

## カワバタモロコの飼育環境下における産卵と水温の関係

寺本 匡寛<sup>(1)</sup> 加藤 航大<sup>(2)(3)</sup> 浅香 智也<sup>(2)(4)</sup>

<sup>(1)</sup> なごや生物多様性センター 〒468-0066 名古屋市天白区元八事五丁目230番地

<sup>(2)</sup> なごや生物多様性保全活動協議会 〒468-0066 名古屋市天白区元八事五丁目230番地

<sup>(3)</sup> 名城大学農学部 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口一丁目501番地

<sup>(4)</sup> 浅香研究所 〒442-0844 愛知県豊川市小田湖町3-67-9

## Relationship between spawning and water temperature in artificial rearing of *Hemigrammocyptris rasborella*

Tadahiro TERAMOTO<sup>(1)</sup> Kodai KATO<sup>(2)(3)</sup> Tomonari ASAKA<sup>(2)(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Nagoya Biodiversity Center, 230, Motoyagoto 5-chome, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi, 468-0066, Japan

<sup>(2)</sup> The Nagoya Biodiversity Conservation Activity Council, 230, Motoyagoto 5-chome, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi, 468-0066, Japan

<sup>(3)</sup> Faculty of Agriculture, Meijo University, 501, Shiogamaguchi 1-chome, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi, 468-8502, Japan

<sup>(4)</sup> Asaka Laboratory, 3-67-9, Odabuchi-cho, Toyokawa, Aichi, 442-0844, Japan

Correspondence:

Tadahiro TERAMOTO E-mail: teramoto39@jupiter.ocn.ne.jp

### 要旨

名古屋市内で生息場所を失ったカワバタモロコは、濃尾平野で確認されるタイプではあるものの独自のハプロタイプを有していた。なごや生物多様性保全活動協議会の水辺の生きもの部会では、希少種と遺伝的多様性の保全の観点から、自然繁殖が可能な野外環境に放流し、個体群の維持を検討した。しかし、放流候補先を選定する間に、本種の寿命が尽きることが危惧されたため、屋外に設置した水槽で人工飼育下による繁殖実験を実施した。その結果、繁殖盛期は6月であり、水温が上昇しはじめる7月に減少し始め、水温が下がりはじめる9月に再び増加する傾向がみられた。また、産卵水温は、平均水温が20～30℃の範囲であるものの25℃と29℃の水温で産卵が多く確認されたことから、短期的な水温の変化が産卵に影響していることが示唆された。

### Abstract

The Nagoya Biodiversity Conservation Activity Council started a rescue project for a group of *Hemigrammocyptris rasborella* which lost its original natural habitat due to urban development and might have disappeared if it had not been for our rescue. The project aims to give refuge to this local group in peril for future relocation and thereby conserve its genetic biodiversity since a preliminary research shows its haplotype to be relatively unique despite its commonness in Nobi Plains. It also requires breeding attempts to maintain following cohorts beyond the foreseen termination of expected remaining life span of our individuals. This study conducted breeding in tanks placed outdoor on the premises under no artificial operation in order to show how environmental variables would facilitate spawning by examining correlation with water temperature. As a result, the breeding season was June and began to decrease in July when the water temperature began to rise and then increased again in September when the water temperature began to decrease. In spite of the fact that the average water temperature is in the range of 20-30℃, most of the spawning temperature has been confirmed at 25℃ and 29℃. These results suggest that short-term changes in water temperature affect spawning.

## はじめに

カワバタモロコ *Hemigrammocypripis rasborella* は、静岡県以西の本州太平洋側、四国地方瀬戸内海側および九州地方北部に分布する日本固有種のコイ科ラスボラ亜科に属する全長30～60 mmのコイ科魚類の中で最も小型の淡水魚で、平野部の池沼や灌漑用水路に生息している(前畑 2015)。本種は、各地で急減しており環境省で絶滅危惧IB類に、確認されているすべての府県でレッドデータブックに掲載されている。愛知県豊田市と西尾市では天然記念物に指定され、静岡県、三重県、岡山県、岐阜県輪之内町では条例により捕獲などの行為が禁止されている(武内 2015)。名古屋市では、個体数は比較的多いものの生息地はきわめて局所的であり、開発および外来魚の侵入による絶滅リスクがきわめて高いことから絶滅危惧IA類に評定されている(浅香 2015)。

なごや生物多様性保全活動協議会の水辺の生きもの部会では、2015年度(平成27年度)に千音寺区画整備事業によって生息地を失ったカワバタモロコを一時的に保護している(寺本・宇地原 2016)。これらの個体群は、mtDNA分析により、濃尾平野で確認されるタイプではあるものの独自のハプロタイプを有していることが分かっている(向井私信)。そのため、希少種と遺伝的多様性の保全の観点から、自然繁殖が可能な野外環境に放流し、個体群の維持を検討した。しかし、放流を実現させるためには場所の選定、管理者との調整、事前調査など少なくとも今後1年以上の時間を要すると考えられた。本種は満1年で雌雄とも成熟し(中村 1969; 前畑 2015)、産卵に参加した個体はその冬に死亡するため野外における寿命は1年4ヶ月程度と考えられる(田中ほか 2001)。ただし、水槽内では5年以上生きるものもいる(前畑 2001; 武内 2015)。保護した個体が採集後1年以上経過していることから、放流事業の実施までに個体の寿命が尽きることが危惧された。そのため、なごや生物多様性センター施設内で繁殖させ放流事業実施までの間、系統保存を行うこととなった。

繁殖についてカワバタモロコ(高久 2008)や近縁種のヒナモロコ(高久ほか, 2007)にホルモン剤を投与した報告はみられるが、野外で繁殖を観察した事例は少ない(青山ほか, 2008)。

そこで、本研究は、カワバタモロコを屋外で繁殖させ、

その繁殖期間中の水温を調査し、自然条件下と比較したので報告する。

## 方法

### (1) 人工飼育下における繁殖実験方法

人工飼育下における繁殖実験(以下、繁殖実験)は、愛知県名古屋市天白区元八事五丁目230番地に位置する名古屋市環境局なごや生物多様性センター(以下、なごや生物多様性センター)の敷地内で行った。

繁殖実験を行うにあたり、屋外の日の当たる場所に水槽を2組(水槽A、水槽B)準備した。水槽は雨水を落とす水抜きのある約400 Lのコンテナ水槽(1295×860×457 mm)で、ろ材として市販の川砂(粒径:1～2 mm程度)を1 cm程度水槽底に敷きならした。産卵基質にはホテイアオイ *Eichhornia crassipes* を使用した。なお、水循環とエアレーションは行わなかった。

2017年4月4日に各水槽に屋外で越冬させた親魚を45個体と産卵基質のホテイアオイを数株放流して繁殖実験を開始した。雌雄をなるべく均等になるように努めたが体長から判断したため、必ずしも均等になってはいない。また、隠れ家として植木鉢(7号)を2個投入し、夏場の急激な温度上昇の防止とストレス緩和を兼ねて飼育水槽の半分を覆うように葦簀を5月15日に被せた。

餌は、なごや生物多様性センターが開庁している平日(月～金)に株式会社キョーリンのひかりタナゴを1日1回与え、餌の量は食べ残しがない程度とした。

記録は、産卵の有無と水温(℃)とし、平日(月～金)におこなった。産卵の有無は、ホテイアオイの根に産み付けられたものを確認した。確認後、卵が付着した箇所を根を切除し、ホテイアオイを水槽に再放流した。

水温の解析には、最初の産卵が確認された5月24日から最後の産卵が確認された2017年9月15日の記録を用いた。ただし、月曜日の記録は、土日2日分となってしまうため、産卵が確認された日の水温については、土日を除く火～金のデータを用いた。

水温は、Onset社水中用温度計測データロガーティドビットV2(型番:UTBI-001)を用いて、1時間ごとに水温を記録させ、前日の12時から24時間の平均水温を算出し代表値とした。その理由としてカワバタモロコは早朝に産卵することが確認されており(寺本 未発表)、

当日 (0時～24時) の水温がカワバタモロコに影響を及ぼすことは適当ではないと判断したためである。そのため、早朝を含んだ前日の12時から24時間の水温を産卵確認当日の代表値とした。

## (2) 自然条件下と繁殖実験下の水温変化の比較

繁殖実験水槽では、基本的に水量が少なく降雨以外に水の入れ替えがないため、直射日光や降雨により直接、水温の変化が起こりやすい。一方、自然条件下では、水量が多く流入もあるため水温変動が小さいと考えられる。これらのことから、繁殖実験の結果をそのまま自然条件下に当てはめることができない。よって、カワバタモロコを保護した愛知県名古屋市中川区富田町大字千音寺無田居に位置していた水路 (以下、水路) において2015年6月10日から水路が埋め立てられる前の10月17日までOnset社水中用温度計測データロガーティドビットV2 (型番: UTBI-001) を用いて、2時間ごとに水温を記録させ、前日の12時から24時後の平均水温を算出した代表値と比較した。比較には、繁殖実験において最終産卵日である9月15日を最終日とした、2015年6月10日～9月15日までの水温とした。

## 結果

### (1) 野外における繁殖実験結果

水槽における産卵は、5月24日から9月15日までの

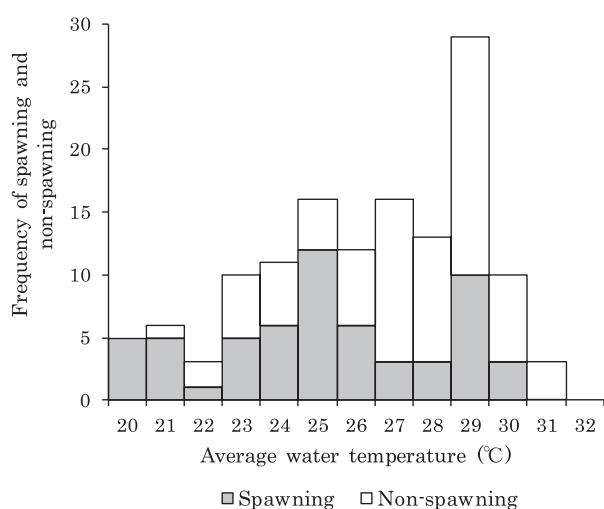


図1. 平均水温ごとの産卵と非産卵の頻度  
Fig 1. Spawning and non-spawning frequency of each water temperature

114日間にわたって観察された。各水槽の産卵開始から終了までの日数は、水槽Aの114日間から水槽Bの105日間であった。そのうち、産卵が確認された日数は水槽Aの38日、水槽Bの21日であり両水槽で計59回観察された。

産卵初確認から産卵最終確認までの平均水温は、水槽Aで $27.1^{\circ}\text{C} \pm 2.8$  (最大値 $31.7^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.6^{\circ}\text{C}$ )、水槽Bで $26.7^{\circ}\text{C} \pm 6.7$  (最大値 $31.1^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.4^{\circ}\text{C}$ )、両水槽で $26.9^{\circ}\text{C} \pm 6.9$  (最大値 $31.7^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.4^{\circ}\text{C}$ )であった。

産卵時の平均水温は、水槽Aで $26.0^{\circ}\text{C} \pm 2.9$  (最大値 $30.6^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.6^{\circ}\text{C}$ )で、水槽Bで $25.0^{\circ}\text{C} \pm 3.0$  (最大値 $30.3^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.4^{\circ}\text{C}$ )、両水槽で $25.7^{\circ}\text{C} \pm 3.0$  (最大値 $30.6^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.4^{\circ}\text{C}$ )であった。最も多く産卵が確認された水温は、 $25^{\circ}\text{C}$ 、次いで $29^{\circ}\text{C}$ であった。全観測数の20.3%が $25^{\circ}\text{C}$ で産卵していた (図1)。平均水温ごとの産卵頻度についてみると、 $20 \sim 26^{\circ}\text{C}$ で $63.7\% \pm 21.4$  (最大値100%, 最小値33.3%)であった。一方、 $27 \sim 31^{\circ}\text{C}$ で $21.3\% \pm 12.0$  (最大値34.5%, 最小値0%)となり産卵頻度が減少した (図1)。

平均水温について月ごとにみると5月で $23.2^{\circ}\text{C} \pm 1.7$  (最大値 $26.1^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.7^{\circ}\text{C}$ )、6月で $23.8^{\circ}\text{C} \pm 1.7$  (最大値 $26.4^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $20.4^{\circ}\text{C}$ )であったが、7月で $28.9^{\circ}\text{C} \pm 0.9$  (最大値 $30.5^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $26.2^{\circ}\text{C}$ )、8月で $29.2^{\circ}\text{C} \pm 1.2$  (最大値 $31.7^{\circ}\text{C}$ , 最小値 $27.1^{\circ}\text{C}$ )と上昇した。9月になると水温が下がり $26.0^{\circ}\text{C} \pm 0.9$  (最大値 $27.3^{\circ}\text{C}$ , 最小値

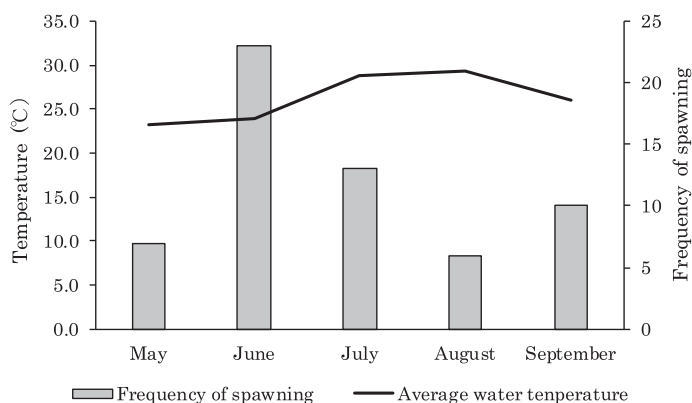


図2. 月ごとの平均水温と産卵頻度の関係  
Fig 2. Relation between the average water temperature and spawning frequency in each month

23.9℃)であった。一方、平均産卵回数は、6月の11.5回が最も多く、次いで7月の6.5回であった。産卵のピークは6月で、水温が上昇しはじめる7月に減少し始め、水温が下がりはじめる9月(5.0回)に再び増加する傾向がみられた(図2)。なお、5月と8月の平均産卵回数は、それぞれ3.5回と3回であった。

短期的な傾向をみるために、産卵が確認された前日との平均水温差と水温日較差についても確認した。前日との水温差は、0℃が突出して多く37.3%を占めていた(図3)。水温日較差は、3℃が最も多く全体の32.2%を占めていた。次いで、2℃の頻度が高く23.7%の順であった。

1~3℃で全体の69.5%を占めていた。一方で、4℃以上は急に減少していた(図4)。

(2) 自然条件下と繁殖実験下の水温変化の比較

水路の平均水温(℃)は、 $23.6 \pm 3.1$ (最大値29.6℃, 最小値18.2℃)であり30℃を超えることはなかった。月ごとについて見てみると、6月で $20.0 \pm 1.3$ (最大値22.6℃, 最小値18.2℃), 7月で $23.3 \pm 1.7$ (最大値27.8℃, 最小値21.1℃), 8月で $26.9 \pm 2.0$ (最大値29.6℃, 最小値22.7℃), 9月で $22.0 \pm 0.4$ (最大値22.6℃, 最小値21.3℃)であった。これらのことから、水

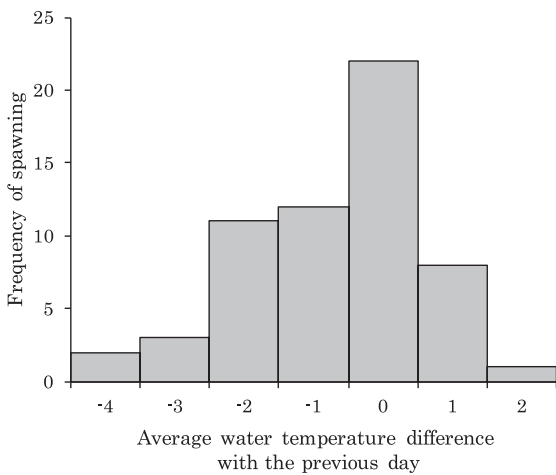


図3. 産卵が確認された前日との平均水温差  
Fig 3. Spawning frequency of each average water temperature difference with the previous day

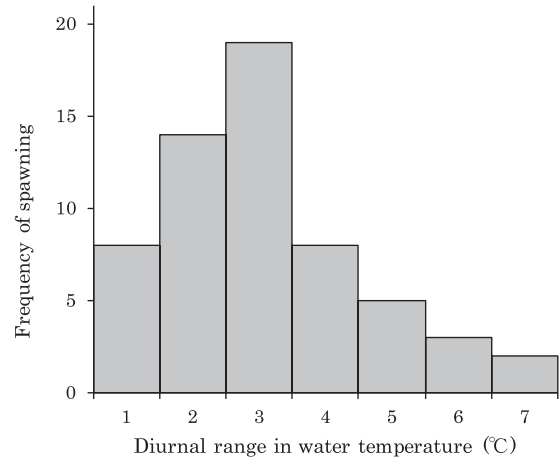


図4. 産卵が確認された水温日較差  
Fig 4. Spawning frequency of each diurnal range in water temperature

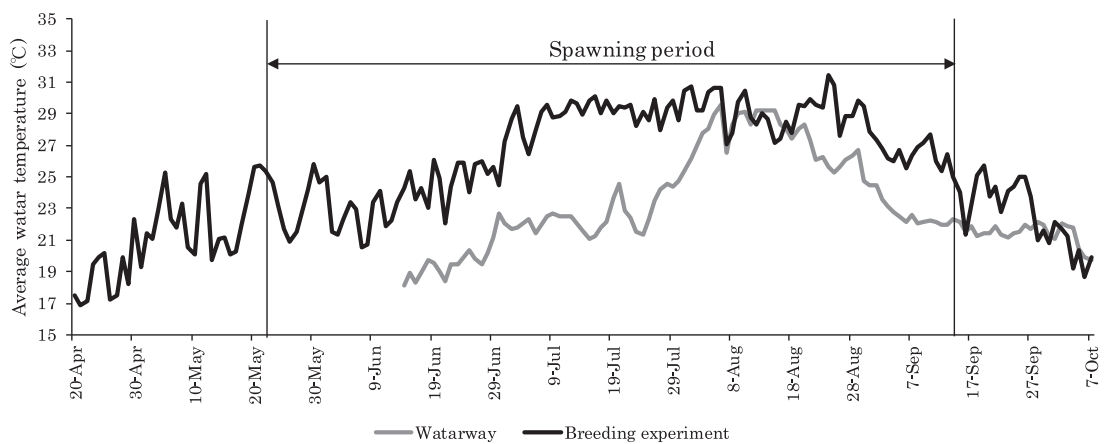


図5. 水路と繁殖実験における平均水温の推移  
Fig5. Change of water temperature in the waterway and breeding experiment



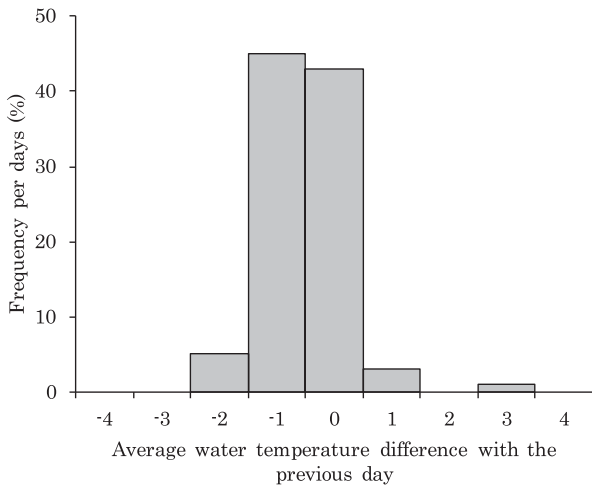


図6. 水路における前日との平均水温差  
Fig6. Average water temperature difference with the previous day in waterway

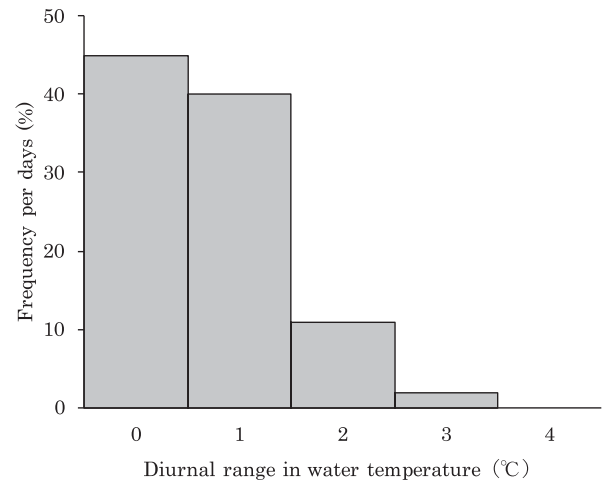


図7. 水路における水温日較差  
Fig7. Diurnal range in water temperature in waterway

路の温度の上昇は約1ヶ月遅く，下降は約3週間早いことが明らかとなった (図5). また，水路の前日との平均水温差は， $-1^{\circ}\text{C}$ が46.4%と最も多く，次いで $0^{\circ}\text{C}$ の44.3%であり， $-1\sim 0^{\circ}\text{C}$ で全体の90.7%を占めていた (図6). 水温日較差は， $0^{\circ}\text{C}$ で45.9%と最も多く，次いで $1^{\circ}\text{C}$ の40.8%であり， $0\sim 1^{\circ}\text{C}$ で全体の86.7%を占めていた (図7).

### 考察

カワバタモロコの産卵期は，5月中旬から7月上旬にかけてで，その盛期は地域により差はあるものの6月中旬から7月上旬 (星野ほか 1997) とされている. 一方で，ため池において5～9月に産卵が確認された (青山ほか 2008) との報告もある. 繁殖実験では，5～9月に産卵が確認され，盛期は6月とこれまでの報告を裏付ける結果となった. しかしながら，繁殖実験と自然条件下 (水路) との水温の変化を比較すると，長期的には，水温が上昇するタイミングが自然条件下より約1ヶ月早く，下降のタイミングが約3週間遅かった. 短期的には，水温日較差と前日との平均水温差が自然条件下と比べて水温変動が大きかった. このことから，繁殖実験下の方が自然条件下と比べて，水温が高い傾向にあって，水温変動が大きい条件であったといえるであろう. また，自然条件下における繁殖期間は，水温が上がる時期が遅く，下がる時期も早いことから繁殖実験下よりも短いと推察さ

れた.

繁殖実験による繁殖盛期は，6月であり，水温が上昇しはじめる7月に減少しはじめ，水温が下がりはじめる9月に再び増加する傾向がみられた. また，産卵水温は，平均水温が $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲で，中でも $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ の範囲で産卵する傾向があるものの， $25^{\circ}\text{C}$ と $29^{\circ}\text{C}$ と離れた水温で産卵が多く確認されたことから，短期的な水温の変化が産卵に影響していることが示唆された.

### 謝辞

本研究を実施するにあたり，碧南海浜水族館の副館長である地村佳純学芸員には有益なご助言をいただいた. 岐阜大学地域科学部准教授の向井貴彦博士にはカワバタモロコのmtDNA解析をしていただいた. 名城大学野生動物生態研究会の皆様にはカワバタモロコの管理や飼育に多大なご協力をいただいた. 記して厚く御礼申し上げます.

本研究は，なごや生物多様性保全活動協議会水辺の生きもの部会の予算を使用した.

## 引用文献

- 青山茂・田畑友博・土井敏男・馬場宏治・安井幸男. 2008. 神戸市の溜池で観察されたカワバタモロコの体長の性的二型と繁殖時の性比. 日本生物地理学会報 63 : 29-30.
- 浅香智也. 2015. カワバタモロコ. 名古屋市 (編集). 名古屋市の絶滅のおそれのある野生生物レッドデータブックなごや2015動物編, p.142. 名古屋市, 名古屋.
- 星野和夫・細谷和海・河村功一・山科ゆみ子・亀井哲夫. 1997. カワバタモロコ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (IV), pp.211-217. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 前畑政義. 2001. カワバタモロコ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海 (編・監修). 改訂版日本の淡水魚, pp.256-257. 山と溪谷社, 東京.
- 前畑政義. 2015. カワバタモロコ. 環境省 (編). レッドデータブック2014汽水・淡水魚類, pp.168-169. ぎょうせい, 東京.
- 中村守純. 1969. カワバタモロコ. 日本のコイ科魚類, pp.254-257. 資源科学研究所, 東京.
- 高久宏佑・金益秀・細谷和海. 2007. 絶滅危惧種ヒナモロコの人工繁殖. 近畿大学農学部紀要 40 : 63-70.
- 高久宏佑・細谷和海. 2008. 絶滅危惧種カワバタモロコの人工繁殖. 水産増殖 56(1) : 13-18.
- 武内啓明. 2015. カワバタモロコ. 細谷和海 (編・監修). 日本の淡水魚, pp.96-97. 山と溪谷社, 東京.
- 田中哲夫・山科ゆみ子・三浦康弘. 2001. ため池のカワバタモロコ個体群の変動. 関西自然保護機構会誌 23 (2) : 99-107.
- 寺本匡寛・宇地原永吉. 2016. カワバタモロコの保護. 平成27年度なごや生物多様性保護活動協議会報告書資料編水辺の生きもの部会, pp. 46-47. なごや生物多様性保護活動協議会, 名古屋.