

富山県で初確認されたタイリクバラタナゴとヤリタナゴの交雑個体

西尾正輝^{1),2)}・川上僚介^{2),3)}・川本朋慶^{3),4)}・倉澤 央⁵⁾

- ¹⁾氷見市教育委員会 〒935-8686 富山県氷見市鞍川1060
²⁾ひみラボ水族館 〒935-0113 富山県氷見市惣領1927
³⁾NPO法人Bioクラブ 〒935-0113 富山県氷見市惣領1927
⁴⁾自然環境研究センター 〒130-8606 東京都墨田区江東橋3-3-7
⁵⁾富山大学理学部 〒930-8555 富山県富山市五福3190

First Report of a Hybrid *Rhodeus ocellatus ocellatus* and *Tanakia lanceolata*, in Toyama Prefecture, Japan

Masaki Nishio^{1),2)}, Ryosuke Kawakami^{2),3)}, Tomonori Kawamoto^{3),4)} and Akira Kurasawa⁵⁾

- ¹⁾Board of Education in Himi City, 1060, Kurakawa, Himi, Toyama 935-8686, Japan
²⁾Himi-lab Aquarium, 1927, Soryo, Himi, Toyama 935-0113, Japan
³⁾Specified Nonprofit Corporation Bio Club, 1927, Soryo, Himi, Toyama 935-0113, Japan
⁴⁾Japan Wildlife Research Center, 3-3-7, Kotobashi, Sumida-ku, Tokyo 130-8606, Japan
⁵⁾Faculty of Science, University of Toyama, 3190, Gofuku, Toyama 935-8555, Japan

要約：氷見市朴木川上流部において、タイリクバラタナゴとヤリタナゴ両種の形質を示す交雑個体が富山県で初確認された。交雑個体の側線有孔鱗数は両種の間隔的な形質（側線有効鱗数は8）を示し、両種の交雑個体の判別基準になるものと考えられる。朴木川においてはヤリタナゴとタイリクバラタナゴの繁殖環境が重複しているため、両種間で繁殖干渉が生じる可能性がある。今後は両種の繁殖や交雑の様式を調べてタイリクバラタナゴによる繁殖干渉の影響を把握すると共に、当該河川におけるタイリクバラタナゴの防除手法の考案が必要である。

はじめに

種分化は、地理的隔離などの生殖隔離により生じると考えられている (Mayr, 1963)。一方で交雑は一般に種分化に逆行するものであり、分類群によっては種の絶滅を生じさせることもある (Levin et al., 1996; Allendorf et al., 2001)。近年、輸送手段の進歩にともない、動植物の移送が大規模かつ頻繁に行われるようになった結果、外来種の移植による交雑が年々増えつつある (Rhymer and Simberloff, 1996)。外来種が侵入した際、生殖的隔離が不完全な近縁種 (在来種) が存在する場合、両種の交雑を生じやすく (Coyne and Orr, 2004)、場合によっては遺伝子浸透や繁殖干渉により在来種の絶滅につながる場合もある (Levin et al., 1996;

Allendorf et al., 2001; Konishi and Takata, 2004a; 河村ほか, 2009)。

富山県には在来種として3種のタナゴ類が生息する (イタセンバラ: *Acheilognathus longipinnis*; ミナミアカヒレタビラ: *Acheilognathus tabira jordanii*; ヤリタナゴ: *Tanakia lanceolata*)。環境省レッドデータブックはそのうちイタセンバラとミナミアカヒレタビラを絶滅危惧 I A 類に、ヤリタナゴを準絶滅危惧に指定しており (環境省, 2015)、富山県においてはこれら3種を絶滅危惧 I 類に指定している (富山県, 2012)。このように、富山県に生息する在来タナゴ類3種はいずれも近年減少傾向が著しい種となっている。

富山県に生息する3種の在来タナゴ類に共通す

る脅威として、国外外来タナゴ類であるタイリクバラタナゴ*Rhodeus ocellatus ocellatus*との競争が生じていると報告されている（富山県，2012）。しかしながら、これまでタイリクバラタナゴが県内に生息する在来タナゴ類に及ぼす影響について調べられた報告はほとんどない。

タイリクバラタナゴは繁殖力が高く（長田，1980）、ニッポンバラタナゴ*Rhodeus ocellatus kurumeus*との交雑による遺伝子浸透が近畿、山陽の広い地域、香川県、九州の一部の地域で確認され大きな問題となっている（Kawamura et al., 2001a, b；三宅ほか，2008；吉田・池田，2012；阿部ほか，2013）。その他にも、在来タナゴ類との餌資源や産卵母貝を巡る競争が示唆されており（北村，2008）、タイリクバラタナゴが増えた地域でゼニタナゴ*Acheilognathus typus*やミヤコタナゴ*Pseudorhodeus tanago*が減少した事例もある（勝呂，1995；望月，1997）。これらのことから、タイリクバラタナゴは生態系被害防止外来種リストにおいて、「重点対策外来種」に指定されており、生態系に甚大な被害が予想されるため、対策の必要性が高い種に指定されている（環境省・農林水産省，2015）。

近年、富山県氷見市において、タイリクバラタナゴとミナミアカヒレビラの両種の形態的特徴を示す個体が確認され（幾世橋，2016）、交雑による在来タナゴ類への影響が危惧されているものの、その詳細については不明な点が多い。

本報告では、2019年9月に氷見市の万尾川水系朴木川上流部におけるタナゴ類調査に際し、タイリクバラタナゴとヤリタナゴの両種の形態的特徴を示す個体（以下、未同定個体；図1）が確認されたので、その詳細について報告する。



図1 確認された未同定個体

調査方法

(1) 調査地の概要

本報告において、調査を行った万尾川水系は水田用水路として利用されている小規模河川であり、万尾川水系周辺は、集水域の約40%が水田として利用されている（Nishio et al., 2015, 2016, 2017, 2020）。

本調査において、交雑個体が確認された調査地（図2）は、下流部にゴム堰が設けられており、幅は70cmの3面コンクリートのU字溝であり、水深は12cmおよび流速は0.93cm/secであった。なお、調査地の底質はコンクリートであり、ヤリタナゴの他に、在来魚種としてタモロコ*Gnathopogon elongatus elongatus*およびモツゴ*Pseudorasbora parva*等が生息し、国外外来魚種ではタイリクバラタナゴが生息している。



図2 調査地（万尾川水系朴木川上流部）

表1 未同定個体、タイリクバラタナゴおよびヤリタナゴとの非計数形質の比較

形質	タイリクバラタナゴ(中村, 1969)	ヤリタナゴ(中村, 1969)	未同定個体	
			バラタナゴ形質	ヤリタナゴ形質
背鰭	前上部に三日月形の淡紅色斑を有する	前上縁に朱赤色帯を有する		○
臀鰭	ややくすんだ紅赤色で縁部は細い黒色	基部は淡灰黒色帯で縁部は朱色帯	○	○
尾鰭	淡灰色で基部に濃い赤色を呈する	淡黄灰色		○
胸鰭	ややくすんだ灰赤色	淡灰黒色		○
腹鰭	蒼白色の不透明部を有する	蒼白色の不透明部は無い		○
眼	朱色を呈する	朱色は呈さない	○	

中村(1969)では、タイリクバラタナゴの形質について、腹鰭以外はニッポンバラタナゴとほぼ同様と書かれていることから、腹鰭以外の形質については、ニッポンバラタナゴの形質を記載した。

(2) 調査方法

朴木川上流部におけるタナゴ類の個体数を明らかにするために、餌(サナギ粉)をいれたセルビン(幅15cm、長さ26cm、高さ15cm、開口部直径3cm)を1時間設置してタナゴ類を採集し個体数を記録した。なお、捕獲された両種はそれぞれ最大10個体の雄を持ち帰り、外部形態の計測および記録を行い、合わせて体長体高比を算出した。

(3) 形態的特徴の計測および記録

捕獲されたタナゴ類の外部形態については、非計数形質および計数形質を明らかにした。非計数形質については、日本のコイ科魚類(中村, 1969)を参考に、背鰭、臀鰭、尾鰭、胸鰭、腹鰭および眼の色彩について記録した。計数形質については、日本産魚類検索 全種の同定(中坊, 2013)を参考に、タナゴ類の分類に有効であるとされる背鰭軟条数、臀鰭軟条数および側線有孔鱗数を計測し、体長体高比を算出した。

結果

(1) タナゴ類相

タナゴ類として、タイリクバラタナゴが合計41個体(雌19個体、雄22個体)採集され、ヤリタナゴが合計77個体(雌28個体、雄49個体)採集された。さらに、未同定個体が1個体(雄)採集された。

(2) 非計数形質

タイリクバラタナゴおよびヤリタナゴ各10個体の非計数形質である背鰭、臀鰭、尾鰭、胸鰭、腹鰭および眼の色彩について、中村(1969)と照合

したところ、既存文献との間に形質の違いは認められなかった。

一方で、未同定個体は、背鰭、尾鰭、胸鰭および腹鰭にはヤリタナゴの形質、眼にはタイリクバラタナゴの形質、臀鰭にはタイリクバラタナゴとヤリタナゴ両種の形質が確認された(表1)。

(3) 計数形質

タイリクバラタナゴ10個体の背鰭軟条数は平均 11.2 ± 0.6 (範囲: 10-12)、臀鰭軟条数は 10.8 ± 0.6 (10-12)、側線有孔鱗数は 4.3 ± 0.8 (3-5)および体高体長比は 0.44 ± 0.22 (0.42-0.49)であった。

ヤリタナゴ10個体の背鰭軟条数は平均 8.1 ± 0.3 (8-9)、臀鰭軟条数は 8.8 ± 0.4 (8-9)、側線有孔鱗数は 35.4 ± 0.7 (35-37)および体高体長比は 0.32 ± 0.01 (0.31-0.34)であった。

一方で、未同定個体は、側線有孔鱗数が8および体長体高比が0.39であり、タイリクバラタナゴとヤリタナゴの中間の側線有孔鱗数および体長体高比を示した。加えて、背鰭軟条数は10、臀鰭軟条数は11であり、タイリクバラタナゴと同様の背鰭軟条数と臀鰭軟条数を示した(図3)。

(4) 未同定個体の判定

未同定個体は、タイリクバラタナゴとヤリタナゴ両種の形態的特徴を示し(表1、図3)、タイリクバラタナゴとヤリタナゴの中間の側線有孔鱗数および体長体高比を示したことから(図3)、未同定個体はタイリクバラタナゴとヤリタナゴの交雑個体(以下、交雑個体)と考えることが妥当である。

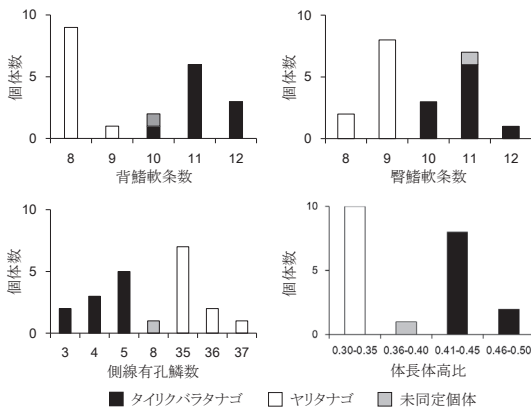


図3 未同定個体、タイリクバラタナゴおよびヤリタナゴとの計数形質の比較

考 察

タイリクバラタナゴと在来タナゴ類との交雑については、ニッポンバラタナゴ（三宅ほか，2008）やアブラボテ *Tanakia limbata*（稲留・山本，2012）において報告されており、全国的な問題となっている。一方で、これまでタイリクバラタナゴとヤリタナゴの交雑については、少なくとも富山県内においては報告されていない。これらのことから本報告は、富山県内におけるタイリクバラタナゴとヤリタナゴの交雑を示した初めての知見となる。

本研究において確認された交雑個体の側線有孔鱗数は8であり、タイリクバラタナゴ（3-5）とヤリタナゴ（35-37）の間の値となった。側線有孔鱗数は、魚類において複数の量的形質遺伝子座（quantitative trait locus: QTL）に支配された形質であることが知られており（Nichols et al., 2004）、タイリクバラタナゴとニッポンバラタナゴの交雑個体においても側線有孔鱗数は両亜種の間中間的な形質になる（三宅ほか，2008）。したがって、タナゴ類は体形や色だけでなく、側線有孔鱗数も計数することで、効果的に外部形態から交雑個体を判別できる可能性がある。

タイリクバラタナゴとヤリタナゴにおける交雑に関する研究では、交雑試験が行われており、生存率は非交雑個体と比べて低いものの、交雑個体は生存する（Kawamura and Hosoya, 2000）。また、正逆交配いずれにおいても交雑個体のほとん

どが雄になり、繁殖能力を持たない（Duyvené de Wit, 1961; 鈴木, 1965; Kawamura and Hosoya, 2000）。雌の交雑個体においても生殖細胞が成熟しないため繁殖能力は確認されていない（Kawamura and Hosoya, 2000）。このことから遺伝子浸透が生じる可能性はないものと考えられる。

一方で、タイリクバラタナゴによるヤリタナゴへの繁殖干渉が生じている可能性がある。モツゴとシナイモツゴ *Pseudorasbora pumila* では、モツゴの雄がシナイモツゴの雌と交雑する交雑の方向性と、モツゴの雄がシナイモツゴの雄に対して優位であることから非対称型交雑が生じ、繁殖干渉により最終的にシナイモツゴがモツゴに置き換わってしまう（Konishi and Takata, 2004b; 小西・高田, 2005）。タナゴ類においては、繁殖干渉による交雑のメカニズムがほとんど解明されていないものの、万尾川においてはタイリクバラタナゴの雄がイタセンバラの雌を産卵誘導する例が観察されており、タイリクバラタナゴの雄が産卵前放精し、イタセンバラの雌が産卵に失敗する行動が確認されている（川上ほか，論文投稿中）。このことから、今後はタイリクバラタナゴとヤリタナゴの繁殖や交雑の様式を詳細に調べることで、タイリクバラタナゴによるヤリタナゴへの繁殖干渉の影響を精査する必要がある。

交雑については外来種と在来種の繁殖場所のマイクロハビタットの違いが在来種の存続に影響する（河村ほか，2009）。特に、本調査地の朴木川上流部は、産卵母貝となる二枚貝の個体数が少なく（Nishio et al., 2016, 2017）、二枚貝の分布が局在的であるため、ヤリタナゴおよびタイリクバラタナゴの繁殖期になると両種がまとまって捕獲される（川本ほか，未発表）。これらのことから、本調査地においては、両種の繁殖環境が重なっていることが考えられ、ヤリタナゴの生息に影響を及ぼす恐れがある。

タイリクバラタナゴの駆除方法として、規模の小さな湖沼や池等の閉鎖的な水環境であれば、水抜きによる駆除が現実的である（白井ほか，2009）。しかしながら、河川に一度侵入してしまったタイリクバラタナゴを根絶することは、繁殖力

の高さという性質も合わせ非常に困難で非現実的である。調査河川である朴木川はゴム堰により全体的に止水化しており、調査を行った箇所の流速は0.93cm/secであった。タイリクバラタナゴは止水を選好し (Kawamura et al., 2001b)、一方で、ヤリタナゴは流水を選好する (Kitamura, 2007)。これらのことから、今後、ゴム堰を調整する等の方法で流水環境を創出することができれば、流水性のヤリタナゴの保全および止水性のタイリクバラタナゴの防除につながるかもしれない。

謝 辞

本研究の一部は「社会に学ぶ14歳の挑戦」の実習として、氷見市立十三中学校の伊藤羽玖氏と廣瀬春希氏にタイリクバラタナゴおよびヤリタナゴの計測について協力をいただいた。心より感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部 司・小林一郎・渡辺勝敏. 2013. 山陽地方におけるニッポンバラタナゴの在来集団. 魚類学雑誌, 60: 49–55.
- Allendorf, FW., Leary, RF., Spruell, P. and Wenburg, JK. 2001. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. Trends Ecol Evol, 16: 613–622.
- Coyne, JA. and Orr, HA. 2004. Speciation. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Duyvené de Wit J. J. 1961. Hybridization experiments in Rhodeine fishes (Cyprinidae, Teleostei): The intergeneric hybrids of *Rhodeus ocellatus* and *Acheilognathus lanceolata*. S Afr J Sci, 57: 137–139.
- 稲留陽尉・山本智子. 2012. 北薩地域におけるタナゴ類とイシガイ類の分布と産卵床としての利用. 保全生態学研究, 17: 63–71.
- 環境省. 2015. レッドデータブック2014—日本の絶滅のおそれのある野生生物—4 汽水・淡水魚類, 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室, 東京, pp414.
- 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 (生態系被害防止外来種リスト). 環境省ホームページ. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/files/list.pdf> (2019年10月2日)
- Kawamura, K., and Hosoya, K. 2000. Masculinization mechanism of hybrids in bitterlings (Teleostei: Cyprinidae). J. Heredity, 91: 464–473.
- 河村功一・片山雅人・三宅琢也・大前吉広・原田泰志・加納義彦・井口恵一朗. 2009. 近縁外来種との交雑による在来種絶滅のメカニズム. 特集1 生物学的侵入の分子生態学. 日本生態学会誌, 59: 131–143.
- Kawamura, K., Nagata, Y., Ohtaka, H., Kanoh, Y. and Kitamura, J. 2001a. Genetic diversity in the Japanese rosy bitterling, *Rhodeus ocellatus kurumeus* (Cyprinidae). Ichthyol. Res., 48: 369–378.
- Kawamura, K., Ueda, T., Arai, R., Nagata, Y., Saitoh, K., Ohtaka, H. and Kanoh, H. 2001b. Genetic introgression by the rose bitterling, *Rhodeus ocellatus ocellatus*, into the Japanese rose bitterling, *R. o. kurumeus* (Teleostei: Cyprinidae). Zool. Sci., 18: 1027–1039.
- Kitamura, J. 2007. Reproductive ecology and host utilization of four sympatric bitterling (Acheilognathinae, Cyprinidae) in a lowland reach of the Harai River in Mie, Japan. Environ. Biol Fish, 78: 37–55.
- 北村淳一. 2008. タナゴ亜科魚類: 現状と保全. 魚類学雑誌, 55: 139–144.
- 幾世橋 稜. 2016. 富山県氷見市に生息するタイリクバラタナゴの生活史. 富山大学卒業論文.
- Konishi, M., Takata, K. 2004a. Impact of asymmetrical hybridization followed by sterile F₁ hybrids on species replacement in *Pseudorasbora*. Conserv Genet, 5: 463–474.
- Konishi, M., Takata, K. 2004b. Size-dependent male-male competition for a spawning substrate between *Pseudorasbora parva* and *P. pumila*. Ichthyol Res, 51: 184–187.
- 小西 蘭・高田啓介. 2005. シナイモツゴからモ

- ツゴヘー交雑をとおした種の置き換わり—。森誠一・片野 修 (編), pp.99–110. 希少淡水魚の現在と未来. 信山社, 東京.
- Levin, DA., Franciscoortega, J. and Jansen, RK. 1996. Hybridization and the extinction of rare plant species. *Conserv Biol* 10: 10–16.
- 三宅琢也・中島 淳・鬼倉徳雄・古丸 明・河村 功一. 2008. ミトコンドリアDNAと形態から見た九州地方におけるニッポンバラタナゴの分布の現状. *日本水産学会誌*, 74: 1060–1067.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- 望月賢二. 1997. ミヤコタナゴ. 長田芳和・細谷和海 (編), pp.64–75. 日本の淡水魚の現状と系統保存. 緑書房, 東京.
- 長田芳和. 1980. タイリクバラタナゴ—純血の危機. 日本の淡水生物—侵略と攪乱の生態学. 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦 (編). 東海大学出版会, 東京, pp.147–153.
- 中坊徹次. 2013. 日本産魚類検索—全種の同定—第3版. 東海大学出版会, 東京. 311 pp.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 財団法人資源科学研究所, 東京.
- Nichols, KM., Wheeler, PA., and Thorgaard, GH. 2004. Qualitative trait loci analysis for meristic traits in *Oncorhynchus mykiss*. *Env Biol Fish*, 69: 317–331.
- Nishio, M., Edo, K., Kawakami, R., Kawamoto, T. and Yamazaki, Y. 2020. Morphological changes and habitat shifts with growth of endangered floodplain fish: possible adaptations to fluctuating environments. *Ecol Freshw Fish*, 29: 197–209.
- Nishio, M., Edo, K. and Yamazaki, Y. 2017. Paddy management for potential conservation of endangered Itasenpara bitterling via zooplankton abundance. *Agr Ecosyst Environ*, 247: 166–171.
- Nishio, M., Kawamoto, T., Kawakami, R., Edo, K. and Yamazaki, Y. 2015. Life history and reproductive ecology of the endangered Itasenpara bitterling *Acheilognathus longipinnis* (Cyprinidae) in the Himi region, central Japan. *J. Fish Biol*, 87: 616–633.
- Nishio, M., Tanaka, H., Tanaka, D., Kawakami, R., Edo, K. and Yamazaki, Y. 2016. Managing water levels in rice paddies to conserve the Itasenpara Host Mussel, *Unio douglasiae nipponensis*. *J. Shellfish Res*, 35: 1–7.
- Rhymer, JM. and Simberloff, D. 1996. Extinction by hybridization and introgression. *Annu Rev Ecol Syst*, 27: 83–109.
- 白井康子・池田 滋・伊藤英夫・横井 聡. 2009. 希少淡水魚ニッポンバラタナゴ保護の取組み—タイリクバラタナゴ混入個体群の池干しと捕獲による防除の試み—. *水環境学会誌*, 32, 661–664.
- 勝呂尚之. 1995. 横浜市におけるゼニタナゴの生息. *神奈川淡水誌報*, 31: 60–65.
- 鈴木 亮. 1965. 水槽内でできたタナゴの雑種. *淡水研報*, 15: 49–58.
- 富山県. 2012. 淡水魚類. 富山県の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブックとやま 2012. 富山県生活環境文化部自然保護課, 富山, pp.87–106.
- 吉田美紀・池田 滋. 2012. ニッポンバラタナゴ *Rhodeus ocellatus kurumeus* の遺伝子解析(5) ニッポンバラタナゴ香川個体群の遺伝子モニタリング(2). 香川県環境保健研究センター所報, 11: 35–39.