魚類学雑誌 66(1):113–117
DOI: 10.11369/jji.19–002
2019 年 4 月 25 日発行

記録・調査報告　*Note*

新潟県および京都府の河川で観察・採集されたカマツカの斑紋変異個体

富永浩史[1]・鹿野雄一[2]

[1] 〒 662–8501　兵庫県西宮市上ヶ原一番町 1–55　関西学院高等部
[2] 〒 819–0395　福岡市西区本岡 744　九州大学持続可能な社会のための決断科学センター

（2019 年 1 月 12 日受付；2019 年 2 月 20 日改訂；2019 年 2 月 20 日受理；2019 年 3 月 26 日 J–STAGE 早期公開）

キーワード：コイ科 , カマツカ亜科 , 色彩多型 , cyt*b*

魚類学雑誌
Japanese Journal of Ichthyology
© The Ichthyological Society of Japan 2019

Koji Tominaga* and Yuichi Kano. 2019. Marking pattern variants of the pike gudgeon *Pseudogobio esocinus* from streams in Niigata and Kyoto Prefectures, Japan. Japan. J. Ichthyol., 66(1): 113–117. DOI: 10.11369/jji.19-002.

Abstract　Marking pattern variants of the pike gudgeon *Pseudogobio esocinus* are reported from streams in Niigata and Kyoto Prefectures, Japan. The variant specimens have lost most of the body markings observed in normal specimens, i.e., dark blotches and small black spots on the lateral and dorsal sides of the body, and small black spots on the dorsal, pectoral, and caudal fins. In addition, a specimen from Kyoto Prefecture had a narrow black lateral stripe on the body instead of a narrow yellow-gold stripe under dark blotches. Mitochondrial DNA sequence variations seen in the variant specimens from the two streams suggest that they were derived from their respective indigenous populations.

**Corresponding author: Kwansei Gakuin Senior High School, 1–155 Uegahara-ichibancho, Nishinomiya, Hyogo 662-8501, Japan (e-mail: tominaga@kwansei.ac.jp)*

魚類における色素の変異によるものと思われる体色や斑紋の多型には，いくつかのパターンが知られている．たとえば，黄変（スナヤツメ種群 *Lethenteron reissneri* species complex：鈴木ほか，2006；シマドジョウ種群 *Cobitis biwae* species complex：中川ほか，2008；フナ類 *Carassius* spp.：鹿野ほか，2017），アルビノ（キチジ *Sebastolobus macrochir*：Shinohara and Amaoka, 1993；アマゴ *Oncorhynchus masou isikawai*：山本ほか，1999），透明鱗（タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*：Kawamura et al., 1998；ウグイ *Tribolodon hakonensis*：石崎ほか，2013；フナ類：鹿野ほか，2017）などは，野生個体や飼育個体で偶発的な出現の報告がある．一方で，アマゴやヤマメ *Oncorhynchus masou* の特定集団で出現する体側の斑紋が消失した“イワメ”表現型（Kano et al., 2010）や，ビワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus microoculus* から派生したと考えられる暗体色のアブラヒガイ *Sarchocheilichthys biwaensis*（中村，1969；Komiya et al., 2014）のように，体色や斑紋の変異が集団中に固定，もしくは高頻度で現れる例も知られている．カマツカ *Pseudogobio esocinus* はコイ科カマツカ亜科に属し，日本では本州，四国，九州の河川や湖に広く分布する純淡水魚である（中村，1969）．カマツカは形態や斑紋に地理的変異を示すことが知られているが（中村，1969），これまでに特殊な体色や斑紋をもつ変異個体の報告はない．本報では，新潟県および京都府で観察・採集された，カマツカの特殊な斑紋をもつ変異個体について報告する．

材料と方法

カマツカの斑紋変異個体は，新潟県北部および京都府北部のそれぞれ 1 河川で観察・採集された（保全上の目的で詳細な採集地点は公開しない）．新潟県では 2007 年 6 月 1 日に，1 地点で斑紋変

異個体 1 個体と通常個体 9 個体をタモ網により採集した．京都府では同一地域で日を別にして 2 回にわたり斑紋変異個体が観察された．1 回目は 2018 年 8 月 11 日に，およそ 20 m × 20 m の範囲を 20 分間潜水したところ，2 個体の斑紋変異個体と 7 個体の通常個体が観察された．2 回目は 2018 年 8 月 21 日に，1 回目よりも 50 m ほど下流において，およそ 20 m × 40 m の範囲を 20 分間潜水したところ，斑紋変異個体 1 個体と通常個体 4 個体が観察され，このうち斑紋変異個体 1 個体と通常個体 2 個体を徒手で採集した．採集した全個体の右腹鰭は切除して 99% エタノールに保存し，残りの魚体は 10% ホルマリンで固定した．斑紋変異個体および同時に採集された通常個体は，新潟県産については神奈川県立生命の星・地球博物館（KPM）および京都大学総合博物館（FAKU），京都府産については琵琶湖博物館（LBM）に登録した（登録番号：KPM-NI 48982–48983，FAKU 206056–206063，LBM 1210057340–1210057342）．さらに一部の標本は CT スキャン（Aloka Latheta LCT-200，日立製作所）にかけて，3 次元でデジタル化した．採集地点における生態写真，および採集した個体の標本写真，CT スキャンデータ，3D モデルデータは，オンライン・データベース FiMSEA（Kano et al., 2013）に登録した（http://ffish.asia/MuhanKamatsuka）．斑紋変異個体の遺伝的実体を把握するために，通常個体を含む新潟県産 10 個体中 8 個体，京都府産 3 個体について，Tominaga et al.（2009）の方法でミトコンドリア DNA シトクロム *b*（cyt*b*）領域全長（1141 bp）もしくは部分（3` 側 689 bp）塩基配列を決定した．これらと Tominaga et al.（2009，2016）で報告されている塩基配列との比較を行い，新規に得られた配列は DNA データバンクに登録した（Genbank/EMBL/DDBJ，登録番号：LC441032）．

結果と考察

新潟県および京都府で観察・採集された斑紋変異個体は，前方に突出し背側が窪んだ吻，乳頭突起が発達した厚い口唇，1 対の口髭，後縁がやや湾入した背鰭をもつという特徴（Bănărescu and Nalbant, 1965）から，カマツカ属魚類と同定された．日本産カマツカ属魚類は従来 1 種とされてきたが，近年の分子系統学的研究により遺伝的に大きく分化した 3 系統（Group A，B および C）の存在が明らかとなり，それぞれが独立した種であることが遺伝的・形態的に支持されている（Tominaga et al., 2016；Tominaga and Kawase, unpublished data）．これらの間には斑紋や色彩にもやや違いが見られるが，全体的なパターンは共通する．すなわち，体側中央および背中線上に，眼径程度かそれよりやや大きい暗色斑が数個並び，それらの間には小黒斑が点在し，また，背鰭，胸鰭，尾鰭には鰭条に沿って数列の小黒斑が入る（中村，1969；Figs. 1B, D, 2）．しかし，新潟県から得られたカマツカ属の斑紋変異個体（FAKU 206057，標準体長 87.3 mm）は，体側中央，背中線上の暗色斑および背鰭，胸鰭，尾鰭の小黒斑が不明瞭となり，体側・背側の小黒斑はほぼ消失していた（Fig. 1A, C）．京都府から得られた斑紋変異個体（LBM 1210057340，標準体長 55.1 mm）はさらに斑紋の消失が顕著であった．すなわち体側，背側，各鰭の小黒斑および体側中央の暗色斑を欠き，背中線上の暗色斑は体後半部で不明瞭となっていた（Fig. 2）．また，生時の通常個体では体側中央に暗色斑で分断される淡黄色の細い縦条が見られるが，京都府の斑紋変異個体ではその縦条を上書きするように暗色縦条が存在していた（Fig. 2）．

新潟県産については cyt*b* 領域部分配列を決定し，斑紋変異個体を含む 8 個体から 2 種類のハプロタイプが得られ，いずれも Tominaga et al.（2016）におけるカマツカ Group C に属していた．なお，これらの塩基配列情報はすでに Tominaga et al.（2009，2016）で報告した（Genbank/EMBL/DDBJ，登録番号：AB426342，AB426343．斑紋変異個体は後者のハプロタイプをもっていた）．得られたハプロタイプはいずれも周辺水系から得られるハプロタイプと最も近縁で，この変異個体はこの地域に在来のカマツカ Group C から出現したと考えられる．京都府産については cyt*b* 領域全長の配列を決定し，斑紋変異個体を含む 3 個体から 1 種類のハプロタイプが得られた．このハプロタイプは Tominaga et al.（2016）におけるカマツカ Group A に属しており，ハプロタイプ A80（AB793849）との間に 1 塩基の置換が見られ，部分配列であるハプロタイプ A14（AB426302）と完全一致した．A80，A14 はともに京都府から兵庫県にかけての近畿地方北部の水系から得られるハプロタイプであることから，この変異個体はこの地域のカマツカ Group A の在来集団から出現したと考えられる．

色彩や斑紋の種内変異は，形質進化の機構を明らかにする上で興味深い対象である．たとえば，アマゴやヤマメの特定集団で出現する体側の斑紋

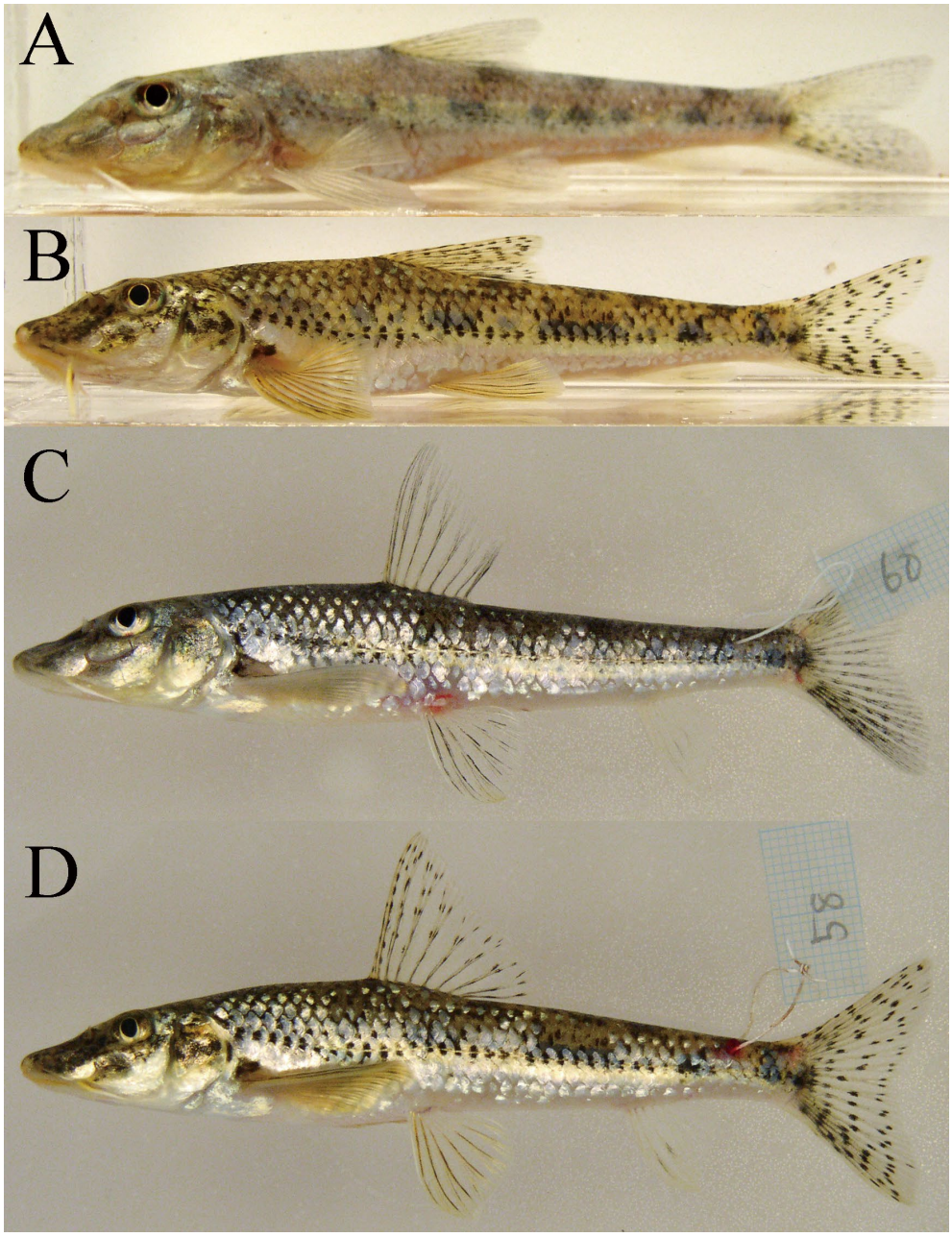

Fig. 1. Marking pattern variant (A, C: FAKU 206057, 87.3 mm SL) and normal form (B, D: KPM-NI 48983, 85.7 mm SL) of *Pseudogobio esocinus* collected from Niigata Prefecture. A, B: living; C, D: immediately after fixation.

が消失した“イワメ”表現型は，降海型の共通祖先がもっていた遺伝的な多型が，陸封後，水系ごとに独立して集団内に広がることにより出現したと考えられているが，無斑型の生態学的意義や，遺伝的浮動と自然選択が無斑型の出現頻度にどのように関与したかは十分には解明されていない（Takahashi et al., 2016）．本報のカマツカの斑紋変異個体は，特定個体で生じた一過性のものなのか，集団中にある程度の頻度で現れるものなのか，現在のところは不明である．しかしながら，京都府の斑紋変異個体が現れた集団は以下の点で注目に値する．まず，比較的小規模な独立水系から得られており，この集団から採集された斑紋変異個体を含む 3 個体の cyt*b* 領域のハプロタイプは 1 種類に固定していた．したがって，この集団の個体群サイズは大きくないと推定され，遺伝的浮動の

影響を受けやすいだろう．また，採集地点の底質は明褐色の花崗岩質の砂礫が大半を占めていてカマツカとのコントラストが小さく，フィールドでは斑紋変異個体は通常個体と同等かそれ以上に隠蔽的に見える（Fig. 2A）．そして，この河川では流程に沿った数十メートルの範囲で少なくとも 2 個体以上の斑紋変異個体が観察された．今後この集団において斑紋変異個体が継続的に出現するようであれば，遺伝的浮動と自然選択が色彩多型の維持におよぼす影響（McLean and Stuart-Fox, 2014）を明らかにするためのよい対象となるかもしれない．

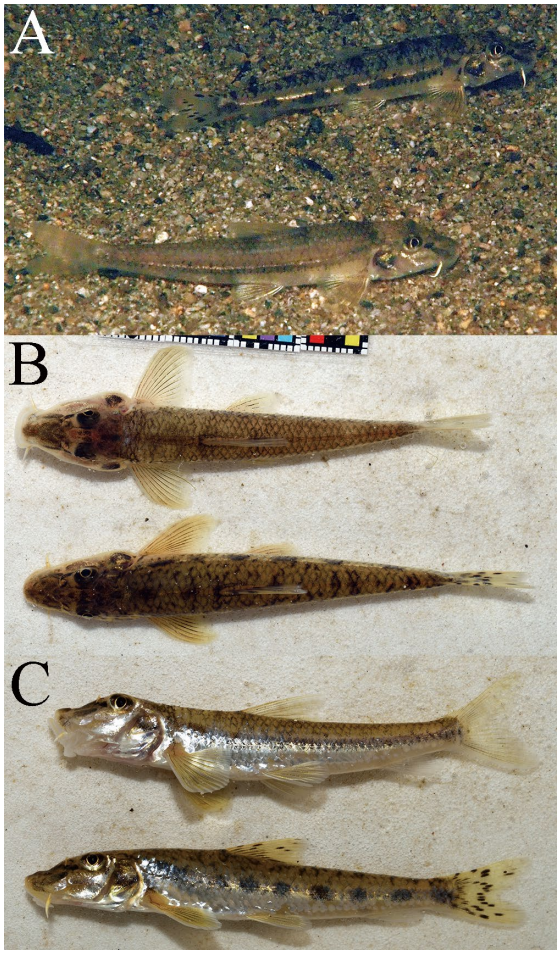

Fig. 2. *Pseudogobio esocinus* from Kyoto Prefecture. (A) Underwater photograph of marking pattern variant (front) and normal form (back), 11 Aug. 2018, photograph by Y. Kano. Dorsal (B) and lateral (C) views of marking pattern variant (upper: LBM 1210057340, 55.1 mm SL) and normal form (lower: LBM 1210057341, 60.7 mm SL) immediately after anesthesia.

謝　　辞

標本の登録に際しお世話になった，瀬能　宏博士（神奈川県立生命の星・地球博物館），中山直英博士（京都大学総合博物館），田畑諒一博士，出口武洋氏（琵琶湖博物館）に御礼申し上げる．本研究の一部は JSPS 科研費 18HP8029 の助成を受けた．

引 用 文 献

Bănărescu, P. and T. T. Nalbant. 1965. Revision of *Pseudogobio* (Pisces, Cyprinidae) with notes on related genera. Revue Roumaniede Biologie, Série de Biologie, 10: 301–308.

石崎大介・亀甲武志・大前信輔・淀　大我．2013．透明鱗ウグイ *Tribolodon hakonensis* の初記録．魚類学雑誌，60: 76–77.

Kano, Y., M. S. Adnan, C. Grudpan, J. Grudpan, W. Magtoon, P. Musikasinthorn, Y. Natori, S. Ottomanski, B. Praxaysonbath, K. Phongsa, A. Rangsiruji, K. Shibukawa, Y. Shimatani, N. So, A. Suvarnaraksha, P. Thach, P. N. Thanh, D. D. Tran, K. Utsugi and T. Yamashita. 2013. An online database on freshwater fish diversity and distribution in Mainland Southeast Asia. Ichthyol. Res., 60: 293–295.

Kano, Y., T. Kondou and Y. Shimizu. 2010. Present status and conservation of the markless forms of stream-resident masu salmon *Oncorhynchus masou* (the so-called 'iwame') in Japanese mountain streams. Ichthyol. Res., 57: 78–84.

鹿野雄一・高田（遠藤）未来美・山下奉海・田中　亘・小山彰彦・菅野一輝．2017．奄美琉球におけるフナの生息状況と体色多型．魚類学雑誌，64: 95–105.

Kawamura, K., K. Hosoya and M. Matsuda. 1998. Transparent-scaled variant of the rosy bitterling, *Rhodeus ocellatus ocellatus* (Teleostei : Cyprinidae). Zool. Sci., 15: 425–431.

Komiya, T., S. Fujita-Yanagibayashi and K. Watanabe. 2014. Multiple colonizations of Lake Biwa by *Sarcocheilichthys* fishes and their population history. Environ. Biol. Fishes, 97: 741–755.

McLean, C. A. and D. Stuart-Fox. 2014. Geographic variation in animal colour polymorphisms and its role in speciation. Biol. Rev., 89: 860–873.

中川雅博・中島　淳・浅香智也・鈴木誉士．2008．琵琶湖につながる農業用水路で採集されたシマドジョウの黄変個体．ホシザキグリーン財団研究報告，11: 287–289.

中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源科学研究所，東京．455 pp.

鈴木誉士・浅香智也・中川雅博．2006．琵琶湖につながる農業用水路で採集された希少種スナヤ

ツメ（ヤツメウナギ科）の黄変個体．南紀生物，48: 9–12.

Shinohara, G., and K. Amaoka. 1993. Albino specimen of *Sebastolobus macrochir* collected from off the Shimokita Peninsula, northern Japan. Jpn. J. Ichthyol., 39: 395–397.

Takahashi, H., T. Kondou, N. Takeshita, T. H. Hsu and M. Nishida. 2016. Evolutionary process of iwame, a markless form of the red-spotted masu salmon *Oncorhynchus masou ishikawae*, in the Ôno River, Kyushu. Ichthyol. Res., 63: 132–144.

Tominaga, K., J. Nakajima and K. Watanabe. 2016. Cryptic divergence and phylogeography of the pike gudgeon *Pseudogobio esocinus* (Teleostei: Cyprinidae): a comprehensive case of freshwater phylogeography in Japan. Ichthyol. Res., 63: 79–93.

Tominaga, K., K. Watanabe, R. Kakioka, S. Mori and S. R. Jeon. 2009. Two highly divergent mitochondrial DNA lineages within *Pseudogobio esocinus* populations in central Honshu, Japan. Ichthyol. Res., 56: 195–199.

山本　淳・名倉　盾・大森洋治・芳賀　稔．1999．養殖アマゴに出現したアルビノ個体について．水産増殖，47: 43–47.