基弘・横山 悠理*・横井 敦史・熊澤 慶伯*

愛知みずほ大学

* 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

Motohiro KAWASE, Yuri YOKOYAMA*, Atsushi YOKOI

and Yoshinori KUMAZAWA*

Faculty of Human Sciences, Aichi Mizuho College.

**Research Center for Biological Diversity, Graduate School of Science, Nagoya City University.*

Abstract

Molecular phylogenetic analyses using mitochondrial COI gene sequences showed that *Anodonta* individuals from Nagoya and Toyohashi, Aichi Prefecture and Hokuto, Yamanashi Prefecture belong to *Buldowskia shadini* (Moskvicheva, 1973), proposing a new Japanese name “Yahazu-Numagai” for this species. This study raises the possibility that *B. shadini* individuals in various parts of Japan have been misidentified as *Anemina arcaeformis* (Heude, 1877) based on shell morphology.

キーワード: ヤハズヌマガイ; タブネドブガイ属; フネドブガイ; フネドブガイ属; イシガイ科.

Keyword: *Buldowskia shadini*; *Buldowskia*; *Anemina arcaeformis*; *Anemina*; Unionidae.

1. はじめに

2020 年に愛知県奥三河地域から日本初記録の *Buldowskia shadini* (Moskvicheva, 1973) が発見された (川瀬ほか, 2020). 本種は, ロシア, 中国東北部, モンゴル (ブイル湖) のアムール川流域から韓国に分布しており, Bolotov et al. (2020) は, 本種の一部の湖沼個体群では, 殻頂部はそれほど顕著に盛り上がりず, *Buldowskia* 属と *Anemina* 属とは殻形態ではほとんど区別がつかないと述べている. また, 川瀬ほか

(2020) は, 日本各地で発見されているドブガイ類について, 殻形態のみで同定された個体の中に *Buldowskia shadini* が含まれている可能性を考慮して, 遺伝子分析による再同定が必要なことを指摘した. すなわち, これまでに国内で“タブネドブガイ”, “カタドブガイ”, “フネドブガイ”, “タガイ”, “ヌマガイ”, “ドブガイ”などとして報告された個体の中には *Buldowskia shadini* を誤同定したものが含まれる可能性がある. Bolotov et al. (2020) が指摘した

Buldowskia 属と *Anemina* 属との殻形態の類似や川瀬ほか (2020) の研究結果から、これらの中でも国内で記録されているフネドブガイ *Anemina arcaeiformis* (Heude, 1877) は、*Buldowskia shadini* の誤認である可能性が最も高いと考えられる。

本研究では、COI 遺伝子分析が可能な組織標本が残されている愛知県名古屋市西区山田町上小田井 (庄内緑地公園・ガマ池)、愛知県豊橋市大岩町火打坂 (三ッ池 中池) および山梨県北杜市長坂町白井沢 (みどり湖) のそれぞれ殻形態でフネドブガイに同定されている標本の COI 遺伝子分析を実施した。さらに、川瀬ほか (2020) では *Buldowskia shadini* に対して和名が提唱されていないため本研究で和名を提唱した。

2. 分析方法

愛知県名古屋市と山梨県の個体は、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標本庫) に収蔵されている組織標本を、愛知県豊橋市の個体は、豊橋市自然史博物館に収蔵されている標本 (TMNH-MO-24872, TMNH-MO-24873) をそれぞれ COI 遺伝子分析に使用した。

煮沸して殻部から取り出した軟体部の斧足の一部 (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) を使い、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) を用いた。反応条件は、94°C 1 分の加熱後、98°C 10 秒 / 50°C 15 秒 / 68°C 60 秒を 30 サイクル、68°C 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。

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、熊澤ほか (2019)、川瀬ほか (2020)、Lopes-Lima et al. (2020) や Sano et al. (2020) で報告された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。外群にはドブガイ類と同じイシガイ科に属するイシガイ *Nodularia douglasiae* (Gray, 1833) の COI 塩基配列を使用した。

3. 結果

本研究では、愛知県名古屋市西区山田町上小田井 (庄内緑地公園・ガマ池) で発見され (横井, 2021)、殻形態によりフネドブガイに同定された 2 個体、愛知県豊橋市大岩町火打坂 (三ッ池 中池) で発見され (西ほか,

表 1. 分析標本の採集地と登録番号

No.	学名・和名	採集地	登録番号	備考
1			LC632474	
2		愛知県名古屋市西区山田町上小田井 (庄内緑地公園・ガマ池)	LC632475	
3			MW996538	(熊澤ほか, 2019)
4		愛知県名古屋市千種区揚羽町 (茶屋ヶ坂公園・茶屋ヶ坂池)	MW996537	
5		山梨県北杜市長坂町白井沢 (みどり湖)	LC632473	
6		韓国 (Lopes-Lima et al., 2020)	MT020535	(Lopes-Lima et al., 2020)
7		愛知県豊橋市大岩町火打坂 (三ッ池 中池) TMNH-MO-24872	LC632476	(西ほか, 2014)
8	<i>Buldowskia shadini</i> ヤハズヌマガイ	愛知県豊橋市大岩町火打坂 (三ッ池 中池) TMNH-MO-24873	LC632477	
9			MW259990	
10			MW259991	
11		愛知県奥三河地方 (溜池)	MW259995	(川瀬ほか, 2020)
12			MW259992	
13			MW259994	
14			MW259996	
15		ロシア	MKS74197	
16	<i>Buldowskia kamiyai</i> ヒガシタブネドブガイ	日本	MT020525	(Lopes-Lima et al., 2020)
17	<i>Buldowskia iwakawai</i> カタドブガイ	韓国	MT020542	
18		日本	MT020523	
19	<i>Buldowskia iwakawai</i> カタドブガイ?	北海道石狩市	LC519026	(Sano, et al., 2020)
20		韓国	MT020541	(Lopes-Lima et al., 2020)
21	<i>Anemina arcaeiformis</i> フネドブガイ	アジア大陸	KF667530	(Sano, et al., 2020)
22		中国	MG462936	(Lopes-Lima et al., 2020)
23		日本	MT020522	
24	<i>Anemina euscaphys</i> 和名なし	中国	NC026792	(Sano, et al., 2020)
25	<i>Nodularia douglasiae</i> イシガイ [外群]	岐阜県岐阜市太郎丸	MW259993	(川瀬ほか, 2020)

登録番号は、International Nucleotide Sequence Databases (INSD) のアクセッション番号を示す。

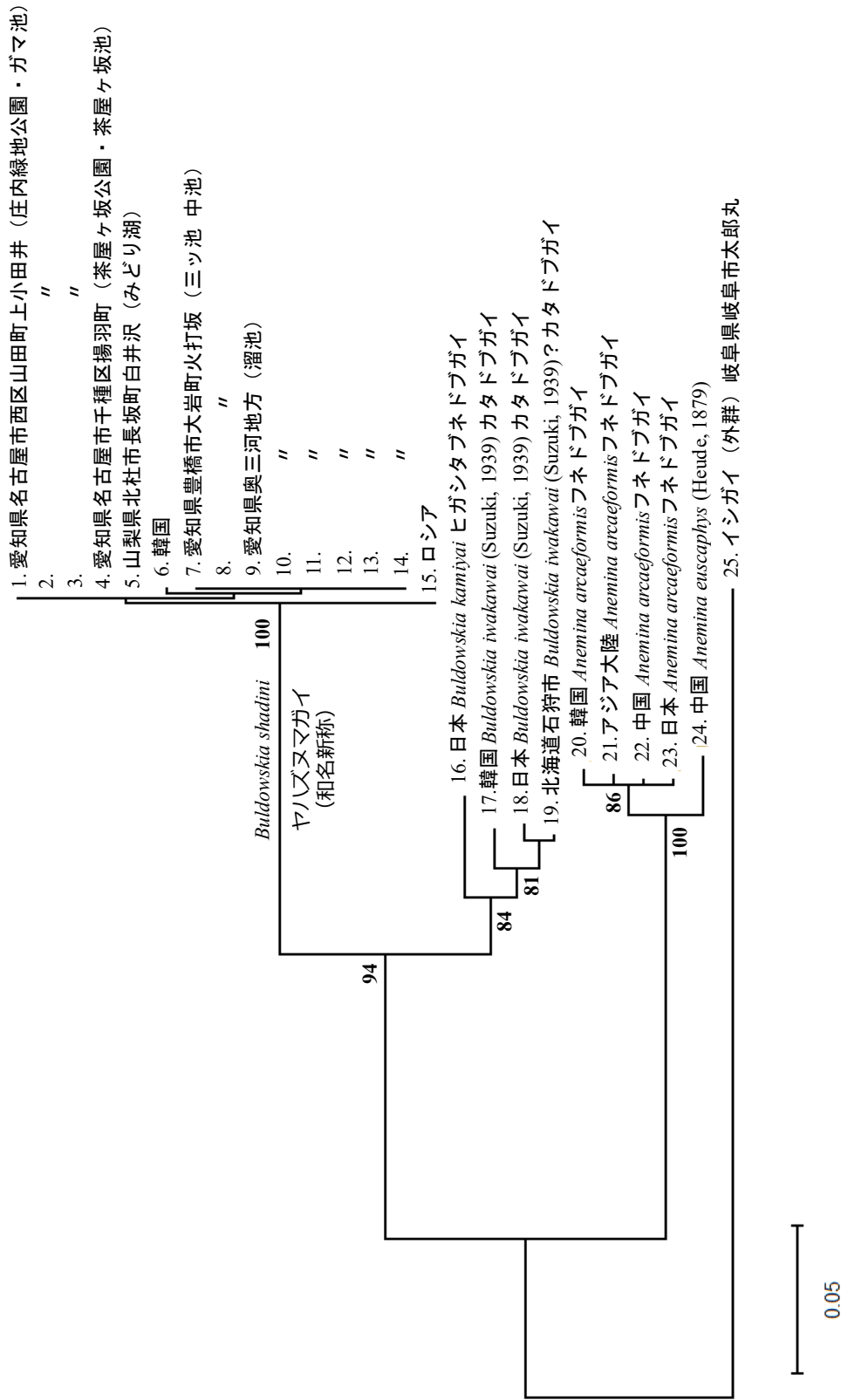


図 1. 分子系統樹

COI 遺伝子部分塩基配列を用いて作成した最尤系統樹。外群にはイシガイを使用し、各結節点にはブートストラップ確率を示した。

2014), 殻形態によりフネドブガイに同定された 2 個体, および山梨県北杜市長坂町白井沢 (みどり湖) で採集され, 殻形態でフネドブガイに同定できる 1 個体, 合計 5 個体の標本につき, 新たに COI 遺伝子の塩基配列を解読した. これに, 熊澤ほか (2019), 川瀬ほか (2020), Lopes-Lima et al. (2020) や Sano et al. (2020) の *Buldowskia shadini*, フネドブガイ *Anemina arcaeformis* や近縁種の塩基配列 (表 1) をあわせて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 5 個体 (愛知県名古屋市, 愛知県豊橋市, 山梨県北杜市) の塩基配列は全て一致し, これらの塩基配列は愛知県奥三河地方 (川瀬ほか, 2020) および韓国やロシア (Lopes-Lima et al., 2020) から報告されている *Buldowskia shadini* ヤハズヌマガイ [新称] とほぼ同一であった (図 1). また, 熊澤ほか (2019) が“ヌマガイ”として報告した名古屋市千種区揚羽町 (茶屋ヶ坂公園・茶屋ヶ坂池) と名古屋市西区山田町上小田井 (庄内緑地公園・ガマ池) の各 1 個体の塩基配列は, 今回新たに解析した前述の 5 個体に一致した. これらの個体は, 日本産ヒガシタブネドブガイ *Buldowskia kamiyai* Sano, Hattori and Kondo, 2020 や日本およびロシア産カタドブガイ *Buldowskia iwakawai* (Suzuki, 1939) とは塩基配列に顕著な差異が認められ, 韓国, 中国, および日本産フネドブガイ *Anemina arcaeformis* とはさらに離れたクレードに位置づけられた (図 1). なお, Sano et al. (2020) が *A. arcaeformis* フネドブガイに同定した 3 個体のうち, アジア大陸産の 1 個体 (Sano et al., 2020-U147) の塩基配列は, Lopes-Lima et al. (2020) が報告した *A. arcaeformis* フネドブガイに概ね一致し, 北海道石狩市の 1 個体 (Sano et al., 2020-U146) の塩基配列は, Lopes-Lima et al. (2020) が報告した *Buldowskia iwakawai* (Suzuki, 1939) カタドブガイに近かった.

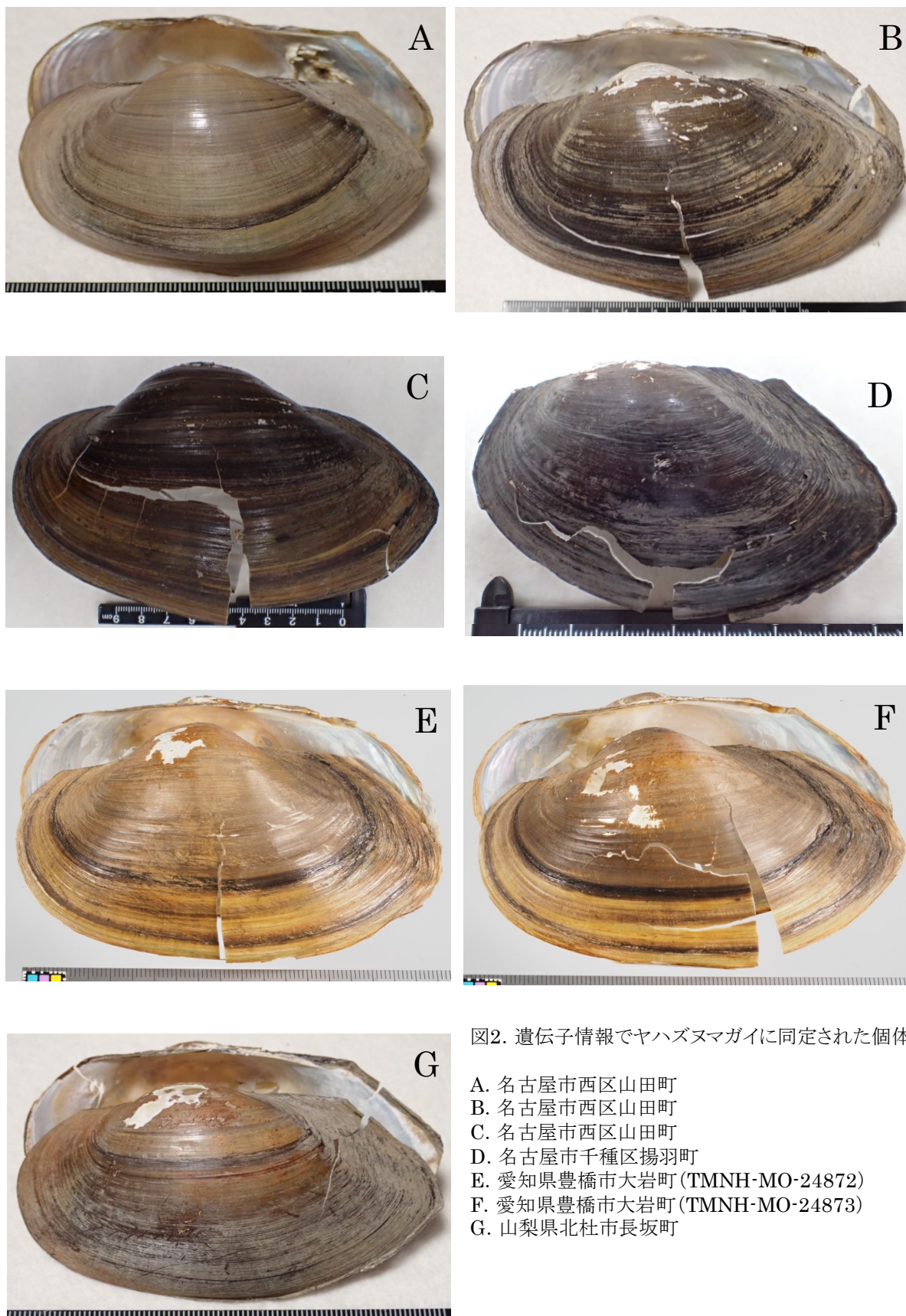
また, COI 遺伝子の塩基配列を解読し, *Buldowskia shadini* ヤハズヌマガイに同定した個体の殻形態を図 2 に示した.

4. 考察

Buldowskia shadini (Moskvicheva, 1973) に対して, ヤハズヌマガイ [新称] の和名を提唱した. 和名の由来は国内で最初に発見された愛知県北設楽郡豊根村坂宇場御所平の矢筈 (やはず) 池に由来する. 当初は稀少種である可能性を考慮し, 川瀬ほか (2020) では詳細な位置情報を非公開としたが, 本研究により県下の複数箇所に生息し, 全国各地にも棲息している可能性が高まったので, 最初の発見場所を公開し和名の語源とした.

愛知県名古屋市西区山田町上小田井 (庄内緑地公園・ガマ池), 同市千種区揚羽町 (茶屋ヶ坂公園・茶屋ヶ坂池), 愛知県豊橋市大岩町火打坂 (三ッ池 中池), および山梨県北杜市長坂町白井沢 (みどり湖) で発見されたドブガイ類は, 殻形態によりフネドブガイまたはヌマガイに同定されていたが (横井, 2021; 熊澤ほか, 2019; 西ほか, 2014), COI 遺伝子の系統解析結果より, ヤハズヌマガイであることがわかった. 上地 (2020) によれば, フネドブガイの記録は, 北海道, 本州, 四国, 九州の 25 道府県からの記録があるが, おもに殻形態をもとに同定されたこれら日本各地のフネドブガイについては, ヤハズヌマガイの誤認である可能性が含まれることが, 本研究により明らかになった. 今後は, 遺伝的解析を伴う再同定により, 殻形態に基づいてフネドブガイに同定された日本各地の個体が, ヤハズヌマガイであるか否かを再検討する必要がある. 例えば, 国内におけるフネドブガイは, 林 (1935) や鈴木 (1939) をはじめ 1930 年代から報告されており (カタドブガイとして報告されたものもある), これらが仮にヤハズヌマガイの誤認であったとすれば, ヤハズヌマガイはかなり古くから国内に生息していたことになる.

本研究で遺伝子情報を基にヤハズヌマガイに同定した名古屋市, 豊橋市, 山梨県北杜市の個体群が外来種である可能性を否定できる十分な証拠は得られなかった. なお, ここでいう外来種とは, 「もともとその地域にいなかったのに, 人為的に他の地域から侵入した種 (自然分布による在来個体群ではない移入個体群)」のことである. 移入の時期については考慮していない. 例えば, 豊橋市のヤハズヌマガイ (西ほか (2014) はフネドブガイとして報告) は, 次の理由から在来個体群と考えられている. 日本各地に生息するフネドブガイが近年になって愛知県に生息域を広げたとは考えにくく, 淡水生二枚貝類について十分な調査が行われておらずこれまでに発見される機会がなかったり, 形態的に類似している他のドブガイ類と混同されたりしていたものと考えられる (西ほか, 2014). これについては, 愛知県犬山市や岐阜県揖斐郡で発見されたフネドブガイも同様の見解が述べられている (近藤ほか, 2013). 一方で, フネドブガイは, 愛知県内では人為的な攪乱が起こりやすい溜池のみで発見されており, 大型種の本種を過去に見逃していた可能性も低いことから, 移入個体群の可能性が高いとする見解もある (愛知県環境調査センター, 2020). このように現時点において, 本研究でヤハズヌマガイに同定された各地の個体群が在来種であるか外来種であるかの結論は出せ



ないが、在来種である可能性も十分に残されており、それを明らかにすることも含めて全国各生息地における調査や保全が必要であると考え。

ヤハズヌマガイを含むドブガイ類（カラスガイ族やヌマガイ亜科などのグループ）は殻形態の種内多様性が大きく（紀平ほか, 2003; 増田・内山, 2004; Bolotov et al., 2020; 川瀬ほか, 2020）、殻の形質のみでの種同定は困難な場合がある。例えば、比較的最近まで近藤（2008）により日本に生息するドブガイ亜科は6種に分類されていたが、Lopes-Lima et al.（2020）は遺伝子情報に基づき、これをカラスガイ族として14種に再分類した。つまり、形態情報だけで同定することには限界があることを視野に入れて、今後は分類を行わなければならない。また、遺伝子情報を伴わずに分類・同定されたこれまでの研究も再検討が必要である。

一方、Lopes-Lima et al.（2020）は殻の形態形質などを十分に精査していないため、遺伝子情報によって同定されたドブガイ類の形態的な多様性を調べることも重要である。その第一歩として、種内多様性を網羅した遺伝子情報を伴う形態形質データの蓄積が必要であろう。これにあわせて、グロキディウム幼生の形質や妊卵期などの生態的特徴などが付加されれば、今後は遺伝子分析なしでもこれらの情報を基にドブガイ類を同定できる可能性も残されている。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、豊橋市自然史博物館学芸員の西 浩孝博士には、豊橋市自然史博物館で所蔵する愛知県豊橋市大岩町火打坂（三ッ池 中池）で採集されたフネドブガイの組織標本の一部をご提供いただいた。あわせて、これらの組織標本に対応する殻標本の写真撮影をしていただいた。ここに記して心よりお礼申し上げる。

引用文献

- 愛知県環境調査センター（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—。愛知県環境局環境製作部自然環境課，名古屋。768 pp.
- Bolotov, I. N., A. V. Kondakov, E. S. Konopleva, I. V. Vikhrev, O. V. Aksenova, A. S. Aksenov, Y. V. Bespalaya, A. V. Borovskoy, P. P. Danilov, G. A. Dvoryankin, M. Y. Gofarov, M. B. Kabakov, O. K. Klishko, Y. S. Kolosova, A. A. Lyubas, A. P. Novoselov, D. M. Palatov, G. N. Savvinov, N. M. Solomonov, V. M. Spitsyn, S. E. Sokolova, A. A. Tomilova, E. Froufe, A. E. Bogan, M. Lopes-Lima, A. A. Makhrov and M. V. Vinarski (2020) : Integrative taxonomy, biogeography and conservation of freshwater mussels (Unionidae) in Russia. Scientific

- Reports, 10(3072), 1-20.
- 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.
- 林 一正 (1935) : 札幌附近のカタドブガヒの分布及び変異. *Venus*, 5(2-3), 120-123.
- 川瀬基弘・村松正雄・横山悠理・横井敦史・熊澤慶伯 (2020) : 愛知県奥三河地域で発見された日本初記録の *Buldowskia shadini*. 瀬木学園紀要, 17, 3-8.
- 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.
- 近藤美麻・秋山吉寛・ノエリカント ラマモンジソア・伊藤健吾・千家正照 (2013) : 東海地方初記録の淡水二枚貝フネドブガイ *Anemina arcaeformis* (イシガイ科: ドブガイ族). *ちりばたん*, 43(1-4), 58-64.
- 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. 69 pp.
- 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・孫彦・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.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106755>
- 増田 修・内山りゅう (2004) : 日本産淡水貝類図鑑②汽水域を含む全国の淡水貝類. ピーシーズ, 東京.
- 西 浩孝・坂本博一・松岡啓二 (2014) : 三河地方初記録の淡水二枚貝フネドブガイ. 豊橋市自然史博物館研究報告, 24, 21-23.
- 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(2), 97-111.
- 鈴木好一 (1939) : 北海道及樺太に産するカタドブガイ.
Venus, 9(3-4), 129-145, pls. 5, 6.
- 上地健琉 (2020) : 淀川初記録のフネドブガイ類. ちりぼたん,
50(2), 265-272.
- 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.