

# ビオトープ内の水域における 野生ミナミメダカ *Oryzias latipes* の卵の産み付け場所

岩田恵理<sup>\*</sup>, 坂本幸多朗<sup>\*</sup>, 大河内拓也<sup>\*</sup>,  
佐々木秀明<sup>\*</sup>, 安田純<sup>\*\*</sup>, 小林牧人<sup>\*\*\*</sup>

Egg deposition sites of wild minami-medaka *Oryzias latipes* in an aquatic area of a biotope. IWATA Eri<sup>\*</sup>, SAKAMOTO Koutarou<sup>\*</sup>, OHKOUCHI Takuya<sup>\*</sup>, SASAKI Hideaki<sup>\*</sup>, YASUDA Jun<sup>\*\*</sup> & KOBAYASHI Makito<sup>\*\*\*</sup> (\*Department of Science and Engineering, Iwaki Meisei University, 5-5-1 Chuoudai, Iino, Iwaki, Fukushima, 970-8551 Japan; \*\*Aquamarine Fukushima, 50 Tatsumichou, Onahama, Iwaki, Fukushima, 971-8101 Japan; \*\*\*Department of Life Science, International Christian University, 3-10-2 Osawa, Mitaka, Tokyo, 181-8585 Japan)

Environmental conditions of egg deposition sites of wild minami-medaka *Oryzias latipes* were investigated in an aquatic area of a biotope in order to obtain basic information for conservation of wild Japanese medaka species in danger of disappearing. Deposited eggs were observed mainly at the banks of shallow streams where the flow rate was below 1cm/sec. Eggs were also observed in the fallow paddy field. Few eggs were observed in the deep streams and the ponds. Eggs were mostly deposited on relatives of Genus *Spirogyra*, fresh water algae, as a substrate. The deposition sites were situated at the depth of 0 to 15 cm in water.

要旨：絶滅危惧種に指定されている日本の野生のミナミメダカ *Oryzias latipes* の保全に役立てるため、卵の産み付け場所の環境条件の特定を目的として、ビオトープ水域の調査を行った。産み付け卵は、流速が 1cm/秒以下の浅い水路の岸辺に多く認められた。休耕田にも産み付け卵は確認されたが、水深の深い水路や池にはほとんど確認されなかった。卵が最も頻繁に産み付けられていた基質は、淡水性の藻類であるアオミドロ類であった。水面から卵の産み付け場所までの深さは、0 から 15cm 程度と、浅いところに産み付け卵が多く確認された。

## Keywords

substrate, reproductive ecology, conservation

基質, 繁殖生態, 保全

## 1 はじめに

メダカはダツ目メダカ科の魚で、日本では北海道を除く日本列島の小川、池、水田および水田耕作に関連した水域に生息する<sup>1)</sup>。日本のメダカには、ミナミメダカ *Oryzias latipes* とキタノメダカ *Oryzias sakaizumii* の 2 種が知られている<sup>2)</sup>。また野生のミ

ナミメダカの突然変異品種であるヒメダカ *Oryzias latipes* が、観賞魚として広く流通していることもあり<sup>3)</sup>、メダカは日本人にとっては大変馴染みの深い魚でもある。しかし、近年の里地里山環境の悪化、水質汚染、外来種の侵入、農薬の使用などにより、日本の野生メダカの個体数は激減した。それに伴い、野生メダカは 1999 年には環境庁のレッドリストに「絶滅危惧Ⅱ類 (VU)」として掲載され<sup>4)</sup>、さらに 2003 年には環境省のレッドデータブックにおいて「絶滅危惧Ⅱ類 (VU)」として指定された<sup>5)</sup>。

一方、近年の環境保全や環境教育の取り組みの機運の高まりとともに、野生メダカの保全活動が全国的に行われるようになってきた。それに伴い、野生メダカ

<sup>\*</sup>〒 970-8551 福島県いわき市中央台飯野 5-5-1 いわき明星大学科学技術学部科学技術学科

<sup>\*\*</sup>〒 971-8101 福島県いわき市小名浜字辰巳町 50 (公財) ふくしま海洋科学館

<sup>\*\*\*</sup>〒 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・サイエンス学科生命科学デパートメント

が生存できる環境についての提言や研究も報告されるようになってきた<sup>6-8)</sup>。継続的な野生メダカ保全のためには、野生メダカが生存できる環境を保全するだけでなく、繁殖できる環境を保全することが重要である。そのためには野生メダカの繁殖行動や仔稚魚の成長に適した環境条件を明らかにしておく必要がある。しかし、このような野生メダカの繁殖生態に関する知見が少ないまま、保全活動が行われているのが現状である<sup>9,10)</sup>。

屋外の人工池に放流され、その後自然繁殖している野生ミナミメダカを観察した報告によると、自然環境下の野生メダカの繁殖行動は、飼育水槽内でのヒメダカの繁殖行動とほぼ同様に行われる<sup>10,11)</sup>。メダカの繁殖行動には、「産卵行動」とそれに続く「産み付け行動」の2つの行動が含まれる。「産卵行動」は以下の一連の行動により成り立つ。まず雄が雌に接近し（ちかづき、したがいおよび求愛定位）、雌の前方を円を描くように泳ぐ求愛行動（求愛円舞）を行う。次に雄は下方から雌に接近（浮き上がり）する。雄は泌尿生殖口の部位を雌のそれに近づけ、背鰭と臀鰭で雌を抱える（交叉）。この状態（抱接）で雌雄のメダカは身体を震動させ（ふるわせ）、雌が卵を放出（放卵）、雄が精子の放出（放精）を行い、卵の受精が起こる。産卵行動の発現には、水草などの特別な基質を必要としない。

産卵行動終了後、雌は数時間、受精卵を腹部に保持しながら、受精卵の「産み付け行動」（つつきと付着）を行うための基質を探索する。雌は基質となりうる水草、苔などの植物を吻でつつき、基質の適性を確認してから体を回転して受精卵を基質に付着させる。産み付け行動は池の場合、岸の水面近くで行われ、卵は岸に生育する苔などの産み付け基質に付着する。

野生メダカの生息域は池だけでなく、川、水田および水田周囲の水路などがある。したがって野生メダカの保全を行うためには、池以外の環境に生息する野生メダカについても繁殖生態を明らかにしておく必要がある。特に水田およびその周囲の水路は、繁殖、仔稚魚の成育、越冬など野生メダカ的生活史の様々な相を支持するための必須な場所であると考えられ、野生メダカの保全には、水田とその周辺環境全体を保全することが重要と提言されている<sup>12-14)</sup>。しかし、小川、水田、水路などの野生メダカの生息環境において、実際の繁殖行動、卵の産み付け場所の環境、産み付け基質の性質などについて調べられた研究はない。このことは、野生メダカの保全のためには、具体的にどのような環境を保全、修復すべきか、ということが明らかとなっていないことを意味する。また保全のために必要な生

物的知見が十分でないまま保全活動が行われている可能性が高い。

筆者らは、福島県の水族館敷地内のビオトープに移入された野生ミナミメダカ *Oryzias latipes*（以下、メダカと略す）の観察を、2012年より行ってきた。このビオトープには池、水田、湛水管理休耕田（以降、休耕田）および水路が造成されていて、水田以外の場所では放流されたメダカが自然繁殖をしている。このような多様な環境で自然繁殖を行っているメダカの繁殖生態について調べることにより、野生メダカの保全を効率的に行うための基礎的知見が得られると考えられた。

そこで本研究では、野生メダカの繁殖に好適な環境条件を明らかにすることを目的とし、このビオトープ内では産卵後の雌メダカがどのような場所でのような基質に卵の産み付けを行っているのかを明らかとするため、ビオトープ水域内での付着卵の調査を行った。このようにして得られた生物学的知見は、野生メダカの保全を行う上で有用な知見となると考えられる。

## 2 方法

### 2・1 調査地

本研究では、福島県にある水族館「アクアマリンふくしま」（福島県いわき市；緯度36度56分、経度140度54分）の敷地内にある、面積約2,000m<sup>2</sup>のビオトープ「BIOBIO かつぱの里」において調査を実施した。このビオトープは2005年に完成したもので、コンクリートの基盤の上に土を盛り、様々な植物



図1 調査地であるアクアマリンふくしま内ビオトープの概略図。

植物の繁茂状況が季節により変化するため、水面の面積は変動する。湿原または草原の一部は水域となっている。メダカは、水田を除く、ビオトープ内のすべての水域で分布が確認された。矢印は流向を示す。

を植え里地の環境を再現している。そのため水域の水底は、泥の層の下がコンクリート層であり、遮水シートは敷かれていない。ビオトープ内には、水路、池、休耕田、水田、湿地などの異なる環境の水域が混在している（図1）。給水は水道水であり、他に雨水が流入する。年間を通じての水位や流速の変動は少ない。なお給水に際して水道水中の塩素の除去は行っていないが、これまでのところ水道水中の塩素による生物への弊害はないと考えられている。現在、ビオトープ内にはメダカの他に、アブラハヤ *Rhynchocypris logowskii steindachneri*, ギンブナ *Carassius auratus langsdorfii*, トウヨシノボリの一種 *Rhinogobius sp.*, ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* などの魚類が、管理担当者により2012年以降、順次放流されて生息している。魚類の他には、ニホンアカガエル *Rana japonica*, トウキョウダルマガエル *Rana porosa*, ニホンアマガエル *Hyla japonica*, シュレーゲルアオガエル *Rhacophorus schlegelii* などの両生類、無脊椎動物では、ヌカエビ *Paratya improvisa*, スジエビ *Palaemon paucidens*, マルタニシ *Cipangopaludina*

*chinensis laeta* なども放流されている。昆虫類は、アメンボ類、ゲンゴロウ類、およびトンボ類をはじめとする外部から移動、定着した種が確認されている。また鳥類では、オオセグロカモメ *Larus schistisagus*, ウミネコ *Larus crassirostris*, トビ *Milvus migrans*, スズメ *Passer montanus*, ハクセキレイ *Motacilla alba lugens* などをはじめ、多くの種が飛来する。

ビオトープ内に生息する動物への給餌は行っておらず、多くの種は自然繁殖している。

## 2・2 メダカ

本ビオトープのメダカは、いわき市内泉地区で採集され、ビオトープが造成された時（2005年）にビオトープ内の水域に放流された。2011年3月11日の東日本大地震を起因とする津波により、この水族館が立地するいわき市小名港第二埠頭では、最大1.5mの浸水深を記録した<sup>19)</sup>。水族館は地震後、同年7月15日まで営業を停止し、このビオトープは長期間にわたり、海水に漬かったままの状態が続いた。ビオトープに生息していた多くの生物は津波により流出し、流さ

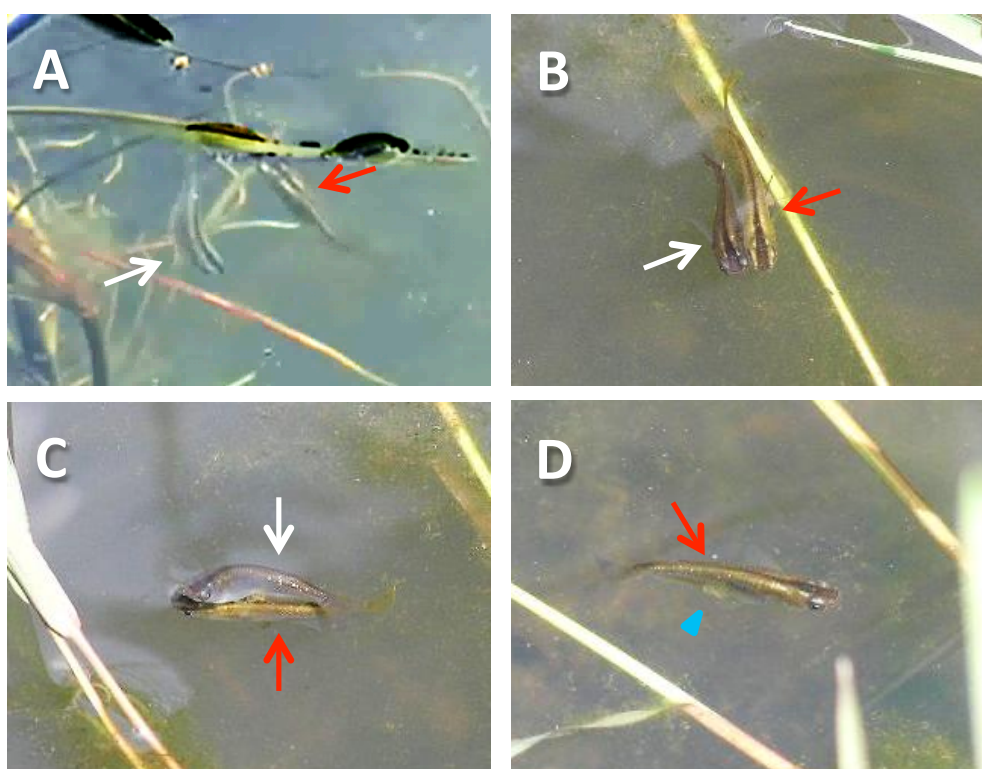


図2 本ビオトープ内で観察された、メダカの産卵行動。

雄は雌の前で円を描くように泳いで「求愛円舞」を行う（A）。雌が雄を受け入れると、雄は雌の横に並び（交叉）（B）、雄は背鰭と臀鰭を曲げて雌の身体を固定し、「抱接」が行われる（C）抱接時に雌雄の魚は体を震わせて放卵・放精を行う。抱接が終わると、雌は卵の産み付け場所を探すために泳ぎ始める（D）。矢印（白）は雄、矢印（赤）は雌、および矢尻（青）は雌の腹部に保持された受精卵。写真B、C、およびDは雌雄それぞれ同一個体。



図3 各調査区域の概観.

水路 a (A) は、写真手前から奥に向かって水が流れる細い水路で、向かって左側が観覧通路、右側が湿地である。水路 a は流路を急に広げ、浅い池 a (B) となる。水は写真右から左上へと流れる。手前が観覧通路、観覧通路以外の岸は湿地である。水路 b (C) は池 a と池 b を接続する水路で、水は写真手前から奥に向かって流れており、向かって左側が観覧通路、右側が湿地である。池 b (D) は水深 50cm 程度で、写真手前が観覧通路であり、観覧通路以外の岸は湿地、もしくは草原で、周囲にはヤナギ科の低木が植栽されている。休耕田 (E) は、冬季湛水田であり、代掻きはされるが田植えは行われていない。写真右側の高くなっている所のさらに右側に水田がある。水路 c (F) は比較的流れが速く、水は写真奥から手前に向かって流れており、向かって左側が観覧通路、右側が草原である。

れずに生き残った生物も塩害により死滅した。しかし、このメダカは流されずに生き残り、捕食者が死滅したためか、2012年には個体数が一時的に増加した。メダカは塩分耐性が高いことが、海水環境下においても生存できたことの一因であると考えられる<sup>16)</sup>。2012年以降、管理担当者により新しい生物が順次導入されてきたため、メダカの個体数は減少し、現在はほぼ一定数を維持している。

本ビオトープは、観覧通路に沿って水路が設計されている箇所が多い。そのため水路の近くを頻繁に人が通るため、メダカは比較的人慣れしている。人影に対して若干の逃避行動を示すものの、繁殖行動などの観察は比較的容易に行うことができた。筆者らは、2012年にメダカの行動観察を行い、本ビオトープでメダカが求愛から産卵までの行動を行っていることを確認した(図2)。さらに2013年には、本研究の予備調査としてビオトープ内の水域におけるメダカの付着卵の調査を行い、いくつかのメダカ受精卵を確認した(岩田, 未発表)。なお、今回観察を行ったビオトープのメダカの遺伝子型は<sup>17)</sup>、関東、東北地方在来ミナミメダカの遺伝子型であるB-11であることが同定されている(北川, 私信)。

## 2・3 卵の産み付け場所の調査

2・3・1 調査期間と調査時間 本研究におけるメダカの産卵期は、「ビオトープ内水域全域を目視で観察し、抱卵雌(産卵後受精卵を腹部に保持した雌)が確認できた期間」と定義した。2012年と2013年の予備調査において、本ビオトープにおけるメダカの産卵期は概ね4月末から8月上旬であるということが明らかとなった(岩田, 未発表)。そこで本研究では、産み付け場所の調査を、2014年5月24日、6月14日、7月5日、7月28日の合計4日間、産卵期間中の概ね3週間おきの晴天日に実施した。各調査日の調査時間は午前9:00から12:00までとした。

2・3・2 調査区域 ビオトープ水域内のメダカの分布は、2012年と2013年の予備調査により、すでに把握されていた。メダカは、水田を除くビオトープ内のすべての水域で分布が確認された。水族館の営業に影響を与えないようにすることと、作業の容易さを考慮して、ビオトープ内の水域を5か所(水路a-池a, 水路b, 池b, 休耕田および水路c)選定し、調査区域とした(図1)。以下に調査区域の概要を示す。

水路a-池a 水路aは本館南東側の注水口のす

ぐ下流にあり、ある程度の流速があるが、やがて流路が広がり流速が落ち、池aとなる(図3A, B)。水路aと池aに沿って観覧通路があり、通路の一部は水路をまたいで本館へと連絡している。観覧通路以外の岸はヨシ *Phragmites australis* などの抽水植物の茂る湿地であった。調査は観覧通路沿いの岸辺より約60cmの範囲で行った。水路a, 池aとも水深は5~15cmであった。

水路b 池aは、やや深い水路bにつながる(図3C)。水路bに沿って観覧通路があり、その対岸は湿地であった。水深は徐々に深くなっていき、最浅で20cm, 最深で50cm程度であった。調査は観覧通路沿いの岸辺より約60cmの範囲で行った。

池b 水路bの下流は水深50cm程度の池bとなっている(図3D)。池bの南側の岸は観覧通路、他の岸は草原と湿地であり、草原にはヤナギ科の低木が植栽されていた。調査は、観覧通路沿いおよび調査者が侵入可能な岸辺より約60cmの範囲で行った。

休耕田 本ビオトープには南北に2面の水田がある。北側のほうは水族館のイベントとして毎年田植えが行われている。南側のほうは毎年代掻きされているが、田植えは行われずに休耕田となっている(図3E)。2面とも冬期湛水田であり、水深は年間を通じて10cm前後である。北側の水田は地面より高いところに造られており、ポンプで汲みあげた水が注水されている。水は、北側の水田から傾斜の急な水路を流れ落ち、南側の休耕田と細い水路に流入し、その後水路cへ向かって流出している。メダカは北側の水田には生息せず、南側の休耕田には生息が確認されている。そのため調査は南側の休耕田のみで実施した。調査は、休耕田周囲のあぜ道より約60cmの範囲で行った。

水路c 本館南西側の注水口のすぐ下流の水路で、比較的流れが速い(図3F)。水路cに沿って観覧通路があり、その対岸は草原または湿地であった。水深は10-15cmであった。調査は観覧通路沿いの岸辺より約60cmの範囲で行った。

2・3・3 付着卵の調査 付着卵の調査は、調査時間と調査者の人数を調査区域ごとに均一になるように振り分け、努力量にばらつきが出ないように実施した。具体的には、調査者を岸に沿って約150cm間隔で配置し、調査者の手を伸ばして届く範囲を10分間調査した。この配置により、調査者を配置した岸辺から、概ね60cmの範囲における付着卵の有無を確認することが可能であった。10分間の調査終了後、未調査の場所に移動し、再び同様に調査を実施した。

1 調査区域あたりこれを 3 回行ったため、1 調査日あたりの各調査区域の調査時間は 30 分となった。

調査方法は、手で水草などの産み付け基質になりそうなものに触れながら付着卵を探し、付着卵が確認された場合、卵の直径、表面の形態、および粘着性などを確認し、メダカの卵であるかどうかの判断を行った。付着卵のうち、メダカの卵であると判断できなかった卵は、採取して研究室へ持ち帰った。卵は、水を入れたプラスチックシャーレに入れて孵化まで飼育を行い、孵化した仔魚の形態よりメダカの卵であるかどうかの確認を行った。メダカの卵ではなかった卵のデータは調査結果から除外した。今回採取した卵（メダカおよび他の魚種）の孵化率は 100%であった。

確認された付着卵については、その卵数、産み付け基質の種類、確認された地点と、その地点の水温、水深および流速を記録した。水温の測定には防水デジタル温度計（AD-5625、アスクル株式会社、東京）、流速の測定には電磁流速計（VE10、株式会社ケネック、東京）を用いた。

また、6月14日、7月5日および7月28日の調査日には、水路 a と水路 c における付着卵の確認地点とその対岸を結んだ線上で、かつ水路の中央部にあたる地点の、水底から約 50%の水深における流速と水温の測定も行った。

## 2・4 産み付け基質の種の同定

卵が付着していた植物の一部については適当量を採取し、環境水ごとガラス瓶に入れて研究室へ持ち帰った。植物は蒸留水を用いてよく洗浄した後、ゲノムを抽出して光合成関連遺伝子である *rbcL* の部分塩基配列を決定することにより植物種の同定を試みた。同定方法は Kato et al.<sup>18)</sup> に準拠した。

## 3 結果

今回の調査では、2014年5月24日に18個、6月14日に35個、7月5日に13個、7月28日に1個の、合計67個の付着卵を確認した。各調査区域において観察された付着卵の総数は、水路 a-池 a が 20 個、水路 b が 3 個、池 b が 6 個、休耕田が 12 個、および水路 c が 26 個であった。水路 a-池 a で観察された付着卵は、すべて水路 a に存在し、池 a には付着卵は確認されなかった。水路 b では、5月24日のみ付着卵 3 個を確認したが、それ以降の調査日において、付着卵を確認することができなかった。

5月24日の調査では、付着卵が観察された地点の

最低水温は 17.0℃であったが、調査期間後半になるにつれ水温は上昇してゆき、最高で 28.0℃であった。5月24日のみに付着卵が確認された水路 b を除き、付着卵が確認された地点の水温には、調査日および調査区域による偏りは認められず、22℃から 26℃の範囲で付着卵が最も多く確認された（表 1）。付着卵が確認された地点の水深にも、調査日および調査区域による偏りは認められず、水面から 0cm から 15cm までの浅い位置に付着卵が最も多く確認された。（表 2）。また、付着卵が確認された地点の流速も、調査日および調査区域による偏りは認められず、1cm/秒以下の、ほとんど流れのない地点に付着卵が最も多く確認された（表 3）。

6月14日、7月5日、および7月28日の3調査日における、水路 a と水路 c で付着卵が確認された地点と、その地点に最も近い水路の中央部の水温と流速の比較を行った。付着卵を確認した地点の水温は、水路中央部に比較して 1-2℃程度高めの傾向は認められたが、調査期間の後半になるにつれ、その差はわずかとなっていった。付着卵を確認した地点では、7月5日に水路 c で確認された 1 例を除き（12.2cm/秒）、1.4cm/秒（7月5日の 1 例を除くすべての値の平均値、N=25）の流速を示したが、水路中央部では 6.4 cm/秒（すべての値の平均値、N=17）と、付着卵の確認地点より速い流速を示した（表 4）。

メダカの付着卵が確認された産み付け基質と、各産み付け基質に付着していた卵数を表 5 に示した。調査期間中を通じて、ビオトープ内水域で最も被度が高かったのはアオミドロ類と思われる糸状の藻類であったが、調査期間の後半になると抽水植物や浮葉植物が繁茂してきた。しかし、産み付け基質の種類については、各調査日によるばらつきは認められず、調査で確認された付着卵 67 個のうち、51 個が糸状の藻類に付着していた（表 5、図 4 A）。他には、沈水植物、水に沈んだ枯葉（種不明）、ヨシなどの抽水植物やヒシ *Trapa japonica* などの浮葉植物の茎（図 4 B）などに付着卵が観察されたが、糸状の藻類に比べ付着卵数は少なかった。また、調査開始当初、産み付け基質となりうる植物は岸に近いところのみ観察されたが、6月以降になると繁茂して水面を覆い尽くすほどとなった。今回の調査では、岸から最大 60cm 程度まで離れた場所の産み付け基質を調べたが、止水域、流水域を問わず、岸から離れた所では付着卵は確認されなかった。

なお、先行研究から、雌メダカの卵の産み付けは早朝から 15:00 頃までに行われること<sup>10)</sup>、本研究で採

表1 各調査区域における水温とメダカ付着卵数

| 水温(℃) | 16.1 - 18.0 | 18.1 - 20.0 | 20.1 - 22.0 | 22.1 - 24.0 | 24.1 - 26.0 | 26.1 - 28.0 | 水温全範囲 |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 水路a   | 6           |             |             | 8           | 6           |             | 20    |
| 水路b   | 2           | 1           |             |             |             |             | 3     |
| 池b    |             | 1           |             | 3           |             | 2           | 6     |
| 休耕田   |             | 1           |             | 4           | 4           | 3           | 12    |
| 水路c   | 1           | 5           |             | 12          | 5           | 3           | 26    |
| 全体    | 9           | 8           |             | 27          | 15          | 8           | 67    |

表2 各調査区域における水深とメダカ付着卵数

| 水深 (cm) | 0.0 - 5.0 | 5.1 - 10.0 | 10.1 - 15.0 | 15.1 - 20.0 | 20.1 - 25.0 | 25.1 - 30.0 | 30< | 水深全範囲 |
|---------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|-------|
| 水路a     | 4         |            | 14          |             | 1           | 1           |     | 20    |
| 水路b     | 1         |            | 2           |             |             |             |     | 3     |
| 池b      | 2         | 1          | 2           |             |             |             | 1   | 6     |
| 休耕田     | 4         | 7          | 1           |             |             |             |     | 12    |
| 水路c     | 8         | 8          | 10          |             |             |             |     | 26    |
| 全体      | 19        | 16         | 29          |             | 1           | 1           | 1   | 67    |

表3 各調査区域における流速とメダカ付着卵数

| 流速 (cm/秒) | 0.0 - 1.0 | 1.1 - 2.0 | 2.1 - 3.0 | 3.1 - 4.0 | 4.1 - 5.0 | 5.1 - 6.0 | 6.1 - 7.0 | 7.1 - 8.0 | 8.1 - 9.0 | 9.1 - 10.0 | 10.0< | 流速全範囲 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------|-------|
| 水路a       | 14        | 6         |           |           |           |           |           |           |           |            |       | 20    |
| 水路b       | 3         |           |           |           |           |           |           |           |           |            |       | 3     |
| 池b        | 5         | 1         |           |           |           |           |           |           |           |            |       | 6     |
| 休耕田       | 12        |           |           |           |           |           |           |           |           |            |       | 12    |
| 水路c       | 10        | 2         | 7         | 1         | 3         | 1         |           | 1         |           |            | 1     | 26    |
| 全体        | 44        | 9         | 7         | 1         | 3         | 1         |           | 1         |           |            | 1     | 67    |

表4 流水域(水路aと水路c)のメダカ付着卵確認地点と水路中央の水温と流速

|          |     | 調査日   |            |       |            |      |      |       |  |
|----------|-----|-------|------------|-------|------------|------|------|-------|--|
|          |     |       |            | 6月14日 |            | 7月5日 |      | 7月28日 |  |
| 水温(℃)    | 水路a | 卵確認地点 | 24.4 ± 0.2 | (7)   | 23.7 ± 0.3 | (3)  |      |       |  |
|          |     | 中央    | 22.2 ± 1.4 | (3)   | 23.5 ± 0.4 | (3)  |      |       |  |
|          | 水路c | 卵確認地点 | 24.3 ± 1.2 | (13)  | 24.0 ± 1.3 | (2)  | 28.0 | (1)   |  |
|          |     | 中央    | 23.4 ± 0.8 | (8)   | 23.5 ± 0.7 | (2)  | 27.5 | (1)   |  |
| 流速(cm/秒) | 水路a | 卵確認地点 | 1.0 ± 0.2  | (7)   | 0.5 ± 0.1  | (3)  |      |       |  |
|          |     | 中央    | 4.5 ± 0.5  | (3)   | 4.2 ± 0.5  | (3)  |      |       |  |
|          | 水路c | 卵確認地点 | 2.2 ± 1.4  | (13)  | 0.3, 12.2  | (2)  | 1.2  | (1)   |  |
|          |     | 中央    | 7.8 ± 3.7  | (8)   | 7.8 ± 3.5  | (2)  | 11.8 | (1)   |  |

( )内は測定地点の数.

7月5日水路cのメダカ付着卵確認地点の流速は実測値を表示.

6月14日, 7月5日, および7月28日の調査では, 水路bに付着卵は確認されなかった.

取した卵の発生段階が様々であったことから、本研究で採取された卵は、調査日当日あるいはそれ以前に産み付けられたものと考えられる。

種判別が困難であった糸状の藻類と沈水植物を持ち帰り、ゲノムDNAを用いて種判別を試みた。その結果、沈水植物はクロモ *Hydrilla verticillata* であったことが判明したが、糸状の藻類（以下、アオミドロ類）は種判別を行うことができなかった。

#### 4 考察

近年、野生メダカの保全活動が全国的に行われるようになってきた。継続的な野生メダカ保全のためには、野生メダカが生存できる環境を保全するだけでなく、繁殖できる環境を保全することが重要である。しかし、野生メダカの繁殖行動に適した環境条件についての学術報告はいまだ少ない<sup>9,10</sup>。そこで本研究では、メダカが卵の産み付け場所として、どのような環境を好むのかを明らかにするために、メダカの付着卵の調査を実施した。

今回調査地としたビオトープは、人工的に造成されたものではあったが、様々な水深や流速を示す複数の

水域が存在するため、比較調査に適していた。また、津波後にメダカの生息数が増加したことから、本ビオトープの中に、メダカの繁殖行動に適した環境条件があると予想できた。

今回の調査では、ビオトープ内の水域全域を調査することはできなかったが、確認された付着卵数も十分であり、付着卵数や産みつけ地点の傾向には調査日による偏りはなかった。また、今回確認された付着卵より、仔魚の孵化を確認できたことから、付着卵が確認された環境は、胚発生が可能な環境と考えられた。本調査は単年度のみの実施であったが、前年の2013年に実施した予備調査と同様の結果が得られた。そのため、今回得られた結果は、本ビオトープにおいてメダカが好んで卵を産み付ける場所の特徴を示すと考えられた。

メダカの付着卵は、水路aと水路cに最も多く観察された。水路aと水路cは流れのある水路で、水深が10cmから15cm程度、中央の流速が平均で6.4cm/秒、水路の岸の流速が平均で1.4cm/秒と、岸の流れが弱いという特徴をもつ（図5）。また岸には産み付け基質となりうる植物が生育している。つまり、卵の産み付け場所となる環境は、水深が浅くて流れの速い水路

表5 産み付け基質の種類とメダカ付着卵の数

| 産み付け基質（個体数） | 5月24日 | 6月14日 | 7月5日 | 7月28日 | 調査日全体 |
|-------------|-------|-------|------|-------|-------|
| アオミドロ類      | 15    | 28    | 7    | 1     | 51    |
| クロモ         | 1     | 4     | 1    |       | 6     |
| 水に沈んだ枯葉     | 1     | 3     | 2    |       | 6     |
| 植物の茎        | 1     |       | 3    |       | 4     |
| 合計          | 18    | 35    | 13   | 1     | 67    |

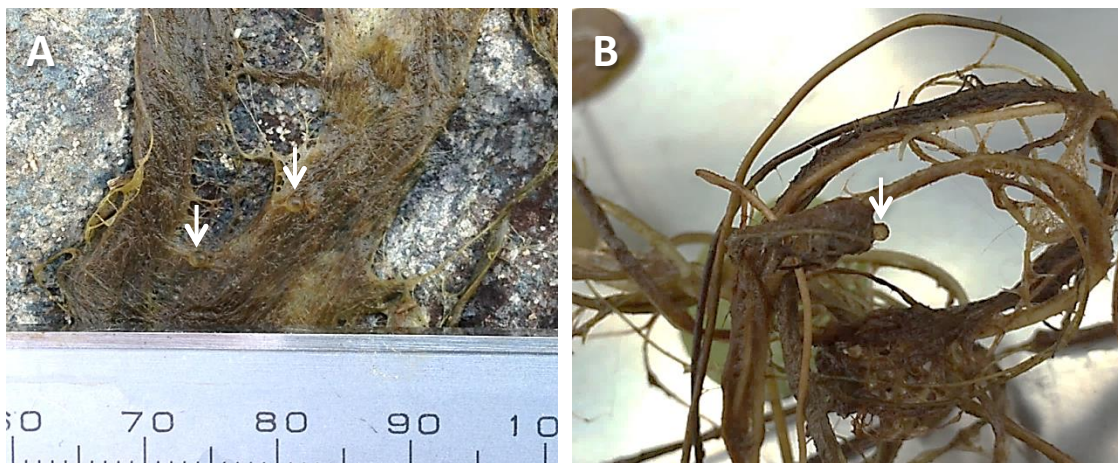


図4 メダカ付着卵（矢印）が産み付けられていたアオミドロ類（A）とヒシの茎（B）。

抽水植物や沈水植物は、調査期間前半には少なく、調査期間後半に繁茂し始めるが、産み付け基質の種類については調査日による偏りは認められず、付着卵はアオミドロ類に最も多く観察された。





図5 今回の調査においてメダカ付着卵が最も多く確認された環境 (矢印).

時期によってアオミドロ類は水路の中央部まで繁茂するが、水路中央部のアオミドロ類には付着卵は確認されなかった。

の岸で、その岸には植物が生育し、この植物により岸での流速が弱まっていることが特徴であると考えられた。一方、岸に比較して相対的に流速の速い水路の中央部には付着卵は観察されなかった。

屋内の実験装置で野生メダカ成魚の遊泳能力を評価した報告によると、野生メダカは流速 20cm/秒でも遊泳可能であった<sup>6, 13)</sup>。しかし一方、未成魚は流速 10cm/秒でも下流へ流下する個体が出現した<sup>13)</sup>。さらに、成魚の繁殖行動は流速 11cm/秒の連続暴露によって阻害されるとの報告もある<sup>19)</sup>。つまり、流速の速いところでは未成魚の生存は困難であり、成魚は生存可能ではあるものの、繁殖行動を行わないと考えられる。メダカが止水域よりも流水域に好んで卵の産み付けを行うとすれば、野生メダカの保全の観点からは、水路の岸の植生を工夫するなどして、流水域の一部に流速 1cm/秒以下の緩やかな流れを確保することにより、野生メダカの繁殖が保障され、メダカ的生活環境が完結される。

水路 a および水路 c においては、付着卵が観察された地点の水温は、水路中央部と比較して、1 から 2℃程度高めであった。雌メダカが卵の産み付けを行う際に、この温度差を感じてあえて高い水温である岸を選んでいるのか、流速、基質の有無などの他の要因で岸

を選んでいるのは、今回の調査からは不明である。付着卵が観察された地点の水温は 17 から 28℃と広範囲であったが、付着卵が多く確認された水温は 22 から 26℃の範囲であり、メダカの卵の産み付けにはこの範囲の温度が好適であると考えられる。

水路 b では、5 月 24 日に流速 1.0cm/秒以下の岸に近い位置に 3 個の付着卵が確認されたが、それ以降の調査日には付着卵を確認することができなかった。水路 b の水深は、付着卵が多数確認された水路 a、水路 c と比較すると、20 から 50cm 程度と深めであった。水槽内に、7cm、20cm、および 33cm の水深区域を設定した実験では、野生メダカは水面から水槽の底までの水深を 7cm に設定した場合に最も多く産卵するという報告がなされている<sup>20)</sup>。メダカが卵を産み付けるには、その水域の水面から水底までの水深も重要な要因であることが考えられる。

水が張られた水田は、メダカの卵の産み付けが行われる場所であると考えられている<sup>12-14)</sup>。しかし、本ビオトープの休耕田での付着卵確認数は、水深が浅くて流速の速い水路での確認数よりも少なかった。この休耕田では稲作が行われておらず、一般的な水田とは植生が異なることが一因と考えられた。また、水田とは環境が異なるものの、同様の止水域である池 a と池 b には、付着卵はほとんど観察されなかった。本ビオトープでは、メダカは止水域よりも、流水域に好んで卵の産み付けを行っていたと推察された。

本ビオトープにおいて、付着卵がもっと多く確認できた地点の水深は、水面から 0 から 15cm 程度の浅い水深であった。この特徴は、各調査区域に共通して認められた。人工池で自然繁殖している野生ミナミメダカは、水面近くの水深 1cm 程度のごく浅いところで産み付け行動を行っていた<sup>9, 10)</sup>。また、水深 50cm の水槽を用い、水面から 10cm 毎の異なる深さに産み付け基質を設置して行ったヒメダカでの実験では、付着卵は水面から 0 から 10cm の水深に最も多く確認された (小林, 未発表)。

なお本調査において、流速 10cm/秒を超える地点や、水深 45cm の深いところに付着卵が確認されたが、卵数は少なく、他の地点の産み付け基質に産み付けられた卵が何らかの理由で脱落して、それが本調査で確認された可能性が高いと考えられた。

産み付け基質として最も頻繁に利用されていたのはアオミドロ類であった。アオミドロ類の他に、水に沈んだ枯葉、沈水植物、および抽水植物の茎に付着卵が確認されたが、いずれも卵数は少なかった。人工池で自然繁殖している野生ミナミメダカは、産み付け基質

としてヤナギゴケ *Amblystegium riparium* などの披針上の葉を持つ蘚類を好むという報告がある<sup>10)</sup>。一方水田では、メダカはイネ *Oryza sativa* subsp. *japonica* に産み付けを行うと推測されている<sup>20)</sup>。人工池や本ビオトープのように、本来の水田とは異なる環境下においては、メダカはイネ以外の産み付け基質を利用して産み付け基質については、屋外池での観察結果と本調査の結果から、基質の選好性はそれほど厳密ではなく、その水域ごとの好適なものを選好していると考えられる。しかし、ヒメダカ、野生メダカでの水槽内での実験から、産み付け基質がない条件あるいは基質の材質が適切ではない条件下では、正常な産み付け行動が行われないことが明らかとなっている(小林, 投稿準備中)。野生メダカの保全を行うには、浅瀬に好適な産み付け基質が維持されることが重要と考えられる。

メダカの繁殖行動、特に卵の産み付けについては、屋外池の止水環境での観察報告があるのみであったが<sup>9), 10)</sup>、今回、止水域に加えて流水域におけるメダカの産み付けについての知見が新たに得られた。屋外池での研究では、野生メダカの産み付け行動に好適な環境として、岸の近くで流れが弱く、水面近くに産み付け基質となる植物が生育していることを条件としてあげている。今回のビオトープにおける調査においても、ほぼ同様な結果が得られた。特に今回は、流水域における新たな知見が得られた。流速の速い水路であっても、岸に産み付けのための基質があり、岸の流速が遅い場合は、メダカの産み付け場所として好適であることが明らかとなった。なお、産み付け場所の水温、産み付けが行われる水域の水底までの水深と、産み付け場所としての好適性の関係については、今後さらなる検討が必要である。今回、野生メダカの繁殖生態についてのいくつかの知見が得られたが、これらの知見をもとに野生メダカの保全活動が効果的に行われることが期待される。

## 引用文献

- 1) 佐原雄二, 鶴野浩一郎, 東信行: 弘前大学農学生命科学部学術報告, 7, 26-29 (2005).
- 2) Asai, T., Senou, H. & Hosoya, K.: *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 22, 289-299 (2011).
- 3) 小山直人, 森幹大, 中井宏施, 北川忠生: *魚類学雑誌*, 58, 81-86 (2011).
- 4) 環境庁: 汽水・淡水魚類のレッドリストの見直しについて. <http://www.env.go.jp/press/> press.php?serial=818 (2014年6月5日閲覧).
- 5) 環境省: “改訂・日本の絶滅の恐れのある野生生物—レッドデータブック—” (2003), (自然環境研究センター).
- 6) 端憲二: “メダカはどのように危機を乗り越えるか” (2005), (農文協).
- 7) 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).
- 8) 竹花佑介, 北川忠生: *魚類学雑誌* 57, 76-79 (2010).
- 9) 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).
- 10) 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).
- 11) 早川洋一, 瀧田真平, 菊池一也, 吉田彩夏, 小林牧人: *魚類学雑誌*, 59, 111-124 (2012).
- 12) 岩松鷹司: “メダカと日本人”, 111-119 (2002), (青弓社).
- 13) 石川恭子, 東淳樹: *農村計画論文集*, 7, 19-24 (2005).
- 14) 小林尚: *長野県自然保護研究所紀要*, 5, 9-14 (2002).
- 15) いわき市, 国土交通省: 東日本大震災による津波被災現況調査結果. [http://www.city.iwaki.fukushima.jp/dbps\\_data/\\_material\\_/localhost/hisaiyoukyou2.pdf](http://www.city.iwaki.fukushima.jp/dbps_data/_material_/localhost/hisaiyoukyou2.pdf) (2015年7月7日閲覧).
- 16) 岩松鷹司: “新版メダカ学全書”, 417-418 (2006), (大学教育出版).
- 17) Takehana, Y., Nagai, N., Matsuda, M., Tsuchiya, K., & Sakaizumi, M.: *Zool. Sci.*, 20, 1279-1291 (2003).
- 18) Kato, S., Sakayama, H., Sano, S., Kasai, F., Watanabe, M., Tanaka, J., & Nozaki, H.: *Phycologia*, 47, 191-202 (2008).
- 19) Kitamura, W., & Kobayashi, M.: *Fish Physiol. Biochem.*, 28, 429-430 (2003).
- 20) 嶋佳奈子, 広田純一, 東淳樹, 渡部憲吾: *農業農村工学会全国大会講演要旨集*, 680-681 (2008).

調査地として「BIOBIO かつばの里」を利用させていただきました。(財) ふくしま海洋科学館「アクアマリンふくしま」と、様々なご助言を頂きました同館飼育担当の方々に厚く御礼申し上げます。また、今回観察を行った野生ミナミメダカの遺伝子型を同定していただいた近畿大学大学院農学研究科環境管理

学専攻水圏生態学研究室の北川忠生准教授と大学院生の中尾遼平氏に深く感謝いたします。

(2015年7月20日受付, 2015年12月2日受理)