

論文 Article

近畿大学奈良キャンパス内希少魚ビオトープおよび 東京都野川におけるミナミメダカの卵の産み付けの環境条件

上出櫻子*・土師百華*・北川忠生**・小林牧人*

Environmental conditions for egg deposition of female medaka, *Oryzias latipes*, in a pond on the Nara Campus of Kindai University and in the Nogawa River in Tokyo. KAMIDE Sakurako*, HAJI Momoka*, KITAGAWA Tadao** & KOBAYASHI Makito* (*Department of Natural Sciences, International Christian University, 3-10-2 Osawa, Mitaka, Tokyo, 181-8585 Japan; **Graduate School of Agriculture, Kindai University, 3327-204 Nakamachi, Nara, 631-8505 Japan).

Environmental conditions of egg deposition sites of endangered wild medaka, *Oryzias latipes*, were investigated in a pond on the Nara Campus of Kindai University and in the Nogawa River in Tokyo in order to obtain basic information for conservation of wild medaka. Eggs were deposited on the roots of land plants that extended into the water, green algae, and aquatic moss as substrates. Deposited eggs were observed in shallow water areas at the depth of 1 to 5 cm.

Keywords

medaka, conservation, egg deposition, substrate, water depth

メダカ, 保全, 産み付け行動, 基質, 水深

1 はじめに

一般に「メダカ」と呼ばれているメダカ種群 (*Oryzias latipes* species complex) はダツ目メダカ科のアジアに生息する小型の淡水魚で, 日本ではミナミメダカ *Oryzias latipes* とキタノメダカ *Oryzias sakaizumii* の 2 種が池, 川などに生息する¹⁾. 近年, 日本の野生メダカは, その個体数が減少し, 2015 年の環境省のレッドリストにおいて 2 種ともに絶滅危惧種Ⅱ類 (VU) に掲載されている²⁾. またそれに伴い野生メダカの保全活動が行われるようになってきた³⁻⁵⁾. メダカの保全活動を行うにはその生活史の把握が重要であるが, 本種的生活史は十分には明らかとなっていない^{6,7)}. その中でも繁殖活動は子孫を残す重要な過程であるが, 野生メダカの繁殖生態については特に知見が不足している. このような状況のもと, 我々は

野生メダカの保全のために必要な基礎的知見を得ることを目的として, ミナミメダカの繁殖生態についての研究を進めている.

これまでに 2 か所の人工の屋外池 (神戸女学院大学キャンパス内万葉池およびアクアマリンふくしまビオトープ内水域) で自然繁殖しているミナミメダカの繁殖行動を観察した^{8,9)}. その結果, 雌雄の個体による「産卵行動(放卵・放精)」後, 雌は腹部に受精卵を保持し, その後雌は単独で水草, コケ植物, 陸上植物の根などの基質に卵の「産み付け行動」を行うことが明らかとなった. また雌は流れが緩やかな場所で, 浅い水深にある基質に卵の産み付けを行っていた. 一方, 野外での観察に加え, 基質の有無の産み付け行動への影響, 種々の素材の基質としての好適性を調べる行動実験をヒメダカ (ミナミメダカに由来する人工品種) と野生ミナミメダカを用いて行ったところ, 水草, コケ植物などの適切な素材が基質として存在しないと, 本種は正常な産み付け行動ができないことが明らかとなった¹⁰⁾.

本研究ではこれまでの 2 か所の人工池における行動観

* 〒181-8585 東京都三鷹市大沢 3-10-2 国際基督教大学 教養学部アーツ・サイエンス学科自然科学デパートメント

** 〒631-8505 奈良県奈良市中町 3327-204 近畿大学大学院農学研究科



図1 希少魚ビオトープ (A) および野川 (B)。

A: 近畿大学キャンパス内のため池, 希少魚ビオトープには野生ミナメダカが放流され, 自然繁殖している. B: 野川は東京都の国分寺市から世田谷区を流れる天然河川. 写真は泉橋付近 (三鷹市). 野生のミナメダカが生息している.

察に加え^{8,9)}, 屋外のため池1か所および天然の河川1か所において, ミナメダカの受精卵を採集し, 卵の産み付けのための環境条件、特に基質および水深の選好性について調査を行った.

2 材料と方法

2・1 調査地

本研究では, 近畿大学奈良キャンパス内のため池 (希少魚ビオトープ) (図1A) および東京都の天然河川の野川 (図1B) でミナメダカ *Oryzias latipes* の卵の産み付け状況の調査を行った.

近畿大学の希少魚ビオトープは, 周囲約50 m, 中央部の水深が約50 cm のため池である¹¹⁾. この池に野生のミナメダカが放流され, 毎年自然繁殖が行われている. 放流年の記録はないが, 2003年の時点で自然繁殖が確認されている. この池のミナメダカについては遺伝子解析がなされていて, Takehana et al.¹²⁾ によるマイトタイプの分類では B1a タイプの関西在来型からなる個体群であることが確認されている (北川未発表データ). ミナメダカの他には, ニッポンバラタナゴ *Rhodeus ocellatus kurumeus*, シマヒレヨシノボリ *Rhinogobius* sp. BF が生息する. 調査は2016年8月23日および2017年7月19日に行った.

野川は国分寺市に水源があり, 世田谷区で多摩川に合流する全長20.2 kmの河川である¹³⁾. 多様な生態系を有し, 多くの種類の動植物が生息し, ミナメダカも生息している¹⁴⁾. 野川のミナメダカは, 他地域やヒメダカ由来の遺伝子型を含むものの, Takehana et al.¹²⁾ および入

口ら¹⁵⁾ によるマイトタイプの分類では B11, B34, B36 および B1a-II タイプの関東在来型からなる個体群であることが確認されている¹⁶⁾. 調査は泉橋と御狩野橋 (三鷹市) の間の区域で2016年8月5, 10, 16日および2017年6月19, 22日, 7月2, 14日, 8月22, 23, 25日に行った. 調査区域の川幅は4~6 m, 川の中央部の水深は25~40 cmであった.

2・2 調査方法

卵の産み付け状況の調査は, 調査者が池あるいは川に入り, 岸および中央部に生育する植物を調査の対象とした. 水中にある植物を取り上げ, 目視, 触感で卵の付着の有無を観察した. 直径約1.2 mmの付着卵が見つかった場合は, 植物をいったんもとの位置に戻し, 卵が産み付けられていた場所の水深を定規で測定した. 2017年の野川の調査では, コンクリートブロックの表面およびブロックに付着する植物についても調査の対象とした. 採取した卵は研究室に持ち帰り, 実体顕微鏡下で観察を行った. メダカ種群に特有の卵表面の付着毛が見られた場合, その卵をミナメダカの受精卵と判別した¹⁷⁾.

基質となっている植物の種の同定は, その場で行ったもの, 研究室に持ち帰って行ったもの, 未同定のものに分けられる. 希少魚ビオトープの陸上植物の種の同定は近畿大学早坂大亮氏に依頼した. 野川の陸上植物については国際基督教大学上遠岳彦氏, 多田多恵子氏に依頼した. 野川のコケ植物については国立科学博物館の樋口正信氏に依頼した. アオミドロ *Spirogyra* sp. については実体顕微鏡での観察によりらせん型の葉緑体が見られたことから, アオミドロと同定した (植物の生態図鑑)¹⁸⁾.

ガマ *Typha latifolia* の種の同定は「フィールド版日本の野生植物 草本」¹⁹⁾に基づいた。

野川で卵が確認された地点のうち、数地点で水温と流速を測定した。流速は電磁流速計(VE-10, ケネック, 東京)で測定した。また卵の確認地点とその対岸を結んだ線上で、かつ川の中央部に当たる地点の水底から50%の水深における流速を測定した⁹⁾。なお近畿大学希少魚ビオトープには流入水路はなく、水源は池底からの湧水であるため、池の水流はほとんどなかった。卵の確認された地点のうち、1地点で水温を測定した。

3 結果

3・1 近畿大学希少魚ビオトープ

2016年は合計78粒、2017年は合計43粒の付着卵が採取された(表1)。実体顕微鏡下での観察の結果、すべてがミナミメダカ受精卵と判定され、様々な発生段階のものがみられた。

2016年の産み付け基質と卵数の内訳は、池の岸に生育する陸上植物の根が水中に入り込んだものに31粒(図2A-D)、池の中央部に人工的に打ち込まれた木製の杭の表面に付着したアオミドロに47粒(図3A,B)であった。なお数種の陸上植物の根に産み付けがみとめられたが、種の同定ができたものはイヌタデ *Persicaria longisetia* (図3B)とツユクサ *Commelina communis* であった。また池の中央部の水中に漂う状態のアオミドロには卵は確認されなかった。卵の付着が確認された水深は1~5cmで、水深1cmに最も多くの卵がみられた(表1)。池の水温は29.0℃であった。

2017年における産み付け基質と卵数の内訳は、池の岸に生育する陸上植物の根が水中に入り込んだものに40粒、陸上植物の根に付着したアオミドロに3粒であった。2017年は杭の表面に付着したアオミドロに卵

は確認されなかった。また水中に漂う状態のアオミドロにも卵は確認されなかった。なお根に卵の産み付けがみとめられた陸上植物についてはすべての種で同定がなされ、それらはツユクサ、ケネザサ *Pleiblastus fortunei* forma *pubescens* (図3C)、アメリカセンダングサ *Bidens frondosa* (図3D) およびヤマヤナギ *Salix sieboldiana* であった。2017年は、岸にイヌタデの生育は認められたが水中に根を伸ばしている株はみられなかった。卵の付着が確認された水深は1~5cmで、水深1cmに最も多くの卵がみられた(表1)。池の水温は29.3℃であった。

3・2 野川

2016年は合計21粒、2017年は合計32粒の付着卵が採取された(表1)。実体顕微鏡下での観察の結果、すべてがミナミメダカ受精卵と判定され、様々な発生段階のものがみられた。

2016年における産み付けの基質はすべて池の岸に生育する数種の陸上植物の根であり、種の同定ができたものはミゾソバ *Polygonum thunbergii* だけであった(図4A,B)。また川の中央部に漂う状態のアオミドロ、河川内に生育するガマの茎に卵は確認されなかった。卵の付着が確認された水深は1cmと3cmであった(表1)。

卵の確認された地点の水温は、27.0~30.0℃(8月、最低~最高, n=3)であった。卵の確認された地点の流速はすべて1.0cm/秒以下(n=3)であった。川の中央部の流速は、4.2, 3.8cm/秒(n=2)であった。

2017年における産み付け基質と卵数の内訳は、岸に生育する陸上植物の根に12粒、岸のコンクリートブロックに付着するアオミドロに16粒、岸のコンクリートブロックに付着するフクロハイゴケ *Vesicularia ferriei* に4粒であった(図5A-D)。なお数種の陸上植物の根に産み付けがみとめられたが、種の同定ができたものはミゾソバとオオカワヂシャ *Veronica anagallis-aquatica* であった。

表1 産み付けの基質および水深ごとのミナミメダカ受精卵の卵数とその割合。

水深 (cm)	ため池(近畿大学希少魚ビオトープ)				自然河川(野川)			
	2016		2017		2016	2017		
	陸上植物の根	アオミドロ	陸上植物の根	アオミドロ	陸上植物の根	陸上植物の根	アオミドロ	フクロハイゴケ
1.0	24 (30.8)	25 (32.1)	35 (81.4)	3 (7.0)	15 (71.4)	7 (21.9)	2 (6.2)	2 (6.2)
2.0	7 (9.0)	16 (20.5)	4 (9.3)			4 (12.5)	14 (42.9)	
3.0		5 (6.4)			6 (28.6)	1 (3.1)		1 (3.1)
4.0								1 (3.1)
5.0		1 (1.2)	1 (2.3)					
小計	31	47	40	3	21	12	16	4
合計	78 (100)		43 (100)		21 (100)		32 (100)	

数字は卵数、括弧内は割合(%)。

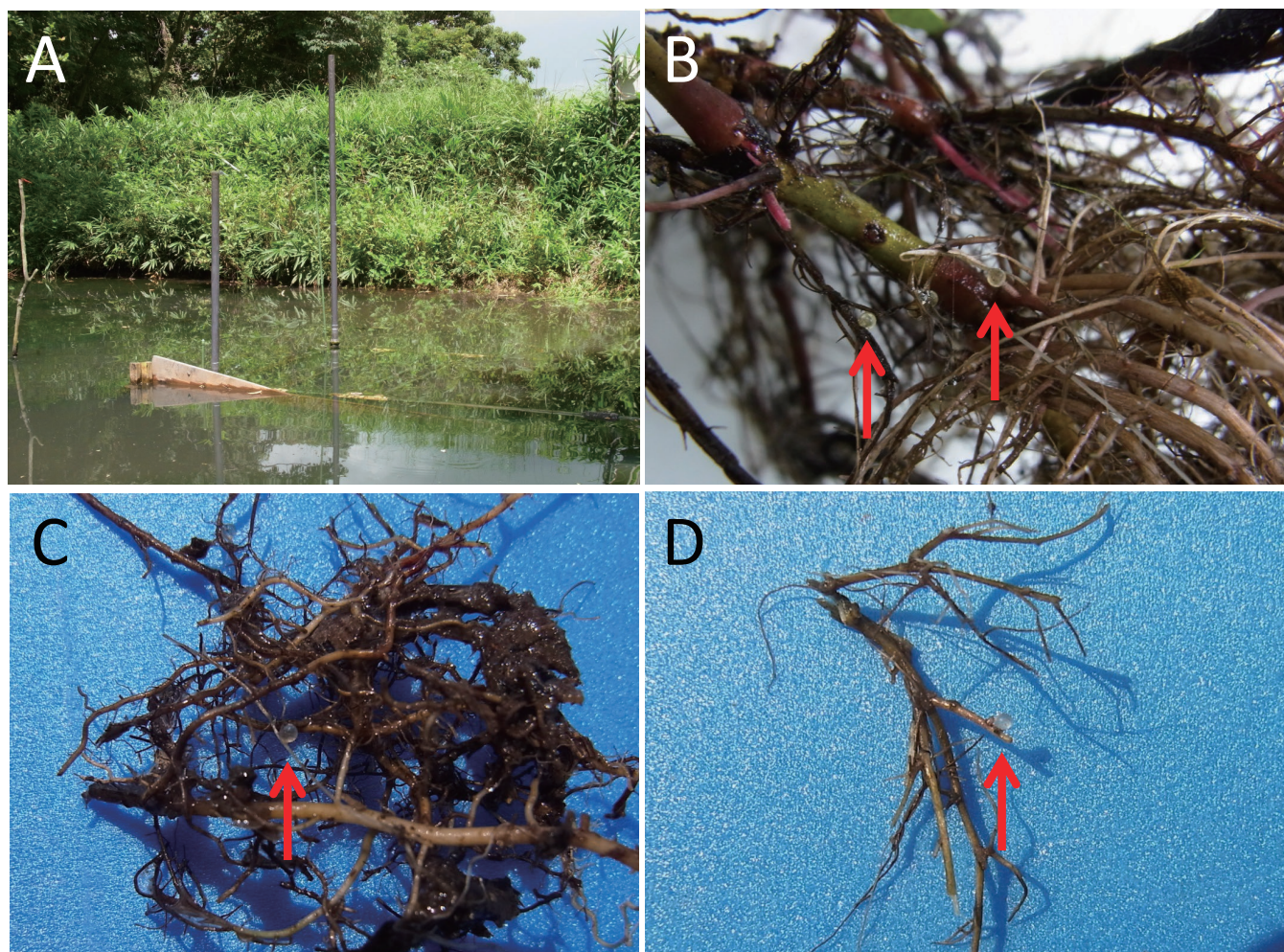


図2 希少魚ビオトープの岸に生育する植物 (A) および根に産み付けられたミナミメダカの受精卵 (B-D).

A: 希少魚ビオトープの岸には種々の植物が生育し、根を池の水中に伸ばしている。B: イヌタデの根に付着した受精卵。C: ケネザサの根に付着した受精卵。D: アメリカセンダングサの根に付着した受精卵。矢印は受精卵の付着を示す。ミナミメダカの受精卵の直径は約 1.2 mm.

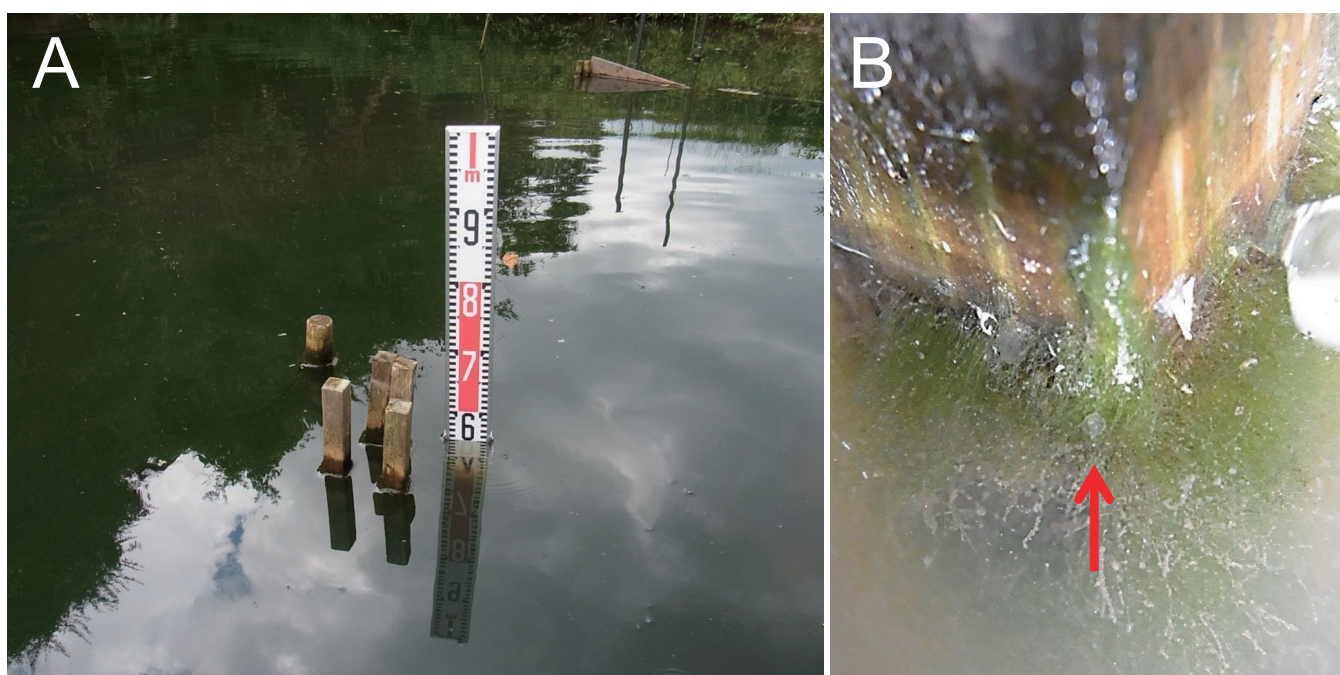


図3 希少魚ビオトープ内に打ち込まれた木製の杭 (A) と杭の表面に生育するアオミドロに産み付けられたミナミメダカの受精卵 (B)。矢印は受精卵の付着を示す。

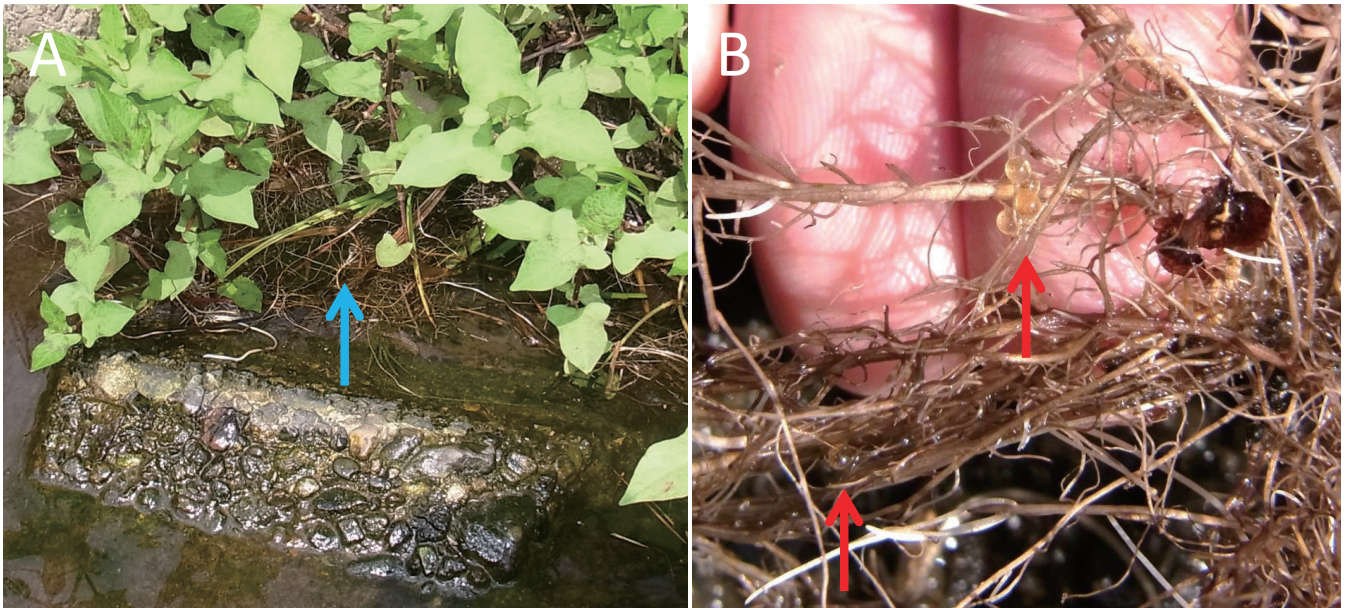


図4 野川の岸に生育するミゾソバ (A) と根に産み付けられたミナミメダカの受精卵 (B).
A: 岸に生育するミゾソバが水中に根を伸ばしている (矢印), B: ミゾソバの根に付着した受精卵 (矢印).

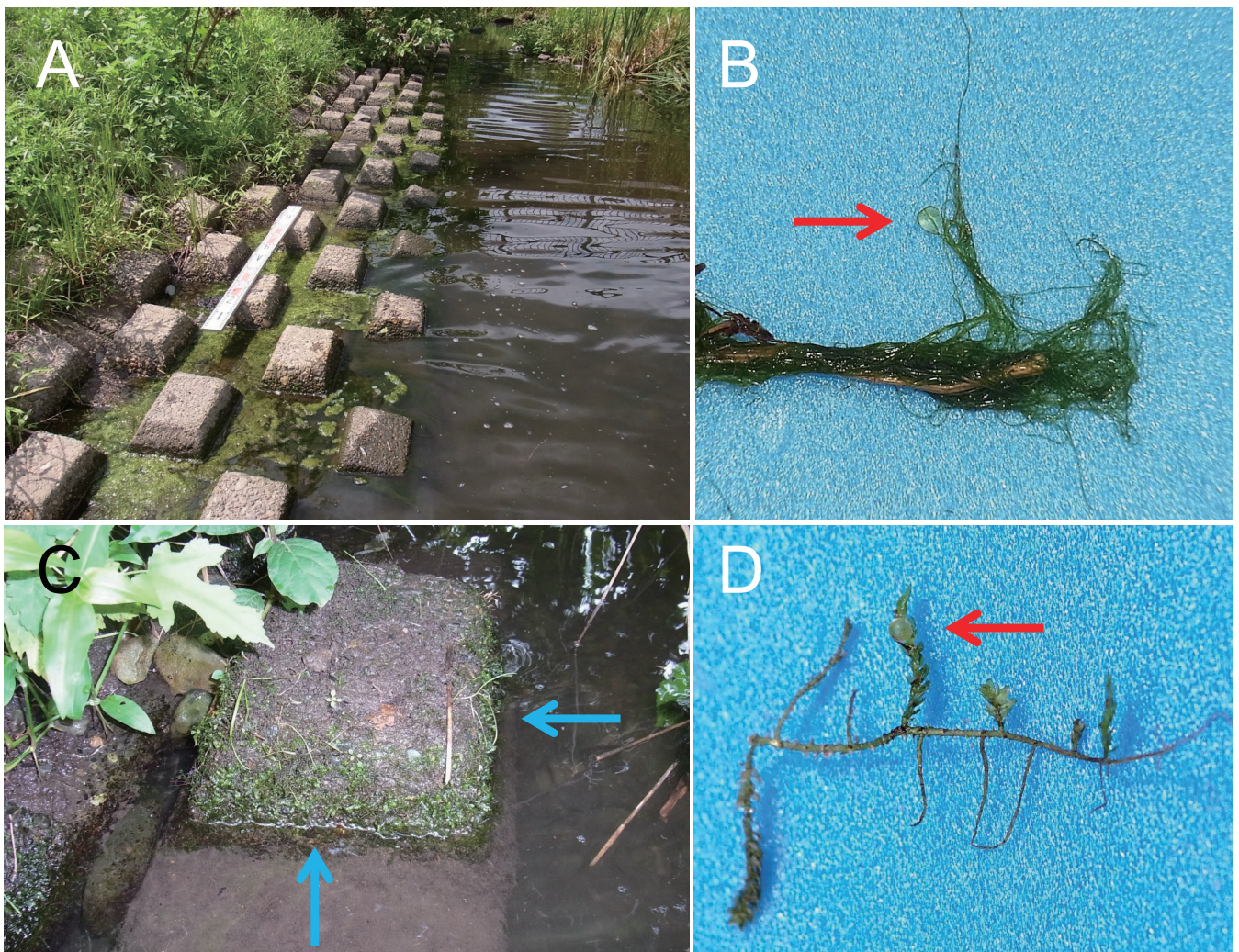


図5 野川の岸のコンクリートブロック (A,C) およびアオミドロ (B), フクロハイゴケ (D) に産み付けられたミナミメダカの受精卵.
A: 岸のコンクリートブロック, 側面にアオミドロが生育している. 写真の中の物差しはの長さは 1 m. B: アオミドロに付着した受精卵 (矢印). C: コンクリートブロックの側面に生育するフクロハイゴケ (矢印). D: フクロハイゴケに付着した受精卵 (矢印).

また川の中央部に漂う状態のアオミドロ、河川内に生育するガマの茎に卵は確認されなかった。アオミドロ、フクロハイゴケに覆われていないコンクリートブロックの表面には卵は確認されなかった。卵の付着が確認された水深は1～4 cmで、水深1 cmと2 cmに多くの卵がみられた(表1)。

卵の確認された地点の水温は23.4～28.2℃(6月, 最低～最高, n=7), 23.3～34.6℃(7月, 最低～最高, n=3), 23.3～28.2℃(8月, 最低～最高, n=8)であった。卵の確認された地点の流速はすべて1.0 cm/秒以下(n=6)であった。川の中央部の流速は、2.5～5.6 cm/秒(最小～最大, n=6)であった。

4 考察

これまでに我々は2か所の人工池において自然繁殖するミナミメダカの繁殖生態について調べたが^{8,9)}、これらの知見がその地域の個体群に特異的な性質によるものか、その地域の環境によって規定された結果によるものか明らかではなく、他地域のミナミメダカの生態と比較・検討することが必要である。本研究では、あらたにため池1か所および天然河川1か所において本種の卵の産み付け環境の調査を行った。その結果、これまでの調査結果と同様、ミナミメダカは流れの緩い水域の浅瀬において、陸上植物の根、コケ植物あるいはアオミドロを基質として卵を産み付けていた。また様々な発生段階の卵がみられたことから、卵の植物への付着は偶然によるものではなく、雌が繰り返し卵の産み付け行動を行った結果と考えられる。これらの結果から、雌のミナミメダカがこのような環境条件を好んで卵を産み付けるのは、本種に共通の繁殖特性であると考えられる。

今回の調査結果では、産み付け基質については前回の調査結果同様、水中に伸びた陸上植物の根⁸⁾、アオミドロ⁹⁾およびコケ植物⁸⁾などの多様な植物種がみられ、ミナミメダカが特定の植物種を産み付け基質として選好するものではないことが明らかとなった。これらの植物の基質としての共通性として、繊維状の構造をもち、ある程度の硬さ、安定性があるということが考えられる。野川にはガマが繁茂していたが、その茎は棒状で卵の付着はみられず、ガマはミナミメダカの産み付け基質としては不適切であると考えられる。アオミドロについては、杭、コンクリートブロックあるいは植物の根に付着した場合は基質となりうるが、水中に漂う場合は繊維状の構造であっても安定性を欠くために基質となりえないと考えられる。実際、ヒメダカを用いた産み付け行動実験において、水槽内に固定された水草には産み付けがなされるが、

同じ種の水草であっても水面に漂う状態にすると産み付けができなくなることが示されている¹⁰⁾。これらの結果はミナミメダカの産み付け基質の安定性が重要であることを示している。

コンクリートは産み付け基質として活用されないことがヒメダカでの実験から示されているが¹⁰⁾、今回の調査結果からもコンクリートブロックの表面に卵は確認されず、コンクリートがミナミメダカの産み付け基質としては不適切な素材であることが示された。しかしコンクリートブロックの表面がアオミドロあるいはコケ植物といった繊維性の構造をもつ植物に覆われるとブロックが産み付け基質の一部としてとして活用されることが明らかとなった。実際、今回の調査中に腹部に受精卵を保持する雌のミナミメダカがブロックの表面のアオミドロに卵を産み付ける行動が1例観察された(小林, 未発表データ)。

ヒメダカを用いた実験では、雌が浅い水深を好んで卵を産み付けることが示されている²⁰⁾。本研究で得られた結果においても、卵の産み付けの水深は、希少魚ビオトープ、野川ともにその環境の水深によらず5 cmより浅いところであり、これまでの他の池での調査結果とほぼ同様であった^{8,9)}。

野川における卵の産み付け地点の流速は、1 cm/秒以下と川の中央部の流速より弱く、これまでの調査結果⁹⁾と同様、ミナミメダカの卵は岸の流速の弱い水域に産み付けられ、流速の速い中央部には卵は産み付けられていない。その理由として、中央部には安定性のある適切な産み付け基質がないという環境要因とともに、孵化した仔魚が流されてしまう速い水流環境を回避する親魚自身の選択性といった要因が考えられる。

これまでに得られたミナミメダカの繁殖生態の調査結果から、ミナミメダカの保全には、岸の浅瀬の低流速部位に繊維状の構造をもつ産み付け基質が存在することが必要であると考えられる。特に今回、天然の河川で野生ミナミメダカの繁殖環境に関する調査結果が得られたことは意義深いと考えられる。実際の河川、池の岸の改修にあたってはこのような知見が活用され、野生メダカの保全がより効果的に行われることが期待される。

引用文献

- 1) Asai, T. Senou, H. & Hosoya, K. : Ichthyol. Explor. Freshwaters, 22, 289–299 (2011).
- 2) 環境省: “環境省レッドリスト 2015 の公表について, 別添資料 4) レッドリスト (2015) 汽水・淡水魚類” <http://www.env.go.jp/press/101457>.

- html (2016.04.04 閲覧).
- 3) 坂本啓, 谷合祐一, 須藤篤史, 小畑千賀志, 花輪正一, 太田裕達, 高橋清孝: “田園の魚をとりもどせ” (高橋清孝編), 98-104 (2009), (恒星社厚生閣).
 - 4) 端憲二, 皆川明子, 金尾滋史: 海洋と生物, 35: 202-207, (2013).
 - 5) 棟方有宗, 北川忠生, 小林牧人: 海洋と生物, 39: 107-112 (2017).
 - 6) 細谷和海: “田園の魚をとりもどせ” (高橋清孝編), 6-14 (2009), (恒星社厚生閣).
 - 7) 小林牧人, 頼経知尚, 小井土美香: “魚類の行動研究と水産資源管理” (棟方有宗, 小林牧人, 有元貴文編), 89-100 (2013), (恒星社厚生閣).
 - 8) 小林牧人, 頼経知尚, 鈴木翔平, 清水彩美, 小井土美香, 川口優太郎, 早川洋一, 江口さやか, 横田弘文, 山本義和: 日本水産学会誌, 78, 922-933 (2012). (本文中に電子付録データの URL が記載されているが, 間違いがあり, 以下に正しい URL を示す. https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan/78/5/78_922/_article/-char/ja/)
 - 9) 岩田恵理, 坂本幸多朗, 大河内拓也, 佐々木秀明, 安田純, 小林牧人: 自然環境科学研究, 28, 11-21 (2015).
 - 10) 上出櫻子, 清水彩美, 小井土美香, 信田真由美, 小南優, 吉澤茜, 小山理恵, 早川洋一, 小林牧人: 自然環境科学研究, 29, 31-39 (2016).
 - 11) 坂田伊織, 岡田龍也, 杉本智嗣, 須山敬之, 柳沢豊, 岸野泰恵, 松本賢一, 北川忠生: 近畿大学農学部紀要, 47, 77-85 (2014).
 - 12) Takehana, Y., Nagai, N., Matsuda, M., Tsuchiya, K. & Sakaizumi, M.: Zool. Sci., 20, 1279-1291 (2003).
 - 13) 東京都建設局: “東京の川にすむ生きもの, 東京の川, 多摩川水系, 野川” http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/ikimono2/river_nogawa.html (2016.12.05. 閲覧)
 - 14) 東京都建設局: “東京の川にすむ生きもの, 河川水辺の国勢調査, 水系別調査結果” http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/ikimono2/shousai.html#shousai_gyosui (2016.12.05. 閲覧)
 - 15) 入口友香, 中尾遼平, 高田啓介, 北川忠生: 魚類学雑誌, 64: 11-18 (2017).
 - 16) 中尾遼平, 入口友香, 周翔瀛, 上出櫻子, 北川忠生, 小林牧人: 魚類学雑誌, 64: 131-138 (2017).
 - 17) 岩松鷹司: “新版メダカ学全書” (2006), (大学教育出版).
 - 18) 多田多恵子総監修: “植物の生態図鑑”(2010), (学研教育出版).
 - 19) 佐竹義輔, 大井次三郎, 北村四郎, 亘理俊次, 富成忠夫編: “フィールド版日本の野生植物 草本” (1985), (平凡社).
 - 20) 上出櫻子, 小南優, 小林牧人: 自然環境科学研究, 30, 1-4 (2017).
- 陸上植物の種の同定は国際基督教大学上遠岳彦先生, 多田多恵子先生, 近畿大学早坂大亮先生に頂きました. コケ植物の種の同定は国立科学博物館の樋口正信先生に頂きました. 深く感謝致します. また原稿の改善にあたり有意義なコメントをくださった査読者および編集委員長に深く感謝致します.
- (2018 年 1 月 10 日受付, 2018 年 10 月 5 日受理)