

平成 28～30 年度 滋賀県立大学特別研究成果

水田地域における生態系保全のための技術指針

Ver.1.0 (2019.9.30)



滋賀県立大学環境科学部

まえがき

琵琶湖周辺には農地が広がり、その農地の約9割が水田です。そのため、琵琶湖の環境保全、生態系保全を進める上で、水田地域における生態系保全の取り組みが非常に重要です。一方、近年の琵琶湖周辺における在来魚の減少や生物多様性の劣化の原因の一つとして、水田における圃場整備の影響が指摘されています。圃場整備によって、フナ等の在来魚が水田に遡上できなくなり、その結果、水田を産卵場、仔稚魚の成育場として利用していた在来魚が減少したことが指摘されています。また、排水路が鉛直コンクリート護岸になり、かつての土水路の水際植生帯にあった産卵場、仔稚魚の生育場が消失していることも指摘されています。水田で散布される農薬については、国による化学物質の規制や滋賀県による「環境こだわり農業」の取り組みにより、生態系への影響が小さくなるように施策が講じられていますが、農薬の動態と生態系影響については未知な部分が多いのが現状です。他方、近年の富栄養化防止対策によって琵琶湖や河川への栄養塩（窒素、リンなど）の供給量が減少したことが、漁獲量減少の一因になっている可能性が指摘されており、水田から供給される栄養塩や懸濁態有機物が魚介類の生物生産にとってプラスになっている可能性もあります。

このような背景のもと、今回の滋賀県立大学重点研究では、学内の3名の研究者（大久保卓也、須戸幹、皆川明子）による研究成果に加え、滋賀県で生態系保全、特に、在来魚の保全に関わって来られた研究者の皆様に声をかけ、これまでの知見を集約し、「水田地域における生態系保全技術の指針」をまとめることにしました。この指針では、水田地域およびその周辺に生息する在来魚を保全するために、水田地域や河川でどのような対策・取り組みを進めればよいかをわかりやすく示すことをめざしました。この指針が関係の皆様にご利用され、在来魚保全を考慮した水田や流域での取り組みが広がっていくことを望んでいます。

一般の方々が読みやすいようにまとめたつもりですが、まだ、わかりにくい点多々あるかと思えます。また、魚類を含めた生態系保全分野の研究は日進月歩で、新しい知見が日々蓄積されています。そのため、今後、折を見てバージョンアップしていきたいと考えています。ご意見等ありましたら各執筆者または研究代表者にお寄せください。環境との調和をめざした琵琶湖周辺農地における取り組み事例・経験が、他の地域での取り組みを考える上で参考になれば幸いです。

2019年9月30日

研究代表者 滋賀県立大学 大久保卓也

執筆者一覧

(各章毎に五十音順で記載)

< 1 章 >

石崎 大介 滋賀県水産試験場
金尾 滋史 滋賀県立琵琶湖博物館
亀甲 武志 滋賀県水産試験場
酒井 明久 滋賀県水産試験場
中尾 博行 琵琶湖博物館うおの会・会長
藤岡 康弘 滋賀県水産試験場
松田 征也 滋賀県立琵琶湖博物館
馬淵 浩司 国立環境研究所・琵琶湖分室

< 2 章 >

大久保 卓也 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科

< 3 章 >

西田 一也 国立環境研究所・琵琶湖分室
皆川 明子 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科

< 4 章 >

大久保 卓也 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科
中新井 隆 (公財) 滋賀県水産振興協会
皆川 明子 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科

< 5 章 >

皆川 明子 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科

< 6 章 >

須戸 幹 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科

< 7 章 >

大久保 卓也 滋賀県立大学・環境科学部・生物資源管理学科

水田地域における生態系保全のための技術指針

目次

1. 魚種別の生態・生活史と保全方法

農地水系に生息する魚類	
1.1	フナ類 1
1.1.1	ニゴロブナ 1
1.1.2	ギンブナ 2
1.1.3	ゲンゴロウブナ 3
1.2	モロコ類
1.2.1	ホンモロコ 4
1.2.2	タモロコ 5
1.2.3	カワバタモロコ 6
1.3	メダカ類 7
1.4	タナゴ類 8
1.4.1	ヤリタナゴ 8
1.4.2	アブラボテ 9
1.4.3	カネヒラ 11
1.4.4	イチモンジタナゴ 12
1.5	モツゴ 14
1.6	ドジョウ類 14
1.6.1	ドジョウ 15
1.6.2	シマドジョウ類 16
1.6.3	スジシマドジョウ類 17
1.6.4	ホトケドジョウ 19
1.7	コイ類 20
1.7.1	野生型コイ 20
1.8	ナマズ類 22
1.8.1	ナマズ 22
1.8.2	ビワコオオナマズ・イワトコナマズ 23
1.9	ヨシノボリ類 24
農業活動が影響を及ぼすその他の魚類	
1.10	アユ 25
1.11	マス類 27
1.10.1	ビワマス 27
1.12	カジカ類 28
1.11.1	ウツセミカジカ 28
1.13	ウグイ 29
1.14	ハヤ類 30

2. 琵琶湖流入河川・水路の多地点調査結果に基づく在来魚保全方法の方向性	
2.1 はじめに	32
2.2 調査方法	32
2.3 各魚種が生息する環境条件特性	33
2.4 在来魚生息のための環境整備の方向性	33
3. 生態系保全のための水域ネットワークのあり方と技術	
3.1 農業用排水路網と河川、琵琶湖のつながりのあり方	38
3.2 農業水路における生態系配慮工法の効果と課題	41
4. 魚のゆりかご水田による在来魚増殖方法の効率化	
4.1 遡上の可能性を高める水田魚道の構造と水田側の準備	52
4.2 ニゴロブナの流下率を高める溝切り・水管理方法	67
4.3 人工産卵床による在来魚の増殖方法	70
4.4 人工魚礁による外来魚からの捕食防御方法	74
5. 生態系に配慮した農地での水管理方法	
5.1 水田の水管理方法	80
5.2 農業排水路の水管理方法	80
6. 生態系に配慮した農薬の施用・管理方法	
6.1 農薬の選び方	83
6.2 農薬の流出濃度とそれを決める要因	83
6.3 農薬の毒性評価（農薬登録基準値）	89
6.4 水環境中で検出される農薬のリスク評価の方法	90
6.5 農薬の流出抑制技術	91
7. まとめ	93

1. 魚種別の生態・生活史と保全方法

農地水系に生息する魚類

1.1 フナ類

1.1.1 ニゴロブナ

(1) 生活史・生態

ニゴロブナは全長が 20-35cm で、琵琶湖・淀川水系のコイ科の固有亜種である。頭部の腹縁が角張って、目が大きく、唇が薄い。口は吻端に向かって斜めに開き、体高および尾柄部が低い。鰓耙数は 50～74 とゲンゴロウブナに次いで多い。琵琶湖では漁師に、雌雄や系群の違いでイオ、マル（マルブナ）、テリ（ヒデリブナ）、アメ（アメブナ）と呼び分けられている（藤田，2015）。秋から冬にかけては琵琶湖沖合の水深 40-90m の深層域の限られた水域に生息している（藤岡，2013）。4 月～6 月には産卵のために湖岸や沿岸のヨシ群あるいは水田地帯などで産卵する。ニゴロブナは湛水した水田や水路に入り込んで産卵する性質が強い。産卵のタイミングは降雨による出水時に集中する傾向が見られる（亀甲他，2012）。稚魚は体長 20-30mm（ふ化後 20-30 日後）まで水田やヨシ帯内で過ごし、それ以降は沖合生活に移行する。満 1 歳で体長 12cm、2 歳で 20cm 以上に成長し、雄では 1-2 年、雌では 2-3 年で多くが成熟する（藤岡，2015）。

(2) 生息状況

ニゴロブナは、ふなずしの原料として琵琶湖漁業の重要な漁獲対象種である。フナ類としての漁獲量をみると、1986 年までは毎年 500-1000t の漁獲量（このうちニゴロブナの漁獲量は 4 割程度）があったが、その後連続的に減少し、2003 年には 29 トンとなっている。このため本種は環境省のレッドリストの絶滅危惧 IB 類（EN）に、また滋賀県レッドデータブックでは希少種（絶滅危機増大種に次ぐランク）に位置付けられている（藤岡，2013）。水田を活用した琵琶湖への稚魚放流の増殖対策が実施されるようになり、2009 年ごろから漁獲量の回復傾向が認められるようになっている。しかし天然魚の資源状況は年によって大きく変動するため、満 2 歳全長 22cm 以上の漁獲対象になるニゴロブナの生息状況は不安定である。

(3) 保全のため指針

減少要因として産卵場・仔稚魚の生育場所であるヨシ帯の減少や水田の圃場整備の影響が大きい。ヨシ帯の回復や産卵遡上できる水田の復活が必要である。したがって滋賀県ではヨシ帯造成や琵琶湖沿岸の水田にニゴロブナを遡上させるゆりかご水田プロジェクトに取り組んでいる。またオオクチバスやブルーギルによる捕食や、産卵期の水位低下による仔稚魚の生育場所の喪失や産着卵も干出も減少要因である。またニゴロブナの仔稚魚はヨシ帯の最奥部の水深が浅い場所を生活場所として利用する。さらにニゴロブナの天然資源の変動は産卵期の水位の高さや降水量との関係が指摘されていることから、ニゴロブナの産卵期は琵琶湖の水位を高く保つ必要がある。漁業者は全長 22cm 以下のニゴロブナは採捕しないという資源管理型漁業に取り組んでいる（藤岡，2013）。



ニゴロブナを原料として作られる琵琶湖の伝統食品 ふなずし

引用文献

藤岡康弘. 2013. 琵琶湖固有(亜)種ホンモロコおよびニゴロブナ・ゲンゴロウブナ激減の現状と回復への課題. 魚雑 60:57-63.

- 藤岡康弘. 2015. ニゴロブナ. 滋賀県生き物総合調査委員会(編). pp560. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015年版—. サンライズ出版. 彦根.
- 藤田朝彦. 2015. ニゴロブナ. 細谷和海(編). 日本の淡水魚. pp46-47. 山と溪谷社. 東京.
- 亀甲武志他. 2012. 琵琶湖沿岸におけるフナ卵およびコイ産着卵の大量干出. 魚雑 59:57-63.

執筆者

亀甲武志 滋賀県水産試験場 kikkou-takeshi(at)pref.shiga.lg.jp

1.1.2 ギンブナ

(1) 生活史・生態

ギンブナは全長が 15-30cm で、国内では本州、四国、九州、沖縄に分布する。県内では琵琶湖や県内全域に広く分布する。生活場所は幅広く、河川の渓流域を除くほとんどの淡水環境(琵琶湖、河川、内湖)に生息する。最も多いのは農業水路やため池などの小水域である。日本産フナ類ではゲンゴロウブナに次いで体高が高く、尾柄が太く、吻端がやや尖る(藤田, 2015)。鰓耙数は 39-58 で、琵琶湖にすむニゴロブナやゲンゴロウブナよりも少ない。藻類や底生生物を食べている。産卵期は 3-7 月で、この時期に琵琶湖湖岸のヨシ帯、内湖、水田地帯、河川の氾濫原で産卵する(亀甲他, 2012)。染色体数はニゴロブナとゲンゴロウブナが $2n=50$ であるのに対して、ギンブナは 3 倍体で $3n=150$ 前後である。琵琶湖では雄がいらないことから、他のコイ科魚類の産卵に混ざって産卵している可能性があり、異種精子が卵発生のきっかけに使われていると考えられる。

(2) 生息状況

ギンブナはゲンゴロウブナと同様に洗いにした身に卵をまぶした子まぶしの材料として珍重される。しかしニゴロブナと比べると、琵琶湖漁業の重要種ではない。そのため漁獲量も明確ではないが、フナ類の漁獲量の推移からニゴロブナやゲンゴロウブナと同様に減少していると考えられる(藤岡, 2013)。このため本種は滋賀県レッドデータブックでは要注目種に位置付けられている(金尾, 2015)。

(3) 保全のため指針

ギンブナの主な減少要因として、産卵期の琵琶湖水位の低下や産卵場の喪失が考えられる。また圃場整備による産卵環境の悪化や水域のつながりの分断、オオクチバス、ブルーギルなどの外来魚による稚魚の捕食などがある。産卵場を保全し、水田地帯などの産卵環境への移動経路の確保、外来魚の駆除も必要である。本種はニゴロブナとともに水田に産卵遡上することが多いことから、滋賀県内で取り組んでいるゆりかご水田の取り組み面積などを増やし、産卵を助長させることが重要であると考えられる。

引用文献

- 藤岡康弘. 2013. 琵琶湖固有(亜)種ホンモロコおよびニゴロブナ・ゲンゴロウブナ激減の現状と回復への課題. 魚雑 60:57-63.
- 藤田朝彦. 2015. ギンブナ. 細谷和海(編). 日本の淡水魚. pp44-45. 山と溪谷社. 東京.
- 金尾滋史. 2015. ギンブナ. 滋賀県生き物総合調査委員会(編). pp563. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015年版—. サンライズ出版. 彦根.
- 亀甲武志他. 2012. 琵琶湖沿岸におけるフナ卵およびコイ産着卵の大量干出. 魚雑 59:57-63.

執筆者

亀甲武志 滋賀県水産試験場 kikkou-takeshi(at)pref.shiga.lg.jp

1.1.3 ゲンゴロウブナ

(1) 生活史・生態

ゲンゴロウブナは全長が 30-45cm で、琵琶湖・淀川水系のコイ科の固有種である。ニゴロブナ・ギンブナと比較して大型で、体高が著しく高い。鰓耙は細長く、成魚では 100 以上ある。背面から見た頭部は U 字状をしている。稚魚期は、尾柄部に比較的明瞭な黒い横帯が確認できる。琵琶湖には近縁種としてニゴロブナとギンブナが生息するが、体高が高く、鰓耙数 (100-120) が多い点で区別できる。本種はカワチブナあるいはヘラブナとして品種改良されたものが全国の湖沼に放流されている。幼魚は沿岸部や内湖、産卵期以外の成魚は琵琶湖沖合の中層付近を遊泳し、主に動物プランクトンを食べている (藤岡, 2013)。産卵期は 3-5 月で、大雨などの出水直後に大量の産卵が内湖やクリークなどのヨシ帯内で見られる (亀甲他, 2012)。他のフナ類よりも岸から離れた浮遊物や、ヨシ帯でも、より沖側に近い場所に産卵する傾向があり、あまり奥には入り込まないようである。卵は直径が 1.4mm ほどで、水温 20℃では 4 日でふ化する。満 1 歳で体長 12cm、3-5 年で 30-45cm になる (藤岡, 2015)。

(2) 生息状況

ゲンゴロウブナは他のフナ類と比べて卵が小さいことから、子まぶしの材料に適している。フナ類としての漁獲量をみると、1986 年までは毎年 500-1000t の漁獲量 (このうちゲンゴロウブナの漁獲量は 1 割以下と推定) があったが (藤岡, 2015)、その他フナに分類される漁獲量は 50 トン前後で推移しているため、ゲンゴロウブナの生息量も減少していると考えられる。このため本種は環境省のレッドリストの絶滅危惧 IB 類 (EN) に、また滋賀県レッドデータブックでは希少種 (絶滅危機増大種に次ぐランク) に位置付けられている。近年ではニゴロブナと同様に水田を活用した琵琶湖への稚魚放流の増殖対策が実施されるようになった (亀甲他, 2013)。

(3) 保全のための指針

ゲンゴロウブナはかつて琵琶湖周辺にある内湖群を産卵場として利用してきたが、1940 年から 1970 年にかけてそれら内湖群の多くは干拓され、琵琶湖岸や残存する内湖岸で産卵を行ってきた。次いで琵琶湖岸に湖岸堤が敷設され、残された内湖と琵琶湖が分断された。そのことが資源低下に拍車をかけた。それ以外にも湖岸のヨシ帯の減少、オオクチバスなどによる仔稚魚に対する捕食、琵琶湖の水位低下による産着卵の干出や産卵抑制が指摘されている (藤岡, 2013)。そのためニゴロブナと同様に産卵場所である内湖の再生やヨシ帯の再生、琵琶湖とその周辺水域との連続性を保つ必要がある。また、外来魚の駆除も必要である。



水田を活用したゲンゴロウブナの初期育成

引用文献

- 藤岡康弘. 2013. 琵琶湖固有 (亜) 種ホンモロコおよびニゴロブナ・ゲンゴロウブナ激減の現状と回復への課題. 魚雑 60:57-63.
- 藤岡康弘. 2015. ゲンゴロウブナ. 滋賀県生き物総合調査委員会 (編). pp558. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015 年版—. サンライズ出版. 彦根.
- 亀甲武志他. 2012. 琵琶湖沿岸におけるフナ卵およびコイ産着卵の大量干出. 魚雑 59:57-63.
- 亀甲武志他. 2013. 稲作水田におけるゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri* 仔稚魚の育成. 水産増殖 61:19-26

執筆者

亀甲武志 滋賀県水産試験場 kikkou-takeshi(at)pref.shiga.lg.jp

1.2 モロコ類

1.2.1 ホンモロコ

(1) 生活史・生態

ホンモロコは全長が 10-14cm の小型のコイ科タモロコ属魚類で、琵琶湖・淀川水系の固有種である。体は銀白色で細長い紡錘形をしており、体側に 1 本の縦帯がある。吻はとがり、口が上向きである。タモロコに似るが、鰓耙数が多く口ひげが短い。秋から冬にかけては琵琶湖沖合の水深 40-90m の深層域の限られた水域に生息している（藤岡, 2013）。産卵期の 2 月下旬～6 月には産卵のために湖岸や内湖の沿岸に移動して、波打ち際のヨシやヤナギの根、内湖の流入河川の砂礫底や沈水植物などに産卵する。稚魚は 7 月ごろまで沿岸で過ごし、それ以降はしだいに沖合での生活に移行する。雌雄ともに満 1 歳で多くが成熟する。産卵期におけるホンモロコの年齢組成は 70-95% が満 1 歳で、満 2 歳以上の個体はほとんど雌である。



内湖流入河川の砂礫底に産み付けられたホンモロコ産着卵

(2) 生息状況

ホンモロコは日本産コイ科魚類の中でも最も美味といわれているため、古来より琵琶湖の重要な漁獲対象種であった。1995 年までは毎年 150-350 t の漁獲量が記録されていたが、それ以降は急速に減少して 2004 年には 5t にまで減少し、近年では十数トンで推移している。このため本種は環境省のレッドリストの絶滅危惧 I A 類 (CR) に、また滋賀県レッドデータブックでは絶滅危機増大種に位置付けられている。産卵のために琵琶湖の沖合から沿岸に接岸してきた本種を対象とする釣りはかつての琵琶湖の春の風物詩であったが、漁獲量の減少とともにまったく見られなくなった（亀甲他, 2015）。しかし、伊庭内湖や西の湖などの一部の内湖では外来魚の駆除や産卵保護の取り組みなどが奏功し、近年ではホンモロコ釣りの遊漁者の賑わいが見られるようになってきた。

(3) 保全のための指針

減少要因として産卵場・仔稚魚の生育場所の減少やオオクチバスなどによる捕食がある。またホンモロコは湖岸の水際で産卵するため水位低下による卵の干出も減少要因である。ホンモロコの産卵が回復している内湖では琵琶湖の沿岸よりも水温が高いため、産卵期が早く水位が低下する前に産卵する個体が多い。ホンモロコの産卵期間中は琵琶湖の水位を維持することが必要である。またホンモロコは内湖の流入河川において流速が早く、沈水植物がよく繁茂し、礫が多い場所に産卵する（亀甲他, 2014; Kikko et al., 2019）。産卵基質がつねに洗われる場所で産卵することから、農業活動により濁水が河川等に流入すると産卵が阻害される可能性があるため、留意する必要がある。また内湖で成長した稚魚は 6 月中旬から 7 月下旬にかけて内湖から琵琶湖に移動するが、この時期は、琵琶湖の水位低下に伴い内湖の水位を維持するため、内湖流出河川の河口にある水門が閉鎖されることがある。長期間閉鎖されるとホンモロコ稚魚の移動が阻害される可能性があるため、定期的に水門を開ける等の操作を行う必要がある（Kikko et al. 2018）。

引用文献

- 亀甲武志他. 2015. 伊庭内湖周辺におけるホンモロコ釣り遊漁による釣獲尾数の推定. 日水誌 81: 17-26.
 亀甲武志他. 2014. 琵琶湖内湖の流入河川におけるホンモロコの産卵生態. 魚雑 61: 1-8.
 Kikko et al. 2018. Juvenile migration of the exclusively pelagic cyprinid, *Gnathopogon caerulescens* (Honmoroko) in Lake Biwa, central Japan. Journal of Fish Biology 92: 1590-1603.

Kikko et al. 2019. Spawning habitat selectivity of Honmoroko, *Gnathpogon caerelescens*, in lagoon inlets, Lake Biwa, central Japan. *Ichthyological Research*.
<https://doi.org/10.1007/s10228-019-00698-6>.

藤岡康弘. 2013. 琵琶湖固有(亜)種ホンモロコおよびニゴロブナ・ゲンゴロウブナ激減の現状と回復への課題. *魚雑* 60:57-63.

執筆者

亀甲武志 滋賀県水産試験場 kikkou-takeshi(at)pref.shiga.lg.jp

1.2.2 タモロコ

(1) 生活史・生態

主に河川の下流域や水路、ため池などを生息場所としている。動物プランクトンや小型の底生生物などに加えて水生植物や付着藻類なども食べる雑食性である。産卵期は4月から7月にかけてであり、主に沈水植物や護岸に生育する植物などに産卵する。一部は水田内にも侵入して産卵する。稚魚は主に流れの緩やかな水路や河川下流域に生息し、約1年で成熟する(川那部ほか, 2001)。

国内において、タモロコには現在3つ系統が知られている(Kakioka et al., 2013)。このうち、西日本に生息するタモロコは琵琶湖固有種のホンモロコと近縁関係にある。また、地域や生息環境によって形態が異なっており、特に琵琶湖周辺域のものは丸みを帯びてずんぐりとした体形をしている。

(2) 生息状況

主に琵琶湖周辺の河川、水路、特に素掘りや2面張りの水路など植生が豊かな水路で多く確認されている(滋賀自然環境研究会, 2001; 琵琶湖博物館うおの会, 2005; 滋賀県水産試験場, 2005)。一部はため池でも確認されているが、人為的移殖の可能性もある。また、河川から水田への用水を取水している地域では、用水を通して水田内に侵入するものもいる。河川や幹線排水路から一時的な水域である小排水路を遡上することは少ないようであり、滋賀県が実施している「魚のゆりかご水田」においてもあまり見かけることはない(金尾, 2005)。

(3) 保全のための指針

本種が生息する河川や水路で改修を行なう場合は極力コンクリート護岸を避け、沈水植物や護岸の抽水植物などが豊富な場所を保全する必要がある。また、水路の改修などではコンクリート化によって水深が浅くならないように配慮し、年間を通じた水の確保をすることが重要である。

産卵時や稚魚の成長の場として、用水などを辿って水田内に侵入することもある。タモロコの場合、用排兼用水路などでは、水路から水田へ移動することも多いが(皆川ほか, 2006)、小排水路を遡上して侵入することはまれであるため(金尾, 2005)、排水路側に設置する魚のゆりかご水田や水田魚道設置などではあまり効果が見られないと考えられる。滋賀県内の湖岸域の水田については、用水は琵琶湖からの逆水灌漑であるため、このようなタモロコが侵入できる構造にはなっていない。そのため、主として幹線排水路などに生息する個体群の保全策を考える必要がある。また、河川から水田へ用水を引きこんでいる場合には、河川からの侵入経路の確保に加え、かつ落水時などには排水路に降下できるよう、水田や水路の構造を考慮する必要がある。

前述のとおり、タモロコは国内に系統の異なる個体群が存在することから、むやみな放流などは避けるべきである。

引用文献

琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津. 233pp.

Kakioka, R., Kokita, T., Tabata, R., Mori, S., Watanabe, K. 2013. The origins of limnetic forms

and cryptic divergence in *Gnathopogon* fishes (Cyprinidae) in Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 96(5): 631-644.

金尾滋史. 2005. 琵琶湖周辺の水田地帯における魚類について. 関西自然保護機構会誌, 27(2): 41-46.

川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京. 719pp.

皆川明子・西田一也・藤井千晴・千賀裕太郎. 2006. 用排兼用型水路と接続する未整備水田の構造と水管理が魚類の生息に与える影響について. 農業土木学会論文集, 74(4).

滋賀県水産試験場. 2005. 平成14～15年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書. 滋賀県水産試験場, 彦根. 138pp.

滋賀自然環境研究会. 2001. 滋賀の田園の生き物. サンライズ出版, 彦根. 189pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 kano-shigefumi(at)biwahaku.jp

1.2.3 カワバタモロコ

(1) 生活史・生態

河川下流部や水路、止水域などに生息しており、群れを作って活動する。主に付着藻類や動物プランクトンなどを餌とする雑食性である。繁殖期は5月から7月にかけてであり、オスは黄金色の婚姻色を呈する。産卵は水路やため池の沈水植物や抽水植物などでおこなわれ、メスの後ろをオスが追尾するかたちで行なわれる。孵化した稚魚は植生の周りなどにおり、約1年で成熟する(川那部ほか, 2001)。

(2) 生息状況

かつては、琵琶湖や内湖などでも確認されていたようである(中村, 1969; 藤田ほか, 2008)。滋賀県内における現状の生息状況としては、過去に記録のあった琵琶湖沿岸部や内湖、平野部の水田地帯などでは確認されておらず、内陸部にあるため池や一部の水路にわずかに残されているのみである(琵琶湖博物館うおの会, 2005; 滋賀県水産試験場, 2005)。残された生息地はため池が多いが、改修や管理放棄などによる生息環境、産卵環境の悪化が減少要因となっている。また、このような場所にオオクチバスなどが侵入すると致命的な影響を与える(環境省自然環境局野生生物課, 2015)。環境省レッドリスト2018絶滅危惧IB類、滋賀県レッドデータブック2015年版絶滅危惧種。

(3) 保全のための指針

ため池を改修する際には、一時的な避難を行うなどの対応が必要である。また、護岸がコンクリート化してしまうことで、生息場所や産卵場所としての植生が消失してしまうため、水際部分への植生を補填することが必要となる。このほか管理放棄されたため池などでは、倒木や落葉などの撤去などに加えて、定期的な管理を行い、ため池環境の維持を行う必要がある。また、オオクチバス、ブルーギルなどの外来生物が侵入した場合にはすみやかに駆除する(滋賀県生きもの総合調査委員会, 2016)。また、一部では観賞魚としての乱獲も懸念されており、むやみな採集は控えるべきである。

滋賀県内では企業や学校のビオトープを活用した生息域外保全なども行なわれている。人工的に管理された水域においても、生息条件と放流に関する条件を整えば繁殖が可能のため、近年ではこのような手法も注目されている。

引用文献

琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告書23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津. 233pp.

藤田朝彦・西野麻知子・細谷和海. 2008. 魚類標本から見た琵琶湖内湖の原風景. 魚類学雑誌, 55(2): 77-93.

環境省自然環境局野生生物課. 2015. レッドデータブック2014 ー日本の絶滅のおそれのある野生生物

- ー 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（編）．ぎょうせい，東京．414pp.
- 中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源科学研究所，東京．455pp.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海．2001．山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚．山と溪谷社，東京．719pp.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会．2016．滋賀県で大切にすべき野生生物 ー滋賀県レッドデータブック 2015年版ー，滋賀県生きもの総合調査委員会（編）．サンライズ出版，彦根．647pp.
- 滋賀県水産試験場．2005．平成14～15年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書．滋賀県水産試験場，彦根．138pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 kano-shigefumi(at)biwahaku.jp

1.3 メダカ類

(1) 生活史・生態

国内にはミナミメダカ *Oryzias latipes* および 2012 年に新種記載されたキタノメダカ *O. sakaizumii* の 2 種が生息しているが、滋賀県内には現在のところミナミメダカのみが自然分布している (Asai et al., 2012; 細谷, 2015)。流れの緩い河川のほか、水田地帯では主に小排水路や水田内、ため池などに生息する。寿命は約 1～2 年。主に表層を泳ぎ、動物プランクトンや落下昆虫などを食べる。繁殖期は 4 月から 8 月にかけてであり、産卵はメスが十数個の受精卵を腹部にしばらくもち、その後、水草などに絡み付ける (川那部ほか, 2001)。また、同一個体のメスが繁殖期間中に何度も産卵する。

(2) 生息状況

滋賀県内では、平野部や中山間部の水田地帯を中心として河川や水路、内湖などで確認されているが (琵琶湖博物館うおの会, 2005; 滋賀県水産試験場, 2005)、地域によって個体数は減少傾向にある。河川改修、圃場整備事業などによる水路のコンクリート化や乾田化、都市化に伴う宅地造成による生息地そのものの消失、国外外来種であるオオクチバスやブルーギルによる食害、生態が似ている国外外来種カダヤシなどの影響が主な減少要因と考えられる。このほか、近年では水田生態系のシンボルフィッシュとしてメダカが取り上げられ、減少してきたメダカの保全と称して他地域の由来不明のメダカや飼育品種のヒメダカが放流されることによる遺伝子汚染も問題となっている。環境省レッドリスト 2018 絶滅危惧 II 類、滋賀県レッドデータブック 2015 年版希少種。

(3) 保全のための指針

既存の生息地においては、それらの生息環境を極力保全することが望ましい。河川改修や圃場整備後には水路のコンクリート化、直線化によって水深が浅く、急流化することがあり、これらの解消のため、底質は基本的に自然底にし、緩やかな流速のエリアを設ける必要がある。また、圃場整備事業が実施された水田地帯は非灌漑期には水田や小水路が干出することが多く、本種の越冬場所などが消失する。そのため、冬期でも水の残る小水域を残すことが必要となるほか、河川などとの恒久的な水域との移動が可能となる経路の確保が必要となる。ため池などでは、池干しによるオオクチバスやブルーギルの駆除なども有効な手段となる (環境省自然環境局野生生物課, 2015; 滋賀県生きもの総合調査委員会, 2016)。

メダカの保全に関連して本種の放流を行うにあたっては、まずその意義や効果を検討したうえで、専門家の指導を基に行う必要がある、くれぐれもヒメダカや由来不明の個体を放流することないよう心掛ける必要がある (中田ほか, 2018)。放流の考え方については日本魚類学会が提言している「生物多様性に配慮した魚類の放流に関わるガイドライン」(日本魚類学会自然保護委員会, 2005)などを参照し、専門家の指導を受けて行うべきである。

引用文献

- Asai T, Senou H, Hosoya K. 2012. *Oryzias sakaizumii*, a new ricefish from northern Japan (Teleostei: Adrianichthyidae). Ichthyol Explor Freshwaters 22: 289-299.
- 琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津. 233pp.
- 環境省自然環境局野生生物課. 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(編). ぎょうせい, 東京. 414pp.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京. 719pp.
- 細谷和海. 2015. 山溪ハンディ図鑑 15 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京. 528pp.
- 中田和義・金尾滋史・伊藤健二. 2018. 農業農村整備のための生態系配慮の基礎知識(7)水田・水利施設の外来生物とその対策. 水土の知, 86(7): 619-624.
- 日本魚類学会自然保護委員会. 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/info/050406.html>
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 -滋賀県レッドデータブック 2015年版-, 滋賀県生きもの総合調査委員会(編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.
- 滋賀県水産試験場. 2005. 平成14~15年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書. 滋賀県水産試験場, 彦根. 138pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 [kanao-shigefumi\(at\)biwahaku.jp](mailto:kanao-shigefumi(at)biwahaku.jp)

1.4 タナゴ類

1.4.1 ヤリタナゴ

(1) 生活史・生態

本種の産卵期について平井(1964)は、早崎内湖に設置されたエリで、本種体内の完熟卵を有する個体の割合から産卵期を4~8月と推定している。また中村(1969)は、琵琶湖沿岸及び関東地方の調査結果から4~6月としている。

タナゴ類は、イシガイ科貝類の体内に卵を産み込み、貝の体内で受精した卵は鰓葉内に留まり発生を続け、仔魚後期の頃に貝の体外へと泳出する独特の繁殖生態を持つ。このため、産卵期の成熟した雌は総排泄口のあたりから産卵管と呼ばれる管を伸ばし、二枚貝の出水管に産卵管を差し込み産卵する。その直後に雄は入水管のあたりに放精して卵は貝の体内で受精することが知られている。

受精した卵は水温にもよるが、受精後3日ほどでふ化するがかなり未熟であり、その後も貝の鰓葉内に留まり約1ヶ月後に二枚貝から浮出する。仔稚魚はヨシなどの水生植物が生えた岸近くで遊泳し、小型の付着動物と付着藻類を食べ、体長3cmくらいのころから、成魚と行動を共にようになる(宮地ほか, 1963)。琵琶湖周辺では10m以浅の湖岸や内湖、河川などにみられ、成魚は水草に付着する動植物、付着藻類を飽食し、死んだ水草の破片を食べる(宮地ほか, 1963)。

好んで産卵する貝は、マツカサガイ、オトコタテボシガイであり、タテボシガイからは確認できないとしている(平井, 1964)。また中村(1969)は、殻長37.8~55.8mmのマツカサガイに産卵するとしている。この他、赤井ほか(2009)では、ヨコハマシジラガイ、ニセマツカサガイを産卵母貝に選ぶとしていることから、オトコタテボシガイ属とマツカサガイ属の貝に好んで産卵すると考えられる。

(2) 生息状況

本種の生息状況について川端(1931)は、至るところに多産する普通種としている。平井(1964)はシロヒレタビラについて多いとしている。滋賀県水産試験場(2005)では、河川、内湖、琵琶湖で確認されている。この他、琵琶湖博物館うおの会(2005)では、湖東南部、湖東北部、安曇川河口部周辺の扇状地体、平野部の河川に広く分布するとしている。現在では、平野部の河川や、水田地帯の水路な

どに生息しているが、以前に比べ生息数は少なく、琵琶湖内で確認することは難しいと考えられる。

滋賀県レッドデータブック 2015 年版（滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）では絶滅危機増大種とされている。本種は日本国内においても生息数は減少しており、環境省のレッドデータブック 2014（環境省自然保護局野生生物課，2015）では準絶滅危惧とされている。

（3）保全のための指針

本種をはじめとするタナゴ類は、イシガイ科貝類の体内に産卵する繁殖生態を持つことから、産卵母貝の保全が重要である。平井（1964）によれば、本種はマツカサガイとオトコタテボシガイを好んでいる。特にマツカサガイは、本種がおもに生息する河川や水路に生息することから重要である。マツカサガイは砂底・砂礫底などに生息し、底質が泥化するとみられなくなるため、水路に水草が繁茂するなどして水流が緩やかになり、底質が泥化するようであれば、水草の刈り取り水通しをよくする必要がある。また、農閑期に水路から水を抜くことや、水路を三面コンクリートにすることは、二枚貝の生息を困難なものとするため、本種の生息環境を破壊することになる。なお近藤（2002）によれば、マツカサガイの産卵期は初夏から夏にかけてで、マツカサガイ幼生の宿主となるオイカワ、カワムツ、ハスの保全も必要である。この期間は生息地での土木工事などは控える必要がある。

この他、オオクチバスやコクチバスなど肉食性外来魚などは本種を捕食する可能性があり、こうした魚の侵入を防ぎ駆除することや、タナゴ類では同種間での地域的な遺伝的隔離が知られていることから、安易に他所へ移入することも行ってはならない。また、観賞魚としての価値があり、業者やマニアによる乱獲を防ぐことも本種の存続にとって重要である。

引用文献

- 赤井裕・秋山信彦・上野輝彌・葛島一美・鈴木伸洋・増田修・藪本美孝．2009．タナゴ大全．マリン企画，東京．191pp．
- 琵琶湖博物館うおの会．2005．琵琶湖博物館研究調査報告書 23 号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち．琵琶湖博物館，草津．233pp．
- 平井賢一．1964．琵琶湖産タナゴ 4 種の産卵生態の比較．生理生態，12：72-81．
- 環境省自然保護局野生生物課．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（編）．ぎょうせい，東京．414pp．
- 川端重五郎．1931．琵琶湖産魚貝類．故川端重五郎遺稿集頒布会，東京．189pp．
- 近藤高貴．2002．日本産イシガイ類図鑑 大阪教育大学 CD
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦．1963．原色日本淡水魚類図鑑．保育社，大阪．259pp．
- 長田芳和．1989．ヤリタナゴ，日本の淡水魚．pp.354 - 355．山と溪谷社，東京．
- 中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源科学研究所，東京．455pp．
- 滋賀県生きもの総合調査委員会．2016．滋賀県で大切にすべき野生生物 -滋賀県レッドデータブック 2015 年版-，滋賀県生きもの総合調査委員会（編）．サンライズ出版，彦根．647pp．
- 滋賀県水産試験場．2005．平成 14～15 年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書．滋賀県水産試験場，彦根．138pp．

執筆者

松田征也 滋賀県立琵琶湖博物館

1.4.2 アブラボテ

（1）生活史・生態

本種の産卵期は 4～7 月であり、5～6 月が盛期である（宮地ほか，1963）。中村（1969）は、彦根市における親魚の完熟卵および貝体内の産着卵の調査から、最も早いものは 4 月 17 日で、最も遅いのは 6 月

26日とし、7月以降についても多少は産卵すると推測している。

産卵生態は、イシガイ科貝類を産卵母貝とするヤリタナゴと同じである。中村（1969）は、産卵するイシガイ科貝類は、タガイが多いとしている。なお長田（1989）は、琵琶湖周辺ではドブガイ、ほかの地域ではマツカサガイなどに強いなわばりをもつとしている。

受精した卵は水温にもよるが、受精後3日ほどでふ化するがかなり未熟であり、その後も貝の鰓葉内に留まり約1ヶ月後に二枚貝から浮出する。稚魚はヤリタナゴのように、下流の静水域で群泳することはほとんどない（長田，1989）。細流にすみ動物食の多い雑食性で、水草の生えている場所の中下層を泳ぐが琵琶湖に出ることは少ない（宮地ほか，1963）。長田（1989）は、主にユスリカの幼虫など小型の底生生物を食べるとしている。

（2）生息状況

川端（1931）によれば、内湖・川や水路などに多数生息する普通種としている。中村（1969）は、平野部の、水の清澄なセキショウもなどの水草が繁茂したやや流れのある細流に多く、湧泉を水源とするような水路にはよくみられるとしている。琵琶湖博物館うおの会（2005）の調査では、扇状地帯、河川平野に広く分布するとし、ヤリタナゴとほぼ同じ分布をするがやや分布域が広いとしている。瀬田川洗堰付近にも多数生息していたが現在では確認することができない（松田，未発表）。

滋賀県レッドデータブック 2015年版（滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）では絶滅危機増大種とされている。本種は日本国内においても生息数は減少しており、環境省のレッドデータブック 2014（環境省自然保護局野生生物課 2015）では準絶滅危惧とされている。

（3）保全のための指針

本種をはじめとするタナゴ類は、イシガイ科貝類の体内に産卵する繁殖生態を持つことから、イシガイ科貝類を保全することが重要である。中村（1969）によれば、本種はタガイによく産卵すると考えられる。近藤（2002）はタガイの産卵期は一年中であり、宿主はヨシノボリとしていることから、ヨシノボリの保全も必要である。また本種は、湧水のある細流などに生息することから、湧水が枯渇するような土木工事などについても配慮する必要がある。

この他、農閑期に水路から水を抜くことや、水路を三面コンクリートにすることは、二枚貝の生息を困難なものとするため、本種の生息環境を破壊することになる。また、オオクチバスやブルーギル、コクチバスなど魚食性外来魚などは本種を捕食する可能性があり、こうした魚の侵入を防ぎ駆除することや、タナゴ類では地域的な遺伝的隔離が知られていることから、同種であっても安易に他所の個体を移入することは行ってはならない。なお、本種には観賞魚としての価値があり、業者やマニアによる乱獲を防ぐことも必要である。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会．2005．琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち．琵琶湖博物館，草津．233pp.
- 平井賢一．1964．琵琶湖産タナゴ4種の産卵生態の比較．生理生態，12：72-81．
- 環境省自然保護局野生生物課．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（編）．ぎょうせい，東京．414pp.
- 川端重五郎．1931．琵琶湖産魚貝類．故川端重五郎遺稿集頒布会，東京．189pp.
- 近藤高貴．2002．日本産イシガイ類図鑑 大阪教育大学 CD
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦．1963．原色日本淡水魚類図鑑．保育社，大阪．259pp.
- 長田芳和．1989．アブラボテ，日本の淡水魚．pp.356 - 357．山と溪谷社，東京．
- 中村守純．1969．日本のコイ科魚類．資源科学研究所，東京．455pp.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会．2016．滋賀県で大切にすべき野生生物 -滋賀県レッドデータブック 2015年版-，滋賀県生きもの総合調査委員会（編）．サンライズ出版，彦根．647pp.

執筆者

松田征也 滋賀県立琵琶湖博物館

1.4.3 カネヒラ**(1) 生活史・生態**

本種の産卵期について平井（1964）は、早崎内湖に設置されたエリで、本種体内の完熟卵を有する個体の割合から産卵期を9～10月と推定している。また中村（1969）は、琵琶湖沿岸における本種の産卵期を9月下旬ないし11月下旬で、10月がその盛期としている。産卵生態は、イシガイ科貝類を産卵母貝とするヤリタナゴと同じであるが、滋賀県内に生息するタナゴ類では唯一秋に産卵期を迎える種である。

受精した卵は、水温にもよるが受精後3日ほどでふ化する。ところがふ化した仔魚は貝の中で越冬して、翌年の5月頃に二枚貝から浮出する。産卵するイシガイ科貝類について平井（1964）は、*Inversidens* 属の貝が少ないところではタテボシガイに多く産卵しているが、オトコタテボシガイが多いところではオトコタテボシガイに選択的に産卵するとしている。

貝から浮出した仔魚は、流れの緩やかな湖岸の表層付近に大きな群をつくっている。成魚は、平野部の細流や灌漑用水路などの流れの緩やかなところや池沼に生息しオオカナダモなどの水草を食べ、稚魚などはおもに付着藻類を食べる（長田，1989）。

(2) 生息状況

川端（1931）によれば、琵琶湖沿岸に生息し湖北地方および堅田付近に多いとしている。しかし、滋賀県水産試験場（2005）では、信楽川上流と新旭で確認されているのみであり、川端（1931）が多産するとしている堅田では確認されていない。琵琶湖南湖の打出浜付近では、オオクチバスが大量繁殖した1985年ころにも、ほかのタナゴ類やモツゴなどがみられなくなってからも、しばらくの間は確認できたが次第にみられなくなった。琵琶湖博物館うおの会（2005）では、河川の上中流域には少ないものの、琵琶湖周辺のさまざまところで採集され、特に河川に多いとしている。2014年、2015年に実施された琵琶湖博物館うおの会の調査では、打出浜をはじめ琵琶湖南湖では現在も確認できる場所は少ないが、北湖の広範囲に生息することが確認できたことから、生息数が回復傾向にあると考えられた（未発表）。また、湖東地域の農業用水路の複数箇所にも生息している。

本種は日本に生息する在来タナゴ類の中では唯一、環境省のレッドデータブックに掲載されていない種である。しかし、滋賀県生きもの総合調査委員会（2016）では絶滅危機増大種としている。

(3) 保全のための指針

本種をはじめとするタナゴ類は、イシガイ科貝類の体内に産卵する繁殖生態を持つことから、イシガイ科貝類を保全することが重要である。中村（1969）によれば、本種はオトコタテボシガイを選択的に好むほか、タテボシガイに産卵する（平井，1964）ことから、これらのイシガイ科貝類の保全が必要である。また近藤（2002）によれば、オトコタテボシガイの産卵期は秋から初夏までで、宿主はヨシノボリで、タテボシガイは産卵期が春から夏で初夏がピークとなり、宿主はオイカワ、カワムツ、ヨシノボリである。このことから、生息地で土木工事を実施する際には、二枚貝の産卵期間を避け、宿主となる魚種の保全を行う必要がある。また、本種は秋に繁殖し翌年の5月頃に浮出することから、秋から春にかけての土木工事などについても配慮が必要である。

この他、農閑期に水路から水を抜くことや、水路を三面コンクリートにすることは、二枚貝の生息を困難なものとするため本種の生息環境を破壊することになり、オオクチバスやコクチバス、ブルーギルなど魚食性外来魚などは本種を捕食する可能性があり、こうした魚の侵入を防ぎ駆除することも必要である。また、タナゴ類では地域的な遺伝的隔離が知られていることから、同種であっても安易に他所の個体を移入することは、遺伝的攪乱を引き起こすことになる。なお、本種についても観賞魚としての価値があり、業者やマニアによる乱獲を防ぐことも必要である。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津. 233pp.
- 平井賢一. 1964. 琵琶湖産タナゴ4種の産卵生態の比較. 生理生態, 12: 72-81.
- 環境省自然保護局野生生物課. 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 (編). ぎょうせい, 東京. 414pp.
- 川端重五郎. 1931. 琵琶湖産魚貝類. 故川端重五郎遺稿集頒布会, 東京. 189pp.
- 近藤高貴. 2002. 日本産イシガイ類図鑑 大阪教育大学 CD
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦. 1963. 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 大阪. 259pp.
- 長田芳和. 1989. カネヒラ, 日本の淡水魚. pp. 368 - 369. 山と溪谷社, 東京.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学研究所, 東京. 455pp.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 -滋賀県レッドデータブック 2015年版-, 滋賀県生きもの総合調査委員会 (編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.
- 滋賀県水産試験場. 2005. 平成14~15年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書. 滋賀県水産試験場, 彦根. 138pp.

執筆者

松田征也 滋賀県立琵琶湖博物館

1.4.4 イチモンジタナゴ

(1) 生活史・生態

本種の産卵期について平井(1964)は、早崎内湖に設置されたエリで、本種体内の完熟卵を有する個体の割合から産卵期を5~8月と推定している。また中村(1969)は、琵琶湖沿岸における本種の産卵期を4~6月で、盛期は5月としている。長田(1989)は、琵琶湖での産卵期は4~8月としている。飼育下で実施している繁殖では、4~5月が中心となり、6~8月にかけては産卵行動はみられるものの、仔稚魚を得ることが難しくなる。産卵生態は、イシガイ科貝類を産卵母貝とするヤリタナゴと同じである。産卵母貝について中村(1969)は、ドブガイ、カラスガイ、イシガイを採取し確認したところ、ドブガイから本種を確認している。なお、飼育下ではヌマガイを用いて繁殖に成功している。

貝から泳出した後の個体は、湖岸の風波を避けた入江などの浅所の表層近くを群れをなして静かに遊泳し微小なプランクトンを補食し、稚魚期には、数尾ないし数十尾で中層から底層近くを遊泳しつつ、水草や杭などに着生した付着藻類などを種として食している(中村, 1969)。成魚は、湖の沿岸部や沼などの、水草や藻の間にだけ生息し、付着藻類をおもに食している(宮地ほか, 1963)。また中村(1969)は、雑食性で付着藻類を摂取 ユスリカの幼虫やミミズで釣り上げたことがあるとしている。

(2) 生息状況

川端(1931)は、内湖・川溝に見ることは少ないとしている。また、大津市坂本でエリ漁を営む漁師に聞いたところでは、エリ漁ではみかけたことがないとのことであった。しかし、松田(1990)では、1983年頃には大津市打出浜には本種が多数生息していたとしている。このことから、本種は琵琶湖内に広く生息するものではなく、局所的に生息していたと考えられる。ところが、1985年になると、大津市打出浜においても本種を確認できなくなっている(松田, 1990)。また、滋賀県水産試験場(2005)においても確認されたのは余呉湖だけとなり、琵琶湖博物館うおの会(2005)では、湖北地方ごく限られたところにしか生息しないとしている。

現在琵琶湖内では本種を確認できない状況で、滋賀県内では湖北地域のごく一部にしか生息していないと考えられる。また、京都市左京区の平安神宮の神苑の池には、琵琶湖疏水を經由して侵入したと考えられる個体群が生息しているが、年々その生息数は減少傾向にある(松田, 未発表)。しかし、最近に

なって知内川水系で本種が確認されるようになった（川瀬，私信）。この地域ではこれまで確認情報は無く、筆者は国内移入種の可能性が高いと考えられる。

本種はレッドデータブック 2014（環境省自然保護局野生生物課，2015）では絶滅危惧 I A 類であり、滋賀県レッドデータブック 2015 年版（滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）では絶滅危惧種とされている。

（3）保全のための指針

本種をはじめとするタナゴ類は、イシガイ科貝類の体内に産卵する繁殖生態を持つことから、イシガイ科貝類を保全することが重要である。中村（1969）によれば、本種はドブガイによく産卵すると考えられることから、ドブガイ（ヌマガイと考えられる）の保全が必要である。近藤（2002）は、ヌマガイの産卵期は春から夏にかけてであり、宿主はヨシノボリとしていることから、ヨシノボリの保全も必要である。

この他、農閑期に水路から水を抜くことや、水路を三面コンクリートにすることは、二枚貝の生息を困難なものとするため、本種の生息環境を破壊することになり、オオクチバスやブルーギルなど魚食性外来魚などは本種を捕食する可能性があり、こうした魚の侵入を防ぎ駆除することも必要である。

また、イチモンジタナゴでは地域的な遺伝的隔離が知られている（kitajima et, 2014）ことから、同種であっても安易な他所への移入は、遺伝的攪乱を引き起こすため決して行ってはならない。なお、本種には観賞魚としての価値があり、業者やマニアによる乱獲を防ぐことも必要である。

本種は滋賀県の「ふるさと滋賀の野生動植物との共生に関する条例」で指定希少野生動植物種に指定されていることから、許可なく捕獲することは禁止されている。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告書 23 号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津. 233pp.
- 平井賢一. 1964. 琵琶湖産タナゴ 4 種の産卵生態の比較. 生理生態, 12 : 72-81.
- 環境省自然保護局野生生物課. 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 (編). ぎょうせい, 東京. 414pp.
- 川端重五郎. 1931. 琵琶湖産魚貝類. 故川端重五郎遺稿集頒布会, 東京. 189pp.
- Kitajima, J., M. Matsuda, S. Mori, T. Kokita and K. Watanabe. 2014. Population structure and cryptic replacement of local populations in the endangered bitterling *Acheilognathus cyanostigma*. Ichthyological Society of Japan 62(2), 122-130.
- 近藤高貴. 2002. 日本産イシガイ類図鑑 大阪教育大学 CD
- 松田征也. 1990. びわ湖の魚類を考える. 水産研究, 水産の研究. 46 : 14-15.
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦. 1963. 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 大阪. 259pp.
- 長田芳和. 1989. イチモンジタナゴ, 日本の淡水魚. pp. 372. 山と溪谷社, 東京.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学研究所, 東京. 455pp.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 -滋賀県レッドデータブック 2015 年版-, 滋賀県生きもの総合調査委員会 (編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.
- 滋賀県水産試験場. 2005. 平成 14~15 年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書. 滋賀県水産試験場, 彦根. 138pp.

執筆者

松田征也 滋賀県立琵琶湖博物館

1.5 モツゴ

(1) 生活史・生態

口は受け口で小さく、上顎よりも下顎が突出している。体には吻部から尾部にかけて黒色の縦線があるが、個体によっては明瞭でない場合もある。主に河川の下流域や湖沼、ため池など流れの緩い場所や止水域に生息する。動物プランクトンや底生生物、付着藻類などを食べる雑食性。産卵期は4月から7月にかけてであり、繁殖期のオスは、体色や各鰭が黒くなり、吻部周辺に追星が出現する。止水域にある浮石や壁面、植物の茎などの障害物にオスがなわばりをもち、近づいてくる他個体を激しく追い払う。メスはオスがなわばりを作った場所に粘着性のある卵を数珠状に産みつける。産卵期中には複数回の産卵を行う（川那部ほか，2001）。

(2) 生息状況

滋賀県内における本種の分布は琵琶湖沿岸域の河川下流域、水路、内湖に加えて、県の南東部におけるため池などでの確認記録がある（滋賀県水産試験場，2004；琵琶湖博物館うおの会，2005，北野ほか，2017）。一方で琵琶湖内については沿岸などの記録がわずかにあるが、確認記録は多くはない。過去には琵琶湖内でも生息していた記録もあるが、減少しているようである（滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）。

近年モツゴが確認されている水域としては、ため池が多い（滋賀自然環境研究会，2001）。しかし、これらの生息地は、琵琶湖沿岸域よりもかなり内陸に位置しており、従来の生息地であったかどうかは不明である。ため池におけるモツゴの生息状況の特徴として、コイやフナ類、ホンモロコなど滋賀県内における水産有用魚種が同所的に確認されていること、オオクチバスやブルーギルなどの国外外来魚が生息しているため池でも確認されることが挙げられる。ため池における本種の分布は、従来の生息地とは考えにくい場所も含まれており、これらは有用魚種と共に放流され、それが生き残っている可能性も考えられる。また、条件を整えば容易に繁殖することから、庭園・公園内の池など人工的な環境においても確認されている。

その一方で、従来の生息地では国外外来魚の増加、湖岸域の開発、河川改修、圃場整備による生息環境の悪化で個体数が減少していると考えられる。滋賀県レッドデータブック 2015年版では希少種に位置付けられている。

(3) 保全のための指針

水路や河川下流域などでは、特に産卵環境として、石垣や植生などが存在する環境が必要である。本種は浮石、倒木やその枝などに卵を産み付ける習性があるため、産卵場所の確保のために多様な護岸・河床環境をつくる必要がある。ため池については、護岸のコンクリート化や管理放棄による生息環境の悪化などに気を付けるほか、同所的に生息している場所があるとはいえ、オオクチバス、ブルーギルなどの外来魚の積極的な駆除なども必要である（滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会．2005．琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち．琵琶湖博物館，草津．233pp.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海．2001．山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚．山と溪谷社，東京．719pp.
- 北野大輔・曾我部共生・浦部美佐子．2017．琵琶湖内湖の神上沼における魚類相．地域自然史と保全，39(1)：71-78.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会．2016．滋賀県で大切にすべき野生生物 —滋賀県レッドデータブック 2015年版—．サンライズ出版，彦根．647pp.
- 滋賀県水産試験場．2005．平成14～15年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書．滋賀県水産試験場，彦根．138pp.
- 滋賀自然環境研究会．2001．滋賀の田園の生き物．サンライズ出版，彦根．189pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 kano-shigefumi(at)biwahaku.jp

1.6 ドジョウ類

1.6.1 ドジョウ

(1) 生活史・生態

筒型の細長い体形で、背面から側面にかけては褐色を帯び、不規則に暗色斑点がある。腹面は黄淡色で模様はない。尾鰭基部の上部に小さな黒色斑点がある。雌雄の判別は胸鰭を見ると容易で、オスは胸鰭の先端が発達して尖っており、基部に骨質盤がある。一方で、メスの胸鰭は小型で楕円形をしている。河川下流域や水田地帯、池沼など流れの緩い水域もしくは止水域の泥底、砂泥底に生息している。特に水田地帯には多く、平野部から中山間地域にかけて広く分布している。小型の底生生物や泥中の分解された有機栄養分などを食べる雑食性。産卵期は5月から8月にかけてであり、高水温の河川の氾濫原や水田内で産卵を行う。産卵時にはオスがメスの腹部に巻き付き、卵は泥上にばらまかれる。孵化した仔魚はそのまま同様の環境で成長し、早いものは1年で成熟する（川那部ほか，2001；中島，2017）。腸呼吸が可能のため、水がなくても湿った土中で生活することができる。そのため、中干後の水田内に残り、越冬するものもいる。

従来、国内のドジョウは *Misgurnus anguillicaudatus* の1種のみであったが、近年の研究によりドジョウに加え、主に北日本に生息するキタドジョウ *Misgurnus* sp. (Clade A)、南西諸島に生息するヒョウモンドジョウ *Misgurnus* sp. OK、八重山諸島に生息するシノビドジョウ *Misgurnus* sp. IR の4種が存在することが明らかになっている（中島，2017）。滋賀県にはドジョウのみが生息している。

(2) 生息状況

滋賀県内には河川や水路、水田地帯を中心としてため池などにも分布している（琵琶湖博物館うおの会，2005；滋賀県水産試験場，2005）。主に、泥質の水路や水田で多く確認されており、水田内で越冬を行なう箇所もある。一方で、圃場整備事業などによる水路のコンクリート化や落差による水田への遡上阻害、生息環境の悪化、市街化による生息環境そのものの消失などにより、個体数が激減している地域もある（滋賀自然環境研究会，2001）。このほか、国内には食用として移入されたと考えられる国外外来種カラドジョウ *Misgurnus dabryanus* や、同種ではあるものの、遺伝的に異なる集団である中国産のドジョウが広がっており、すでにカラドジョウは県内でもいくらかの地域において定着している（金尾・上野，2005）。それらの影響については現在のところ不明であるが、生息環境などを巡る競争のほか、交雑による遺伝子汚染が懸念される（中島，2017；中田ほか，2018）。滋賀県レッドデータブック 2015 年版要注目種。

(3) 保全のための指針

本種の主とした生息場所となる泥質の水域を保全するとともに、水路などについては流速が緩やか、もしくは止水域となるような構造を設けることが必要となる。また、圃場整備により、水田への移動が困難となってしまった場所については、繁殖期に水田内への移動を可能とするための魚道を設けることも有効である。これらの魚道に関しては、滋賀県が実施している排水路そのものを堰上げる「魚のゆりかご水田」方式や、他府県で設置されている「一筆排水柵魚道」方式などにおいて、ドジョウの遡上が確認されている（鈴木ほか，2001；田中，2006；鈴木，2007；堀・菅原，2013）。一筆排水柵魚道などは、木材を利用したもので左右に斜面型の堰をいれたものや、市販のコルゲート管を利用したものなど、様々な形状での遡上が確認されている（佐藤ほか，2008）。いずれの方式においても、水田への呼び水となる魚道への安定した流水が必要となり、降雨の多い年であれば降雨時での遡上が可能となるが、雨が少ない場合には人為的に水田から水の供給を行い、魚道内の流水を確保する必要がある。また、カラドジョウや中国産のドジョウなどが国内にはすでに定着しており、目視での同定が困難な場合も多い。現地の個体群における遺伝子攪乱を防ぐためにも、むやみな放流は避けるべきである。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告書 23 号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津. 233pp.
- 堀昭人・菅原芳明. 2013. 滋賀県における『魚のゆりかご水田プロジェクト』の過程とこれからの展望. 海洋と生物, 206 : 227-232.
- 金尾滋史・上野世司. 2005. 滋賀県におけるカラドジョウの初記録と定着について. 関西自然保護機構会誌, 27(1) : 59-63.
- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京. 719pp.
- 中島淳. 2017. 日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京. 224pp.
- 中田和義・金尾滋史・伊藤健二. 2018. 農業農村整備のための生態系配慮の基礎知識(7)水田・水利施設の外来生物とその対策. 水土の知, 86 (7) : 619-624.
- 佐藤太郎・佐藤学・稲垣政則・佐藤武信・安実千智・土田一也・三沢眞一. 2007. コルゲート管を用いた水田魚道の設置条件および水田の水管理とドジョウの遡上との関係. 農村計画学会誌, 26(4) : 434-441.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 —滋賀県レッドデータブック 2015 年版—, 滋賀県生きもの総合調査委員会 (編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.
- 滋賀県水産試験場. 2005. 平成 14~15 年度琵琶湖および河川の魚類等の生息状況調査報告書. 滋賀県水産試験場, 彦根. 138pp.
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤章. 水田水域における淡水魚の双方向移動を保障する小規模魚道の試作と実験. 応用生態工学, 4(2) : 163-177.
- 鈴木正貴. 2007. 小河川—排水路—土水路—水田のネットワーク化と効果. 水谷正一 (編). 水田生態工学入門. 農山漁村文化協会, 東京. pp. 118-124.
- 田中茂穂. 2006. 魚のゆりかご水田プロジェクト. 環境技術, 35 : 775-780.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 kano-shigefumi(at)biwahaku.jp

1.6.2 シマドジョウ類

(1) 生活史・生態

滋賀県には染色体が 2 倍体性のニシシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type B および 4 倍体性のオオシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type A が生息しており、特に両種が同一水系に分布している滋賀県内においては外見での判別は非常に難しい (中島, 2017)。両種とも体は細長く、体色は乳白色から淡黄色で、円形もしくは楕円形の斑紋が点列状に並ぶ。口ひげは 6 本。主に底質が砂礫や砂の河川や水路を生息地としており、水田の中まで侵入することはまれである。

小型の水生動物や底質の有機栄養分を餌としており、砂と一緒に餌を取り込む。産卵期は 5 月から 6 月にかけてであり、植生帯の根元などに産卵すると考えられている。生まれた稚魚は流れの緩やかな砂泥底の水域で生活している (川那部ほか, 2001)。

(2) 生息状況

滋賀県内における 2 種の詳細な分布はまだ不明であるが、県内で広く分布が確認されているのは、ニシシマドジョウであり、オオシマドジョウの分布は現在、県南部の一部の水系に限られている (君塚・小林, 1983 ; Kitagawa et al., 2003)。主としては河川や規模の大きな水路などであるが、ニシシマドジョウは水田地帯にもよく出現する。水田地帯では主に水路に多く生息しており、特に底質が砂礫、砂泥の環境に多い。水田の中に入ることはまれである。一方、オオシマドジョウの水田地帯における利用

状況は不明である。2種共に滋賀県レッドデータブック 2015年版要注目種。

(3) 保全のための指針

主に底質が砂礫および砂泥の場所に生息するため、水路改修の際にコンクリート 3 面張りや床固めを行なうことは、脅威そのものとなる。生息環境として砂礫および砂泥の底質を保全することが第一条件であり、また河川などとのつながりも重要となる。また、四季を通じて安定した水域が必要なため、乾田化などによる非灌漑期の水路の水供給停止や水量減少にも配慮する必要がある。

本種に限って言えば水田と水路と繋ぐ魚道は生活上、あまり重要ではないと考えられるが、河川-水路間および水路間において落差工などがあり、双方向の移動が不可能な場合には、この落差を解消する小規模魚道などが効果的であるといえる。

引用文献

- 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京. 719pp.
- 君塚芳輝・小林 弘. 1983. シマドジョウの核学的種族の地理的分布. 魚類学雑誌, 30 : 308-312.
- Kitagawa, T., Watanabe, M., Kitagawa, E., Yoshioka, M., Kashiwagi, M. and Okazaki, T. 2003. Phylogeography and the maternal origin of the tetraploid form of the Japanese spined loach, *Cobitis biwae*, revealed by mitochondrial DNA analysis. Ichthyological Research, 50 : 318-325.
- 中島淳. 2017. 日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京. 224pp.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 - 滋賀県レッドデータブック 2015年版 -, 滋賀県生きもの総合調査委員会 (編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 kano-shigefumi(at)biwahaku.jp

1.6.3 スジシマドジョウ類

(1) 生活史・生態

滋賀県内には、いずれも琵琶湖固有種であるオオガタスジシマドジョウ *Cobitis magnostriata*、ビワコガタスジシマドジョウ *Cobitis minamorii oumiensis* が生息している (Nakajima, 2012 ; 中島, 2017)。オオガタスジシマドジョウはスジシマドジョウ種群の中で最大でありメスの全長は 10cm を超えるものもいる。体側は太い縦条模様となり、尾鰭基部の 2 個の斑紋は上下共に三日月状の漆黒模様ではっきりと目立ち、連続する。胸鰭から腹鰭までの筋節数は 14~15 (通常 14)。琵琶湖沿岸の砂浜湖岸に加え、さらにその沖の水深 10m~20m 付近などでも確認されることがある。ビワコガタスジシマドジョウは全長が 6cm~8cm と小型で、繁殖期以外の体側の縦条模様は点列になることも多い。尾鰭基部の 2 個の斑紋は、上が漆黒模様で目立つ一方で、下の斑紋は薄い。胸鰭から腹鰭までの筋節数は 12~13 (通常 13)。主に琵琶湖沿岸の砂浜湖岸で確認されることがある。両種ともに琵琶湖内における採集例はあるものの、琵琶湖内における詳細な生態は不明である。繁殖期は 5 月から 6 月で、氾濫原環境である一時的水域に移動し、冠水した植物の間の泥底に卵をばらまく。水田内にも侵入することはあるが、より植生の豊富な湖岸域の植生帯、休耕田のような場所が冠水する場所が繁殖場所として利用されるようである (斎藤, 2005 ; 中野, 2015 ; Morii et al., 2018a)。卵はオオガタスジシマドジョウの方がやや卵径が大きく、粘着性はあまりない。孵化した個体は両種とも一時的水域でしばらく過ごした後に、河川や水路、そして琵琶湖へと移動すると考えられる。

(2) 生息状況

オオガタスジシマドジョウは琵琶湖内やその周辺の水域のみならず、琵琶湖流入河川および流出河川の流域にも生息している。一方で、ビワコガタスジシマドジョウは現在、琵琶湖内およびその周辺の水域のみで確認されている。かつては琵琶湖周辺域の複数の地域において採集記録があったが、両種共に

現在は生息場所や明らかになっている産卵場所が限られており、分布域は急速に狭小化、孤立化していると考えられる（琵琶湖博物館うおの会，2005；環境省自然環境局野生生物課，2015）。これらは、琵琶湖湖岸域の開発や河川改修、圃場整備事業による、生息環境の悪化に加え、繁殖場所となる氾濫原環境の消失などが主な要因と考えられる。また、2種間において産卵場所が重複することによる影響なども考えられている（Morii et al., 2018b）。2種共に、環境省レッドリスト2018絶滅危惧IB類、滋賀県レッドデータブック2015年版絶滅危惧種。

（3）保全のための指針

いずれの種においても産卵や一定の仔稚魚の期間において、ごく浅い氾濫原的な環境が必要となる。両種でそれぞれ必要な微環境は若干異なると考えられるが、水田のような均一的な環境の一時的な水域よりも休耕田を冠水させたような、より環境に複雑性のある一時的な水域が必要であり、さらに琵琶湖や河川から繁殖場所へ侵入できる経路の確保が必要となる。繁殖場所への移動に関して大きな落差などがある場合には小規模魚道などを設置することで移動が可能となることもある。また、特に仔稚魚期には浅場を利用するため、冠水期間における水位の調整などについても留意する必要がある（環境省自然環境局野生生物課，2015；滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）。

高島市では「みずすまし水田」「田んぼ池」として、琵琶湖周辺域の休耕田や水路を活用した魚類の産卵場所、仔稚魚の生息場所の造成・整備をする保全活動が進められている。これらの場所と水路との接続箇所には段階的に落差を解消する魚道が造成されており、毎年スジシマドジョウ類が侵入し、繁殖が確認されている（金尾ほか，2010；金尾，2017；中島，2017）。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会．2005．琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち．琵琶湖博物館，草津．233pp.
- 金尾滋史・前畑政善・沢田裕一．2010．琵琶湖周辺の田んぼは「魚のゆりかご」～水田のもつ生態系機能の保全・再生に向けて～．中村浩二・嘉田良平（編）．里山復権～能登からの発信～．創森社，東京．pp. 69-85.
- 金尾滋史．2017．湖国のドジョウばなし．北九州・魚部（編）．特盛どじょう本．北九州・魚部，北九州．pp. 82-83.
- 環境省自然環境局野生生物課．2015．レッドデータブック2014 ー日本の絶滅のおそれのある野生生物ー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（編）．ぎょうせい，東京．414pp.
- Morii, K., Nakano, M., Nishida, T and Takakura K. 2018a. Growth patterns of juveniles observed at a shared spawning site in two closely related species of spined loaches endemic to the Lake Biwa riverine system; *Cobitis magnostriata* and *C. minamorii oumiensis*. Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology, 29(2): 49-56.
- Morii, K., Nakano, M. and Takakura K. 2018b. Does simultaneous and sympatric reproduction between two native spined loaches lead to reproductive interference and local extinction?. Environmental Biology of Fishes, 101(9): 1-10.
- Nakajima, J. 2012. Taxonomic study of the *Cobitis striata* complex (Cypriniformes, Cobitidae) in Japan. Zootaxa, 3586: 103-130.
- 中島淳．2017．日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑．山と溪谷社，東京．224pp.
- 中野光議・上原和男・浦部美佐子．2015．琵琶湖北西部の沿岸域におけるスジシマドジョウ種群の繁殖期と繁殖場所．保全生態学研究，20(1): 49-58.
- 斎藤憲治．2005．スジシマドジョウ種群ー高密度なのに、実は希少魚ー．片野修・森誠一（編）．希少淡水魚の現在と未来ー積極的保全のシナリオー．信山社，東京．pp. 186-192.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会．2016．滋賀県で大切にすべき野生生物 ー滋賀県レッドデータブック

2015年版一，滋賀県生きもの総合調査委員会（編），サンライズ出版，彦根．647pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 kano-shigefumi(at)biwahaku.jp

1.6.4 ホトケドジョウ

(1) 生活史・生態

体は円筒状で、体色は黄褐色で小さな黒色斑点が体全体にある。また、背鰭や尾鰭にも黒色の斑点がある。口ひげは4対。流れの緩やかな水路などに生息しており、滋賀県内では中山間地の水田地帯や湿地などに見られる。特に土水路のような流れの少なく植生の多い環境を好み、中層を遊泳している。主に動物プランクトンや小型の水生生物などを餌とする。産卵期は3月から6月で、水中に沈んだ植物や、湿生植物の根などに粘着性のある卵を産みつける（川那部ほか，2001）。孵化した仔稚魚は水中を泳ぎ、水路や水田内にも侵入して成長する。冬期には水路内の深場や湧水のある場所に移動し、落葉などの中で越冬する（守山ほか，2010；中島，2017）。

(2) 生息状況

滋賀県内においては、主に土水路や二面張りの水路が存在する中山間地の水田地帯に生息している。このほか、中山間部の小規模なため池、湿地・湿原のほか、琵琶湖周辺域においても湧水が存在する水田地帯などで隔離的に確認されている。いずれの場所においても、生息個体数は多くはなく、分布も限定的であると考えられる（琵琶湖博物館うおの会，2005）。圃場整備による水路のコンクリート化やため池、湿地などの改修、宅地開発等による生息環境の悪化が主な減少要因と考えられる。環境省レッドリスト2018絶滅危惧IB類、滋賀県レッドデータブック2015年版絶滅危機増大種。

(3) 保全のための指針

現在の主な生息地となっている止水域かつ抽水植物や湿生植物などが繁茂している水路の保全および、冬期の越冬環境となるような湧水や深みのある止水域の保全が必要となる。そのため、コンクリート護岸やコンクリート底になることは本種の存続にとって脅威となる（金尾ほか，2010）。圃場整備や水路改修を行う場合でも、特に底質のコンクリート化は避け、流れが緩やかな部分をつくり、底質や水際の植生などについては現状の生息環境を保全することが重要である。生息地においては周年を通じた水域の確保、また、高水温には弱いため、整備後に水温上昇の内容に配慮することも必要であり、平野部の生息地については湧水が大きく関係するために、湧水の確保なども重要な保全策となる（環境省自然環境局野生生物課，2015；滋賀県生きもの総合調査委員会，2016）。

中山間地における生息地においては、管理放棄された水田や水路などで植物の遷移や陸地化が進むことから、水域維持のために、人為的な管理が必要である。もともとの生息範囲も狭いため、工事を行う際には個体群の供給源となるような場所を確実に保全することが重要である。

引用文献

琵琶湖博物館うおの会．2005．琵琶湖博物館研究調査報告書 23号 みんなで楽しんだうおの会-身近な環境の魚たち．琵琶湖博物館，草津．233pp.

環境省自然環境局野生生物課．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（編）．ぎょうせい，東京．414pp.

金尾滋史・前畑政善・沢田裕一．2010．琵琶湖周辺の田んぼは「魚のゆりかご」～水田のもつ生態系機能の保全・再生に向けて～．中村浩二・嘉田良平（編）．里山復権～能登からの発信～．創森社，東京．pp. 69-85.

川那部浩哉・水野信彦・細谷和海．2001．山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚．山と溪谷社，東京．719pp.

守山拓弥・柿野亘・水谷正一．2010．地下水を水源とする保全池における冬期のホトケドジョウの分布

パターン. 魚類学雑誌, 57(2) : 161-166.

中島淳. 2017. 日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京. 224pp.

滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 –滋賀県レッドデータブック 2015年版–, 滋賀県生きもの総合調査委員会 (編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.

執筆者

金尾滋史 滋賀県立琵琶湖博物館 [kanao-shigefumi\(at\)biwahaku.jp](mailto:kanao-shigefumi(at)biwahaku.jp)

1.7 コイ類

1.7.1 野生型コイ

(1) 生活史・生態

琵琶湖に生息する野生型コイは、春から夏に接岸して湖岸のヨシ帯などで産卵するが、内湖や河川・水路にも遡上し、圃場整備以前は水田にまで遡上して産卵していた(細谷, 2005; 堀, 2009)。コイの卵は沈性粘着卵で大きさは直径 1.6-2.5mm (細谷, 2001)、約 1.5mm のフナ類の卵より大きい傾向がある。産卵基質には水面近くにある植物体が好まれ、倒れたヨシの茎葉や浮遊している草木の切れ端、浮島状の草株、水面付近まで達した沈水植物の葉やヤナギの根などで産着卵がよく観察される。コイの卵は受精後 3-6 日ほどで孵化するが(細谷, 2001)、仔稚魚や若魚がどこでどのような生活を送っているかを示す観察データはほとんどない。繁殖期が終わると親魚は湖に戻り、冬には沖合で生活する(古川, 1966)。琵琶湖の野生型コイは、一般によく目にする飼育型コイと比べて体高が低く、魚雷型の体型をしており、また、鰾(うきぶくろ)と食道を結ぶ気道の弁が太く発達していることから、沖合では急激な深淺移動を伴う活発な遊泳活動を行っているとは推定されている。さらに、鰓耙が短くて数が少なく、かつ腸管が短いことから、飼育型と比べて肉食性が強いと推定されている (Atsumi et al. , 2017)。



琵琶湖産の野生型コイ : KPM-NI (神奈川県立生命の星・地球博物館標本資料) 12585、42.8 cm SL. 画像 : 神奈川県立生命の星・地球博物館提供 (瀬能 宏撮影)。

琵琶湖の野生型コイは、ミトコンドリア DNA の塩基配列でユーラシア大陸のコイとは明瞭に区別される「日本在来コイ」の貴重な生き残りであり (Mabuchi et al. 2005, 2008)、環境省のレッドリスト (環境省, 2019) では「絶滅の恐れのある地域個体群」に、滋賀県レッドデータブック (滋賀県生きもの総合調査委員会, 2016) では「希少種」に位置付けられている。琵琶湖の水深 20m 以深から捕獲されるコイの多くは野生型だが、これより浅い湖岸域から採集されるコイには多数の飼育型コイ (大陸からの導入系統) が含まれる。また、同じ湖岸域でも、水深が急に落ち込む湖北の沿岸では野生型が多いが、水深の浅い湖東沿岸や南湖では飼育型が多い (馬淵ほか, 2010)。野生型のための生息数を推定するのは難しいが、飼育型を含むコイの漁獲量は 1970 年代に年間 150-200t あったものが 1980 年代からほぼ一貫して減少し、近年では 10t 前後にまで落ち込んでいる (馬淵・松崎, 2017)。

(2) 生息状況

琵琶湖の野生型コイは、ミトコンドリア DNA の塩基配列でユーラシア大陸のコイとは明瞭に区別される「日本在来コイ」の貴重な生き残りであり (Mabuchi et al. 2005, 2008)、環境省のレッドリスト (環境省, 2019) では「絶滅の恐れのある地域個体群」に、滋賀県レッドデータブック (滋賀県生きもの総合調査委員会, 2016) では「希少種」に位置付けられている。琵琶湖の水深 20m 以深から捕獲されるコイの多くは野生型だが、これより浅い湖岸域から採集されるコイには多数の飼育型コイ (大陸からの導入系統) が含まれる。また、同じ湖岸域でも、水深が急に落ち込む湖北の沿岸では野生型が多いが、水深の浅い湖東沿岸や南湖では飼育型が多い (馬淵ほか, 2010)。野生型のための生息数を推定するのは難しいが、飼育型を含むコイの漁獲量は 1970 年代に年間 150-200t あったものが 1980 年代からほぼ一貫して減少し、近年では 10t 前後にまで落ち込んでいる (馬淵・松崎, 2017)。

(3) 保全のための指針

基本的な繁殖生態と生活史が琵琶湖のフナ類と類似しており、保全対策もこれらと共通する部分が多い (馬淵・松崎, 2017)。減少の主因として繁殖場所の減少と外来魚 (主にオオクチバスとブルーギル) の増加があり、双方への対策が必要。保全方針としては、これら外来魚の駆除と、湖岸ヨシ帯の保全・回復、遡上しやすい河川、水路、水田の復活が主となる。より具体的には、滋賀県が取り組む「ゆりか

「水田」の面積を増やすとともに、河川・水路の遡上を阻害する堰等に魚道を設置し（あるいは不必要な堰を撤去し）、産卵場として機能する湖岸ヨシ帯を正しく認識して保全・再生していくのが有効だろう。一方、増水時の湖岸ヨシ帯に産卵された卵が急激な水位低下によって大量に干出したり（亀甲ほか、2012）、梅雨・台風期の平常時の水位抑制によってこの時期に産卵可能な湖岸ヨシ帯の面積が減少していることも問題であり、これらの原因となっている瀬田川洗堰による琵琶湖水位の操作規則も再考の余地があるだろう。冬季に沖合深層を利用することから、琵琶湖深層の貧酸素化も問題となるが、その主因は地球温暖化による暖冬であるため、グローバルな対応が求められる。コイ特有の問題としてはまず、大陸に由来する飼育型コイとの交雑および競争の問題がある。対策としては飼育型コイをこれ以上放流しないことが基本だが、すでに琵琶湖とその周辺に生息している飼育型コイを駆除することも必要だろう（例えば、冬の河川や浅い湖岸で明らかに体高の高いコイが釣れたらリリースしないなど）。飼育型コイは、自然分布域ではない北米やオーストラリアにおいて水質の悪化や水生植物の減少をもたらしており、国際自然保護連合の世界侵略的外来種ワースト 100 (Lowe et al., 2000) に選ばれていることに留意すべきである。2004年に起こったコイヘルペスウィルス (KHV) による大量死は、野生型コイに大きな被害をもたらしたが（馬淵ほか、2004）、生残個体は感染耐過しており次年度以降の大量死は起こっていない（山本・三輪、2011）。KHV 対策として滋賀県では、琵琶湖海区漁業調整委員会の指示によって他水面からのコイの放流を制限している (<https://www.pref.shiga.lg.jp/kaiku/shizi/102761.html>; 参照 2019-7-16)。KHV 対策とは別に、漁業調整規則では全長 15cm 以下のコイは採捕禁止となっている。

引用文献

- Atsumi, K., H.-Y. Song, H. Senou, K. Inoue and K. Mabuchi. 2017. Morphological features of an endangered Japanese strain of *Cyprinus carpio*: reconstruction based on seven SNP markers. *J. Fish Biol.*, 90: 936-953.
- 古川 優. 1966. 漁獲場所よりみた琵琶湖産コイ 2 型の 季節的移動について. 滋賀県水産試験場研究報告, 19: 1-4.
- 堀 明弘. 2009. 魚のゆりかご水田. 西野麻知子 (編), pp. 248-253. とりもどせ! 琵琶湖・淀川の原因風景. サンライズ出版, 彦根.
- 細谷和海. 2001. コイ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海 (編), pp. 334-338. 山溪カラー名鑑 改訂版 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 細谷和海. 2005. 琵琶湖の淡水魚の回遊様式と内湖の役割. 西野麻知子・浜端悦治 (編), pp. 118-125. 内湖からのメッセージ 琵琶湖周辺の湿地再生と生物多様性保全. サンライズ出版, 彦根.
- 環境省. 2019. 環境省レッドリスト 2019. 環境省: <http://www.env.go.jp/press/files/jp/110628.pdf> (参照 2019-7-17).
- 亀甲武志・根本守仁・澤田宣雄・藤岡康弘・甲斐嘉晃. 2012. 琵琶湖沿岸におけるフナ類およびコイ産着卵の大量干出. *魚類学雑誌*, 59: 84-86.
- Lowe, S., M. Browne, S. Boudjelas and M. De Pooyrer. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species, a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group (ISSG), a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), Auckland, New Zealand. 12 pp.
- 馬淵浩司・松崎慎一郎. 2017. 日本の自然水域のコイ: 在来コイの現状と導入コイの脅威. *魚類学雑誌*, 64: 213-218.
- Mabuchi, K., H. Senou and M. Nishida. 2008. Mitochondrial DNA analysis reveals cryptic large-scale invasion of nonnative genotypes of common carp (*Cyprinus carpio*) in Japan. *Mol. Ecol.*, 17: 796-809.
- Mabuchi, K., H. Senou, T. Suzuki and M. Nishida. 2005. Discovery of an ancient lineage of *Cyprinus*

carpio from Lake Biwa, central Japan, based on mtDNA sequence data, with reference to possible multiple origins of koi. J. Fish Biol., 66: 1516-1528.

馬淵浩司・瀬能 宏・武島弘彦・中井克樹・西田 睦. 2010. 琵琶湖におけるコイの日本在来 mtDNA ハプロタイプの分布. 魚類学雑誌, 57: 1-12.

馬淵浩司・武島弘彦・中井克樹・瀬能 宏・鈴木寿之・西田 睦. 2004. 琵琶湖における野生型コイの大量斃死. 魚類学雑誌, 51: 190-192.

滋賀県生きもの総合調査委員会. 2016. 滋賀県で大切にすべき野生生物 -滋賀県レッドデータブック 2015 年版-. 滋賀県生きもの総合調査委員会(編). サンライズ出版, 彦根. 647pp.

山本充孝・三輪 理. 2011. 琵琶湖における KHV サーベイランス. 平成 22 年度滋賀県水産試験場事業報告, 67.

執筆者

馬淵浩司 国立環境研究所・琵琶湖分室 [mabuchi.koji\(at\)nies.go.jp](mailto:mabuchi.koji@nies.go.jp)

1.8 ナマズ類

1.8.1 ナマズ

(1) 生活史・生態

成魚は琵琶湖湖内や内湖、河川中下流部、水田地帯の水路に生息する。河川や水路では淵などの緩流部に多い。夜行性で、昼間は水底の障害物の陰にひそみ、主に夜間に活動するが、低水温期はあまり活動しない。食性は肉食で、小魚やエビ類、両生類、昆虫類等を捕食する(小早川, 2001)。

繁殖期は4月から7月ごろで、琵琶湖周辺の水田地帯では田植え期とよく一致する(Maehata, 2007; 舟尾・沢田, 2013)。生息地周辺の一時的水域である水路や、時には水田内まで遡上し、産卵する(Maehata, 2007)。産卵時には大型の雌にやや小型の雄が巻き付き、離れる瞬間に放卵、放精が行われる(Maehata, 2002)。卵は弱い粘着性を有する沈性卵で、水底や周辺の藻類に付着する。卵は1日~2日で孵化し、孵化仔魚は卵黄を吸収しながら成長し、卵黄吸収後は主にミジンコ類を捕食して成長する(友田, 1978)。仔稚魚期には上顎に1対、下顎に2対のヒゲがあるが、成長と共に下顎の1対は消失する(友田, 1978)。成長した稚魚は水生昆虫類、他魚種や同種の仔稚魚なども捕食するようになり、生息場所も水田内や小溝から水路や河川、内湖などに移る。

(2) 生息状況

琵琶湖湖内、内湖のほか、河川中下流部や水田地帯の水路、ため池に広く生息する(琵琶湖博物館うおの会, 2005)。本種は水田地帯や湖岸周辺を中心に生息することから、圃場整備や湖岸の開発等に伴う環境変化の影響を受けやすく、繁殖場所への移動阻害や繁殖場所そのものの消滅により、生息数が減少している(前畑; 滋賀県版RDB, 2015)。ただし琵琶湖博物館うおの会の調査では最近の調査でも継続して採捕されていることから(琵琶湖博物館うおの会, 未発表)、近年に限れば極端な生息数の減少は生じていないと推測される。

(3) 保全のための指針

・繁殖の場としての水田の活用

ナマズは4~7月に、生息地周辺の一時的水域へ移動して産卵する。かつては降雨による増水時に、多数のナマズが琵琶湖や内湖から水田へと移動し、産卵していたとされるが、近年の土地改良事業により琵琶湖と水路、水田の間に落差が生じた結果、このような移動は困難となった(田中, 2006)。現在、県内各地で取り組まれている「魚のゆりかご水田」は、この落差を解消するために水路に魚道を設置するもので、魚類の水田への移動を容易にし、ナマズにも効果が高い(田中, 2006)。親魚は20cm程度の落差ならジャンプして乗り越えることができるが、落差の手前の水深が極端に浅いと、ジャンプするための勢いが得られない。

・水田魚道整備ができない場合

水田まで遡上できない場合、ナマズは周辺の水路で産卵する（舟尾，2013）。ナマズの卵は付着力が比較的弱いこと、また孵化仔魚は遊泳力がほとんど無いことから、水路の流速が早いと卵、仔魚が流されてしまい、他魚種に捕食される可能性が高くなる。水路の水深は一定にせず深い部分を設けたり、水路幅を広げて緩流部を設けることで、卵や仔魚が流されるのを防ぐように努める必要がある。

・仔稚魚の生育への配慮

水田はナマズの仔稚魚の成長の場としても重要で、湛水後に水田内に発生するミジンコ類などの動物プランクトンや、水田内で繁殖したフナ類他魚種の仔魚は、ナマズ仔稚魚の餌となる。ミジンコ類の発生を促すため、農薬使用量を減らすなどの配慮が必要である。ある程度の大きさに成長した稚魚は成魚と同様、物陰に隠れるようになるため、水路の護岸に隠れ場所を設けるなどの工夫が必要である。

参考文献

- 琵琶湖博物館うおの会. 2005. 琵琶湖博物館研究調査報告 23 号. みんなで楽しんだうおの会—身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館, 草津.
- 舟尾俊範・沢田裕一. 2013. 水田地帯の小河川におけるナマズ *Silurus asotus* の侵入および繁殖について. 魚類学雑誌, 60: 43-48.
- 小早川みどり. 2001. ナマズ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海（編）. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社. pp. 412-415.
- 斉藤憲治・片野修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的な水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, 38: 35-47.
- 田中茂穂. 2006. 魚のゆりかご水田プロジェクト. 環境技術, 35: 775-780.
- 友田淑郎. 1978. 琵琶湖とナマズ. シリーズ日本の野性動物 10. 汐文社, 東京.
- Maehata M. 2002. Stereotyped sequence of mating behavior in the Far Eastern catfish, *Silurus asotus*, from Lake Biwa. *Ichthyological Research*, 49: 202-205.
- Maehata M. 2007. Reproductive ecology of the Far Eastern catfish, *Silurus asotus* (Siluridae), with a comparison to its two congeners in Lake Biwa, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 78: 135-146.
- 前畑政善. 2015. ナマズ. 滋賀県生きもの総合調査委員会（編）. 滋賀県で大切にすべき野生生物滋賀県レッドデータブック 2015 年版. 滋賀県自然環境保全課. p. 565.

執筆者

中尾博行 琵琶湖博物館うおの会

1.8.2 ビワコオオナマズ・イトコナマズ

(1) 生活史・生態

両種とも琵琶湖淀川水系固有種。ビワコオオナマズはナマズに似るが体側には金属光沢があり、最大で全長 1m を超える。主に湖内に生息し、夜間に沖合を遊泳し、フナ等の魚類を捕食する（小早川，2001）。産卵は 5～8 月の琵琶湖水位が上昇した夜間に、湖岸で行われる。産卵行動はナマズと類似し、大型の雌にやや小型の雄が巻き付き、離れる瞬間に放卵、放精が行われる（Maehata，2007）。仔稚魚の餌や生息場所などの生態は不明で、十分に解明されていない。

イトコナマズは全長 60cm 程度になり、目が体の真横につくことで他種と区別できる。琵琶湖内に生息し、小魚やエビ類、水生昆虫などを捕食する（小早川，2001）。産卵生態はビワコオオナマズとおおむね同様（Maehata，2007）。ビワコオオナマズ同様、仔稚魚の生態は解明されていない。

(2) 生息状況

両種とも明確な統計などは存在しないが、湖岸の埋め立てや水位上昇頻度の低下による産卵場所減少、外来魚による卵・仔魚の捕食、外来魚の影響による餌生物の減少などの要因で、生息数は減少していると考えられる（前畑, 2015a, 2015b, 前畑, 2019）。

（3）保全のための指針

ビワコオオナマズ、イワトコナマズは水田ないし周辺の水路等に出現することはないが、水田と隣接する内湖には生息していた記録がある（藤田・西野, 2008）。現在でも内湖に生息する可能性は否定し得ず、水田排水の水質は内湖にも影響を及ぼすため、両種の生息に影響を与える可能性がある。

参考文献

- 藤田朝彦・西野麻知子・細谷和海. 2008. 魚類標本から見た琵琶湖内湖の原風景. 魚類学雑誌, 55: 77-93.
- 小早川みどり. 2001. ビワコオオナマズ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海（編）. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社. pp. 416-419.
- 小早川みどり. 2001. イワトコナマズ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海（編）. 山溪カラー名鑑 改訂版日本の淡水魚. 山と溪谷社. pp. 420-421.
- Maehata M. 2007. Reproductive ecology of the Far Eastern catfish, *Silurus asotus* (Siluridae), with a comparison to its two congeners in Lake Biwa, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 78: 135-146.
- 前畑政善. 2015a. ビワコオオナマズ. 滋賀県生きもの総合調査委員会（編）. 滋賀県で大切にすべき野生生物滋賀県レッドデータブック 2015年版. 滋賀県自然環境保全課. p. 560.
- 前畑政善. 2015b. イワトコナマズ. 滋賀県生きもの総合調査委員会（編）. 滋賀県で大切にすべき野生生物滋賀県レッドデータブック 2015年版. 滋賀県自然環境保全課. p. 553.
- 前畑政善. 2019. ビワコオオナマズの秘密を探る. 琵琶湖博物館ブックレット⑨. サンライズ出版, 滋賀県彦根市.

執筆者

中尾博行 琵琶湖博物館うおの会

1.9 ヨシノボリ類

（1）生活史・生態

滋賀県内にはカワヨシノボリ、オウミヨシノボリ、ビワヨシノボリの3種のヨシノボリ属が分布している。カワヨシノボリは河川型で滋賀県では流入河川の比較的上流に生息しており、河川内で生活史を完結する。オウミヨシノボリは琵琶湖を海に見立てた両側回遊型で、6月頃流入河川で産卵し、孵化した仔魚は琵琶湖に降下して成長し、7月から9月に再び河川に遡上する（Hidaka and Takahashi, 1986 : Yuma et al., 2000）。オウミヨシノボリは河川の下流から中流に多く、優先種となっていることが多い。また、一部は琵琶湖沿岸で生息している。ビワヨシノボリは湖沼型であり、5月から8月に琵琶湖沿岸で産卵し、その後沖合で生活する（Takahashi and Okazaki, 2017）。内湖や流入河川の下流や河口部でも確認され、琵琶湖や内湖に流入する流れの緩い農業用水路などでも見られる。

（2）生息状況

オウミヨシノボリは石が埋没し、上体被覆度が小さく、河畔林が少ない環境で出現確率が高かった（石



オウミヨシノボリの出現確率が高い環境

崎ほか, 2016)。ヨシノボリの仔稚魚を含むハゼ科魚類は琵琶湖内では主に沖曳網漁業で漁獲され、重要な水産資源となっている。漁獲量はイサザを除くハゼ類として集計され、十数トンから百数十トンで変動している。それらは主にオウミヨシノボリ、ビワヨシノボリ、ヌマチチブで構成されており、種構成は月変動や年変動があることから（幡野ほか, 2016）、種ごとの生息状況の評価が必要である。

（3）保全のため指針

オウミヨシノボリは流入河川の中下流域に生息することから、特に農業活動の影響を受けやすいと思われる。産卵期や稚魚の遡上期は特に農地に多量の水を必要とする時期と重なることから、親魚の干出や稚魚の遡上阻害の影響がある。また、安曇川では堰堤などの河川横断工作物が稚魚の遡上に影響することが確認されており、堰堤上流の個体の体長は下流に比べて大きく、大型個体のみが遡上できたと考えられている（Yuma et al., 2000）。堰堤上下流の体長差は、他の複数の流入河川でも観察されており、河川横断工作物の影響を受けている河川は多いと思われる。保全のためには堰堤の改修や（Yuma et al., 2000）、河川水量を維持する対策が必要である。また、ビワヨシノボリは滋賀県レッドリストで分布上重要種として位置づけられ、底質の悪化などが減少要因として指摘されている（金尾, 2016）。琵琶湖に流入する濁水の防止なども必要である。

参考文献

- 幡野真隆・亀甲武志・中山耕至. 2016. 種特異的プライマーを用いたゴリ種判別方法の開発. 平成 27 年度滋賀県水産試験場事業報告.
- Hidaka, T. and S. Takahashi. 1986. Effect of temperature and daylength on gonadal development of a goby, *Rhinogobius brunneus* (orange type). Japan J. Ichthyol. 34:361-367.
- 石崎大介・亀甲武志・藤岡康弘・水野敏明・永田貴丸・淀 太我・大久保卓也. 魚類の生息環境からみた琵琶湖と流入河川とのつながりの重要性. 魚類学雑誌. 2016 ; 63 : 89-106.
- 金尾滋史. 2016. ビワヨシノボリ. 滋賀県生きもの総合調査委員会（編）. pp568. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015 年版—. サンライズ出版. 彦根.
- Takahashi, T. and T. Okazaki. 2017. *Rhinogobius biwaensis*, a new gobiid fish of the "yoshinobori" species complex, *Rhinogobius* spp., endemic to Lake Biwa, Japan. Ichthyol. Res. 64. 444-457.
- Yuma, M., A. Maruyama and B. Rusuwa. 2000. Behavior and distribution of upstream-migrating juvenile *Rhinogobius* sp. (the orange form). Ichthyol. Res. 47. 379-384.

執筆者

石崎大介 滋賀県水産試験場

農業活動が影響を及ぼすその他の魚類

1.10 アユ

（1）生活史・生態

滋賀県に生息するアユは「琵琶湖産アユ」と呼ばれ、海に流入する河川に生息する「海産アユ」と比べて“鱗が細かい”“縄張りをつくる性質が強い”“産卵時期が早い”などといった形態的・生態的特徴をもつ。

アユの寿命は1年と短いにもかかわらず、産卵期は概ね8月下旬から11月下旬までの3か月に及ぶ。アユの産卵は河川中下流部の河床で行われ、浮き石状に堆積したきれいな砂利の表面に卵が産みつけられる（図 1.10.1）。2週間程度



図 1.10.1 産卵のために川に遡上したコアユ

でふ化した仔魚は、速やかに琵琶湖へと降下する。

琵琶湖で生活を始めたアユは、ミジンコの仲間など大型の動物プランクトンを食べて成長する。春になると、成長の速い個体から順次、川へと遡上を始め、これは秋の産卵期まで続く。川に遡上したアユは、餌を珪藻や藍藻などの石の表面に生える藻類に切替え、夏には 20cm 以上に育つ個体もある。川で大きく育ったアユは「オオアユ」と呼ばれる。一方、秋の産卵期になるまで琵琶湖で過ごし、10cm 程度の大きさに成魚になる個体も多く、「コアユ」と呼ばれている。

(2) 生息状況

アユは上記のような回遊生態をもつため、琵琶湖および河川の上流域から下流域まで広く分布する。また、アユの生息量は年によって大きく変動するが、寿命が 1 年の本種は毎年世代が入れ替わることから、産卵量の多寡が生息量水準を決める第一段階となる。アユの産卵量には、産卵場となる河川の状況（濁水あるいは増濁水）、親魚の量や状態（極度の成長不良や栄養状態の悪化）が影響を与えると考えられている。仔魚が多く生まれた年であっても、その後、湖水温が例年より低下するとともに餌が少ない厳しい冬を迎えると、アユの栄養状態が悪化して生息量が急激に減少することがある（酒井ら 2015）。

アユは食用だけでなく、養殖または河川放流用の種苗として高い産業的価値をもつため、これを対象とした多様な漁業が営まれている。代表的な漁法は琵琶湖の沿岸域で営まれる「えり漁」と呼ばれる小型定置網漁業で（図 1.10.2）、12 月から翌年 8 月まで操業される。ほかにも、沖合にカーテン状に網を仕掛ける「刺網漁業」、接岸したアユの群れをねらう「追さで網漁業」、夏に沖合表層に群れるアユをすくいとる「あゆ沖すくい網漁業」、川に遡上したアユをとる「やな漁業」がある。また、アユは遊漁の対象としても人気があり、「こあゆ釣り」や「友釣り」が県内各地の川で行われている。

(3) 保全のための指針

農業活動によって生じるアユの生息環境の変化は、取水に伴う河川流量の減少と代掻きに伴う濁水の発生に大別される。

ア) 取水に伴う河川流量の減少

河川流量の減少は、琵琶湖から河川への遡上を促す「呼び水効果」の減衰を通じてアユの遡上量を減少させる。これに加えて、アユの生息に適した瀬の面積を縮小させるとともに、流速の低下によって餌である藻類の生産力も低下させるため、川でのアユの生息量の減少をもたらす（高橋・谷口 2012）。さらに少雨などの気象条件が重なると、時には完全に通水が遮断される「瀬切れ」が発生し、アユの遡上や生息が不可能な状態に陥ることもある。これらが生じると、川に遡上したアユを利用するやな漁業や友釣りにも影響が及ぶ。したがって、アユがすみよい河川環境を維持するには、良質な藻類が生産され、瀬が確保されるような一定の流量を維持する必要がある。

イ) 代掻きに伴う濁水の発生

琵琶湖や川での濁りの発生は、アユに対して直接的な死因となることはあまりないが、摂餌行動に影響を与え、成長阻害を引き起こすことが知られている（藤原 1997）。また、アユは濁りに対して忌避行動を示すため、琵琶湖沿岸や川に濁水が流入すると接岸や遡上が妨げられ（藤原 1997）、それらの水域で操業する漁業にも影響が及ぶ。したがって、アユがすみよい琵琶湖や河川の環境を維持するには、極力、濁りの発生を抑制することが望ましい。



図 1.10.2 琵琶湖沿岸で営まれるえり漁

引用文献

藤原公一（1997）濁水が琵琶湖やその周辺河川に生息する魚

類へおよぼす影響．滋賀県水産試験場研究報告，46，9-37.

酒井明久・白杵崇広・片岡佳孝（2015）琵琶湖におけるアユ資源の冬季減耗と環境要因．日本水産学会

誌, 81, 667-673.

高橋勇夫・谷口順彦 (2012) 流量変化に伴う河床型構成およびアユの生息密度の変化とそれらの河川維持流量への活用. 応用生態工学, 15, 197-206.

執筆者

酒井明久 滋賀県水産試験場 sakai-akihisa(at)pref.shiga.lg.jp

1.11 マス類

滋賀県に生息するサケ科魚類は、ビワマス、アマゴ、ヤマメ、イワナおよびニジマスがいる。これらの中でニジマスはアメリカ合衆国から導入された外来魚であるが、それ以外は自然分布である。これらのサケ科魚類のうち主な生息域が水田地域と重なるのはビワマスであり、アマゴやイワナなどは河川の上流域に生息し水田の影響をあまり受けないと思われる。このため、以下にはビワマスについて解説する。

1.11.1 ビワマス

琵琶湖を主な生息域とする唯一の在来サケ科魚類で、琵琶湖固有種である。サツキマスやサクラマスに近縁で形態もよく似ているが、生態は異なる。

(1) 生活史・生態

河川の中上流部の砂礫中で12月から1月に孵化した稚魚は、卵黄を吸収し終える2月から3月頃に泳ぎ出し（浮上という）、河川における生活を始める（写真）。体長3cm程で体側にはパーマークと呼ばれる小判型の黒斑が6-8個見られ、脂鱗があることから容易に見分けがつく。体長4cmで体側の中央



卵から孵化して川に泳ぎ出したビワマス稚魚

部付近を中心に小さい朱色の斑点（朱点）が現れ、5-6月頃には体長7cm程に成長する。この前後から降雨時に琵琶湖へ降下するようになり、7月頃までにはほとんどの個体が琵琶湖へ移動するが、一部の個体は川に残留する。琵琶湖へ降下する前後には、体側が銀白色に変化し、パーマークや朱点は次第に消える。琵琶湖では速やかに深い水域へ入り、はじめは固有種のアナンデルヨコエビなどを主食にして12月頃には体長12cm前後になり、これ以降徐々に魚などを食べ始める。その後、2年目には20-35cm、3年目には30-45cm、4年目には35-50cm、5年目には40-55cm、6年目には50-60cmに成長する。この間に雄では主に2-4年で、雌では3-5年で成熟し、6月および9-11月に川に遡上して産卵する。産卵は雌が産卵床を準備し雄はその周囲で他の雄を追い払いながら待機している。産卵の準備が整うと雌雄のペアで産卵し、その後雌が卵を埋め戻す。産卵後は間もなく死亡する。幼魚期に琵琶湖へ降下しなかった個体はそのまま川で生活し、秋には孵化後1年で成熟して産卵に参加すると思われる。

(2) 生息状況

琵琶湖では古来ビワマスの漁業が盛んであった。古代には主に産卵のために川に遡上してくるアメノウラ（産卵期の呼称）が築などで捕獲されてきた。近代では刺網や延縄で捕獲され、最近ではトローリングでも漁獲されるようになってきている。漁獲量は近年では20-50トン/年ほどであるが、1940年以前では50トン/年以上の年が多かった。最近、資源評価が行われており300-450トン程度と推定され、比較的安定した状態であるという。天然魚からの人工採卵・ふ化と稚魚の放流事業が1878年から開始され、今日も継続されている。

(3) 保全のため指針

ビワマスは産卵期（10-12月）に安曇川や野洲川などの大河川ばかりではなく比較的小規模な河川にも遡上して産卵することから、水田地帯の小河川も産卵場となることがある。実際、野洲市や東近江市などの川で産卵する個体が観察される。このような小規模河川は産卵場所となる砂礫底の河床が少なく、また、泥が堆積することから河川の清掃などの河床の管理が必要である。卵の孵化は砂礫中で進むので、秋から冬には泥が流下すると砂礫が目詰まりして窒息する率が高まる。

稚魚は3-7月に川で生活するので、川が渇水しないようにすることが何よりも求められる。また、降雨時の増水や水質変化が琵琶湖への降下のサインとなっているので、川への濁水排水は避けなければならない。さらに、降下期における農業用水の取水による河川流量の減少や瀬切れも稚魚の降下に悪い影響を及ぼすので、できる限り避ける必要がある。ビワマスを保護するため、公的規制（琵琶湖海区漁業調整員会指示）で全長30cm未満の個体の捕獲は禁止されている。また、産卵期（10-11月）はビワマスを獲ること自体が禁止されており、罰則も適用されるので、注意が必要である。

ビワマスは、環境省のレッドリストでは準絶滅危惧種（NT）に、滋賀県のレッドデータブック2015では要注目種に指定されている。

参考文献

藤岡康弘(2013) 川と湖を回遊する魚ビワマスの謎を探る, サンライズ出版, 彦根市.

藤岡康弘(2017) 魚類と湖岸環境の保全, 琵琶湖岸からのメッセージ(西野・秋山・中島 編), p. 152-173, サンライズ出版, 彦根市.

田中秀具(2018) VPAによるビワマス現存量とその動態の推定, 平成28年度滋賀県水産試験場事業報告, pp. 20, 滋賀県水産試験場.

執筆者

藤岡康弘 滋賀県水産試験場

1.12 カジカ類

琵琶湖とその流入河川に生息するカジカ属魚類は、カジカ（カジカ大卵型）とウツセミカジカ（カジカ小卵型）の2種である。カジカは河川の上流部に、ウツセミカジカは河川の中下流部・琵琶湖にそれぞれ棲み分けて生息している。分類学上では、ウツセミカジカはカジカ小卵型に分類されているが、カジカ小型卵の中でも最も小さい卵（卵径1.4~2.4mm）を産出することから、琵琶湖の固有(亜)種として扱われることが多い。水田地帯の影響を受けるのは主にウツセミカジカであるので、本種について以下では解説する。

1.12.1 ウツセミカジカ

(1) 生活史・生態

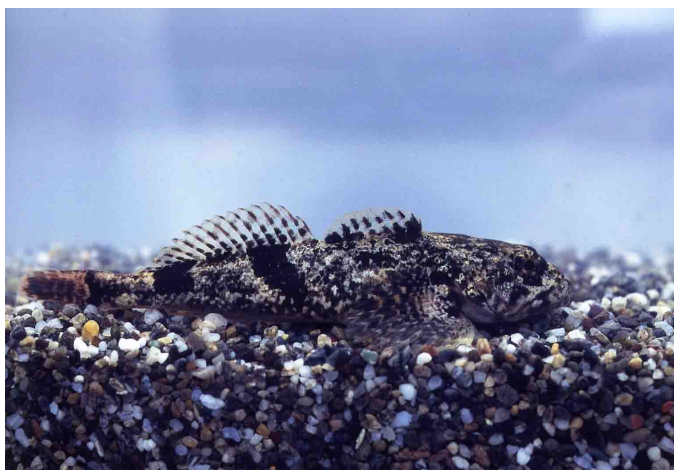
ウツセミカジカ(写真)の産卵期は、水温が最も下がる2月頃から始まり4月までで、河川の瀬や湖岸の砂礫に半分埋まった直径20-30cm程度の石の下に穴を掘って巣穴とし、その石の裏面に産卵が行なわれる。産卵行動は雄が巣穴を掘りそこに雌を迎え入れて行われ、卵が孵化するまで雄が保護する。雄は複数の雌を迎え入れて産卵させるため、発生時期の異なった卵が同居している。このため雄は産卵期を通じて長期にわたり卵を保護している。卵から孵化した仔魚は流水に任せて湖へ降下し浮遊生活を開始する。5-6月に体長1cmに達した個体から湖底での底生生活に移り、1年で体長4-7cm、2年で5-9cmに成長する。寿命は3年程度と考えられる。体長5cm以上で成熟し、雄の方が大きい傾向が強い。湖内では湖岸から沖合の水深70mを超える深い湖底水域まで広く生息している。4-6月を中心に体長3cm以上の個体が琵琶湖から河川に遡上して河川での生活を送る。

(2) 生息状況

本種は琵琶湖において主要な水産生物ではないが、主に冬季に沖合の深層域で行われる沖曳網や湖岸部のエリあるいはスジエビ *Palaemon paucidens* を目的としたエビタツベなどで混獲され、食材として流通することがある。生息状況はモニタリングされていないが、沖曳網やエリでは比較的頻繁に捕獲できるので、ある程度のレベルで生息しているものと考えられる。

(3) 保全のため指針

本種には浮き袋が無く川底に沿って移動するため、河川に堰堤などの段差があるとこれを越えられず分布域を広げられず、生息域を制限することにつながっている。川への濁水の流入は、卵を窒息死させ孵化率を下げる恐れがあり、濁水は流さないことが必要である。また、河床に砂泥が堆積すると産卵繁殖場所がなくなるおそれがある。



ウツセミカジカの成魚

参考文献

Fujioka Y., Kido Y., Uenishi M., Yoshioka M. & Kashiwagi M. (2014) Distribution of *Cottus reinii* and *Cottus pollux* in rivers around Lake Biwa, central Japan, *Biogeography*, 16. 31-37.

Fujioka Y., Sakai A. & Ide A. (2015) Horizontal and vertical distribution of *Cottus reinii* (Pisces: Cottidae) in Lake Biwa, central Japan, *Biogeography*, 17. 13-20.

藤岡康弘・木戸裕子(2019) 琵琶湖に生息するウツセミカジカ *Cottus reinii* の産卵期と成熟サイズ, 滋賀県水産試験場研究報告, 56, 印刷中.

執筆者

藤岡康弘 滋賀県水産試験場

1.13 ウグイ

(1) 生活史・生態

滋賀県内のウグイの大部分は琵琶湖北湖に生息し、3月下旬から4月に、主に礫底の流入河川に遡上し、中下流部で産卵する。産卵後の親魚は再び琵琶湖に降下する。浮上した仔稚魚は大部分が5月から7月頃に降下し、琵琶湖で生活するが、一部はその後河川に留まっているものもみられる。これらの降下回遊は河川やその年の河川流量（瀬切れの有無）によって変化すると思われる。また、一旦琵琶湖に降った当歳魚が、秋に再度流入河川に遡上する回遊もみられる。琵琶湖に入った当歳魚はエリでの漁獲、秋のホンモロコの刺網での混獲、冬季の漁港内などで確認されることから、沿岸で生活しているものと思われる。また、成魚はビワマスの引縄釣りで混獲されることから、沖合に生息しているものと思われる。しかしながら、当歳魚以降、沖合に移動するまでの生活場所など、湖中での生態についてはほとんどわかっていない。



堰堤を遡上しようとジャンプする親魚

(2) 生息状況

流入河川で一生を過ごす河川型が石田川と安曇川のみから知られ、2005年版滋賀県レッドデータブックでは「保全すべき群集、群落、個体群」に指定された(前畑, 2006ab)。しかしながら、下流から上流まで連続的に分布しており、河川型と琵琶湖の個体群との関係は不明である。また、石田川ダムの上流にもウグイが生息しており、現在は琵琶湖の個体群とは完全に隔離されている。それ以外の河川上流にも生息している場所があり、それらが河川型なのか、アユなどに混入して放流されたものなのかは明らかではない。琵琶湖のウグイは過去には数十トン漁獲されていたが、現在はオイカワと合わせて統計がとられており、近年は数トンを推移している。現在は水産的価値が高くないことから、漁獲量からの生息状況の推察は困難である。塩津大川では過去に産卵期に多くのウグイが遡上したとの周辺住民からの情報があるが、現在では確認できない。

(3) 保全のため指針

ウグイの産卵は礫底の河川で行われ、農業用水路などに出現することは少ない。農業活動による影響は、産卵河川における農業用水の取水であり、特に親魚の産卵遡上や仔稚魚の降下時期は農地に多量の水を必要とすることから、親魚の産卵場までの遡上阻害、遡上途中での干出、卵や仔稚魚の干出、仔稚魚の降下阻害などの影響がある。ウグイはビワマスと比較して高温耐性があるため、降下できなかった当歳魚は水量が増えるまで河川内で生活しているものの、この時期は、アユの遡上やビワマス幼魚の降下の時期にもあたることから、一定の河川水量を維持する対策が必要である。また、海域に流入する他県の河川では、河口に河川横断工作物を設置したことによるウグイの減少や絶滅の事例があり(石崎, 2017・佐藤ほか, 2010)、取水のための河川横断工作物は親魚の遡上に影響を与えるものと考えられ、新たな設置には注意が必要である。

参考文献

- 石崎大介. 2017. コラム 11. 向井貴彦(編), pp67. 岐阜県の魚類. 岐阜新聞社. 岐阜.
- 前畑政善. 2006a. 安曇川のウグイ(河川型). 滋賀県生きもの総合調査委員会(編). pp481. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2005年版—. サンライズ出版. 彦根.
- 前畑政善. 2006b. 石田川のウグイ(河川型). 滋賀県生きもの総合調査委員会(編). pp481. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2005年版—. サンライズ出版. 彦根.
- 佐藤達也・淀 太我・木村清志. 2010. 三重県五十鈴川の魚類相. 三重大学大学院生物資源学紀要. 36: 39-52.

執筆者

石崎大介 滋賀県水産試験場

1.14 ハヤ類

(1) 生活史・生態

滋賀県内にはヒメハヤ属魚類はアブラハヤとタカハヤが分布している。滋賀県内で両種の混成する河川では、上流にタカハヤ、下流にアブラハヤが生息している(中村, 1969)。両種は一生を河川内で生活し、産卵期は春から夏で、1年から2年で成熟する(中村, 1969)。湖内では成魚はほとんど見られないが、初夏に湖岸でアブラハヤの稚魚が確認されることがある。これらの稚魚が再び河川に戻るのか死滅するのかは不明である。

(2) 生息状況

滋賀県内では両種が広く分布しているが、アブラハヤは湖西には少ない(藤田, 2015)。琵琶湖流入河川における調査において、タカハヤは水温が低く、底質粒度が小さく、河口からの距離が大きい環境で出現確率が高かった(石崎ほか, 2016)。このことは本種が上流部の底質が砂などの環境に生息していることを示している。一方で、アブラハヤは川幅が広く河畔林が少なく電気伝導度や溶存態リンの多い環

境で出現確率が高く（石崎ほか，2016）、下流部では湧水のある場所に生息している（中尾，2016a）。両種は滋賀県レッドリストで要注目種に指定され、生息地の減少と生息環境の悪化などが減少要因として指摘されている（中尾，2016ab）。また、両種は水産的価値がほとんどなく、遊漁の対象にもなっていないことから、漁獲量等からの生息状況の変化を推察することはできない。

（3）保全のため指針

タカハヤは山間部などの上流に生息することから、特に農業活動の影響を受けやすいのはアブラハヤと思われる。農業用水路ではあまり見られず、これが農業活動の影響によるものかは不明であるが、ハリヨの減少要因として指摘されているように（金尾，2016）、湧水地の減少の影響もあるのかもしれない。湖東部の流入河川では河川内に湧水のある箇所が多くアブラハヤが多く生息していることから、保全のためには湧水の保護が必要であると考えられる。また、両種の保全には河川への土砂の流入を防いで生息環境を保全する必要がある（中尾，2016ab）。

参考文献

- 藤田朝彦．2015．アブラハヤ．細谷和海（編）．pp. 116-117．日本の淡水魚．山と溪谷社，東京．
- 石崎大介・亀甲武志・藤岡康弘・水野敏明・永田貴丸・淀 太我・大久保卓也．魚類の生息環境からみた琵琶湖と流入河川とのつながりの重要性．魚類学雑誌．2016；63：89－106．
- 金尾滋史．2016．ハリヨ．滋賀県生きもの総合調査委員会（編）．pp568．滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015 年版—．サンライズ出版．彦根．
- 中村守純．1969．日本のコイ科魚類資源科学研究所，東京．
- 中尾博行．2016a．アブラハヤ．滋賀県生きもの総合調査委員会（編）．pp562．滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015 年版—．サンライズ出版．彦根．
- 中尾博行．2016b．タカハヤ．滋賀県生きもの総合調査委員会（編）．pp564．滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック 2015 年版—．サンライズ出版．彦根．

執筆者

石崎大介 滋賀県水産試験場

2. 琵琶湖流入河川・水路の多地点調査結果に基づく在来魚保全方法の方向性検討

2.1 はじめに

琵琶湖における貝類を含めた漁獲量は、1970年前後には6000～8000トン／年であったものが、2010年代後半にはおよそ1000トン／年となり激減している（滋賀県，2019）。魚類では、アユ、ビワマス、コイ、フナ属、ホンモロコなどほとんどの魚種で減少傾向にある（図1）。この原因としては、湖岸の人工護岸化、琵琶湖周辺農地の圃場整備、河川改修、堰堤による魚類の移動の分断、水位の人為的管理、ブラックバス等の外来魚の侵入の影響などが指摘されている（藤岡，2013；大久保，2016）。

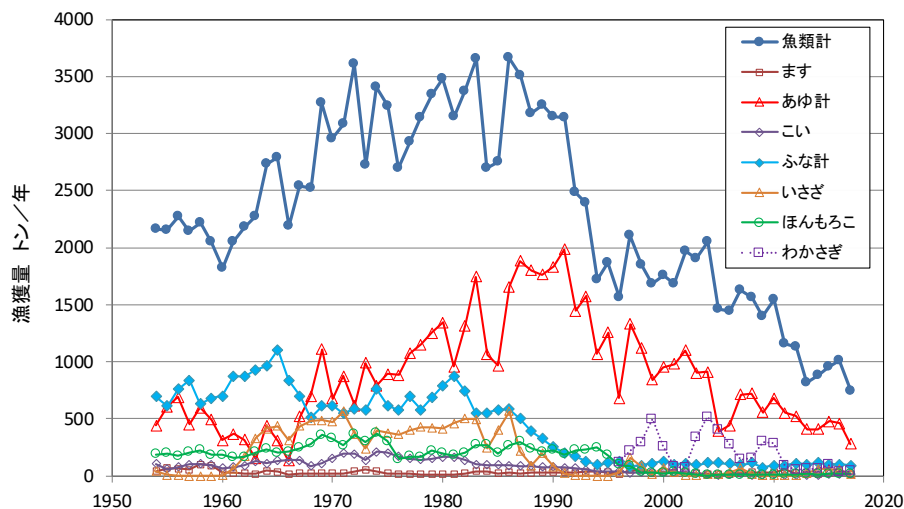


図1 琵琶湖の魚類漁獲量の推移（滋賀県統計資料から作図）

魚類分布に影響を及ぼす因子としては、流速、水深、河床材質、水草の繁茂状況などの物理的因子、水温、有機物濃度、栄養塩濃度、溶存酸素濃度などの水質因子（化学的因子）、えさとなる付着藻類やベントスの存在状況、産卵に適した環境の有無などの生物学的因子がある。本研究では、琵琶湖に流入する複数の河川・水路の河口部で、魚類と環境因子の調査を行い、魚類分布と環境条件の関係を把握した。その関係から各魚種がどのような環境条件を好むのか明らかにし、保全のための方向性を検討した。

2.2 調査方法

琵琶湖に流入する主な河川・水路の下流順流部において、各種魚類の個体数と環境条件（水温、流速、川幅、水深、河床材、水草の繁茂状況、水質等）の調査を行い、各種魚類の個体数と環境条件との関連性を把握した。2015年8月13日～9月11日に琵琶湖に流入する河川・水路68地点、また、2016年5～6月に琵琶湖に流入する河川・水路127地点で調査を行った（図2）。河川については、基本的に河口部から一番目の瀬付近で調査を行い、水路（主に農業排水路）については、琵琶湖から上流に向かって踏査し、水が停滞せず流れていて魚類調査が可能な水深（約50cm以下）の地点で調査を行った。河川については、瀬と淵で別々に調査を行ったが、水路では瀬と淵の区別が付かないため、1地点で調査を行った。

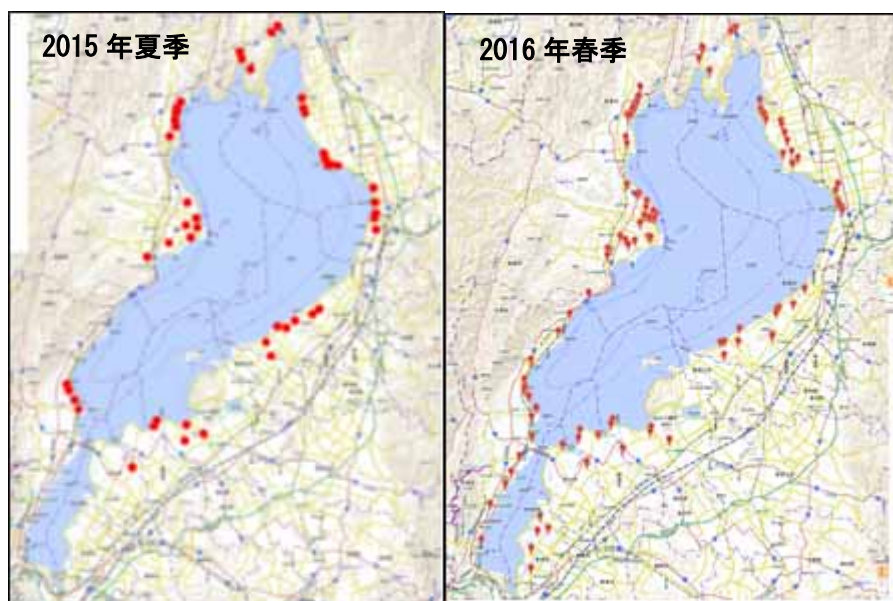


図2 調査地点

各地点で採捕された魚種別個体数をエレクトリックショッカーによる採捕時間で割った値を CPUE（採捕個体数/分）とした。各調査地点において、水温、流速、水深、流量、河床粒径、河畔林の有無、沈水植物の有無等の環境条件を同時に測定した。魚類の採捕は、Smith-Root 社製エレクトリカルショッカーを用いて行った。また、水質は、サンプルを冷蔵して研究室に持ち帰り、SS、EC、D-N、D-P、DOC、P-N、P-P、POC、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P、D-Si を公定法に準じて測定した。各調査地点の琵琶湖からの距離を地図で計測し、それも環境因子の一つとした。統計解析は Windows 版 SPSS を用いた。

2.3 各魚種が生息する環境条件特性

2015 年夏季の各地点の魚種別 CPUE と各種環境因子とのスピアマン相関係数を表 1(1~4) に示した。また、2016 年春季の相関係数を表 2(1~4) に示した。

2015 年夏季、2016 年春季調査を通じて、アユは、流速が速く、河床材の粒径が大きく（小砂利～礫）、DO 飽和度が高く、水際植物が多く、栄養塩（ケイ酸を除く）・有機物濃度が低い環境に個体数が多い傾向がみられた。トウヨシノボリ、ウツセミカジカもアユと同様の環境に個体数が多い傾向がみられた。一方、ニゴロブナ等のフナ類、ナマズ、メダカは、流れが弱い環境で、栄養塩濃度が比較的高い環境に個体数が多い傾向がみられた。このように、流速、水質、底質などの環境条件は、魚種によって適した条件が異なり、在来魚の生息に望ましい環境条件を一概に示すことはできない。

これまでの調査結果をまとめて、各魚類と環境条件の関係を示すと次の通りである。

- ①アユの CPUE は河床が泥質の地点では低く、小砂利から礫の地点で高い傾向がみられた。また、流量、流速が大きく、水温が低く、水際植物が多く、沈水植物が少ない地点で CPUE が高い傾向がみられた。
- ②オウミヨシノボリ、ウツセミカジカの CPUE についても、河床が泥質の地点では低い傾向がみられ、流速が速い地点で高い傾向がみられた。
- ③一方、オオクチバスの CPUE は、河床が泥質の地点で高い傾向がみられた。
- ④フナ属、カネヒラの CPUE は、水温が高く、流速が遅く、河床が泥質の地点で多い傾向があった。また、カネヒラの CPUE は、沈水植物が多い地点で高かった。
- ⑤CPUE と水質との関係では、アユ、アブラハヤ、ウグイ、ウツセミカジカは、水質のきれいな地点に多い傾向がみられ、オイカワ、メダカ、フナ属、ホンモロコ、カネヒラ、ヌマチチブ、ナマズ、ドジョウは、栄養塩や有機物の濃度が比較的高い地点で多い傾向がみられた。
- ⑥アユ、ハス、ウツセミカジカ、スナヤツメの CPUE は、水際植物の多いところで高い傾向があり、水際植物の存在も重要であることが示された。

2.4 在来魚生息のための環境整備の方向性

今回の調査結果および既往の知見から、在来魚を保全していくためには、河川・水路で次のような環境整備が必要と考えられる。

①河川・水路における流量の確保。河川においては、在来魚の遡上期（3～12 月）に瀬涸れしないようにすることが大事である。また、農業排水路においては、非灌漑期にも魚類が生息、避難できる水域の確保が必要である。

②農業濁水の流出防止。農業濁水は、付着藻類、沈水植物の上に堆積し光合成を抑制する、水中溶存酸素濃度を低下させる、アユの忌避行動を起こさせるなど、魚類や貝類にとってマイナスに影響することが多い。そのため、極力流さないようにすることが大事である。

③在来魚の行動範囲、産卵場、生育場を広げるための移動障害物（堰、樋門、段差等）の撤去・改良。ただし、下流から外来魚が入らないように注意することも必要である。

④河川・水路の垂直護岸の緩斜面化、水辺植生回復による産卵場、生息場、隠れ家の面積拡大。排水路の底面をコンクリートでなく土砂にする。

⑤集水域からの適度な栄養塩供給。ただし、魚種によって適した栄養塩濃度が異なり、栄養塩濃度が高い場合は、溶存酸素濃度が低下しやすいことを注意する必要がある。

⑥山からの適度な土砂供給。砂礫に産卵する魚種が多いため定常的な土砂供給が必要である。

水田地域における生態系保全のための技術指針

表 1(1) 各魚種の CPUE (捕獲個体数/捕獲作業時間) と環境条件とのスピアマン相関係数 (2015 年夏季)

		琵琶湖からの距離	川幅	水温	総流量	平均水深	平均流速	水際植物	抽水植物	石埋没	沈水植物	カバー	河床粒径
アユ	相関係数	.243*	.317**	-.435**	.514**	-.142	.569**	.348**	.278*	-.250*	-.543**	.076	.601**
	有意確率 (両側)	.048	.009	.000	.000	.252	.000	.004	.023	.041	.000	.543	.000
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
アブラハヤ	相関係数	.216	.237	-.138	.000	.157	-.112	.126	.307*	.417**	.054	.051	.002
	有意確率 (両側)	.078	.053	.265	.999	.204	.366	.309	.011	.000	.666	.684	.988
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ウグイ	相関係数	-.020	-.117	.010	-.056	.199	-.137	-.011	-.004	.168	.135	.005	-.078
	有意確率 (両側)	.871	.346	.936	.654	.107	.269	.930	.973	.173	.276	.967	.532
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
オイカワ	相関係数	.076	.050	.213	.035	.094	.018	-.048	-.169	.101	.060	-.177	-.009
	有意確率 (両側)	.541	.687	.083	.781	.451	.887	.699	.172	.417	.629	.152	.939
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
カワムツ	相関係数	.243*	.246*	-.050	.177	.192	.024	.220	.172	.178	.033	-.014	.050
	有意確率 (両側)	.047	.045	.689	.152	.119	.845	.073	.164	.149	.791	.908	.688
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ハス	相関係数	.017	.075	-.048	.134	-.032	.195	.383**	.317**	.169	-.128	.070	.196
	有意確率 (両側)	.890	.546	.699	.279	.798	.114	.001	.009	.170	.301	.575	.112
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ビワヒガイ	相関係数	.358**	.304*	-.048	.184	.096	.018	.091	.066	-.046	.140	-.058	.053
	有意確率 (両側)	.003	.012	.701	.136	.437	.886	.462	.598	.709	.258	.643	.669
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ミナミメダカ	相関係数	-.160	-.255*	.357**	-.344**	-.239	-.322**	-.227	-.028	.018	.182	-.044	-.295*
	有意確率 (両側)	.196	.037	.003	.004	.051	.008	.065	.824	.883	.142	.723	.015
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
オオクチバス	相関係数	.053	-.022	.087	-.082	.128	-.118	.051	-.093	.008	.052	-.092	-.309*
	有意確率 (両側)	.668	.859	.482	.509	.301	.342	.683	.454	.950	.674	.461	.011
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
フナ属	相関係数	-.109	-.194	.452**	-.414**	.062	-.504**	-.270*	-.157	.318**	.229	-.063	-.434**
	有意確率 (両側)	.379	.115	.000	.000	.620	.000	.027	.204	.009	.063	.614	.000
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67

** 相関係数は 1% 水準で有意 (両側) です。

* 相関係数は 5% 水準で有意 (両側) です。

表 1(2) 各魚種の CPUE (捕獲個体数/捕獲作業時間) と環境条件とのスピアマン相関係数 (2015 年夏季)

		EC	SS	TP	DP	PP	TN	DN	PN	TOC	DOC	POC	NH4N	NO2N	PO4P	DSi	Cl	SO4	Na	K	Mg	Ca
アユ	相関係数	-.379**	-.005	-.593**	-.179	-.611**	-.509**	-.330**	-.493**	-.300*	-.348**	-.129	-.299*	-.280*	-.028	.132	-.495**	-.339**	-.265*	-.464**	-.519**	-.135
	有意確率 (両側)	.002	.966	.000	.147	.000	.000	.006	.000	.014	.004	.298	.014	.022	.825	.288	.000	.005	.030	.000	.000	.278
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
アブラハヤ	相関係数	-.246*	.060	-.067	-.020	.025	-.164	-.156	-.021	-.351**	-.207	-.333**	-.136	-.186	.147	-.167	-.110	-.074	-.019	-.395**	-.272*	-.198
	有意確率 (両側)	.045	.627	.589	.875	.841	.185	.208	.865	.004	.093	.006	.271	.133	.237	.177	.375	.554	.880	.001	.026	.109
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
ウグイ	相関係数	-.168	-.059	-.094	-.129	-.065	-.010	.051	-.130	-.264*	-.202	-.277*	-.118	-.144	.039	-.174	-.123	.090	-.169	-.108	-.124	.060
	有意確率 (両側)	.174	.635	.449	.297	.601	.935	.684	.294	.031	.100	.023	.342	.247	.755	.160	.322	.471	.171	.383	.318	.628
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
オイカワ	相関係数	.131	-.094	.311*	.425**	.193	.033	-.058	.205	.255*	.282*	.187	.058	.112	.307*	.114	.097	.143	.112	.236	.128	.129
	有意確率 (両側)	.290	.448	.010	.000	.117	.789	.643	.096	.038	.021	.129	.642	.368	.012	.357	.436	.249	.368	.054	.300	.299
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
カワムツ	相関係数	-.069	-.057	-.025	.100	-.058	-.169	-.154	.006	-.013	.081	-.083	-.071	-.050	.144	.092	.008	.001	.081	-.013	-.061	.061
	有意確率 (両側)	.580	.649	.843	.421	.642	.173	.213	.959	.916	.513	.502	.568	.688	.247	.460	.946	.992	.516	.919	.624	.626
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
ハス	相関係数	-.119	.069	-.213	.066	-.273*	-.276*	-.230	-.132	-.048	-.007	-.062	-.154	-.104	.076	.126	.042	-.014	.114	-.080	-.233	.035
	有意確率 (両側)	.339	.581	.083	.594	.025	.024	.061	.288	.700	.957	.619	.213	.402	.541	.312	.736	.912	.357	.520	.058	.776
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
ビワヒガイ	相関係数	.200	-.171	.012	.239	-.084	.017	.093	-.154	-.027	-.050	.015	-.138	.034	.088	-.104	.163	.130	.149	.056	.159	.163
	有意確率 (両側)	.105	.166	.926	.051	.501	.889	.454	.213	.831	.686	.906	.264	.787	.478	.402	.187	.293	.228	.652	.198	.189
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
ミナミメダカ	相関係数	.250*	.079	.131	-.282*	.275*	.343**	.214	.342**	.280*	.320**	-.090	.342**	.378**	-.333**	.009	.261*	.065	.118	.351**	.338**	-.016
	有意確率 (両側)	.041	.525	.291	.021	.024	.004	.083	.005	.022	.008	.467	.675	.002	.006	.942	.033	.603	.341	.004	.005	.896
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
オオクチバス	相関係数	.309*	.114	.173	.123	.108	.212	.162	.122	.193	.135	.319**	.024	.125	-.088	-.084	.223	.191	.187	.230	.191	.137
	有意確率 (両側)	.011	.358	.162	.321	.382	.085	.190	.326	.117	.277	.008	.845	.315	.478	.497	.069	.122	.129	.062	.121	.270
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
フナ属	相関係数	.220	.225	.306**	-.076	.379**	.322**	.146	.423**	.285*	.352**	.190	.228	.272*	-.186	-.190	.320**	.203	.192	.322**	.291*	.066
	有意確率 (両側)	.073	.067	.012	.541	.002	.008	.238	.000	.019	.004	.123	.064	.026	.132	.123	.008	.099	.119	.008	.017	.593
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	

** 相関係数は 1% 水準で有意 (両側) です。

* 相関係数は 5% 水準で有意 (両側) です。

水田地域における生態系保全のための技術指針

表 1(3) 各魚種の CPUE (捕獲個体数/捕獲作業時間) と環境条件とのスピアマン相関係数 (2015 年夏季)

	琵琶湖からの距離	川幅	水温	総流量	平均水深	平均流速	水際植物	抽水植物	石埋没	沈水植物	カバー	河床粒径
ホンモロコ	相関係数 .046	-.021	.239	-.060	-.096	-.025	-.080	-.203	-.053	.115	-.015	-.104
	有意確率 (両側)	.709	.864	.051	.631	.438	.841	.520	.099	.670	.353	.902
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
カネヒラ	相関係数 -.005	-.038	.375**	-.253*	-.065	-.294*	-.213	-.109	.193	.383**	-.137	-.286*
	有意確率 (両側)	.970	.763	.002	.039	.600	.016	.084	.382	.117	.001	.270
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ヤリタナゴ	相関係数 .174	.133	-.147	-.068	.101	-.166	.072	.130	.058	.074	.042	-.177
	有意確率 (両側)	.159	.282	.234	.583	.414	.179	.561	.296	.644	.551	.735
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
オウミヨシノボリ	相関係数 .183	.094	-.172	.296**	-.426**	.529**	.137	.069	-.345**	-.289**	.141	.448**
	有意確率 (両側)	.138	.451	.163	.015	.000	.270	.577	.004	.018	.254	.000
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ウツセミカジカ	相関係数 .325**	.358**	-.591**	.503**	-.225	.584**	.392**	.208	-.203	-.364**	.158	.585**
	有意確率 (両側)	.007	.003	.000	.000	.068	.000	.092	.100	.002	.203	.000
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ウキゴリ	相関係数 -.107	-.035	-.068	-.193	-.033	-.108	.144	.077	.274*	-.054	.052	.035
	有意確率 (両側)	.388	.777	.586	.119	.790	.384	.537	.025	.663	.674	.776
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ヌマチチブ	相関係数 -.146	.065	.123	.001	-.052	.078	.255*	.217	-.017	-.208	-.057	.113
	有意確率 (両側)	.239	.602	.323	.996	.673	.037	.077	.891	.092	.648	.362
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ドンコ	相関係数 .186	.203	-.067	.066	.176	-.061	.154	.269*	.125	.053	.104	-.034
	有意確率 (両側)	.131	.100	.589	.595	.155	.626	.213	.028	.312	.668	.402
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ナマズ	相関係数 -.176	-.156	.243*	-.214	.235	-.276*	-.154	-.105	.113	.247*	.026	-.193
	有意確率 (両側)	.153	.206	.048	.083	.056	.024	.215	.397	.362	.044	.835
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ドジョウ	相関係数 -.348**	-.445**	.160	-.397**	-.322**	-.140	-.183	-.115	-.018	.073	.069	-.049
	有意確率 (両側)	.004	.000	.195	.001	.008	.258	.138	.352	.887	.555	.578
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
スナヤツメ	相関係数 .151	.140	-.227	.160	-.071	.207	.326**	.301*	.325**	-.160	.247*	.172
	有意確率 (両側)	.223	.258	.064	.196	.566	.093	.007	.013	.007	.196	.044
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67

**、相関係数は 1% 水準で有意 (両側) です。

*、相関係数は 5% 水準で有意 (両側) です。

表 1(4) 各魚種の CPUE (捕獲個体数/捕獲作業時間) と環境条件とのスピアマン相関係数 (2015 年夏季)

	EC	SS	TP	DP	PP	TN	DN	PN	TOC	DOC	POC	NH4N	NO2N	PO4P	DSi	Cl	SO4	Na	K	Mg	Ca	
ホンモロコ	相関係数 .141	-.011	.211	.199	.163	.128	.025	.145	.255*	.245*	.241*	-.025	.209	.054	-.091	.083	.093	.102	.180	.049	-.060	
	有意確率 (両側)	.255	.932	.086	.107	.186	.303	.843	.242	.038	.045	.049	.843	.090	.666	.465	.504	.455	.412	.146	.694	.629
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
カネヒラ	相関係数 .361**	-.084	.463**	.277*	.365**	.392**	.255*	.295*	.273*	.314**	-.143	.218	.525**	.081	.053	.338**	.206	.276*	.334**	.442**	.188	
	有意確率 (両側)	.003	.500	.000	.023	.002	.001	.038	.015	.025	.010	.249	.077	.000	.512	.670	.005	.094	.024	.006	.000	.128
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ヤリタナゴ	相関係数 -.169	.070	-.089	-.136	.013	-.099	-.159	.009	-.170	-.181	-.071	-.241*	-.116	.063	-.004	-.151	-.148	-.119	-.199	-.034	-.154	
	有意確率 (両側)	.172	.575	.475	.273	.917	.423	.198	.944	.170	.143	.566	.050	.349	.614	.977	.224	.232	.336	.107	.786	.212
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
オウミヨシノボリ	相関係数 .197	-.026	-.269*	.060	-.373**	-.046	.038	-.255*	.085	-.067	.154	-.274*	.009	-.008	.108	.092	.022	.156	-.010	.164	.111	
	有意確率 (両側)	.109	.834	.028	.628	.002	.714	.760	.037	.492	.589	.214	.025	.942	.951	.382	.461	.858	.207	.935	.185	.372
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ウツセミカジカ	相関係数 -.297**	.072	-.478**	-.152	-.480**	-.396**	-.261*	-.460**	-.321**	-.393**	-.173	-.474**	-.370**	-.026	-.024	-.233	-.344**	-.099	-.428**	-.233	-.261*	
	有意確率 (両側)	.015	.560	.000	.218	.000	.001	.033	.000	.008	.001	.162	.000	.002	.837	.847	.058	.004	.426	.000	.058	.033
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ウキゴリ	相関係数 -.072	.078	.022	.046	.027	-.242*	-.304*	.107	.086	.178	.099	-.053	-.039	.080	.238	-.012	-.038	.122	-.014	-.058	-.079	
	有意確率 (両側)	.560	.530	.860	.711	.827	.048	.012	.390	.488	.149	.425	.672	.752	.521	.052	.926	.759	.326	.912	.643	.527
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ヌマチチブ	相関係数 .048	.209	-.009	.067	-.061	.051	.005	.135	.319**	.296*	.234	.010	.090	.049	.215	.168	.072	.185	.236	-.045	.025	
	有意確率 (両側)	.702	.090	.944	.592	.623	.681	.966	.277	.009	.015	.057	.935	.469	.695	.081	.173	.565	.133	.055	.717	.842
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ドンコ	相関係数 -.143	.209	-.021	-.060	-.018	-.205	-.254*	.077	-.062	.023	-.021	.171	-.188	-.023	-.014	-.023	-.206	.085	-.228	-.277*	-.276*	
	有意確率 (両側)	.248	.089	.863	.629	.884	.096	.038	.533	.619	.851	.863	.168	.127	.854	.908	.856	.094	.494	.063	.023	.024
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ナマズ	相関係数 .194	-.063	.306*	.111	.298*	.104	.078	.175	.019	.047	-.001	.030	.034	.024	.037	.196	.272*	.063	.236	.300*	.071	
	有意確率 (両側)	.116	.611	.012	.370	.014	.403	.532	.158	.880	.709	.994	.807	.786	.850	.767	.111	.026	.613	.055	.014	.570
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
ドジョウ	相関係数 -.048	.065	.180	-.060	.278*	-.014	-.198	.280*	.101	.198	.011	-.020	-.070	-.041	.130	-.047	-.231	-.125	.125	.222	-.070	
	有意確率 (両側)	.697	.603	.144	.630	.023	.908	.109	.022	.414	.108	.930	.873	.576	.739	.293	.708	.060	.313	.315	.071	.571
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
スナヤツメ	相関係数 -.276**	.154	-.153	.030	-.102	-.312*	-.314**	-.045	-.152	-.032	-.213	-.088	-.244*	.100	-.073	-.123	-.249*	-.004	-.341**	-.323**	-.262*	
	有意確率 (両側)	.024	.215	.218	.809	.413	.010	.010	.719	.219	.798	.084	.481	.047	.420	.556	.323	.042	.971	.005	.008	.032
	N	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67

**、相関係数は 1% 水準で有意 (両側) です。

*、相関係数は 5% 水準で有意 (両側) です。

引用文献

滋賀県 (2019) 滋賀県ホームページ

<https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/shigotosangyou/suisan/18693.html>

藤岡康弘 (2013) 琵琶湖固有 (亜) 種ホンモロコおよびニゴロブナ・ゲンゴロウブナ激減の現状と回復への課題. 魚類学雑誌, 60(1), 57-63.

石崎大介, 亀甲武志, 藤岡康弘, 水野敏明, 永田貴丸, 淀太我, 大久保卓也 (2016) 魚類の生息環境からみた琵琶湖と流入河川とのつながりの重要性. 魚類学雑誌, 63(2), 89-106.

Jeppesen, E., Søndergaard, M., Jensen, J. P., Havens, K. E., Anneville, O., Carvalho, L., Gerdeaux, D. (2005) Lake responses to reduced nutrient loading-an analysis of contemporary long-term data from 35 case studies. *Freshwater Biology*, 50(10), 1747-1771.

国土交通省琵琶湖河川事務所ホームページ <http://www.kkr.mlit.go.jp/biwako/>

大久保卓也 (2015) 琵琶湖の水質変化と漁獲量の変動. 花里孝幸, 山本民次編著, 「海と湖の貧栄養化問題」, 29-49, 地人書院, 東京.

大久保卓也, 東善広 (2016) 過去 35 年間の琵琶湖の水質変化と流域環境の変化. *海洋化学研究*, 29(1), 2-16.

執筆者

大久保卓也 滋賀県立大学 環境科学部 生物資源管理学科 [okubo.t\(at\)ses.usp.ac.jp](mailto:okubo.t(at)ses.usp.ac.jp)

謝辞

2015 年の調査は、滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの援助を受けて実施した。また、滋賀県立大学の学生の皆さんに調査を手伝っていただいた。本研究の一部は、境宏貴君、中田宇夢君の卒業研究の成果である。協力していただいた皆様に御礼申し上げます。

3. 生態系保全のための水域ネットワークのあり方と技術

3.1 農業用排水路網と河川、琵琶湖のつながりのあり方

琵琶湖流域に生息し、水田水域を利用する魚類は、琵琶湖から河川、農業排水路、さらに一部は水田まで移動して生活環をまっとうしている。また、琵琶湖につながる内湖はフナ類、モロコ類を代表とするコイ科魚類の重要な繁殖・初期成育の場である。細谷（2005）は、琵琶湖に生息する淡水魚の回遊様式を類型化し、「琵琶湖・内湖・水田回遊型」の魚類としてコイやニゴロブナ、「内湖・水田回遊型」の魚類としてタモロコ、アユモドキ、ビワコガタスジシマドジョウを挙げている。「琵琶湖・内湖回遊型」の魚類として分類されたホンモロコでは、内湖流入河川を含めた利用が報告されている（亀甲ほか、2014）。また、オオクチバスやブルーギルが内湖に定住するようになり、内湖では確認できなくなった在来種が内湖流入河川（農業排水の排水河川でもある）で確認される例もある（福田ほか、2005）。しかし、水門、除塵機等の構造物や水位差により、33ヶ所の既存内湖のうち内湖から流入水路（河川）まで水域の連続性が担保されているのは8ヶ所のみとされている（滋賀県、2013）。

こうした在来魚の移動を保障するためには、琵琶湖と内湖、河川、農業排水路、水田をつなぐ水域ネットワークの中の分断点への対策が必要である。

まず河川本流においては、頭首工や落差工のような河川横断構造物に魚道が設置され、適切に管理されていることが重要である。全国的に「水辺の小さな自然再生」が注目されるようになり（図 3.1.1）、県内でも「家棟川・童子川・中ノ池川にビワマスを戻すプロジェクト」、「米原市天野川ビワマス遡上プロジェクト」、「喜撰川の木箱をつかった手作り魚道」のように、産官学民が連携して手作りの魚道を施工する例が出てきている（「小さな自然再生」研究会HP）。このような取り組みを広げるとともに、今後、頭首工の改修工事などが行われる際には魚道を適切に設置し、維持管理することが必要である。

河川から農業排水路、そして農業排水路内に存在する分断点を解消するため、岐阜県水産研究所では、岐阜県全域の農業排水路 109 本を対象に魚類調査および移動障害となる構造物の調査を行っている。排水路と河川の合流部に落差工が存在する場合と存在しない場合とで魚類の推定種数を比較すると、前者では 33.2 種、後者では 58.2 種となり、約 1.8 倍の差が生じた（米倉ほか、2017）。作成された種数-面積モデルから、河川との連続性が確保された場合に各水路において実現する種数の予測を行い、分断



図 3.1.1 鴨川の今井堰に設置中の魚道



図 3.1.2 生態系ネットワーク再生のための落差解消事例（上：解消前、下：解消後）
写真：岐阜県水産研究所提供

を解消することが効果的な水系および現状を保全すべき水系についてデータベースを作成して県の農林事務所、土木事務所に情報提供を行っている。2015年度から関係課および関連事務所、市町村、地元組織、有識者と連携した「清流の国ぎふ・水みちの連続性係検討会」を組織し、モデル地区において生態系ネットワークの再生事業を実施している。図3.1.2に示す関市千疋モデル地区では、落差工を擬石付根固ブロックにより分断解消した。その結果、落差解消前の平均4種から、解消後には平均11種へと農業排水路に生息する魚類群集の種数が回復している。水域ネットワーク内に存在する落差等の分断点の位置と分断の程度については、把握の重要性が認識されながらも、何らかの事業対象となった地区において関係者のみに共有される情報に留まり、全県的に具体的な取り組みはなされてこなかった。岐阜県の事例は極めて画期的であり、他の自治体においても非常に参考になると考えられる。



図3.1.3 用水路が排水路に切り替わる落差部

滋賀県は圃場整備率が83%と全国平均を大きく上回り、平野部のほとんどは用排水が分離された状態となっているため、農業排水路から水田へと魚類が自然に遡上できる場所は十数か所しか存在しない（金尾氏、私信）。よって、排水路から水田へと魚類を遡上させるためには水田魚道を設置する必要がある。2017年度現在で、滋賀県内の「魚のゆりかご水田」の取り組み面積は131haとなっている（滋賀県農村振興課、2018）。藤岡（2013）は、琵琶湖周辺に存在する魚類の遡上を可能にできる水田の半分に当たる1000ha以上を目指して「魚のゆりかご水田」の取り組みを拡大すべきと指摘しており、現状はそれにまだ遠く及ばない状況である。しかし、2019年2月に「森・里・湖に育まれる漁業と農業が織りなす琵琶湖システム」が日本農業遺産に認定されたことを機に、琵琶湖の漁業とも連携しながら「魚のゆりかご水田」の取り組み面積を拡大していくことが強く望まれる。一方、河川と農業水路のネットワークには用水路側も存在する。例えばタモロコは、水田に進入する際に水尻（排水）だけでなく水口（用水）も利用している（皆川ほか、2006）。また、田面と排水路に落差があって排水路から水田へと遡上することが困難な水田でも、開水路の用水路に魚類が生息している場合には水田への給水時に水口からミナミメダカやドジョウが進入する（皆川ほか、2009）。そのため、これまでは通水阻害への懸念等から環境配慮には消極的な位置づけだった用水系についても、魚類の繁殖場への移動経路として重視する必要があるのではないかと指摘がされつつある。しかし滋賀県では逆水灌漑の受益面積が約4割を占め、河川から用水路、水田へと魚類が移動することが困難な状況にある。用水路がパイプライン化されている場所も多い。しかし、現在も用水路が開水路ある地域では、用水路が途中から排水路へと切り替わるところに形成される落差（図3.1.3）を魚類が遡上可能な構造にすることで、ミクロには用排分離であってもマクロには魚類にとって用水路側を利用できる可能性がある。また、現状で用水路が開水路である地域においては、用水路も魚類の生息や移動の場となることを認識して今後の更新や整備を行っていくことが重要と考えられる。

引用文献

- 藤岡康弘（2013）琵琶湖固有（亜）種ホンモロコおよびニゴロブナ・ゲンゴロウブナ激減の現状と回復への課題、魚類学雑誌、60(1)：57-63。
- 福田大輔、辻野寿彦、細谷和海、西野麻知子（2005）湖北野田沼における在来魚と外来魚の現状、西野麻知子、浜端悦治編「内湖からのメッセージ」、サンライズ出版、滋賀。

細谷和海（2005）琵琶湖の淡水魚の回遊様式と内湖の役割、西野麻知子、浜端悦治編「内湖からのメッセージ」、サンライズ出版、滋賀。

亀甲武志、岡本晴夫、氏家宗二、石崎大介、臼杵崇広、根本守仁、三枝 仁、甲斐嘉晃、藤岡康弘（2014）琵琶湖内湖の流入河川におけるホンモロコの産卵生態、魚類学雑誌、61(1)、1-8。

皆川明子、西田一也、藤井千晴、千賀裕太郎（2006）用排兼用型水路と接続する未整備水田の構造と水管理が魚類の生息に与える影響について、農業土木学会論文集、74(4)、467-474。

皆川明子、高木強治、後藤眞宏、樽屋啓之（2009）早場米生産水田における魚類の移入と移出について、農業農村工学会論文集、77(3)、315-323。

「小さな自然再生」研究会 HP：水辺の小さな自然再生

<http://www.collabo-river.jp/>（2019年3月11日確認）

滋賀県（2013）内湖再生全体ビジョン～価値の再発見から始まる内湖機能の再生～

滋賀県農村振興課（2018）地域資源活用推進室「魚のゆりかご水田プロジェクト」

<http://www.pref.shiga.lg.jp/g/noson/fish-cradle/7-past/index.html>（2019年3月15日確認）

米倉竜次、後藤功一、太田雅賀（2017）排水路における落差工の有無が魚類群集の種多様性に与える影響：希薄化曲線を用いた種多様性の推定、岐阜県水産研究所研究報告、62、19-25。

執筆者

皆川明子 滋賀県立大学 環境科学部 minagawa.a@ses.usp.ac.jp

3.2 農業水路における生態系配慮工法の効果と課題

3.2.1 はじめに

水田地帯は食料供給の場だけではなく、水生生物の生息、繁殖、成育場であることが指摘されている（守山、1997；Natuhara, 2013）。例えば、ドジョウやタモロコ、メダカ属などの魚類は水田や小水路などの一時的な水域において繁殖し（斉藤ほか、1988；皆川ほか、2006）、通年通水の農業水路において越冬することで生活史を全うしていることが指摘されている（西田、2009）。

水田地帯では戦後から現在まで圃場整備事業が実施されてきた。圃場整備は食料生産機能を高め、農作業の省力化を可能にした（農林水産省、2008）。その一方で、圃場整備による水田地帯の変化は生物の生息に悪影響を与えてきたことが指摘されている（Lane and Fujioka, 1998；端、1998；Hata, 2002；Fujimoto et al., 2008；Katayama et al., 2011）。この結果としてメダカ属やドジョウ、タナゴ亜科などの、水田地帯に普通にみられた魚類が環境省レッドリストに絶滅危惧種として記載されるようになった（環境省、2019）。

わが国ではこのような反省を踏まえて、「水田魚道」（第4章を参照）に代表される生態系配慮工法が施工されるようになった。この取り組みは1991年の農林水産省建設部長通達「農村環境に配慮した土地改良事業の実施について」を契機として広がり始めたことが指摘されている（岩村、2001）。さらに2001年には土地改良法が改正され「環境との調和への配慮」が事業実施の原則とされたことから、多くの圃場整備事業において生態系配慮工法が施工されることとなった。例えば、石川県の整備事業における環境配慮は1991年の通達以降に取り組みられ、2001年の法改正時点で8割、近年は全ての事業において実施されるようになった（草光ほか、2015）。

そこで本稿では、農業水路における魚類を対象とした生態系配慮工法に着目し、これらの効果と課題を整理した。なお、本稿はNishida（2018）の農業水路の生態系配慮工法に関する記述を国内向けに大幅に加筆修正したものである。日本語を母国語としない方にはこちらをご活用いただければ幸いである。

3.2.2 水田地帯に施工された生態系配慮工法の傾向

岩村（2001）は、2000年頃に農村環境整備センター（現地域環境資源センター）が51地区に対して実施した生態系配慮工法に関するアンケート調査の結果を紹介している。施工された工法として回答数が多かったのは、護岸対策（76%）、水路床の工夫（57%）、流速の調整（51%）、水際植生の確保（37%）、水域ネットワーク（18%）であった。なお、具体的にどの工法が多かったのかは集計されていないが、「護岸対策」の中には現状保存（未改修のまま保存）、石や木など自然素材を用いた護岸、魚巣ブロック、「水路床の工夫」の中には現状保存、自然素材による整備などの回答がみられる。

最近では、佐藤（2014）が都道府県営の土地改良事業における生態系配慮の実態について、2013年に各都道府県の担当者にアンケート調査を行っている。施工された配慮工法として回答が多かったのは、魚巣樹（以降の魚溜工と同じ）、魚巣ブロックであった。魚巣樹の形状や設置位置・間隔について、設計基準や事例集などを参考としたとの回答は少なく、また、特段の設置基準を設けていないとの回答が多くを占め、十分検討されていなかった可能性が指摘されている。

草光ほか（2015）は石川県における生態系配慮の変遷を調査している。自然素材を使った護岸工法は経年的に減少し、近年の整備事業ではコンクリート製品に依存していると指摘している。一方、ビオトープ（換地によりそのまま保存した湿田など）の設置は経年的に増加傾向にあった。以上のような傾向は石川県に限らず他の都道府県でも同様であると予想されるが、具体的な報告は少ない。ただし、栃木県では主に6工法9タイプの生態系配慮工法が採用され、農業水路では「深み＋拡張工法」、「ワンド工または瀬・淵工」、「湧水保全工」、「保全地（土や石積み護岸の水路が含まれる）」があるとの報告がある（柳澤・和氣、2016）。

以上において取り上げられていたもののうち、農業水路に施工されてきた工法を中心に、その効果と課題を議論していく。

3.2.3 護岸工法

(1) 空石積や木杭護岸などの工法

空石積み護岸など自然素材を用いた護岸工法（図 3.2.1）は素材の間に空隙を形成しており、これらの空間やそこに生育した植物が生物の隠れ場所になると考えられてきた。ただし、これらの工法が農業水路における魚類がどのように利用しているかの知見はごく限られている。片野（1988）は京都市旧八木町大堰川水系の農業水路において、ポンプで水をくみ出した水路区間の空石積み護岸の中からナマズやギギ、カワムツ、アユモドキなどが多数這い出してきたことを報告している。定量的な報告ではないものの、空石積みの水路は主に穴居性の魚類によく利用されることがうかがえる。また、高橋ほか（2009）は、栃木県宇都宮市を流れる農業小河川である谷川において、井桁沈床（木工沈床）が魚類にどのように利用されるのかを明らかにするため、プラスチック製の模型を排水小河川に実験的に設置し、利用状況を調査した。疑似井桁内部で優占したのは、ドジョウ、フナ属、アブラハヤ、ギバチといった農業小河川によくみられる魚類であり、また、多くの魚種で疑似井桁内部の生息密度は外部よりも高く、特にギバチで顕著であった。

草光（2015）は石川県において自然素材の工法の減少を指摘したが、これらの工法はコンクリート護岸に比べて耐用年数が短いことが敬遠される点の一つであると予想される。中村ほか（2006）は粗朶柵工の耐用年数が 2.5～3.0 年であったことを報告している。それ以外の工法の耐用年数は空石積みで 20 年（農林水産省農村振興局、2001）、蛇かごやフトンかごで 10～15 年、松丸太を用いた護岸で 6 年（リバーフロント整備センター、2002）と考えられている。一方で、これらの中には人力で施工可能、材料を現地調達可能、かつ専門的技術を必要としない工法も含まれており、地域住民等による直営施工に適していることが指摘されている（中村ほか、2006）。柿野ほか（2018）は、青森県の農業小河川の護岸として現地調達したスギ材を材料とする杭柵工を、大学生を主体として施工できたと報告している。

(2) 魚巢ブロック

魚巢ブロックは農業水路の生態系配慮工法としてよく用いられてきた（佐藤、2014；農林水産省農村振興局、2016、図 3.2.2）。この工法は、ブロック内部に形成された空間が魚類の生息場として機能することが期待されている。魚巢ブロックにはいくつかのタイプがあり、山本・片山（1986）は、ブロック内部に空洞が設けられているものを「空洞型」、コンクリート枠の中に礫を詰めたものを「積石型」と呼んだ。水野（1995）は魚巢ブロックを「表層型」（一般的な魚巢ブロックのこと）と「投入型」（異形ブロックのことで一般には魚巢ブロックに含まない）、さらに前者を「穴あき型」（最も典型的で山本・片山（1986）の空洞型に該当か？）と「段岸型」（人が水辺へアクセスする経路も兼ねて階段状に設置され



図 3.2.1 東京都日野市の向島用水に施工された空石積み護岸（左側）と木杭護岸（右側）。

るもの)に分類している。最近の水路改修で用いられる魚巣ブロックは、「空洞型」がほとんどである。河川に設置された魚巣ブロックは、ギンブナ、カワムツなどの滞留性、穴居性の魚類に利用される、流速が緩やかな場所に設置されている魚巣ブロックは稚魚に、また冬季にも利用されるなどの傾向があったと報告されている(山本・片山、1986)。しかし、農業水路に設置された魚巣ブロックの効果はこれまで十分に調査されているわけではなく、どの魚種が、どの発育段階において魚巣ブロックを利用するのか明らかではない。なお、魚巣ブロックは構造が複雑であるとともに、他の工法とセットで施工される場合が多い(例えば堀野ほか、2008;平松ほか、2010)ことも評価を難しくしている。

魚巣ブロックは設置後、物理的に機能しなくなったことが報告されている。佐藤・東(2004)は岩手県奥州市の原川排水路に設置された魚巣ブロックを観察し、そのほとんどが土砂により埋没し機能しなくなっていたと指摘している。同様に西田ほか(2011)は同水路の魚巣ブロック付き2面コンクリート張り区間において、屈曲部内側を中心に寄洲が形成されたことを報告しており、これにより魚巣ブロックの多くは埋没していたと考えられ、佐藤・東(2004)の指摘と同様、魚類が利用できなくなっていたと判断される。一方、この魚巣ブロック内の土砂に抽水植物の生育が認められており、植生の回復に寄与したとの評価もある(広田、2008)。平松ほか(2010)は愛知県一宮市を流れる大江排水路において設置された魚巣ブロックは非灌漑期には内部に土砂等が埋没することを指摘している。ただし、灌漑期には内部の土砂がフラッシュされて再び利用できるようになったとのことである。事例報告は限られるもののこれらの指摘は、どのような形状の魚巣ブロックが、どのような設置条件において有効なのか未だ明らかではないことを示している。水野(1995)は河川における魚巣ブロックの設置場所の重要性を指摘しており、淵尻のような、ある程度水深のある流れの緩やかな箇所では効果を発揮すると述べている。これまで様々な個所に施工されてきた魚巣ブロックの魚類の利用および内部空間の残存状況に関する実態調査の蓄積が必要である。



図 3.2.2 彦根市野瀬川水系に設置された魚巣ブロック。空洞型あるいは穴あき型に該当。

3.2.4 水路床

(1) 3面コンクリート張りの回避

これまでの水路改修において3面コンクリート張り護岸は広く施工されてきた。しかし、この工法は魚類の生息場を劇的に消失させ、生息する種類数や個体数を激減させてきたことが指摘されている(紀平、1983;坪川、1985)。そこで、近年では3面コンクリート張り護岸を可能な限り避けた水路改修が実施されている(森、2004;広田、2008)。佐藤・東(2004)は、岩手県奥州市において圃場整備事業に伴って改修された農業排水路の3面コンクリート張り護岸区間、2面張りコンクリート張り護岸区間(ただし魚巣ブロックや部分的な空石積み護岸を含む。図 3.2.3)、未改修の土水路区間の魚類相および環境条

件を比較した。3面コンクリート張り区間の種類数・個体数は、それ以外の区間に比べて有意に小さかった。また、2面コンクリート張り区間は土水路区間に比べて、植物などのカバー面積、水深変異、大礫の割合が有意に小さかったものの、種類数・個体数には有意な差は認められなかった。このことは水路改修において可能な限り3面コンクリート張りを避け、2面コンクリート張りやそれと類似した護岸とすることが農業水路の魚類相の保全にきわめて重要であることを示唆している。西田（2009）では大部分が2面コンクリート張りあるいは練り石積み護岸の農業水路において、水田地帯に特有な魚類が生息していることが指摘されており、このことも2面コンクリート張り護岸の水路において多くの魚類の生息を保障できる可能性を支持している。、。

向井ほか（2015）が指摘するように、農業水路は規模や形状特性において中小河川と類似する 경우가多く、多自然川づくりも含めて、中小河川の河道計画の考え方を解説した「多自然川づくりポイントブックⅢ」（多自然川づくり研究会、2011）が、農業水路の生態系配慮にも有用である。ポイントブックでは、中小河川における生物の生育生息を可能にする護岸および河岸・水際部の計画・設計について重点的に解説されており、これは特に2面コンクリート張り水路の生態系配慮策に援用できる点が多い。

(a) 直線区間



(b) 屈曲区間



図3.2.3 岩手県奥州市の農業排水路に施工された魚巣ブロック付き2面コンクリート張り護岸水路の直線区間 (a) と屈曲区間 (b)。

(2) 魚溜工

魚溜工は水路床の一部を切り下げた構造のものであり（図3.2.4 (c)）、魚巣ブロックと並ぶ生態系配慮工法としてよく施工されてきた（佐藤、2014）。平松ほか（2010）は、愛知県一宮市を流れる大江排水路に設置された深さ0.5mの魚溜工区間（水路幅8.5m、延長20m）と水路区間（3面コンクリート張り）との間の投網による魚類の総採捕個体数を比較し、非灌漑期には魚溜工区間に魚類が集中したことを報告している。、。

以下に示すのは上記に比べると小規模であり、こちらのタイプの施工例の方が多いと思われる。堀野ほか（2008）は滋賀県木之本町（現長浜市木之本町）を流れる、環境に配慮して改修された農業用水路における魚類等の生息状況を調査し、親水池（57m²、水深0.5m、流速0.05m/s）として整備された水路区間が魚類の越冬場となっていた可能性を指摘している。皆川ほか（2015）は三重県松阪市の農業排水路に設置された3タイプの構造物（図3.2.4）を調査している。これらの特徴は以下のようなものである。(a) 深さ0.15mの通常の合流枡（0.2~20m²）、魚類の生息に配慮した (b) 深さ0.3mの合流枡（3~18m²）、(c) 水路部を深さ0.3m切り下げた区間（延長4.6m、水路幅0.8~4.4m）。これらを比較すると、(a) に比べて (b)、(c) において魚類（ミナミメダカが優占）の種類数・密度が大きかった。(c) に比べて (a)、(b) では土砂の堆積深が小さく、フラッシュされやすい構造にあったと推察された。また、西田ほか（2018）

は、東京都多摩市一ノ宮用水に施工された、橋下を0.3m切り下げた魚溜工（図3.2.5、3.9 m²）を調査した。魚溜工では他の水路区間に比べて大型のフナ属（主にギンプナ）が認められ、3年後にはドジョウが卓越した。ただし、施工後3年目に土砂・落葉落枝でほぼ満載となり水深が低下し、これに伴ってフナ属が確認できなくなった。そこで泥上げを実施したところ、再び大型のフナ属が認められるようになった。

以上のように魚溜工は魚類の生息場・越冬場として機能している場合があるものの、土砂管理に課題を抱えている。魚類の生息を可能にする緩流域を形成しつつも、土砂が一定程度フラッシュされる構造を明らかにしていく必要がある。

(a) 通常の合流枡



(b) 配慮型合流枡



(c) 魚溜工



図3.2.4 三重県松阪市の農業排水路に設置された3タイプの構造物。



図 3.2.5 東京都多摩市の一ノ宮用水に設置された橋下の魚溜工。

(3) 水制・ブロックの設置

向井ほか (2011) は、茨城県における傾斜地の 2 面コンクリート張り (柵渠) 排水路に切り欠きを千鳥上に設けた水制を設けることで砂州が形成され、それに伴って植物が生育し、流速、水深、底質の粒径が多様化することで底生生物の個体数が増加し、種組成も変化したことを報告した。魚類を対象とした研究として、渡部ほか (2016) は茨城県の 3 面コンクリート張り水路において、横断方向に護岸から中央付近までコンクリートブロックを設置し、魚類の生息状況と環境条件の変化を調査している。設置後、ブロック下流に滞留域が形成され、水路床への土砂の堆積が進んだ。魚類相に顕著な違いは認められていないものの、設置前には見られなかった魚種が確認されている。渡部ほか (2016) はこのようなブロックの設置を改修後に行える生態系配慮策の一つとして提案しているが、ブロック設置の効果を検証した事例は限られており、様々な設置条件におけるモニタリング調査が必要である。

3.2.5 水路形状

(1) 屈曲部の設置

西田ほか (2011) は、岩手県奥州市の農業排水路に施工された魚巢ブロック付き 2 面コンクリート張り護岸水路の直線区間と屈曲区間 (図 3.2.3) の魚類の生息状況と環境条件を比較し、以下の結果を報告している。改修から 5 年後までの間、直線区間では寄洲や抽水植物帯は全く形成されず、ドジョウのみが優占し、改修前と比較して種類数と多様度指数は減少した。一方、屈曲区間では、寄洲と抽水植物帯が形成され、改修前と比較して種類数と多様度指数に減少しなかった。このような魚類の生息状況の違いは寄洲や抽水植物帯が形成する緩流域や隠れ場所によるものではないかと彼らは指摘した。

河川に比べて、農業水路では屈曲させる必要性は高くないとの意見 (端、1998 ; Hata, 2002) もあるが、上記の結果は屈曲部の有無が農業水路の魚類相の保全にきわめて重要であることを示している。一方で寄洲や抽水植物帯の形成は、通水障害や維持管理の増大をもたらす場合もある。したがって、魚類の生息と水路の通水能力・維持管理とのバランスに配慮した水路形状を明らかにしていく必要がある。

(2) 幅広区間の設置

日本生態系協会 (1995) は東京都日野市を流れる向島用水の一部をワンド上に拡張したことにしたところ (図 3.2.6)、生息する魚類の種類数が増加したことを報告している。ただし、どのような要因が種類数の増加に貢献したのかは明らかにされていない。

前述の西田ほか (2011) で紹介した屈曲区間の中には、他の区間に比べて水路幅を広く施工してある区間が存在していた。このような区間では屈曲内側を中心に大きな寄洲が形成されるとともに抽水植物帯の繁茂が認められた (図 3.2.7)。これらは通水能力の低下や草刈り労力の増大をもたらす可能性が

ある。また、三重県松阪市の農業排水路の一部に設置された幅広区間（図 3.2.8、15m²、水路幅を 2.0 m に拡張し、0.3m 切り下げ、U 字溝が配置してある。）には土砂の堆積が卓越し、魚類の生息場がほとんど残らず、寄洲や抽水植物帯も形成されなかった（西田ほか、2018）。一時的にフナ属、タモロコやヤリタナゴなどの生息が認められたが、近年はドジョウがわずかに認められる程度となっている。幅広区間の適切な構造と規模を明らかにする必要がある。



図 3.2.6 東京都日野市の向島用水に創出されたワンド。右側の岸から木杭までが元あった水路の範囲。



図 3.2.7 屈曲内側に大きな寄洲が形成され、抽水植物が繁茂する様子。



図 3.2.8 三重県松阪市の農業排水路に設置された幅広区間。

3.2.6 まとめ

本稿が整理した生態系配慮工法の効果と課題を表 3.2.1 に簡潔にまとめた。これまで手引きや技術指針等で生態系配慮工法として取り上げられ、すでに各地で施工された工法であってもその効果や課題は十分に明らかではない。その一因はモニタリング調査が十分に実施されていない、あるいは実施されていても公表されることが少ないことにあると考えられる、研究者・技術者は、生態系配慮工法のモニタリング調査に基づき、最適な構造、配置、規模、維持管理の方法を明らかにする必要がある。もし、ここで取り上げられていない整備や工法の事例で優れたものをご存知であれば、他の機会で改めて取り上げたいと考えているので、ぜひ筆者にご教示いただきたい。

また、魚巢ブロックや魚溜工などの最近の水路改修でよく用いられる工法は、単体で魚類の生活史を保障することは難しい。特にこれらの工法は生活史上重要な繁殖場を提供するとは考えにくい。繁殖場としての水田や湿地、抽水植物帯の生育する土水路や自然素材の護岸区間あるいは2面コンクリート張り区間を保全・創出し、それらとの連続性を図る必要がある。

表 3.2.1 本稿で取り上げた生態系配慮工法の効果と課題

タイプ	工法	効果と課題
護岸工法	空石積や木杭護岸などの工法	1) 素材の間に形成される空間やそこに生育した植物が生物の隠れ場所になると考えられているが、検証事例は少ない。 2) 井桁沈床の内部はドジョウ、フナ属、アブラハヤ、ギバチといった農業小河川によくみられる魚類が利用（高橋ほか、2009）。 3) 耐用年数は短い、地域住民等による直営施工に適している（中村、2006）
	魚巣ブロック	1) どの魚種がどのように利用するのか明らかでなく、様々な設置条件における利用実態の調査が必要。 2) 内部が土砂で埋没（佐藤・東、2004；西田ほか、2011）。
水路床	3面コンクリート張り未施工区間の設置	1) 2面コンクリート張り護岸区間では、未整備（主に土水路）区間と比較して遜色ない魚種数や個体数が確認（佐藤・東、2004）。ただし、直線部では魚類相が貧弱になる可能性（西田ほか、2011）。 2) 中小河川と共通する点が多く、改修計画施工にあたっては「多自然川づくりポイントブックⅢ」（多自然川づくり研究会、2011）が有用（向井ほか、2015）。
	魚溜工	1) 魚類が越冬場等として利用（堀野ほか、2008；平松ほか、2010；皆川ほか、2015；西田ほか、2018）。 2) 土砂管理に課題。土砂がフラッシュされる構造を明らかにする必要がある。
	水制・ブロックの設置	1) 土砂の堆積や寄洲および抽水植物帯が形成されるとともに、水深や流速、底質の粒径が多様になる（向井ほか、2011；渡部ほか、2016）。 2) 事例報告が限られており、様々な設置条件におけるモニタリング調査が必要。
水路形状	屈曲部の設置	1) 屈曲部に寄洲や抽水植物帯が形成され、直線部と比べて多くの魚類が確認（西田ほか、2011）。 2) 過剰な土砂堆積や抽水植物の繁茂を引き起こさない形状を明らかにする必要がある。
	幅広区間の設置	1) 屈曲部と同様に寄洲や抽水植物帯が形成され、多くの魚類が確認（日本生態系協会、1995；西田ほか、2011）。 2) 過剰な土砂堆積（西田ほか、2018）や抽水植物の繁茂（西田ほか、2011）を引き起こさない形状を明らかにする必要がある。

引用文献

- Fujimoto Y, Ouchi Y, Hakuba T, Chiba H, Iwata M (2008) Influence of modern irrigation, drainage system and water management on spawning migration of mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus* C., Environ Biol Fish, 81:185-194.
- 端憲二 (1998) 水田灌漑システムの魚類生息への影響と今後の展望、農業土木学会誌、66 : 15-20.
- Hata K (2002) Perspectives for fish protection in Japanese paddy field irrigation systems, JARQ, 36: 211-218.
- 平松研、西村眞一、清水英良、中根正喜、一恩英二 (2010) 農業排水路の改修が魚類相に与える影響、農業農村工学会論文集、78 : 505-514.
- 広田純一 (2008) 維持管理から見た国営いさわ南部地区の環境配慮対策の課題、農業農村工学会誌、76 : 725-728.
- 堀野治彦、中桐貴生、荻野芳彦 (2008) 環境配慮型用水路の魚介類生息および通水機能への影響評価、農業農村工学会論文集、76 : 161-167.
- 岩村和平 (2001) 農業農村整備事業における環境保全対策の状況、農業土木学会誌、69 : 941-944.
- 柿野亘、落合博之、平野賢志、益子祐二、眞家永光、高松利恵子、森淳、丹治肇 (2018) 沢地内の小河川における試験護岸施工の実施とその活用、農業農村工学会誌、86 : 997-1000.
- 環境省 (2019) 報道記者発表「環境省レッドリスト 2019 の公表について」、
<https://www.env.go.jp/press/106383.html>.
- 片野修 (1998) ナマズはどこで卵を産むのか、創樹社、225p.
- Katayama N., Saitoh D., Amano T., Miyashita T. (2011) Effects of modern drainage systems on the spatial distribution of loach in rice ecosystems, Aquatic Conservation, 21: 146-154.
- 紀平肇 (1983) 環境の変化と魚相の変遷—用水路の魚類—、淡水魚、9 : 58-60.
- 草光紀子、一恩英二、上田哲行 (2015) ほ場整備事業における生物多様性保全のための環境配慮工法の変遷と課題 : 石川県の事例、雨水資源化システム学会誌、20 : 93-101.
- Lane S. and Fujioka M. (1998) The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons (ARDEIDAE) in the rice fields of central Japan, Biological Conservation, 83: 221-230.
- 皆川明子、西田一也、藤井千晴、千賀裕太郎 (2006) 用排兼用型水路と接続する未整備水田の構造と水管理が魚類の生息に与える影響について、農業土木学会論文集、74 : 467-474.
- 皆川明子、山本達也、西田一也 (2015) 農業水路における魚類の越冬場造成効果の検証事例、農業農村工学会論文集、83 : IV_9-IV_10.
- 水野信彦 (1995) 魚にやさしい川のかたち、信山社、135p.
- 森淳 (2004) 農地整備と生態系復元、杉山恵一、中川昭一郎編「農村自然環境の保全・復元」、朝倉書店、pp. 165-173.
- 守山弘 (1997) 水田を守るとはどういうことか、農文協、205p.
- 向井章恵、堀野治彦、樽屋啓之、中桐貴生 (2015) 中小河川の多自然川づくりと排水路における生物生息場創出、農業農村工学会誌、83 : 183-186.
- 向井章恵、樽屋啓之、田中良和、中達雄 (2011) 出水時の土砂移動が排水路に創出した砂州に与える影響、農業農村工学会論文集、79 : 231-237.
- 中村俊信、矢野佳代子、渡辺一哉、松野肇 (2006) 生態系配慮型水路における粗朶柵工の耐用年数と維持管理、農業土木学会論文集、74 : 653-658.
- Natuhara Y. (2013) Ecosystem services by paddy fields as substitutes of natural wetlands in Japan, Ecological Engineering, 56: 97-106.

- 日本生態系協会 (1995) ビオトープネットワークⅡ、ぎょうせい、127p.
- 西田一也 (2009) 河川中流域の田んぼと水路を生息場とする淡水魚と保全、水谷正一森淳編「春の小川の淡水魚－その生息場と保全－」、学報社、pp.31-62.
- Nishida K. (2018) Status and issues in ecological engineering techniques for conserving fish in the paddy field areas of Japan, International Journal of Environmental and Rural Development, 9 (1): 173-183.
- 西田一也、相田幸一、向井佳穂理、西厚、佐藤哲也、滝口直行、山本康仁、皆川明子 (2018) 生き物の生息に配慮して改修した農業水路の市民参加型モニタリング調査、とうきゅう環境財団助成研究報告書、40(236)、29p.
- 西田一也、満尾世志人、皆川明子、角田裕志、西川弘美、大平充、庄野洋平、千賀裕太郎 (2011) 農業排水路の生態系配慮工法区間における魚類相と水路環境の推移、農業農村工学会論文集、79 : 45-53.
- 農林水産省 (2008) 圃場整備の効果と農家の負担について、
http://www.maff.go.jp/j/study/kome_sys/11/pdf/data2.pdf.
- 農林水産省農村振興局 (2001) *水環境整備効果算定マニュアル.
- 農林水産省農村振興局 (2016) 環境との調和に配慮した事業実施のための調査計画・設計の技術指針、
http://www.maff.go.jp/j/nousin/keityo/kankyo/pdf/shishin_all.pdf.
- リバーフロント整備センター (2002) 多自然型川づくりを守る工法ガイドブック、305p.
- 斉藤憲治、片野修、小泉顕雄 (1988) 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵、日本生態学会誌、38 : 35-47.
- 佐藤太郎 (2014) アンケート調査による道府県営土地改良事業における生態系配慮の実態について、環境情報科学学術研究論文集、28 : 131-136.
- 佐藤太郎、東淳樹 (2004) 農業用小河川における生態系に配慮した排水路改修が魚類相と生息環境に及ぼす影響、野生生物保護、9 : 63-76.
- 高橋伸拓、水谷正一、後藤章 (2009) 設置環境の違いからみた井桁護岸の生息魚類に対する効果、農業農村工学会論文集、77 : 345-353.
- 多自然川づくり研究会 (2011) 多自然川づくりポイントブックⅢ「川の営みを活かした川づくり～河道計画の基本から水際部の設計まで～」、日本河川協会、260p.
- 坪川健吾 (1985) 河川改修による魚相の変化－倉安川用水（岡山県）の場合－、淡水魚、11 : 55-58.
- 渡部恵司、森淳、小出水規行、竹村武士 (2016) コンクリート水路で「後から行える」環境配慮策、農業農村工学会誌、84 : 399-402.
- 山本章造、山本勝介 (1986) 岡山県における魚巢ブロックの魚介類による利用状況、淡水魚、12 : 31-37.
- 柳澤祥子、和氣芳道 (2016) 栃木県における生態系配慮工法の効果検証と手引きづくり、農業農村工学会誌、84 : 403-406.
- * : 直接参照することができなかった。

執筆者

西田一也 国立環境研究所 琵琶湖分室 nishida.kaz(at)gmail.com