

イタセンバラの野生復帰の条件

大阪府環境農林水産総合研究所水生生物センター 上 原 一 彦

The conditions of the re-introduction of the Itasenpara bitterling. Kazuhiko Uehara (*Aquatic Life Conservation Research Center, Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefectural Government*)

はじめに

イタセンバラはコイ科の淡水魚で、近年個体数が減少していることから文化庁が種指定の天然記念物に、さらに環境省が、絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（種の保存法）の国内希少野生動植物種に指定している。また、国際自然保護連合（IUCN）のレッドリストにおいても、Vulnerable species（危急種）のカテゴリーにリストアップされている（IUCN, 2004）。

繁殖期は9月下旬から11月上旬で、その時期に雄は体色が紫紅色を帯び、腹鰭や尻鰭が黒を基調に蒼白色に色づく婚姻色を示す（図1）。メスは淡灰色の産卵管を伸張させ、生きているイシガイ科二枚貝の出水管に挿入して産卵を行う。貝の体内でふ化した仔魚は、約7ヶ月間貝の鰓葉内で発生を続け、翌年の4月末から5月にかけて、貝から浮上する。

イタセンバラは日本固有種で、淀川水系、濃尾平野と富山平野の離れた地域に独立して分布している。これら地域個体群の遺伝的類縁関係について岡崎ら（2006）は、ミトコンドリアDNAについて調べた結果、それぞれの地域個体群は固有の遺伝子組成を持つことを報告している。よって、

淀川のイタセンバラ個体群は、他の生息地と遺伝的に異なっており、その保護には淀川個体群を中心とした取り組みが必要となる。

淀川のイタセンバラは、大都市の中心部に生息しているため、常に不安定な状況下に置かれており、将来にわたって健全に種を維持するためには、より積極的な保護が必要となる。希少種を保護する取り組みは、生息地において自然状態で生体を維持する「保全」（Conservation）と、人為管理下で系群を維持する「保存」（Preservation）に大別される（細谷, 1997; Ryder et al., 2000）。

そこで、この2つの概念に従って淀川のイタセ

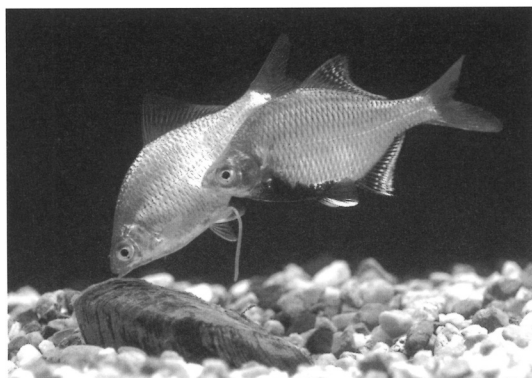


図1. イシガイに産卵体勢を保つイタセンバラのペア。雄は紫色の婚姻色を現し、雌は産卵管を伸ばす。

ンバラ個体群の有効な生息地での「保全」の方向性と、健全な種の「保存」手法について検討し、野生復帰までに必要なアプローチを考えてみたい。

淀川の河川改修

大都市大阪を流れる淀川は、有史以来、人間の社会活動の圧力を大きく受けており、その歴史は、我が国初の河川改修とされている仁徳天皇による茨田の堤の築堤（320年頃）から始まる。さらに、1590年代、豊臣秀吉が文禄堤を築堤し、1870年代にはオランダ人、ヨハネス・デレーケが、舟運のために河岸から川の中央に向かって垂直に張り出した石積み水制を設置するなど、淀川では数多くの河川工事が行われてきた。結果的に、この水制が骨格となり現在のワンドが形成されることとなる。1890年頃より、土木機械が投入されはじめ、現在に至るまで継続した大型土木工事が行われている。

近年では1960年代後半から始まった治水事業により、河川の直線化と河幅拡張や掘削などの大規模な河川工事が行われ、500箇所程度存在したワンドは、そのほとんどが埋め立てられ、40箇所程度にまで減少した。さらに、1980年代には淀川河口に大規模な淀川大堰が建設された。これらの改修によって増水の頻度が低減した河川数には、広場やスポーツ施設などを伴う国営淀川河川公園が設けられた。大規模な治水事業や大堰の稼働は、淀川の水位を安定化させ、増水による河川の攪乱の頻度を著しく減少させた。

有史以来、イタセンバラはこのように大きく姿を変え続けた淀川に、その命を委ねてきた。

淀川のイタセンバラの現状

淀川においてイタセンバラが主に生息している

水域は、本流につながる池のような構造をしたワンドと呼ばれる水域である。その中でも大阪市内に連続して位置する約30箇所のワンドが城北ワンド群と呼ばれ、イタセンバラの主な生息地となっている。

過去に行われた調査から、地引網1回当たりのイタセンバラの確認個体数の変化を見ると、1993年では1.0個体確認されたが（田中・平松、2004）、2004年には0.04個体（<http://www.epcc.pref.osaka.jp/afr/fish/seika/yod/7/2004/index.html>）と僅かに採集される程度となり、著しく減少している。さらに、国土交通省淀川河川事務所の調査では、2006年から現在に至るまで城北ワンドにおける仔稚魚の確認が途絶えている。

外来種問題

一方、イタセンバラの捕食圧となりうるブルーギルやオオクチバスなどの外来魚についてみると、1993年の城北ワンド群の魚類調査では、地引網1回当たりの採集個体数はブルーギルが0.9個体、オオクチバスが1.9個体（田中・平松、2004）と少なかったが、2004年の調査では、ブルーギルが74.3個体と優先種となり、オオクチバスも31.6個体と著しく増加している（<http://www.epcc.pref.osaka.jp/afr/fish/seika/yod/7/2004/index.html>）。また、淀川河川事務所が2006年に行ったワンド干し上げ調査では、ワンド内に生息する魚の約9割が外来魚であったことが報告されている（<http://www.yodogawa.kkr.mlit.go.jp/activity/manage/wando/images/result.pdf>）。淀川のブルーギルやオオクチバスは、すでに1970年代に確認されていたものの、近年になってその個体数が著しく増加している。これら外来魚の増加に伴って、イタセンバラの個体数は減少しており、外来魚の捕食圧がイタセンバラ減少の主要因の一つであること

は明らかである。

さらに、水位が安定した淀川には、抽水植物のスズメノヒエ類、ナガエツルノゲイトウ、ミズヒマワリをはじめ、浮遊性のホテイアオイやボタンウキクサなど多種類の外来水生植物が毎年のように大量繁茂し、水面の大部分を覆う状況に至っている（図2）。その結果、ワンドでは水中に酸素が届かず、恒常的な低酸素状態を引き起こしているものと考えられる。さらに、水中に日光が届かないことから、一次生産者である植物プランクトンの発生が抑えられ、生態系に大きな影響を与えている可能性が高い。また、冬季にこれら植物体が枯死して水底に堆積することによる底質の悪化も懸念される。

本来これらの植物は、河川の増水による攪乱作用によって押し流されるため、このように大量に繁茂することはほとんどないものと思われる。しかし、水位が一定レベルで管理されている現在の淀川において、増水による攪乱作用を望むことは難しい。これら外来の水生植物の大量繁茂が、イタセンバラの生息環境に大きな影響を及ぼしていることは明らかであろう。



図2. 淀川ワンドに大量繁茂する外来水生植物。一面に繁茂するボタンウキクサと、左がナガエツルノゲイトウ。

淀川でのイタセンバラ保全

現在、イタセンバラの生息にとって最大の脅威となっている外来魚のオオクチバス、ブルーギル等の駆除や繁殖抑制に関する取り組みを進めることが、生息地における保全において急務と考えられる。これまでも全国各地で国や自治体が、外来魚の駆除マニュアルを作成しているが、それらは主に溜池や湖沼での事例であり、淀川のような大規模河川を対象とした例はない。今後、淀川をはじめイタセンバラに関係する国や自治体、研究者、市民団体などが一丸となって、広域的な外来魚対策を進める必要がある。

田中・平松（2004）は、城北ワンド全域の底泥の深さを調べ、各ワンドの平均が0.83m、最も底泥の堆積が深い場所では1.65mに及ぶことを報告している。そして、底泥の堆積によりイシガイ等の二枚貝の生息域が減少する可能性を示唆している。イシガイは、イタセンバラが主に産卵に利用している二枚貝であり、比較的水深の浅い砂泥底の水域に生息している。淀川ワンドで生息する淡水二枚貝のうちで、最も生息数が多い（紀平ら、2003）。しかし、現在淀川で見られるような、深く底泥が堆積した水域は、イシガイにとって好適な生息環境ではないものと思われる。

また、イタセンバラは二枚貝の中で発育する胚発生過程において、日本の冬の水温変化に自らを適応させており、5℃程度の低温を経なければ正常に発育することができない（図3；Uehara et al., 2006）。冬季、この低温要求を十分に満たすために必要な生息環境として、外気温の影響を受けやすい比較的水深の浅い水域が適しているものと考えられる。よって浅い砂泥底の環境を維持することが、本種の生息には必須となるものと思われる。

一方、浅い水域は水生植物が根を張りやすいため、それらの植物の繁茂にも適した環境となる。

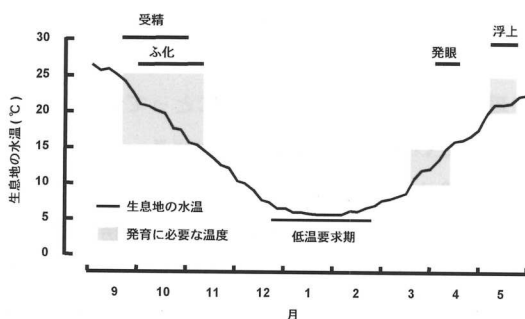


図3. 生息地の水温とイタセンバラ胚の各発育段階に必要な温度帯。グラフの上の線は、生息地で観察される胚の発育段階。(Uehara et al., (2006) をもとに作成)。

このような環境を恒常的に維持するためには、イタセンバラや二枚貝に大きな影響を与えず、過度に堆積した底泥を押し流し、適度に水生植物の繁茂を抑えるような河川の攪乱が定期的に行われることが必要となる。そのためには、現在の淀川の水位管理を見直し、人為管理下での攪乱を、定期的に行う必要があるものと思われる。

また、淀川大堰の影響が比較的少ない河川上流部において、適度な攪乱が予想される水域に新たにワンド群を創設することも重要と思われる。現在、淀川河川事務所が枚方市の楠葉地区で行っているワンド群再生の試みに期待したい。

種の保存の方法

生息地の淀川においてイタセンバラ個体群を維持することは第一義的に最も重要であるが、絶滅という最悪の事態に対応するため、生息地外の人為環境下において種を保存する取り組みも平行して進める必要がある。人間の社会活動による環境変化で種を絶やすのではなく、再び良好な環境が人の手によって再現され、保存個体を野生に戻すことが可能になるまで、健全に種を維持することが種の保存における重要な役割である。イタセン

バラを生息地外で保存する場合、以下の4つの方法が考えられる。

まず、生息地の環境を模した人為管理下の保存池にイタセンバラやイシガイが自然繁殖する環境を整えて保存する方法が挙げられる。水生生物センターでは1992年にイタセンバラ保存池を設置し、淀川産のイタセンバラを現在まで16年間継続して自然環境下で繁殖させている。この保存池では、イシガイや、イシガイのグロギジウム幼生のホストとなる魚類のヨシノボリが自然繁殖している。さらに現在、淀川河川事務所と共同で新たな保存池を2ヶ所新設し、飼育個体数の増大を目指している。このように自然繁殖池を複数設けることによって危険分散させ、種の保存をより安定して行う取り組みは、希少種の保護において極めて重要である。しかし、生息環境を再現した池を造成するためには広い用地が必要となるほか、密漁や外来種の進入防止措置などを講じる必要が生じる。

次に、水槽などで飼育し、二枚貝に自然産卵させて累代飼育する方法が考えられる。現在、イタセンバラの種の保存を行っている複数の水族館が、この方法で累代飼育しているが、二枚貝を長期にわたり水槽内で飼育する方法が未だ確立されていないため、計画的な繁殖が困難となっている。また、イシガイ科二枚貝は世界的に減少しているため (Bogan, 1993)、タナゴ類の増殖目的において生息地からそれらを採集することは保全上、問題視されている (前畑, 1997)。このように水槽飼育による種の保存には、産卵に使用する二枚貝の入手が困難なこと、さらにイタセンバラの仔魚が貝から浮上するまでの約7ヶ月間、二枚貝を飼育することが難しいことなど、課題も多く残されている。

第3に、卵と精子を採取し人工授精させ、5℃の低温処理により胚を発育させる繁殖法 (Uehara et al., 2006) が挙げられる。この方法

は計画的にたくさんの稚魚が得られるため、極めて有用な増殖方法と考えられる。しかし、雌雄が自由に配偶子を選ぶ自然繁殖と異なり、人間が親魚を選び、卵と精子を採取して授精させるため、人為的選抜による遺伝的な偏りが生じる可能性が高い。

最後に、遺伝資源の保存、すなわちジーンバンクを目的とした遺伝子の保存がある。具体的には精子の凍結保存技術が挙げられる。すでにイタセンパラの精子の凍結保存技術（上原・太田，2005）は実用化されており、国立環境研究所や近畿大学に保存されている。生体維持による累代飼育の場合、病気や事故による個体数の減少や全滅のリスクが常に存在するうえ、飼育に要する労力や維持に要する経費も必要となる。一方、保存精子は液体窒素さえ常に用意できれば、半永久的に保存が可能となる。今後さらに雌性配偶子の保存技術の開発や、始原生殖細胞を用いた種の保存技術の開発（小野里，1997；山羽，2002；Takeuchi et al., 2004）についても、研究を進める必要がある。

健全な種の保存のために

希少種をより自然に近い状態で保存するためには、生息地に近い場所で、可能な限り大きな規模で生息環境を再現することが望ましい。一方、限られたスペースで累代飼育する場合、遺伝的偏りや多様性の減少などの近交弱勢を招くことが懸念される（O'Brien, 1994）。そして、この多様性の減少は、希少生物の絶滅を加速させる1つの要因として挙げられている（Westemeier et al., 1998）。そこで、累代飼育個体の遺伝的多様性を維持する手法として、多くの個体の配偶子（精子や卵）を保存し、計画的に交配を行なうことの必要性が示されている（太田，1997；Ryder et al.,

2000）。すなわち、あらかじめ多様性を有した個体群から精子を得て凍結保存しておくことで、将来、近交弱勢の弊害が現れた場合においても、これらの問題を克服することが可能であると考えられる。

そこで、以下のような種の保存に対する取り組みを提言したい。まず、生息地の野生個体群について出来るだけ多くの個体から精子を採取して保存するとともに、この野生個体群の遺伝的多様性を明らかにする。次に、同じ生息地由来の累代飼育集団の遺伝的情報を適宜モニタリングする。もし、飼育個体の遺伝的多様性が減少または変化していた場合、保存した精子を飼育個体の卵に受精させ、多様性の回復を図る。このような手順により遺伝的多様性を維持した種の保存が可能となるものと思われる。

しかし、淀川のイタセンパラ野生個体群は現在確認されておらず、それらの精子を保存することは極めて困難である。近年、氷見市教育委員会と富山大学、水生生物センターが共同で行なったイタセンパラのマイクロサテライトDNA分析法による遺伝子解析の研究において、水生生物センターの累代飼育集団と、富山県氷見市に生息する野生個体群の遺伝的多様性を調べた結果、水生生物センターの飼育集団は氷見市の野生個体群に比べ、ヘテロ接合度がやや高いことが明らかとなった（氷見市教育委員会，2008）。すなわち、現在水生生物センターに保存されている淀川産のイタセンパラ飼育集団の遺伝的多様性の幅は、氷見市の天然個体群とほぼ同程度かやや広いことを意味している。よって今後、水生生物センターの飼育集団の多様性を保ちつつ、他に淀川由来のイタセンパラを飼育している施設間における遺伝子交流も含めて、可能な限り多様性を維持することが重要である。

野生復帰に向けて

生息地外で保存されているイタセンバラを野生復帰させる場合、放流の是非を含めて十分に検討することが必要となる。日本魚類学会が定めている「魚類の放流ガイドライン」には、「希少種・自然保護・生物多様性の保全をめざした魚類の放流は、その目的が達せられるように、放流の是非、放流場所の選定、放流個体の選定、放流の手順、放流後の活動について、専門家の意見を取り入れながら、十分な検討のもとに実施すべきである。」と規定されている。すなわち、イタセンバラ再導入までには、淀川における外来種問題や水位変動等の課題が克服され、且つ、健全な種の保存が行なわれていることが最低条件となる。また、生物多様性保全の観点からイタセンバラのみを復元させるのではなく、他の在来魚も含めた淀川の生態系を考慮する必要もあろう。さらに、実際に導入することが決まった場合においても、どの程度の数を放すのか、放された魚をどのように保護し、誰がどのように経過を観察するのか、といった具体的な問題が生じるものと思われる。

このように、淀川のイタセンバラにおいて、野生復帰への道のりには乗り越えなければならないハードルが多数存在する。

長期的な保護の展望

イタセンバラが正常に胚発生を進めるために必須な低温条件は、5℃から10℃の間にその境界があるものと考えられている (Uehara et al., 2006)。現在、イタセンバラの生息地の冬季の平均水温は6℃程度であるため (図3)、今のところ、胚が要求する低温条件を満たしているものと思われる。しかし、イタセンバラはその多くが1

年で産卵し死亡するため、たとえ一回でも極度の暖冬が生じると、個体群の再生産に極めて大きな影響をもたらしかねない。近年、地球規模の温暖化が指摘されている。イタセンバラは貝の中で胚発生を行なうことから、ふ化仔魚は自らの意思で適切な温度環境に移動することができない。もし将来、温暖化がさらに進行すれば、イタセンバラは低温要求を満たすことが出来ず、絶滅する可能性が高い。

このように長期的な展望に立ってイタセンバラの保護を考えた場合、生物多様性の喪失、外来種問題、さらには地球温暖化の防止など、現在、地球規模で抱えている複雑な環境問題を克服する必要があるだろう。

引用文献

- Bogan, A. E. 1993. Freshwater bivalve extinction (Mollusca : Unionoida) : a search for cases. *Amer. Zool.*, 33 : 599-609.
- 水見市教育委員会. 2008. マイクロサテライト法による遺伝的類縁関係の解明. イタセンバラ天然記念物再生事業報告書III, 15-18.
- 細谷和海. 1997. 生物多様性を考慮した淡水魚保護. 「日本の希少淡水魚の現状と系統保存」(長田芳和・細谷和海編), 315-329. 緑書房, 東京.
- IUCN. 2004. 2004 IUCN red list of threatened species. IUCN, Switzerland.
- 紀平肇・松田征也・内山りゅう. 2003. イシガイ. 「日本産淡水貝類図鑑 1.琵琶湖・淀川産の淡水貝類」, 102-106. ピーシーズ, 東京.
- 前畑政善. 1997. 水族館における希少淡水魚の保存と今後の課題. 「日本の希少淡水魚の現状と系統保存」(長田芳和, 細谷和海編), 205-217. 緑書房, 東京.

- O'Brien, S. J. 1994. A role for molecular genetics in biological conservation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 91 : 5748-5755.
- 太田博巳. 1997. 精子凍結による系統保存. 「日本の希少淡水魚の現状と系統保存」(長田芳和, 細谷和海編), 236-246. 緑書房, 東京.
- 岡崎登志夫・渡辺昌和・稲村修・北川忠生・田部雅昭・長田芳和. 2006. ミトコンドリアDNAによるイタセンパラ地域集団の遺伝的類縁関係. DNA多型, 14 : 276-280.
- 小野里坦. 1997. バイテク技術を用いた希少魚の保存と絶滅後の復活. 「日本の希少淡水魚の現状と系統保存」(長田芳和, 細谷和海編), 247-257. 緑書房, 東京.
- Ryder, O. A., McLarlen. A., Brenner, S., Zhang, Y. & Benirschke, K. 2000. DNA banks for endangered animal species. Science, 288 : 275-277.
- Takeuchi, Y., Yoshizaki, G. & Takeuchi, T. 2004. Surrogate broodstock produces salmonids. Nature, 430 : 629-630.
- 田中正治・平松和也. 2004. 淀川の生息魚類の分布およびその生態. 大阪府立食とみどりの総合技術センター水生生物センター研究報告第12号, 1-64.
- Uehara, K., Kawabata, K. & Ohta, H. 2006. Low temperature requirement for embryonic development of Itasenpara bitterling *Acheilognathus longipinnis*. Journal of Experimental Zoology, 305A : 823-829.
- 上原一彦・太田博巳. 2005. イタセンパラ精子の凍結保存. 日本水産学会誌, 71 (4) : 578-582.
- Westemeier, R. L., Brawn, J. D., Simpson, S. A., Esker, T. L., Jansen, R. W., Walk, J.W., Kershner, E.L., Bouzat, J.L. & Paige, K. N. 1998. Tracking the long-term decline and recovery of an isolated population. Science, 282 : 1695-1698.
- 山羽悦郎. 2002. 魚類における借り腹生産. 海洋と生物, 139 : 126-131.

