魚類学雑誌 66(1):87–91
DOI: 10.11369/jji.18–026
2019 年 4 月 25 日発行

記録・調査報告　*Note*

北海道北見市における国内外来種モツゴの定着状況

菅野貴久 [1,2]・山本敦也 [1,3]・金岩　稔 [1,3]

[1] 〒 099–2493　北海道網走市八坂 196　東京農業大学生物産業学研究科アクアバイオ学専攻
[2] 現住所：〒 130–8606　東京都墨田区江東橋 3–3–7　一般財団法人自然環境研究センター
[3] 現住所：〒 514–8507　三重県津市栗真町屋町 1577　三重大学生物資源学研究科

（2018 年 7 月 17 日受付；2018 年 10 月 23 日改訂；2018 年 10 月 28 日受理；2018 年 12 月 21 日 J–STAGE 早期公開）

キーワード：モツゴ , 国内外来種 , 標識再捕法 , 個体数推定

魚 類 学 雑 誌
Japanese Journal of Ichthyology
© The Ichthyological Society of Japan 2019

Takahisa Kanno, Atsuya Yamamoto and Minoru Kanaiwa*. 2019. Distribution of the topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) in the Okhotsk region, Hokkaido. Japan. J. Ichthyol., 66(1): 87–91. DOI: 10.11369/jji.18-026.

Abstract Topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*; Japanese name, motsugo), originally distributed in western Honshu, Shikoku and Kyushu, has been artificially introduced well north of its natural distribution area, to the Tohoku region and Hokkaido. The occurrence of topmouth gudgeon in the pond of Notsukeushi park at Kitami City, Hokkaido, the first record of the species in the Okhotsk region, was established and the population size estimated using the mark-recapture method. Although more than 2,000 fish between 1 and 4 years old were determined as living in the pond, none were found in either the inflow and outflow rivers, despite their apparent suitability. Further efforts in public educations are required to prevent further spreading of this fish.

**Corresponding author: Graduate School and Faculty of Bioresources, Mie University, 1577 Kurima Machiya-cho,Tsu, Mie 514-8507, Japan (e-mail: kanaiwa@bio.mie-u.ac.jp)*

モツゴ（*Pseudorasbora parva*）は，朝鮮半島や台湾を含むアムール川以東の東アジアに広域分布する最大全長 10 cm ほどの小型コイ科淡水魚である（中村，1969）．1 年で性成熟し（中村，1969），寿命は 5 年ほどとされるが（Novikov et al., 2002），野生下での寿命は 2 年ほどという報告もある（Onikura and Nakajima, 2013）．日本における本種の自然分布域は，関東平野以西の本州，四国，九州とされる（内山，1989；細谷，2018）．しかし現在では，コイやフナ移植の混入等を通して，自然分布域外である北海道の一部や東北地方を含む日本各地での生息が確認されており（小西・高田，2012），いわゆる国内外来種の代表魚となっている．自然分布域外に侵入した本種は，感染症や寄生虫の媒介，種間競争を介した在来種の駆逐など，在来生態系へ影響を及ぼすことが報告されている（Gozlan et al., 2005；Britton et al., 2010）．そのため，東北地方などの自然分布域外に生息するモツゴは，環境省（2014）によって総合対策外来種に指定され，生態系被害防止外来種リストに掲載された．北海道では，日本海側の石狩川水系や太平洋側の十勝川水系，大沼や小樽などで生息が確認されていたが（Hikita，1964；尼岡，2011），2015 年にオホーツク管内に属する北見市内の野付牛公園内の池で本種が発見された（菅野・金岩，2016）．これは，オホーツク管内の水系における，本種移入の初報告である．しかし，外来種対策を講じるにあたり必要不可欠な情報である，定着の有無や生息密度等は知られていない．そこで本研究では，野付牛公園内の池において，標識採捕法を用いて算出した推定個体数と，採捕個体の年級群からモツゴの生息状況を明らかにすると共に，

公園の池に繋がるとされる河川においても本種の生息有無を調査し，今後必要とされる対策について考察した．

材料と方法

調査は，北海道北見市内に位置する野付牛公園内の池およびそこに接続する小石川で実施した（Fig. 1）．野付牛公園での調査は，北見市長の行為許可（許可第 85 号）のもと，本種の活動が活発化すると考えられる 7 月に実施した．公園内の池では，ある程度の水深があり，且つ人為的な影響が少ないと考えられる地点にキャットフードとブルーチーズを誘引物とした 8 つのカゴ罠（48 cm × 24 cm × 24 cm，網目 2.5 mm）を分散させて設置し，2 時間後に回収した．採捕個体は，種ごとに個体数を記録し，モツゴのみ尾叉長と重量を計測した．モツゴは，計測後に鰭切り法による標識を施した後，放流した．その後同一日にもう一度同じ地点にカゴ罠を設置し，同様の餌条件・設置時間で回収した．

採捕された個体の年級群を判別し，定着状況を検証するために，尾叉長をクラスター解析により分類した．各年級群の分散が等しいのか異なっているのか分からないため，尾叉長の対数が分散の共通した正規分布に分かれると仮定した E モデルと，尾叉長の対数が分散の異なる正規分布に分かれると仮定した V モデルを用い（赤嶺，2007），モデルを比較した．各モデルのクラスター数毎に算出した BIC（Bayesian Information Criterion；Schwarz, 1978）に基づいて，最適なモデルとクラスター数を決定した．また，採捕された個体に含まれる標識個体の数を基に，Petersen 法（赤嶺，2007）に従って個体数を推定した．個体数推定は，採捕個体を全てまとめて推定した場合と，クラスター解析により分解した尾叉長のクラス毎に個体数を推定した場合の 2 パターンで行い，体サイズによりカゴ罠の採捕率が異なる可能性を考慮した．以上の解析には，R ver. 3.3.3（R core team, 2017）及びパッケージ mclust ver. 5.4（Scrucca et al., 2016）を用いた．

また，同日に公園内の池へ繋がっている常呂川水系の小石川にて，水生生物を採捕した．小石川は，野付牛公園近辺において暗渠となっているため，川が地上を流れ，且つ公園から最も近い上流側の約 100 m区間と下流側の約 20 m区間にて調査した（Fig. 1）．採補には，北海道知事の特別採

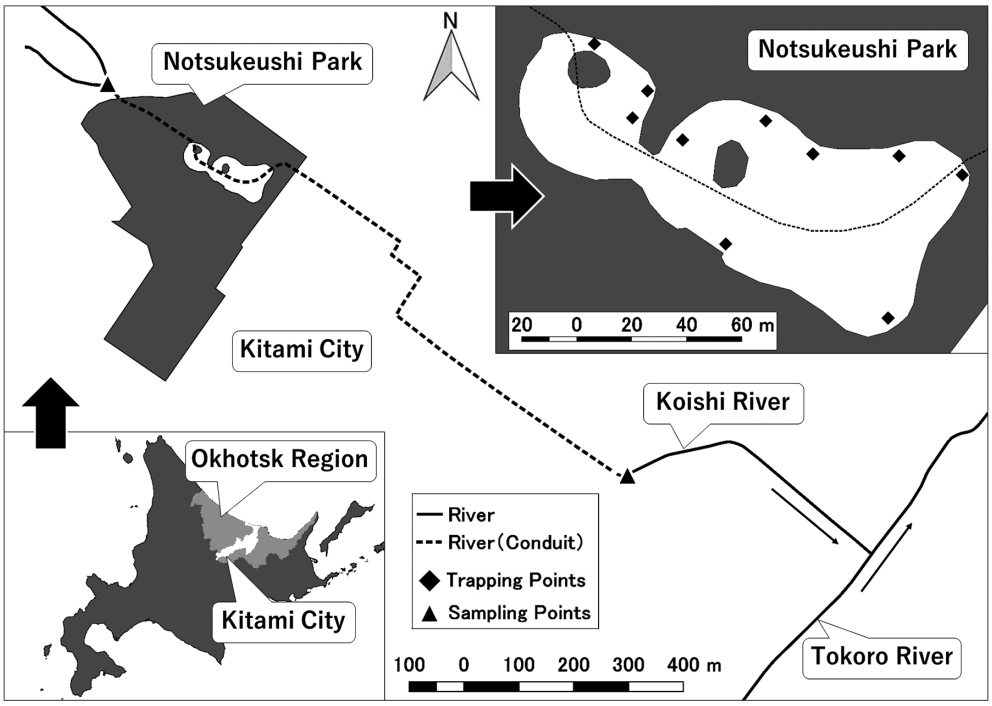

Fig. 1. Map of the study area. The solid line indicates a river, and the dotted line indicates a river that is closed conduit. The diamonds (◆) indicate trapping points, and the triangles (▲) indicate sampling points.

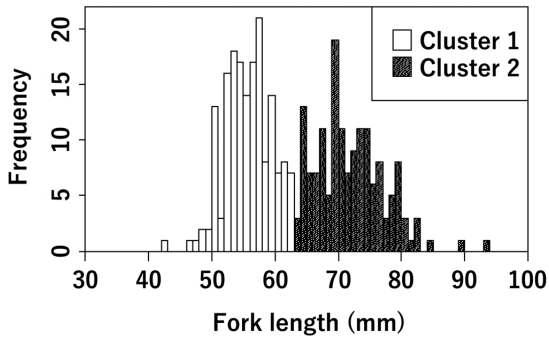

Fig. 2. The histogram of fork length frequency for topmouth gudgeon. Graph showing fork length of topmouth gudgeon on the x-axis and frequency on the y-axis. The white and black bars indicate the cluster 1 and 2 by the finite mixture model, respectively.

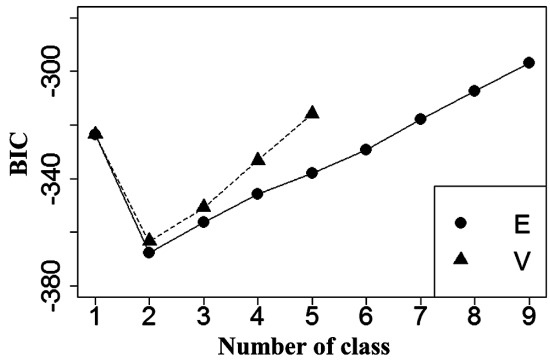

Fig. 3. BIC plot for models fitted to the fork length data. Graph showing number of class on the x-axis and the BIC on the y-axis for the finite mixture models. E shows the model assumed equal variance among clusters, and V shows the model assumed variable variance among clusters.

Table 1. Estimated number of individuals by condition

Estimation condition	*N*	Point estimation	Confidence limits	
			Minimum	Maximum
All	325	1,834.86	1,223.95	3,663.31
Cluster 1 (≤ 64 mm)	173	1,827.00	933.87	41,886.45
Cluster 2 (> 64 mm)	151	610.44	379.66	1,556.74

捕許可（内水面特採第 104 号）のもとエレクトロショッカー（SMITH-ROOT 社 LR-20 型，50–990V，最大 120A）を用い，区間内で採補された魚類の種を同定し，採捕数と共に記録した．

結　　果

池内では，モツゴやフナ類，さらに保全の観点から詳細は公表を控えるが，環境省レッドリスト記載種といった複数の生物種が採捕された．池内における一度目の採捕では，165 個体のモツゴが採捕され，その全てに標識を施した後に放流した．2 回目の採捕では 151 個体のモツゴを採捕し，内 14 個体が標識個体だった．採捕されたモツゴの尾叉長の範囲は 43–94 mm だった（Fig. 2）．クラスター解析により推定された各クラス数の BIC 値を Fig. 3 に示した．E モデルのクラスター数 2 の BIC 値が最も低かったため，尾叉長は 64 cm を境にそれぞれの分散が異なる 2 つのクラスターに分類することが最適とされた（Fig. 2）．このことから，採補されたモツゴには複数の年級群が含まれると考えられた．また，Petersen 法による推定の結果を Table 1 に示した．全採捕個体を使用した場合では，1,834.9（信頼区間：1,224.0–3,663.3）個体のモツゴが生息していると推定された．それぞれのクラスごとに個体数推定を行った場合では，小型個体の推定個体数は 1,827.0 個体，大型個体の推定個体数は 610.4 個体，それらの合計は 2,437.4 個体となり，全採捕個体数を一度に用いて推定した場合よりも多かった．また，小型個体の信頼区間は 933.9–41,886.5 と，大型個体の 379.7–1,556.7 よりも広かった．

小石川では，公園の上流下流共にモツゴは採捕されなかった．

考　　察

池内で実施した本調査にて，モツゴと共にフナ類が採補された．フナ類の移植は，国内や海外においてモツゴの分布を拡大した要因の 1 つであり（松沢・瀬能，2008；Gozlan et al., 2010；石川ほか，2013），野付牛公園においてもフナ類の移植に混じってモツゴが移入した可能性が考えられた．北海道においてモツゴは，石狩川流域や十勝川流域を中心に移入定着しているが（稗田，1984），在来種との関係は明らかでない．緩流を好むトゲウオ類やヤチウグイといった北海道在来種は（稗田，1984），モツゴと競合関係にある可能性も考えられ，今後の調査研究が望まれる．

クラスター解析により分類された 2 つのクラスターについて，Gozlan et al.（2010）を参考にすると，クラスター1 が 1 歳，クラスター2 が 2 歳以上の年級群と考えられ，4 歳程度までの個体が生

息していると考えられた．また，追星や腹部の膨らみといった産卵期の特徴を有した個体が採捕されたことから（秋山・北野，2011），再生産していることが強く示唆された．その一方で，本調査にて当歳魚が採捕されなかった原因は，仔魚の孵化より前の時期であったため，若しくは孵化後の仔魚や稚魚にとってカゴ罠の網目が大きすぎたためであると考えられる．以上の点に加え，本研究で算出された推定個体数や過去に当歳魚が発見されている点をふまえると（菅野・金岩，2016），野付牛公園における本種の定着は確実と考えられた．

全採捕個体を使用した個体数推定により野付牛公園内の池には，1,834.9（信頼区間 : 1,224.0–3,663.3）個体のモツゴが生息していると推定された．採捕に使用したカゴ罠は，採捕個体の体サイズに偏りを発生させ，小型個体の採捕率を下げる場合があるとされるため（佐原，2014），尾叉長のクラスター毎に推定を行った．その結果，小型個体は大型個体と比較して信頼区間が広く，採捕個体のサイズ差が推定の精度に影響を与えている可能性が考えられたが，尾叉長の各クラスの点推定値を足し合わせた値は 2,437.4 となり，全採捕個体を使用した推定値の信頼区間内に収まった．そのため本推定は，小型個体の推定個体数にバラツキが生じた可能性があるものの，ある程度の確度を保っていると考えられた．

本調査の繰り返し採捕は同日内で実施しているため，標識個体の拡散に必要な時間が不十分であり，個体数が過小に推定されている可能性がある．また，標識のストレスによる再採捕率の低下やカゴ罠を設置した条件に起因する設置地点の偏りなど，本推定には潜在的に大きなバイアスが含まれる可能性も考えられる．しかし，これらを考慮したとしても個体群の安定には十分な個体数が生息していると考えられた．

航空写真から推定した野付牛公園内の池の面積は，約 7,625 m^2 であった．今回の推定個体数が池内全域の個体数であり，モツゴが池内に均一に生息していると仮定した場合の生息密度は，約 0.24 個体 /m^2 と推定された．モツゴは，比較的高密度に生息することも多く，奈良県の農業用ため池では 4.50 個体 /m^2（松山・田中，2003），イギリスの湖では 6.10 個体 /m^2 といった生息密度で生息していることが報告されている（Britton and Brazier, 2006）．本研究で算出された生息密度は，前述の地域と比較して低く，野付牛公園においても密度が更に高まる可能性を示唆した．

本研究において，モツゴは小石川で確認されなかった．野付牛公園の下流側の小石川は，流速が 0.0–6.2 cm/sec 程度のゆったりした流れであり，モツゴの生息環境として好適と考えられる環境が見られた（中村，1969）．調査地点から約 400 m 下流は常呂川との合流地点となっており，侵入・定着した場合には本流へ侵入する可能性も低くない．

野付牛公園においては，天然環境への流出やその後の在来生物への影響を考えると何らかの対策が急務である．一般的に，外来種は個体数が増加し被害が進行・蔓延するにつれて，対策に係る費用や労力といったコストが大きくなる（環境省ほか，2015）．そのため，野付牛公園においては，生息密度がこれ以上高まる前に，駆除をはじめとした対策を講じるべきである．しかし，外来種としての影響が一見観測されにくいモツゴのような生物種において，駆除を実施することは現実的に難しいかもしれない．看板の設置をはじめとした啓発活動により，これ以上の人為的な分布拡大を防ぎ，人々の意識を高めることが必要であろう．

謝　　辞

モツゴの採捕および本論文執筆にご協力頂いた東京農業大学水産資源管理学研究室の皆様に深く感謝申し上げます．特に，調査面で大変ご協力頂いた田村雄二氏，渡邉孝志郎氏に重ねて感謝申し上げます．また，調査の実施にあたってご協力頂いた北海道北見市都市建設部公園緑地課の皆様にも深く感謝申し上げます．更に，二名の匿名の査読者の方々には，有益なるコメントを頂き，感謝申し上げます．

引 用 文 献

赤嶺達郎．2007．水産資源解析の基礎．pp. 53–57．恒星社厚生閣，東京．

秋山信彦・北野　忠．2011．川魚飼育のすべて．株式会社エムピージェー，横浜．127 pp.

尼岡邦夫・仲谷一宏・矢部　衞．2011．北海道の全魚類図鑑 . 北海道新聞社，札幌．482 pp.

Britton, J. R. and M. Brazier. 2006. Eradicating the invasive topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parva*, from a recreational fishery in northern England. Fish. Manag. Ecol., 13: 329–335.

Britton, J. R., G. D. Davies and M. Brazier. 2010. Towards the successful control of the invasive *Pseudorasbora*

parva in the UK. Biol. Invasions, 12: 125–131.

Gozlan, R. E., D. Andreou, T. Asaeda, K. Beyer, R. Bouhadad, D. Burnard, N. Caiola, P. Cakic, V. Djikanovic, H. R. Esmaeili, I. Falka, D. Golicher, A. Harka, G. Jeney, V. Kovac, J. Musil, A. Nocita, M. Povz, N. Poulet, T. Virbickas, C. Wolter, A. S. Tarkan, E. Tricarico, T. Trichkova, H. Verreycken, A. Witkowski, C. Zhang, I. Zweimueller and J. R. Britton. 2010. Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions. Fish and Fisheries, 11: 315–340.

Gozlan, R. E., S. St-Hilaire, A. W. Feist, P. Martin and M. L. Kent. 2005. Biodiversity: disease threats to European fish. Nature, 435: 1046.

稗田一俊．1984．北海道の淡水魚．北海道新聞社，札幌．254 pp.

Hikita, T. 1964. On the recent distribution of two small cyprinid fishes, *Pseudorasbora parua pamila* (Miyadi) and *P. parua parva* (Ternmink and Schlegel) in Hokkaido Island, Japan. Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery, 18: 113–116.

細谷和海．2018．モツゴ．中坊徹次（編），pp. 106．小学館の図鑑 Z 日本魚類館．小学館，東京．

石川哲郎・高田未来美・徳永圭史・立原一憲．2013．沖縄島に導入された外来純淡水魚類の定着状況および分布パターン．保全生態学研究，18: 5–18.

環境省．2014．生態系被害防止外来種リスト．https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html（参照 2018-4-9）.

環境省・農林水産省・国土交通省．2015．外来種被害防止行動計画～生物多様性条約・愛知目標の達成に向けて～．https://www.env.go.jp/press/files/jp/26646.pdf（参照 2018-4-9）.

菅野貴久・金岩　稔．2016．北海道北見市内での国内外来種モツゴの発見．東京農業大学農学集報，61: 48–50.

小西　繭・高田啓介．2012．第 4 章シナイモツゴからモツゴへ－非対称な交雑と種の置き換わり－．日本魚類学会自然保護委員会（編），pp. 51–65．見えない脅威 " 国内外来魚 " どう守る地域の生物多様性．東海大学出版会，秦野．

松山豊樹・田中　淳．2003．外来魚が移入された野池の魚類生態系調査と数理生態学的手法による未来予測．奈良教育大学紀要自然科学，52: 7–18.

松沢陽士・瀬能　宏．2008．日本の外来魚ガイド．文一総合出版，東京．157 pp.

中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源学研究所，東京．452 pp.

Novikov, N. P., A. S. Sokolovsky, T. G. Sokolovskaya and Y. M. Yakovlev. 2002. The fishes of Primorye. Far Eastern State Technical Fisheries University and Institute Marine Biology, Vladivostok. 547 pp.

Onikura, N and J. Nakajima. 2013. Age, growth and habitat use of the topmouth gudgeon, *Pseudorasbora parua* in irrigation ditches on northwestern Kyushu Island, Japan. J. Appl. Ichthyol., 29: 186–192.

R Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing: https://www.R-project.org/.

佐原雄二・浅原宏子・石岡奈々子．2014．モツゴ（*Pseudorasbora parva*）当歳魚の成長と溶存酸素．弘前大学農学生命科学部学術報告，16: 1–6.

Schwarz, G. 1978. Estimating the dimension of a model. The Annals of Statistics, 6: 461–464.

Scrucca, L., M. Fop, T. B. Murphy and A. E. Raftery. 2016. mclust 5: Clustering, classification and density estimation using Gaussian finite mixture models. The R Journal, 8: 205–233.

内山　隆．1989．山溪カラー名鑑　日本の淡水魚．pp.302–305．山と溪谷社，東京．