

## 雌ミナミメダカにおける卵の産み付けに好適な環境条件

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 \*

Environmental conditions suitable for egg deposition of female medaka, *Oryzias latipes*. KAMIDE Sakurako\*, SHIMIZU Ayami\*, KOIDO Mika\*, NOBUTA Mayumi\*, KOMINAMI Yu\*, YOSHIZAWA Akane\*, KOYAMA Rie\*, HAYAKAWA Youichi\* & KOBAYASHI Makito\* (\*Department of Natural Sciences, International Christian University, 3-10-2 Osawa, Mitaka, Tokyo, 181-8585 Japan).

The Japanese medaka is designated as an endangered species because of its decreasing population, and conservation of the medaka is an urgent concern. In the present study, in order to obtain basic information for conservation of wild medaka, we observed the reproductive behavior of female medaka (*Oryzias latipes*, orange-red variety and wild fish) in experimental aquaria under various environmental conditions. Female medaka normally deposited eggs on aquatic plants or aquatic mosses which were solid with a soft surface in experimental aquaria. However, the fish did not deposit eggs but discarded eggs in aquaria provided with sand, floating aquatic plants, and no substrate, and in an aquarium lined with concrete. These results indicate that a suitable substrate is essential for successful egg deposition of medaka, and suggest that maintaining suitable vegetation in natural environments is important for conservation of wild medaka.

### Keywords

medaka, conservation, egg deposition, substrate  
メダカ, 保全, 産み付け行動, 基質

### 1 はじめに

メダカの仲間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,本州,四国,九州,沖縄の川,池,水田などに生息している<sup>1)</sup>.日本のメダカは現在,キタノメダカ(*Oryzias sakaizumii*)とミナミメダカ(*O. latipes*)の2種に分類されている<sup>2)</sup>.またミナミメダカの体色突然変異品種であるヒメダカ(*O. latipes*)は,研究,教育,ペット用として養殖され,活用されている.なお,本稿ではキタノメダカ,ミナミメダカおよびヒメダカの総称としてメダカと表記する.近年,河川の護岸工事や圃場の整備などにより,日本の水辺環境が変化し,野生メダカの生息に好適な水域が減少している.さらに外来種の移入により在来の生態系が変化し

ている.これら環境の変化が主な原因となり,野生メダカの個体数は全国的に減少し,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種Ⅱ類(VU)に指定された<sup>3)</sup>.その結果,野生メダカの保全活動が盛んになってきた<sup>4,5)</sup>.野生メダカの保全には,その生活史が完結できる環境の維持が重要である<sup>6)</sup>.しかし,野生メダカ的生活史は十分には明らかにされておらず,特に繁殖生態に関する研究は少ない<sup>7,8)</sup>.適切な保全活動を行うためには,野生メダカが「生存できる環境」だけではなく「繁殖できる環境」を維持する必要があるが,そのためには,繁殖行動と繁殖環境について明らかにすることが必要不可欠である.

これまでの野生ミナミメダカでの観察では,雌は流れの緩やかな浅瀬にある基質に卵を産み付けることが報告されている<sup>7,8)</sup>.雌雄のミナミメダカの産卵行動には特別な基質は必要としないが,雌の産み付け行動に

\* 〒 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

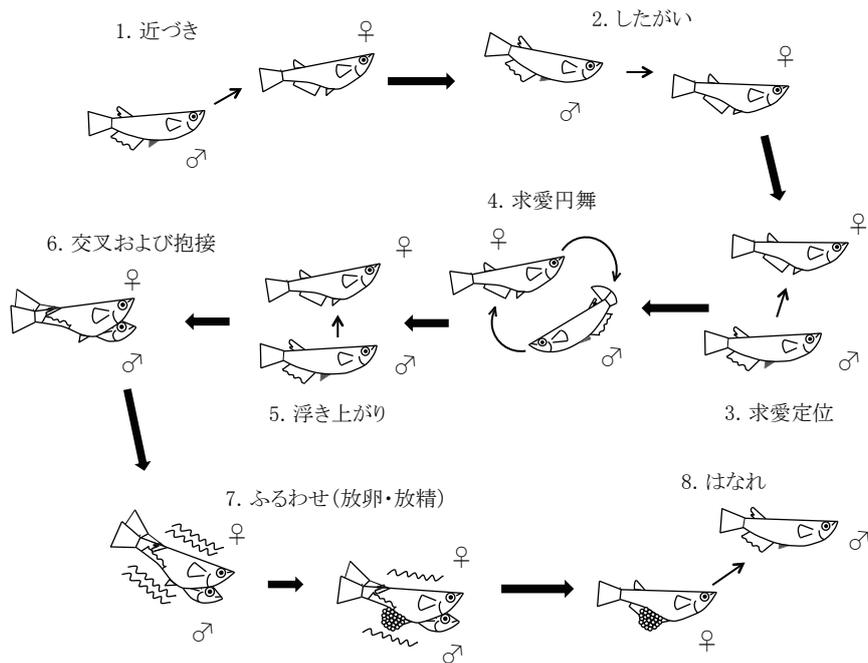


図1 野生ミナミメダカおよびヒメダカの産卵行動。

ミナミメダカの産卵行動は、雄の雌への「近づき」から始まり、「したがい」、「求愛定位」、「求愛円舞」、「浮き上がり」、「交叉」、「抱接」、「ふるわせ（放卵・放精）」、「はなれ」の順に行われ、雌は腹部に受精卵を保持する。この過程では、水生植物などの基質は必要としない。小林ら<sup>7)</sup>および Ono & Uematsu<sup>10)</sup> をもとに作図。

は適切な環境で適切な基質に行われ、このことが正常な胚発生を保障するものと考えられる。したがってミナミメダカの保全を行うためには、雌が適切な産み付け行動ができる環境および基質を維持・修復することが重要であると考えられる。

本研究では、メダカの繁殖行動の基礎的な知見を得るため、産み付け基質の有無とその素材に注目して、産み付け行動への影響を調べた。本来、野生ミナミメダカの保全のためには、野生ミナミメダカを用いて実験を行うのが適切であるが、ここでは野生のミナミメダカの捕獲、使用の個体数を制限し、ミナミメダカの変異品種である養殖ヒメダカをモデルとして中心に実験を行い、その観察結果と東京都および京都府で採集された野生ミナミメダカの観察結果を比較する形で実験を行った。

## 2 材料と方法

### 2・1 ヒメダカおよび野生ミナミメダカ

本研究ではヒメダカ (*Oryzias latipes*) と野生ミナミメダカ (*O. latipes*) を用いた。実験には全長 30 mm 前後のメダカを用いた。ヒメダカは、東京都三鷹市に

あるペットショップあるいは埼玉県水産流通センター（埼玉県加須市）より購入した。また野生ミナミメダカは東京都の野川（三鷹市）および京都府相楽郡精華町下粕の高架脇の用水路で採集した。これらの野生ミナミメダカ集団については、遺伝子解析がなされている。Takehana et al<sup>9)</sup> によるマイトタイプのカテゴリでは、野川の集団は主として B11 タイプで、関東型の在来集団であり、京都府の集団は B22 タイプで、関西型の在来集団であることが確認されている（北川忠生氏、未発表データ）。

これらのメダカを性成熟させるために水温 25℃、日長 16 時間明期（6:00 点灯）に設定した飼育用ガラス水槽（40 L）で飼育した。餌には市販の飼料（「テトラキリミン めだかのえさ」、テトラ社、横浜市、あるいは「めだかのえさ 産卵・繁殖用」、キョーリン社、姫路市）を、1 日 2 回適当量与えた。水槽内にはオオカナダモ (*Egeria densa*) を入れ、水質維持のための濾過フィルターを設置した。この条件で、飼育水槽内で季節を問わずメダカの産卵がほぼ毎日行われる。

### 2・2 メダカの繁殖行動

野生ミナミメダカの繁殖行動については、小林ら<sup>7)</sup>

によって報告されている。小林ら<sup>7)</sup>の報告では、繁殖行動は、雄同士の攻撃行動、雌雄の産卵行動および雌の卵の産み付け行動に区分され、飼育条件下では、産卵行動と産み付け行動が容易に誘起できる。

産卵行動は、飼育条件下でみられるヒメダカの産卵行動<sup>10)</sup>と同様、以下のとおりである(図1)。はじめに雄が雌に接近し(近づき approaching)、雌と一定の距離を保ちながら泳ぎ(したがい following)、雄は雌の後方下位で静止し(求愛定位 positioning)、雄は雌の前方に円を描くように泳いで求愛行動(求愛円舞 quick circle)を行い、求愛定位の位置に戻り、雄は雌の腹部辺りまで浮き上がる(浮き上がり floating)。雌が雄を受け入れた場合、雌雄の個体は泌尿生殖口を近づけ(交叉 contact)、雄は頭部を雌よりも下にして背鰭と尻鰭で雌を抱える(抱接 wrapping)。雌雄の個体は小刻みに体を振動(ふるわせ quivering)させ、放卵・放精(egg release and sperm release)を行い、受精が起こる。放精・放卵が終わると雄は雌から離れる(はなれ leaving)。野生ミナミメダカの場合、放卵、放精に際しては、水草などの特別な基質は必要としない。また受精卵は付着糸により、しばらくの間、雌の腹部に保持される。ここまでは飼育条件下のヒメダカにおける産卵行動と同様である<sup>10)</sup>。

卵を保持した野生ミナミメダカの雌は、受精卵を水生植物などの基質に付着させる産み付け行動(egg deposition)を行う(図2)<sup>7)</sup>。はじめに雌個体は、基質となりそうな素材を吻でつつき(つつき picking)、卵の産み付けに適切な基質かを確認する。産み付けに適切な場合は、素早い動きで弧を描くように泳ぎ、腹部を基質に接触させて卵を基質に付着させる(付着行動 attaching)。

一方、飼育下におけるヒメダカでは、受精卵を保持した雌は腹部を水底や側面にこすりつけて(こすりつけ rubbing-on)、あるいは体を左右に激しく揺すり、伸張した付着糸を切断して(ふりおとし shedding)、卵を体から離脱する行動をとると報告されている<sup>10, 11)</sup>(図3)。しかし、このような行動は野生ミナミメダカでは観察されていない<sup>7)</sup>。

### 2・3 雌ミナミメダカの産み付け行動実験

ミナミメダカでは、雌雄の放卵・放精後、雌は受精卵を植物などの素材に付着させる産み付け行動を行う(図2)。ここでは、雌の産み付け行動のための基質としてどのような素材が好適か、種々の環境条件下の行動実験水槽に受精卵を保持した雌を入れ、行動を観察した(行動試験)。飼育用ガラス水槽内の性成熟した

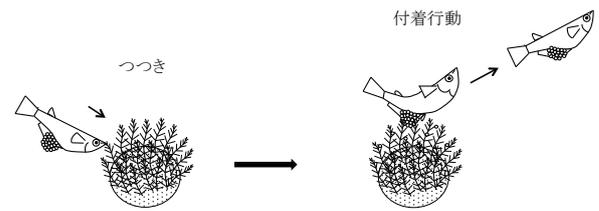


図2 野生ミナミメダカおよびヒメダカの雌の産み付け行動。

受精卵を保持した雌は、吻で水生植物、苔などの素材をつつき(つつき)、産み付けに適切な基質となるか確認を行う。素材が適切である場合、雌は素早い動きで弧を描くように泳ぎ、卵を基質に付着(付着行動)させる。小林ら<sup>7)</sup>および本研究をもとに作図。

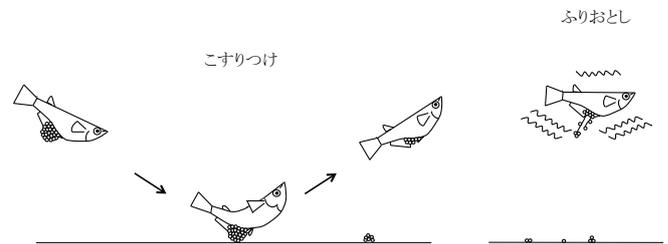


図3 水槽内でみられた野生ミナミメダカおよびヒメダカの卵廃棄行動。

水槽内に適切な産み付け基質が存在しない場合に、受精卵を保持した雌が行う卵廃棄行動は「こすりつけ」と「ふりおとし」がある。「こすりつけ」は、雌が水槽の水底や側面に腹部をこすりつけて卵を腹部から離脱させる行動である。「ふりおとし」は、長時間産み付けができず、卵の付着糸が伸張した場合、体を左右に激しく振り、付着糸を切って卵を腹部から離脱させる行動である。これらの行動では、卵はどこにも付着せず水槽の水底に固定されずに置かれた状態になる。Ono & Uematsu<sup>10)</sup> および本研究をもとに作図。

雌雄を各1個体選び、試験を行う前日の夕刻に雌雄別の準備水槽(13.5 cm × 9.8 cm × 8.9 cm)に分けておき、試験当日の午前中(8:00 - 12:00)に産卵水槽(13.5 cm × 9.8 cm × 8.9 cm)にて産卵行動を行わせた。放卵・放精後、腹部に受精卵を保持した雌を各種素材の入った行動実験水槽(13.5 cm × 9.8 cm × 8.9 cm)に移し、雌の体からすべての受精卵が離脱するまで行動をビデオカメラ(HDR-PJ590V, SONY社、東京)で撮影した。撮影後、行動解析を行い、各種素材の産卵基質としての適性を判定した。なお、産卵後、雌が腹部に保持している卵の受精の有無は確認をしていないが、ここでは便宜的に受精卵と称した。

産み付けのための環境としては、以下の8種類の環境を設定した(図4)。A: オオカナダモ *Egeria densa*

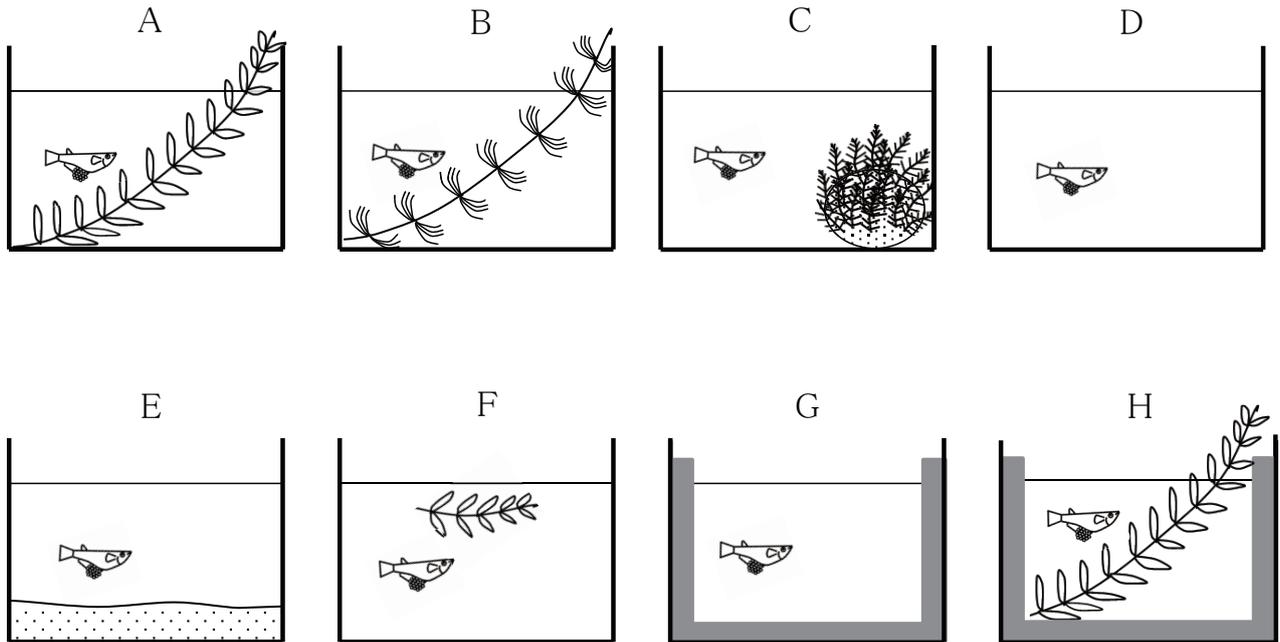


図4 雌ミナミメダカの産み付け行動の基質としての好適性を調べるための種々の環境条件。

種々の環境条件を設定したプラスチック水槽（13.5 cm × 9.8 cm × 8.9 cm）に、受精卵を保持した雌を入れ、行動を観察した。A：長いオオカナダモ（茎葉の長さ約 13 cm）、一端は水槽に固定してある。B：ハゴロモモ（茎葉の長さ約 13 cm）、一端は水槽に固定してある。C：ヤナギゴケ、石に固定してある。D：基質なし。E：砂。F：浮遊している短いオオカナダモ（茎葉長約 5 cm）。G：三面コンクリート。H：三面コンクリートと一端を水槽に固定してあるオオカナダモ（茎葉長約 13 cm）。ヒメダカでは、A から H の環境条件下で行動実験を行った。野生ミナミメダカでは A と D の環境条件下で行動実験を行った。

の茎葉 1 本・長さ約 13 cm・一端を水槽に固定。B: ハゴロモモ *Cabomba caroliniana* の茎葉 1 本・長さ約 13 cm・一端を水槽に固定。オオカナダモ、ハゴロモモは三鷹市内のペットショップで購入。C: ヤナギゴケ *Leptodictyum riparium*・丸い形の石（直径 4.5 cm）の表面に輪ゴムで固定。ヤナギゴケは神戸女学院大学内の池で採取<sup>7)</sup>。D: 素材なし。E: 粒径 0.1 – 0.6 mm の川砂を水底に約 1.5 cm の厚さに入れたもの。砂は三鷹市内のガーデニングショップで購入。F: オオカナダモの茎葉 1 本・長さ約 5 cm・水面近くに浮遊。G: 水槽の内側三面（左右および底面）をセメントで内張りした三面コンクリートのもの。H: 三面コンクリート水槽にオオカナダモ（長さ約 13 cm の茎葉 1 本）を入れ、その一端を固定。

ヒメダカでは、上記 8 種類の条件下で試験を行い、野生ミナミメダカでは、A と D の環境条件下で試験を行った。なお野生ミナミメダカでの実験は、保全の観点から使用個体数を 5 個体に限定した。

#### 2・4 行動解析

ビデオカメラで撮影した映像を再生し、各個体の「つつき」、「付着行動」、「こすりつけ」、および「ふりおとし」の 4 種類の行動の有無を確認した。野生の雌ミナミメダカの産み付け行動は、雌が適切な産み付け基質をはじめに吻でつつき、次に体を素早く動かして卵を基質に付着させる行動から成り立つ（図 2）<sup>7)</sup>。水槽内では、受精卵を保持した雌は、卵を産み付ける素材が産み付け基質として好適か、吻で素材をつつく。ここでは、水槽内に入れた素材、水槽の壁、底をつついた場合を「つつき」を行ったと判定した。「つつき」のあとに体を素早く動かして卵を水槽内の素材に付着させる行動を行った場合を「付着行動」を行ったとし、産み付け行動が成立したと判定した（図 2）。また腹部を水槽の底や側面にこすりつけて身体から卵を離脱させる行動を行った場合、体を左右に激しく揺すり、卵の付着糸を切断する行動を行った場合をそれぞれ、「こすりつけ」、「ふりおとし」とした（図 3）<sup>10, 11)</sup>。「こすりつけ」、「ふりおとし」の結果、卵は水槽内の素材には付着せず、水底に落ちて固定されていない状態と

なる。この場合は、産み付け行動は成立していないと判定した。ここでは各個体の「つつき」、「付着行動」、「こすりつけ」あるいは「ふりおとし」の頻度は計測せずに、単に各個体がどの行動を行い、産み付け行動が成立したか否かを確認し、各条件下での行動を行った個体数の頻度を計測した。

試験開始後、雌個体が最初に卵を離脱する行動（付着行動、こすりつけあるいはふりおとし）を行ってから、腹部の卵がすべて離脱するまでの卵の保持時間を計測し、各種環境条件の産み付け行動の好適性の指標となるか検討した。計測は最初に卵を離脱する行動が始まってから最長 240 分間まで行い、240 分間経過しても卵を保持している場合は、その個体の卵の保持時間は 240 分とした。

### 3 結果

#### 3.1 ヒメダカ

ヒメダカの実験では、長いオオカナダモ、ハゴロモ、ヤナギゴケのある環境条件下ではすべての個体で「つつき」、「付着行動」が観察され、これらの植物を基質として産み付け行動が行われた。「こすりつけ」「ふりおとし」は数個体で確認された（図 5A - C）。またこれらの環境条件下では、多くの個体においてすべての卵の基質への付着が 100 分前後で完了した。

素材なしの条件下では、壁、底に対する「つつき」がみられ、「付着行動」は行われず、多くの個体で「こすりつけ」「ふりおとし」が観察された。また卵は長時間にわたって保持される傾向が見られた（図 5D）。

砂を入れた水槽において、「つつき」、「こすりつけ」および「ふりおとし」が観察され、卵が砂に付着することはなかった。雌が砂に対して「こすりつけ」を行った際、1 回の「こすりつけ」で多くの卵が体から離脱し、雌の卵の保持は比較的短時間であった（図 5E）。

浮遊した短いオオカナダモのある環境条件下では、雌は「つつき」は行ったが、雌がつつきを行うとオオカナダモは押されて移動し、「付着行動」には至らず、多くの個体で「こすりつけ」および「ふりおとし」が観察された。この場合、卵は長時間保持された。（図 5F）。

三面コンクリートの水槽では、「つつき」、「こすりつけ」および「ふりおとし」が観察され、コンクリートに対しての「付着行動」はみられなかった。また卵の保持は、比較的長時間であった（図 5G）。三面コンクリートの水槽に長いオオカナダモを入れた場合、雌は「つつき」、「付着行動」を行い、オオカナダモに対

する産み付け行動が成立した。また数個体において「こすりつけ」、「ふりおとし」が見られた。産み付け行動は、1 個体を除き、80 分以内に完了した（図 5H）。

「こすりつけ」および「ふりおとし」を行った個体数の頻度を比較すると、雌が産み付け行動ができる環境下（オオカナダモ、ハゴロモあるいはヤナギゴケの存在下）ではこれらの行動を行った個体数は少なく、基質なし、砂、短いオオカナダモ、コンクリートの環境条件下では、ほとんどの個体でこれらの行動が見られた（図 6）。また雌の受精卵の保持時間を比較した場合、ヤナギゴケのある条件下での卵の保持時間に対して、基質なし、コンクリートの条件下での卵の保持時間は有意に長かった（Tukey's test,  $p < 0.05$ ）（図 7）。

#### 3.2 野生ミナミメダカ

東京都、京都府の野生ミナミメダカでの産み付け行動実験の結果はヒメダカの場合とほぼ同様であった（図 8）。オオカナダモを基質として正常な産み付け行動が成立したが、ヒメダカと比べて、基質があってもこすりつけ、ふりおとしが多く個体で見られた。基質なしの場合は、こすりつけ、ふりおとしがみられ、付着行動は行われなかった。卵の保持時間は、基質なしの条件下での 1 個体を除いて、基質の有無にかかわらず比較的短時間であった。

### 4 考察

日本の野生メダカはその個体数が減少し、絶滅危惧種に指定されている<sup>3)</sup>。現在、野生メダカの保全が提唱されているが、野生メダカを効率的に保全するためにはメダカの繁殖生態に関する知見が必要である。しかし、野生メダカの繁殖生態に関する研究は十分にはなされていない。小林ら<sup>7)</sup> および岩田ら<sup>8)</sup> によると、野生ミナミメダカの雌では、水流が弱い、浅い水深、そして適切な基質のある場所に受精卵を産み付けることが観察されている。その結果として、受精卵の発生が保障されると考えられる。しかし、これらの産み付け行動が特定の地域個体群の特性なのか、またミナミメダカ、キタノメダカ共通の性質か、他地域の個体群との比較が必要である。さらに現象を観察するだけでなく実験により確証を得ることも必要である。本研究では、雌メダカの産み付け行動と基質の関係について着目し、ヒメダカおよび異なる地域から採集した野生ミナミメダカを用いて産み付け基質の有無、基質の素材が行動に及ぼす影響について実験的に調べた。

ヒメダカを用いて行った産み付け行動実験では、茎

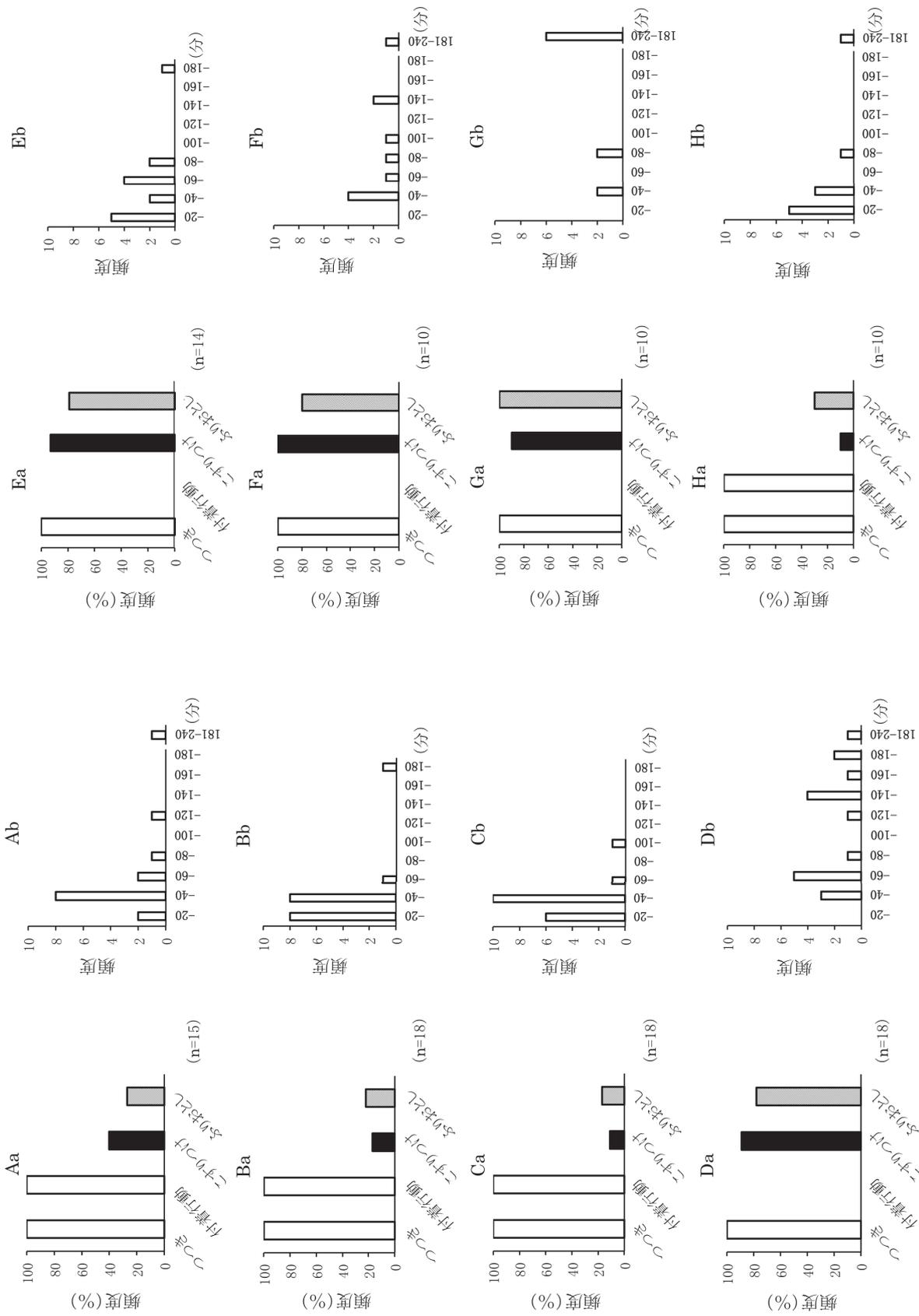


図5 雌ヒメダカの各種条件下での行動および受精卵の保持時間。  
 左：受精卵を保持する雌ヒメダカを図4に示す各種条件下の水槽に入れ、「つき」、「到着行動」、「こすりつけ」および「ふりおとし」を行った個体の頻度を示した (a).  
 右：受精卵の保持時間を示した (b).

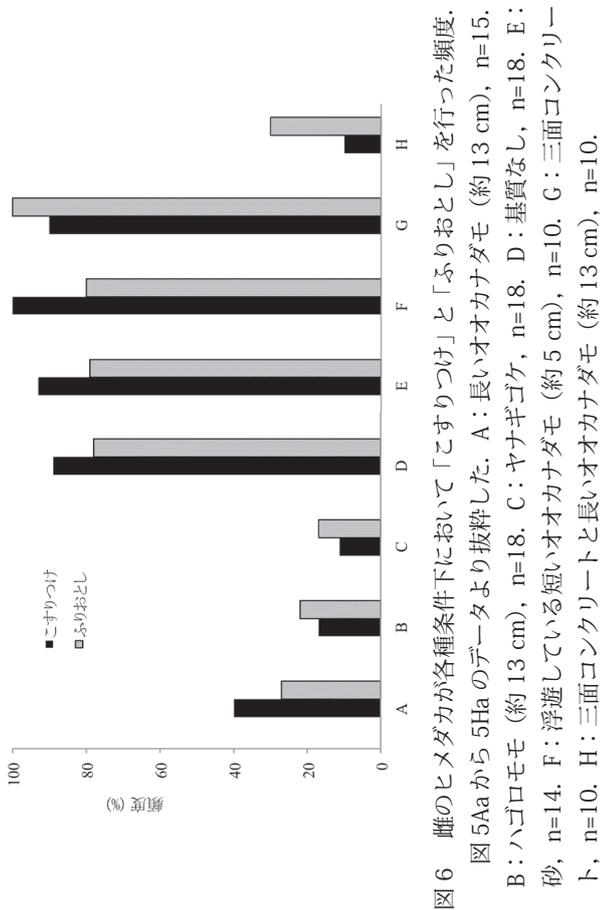


図6 雌のヒメダカが各種条件下において「こすりつけ」と「ふりおとし」を行った頻度。  
 図5Aaから5Haのデータより抜粋した。A:長いオオカナダモ(約13cm), n=15。  
 B:ハゴロモモ(約13cm), n=18。C:ヤナギゴケ, n=18。D:基質なし, n=18。E:  
 砂, n=14。F:浮遊している短いオオカナダモ(約5cm), n=10。G:三面コンクリ  
 ート, n=10。H:三面コンクリートと長いオオカナダモ(約13cm), n=10。

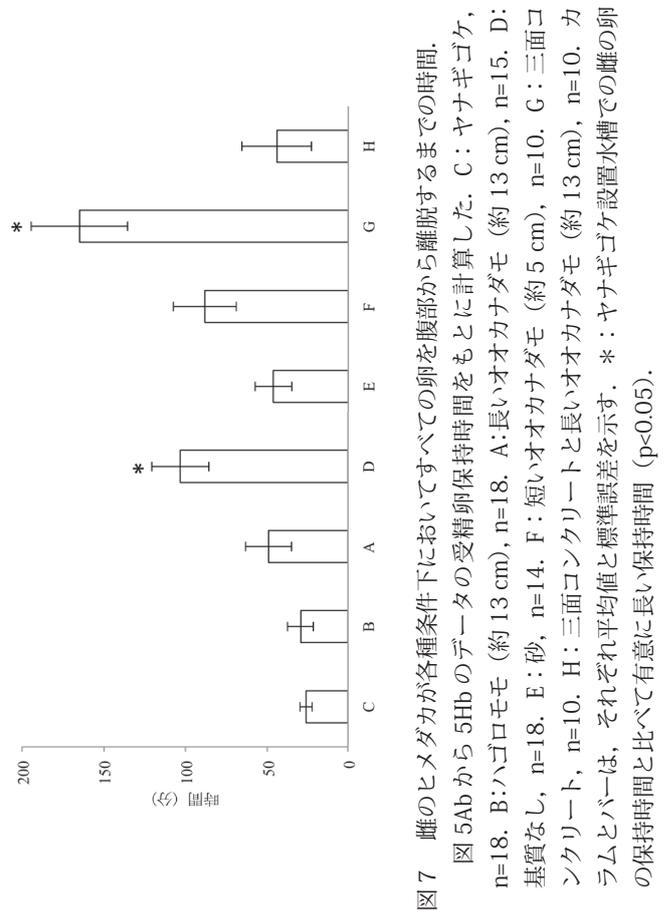


図7 雌のヒメダカが各種条件下においてすべての卵を腹部から離脱するまでの時間。  
 図5Abから5Hbのデータの受精卵保持時間をもとに計算した。C:ヤナギゴケ,  
 n=18。B:ハゴロモモ(約13cm), n=18。A:長いオオカナダモ(約13cm), n=15。D:  
 基質なし, n=18。E:砂, n=14。F:短いオオカナダモ(約5cm), n=10。G:三面コ  
 ンクリート, n=10。H:三面コンクリートと長いオオカナダモ(約13cm), n=10。カ  
 ラムとバーは、それぞれ平均値と標準誤差を示す。\*:ヤナギゴケ設置水槽での雌の卵  
 の保持時間と比べて有意に長い保持時間 (p<0.05)。

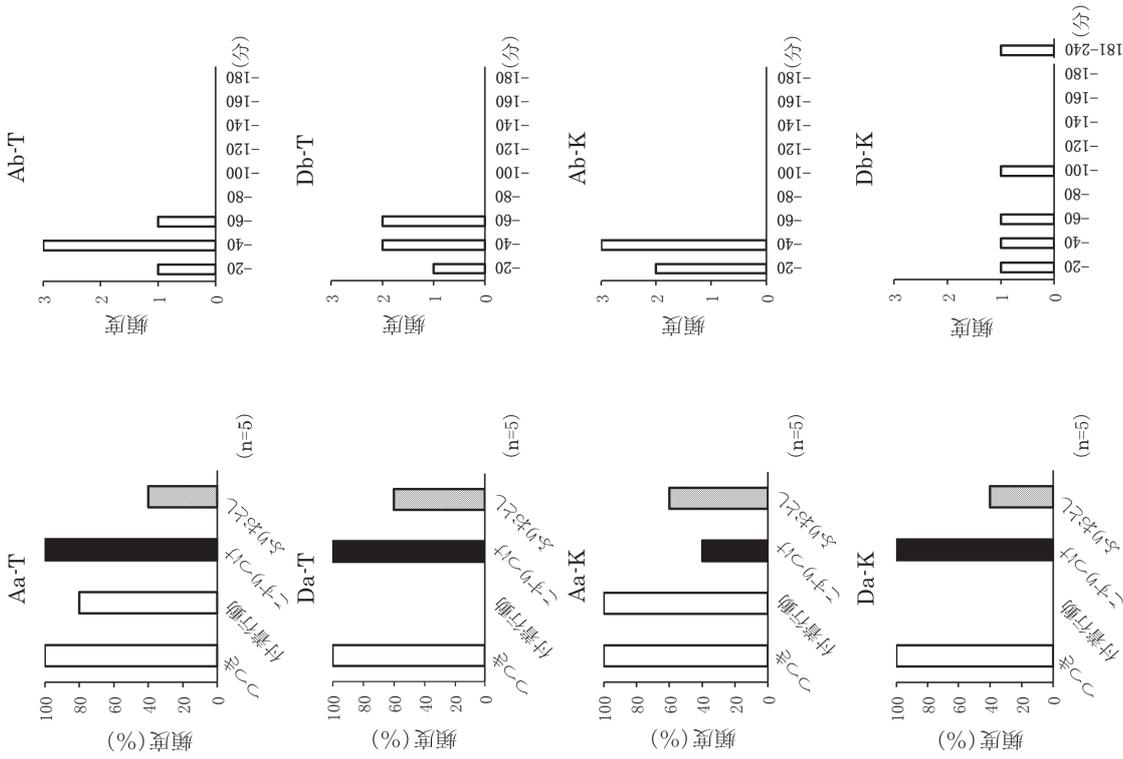


図8 産卵基質の有無と受精卵を保持した野生ミナミメダカの行動および受精卵の保持時間。  
 図4に示す環境条件のうち、A(オオカナダモあり)とD(基質なし)の条件下で受精卵  
 を保持した雌の行動を観察した。左:「つつき」、「付着行動」、「こすりつけ」および「ふり  
 おとし」を行った個体の頻度を示した(a)。右:受精卵の保持時間を示した(b)。T, 東京  
 都で採集された野生ミナミメダカ, K, 京都府で採集された野生ミナミメダカ。

葉の長いオオカナダモおよびハゴロモモ、ヤナギゴケを設置した水槽内では、正常と考えられる産み付け行動（つつきと付着行動）が行われた。しかし、基質がない場合は、こすりつけ、ふりおとし行動が行われ、卵の付着は起こらなかった。このことは、雌ヒメダカが正常な産み付け行動を行うには、適切な産み付け基質が必要であることを示しており、基質がない場合は、おそらく翌日の産卵に備えて、卵を廃棄するものと考えられる。また、砂、コンクリートを設置した水槽では、基質となる素材を入れなかった場合と同様、卵の付着は起こらず、こすりつけ、ふりおとし行動が行われ、これらの素材では正常な産み付け行動はできないことを示している。なお、コンクリートの側面の水槽内でも、オオカナダモが設置・固定されていれば、正常な産み付け行動が行われた。このことは、コンクリート自体が化学的に行動を阻害する要因となっている可能性を否定する。また、同じオオカナダモでも、水面に浮遊している場合は、雌がつつきをした際に水草は移動し、付着行動ができないことが示された。このことは、同じ素材であっても、付着行動を行う際の物理的な安定性が重要であることを示唆している。実際、筆者らの神戸女学院大学内の池での野生ミナミメダカの観察において<sup>7)</sup>、茎葉が短く揺れやすいオオカナダモに対する産み付け行動はみられなかった（小林、未発表データ）。以上の結果から、ミナミメダカが正常な産み付け行動を行うためには、産み付け基質が必要で、その産み付け基質は表面が柔らかく、基質自体が物理的に安定していることが重要であると考えられる。本研究では、主としてヒメダカを用いて実験を行っているが、野生ミナミメダカを用いた実験においてもヒメダカとほぼ同様の結果が得られていることから、野生ミナミメダカの保全を行うには、雌ミナミメダカが受精卵を産み付ける適切な素材、状態の基質が必要であることが示され、小林ら<sup>7)</sup>、岩田ら<sup>8)</sup>の観察結果を実験的に支持する。

本研究では、産み付け基質の好適性の指標として産み付け行動（つつきと付着行動）の有無を採用した。一方、雌の受精卵の平均保持時間について測定をしたところ、ある程度の傾向が見られた。日本の在来種であるヤナギゴケに対しては、雌のヒメダカは短時間で産み付け行動を完了し、卵の保持時間は最短であった。またオオカナダモ、ハゴロモモ、コンクリート水槽内のオオカナダモの条件下でも卵の保持時間は短く、産み付け行動が容易に完了したと考えられる。それに対して、基質なしの水槽およびコンクリート水槽では、ヤナギゴケを設置した水槽の場合に対して、有意に雌の

卵の保持時間が長く、これらの環境が産み付け行動に不適切であることを示唆している。また浮遊したオオカナダモを入れた水槽においても、有意ではないが、卵の保持時間が長い傾向が見られた。なお、砂を入れた水槽では、砂地の粗い表面構造により、雌の1,2回のこすりつけで卵の付着糸が切れるため、卵の保持時間が短時間となっており、これは産み付け基質としての好適性を示すものではないと考えられる。卵の保持時間は、今後の保全研究において産み付け基質の好適性のひとつの指標として活用できると考えられる。

野生ミナミメダカを用いた産み付け実験では、ヒメダカの場合とほぼ同様の実験結果が得られた。オオカナダモのある水槽では、東京、京都の2系統とも産み付け行動は短時間で完了し、産み付け基質のない水槽では、ヒメダカと同様、こすりつけ、ふりおとしが見られた。野生ミナミメダカでは、基質のある条件下でも、狭い実験水槽、外来種であるオオカナダモへの馴致が不十分なせいか、こすりつけとふりおとしがヒメダカよりは頻繁に行われた。

産み付け行動そのものについては、兵庫県、東京都、京都府の系統の野生ミナミメダカおよびヒメダカにおいてほぼ同様な行動が観察されたことから、雌の個体が適切な基質に受精卵を付着させるという行動は、ミナミメダカ共通の繁殖行動である可能性が高い。今後、さらに異なる地域の野生ミナミメダカを用いた観察、実験により検証を続ける必要がある。

これまでにヒメダカの繁殖行動として報告されているこすりつけとふりおとし<sup>10)</sup>は、屋外の野生ミナミメダカでは観察されず<sup>7)</sup>、これらの行動は、産み付け基質がないか、素材が産み付けに不適切な場合に雌個体がとる人工条件下での行動と考えられ、ミナミメダカ本来の生理的な行動ではないと考えられる。また成熟した雌メダカは毎日、排卵・産卵を行うことが多く、こすりつけ、ふりおとしは、翌日の産卵に向けての卵の廃棄行動ではないかと解釈される。実際、これらの行動によって離脱した卵は、どこにも付着、保護されることがないため、卵の発生が保障されない。また興味深いことに、これらの行動はヒメダカだけにみられる行動ではなく、野生ミナミメダカも環境が不適切なときには行うことが示された。

メダカの保全のためには繁殖生態を明らかにすることが重要であるが、これまでは繁殖生態に関する観察報告のみであったが<sup>7,8)</sup>、今回の研究により雌ミナミメダカの卵の産み付けに好適な環境条件を実験的に検証することができた。すなわち表面が柔らかく物理的に安定な構造の素材が産み付け基質として好適であ

る。また好適な環境条件に加えて、基質なし、コンクリートなどの不適な条件に関する知見も得られ、保全のための参考となると考えられる。近年の三面コンクリートの水路、水生植物のない水路では、メダカは生存可能であっても正常な産み付け行動はできない可能性が高い。また、本研究では、野生メダカも不適な環境下で「こすりつけ」「ふりおとし」を行うことが示されたが、「こすりつけ」「ふりおとし」によって水底に廃棄された卵が正常に発生・孵化するのかという点については今後さらなる検討が必要である。

今回は、繁殖行動のなかの産み付け基質について着目し、基質の存在の重要性、基質の素材の好適性に関する実験的知見が得られたが、本知見をもとにメダカの保全のための環境の維持、修復がなされることを期待する。また今後、産み付け基質についてのさらなる知見を得るとともに、水流<sup>12)</sup>、水深についても実験的に繁殖行動への関与を検証し、メダカの保全活動に必要な生物学的知見の集積を行う予定である。

## 引用文献

- 1) 佐原雄二, 細見正明: “メダカとヨシ” (2003), (岩波書店).
  - 2) Asai, T. Senou, H. & Hosoya, K. : *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 22, 289-299 (2011).
  - 3) 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> (2016.4.4 閲覧).
  - 4) 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).
  - 5) 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).
  - 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, 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/supplement/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan/78/5/78_922/_article/supplement/-char/ja/)
  - 8) 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).
  - 9) Takehana, Y., Nagai, N., Matsuda, M., Tsuchiya, K. & Sakaizumi, M.: *Zool. Sci.*, 20, 1279-1291 (2003).
  - 10) Ono, Y. & Uematsu, T. : *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser VI Zool.*, 13, 197-202 (1957).
  - 11) 岩松鷹司: “新版メダカ学全書” (2006), (大学教育出版).
  - 12) Kitamura, W. & Kobayashi, M. : *Fish Physiol. Biochem.*, 28 : 429-430 (2003).
- 京都府の野生ミナミメダカを供与していただき、さらに原稿をまとめるにあたり、有益なご助言をくださっ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に深く感謝致します。  
(2016年5月9日受付, 2016年10月26日受理)