

## シリーズ・Series

### 日本の希少魚類の現状と課題

魚類学雑誌 57(1): 75-76  
2010年4月26日発行

#### 国内外来魚問題とは？

#### Problems arising from the “domestic alien” fishes in Japan

希少魚類の存続を脅かす要因として、外来魚の影響は看過することができない問題である。例えば、日本各地におけるサンフィッシュ科のオオクチバスやコクチバス、ブルーギルなどの北米原産の外来魚の捕食による影響は明らかであり（淀ほか、2005）、希少魚や在来群集の保全を目的とした駆除活動が各地で行われている（細谷・高橋、2006；高橋、2009）。他にも、沖縄島のメダカが北米産のカダヤシとの競争によって激減した事例や、ニッポンバラタナゴが中国大陸産の別亜種タイリクバラタナゴと交雑することで遺伝的に侵略されてしまう現象もよく知られている（川合ほか、1980）。

しかし、その一方で、日本産魚類の国内での移殖・導入による「国内外来魚」に対する問題意識は非常に乏しい。国内外来魚には、1) 種・亜種の分布域外への導入、2) 同種の異なる地域集団への導入、といった2つの場合があり、どちらも「水産種苗としての導入」、「種苗への非意図的な混入」、「個人や団体による飼育魚の放流」などが原因となっている（向井、2007）。前者（種・亜種の導入）の場合、自然史への人為的介入という意味で海外からの外来種の導入と本質的に同じであり、それが野生化したり定着すれば、捕食や競争を通じて在来生物になんらかの影響をもたらすことになるだろう。また、後者（同種の導入）の場合、純淡水魚は地域ごとに異なる遺伝的特徴をもつため（渡辺ほか、2006）、同種の異なる地域集団の導入が行われると、容易に交雑して地域固有の特性が失われてしまう。近年、海産魚や通し回遊魚においても遺伝的に異なる地域集団の存在が明らかにされつつあるが、いくつかの魚種については大規模な種苗放流が行われているため、こうした問題は純淡水魚に限ったことではない。

また、国内外来魚の問題は、研究者の間で古くから認識されていたが（川合ほか、1980；沖山・鈴木、1985）、「獲った分は放流して補う」という水産放流の明快な論理の前には、やむをえないこととされてきた。さらに、自然史の所産である生物の地理的変異の重要性は市民や行政には必ずしも理解されにくく、導入がなぜ問題なのか、言葉を尽くしても納得してもらえない場合もある。

2004年の環境省の調査において、「生物多様性」という言葉の意味を知っている人は約10%、言葉を聞いたことがある人を含めても約30%しかいなかった（環境省、2008）という事実は、生物の地理的多様性が失われることの問題を理解してもらうための障壁の大きさをあらわしている。

このような現状を打破するための第一歩として、国内外来魚が生物多様性を減少させているという事実を明確に示すことが重要である。いかにして国内外来魚問題を啓発していくのか、遺伝的攪乱（もしくは外来遺伝子の浸透による“遺伝子汚染”）の生じた希少魚の個体群をどのように扱うのか、非在来分布域に定着した絶滅寸前の希少魚は保護すべきか、といった議論も必要とされている。しかしまず第一に、国内外来魚が「生態系に影響を与え」、「希少魚の絶滅を引き起こし」、「何百万年もかけて形成された生物の地理的多様性を失わせている」ことを明示し、国内外来魚問題に関する社会的合意を得るチャンスを広げることが大切である。すでにイワナやヤマメのような溪流魚については、在来個体群の価値を釣り人や漁協が理解し、共有することで、安易な放流を止めて在来個体群を保護する方向へと進みつつあるケースもある（中村・飯田、2009）。

本号の「シリーズ・日本の希少魚類の現状と課題」では、国内外来魚問題に関連する具体例として、メダカの遺伝的攪乱と、モツゴが希少魚のシナイモツゴに与えた影響について取り上げた。その他の事例についても、2009年10月の日本魚類学会市民公開シンポジウム「国内外来魚問題の現状と課題」の概要として、学会のウェブサイト内でも公開されているので参照されたい（[http://www.fish-isj.jp/event/sympohist/opensympo\\_2009b.html](http://www.fish-isj.jp/event/sympohist/opensympo_2009b.html)）。

#### 引用文献

- 細谷和海・高橋清孝。2006。ブラックバスを退治する—シナイモツゴ郷の会からのメッセージ—。恒星社厚生閣、東京。152 pp.
- 環境省。2008。第3次生物多様性国家戦略 人と自然が共生する「いきものにぎわいの国づくり」を目指して。バイオシティ、東京。323 pp.
- 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦。1980。日本の淡水生物 侵略と攪乱の生態学。東海大学出版会、東京。194 pp.+26 pp.
- 向井貴彦。2007。DNAから見た外来種研究：どこまで“犯人”を追えるのか？ 生物科学, 58: 192-201.
- 中村智幸・飯田 遥。2009。守る・増やす溪流魚 イワナとヤマメの保全・増殖・釣り場作り。農山漁村文化協会、東京。

136 pp.

沖山宗雄・鈴木克美. 1985. 日本の海洋生物 侵略と攪乱の生態学. 東海大学出版会, 東京. 160 pp.+14 pp.

高橋清孝. 2009. 田園の魚をとりもどせ! 恒星社厚生閣, 東京. 137 pp.

渡辺勝敏・高橋 洋・北村晃寿・横山良太・北川忠生・武島弘彦・佐藤俊平・山本祥一郎・竹花佑介・向井貴彦・大原健一・井口恵一朗. 2006. 日本産淡水魚類の分布域形成史: 系統地理的アプローチとその展望. 魚類学雑誌, 53: 1-38.

淀 太我・向井貴彦・谷口義則・中井克樹・瀬能 宏・丸山隆. 2005. 自然保護委員会が行ったサンフィッシュ科3種による被害事例アンケートの結果報告. 魚類学雑誌, 52: 74-80.

(向井貴彦 Takahiko Mukai : 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学地域科学部 e-mail: tmukai@gifu-u.ac.jp; 瀬能 宏 Hiroshi Senou : 〒250-0031 神奈川県小田原市入生田499 神奈川県立生命の星・地球博物館 e-mail: senou@nh.kanagawa-museum.jp)

魚類学雑誌 57(1): 76-79  
2010年4月26日発行

### メダカ：人為的な放流による遺伝的攪乱

#### Medaka (*Oryzias latipes*): genetic introgression resulting from artificial transplantation

メダカ *Oryzias latipes* は日本在来の淡水魚であり、日本人にとって最も馴染みの深い魚のひとつである。かつては日本中どここの水田でもみられ、我々と長い間生息環境を共にしてきたことがその背景にあると考えられる。小さく可愛らしい魚であり、飼育が容易であることも理由のひとつであろう。鑑賞魚店では必ずといっていいほどみかけるポピュラーな魚であるが、近年は野外でその姿をみるのが少なくなった。この30年でメダカの生息地は急速に失われ、1999年2月に発表されたレッドリストに「絶滅危惧II類 (VU)」として掲載された(環境庁, 1999)。このことはマスコミでも大きく取り上げられ、ごくありふれた小魚であったメダカがにわかに脚光を浴びることになった。それに前後して、各地で保全活動が進められている。しかし、観賞魚としての流通や飼育の容易さが仇となり、安易な放流による遺伝的攪乱が生じ、保全とは逆の効果をもたらしている。ここでは、メダカ生息地の現状や保全への課題をまとめ、種内の遺伝的多様性を考慮した今後の保全策について述べる。

#### 形態的特徴

最大標準体長約35 mmの小型淡水魚であり、眼が大きく、臀鰭の幅が広いことが特徴である(図1)。口が上向きで下顎がやや突出しており、背鰭の位置は体の後方

(臀鰭の後端とほぼ同じ位置)にある。鰭の形から雌雄の判別が容易なこともメダカの特徴であり、雄の長い背鰭と臀鰭は産卵行動の際、雌を側方から抱きかかえる役割を果たす。野生メダカの体色は淡褐色で、背部中央に後頭部から背鰭にかけて太い暗褐色の背中線がある。このような野生型の体色をもつ個体は一般に「クロメダカ」と呼ばれている。体色については多くの突然変異体が単離されており、それら変異体のいくつかは鑑賞魚店などでも販売されている。なかでもオレンジ色の「ヒメメダカ」は安価であるため、愛玩用・教材用として有名である。

#### 生息環境と生活史

メダカは平野の水田、用水路、沼、池、潟などの止水・半止水域に生息し、動植物プランクトン、附着藻類、小さな落下昆虫などを食す雑食性である(岩松, 2006)。一生を淡水域で過ごす。塩分に対する耐性も強く、塩田や河口域で見られることもある。日本国内に自然分布し、北限の青森県から南限の沖縄本島まで広く分布する。また、北海道でも移殖による分布が確認されている。国外では、朝鮮半島、中国大陸、台湾島に分布する。メダカ属 *Oryzias* はすべてアジア固有の淡水魚であり、メダカを含め約20種が記載されている(Takehana et al., 2005)。

野生メダカの寿命は1年と数ヶ月程度であり、毎年世代交代を行っている。産卵時期は4月中旬から8月下旬頃までで、産卵は早朝に行われる。1度の産卵で1個体当たり20-50個程度の卵を産む。雌は生殖口に卵塊をつけたまま遊泳し、やがて水草などに卵塊を附着させる。孵化した稚魚は夏の間成長し、多くの個体は未成熟のまま越冬した後、翌年の春に成熟する。越冬魚のほとんどは産卵後の5月から6月に死滅し、複数年越冬する個体は少ない。4月から5月に生まれた当歳魚が夏の終わりまでに成熟し繁殖に参加することもある。生息地や生息環境が異なっても、その生活史はあまり変わらない(寺尾, 1985; Egami et al., 1988; 濱口ほか, 2003)。なお、飼育下では3-5年程度の寿命をもつ。

属名 *Oryzias* がイネの属名 *Oryza* に由来することが示すように、メダカは水田周辺で普通にみられた魚である。メダカの産卵時期はちょうど水田に水が張られる時期と一致し、水田で孵化した稚魚は肥沃な土壌が育む豊富な餌生物を食べて成長する。成長した個体は水田から水が無くなる秋頃に用水路へ移動し、そこで越冬する。そして翌年の春には再び用水路から広い水田へと移動して産卵する。このように、メダカ的生活史と稲作のサイクルが一致したために、水田が格好の生息場所になったと考えられる。偶然に人が水田で養ってきた、まさに「水田の魚」である。

#### 種内の遺伝的多様性

アロザイム分析により、国内の野生集団は大きく2つのグループ、「北日本集団」と「南日本集団」に分けられることが明らかになっている(図1; Sakaizumi et al.,



図1. 北日本集団のメダカ（上）と南日本集団のメダカ（下）（いずれも京都府由良川水系産，近畿大学 朝井俊亘氏提供）．両者の間には大きな遺伝的分化が認められるが，形態的な差異はきわめて小さい．

1983)．北日本集団は青森県の東部から日本海沿いに丹後半島の東側まで分布し，それ以外の地域の集団はすべて南日本集団にまとめられる．また，両者の分布境界にあたる丹後・但馬地方には，南北集団の雑種に起源をもつ「ハイブリッド集団」が存在する．北日本集団と南日本集団の遺伝的分化は別種レベルにまで達しているが，両者は交配可能であり，少なくとも飼育下で生殖的隔離は認められていない (Sakaizumi et al., 1992)．この南北集団間の大きな遺伝的分化はミトコンドリアDNAの分析からも確認されており，分子時計の適用によりその分岐年代は400–500万年前と推定されている (Takehana et al., 2003)．最近のベイズ法に基づく分岐年代推定では，両者の分岐はさらに古く，約1,800万年前であった可能性が指摘されている (Setiamarga et al., 2009)．いずれにしても，両者の分岐が非常に古い時代であったことは間違いない．

地域固有の遺伝的差異は南北集団内にも認められ，ミトコンドリアDNAの解析から北日本集団は，能登・加賀地方に特有のサブクレード，丹後・但馬地方特有のサブクレードおよびそれ以外の地域に分布するサブクレード，の3つに分けられる．一方，南日本集団はアロザイム遺伝子座における地域固有の対立遺伝子の分布から，「東日本型」，「東瀬戸内型」，「西瀬戸内型」，「山陰

型」，「北部九州型」，「大隅型」，「有明型」，「薩摩型」および「琉球型」の9つの「地域型」に分けられている (酒泉, 1990, 2000)．ミトコンドリアDNAの分析では，山陰型や東日本型がさらに複数のサブクレードに分類できるほか，南北集団の分岐とほぼ同時期まで遡る遺存的な系統 (クレードC) の存在も明らかになっている (Takehana et al., 2003)．

メダカの南北集団や地域型に代表される地理的変異は，種という分類群が遺伝的に多様な集団の集まりであることを示している．このような種内の遺伝的多様性を生じさせる要因のひとつは「隔離」である．分布域が山地の隆起などの地理的障壁によって分断されて遺伝的交流がなくなると，突然変異の蓄積によってそれぞれの分布域に独自の遺伝的特性をもつ集団が形成される．このような隔離が長い時間維持されると，やがては異なる種へと分化する．しがたって，メダカにみられる地理的変異の存在は，地域間で長い隔離の時間があったことを示しているだけでなく，メダカという種が「進化し続ける実体」であることを物語っている．

#### 個体群の現況

1997年から1999年にかけて環境省により行われた「種の多様性調査」によれば，北海道，東京都，福井県，山梨県，愛媛県および宮崎県からは1993年以降の分布記録がなく，分布地点が10地点に満たない県が27あった (環境省, 2002)．その後，2001年から2003年にかけて実施された農林水産省と環境省の連携による「田んぼの生きもの調査」では，北海道 (移殖)，福井県，愛媛県および宮崎県からはメダカの分布が確認されたが，東京都と山梨県からは分布の再確認が得られていない (農林水産省・環境省, 2004)．

自然分布地の減少に拍車をかけた要因として，(1) 大型区画水田化と乾田化，また用水路整備にともなう溜池の不用化，都市近郊の各種造成工事による生息地の消失，(2) 生活雑排水の生息地への流入汚染，(3) 用水路のU字溝化とコンクリート壁化，(4) 産卵床としての水草繁茂地の減少と消失，(5) 用水路と水田との水流落差の増大による生息地の孤立化，(6) 外来魚のブラックバスやブルーギルなどによる食害，が挙げられている (環境省, 2003)．また，温暖な地方では，生態的に競合するカダヤシやグッピーの移殖によってメダカが駆逐されているという報告もある (佐原・幸地, 1980)．しかし，メダカの減少は，大型区画水田化や乾田化と，用水路整備による「生息地の消失」によるところが大きい．水田周辺の構造が大きく変化したことによって，メダカをはじめとする止水性の動物のすみか自体が減ってしまったことが主な原因と考えられる．

今日メダカがみられる生息地は，年間を通じて水量が安定している一部の水田や用水路，溜池などである．このような場所では，個体数は年間を通じて比較的安定している．しかし，用水路の水が排出されずに溜まった場

所など、不安定な環境に生息している場合も少なくない。

#### 保全への課題、遺伝的攪乱

生息地が減少している一方で、環境保護や環境教育を目的としたメダカの放流が各地で行われている。メダカの保全を考えるうえでの大きな問題のひとつは、この放流による遺伝的攪乱である。

メダカに地域固有の遺伝的変異が存在することは先に述べたが、地形や水系の分布と遺伝的な地域型の分布が一致しない地域が確認されている。関東地方では、荒川・利根川水系のほとんどの個体群で、瀬戸内地方や九州北部に分布するミトコンドリアDNAのハプロタイプが検出されている（竹花・酒泉，2002；Takehana et al., 2003）。東海地方や北陸地方ではこれらのハプロタイプが認められないことから、関東地方での分布は人為的な要因を疑わざるを得ない。1980年代に行われたアロザイム分析でも、一部の遺伝子座で同様の現象が認められており（Sakaizumi et al., 1983）、かなり前から人為的移殖による大規模な遺伝的攪乱が生じてきた可能性が考えられる。また、近年造成された自然公園などにおいても、しばしばその地域には存在するはずのないハプロタイプが検出されることがあり、移殖放流が現時点においても広範囲に行われている可能性が指摘されている（竹花・酒泉，2002）。

近年では、観賞用や教育教材として大量に養殖・販売されているヒメダカの放流も懸念されている。ヒメダカが野外に放流されたケースは数多く報告されており、野外におけるヒメダカの見撃情報も多い（瀬能，2000）。特に、ヒメダカの主産地である愛知県弥富市や奈良県大和郡山市では、養殖池からの逸出が懸念されている。最近、大和郡山市を流れる大和川水系について、野外調査とミトコンドリアDNAを用いた遺伝子分析が行われた（小山・北川，2009）。その結果、調査が行われた45集団のうち7集団からヒメダカが得られ、そのうち4集団では野生型メダカとヒメダカが混在していた。野外でみられたヒメダカの多くは流通ヒメダカと共通のハプロタイプをもち、一部の野生型個体からも同一のハプロタイプが検出された。これらことから、ヒメダカが養殖池から近隣の水域へ逸出しているだけでなく、すでにヒメダカと野生メダカの交雑が生じている可能性が示唆された。

このような他の地域の個体群を用いた移殖放流やヒメダカの放流・逸出が問題視される理由は、不可逆的な「遺伝的攪乱」が生じるためである。前述のように、メダカの遺伝的な特性は地域や水系によって大きく異なり、この遺伝的差異は長い時間をかけて形成されたものである。そのため、他の地域のメダカやヒメダカを野外に放流すれば、地域集団がもつ遺伝的特徴に大きな影響を与え、遺伝子レベルの生物資源の消失につながる。在来集団と放流集団の間に生殖的隔離がない、または不完

全であるために交雑が起こり、集団の遺伝子の構成に変化が生じるからである。そしていったん、遺伝的攪乱が起きてしまうと、二度と元に戻すことはできない。特にレッドリストに掲載されて以来、メダカの保護を目的とした放流事業が住民団体や学校、行政等により行われている。このような取り組みが、遺伝的攪乱を助長するようでは本末転倒である。今後もこうした人為的な分布拡大が危惧されるとともに、さらなる遺伝的攪乱が懸念される。

#### 保全への取り組みと今後の保全対策

メダカは1999年に「絶滅危惧II類（VU）」として初めてレッドリストに掲載され（環境庁，1999）、2007年の改訂版レッドリストでは北日本集団と南日本集団を亜種レベルで区別し、それぞれを絶滅危惧II類に指定した（環境省，2007）。この措置は、メダカを含めた止水性生物の生息地が危機的状況にあることを示しただけでなく、種内の遺伝的分化を考慮して、南北集団それぞれを独立した単位として保全する必要があることを明確にしたという点で重要である。

先に述べたように、メダカの主な減少原因は生息地の消失である。そのため、本種の保全を図るためには、(1)現在の生息地を確実に保全し、(2)生息可能な場所や移動経路を増やすことが必要である。そのためには、メダカをはじめとする水生生物が生息・移動可能な水田生態系の復元が望まれる。現在の生息地には、地元住民の努力によって適切に管理され、安定した水位が保たれている場所も少なくない。そのような状況が今後も維持されれば、地域固有のメダカを保全することは十分可能である。また、これまでの遺伝子分析によって遺伝的差異が認められていない場合でも、それは単に我々の分析能力の問題かもしれない。近年の研究からは、同じ北日本集団でありながら、成長速度や脊椎骨数に緯度に沿った変異（クライン）が存在することが明らかになっており（Yamahira et al., 2007；Yamahira and Nishida, 2009）。今後、詳細な分析を行えば、水系だけでなく個々の集団ごとに固有で適応的な遺伝的特徴が明らかになる可能性もある。したがって、メダカの遺伝的多様性を保全するには、現在の生息地をひとつでも多く残すことが必要である。一方、「めだか」には水辺の生き物の象徴という側面もある。メダカの生息地はメダカに限らず、他の希少水生動植物の生息地であることも多い。メダカが生息している水域において動植物相や水環境を把握するための調査を行った上で、メダカを含めた多様な生物が生息できる環境を整えることが重要である。

メダカ生息地の保全と並行して、メダカ保護を目的とした放流事業が各地で行われている。しかし、現時点では放流によって個体群を回復しなければならないほど深刻な状況は少ない。むしろ、放流によって生じる遺伝的攪乱のリスクの方がはるかに大きい。放流の動機には「地元の水辺にメダカがいてほしい」という情動的な理

由が多いが、そのような場合は、放流を考える前にその地域に生息する野生メダカを徹底的に調査すべきであり、残された生息地の保全を第一に検討するべきである。放流したメダカが生存できる場所ならば在来のメダカが残っている可能性が高く、逆にメダカが生存できないような環境では放流したメダカも生存が困難であろう。どうしても放流を行いたいという場合は、日本魚類学会(2005)の「生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン」に沿って、地元の大学、博物館や自然科学館等の専門家と一緒に進めるべきである。その際には、「採集地と同じ場所」あるいは「できるだけ近い場所」に由来する個体を放流することが大前提となる。保全意識を高める環境教育が目的であれば、水族館・博物館の展示やビオトープなどでの自然観察会で十分代用できる。しかし、その地域に生息する個体群は決して他の地域に生息する個体群では代用できないのである。

メダカ種内の遺伝的多様性は、数百万年という非常に長い時間をかけて形成されたものである。一方、世界遺産として登録されている最古の木造建築である法隆寺でさえ、1,400年の歴史にすぎない。今後は、法隆寺よりはるかに古い歴史をもつ生き物の多様性が、「自然の遺産」として重要な価値をもつという環境教育も必要になると思われる。「進化する実体」としてのメダカの遺伝的多様性を保全するには、現在生息している個体群を確実に保全していくとともに、これ以上の人為的攪乱を防ぐことが重要である。

### 引用文献

- 岩松鷹司. 2006. 新版メダカ学全書. 大学教育出版, 岡山. 473 pp.
- Egami, N., O. Terao and Y. Iwao. 1988. The life span of wild populations of the fish *Oryzias latipes* under natural conditions. *Zool. Sci.*, 5: 1149–1152.
- 濱口 哲・中川実紀・藤巻 玲・酒泉 満. 2003. 新潟地域メダカの生活史. 新潟大学理学部自然環境科学科(編), pp.37–45. 弥彦山・角田山とその周辺環境科学—弥彦プロジェクト研究報告書—(2003.3), 新潟大学, 新潟.
- 環境庁. 1999. 汽水・淡水魚類のレッドリストの見直しについて. <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=818> (参照2009-11-30).
- 環境省. 2002. 自然環境保全基礎調査 生物多様性調査 動物分布調査報告書(淡水魚類). [http://www.biodic.go.jp/reports2/5th/ap\\_tansui/index.html](http://www.biodic.go.jp/reports2/5th/ap_tansui/index.html) (参照2009-11-30).
- 環境省. 2003. 改訂 日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—. 自然環境保護センター, 東京.
- 環境省. 2007. 資料2 汽水・淡水魚類のレッドリスト. <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=8648> (参照2009-11-30).
- 小山直人・北川忠生. 2009. 奈良県大和川水系のメダカ集団から確認されたヒメダカ由来のミトコンドリアDNA. *魚類学雑誌*, 56: 153–157.
- 日本魚類学会. 2005. 生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン. <http://www.fish-isj.jp/iin/nature/guideline/2005.html> (参照2009-11-30).
- 農林水産省・環境省. 2004. 農林水産省と環境省の連携による「田んぼの生きもの調査2003」の結果について. <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=4830> (参照2009-11-30).
- 酒泉 満. 1990. 遺伝学的にみたメダカの種と種内変異. 江上信雄・山上健次郎・嶋 昭敏(編) pp. 143–161. *メダカの生物学*. 東京大学出版会, 東京.
- 酒泉 満. 2000. メダカの系統と種内構造. *蛋白質核酸酵素*, 45: 2909–2917.
- Sakaizumi, M., K. Moriwaki and N. Egami. 1983. Allozymic variation and regional differentiation in wild population of the fish *Oryzias latipes*. *Copeia*, 1983: 311–318.
- Sakaizumi, M., Y. Shimizu and S. Hamaguchi. 1992. Electrophoretic studies of meiotic segregation in inter- and intraspecific hybrids among east Asian species of the genus *Oryzias* (Pisces: Oryziatidae). *J. Exp. Zool.*, 264: 85–92.
- 佐原雄二・幸地良仁. 1980. カダヤシーメダカダヤシの生態. 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦(編) pp. 106–117. *日本の淡水生物—侵略と攪乱の生態学*. 東海大学出版会, 東京.
- 瀬能 宏. 2000. 今, 小田原のメダカが危ない—善意?の放流と遺伝子汚染. *自然科学のとりま*, 6: 14.
- Setiamarga, D. H. E., M. Miya, Y. Yamanoue, Y. Azuma, J. G. Inoue, N. B. Ishiguro, K. Mabuchi and M. Nishida. 2009. Divergence time of the two regional medaka populations in Japan as a new time scale for comparative genomics of vertebrates. *Biol. Lett.*, 5: 812–816.
- Takehana, Y., N. Nagai, M. Matsuda, K. Tsuchiya and M. Sakaizumi. 2003. Geographic variation and diversity of the cytochrome *b* gene in Japanese wild populations of medaka, *Oryzias latipes*. *Zool. Sci.*, 20: 1279–1291.
- Takehana, Y., K. Naruse and M. Sakaizumi. 2005. Molecular phylogeny of the medaka fishes genus *Oryzias* (Belontiiformes: Adrianichthyidae) based on nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 36: 417–428.
- 竹花佑介・酒泉 満. 2002. メダカの遺伝的多様性の危機. *遺伝*, 56: 66–71.
- 寺尾 修. 1985. 野生メダカの生態. *遺伝*, 39: 47–50.
- Yamahira, K., M. Kawajiri, K. Takeshi and T. Irie. 2007. Inter- and intrapopulation variation in thermal reaction norms for growth rate: evolution of latitudinal compensation in ectotherms with a genetic constraint. *Evolution*, 61: 1577–1589.
- Yamahira, K. and T. Nishida. 2009. Latitudinal variation in axial patterning of the medaka (Actinopterygii: Adrianichthyidae): Jordan's rule is substantiated by genetic variation in abdominal vertebral number. *Biol. J. Linn. Soc.*, 96: 856–866.

(竹花佑介 Yusuke Takehana : 〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町西郷中38 基礎生物学研究所バイオリソース研究室 e-mail: takehana@nibb.ac.jp ; 北川忠生 Tadao Kitagawa : 〒631-8505 奈良県奈良市中町3327-204 近畿大学農学部環境管理学科水圏生態学研究室 : e-mail: tkitagaw@nara.kindai.ac.jp)

魚類学雑誌 57(1): 80-83  
2010年4月26日発行

### シナイモツゴ：希少になった雑魚をまもる

#### *Pseudorasbora pumila pumila*: Conservation priorities for the endangered minnow

シナイモツゴ *Pseudorasbora pumila pumila* は、コイ科ヒガイ亜科に属する全長数センチほどの日本固有種である。関東・中部以東の本州に広く分布し、和名は模式産地である宮城県の旧品井沼に由来する。本種は日本で初めて発行されたレッドデータブック（環境庁、1991）に希少種として記載され、その後、絶滅危惧種IB類（環境省、2003）、絶滅危惧種IA類（環境省、2007）とランクを上げながら常にリストされている。

日本産モツゴ属魚類には *Pseudorasbora pumila* とモツゴ *P. parva* の2種が知られている。前者は、シナイモツゴと濃尾平野に生息するウシモツゴ *P. pumila* subsp. の2亜種からなる。2種の外部形態は非常に似ているが、シナイモツゴとウシモツゴは側線有孔鱗を肩部に0枚から数枚しかもたないのに対し、モツゴは肩部から尾部まで連続していることで識別できる（中村、1969）。また、両亜種はモツゴと比較して頭部が大きく尾柄が太い。モツゴは、アムール以南の東アジアに広く分布し、日本では本州中部を縦断するフォッサマグナ周辺域を北限とする（中村、1969; Watanabe et al., 2000）。モツゴはシナイモツゴとは異所的に分布していたが、コイやフナなどの種苗放流に混入し、今では沖縄から北海道まで日本全国で観察される国内外来魚となった（内山、1987; 中井、2004）。後述するようにモツゴの分布拡大はシナイモツゴの減少に深く関与している。

#### 生態学的特徴

モツゴ属魚類は、ため池や沼などの止水域あるいは水路などの流れの緩やかな場所に生息する。水域の中央部より岸辺周辺を好み、池底が腐食質に富み、淀んだ池沼を好む（中村、1969）。側線有孔鱗数が少なく、ずんぐりとした太短い体型をしたシナイモツゴは止水域に適応していると考えられる（内山、1987）。底生の小動物やプランクトンおよび付着藻類を食べる雑食性であり、雌は雄に比べて大型になる。雌雄ともに1年で成熟し、野生個体の寿命は2年から3年とされる（中村、1969）。

シナイモツゴはくすんだ茶色の地味な色をしているが、繁殖期である3月末から6月になると、雄は全身に真っ黒な婚姻色と頭部前面に追星（白点）を呈する（中村、1969）。繁殖雄は、産卵場所となる抽水植物の茎や葉の裏、石や貝などの基質の周りに縄張りをつくり、複数の雌と交配する。雌は数百粒の卵を1シーズンに複数回産卵する。雄は卵がふ化するまで1週間から10日ほど保護し、稚魚はふ化してまもなくプランクトンなどの餌を食

べる。

#### 分布の現状

本種は、日本海側では新潟県および長野県を流れる信濃川水系、太平洋側では東京都の江戸川水系を南限とし、関東・中部以東の本州に広く分布していた（中村、1969）。中村（1969）は、関東平野（東京都葛飾区と群馬県館林市）において本種を確認しているが、1940年代にはほぼ絶滅状態であったと報告している。関東地方各県のレッドデータブックでは、埼玉県と群馬県では絶滅と評価され、東京都、栃木県、茨城県、千葉県および神奈川県では、情報不足、あるいは記載なしとなっている。現存する生息地は、東北地方の全6県、および中部地方の長野県と新潟県で確認されており、各県のレッドデータブックでは絶滅リスクの高い種として記載されている。現在の分布南限は、日本海側では長野県、太平洋側では福島県、北限は青森県および岩手県となる。また、日本海側の秋田県、山形県および新潟県ではそれぞれ10地点前後の生息地が残存するが（新潟県、2001; 環境省、2003）、その他の生息地は各県1-3地点ときわめて少ない。北海道石狩川水系や道南でも生息が確認されているが、本州からの移植と考えられる（正田、1959; Koga and Goto, 2005）。

#### 外来魚モツゴによる置換とその抑制

シナイモツゴは各地でモツゴと置き換わりながら急激に姿を消したが（細谷、1979; 内山、1987）、その因果関係については不明であった。長野県北部において、モツゴが侵入して間もないシナイモツゴ個体群が発見され（清水、1996）、その置換様式が少しずつ明らかになってきた。

**交雑による種の置換** 2種は同所的に生息すると、自然環境下においても容易に交雑してしまう（Konishi et al., 2003; 小西・高田、2005）。交雑個体群の種組成の変化から、モツゴの侵入・定着後わずか数年で置換する可能性が示唆された。自然雑種はすべてF<sub>1</sub>世代であり、繁殖能力のない不稔であった。また、水槽内では正逆交雑するが、野外ではシナイモツゴ雌とモツゴ雄間に由来する雑種個体しか発見されなかった（Konishi and Takata, 2004a）。雑種が不稔になる場合、交雑は世代の継続に貢献しない。長野県の例は、交雑を起こしながらも戻し交雑による“遺伝子汚染”の危険性が極めて低い稀な例である（河村ほか、2009）。ただし地域によっては戻し交雑個体が確認されているので（Koga and Goto, 2005）、交雑経歴のある池についてはマイクロサテライトDNA（Konishi and Takata, 2004b）などの分子マーカーを用いて、遺伝子汚染の有無を確認すべきであろう。

モツゴ属魚類は1シーズンに複数回交配するので、シナイモツゴ雌と交雑したモツゴ雄は同種雌とも交配できる。モツゴが交雑に費やすコストは、高価な卵を不稔雑

種形成に提供するシナイモツゴと比べてはるかに小さい。したがって、非対称な方向性をもつ交雑は種の置換を促している可能性が高い。非対称性をもたらす原因はまだ明らかにされていないが、産卵基質をめぐる雄間競争の勝敗はサイズ依存的に決まることから (Konishi and Takata, 2004c)、有限な産卵場所しかない野外では、より大型に成長するモツゴ (中村, 1969) が基質獲得に有利となるのかもしれない。

両種の生息環境条件には多数の共通点が認められていることから (Konishi et al., 2009)、交雑をとまなう繁殖干渉 (繁殖をめぐる競争) だけでなく、生息場所や餌資源をめぐる一般的な種間競争の影響も無視できない。個体群成長に関わる生活史形質 (産卵数、成熟齢、成長速度など) の種間比較や密度依存的な要因 (水域の環境収容力、産卵基質の分布、初期個体数比など) を加味したシミュレーションモデルの構築は、種の置換リスクの予測・評価に有効であろう。

以上の知見や予測は、モツゴの脅威を取り除くことがシナイモツゴ保全において優先すべき課題であることを明示し、その方法を開発するための有益な情報を提供する。また、国内外来魚問題の現状を理解し、種苗放流による間接的な生態系攪乱の影響や非意図的な生物の分散の危険性を訴える科学的根拠となる。

**国内外来魚モツゴの管理策** モツゴはシナイモツゴと見た目が酷似している上、すでに東日本の平野部では普通種となっており、国内外来魚としての認識は低い。シナイモツゴ生息地への意図しないモツゴの侵入を防ぐには、生息地住民に対して国内外来魚モツゴの周知を図ることが重要であろう。

地形、水路ネットワークおよびため池の構造は、モツゴの侵入・定着リスクを予測するための重要な情報となる。長野県北部のシナイモツゴ生息地では、山の斜面の中腹にモツゴが侵入し、水路ネットワークを通じて下方へと分散したと考えられている (小西・高田, 2005)。頂上付近へのモツゴの侵入は、地域全体のシナイモツゴの絶滅リスクを高めるため、いち早く検出するためのモニタリング体制を要する。また、池岸の水深はモツゴの定着リスクの予測に有効なパラメータの1つとなっている (Konishi et al., 2009)。モツゴは一旦定着すると急速に増加するので、シナイモツゴ個体群への侵入が確認された場合、池の水を抜くなど短期間で徹底的に実施できる方法が良い (小西・高田, 未発表データ)。

駆除による生態系管理は、すでに定着した外来種の生態的役割や2次的な影響についても留意した順応的な視点で実施されるべきである (Zavaleta et al., 2001; 石田ほか, 2003)。置換後の生態系では、シナイモツゴの役割をモツゴが担っている可能性が考えられるので、駆除の際の影響評価は重要である。また、在来生態系の復元を目標とするならば、モツゴの駆除後にシナイモツゴの(再)放流が求められることもあるだろう。その際には、

地域個体群の遺伝的固有性と放流個体の遺伝的多様性に配慮し、安全で、かつ成功の見込みが高い放流を実施しなければならない (日本魚類学会, 2005)。

**外来魚モツゴ** モツゴの分布拡大は国内だけの現象ではなく、1960年代にルーマニアで確認されて以降、本種の移入地は欧州各地、中央アジア各国、北アフリカ (Bianco, 1988)、さらには太平洋のフィジー (FAO, 1997) と広範に及んでいる。感染症・寄生虫の媒介や種間競争を介した在来種の駆逐など、モツゴは侵略性の高い外来魚として世界的に警戒されている (Britton et al., 2010)。欧州のモツゴは大陸産と予想されるが (Briolay et al., 1998)、国内においても大陸産モツゴと推定されるmtDNAハプロタイプを有する個体が発見されており (Watanabe et al., 2000)、国内のモツゴの一部は国外外来魚である可能性がある。

### 保全の取り組み

保全の取り組みは地域によって大きく異なると考えられる。ここでは、宮城県のNPO法人「シナイモツゴ郷の会」と長野県の例について紹介する。

**保全活動の例—宮城県—** シナイモツゴ郷の会は、2002年に結成され、2004年にはNPO法人化されている。繁殖を補助するための技術として人工産卵基質や稚魚の初期餌料の開発など、シナイモツゴの保存・増殖に欠かせないもっとも重要な手法を確立している (大浦ほか, 2006)。また、1996年に宮城県鹿島台町で再発見された唯一の野生個体群 (高橋ほか, 1995) に対し、里親制度を導入し、危険分散や生息域の拡大に着手している。会の活動は、シナイモツゴの保護事業 (生物調査、ため池管理) や復元事業 (繁殖補助、再導入) にとどまらず、社会教育活動支援 (一般市民を対象とした積極的な勉強会や観察会、里親親子活動)、啓発宣伝事業 (「シナイモツゴ郷の米」の生産、ニュースレター「シナイ通信」の発信)、環境保全事業 (ゼニタナゴ復元プロジェクト、伊豆沼バスバスターズ) など幅広い活動と視野で、自然再生を目標としている。

**保全活動の例—長野県—** 長野県では、自治体を中心となって、シナイモツゴの生息状況追跡調査、ため池使用実態調査、ため池群の水系調査 (水路のつながり状況)、外来魚 (ブルーギルおよびモツゴ) 駆除および遺伝子解析による雑種判別など、多岐にわたった活動を実施している (高田・小西, 2006)。2006年には県の希少野生動植物保護条例の対象種に唯一の淡水魚として指定されたが、具体的な回復事業はまだ開始されていない。条例では、個体の取り扱い (捕獲・採取の届出義務、販売・流通への対応)、生息地の保護 (開発行為への対応)、保護回復事業の促進などの規制措置に加え、罰則も設けられている。本条例では監視指導体制の整備にも言及しており、長野市の生息地では地元小学校の教員らが監視員として知事から委嘱されている。

### 今後の課題

シナイモツゴは現在も広域に分布するので、一般的な「希少種」とは違った印象を受けるかもしれない。しかし、平野部ではモツゴばかりが観察され、残存する生息地のほとんどは里山や里地のため池に隔離され、点在しているに過ぎない。また、他の希少淡水魚と同様に、都市化による開発や水質汚濁、ため池の埋め立てや荒廃（湿地化）および国外外来魚による捕食（大浦ほか、2006）により、今もお減り続けていると考えられる。

**遺伝的管理** 分断された生息地の個体群は、それぞれの環境に適応した遺伝的背景もつ「進化的に重要な単位（ESU）」あるいは「管理単位（MU）」に相当すると考えられる（Moritz, 1994）。分布全域を網羅した系統地理学的情報や、地域個体群の遺伝的構造の把握および遺伝的多様性の評価など、遺伝的管理にむけた情報の蓄積は、早急に取り組むべき課題である。

ため池群に残存する長野県北部の生息地は全国有数の規模を誇るが、中立的な分子マーカーで見ると、個体群間・個体群内ともに遺伝的多様性はきわめて低い（Konishi and Takata, 2004a）。一方で外部形態や生活史形質において個体群間変異が見いだされており（小西ほか、未発表データ）、柔軟に生きる雑魚本来の姿をかいま見ることができる。これら変異性は遺伝的多様性の失われたシナイモツゴ個体群の管理において重要な指標になると期待される。複雑な景観を呈する中山間地のため池群は、安定したメタ個体群構造（個体の稀な移動によって緩やかに連結した局所個体群の集合およびその動態）を発達させ、地域個体群の遺伝的多様性の喪失や絶滅のリスク軽減に寄与しているかもしれない。

**保全の優先順位** シナイモツゴのように広域に分布し、長い歴史を反映した特徴あるそれぞれの生息地を保全するためには、科学的情報に基づく保全優先順位の設定によって現況や目標を具体化することが効果的な保全対策に結びつくと考えられる（Bottrill et al., 2008）。個体群数が極めて少ない地域（例えば宮城県）では、順位を決めるまでもなく保全の重要性は明確である。一方、ため池群に形成された生息地は、前述のように希少種の保存場所として高い機能を有すると期待されるが、数百のため池全てを保全の対象とすれば、地域住民の負担は大きくなり、長期的な保全活動の障害となる。外来種の侵入・定着リスク（Konishi et al., 2009）、池の管理状況、病気・寄生虫の有無および遺伝的多様性などを判断基準として優先順位を決めることにより、予算や人材の規模にも考慮した活動範囲や住民の意見を取り入れた目標を示すことができるだろう。

**啓発活動** 淡水魚を始めとする里山の生き物の研究をする学生は、ぜひ近くの小学校や中学校に足を運び、自分の研究や生き物の知識を子供たちに伝えてほしい。身近な生き物に関心をもち、正しい接し方を学ぶ機会が少ない子供たちにとって貴重な体験になる。このような

理科教育を学校側は喜んで受け入れてくれるはずである。行政、研究者、市民間の合意形成があつて初めて効果的な保全活動は成立するが、里山においては地域住民や市民の意見がもっとも効力をもつ。それは里山の環境保全の利点ととらえることができる。長野県の生息地における農業従事者の多くは60歳代後半から70歳代である。後継者不足の現状が続けば、10年後には現在どうにか維持されている美しい里山景観が急激に荒廃するだろう。若い研究者が地元の自然に惹かれ足を運び、子供たちにその貴重さを伝える姿は、新たな活力として喜ばれるはずである。

### 引用文献

- Bianco, P. G. 1988. Occurrence of the Asiatic gobionid *Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel in south-eastern Europe. *J. Fish Biol.*, 32: 973–974.
- Bottrill, M. C., L. N. Joseph, J. Carwardine, M. Bode, C. Cook, E. T. Game, H. Grantham, S. Kark, S. Linke, E. McDonald-Madden, R. L. Pressey, S. Walker, K. A. Wilson and H. P. Possingham. 2008. Is conservation triage just smart decision making? *TREE*, 23: 649–654.
- Briolay, J., N. Galtier, R. M. Brito and Y. Bouvet. 1998. Molecular phylogeny of Cyprinidae inferred from cytochrome *b* DNA sequences. *Mol. Phyl. Evol.*, 9: 100–108.
- 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.
- FAO. 1997. FAO database on introduced aquatic species. FAO, Roma.
- 疋田豊彦. 1959. 北海道におけるシナイモツゴの新棲息地とその形態について. 北海道水産孵化場研報, 14: 67–70.
- 細谷和海. 1979. 最近のシナイモツゴとウシモツゴの減少について. *淡水魚*, 5: 117.
- 石田 健・宮下 直・山田文雄. 2003. 群集動態を考慮した生態系管理の課題と展望：奄美大島における外来種問題の事例. *日本生態学会誌*, 8: 159–168.
- 環境庁. 1991. 日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—脊椎動物編. 自然環境研究センター, 東京. 314 pp.
- 環境省. 2003. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—4 汽水・淡水魚類. 自然環境研究センター, 東京. 16+230 pp.
- 環境省. 2007. レッドリスト. 汽水・淡水魚. 環境省ホームページ: [http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb\\_f.html](http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html) (参照2010-1-10).
- 河村功一・片山雅人・三宅琢也・大前吉広・原田康志・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. *日本生態学会誌*, 59: 131–143.
- Koga, K. and A. Goto. 2005. Genetic structures of allopatric and sympatric populations in *Pseudorasbora pumila pumila* and *Pseudorasbora parva*. *Ichthyol. Res.*, 52: 243–250.
- 小西 繭・高田啓介. 2005. シナイモツゴからモツゴへ—交雑をとおした種の置き換わり—. 片野 修・森 誠一（編）, pp. 99–110. 希少淡水魚の現在と未来—積極的保全のシナリオ—. 信山社, 東京.
- Konishi, M., K. Hosoya and K. Takata. 2003. Natural hybridization between endangered and introduced species of *Pseudorasbora*, with their genetic relationships and characteristics inferred from allozyme analyses. *J. Fish Biol.*, 63: 213–231.
- Konishi, M. and K. Takata. 2004a. Impact of asymmetrical hybridiza-



- tion followed by sterile  $F_1$  hybrids on species replacement in *Pseudorasbora*. *Conserv. Genet.*, 5: 463–474.
- Konishi, M. and K. Takata. 2004b. Isolation and characterization of microsatellite loci in Japanese minnows *Pseudorasbora parva*. *Mol. Ecol. Notes*, 4: 64–66.
- Konishi, M. and K. Takata. 2004c. Size-dependent male-male competition for a spawning substrate between *Pseudorasbora parva* and *P. pumila*. *Ichthyol. Res.*, 51: 184–187.
- Konishi, M., H. Sakano and K. Iguchi. 2009. Identifying conservation priority ponds of an endangered minnow, *Pseudorasbora pumila*, in the area invaded by *Pseudorasbora parva*. *Ichthyol. Res.*, 56: 346–353.
- Moritz, C. 1994. Defining evolutionarily significant units for conservation. *TREE*, 9: 373–375.
- 中井克樹. 2004. 移植放流がもたらす外来淡水魚の遺伝的攪乱. *環境情報科学*, 33: 21–25.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学研究所, 東京. 455 pp.
- 日本魚類学会. 2005. 生物多様性の保全をめざした魚類の放流ガイドライン (放流ガイドライン, 2005). *魚類学雑誌*, 52: 80–82.
- 新潟県. 2001. レッドデータブックにいがた. 新潟県ホームページ: <http://www.pref.niigata.lg.jp/kankyokikaku/1214240790991.html> (参照2009-12-1).
- 大浦 實・渡辺喜夫・三浦一雄・鈴木康文・遠藤富男・二宮景喜・佐藤孝三・石井洋子・坂本 啓・高橋清孝. 2006. シナイモツゴの保護とため池の自然再生. 細谷和海・高橋清孝 (編), pp. 117–126. *ブラックバスを退治する—シナイモツゴ郷の会からのメッセージ—*. 恒星社厚生閣, 東京.
- 清水義雄. 1996. 篠ノ井の溜池に棲息する貴重な魚貝類について. *市誌研究ながの*, 3: 230–237.
- 高橋清孝・門間喜彦・細谷和海・高取知男・木曾克裕. 1995. 模式産地におけるシナイモツゴの再発見と人工繁殖試験. *宮城内水試研報*, 2: 1–9.
- 高田啓介・小西 蘭. 2006. シナイモツゴの保全への模索—長野県のシナイモツゴを例に. 高橋清孝・細谷和海 (編), pp. 109–116. *ブラックバスを退治する—シナイモツゴ郷の会からのメッセージ—*. 恒星社厚生閣, 東京.
- 内山 隆. 1987. ウシモツゴ *Pseudorasbora pumila* subsp. の形態と生態. *淡水魚*, 13: 74–84.
- Watanabe, K., K. Iguchi, K. Hosoya and M. Nishida. 2000. Phylogenetic relationships of the Japanese minnows, *Pseudorasbora* (Cyprinidae), as inferred from mitochondrial 16S rRNA gene sequences. *Ichthyol. Res.*, 47: 43–50.
- Zavaleta, E. S., R. J. Hobbs and H. A. Mooney. 2001. Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *TREE*, 16: 454–459.
- (小西 蘭 Mayu Konishi: 〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1 信州大学サテライトベンチャービジネスラボラトリー e-mail: mkonishi@shinshu-u.ac.jp)

## 書評 Book Review

魚類学雑誌 57(1): 83–84  
2010年4月26日発行

淡水魚類地理の自然史—多様性と分化をめぐる。—渡辺勝敏・高橋 洋 (編著). 2009. 北海道大学出版会, 札幌. vii+283 pp. ISBN978-4-8329-8192-8. 3,000円 (税別).

本書は、日本の魚類研究の最前線で活躍する研究者による日本産淡水魚類を対象にした生物地理学の解説書である。本書は4部構成になっている。第I部は、日本産淡水魚類の生物地理学の研究史、日本列島の形成史についての解説、系統地理学の方法論の解説よりなる。第II部では、冷水性種 (カジカ類, トミヨ属, スナヤツメ), 温帯性種 (シマドジョウ類), サケ科魚類 (イワナ, シロザケ), メダカおよびアユについて、系統地理学的研究の具体例がそれぞれの専門家によって紹介されている。第III部では、淡水魚類における交雑と遺伝子浸透の実例, 3倍体のクローンからなる単為生殖種であるフナ類の集団構造について述べられる。第IV部では、比較系統地理学, 化石研究, 生態学的視点, そしてデータベース構築の試みなどを通して、魚類の生物地理学および進化生物学を総合的に理解する視点が提示されている。

本書を通読して最初に思ったのは、とにかく幅広い関連分野を扱っているということである。生物地理学は、ある特定の地域に分布する生物相の形成過程と形成要因を明らかにする研究

分野だが、このような学際的な問題に取り組むには、生物の系統・分類に対する知見は当然として、生物相を構成する個々の生物種の分布および生態, 化石による過去の生物相の把握, 地質変動による分布域の変遷過程, そして分子遺伝マーカーを用いた集団遺伝学的なアプローチと、さまざまな境界領域の知識を総動員する必要がある。本書は、そのような困難な研究分野に長年取り組んできた編著者の渡辺氏らを筆頭に、複数の研究者による2010年時点での淡水魚類の生物地理学の集大成、ともいえる内容で、大変読み応えのある一冊となっている。

その一方で本書は、魚類に限らずこれから系統地理学的な研究を始めようとする研究者にとって格好のガイドブックという側面も持っている。特に第I部の第2章 (日本列島の成立と古環境) と第3章 (系統地理学の方法論), および第IV部の第14章 (日本の淡水魚類相とその成立過程のより深い理解に向けて) は、必読の内容である。また種分化や進化生態学の側面から系統地理学に興味を持つ研究者には第9章 (種間交雑をとまなう系統地理) が、適応進化やエコゲノミクスの研究者には第7章 (メダカの高精度系統地理マップを作る) が、それぞれ大変参考になる内容を含んでいる。

個人的には、特に第3章と第11章を高く評価する。第3章では、もう一人の編著者である高橋氏により、系統地理学とは何かについて、また系統地理学のための具体的な方法論について論じられている。特に階層クレード分析 (nested clade phylogenetic