

# 福井県北川流域の水田水路におけるタナゴ類とイシガイ類の分布

岩本英之<sup>\*1,3</sup>, 田原大輔<sup>2,3</sup>, 吉田丈人<sup>3,1</sup>

要旨：タナゴ類のアブラボテ *Tanakia limbata* およびその主要な産卵母貝でもあるイシガイ類のマツカサガイ *Pronodularia japonensis* は、福井県の県域絶滅危惧Ⅱ類に分類される種であるが、その主要な生息場所である水田水路における福井県内の分布報告はほとんどない。本研究では、福井県北川流域の水田水路に設定した39か所の調査地点において、タナゴ類とイシガイ類の分布を調査した。調査地点は直接あるいは支流を経て下流側で北川と合流しており、その合流点が同一であれば同じ地区となるように調査地点を10地区に分類した。アブラボテがのべ2個体以上採捕された5地区においては、イシガイ類の密度及び殻長を調べる追加の調査を行った。タナゴ類はアブラボテとタイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*、イシガイ類はマツカサガイとカタドブガイ *Buldowskia iwakawai*、ヌマガイ *Sinanodonta lauta* が記録された。3地区ではマツカサガイが優占し、アブラボテの平均採捕密度が1.0 個体/m<sup>2</sup> 以上と比較的高い調査地点が存在した。残りの7地区ではマツカサガイが採捕されず、そのうちの2地区ではアブラボテが採捕されたものの、その平均採捕密度は比較的低かった。アブラボテの密度に対しては、マツカサガイの分布と調査地点の流況、タイリクバラタナゴとの競争による影響が示唆された。北川流域におけるアブラボテおよびマツカサガイの個体群は、流況や底質、水路下流の河川との接続性の変化を要因とした生息地の消失によって大きな打撃を受ける脆弱性を抱えているため、既存生息地の保全措置を講じる必要があると結論づけられる。

キーワード：北川、水田水路、アブラボテ、マツカサガイ

Hideyuki IWAMOTO<sup>\*1,3</sup>, Daisuke TAHARA<sup>2,3</sup>, Takehito YOSHIDA<sup>3,1</sup>. 2023. Distribution of bitterling fish and unionid mussel species in drainage ditches of paddy fields in the Kita River basin, Fukui Prefecture. *Ciconia (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center)* 26:59-65.

Bitterling fish *Tanakia limbata* and unionid mussel *Pronodularia japonensis* have been designated as endangered II (VU) in the Red List of Fukui Prefecture. However, few studies have investigated their distributions in drainage ditches of paddy fields, one of their primary habitats. We surveyed the distributions of bitterling fish and unionid mussel species in 39 sampling sites in drainage ditches of paddy fields in the Kita River basin, Fukui Prefecture. The sampling sites are connected to the mainstream of Kita River directly at their downstream confluence points or through tributaries. The sites were classified into 10 districts depending on the confluence points. In the five districts where more than two individuals of *T. limbata* were captured, we conducted additional surveys to examine the density and measure the shell length of unionid mussels. We recorded two species of bitterling fish (*T. limbata* and *Rhodeus ocellatus ocellatus*) and three species of unionid mussels (*P. japonensis*, *Buldowskia iwakawai*, and *Sinanodonta lauta*). In three of 10 districts, *P. japonensis* was dominant and the average density of *T. limbata* was relatively high (1.0 individuals / m<sup>2</sup> or more). In the other seven districts, *P. japonensis* were not captured; in two of them, *T. limbata* were captured but their average density was relatively low. The results suggested that the density of *T. limbata* was influenced by the presence of their host *P. japonensis*, flow conditions of the habitat, and the competitive interaction against *R. ocellatus ocellatus*. We concluded that the populations of *T. limbata* and *P. japonensis* in the Kita River basin are vulnerable to habitat loss due to changes in flow conditions, sediments, and connectivity of drainage ditches with the mainstream at downstream confluence points, so that conservation measures for existing habitats are necessary.

**Key words:** Kita River, drainage ditches of paddy fields, *Tanakia limbata*, *Pronodularia japonensis*

\* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: iwamoto.freshwater@gmail.com

1 東京大学大学院総合文化研究科 〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1

Department of General Systems Studies, University of Tokyo, 3-8-1 Komaba, Meguro, Tokyo 153-8902, Japan

2 福井県立大学海洋生物資源臨海研究センター 〒917-0116 福井県小浜市堅海 49-8-2

Research Center of Marine Bioresources, Fukui Prefectural University, 49-8-2, Katsumi, Obama, Fukui 917-0116, Japan

3 総合地球環境学研究所 〒603-8047 京都府京都市北区上賀茂本山 457-4

Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto 603-8047, Japan

## はじめに

コイ科タナゴ亜科に属するタナゴ類は、国内では4属18種(亜種を含む)の生息が確認されている純淡水魚であり、イシガイ目に属する淡水生二枚貝の鰓に産卵するという特徴的な繁殖形態を持つ(北村・内山 2020)。さらに、このイシガイ類も、雌個体中で発生・成熟したグロキディウム幼生を水中に放出して宿主魚類に寄生させるという生活史を持つ(根岸ほか 2008)。複数の魚類と密接な生物間相互作用を持つイシガイ類は、生育環境の状態や生物群集の多様性を示す有効な指標種でもある(根岸ほか 2008, Negishi et al. 2013)。

日本におけるタナゴ類とイシガイ類は、多くの種で生息域と生息数が減少している。在来タナゴ亜科16種のうち15種、在来イシガイ目2科28種のうち17種は、環境省のレッドリストに掲載されている(環境省 2020, 北村・内山 2020; Lopes-Lima et al. 2020)。圃場整備や河川改修工事に伴う生息環境の消失や分断は、タナゴ類の生息を直接的に脅かすと同時に、その産卵母貝でもあるイシガイ類の減少も引き起こしている(北村 2008, 根岸ほか 2008)。また、タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus* など国外外来タナゴ類との競争・交雑も、タナゴ類を減少させる原因として考えられている(北村 2008)。

福井県敦賀市以西の嶺南地方は、タナゴ類の一種であるアブラボテ *Tanakia limbata* の国内分布における日本海側の北限および東限とされている(保科 2013)。以前は嶺南地方に広く分布していたと考えられているが、現在は敦賀市の筍の川水系や、若狭町と小浜市を流れる北川水系といった一部の河川にのみ分布している(福井県 2016, 保科 2013, 北川ほか 2019)。同時に、アブラボテが産卵母貝として利用・選好するマツカサガイ *Pronodularia japonensis* も(Kitamura 2007, 北村・内山 2020, 稲留・山本 2012)、福井県内の分布の縮小が懸念されている(福井県 2016)。そのため、アブラボテとマツカサガイは、どちらも福井県版レッドデータブックでは県域絶滅危惧II類に分類されている(福井県 2016)。タナゴ類とイシガイ類は流水性の種と止水性の種に分けられるが、アブラボテとマツカサガイは流水性の

種であり、水田水路を主要な生息場所として利用している(畑ほか 2021, 北村 2008, 北村・内山 2020, 根岸ほか 2008)。しかし、嶺南地方の水田水路における両者の分布の報告はほとんどない。

そこで著者らは、福井県嶺南地方に位置する北川流域の水田水路におけるタナゴ類とイシガイ類の分布を報告する。なお、日本のマツカサガイ *Pronodularia japonensis* は、分子系統解析により *Pronodularia* cf. *japonensis* 1, *Pronodularia* cf. *japonensis* 2, *Pronodularia* cf. *japonensis* 3 の3種に区分できると報告されている(Lopes-Lima et al. 2020)。福井県の個体群は、マツカサガイ広域分布種 *Pronodularia* cf. *japonensis* 1 にあたるが、現時点では分類学的な決定はなされていないため、本研究ではマツカサガイ *P. japonensis* とする(畑ほか 2021, 近藤 2020)。

## 調査地と調査方法

### 調査地

北川は、滋賀県と福井県の県境に位置する三十三間山付近を源流とし、滋賀県高島市と福井県若狭町、小浜市を経て小浜湾に注ぐ1級河川である。調査地である北川中流域の若狭町から小浜市にかけての小浜平野には圃場整備された水田が広がり、直線状にコンクリート護岸された水田排水路が整備されている。これらの水田水路は、営農期にはパイプラインを通じて河川から水田に灌漑された農業用水を主な水源とし、直接あるいは支流を経て北川に排水している。

本研究では、福井県北川流域の水田水路において、計39調査地点(2019年度に23地点、2020年度に16地点)に、長さ15mの調査区を設定した。調査地点は直接あるいは支流を経て下流側で北川と合流しており、その合流点が同一であれば同じ地区となるように調査地点を10地区(A-J)に分類した(図1)。なお、タナゴ類やイシガイ類には乱獲の恐れがある希少種が含まれるため、調査地点の詳細な位置は本研究では記載しない。調査地点は、地区Bの2地点と地区Fの6地点のみがコンクリート三面張り水路で堆積物に乏しかった一方、それ以外の31地点は柵渠水路で主要な堆積物は砂礫または泥であった。また、水田水路の水位が下がる非営農期の冬季にも干

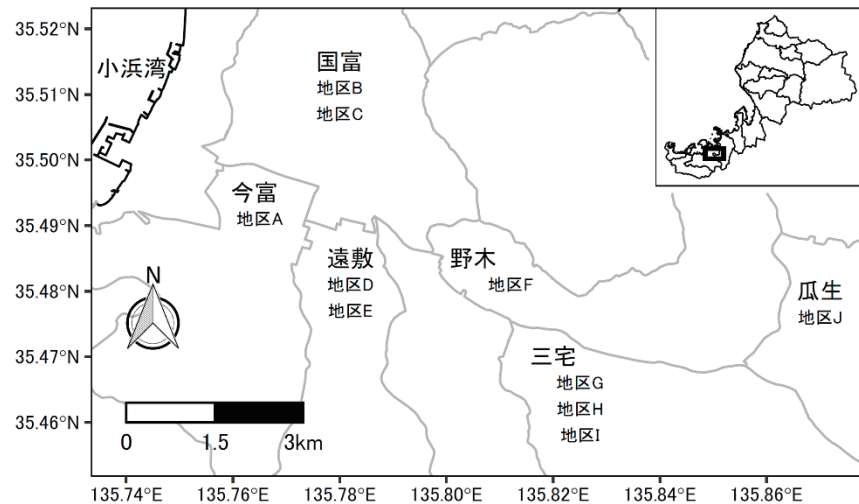


図1 調査地区の位置と旧町村の境界線

上がらず、水位が最も上がる夏季でも隣接する水田面と 20cm 以上の段差があった。水路幅は 0.5m から 1.65m の間で調査地点によってばらついていたため、調査区の面積も 7.5m<sup>2</sup> から 24.75m<sup>2</sup> の間で異なった。同様に、流速も調査地点によって止水から緩流、高流速とばらつきがあった。

以上のような北川水系の水田水路では、水田から水路に移動する唯一の種であるドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* が優占している (Iwamoto et al. 2022)。その他にも、アブラボテやカワムツ *Nipponocypris temminckii* などのコイ科魚類、オオシマドジョウ *Cobitis* sp. BIWAE type A、ドンコ *Odontobutis obscurus* といった多様な魚類が生息しており、水位が上がる営農期の春季から夏季に下流の河川から水田水路に移動し、水位が下がる非営農期の秋季から冬季に下流の河川へ移動することが示唆されている (Iwamoto et al. 2022)。

## 調査方法

2019年度は各地点で3回ずつ(2019年8月20日、9月30日、2020年6月3日から各3日間)、2020年度は各地点で7回ずつ(2020年7月2日、7月9日、7月22日、8月4日、8月21日、9月4日、9月19日から各4日間)、タナゴ類とイシガイ類の分布調査を行った。2019年度と2020年度では、調査に参加できる人数が異なっていたため、異なる調査方法を採用した。2019年度の調査では、調査区の中から魚類が逃げないようにするため、1人の調査員が網(3mm目)を持って調査区の下流側を塞ぎ、

他の2人の調査員がタモ網(3mm目)を持ってガサガサによる採捕を15分間行った。一方、2020年度の調査では、1つの定置網(4mm目)を仕掛けて調査区の下流側を塞ぎ、1人の調査員が電気ショッカーによる採捕を15分間行った後、上記と同様にガサガサによる採捕を20分間行った。いずれの調査においても、採捕したタナゴ類はその場で同定し、個体数を記録した。また、イシガイ類は、在・不在のみ記録した。

さらに、アブラボテが2個体以上採捕された地区においては、アブラボテの密度が最も高かった調査地点を1地点ずつ選び、2020年7月29日から8月1日にイシガイ類の密度と殻長組成を調査した。調査区の下流端から1m間隔で10本設定した各トランセクトで、20cm四方のコドラートを2か所ずつ、合計20か所設けた。コドラート内の堆積物を10cmまでスコップで掘り、プラスチック製のざる(2mm目)に移してふるい、イシガイ類を採捕した。採捕したイシガイ類は、その場で各個体の殻長を計測した。20か所全てのコドラートで調査を行うか、60個体以上のイシガイ類を記録した時点で、調査を終了した。いずれの調査においても、採捕した全ての生物は、記録した後に元の調査区内に放流した。

## 結果

本研究では、タナゴ類はアブラボテとタイリクバラタナゴが記録され、幼魚と成魚の双方が採捕された。アブラボテは、6地区(A、C、D、E、G、H)

の14地点で採捕された(表1)。地区Dでは1地点で1個体の成魚のみが採捕されたが、残りの5地区では、少なくとも1地点でのべ60個体以上が採捕された。また、全調査の平均採捕密度が1.0個体/m<sup>2</sup>以上であった7地点は、3地区(C, E, H)のいずれかにあった。タイリクバラタナゴは、3地区(A, B, G)の5地点で採捕され(表1)、いずれの地点においてもアブラボテの平均採捕密度を上回っていた。イシガイ類は、マツカサガイとカタドブガイ *Buldowskia iwakawai*, ヌマガイ *Sinanodonta lauta* が記録された。マツカサガイは3地区(C, E, H)の

6地点で採捕され(表1)、いずれの地点においてもアブラボテも採捕された。カタドブガイは5地区(A, C, G, H, I)の7地点、ヌマガイは2地区(B, C)の2地点で記録された(表1)。

アブラボテが2個体以上採捕された5地区(A, C, E, G, H)で行ったイシガイ類の密度調査では、マツカサガイ82個体とカタドブガイ25個体が採捕された。マツカサガイについては、殻長は43.2±7.7mm(平均±標準偏差)、最小23.1mm、最大54.9mmであり、密度は地区C, E, Hの順に高く、地区A, Gでは記録されなかった(表2)。マツ

表1 各地区における調査地点数とタナゴ類とイシガイ類が出現した地点数

旧町名	地区	調査地点数	タナゴ類		イシガイ類		
			アブラボテ	タイリクバラタナゴ	マツカサガイ	カタドブガイ	ヌマガイ
今富	A	4	1	2	0	3	0
国富	B	7	0	2	0	0	1
国富	C	6	6	0	3	1	1
遠敷	D	3	1	0	0	0	0
遠敷	E	2	2	0	2	0	0
野木	F	6	0	0	0	0	0
三宅	G	2	2	1	0	1	0
三宅	H	2	2	0	1	1	0
三宅	I	2	0	0	0	1	0
瓜生	J	5	0	0	0	0	0
	合計	39	14	5	6	7	2

表2 イシガイ類の密度調査の結果、マツカサガイとカタドブガイの2種が確認された。アブラボテが採捕された5地区(A, C, E, G, H)内の1地点ずつで調査を行った。地区Cでは6か所のコドラート(20cm四方)で60個体以上の記録をした時点で調査を終了し、他の4地点では20か所全てのコドラートで調査を行った。

	地区A	地区C	地区E	地区G	地区H
調査面積 (m <sup>2</sup> )	0.80	0.24	0.80	0.80	0.80
イシガイ類の総密度 (個体/m <sup>2</sup> )	5.00	270.83	18.75	18.75	11.25
マツカサガイの密度 (個体/m <sup>2</sup> )	0.00	262.50	18.75	0.00	6.25
カタドブガイの密度 (個体/m <sup>2</sup> )	5.00	8.33	0.00	18.75	5.00



カサガイが 15 個体以上採捕された地区 C, E では、殻長が個体ごとにばらついており、殻長 30mm 程度の個体も採捕された (図 2)。カタドブガイについては、殻長は  $46.2 \pm 15.4\text{mm}$  (平均  $\pm$  標準偏差)、最小 16.4mm、最大 73.2mm であり、密度は地区 G, C, A および H の順に高く、地区 E では確認されなかった (表 2)。カタドブガイが 15 個体以上採捕された地区 G では、殻長が個体ごとにばらついており、殻長 20mm 程度の個体も採捕された (図 2)。

本研究でタナゴ類またはイシガイ類が採捕された地点は、いずれもコンクリート三面張り水路ではなく柵渠水路であった。また、イシガイ類が採捕された 7 地区 (A, B, C, E, G, H, I) の調査地点の流速は、マツカサガイが非常に優占していた 2 地区 (C, E) では緩流から高流速であった一方、マツカサガイとカタドブガイの密度が同程度であった地区 H およびマツカサガイ以外のイシガイ類のみが採捕された 4 地区 (A, B, G, I) ではほぼ止水であった。

### 考察

今回の調査結果を元に、県域絶滅危惧 II 類である

アブラボテとマツカサガイが分布する地区を整理すると、3 パターンに大別できる。すなわち、(1) マツカサガイが採捕され、アブラボテの密度が 1.0 個体 /  $\text{m}^2$  以上と比較的高い調査地点が存在した 3 地区 (C, E, H)、(2) マツカサガイが採捕されず、アブラボテの密度が比較的低かった 2 地区 (A, G)、(3) マツカサガイが採捕されず、アブラボテがのべ 2 個体以上採捕されなかった 5 地区 (B, D, F, I, J) である (表 1, 図 1)。

パターン (1) の 3 地区 (C, E, H) のうち、地区 C, E では、イシガイ類の中でマツカサガイが優占していたため (表 1, 2)、アブラボテはマツカサガイを産卵母貝として利用していると示唆される。さらに地区 C, E では、マツカサガイの殻長組成が個体ごとにばらついており、30mm 程度の個体も確認された (図 2)。殻長が 21mm から 35mm のマツカサガイはおおよそ 1 歳から 2 歳の若齢個体である (綱川ほか 2015) ため、地区 C, E ではマツカサガイが水路内で安定的に再生産していると考えられる。一方、地区 H では、マツカサガイとカタドブガイは同程度の密度であり (表 1)、アブラボテは双方を産卵母貝として利用している可能性がある (Kitamura 2007)。

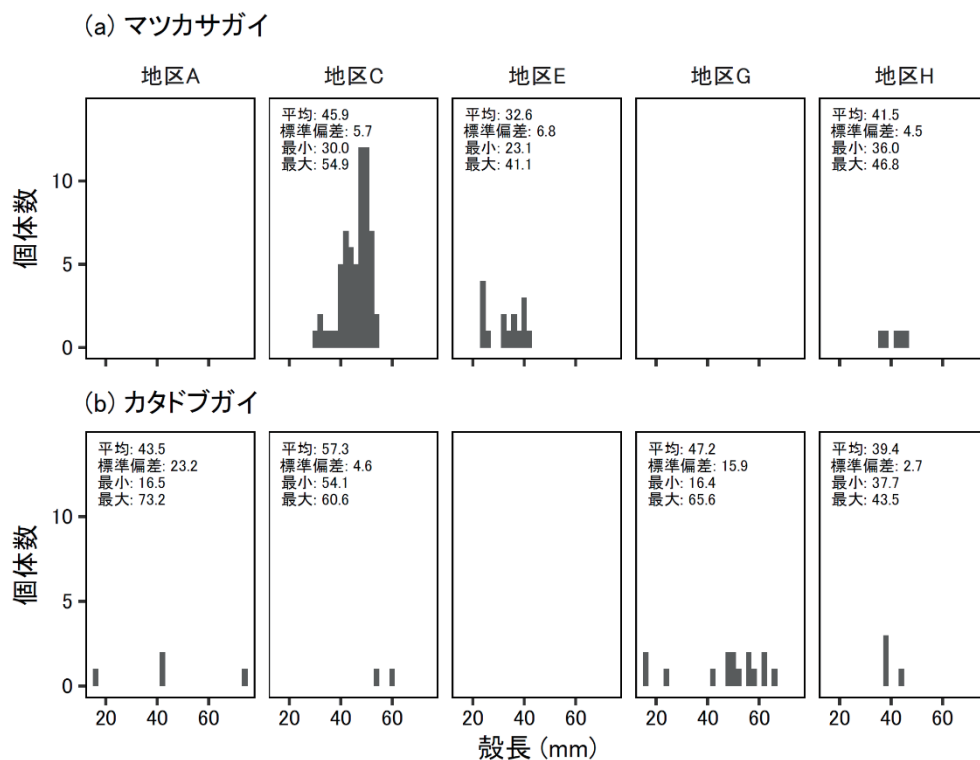


図 2 イシガイ類の殻長組成調査の結果。マツカサガイ (a) とカタドブガイ (b) の 2 種が確認された。アブラボテが採捕された 5 地区 (A, C, E, G, H) 内の 1 地点ずつで調査を行った。地区 C では 6 か所のコドラート (20cm 四方) で 60 個体以上の記録をした時点で調査を終了し、他の 4 地点においては 20 か所全てのコドラートで調査を行った。

パターン (2) の 2 地区 (A, G) では, イシガイ類はカタドブガイのみが採捕されたため (図 3), アブラボテはカタドブガイを産卵母貝として利用していると考えられる. パターン (3) の 4 地区 (B, D, F, I, J) では, タイリクバラタナゴやイシガイ類が採捕された調査地点はあったものの, アブラボテやマツカサガイはほぼ生息していないと示唆される (表 1).

タナゴ類とイシガイ類の生息が確認された地区において, マツカサガイの分布とアブラボテの密度の点からパターン (1) の 3 地区 (C, E, H) とパターン (2) の 2 地区 (A, G) が相違した要因として, 調査地点の流況およびタイリクバラタナゴの分布が挙げられる. 止水性の種であるタイリクバラタナゴは, 同じく止水性の種であるドブガイ類を産卵母貝として選好する (北村・内山 2020). パターン (2) の 2 地区 (A, G) は, 止水環境でありイシガイ類ではドブガイ類のみが採捕され, アブラボテとともにタイリクバラタナゴも採捕された (表 1). そのため, タイリクバラタナゴとの交雑および産卵床や資源を巡る競争によって (稲留・山本 2012), アブラボテの密度が比較的強く抑えられていたと考えられる. その一方, パターン (1) の 3 地区 (C, E, H) ではタイリクバラタナゴが採捕されなかったため, アブラボテの密度が比較的高かったと考えられる. 地区 C, E は流水環境であり, イシガイ類ではマツカサガイが優占していたため, タイリクバラタナゴの分布は制限されていたと考えられる. また, 地区 H は止水環境であったものの, タイリクバラタナゴが採捕された 3 地区 (A, B, G) よりも上流に位置することから, 地理的な要因によって外来種であるタイリクバラタナゴの分布が制限されていた可能性がある.

アブラボテが採捕されたパターン (1) の 3 地区 (C, E, H) およびパターン (2) の 2 地区 (A, G) では, いずれもイシガイ類も採捕され, コンクリート三面張り水路ではなく柵渠水路であった. アブラボテは, コンクリート三面張り水路よりも, イシガイ類の密度が高く堆積物や植生カバーが豊富な土羽水路や柵渠水路を選好することが明らかにされており (永山ほか 2012), 本調査の結果もこの知見を支持した. 遊泳力に乏しいタナゴ類の仔稚魚は流れの緩やかな場所で成長すると考えられるが (中野 2017), 流水環境であった地区 C, E においても, 柵渠水路のア

ーム部材や劣化した側壁パネル部材, 水中の植生によって生じた流れが緩やかな場所にアブラボテの仔稚魚が目視で確認された. マツカサガイをはじめとしたイシガイ類の分布は, 流況や堆積物といった局所的な物理環境要因に加えて, イシガイ類のグロキディウム幼生が一時的に寄生する宿主魚類の移動を制限する空間要因にも影響される (桑原ほか 2017, 根岸ほか 2008). 水田水路においては, 水路と下流の河川の合流点における段差やフラップゲート等の構造物によって宿主魚類の移動が制限され, イシガイ類の分布に影響することが示唆されている (Iwamoto et al. 投稿準備中, Negishi et al. 2014).

以上のように, 北川流域では, アブラボテやマツカサガイの密度が高い地区は限定的であった. さらに, 密度が高い地区内であっても, 非営農期の冬季に渇水しないというイシガイ類の生息の必要条件の一つを満たす水田水路は, それぞれ 2~4 本程度に限られていた (岩本 個人観察). したがって, 流況や底質のような水路内の局所環境要因または水路下流の河川との接続性のような空間要因の変化によって生息地が消失すれば, 個体群全体に大きな打撃を受ける脆弱性を抱えている. そのため, 非営農期で水深が下がる冬季にも灌漑を行うことや, 水路管理上の過度な堆積物等の除去を防ぐこと, 河川と水路の連続性を維持することによって, 可能な限り既存の生息地を保全する必要がある. また, 将来的に水管理方法の変更や水田水路の整備が行われる場合, 先行研究で提案されているように, イシガイ類の移植や安定的な底質の確保, 水路内に流速が緩い場所や複雑性を生じさせる構造の付与によって, 影響を最小限に抑える必要がある (畑ほか 2021). さらに, 大型の公共事業による大規模な環境改変が予定されている場合には, 既存の生息地に対する最大限の保全措置を講じることに加え, 安定的な再生産が担保される代償生息地の確保が必要である.

## 謝辞

本研究の一部は, 人間文化研究機構総合地球環境学研究所のプロジェクト (RIHN 14200103) の一環として行われた. また本研究は JSPS 科研費 JP20H04377 の助成を受けた. また, 福井県立大学海洋生物工学研究室の皆様および現地住民の方々には,

野外調査に協力いただいた。心より感謝申し上げます。

## 引用文献

- 福井県. 2016. 改訂版 福井県の絶滅のおそれのある野生動植物.  
<https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/shizen/rdb/rdb.html>
- 畑啓生・東垣大祐・小笠原康太・松本浩司・山本貴仁・村上裕・中島淳・井上幹生. 2021. 愛媛県の農業用水路における絶滅危惧種マツカサガイ残存個体群. 保全生態学研究 2111.
- 保科英人. 2013. 越前市で捕獲されたアブラボテについて. 福井市自然史博物館研究報告 60:63–64.
- 稲留陽尉・山本智子. 2012. 北薩地域におけるタナゴ類とイシガイ類の分布と産卵床としての利用. 保全生態学研究 17:63–71.
- Iwamoto, H., Tahara, D., & Yoshida, T. (2022). Contrasting metacommunity patterns of fish and aquatic insects in drainage ditches of paddy fields. *Ecological Research*, 37:635–646.
- 環境省. 2020. 環境省レッドリスト 2020.  
<https://www.env.go.jp/press/107905.html>
- 北川哲郎・中村あづ紗・小田優花. 2019. 福井県中池見湿地におけるアブラボテの生息状況. 日本生物地理学会会報 74:43–49.
- Kitamura, J. I. 2007. Reproductive ecology and host utilization of four sympatric bitterling (Acheilognathinae, Cyprinidae) in a lowland reach of the Harai River in Mie, Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 78:37–55.
- 北村淳一. 2008. タナゴ亜科魚類: 現状と保全. 魚類学雑誌 55:139–144.
- 北村淳一・内山りゅう. 2020. 日本のタナゴ: 生態・保全・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京.
- 近藤高貴. 2020. イシガイ科貝類の新たな分類体系. ちりばたん 50:294–296.
- 桑原明大・松葉成生・井上幹生・畑啓生. 2017. 愛媛県松山平野におけるイシガイ科貝類個体群の衰退. 保全生態学研究 22:91–103.
- Lopes-Lima M, Hattori A, Kondo T, Hee Lee J, Ki Kim S, Shirai A, Hayashi H, Usui T, Sakuma K, Toriya T, Sunamura Y, Ishikawa H, Hoshino N, Kusano Y, Kumaki H, Utsugi Y, Yabe S, Yoshinari Y, Hiruma H, Tanaka A, Sao K, Ueda T, Sano I, Miyazaki J-I, Gonçalves DV, Klishko OK, Konopleva ES, Vikhrev IV, Kondakov AV, Yu. Gofarov M, Bolotov IN, Sayenko EM, Soroka M, Zieritz A, Bogan AE, Froufe E. 2020. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the rising sun (Far East Asia): Phylogeny, systematics, and distribution. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 146:106755.
- 中野光議. 2017. 農業水路における魚類の保全生態学的研究: 現状と課題. 保全生態学研究 22:135–149.
- 永山滋也・根岸淳二郎・久米学・佐川志朗・塚原幸治・三輪芳明・萱場祐一. 2012. 農業用の水路における季節と生活史段階に応じた魚類の生息場利用. 応用生態工学 15:147–160.
- 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明. 2008. 指標・危急生物としてのイシガイ目二枚貝: 生息環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ. 応用生態工学 11:195–211.
- Negishi, J. N., Nagayama, S., Kume, M., Sagawa, S., Kayaba, Y., & Yamanaka, Y. 2013. Unionoid mussels as an indicator of fish communities: A conceptual framework and empirical evidence. *Ecological Indicators*, 24:127–137.
- Negishi, J., Tamaoki, H., Watanabe, N., Nagayama, S., Kume, M., Kayaba, Y., & Kawase, M. 2014. Imperiled freshwater mussels in drainage channels associated with rare agricultural landscape and diverse fish communities. *Limnology*, 15:237–247.
- 綱川孝俊・高木優也・石川孝典・吉田豊・久保田仁志. 2015. 県内の農業用水路に生息する二枚貝の生息環境の特徴 (平成 25 年度). 栃木県水産試験場研究報告 56–57.