

加古川水系の一湿地に生息する 絶滅危惧種ホトケドジョウの成長と寿命の観察例

青山 茂^{1), 2)*}・田端友博^{1), 3)}・土井敏男^{1), 3)}・赤田仁典^{4), 5)}

Growth and longevity of the Japanese eight-barbel loach *Lefua echigonia* in a small marsh in the Kako River system, Hyogo Prefecture

Shigeru AOYAMA^{1), 2)*}, Tomohiro TABATA^{1), 3)}, Toshio DOI^{1), 3)}
and Jinsuke AKADA^{4), 5)}

Abstract

The individual growth pattern and longevity of the Japanese eight-barbel loach *Lefua echigonia*, an endemic and endangered species in Japan, were evaluated both in the field and in captivity. The field survey using an individual identification-recapture method was performed five times between November 1999 and September 2002 in a small marsh in the Kako River system, Hyogo Prefecture, Japan. The captured individuals ranged from 17.9 to 66.9 mm in standard length, and the recapture rate ranged from 4.5 to 10.8 %. Individuals of ca. 30 mm in November 1999 had grown to ca. 50 mm by December 2000. Individuals of ca. 50 mm in December 2000 had grown to ca. 57 mm by September 2002. Three reared individuals of 40.6 to 45.1 mm, estimated to be 0 to 1 years old in November 1999, grew to 61.7 to 64.4 mm by May 2005 in tanks, at which time they were estimated to be 6-7 years old. The potential longevity of this species in the field is ≥ 6 years.

Keywords: growth pattern, longevity, individual identification.

1) 神戸市立須磨海浜水族園 〒654-0049 神戸市須磨区若宮町1丁目3-5 Kobe Municipal Suma Aqualife Park; 1-3-5 Wakamiya, Suma, Kobe, Hyogo 654-0049 Japan

2) 現所属：神戸市垂水区役所 〒655-8570 神戸市垂水区日向1丁目5-1 Tarumi Ward Office of Kobe City; 1-5-1 Hyuga, Tarumi, Kobe, Hyogo 655-8570, Japan

* E-mail: sh_lefua@yahoo.co.jp

3) 現所属：神戸市環境局 〒650-8570 神戸市中央区加納町6丁目5-1 Environment Bureau of Kobe Municipal Office; 6-5-1, Kano, Chuo, Kobe, Hyogo 650-8570, Japan

4) 三重大学大学院生物資源学研究科 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577 Faculty of Bioresources, Mie University; 1577 Kurimamachiya, Tsu, Mie 514-8507, Japan

5) 現所属：三重県立水産高等学校 〒517-0703 三重県志摩市志摩町和具2578 Mie Fisheries High School; 2578 Wagu, Shima, Shima, Mie 517-0703, Japan

* Corresponding author

はじめに

ホトケドジョウ *Lefua echigonia* はコイ目ドジョウ科の淡水魚で、青森県を除く東北地方から近畿地方にかけて分布し、湧水を水源とする細流、湿原や水田周りの小溝に生息する(細谷, 2003)。兵庫県では、加古川水系と由良川水系で生息が確認されており、本種の分布の西限に当たる(山科ほか, 1994)。本種は生息環境の悪化によって急速に減少しているため、環境省レッドデータブックでは絶滅危惧 I B 類に(細谷, 2003)、兵庫県版レッドデータブックでは最も絶滅の危険性が高い A ランクに(兵庫県, 2003) 選定されており、その保全は急務である。

希少種の保全には生活史や生態の把握が重要である(守山ほか, 2007)。本種の成長についてはこれまで主に体長組成から評価されており、当歳魚は 11 月には約 40mm(樋口, 1996)に、翌春には 40~50mm(勝呂, 2005a)に成長する、当歳魚と 1 年魚以上の境界値は 9 月が 42mm(樋口・福島, 2012)、同じく境界値は 35mm(柿野, 2009)などの記述がある。さらに、その後の成長として翌年の 11 月までに約 60mm に成長し、最大で 72mm になる(樋口, 1996)。寿命については、多くは 1 年、あるいは 2 年と推測される(樋口, 1996)、通常野外では 2 年であるが、飼育下では 3~5 年生きることもある(勝呂, 2005a)と述べられている。しかしながら、個体レベルで具体的なデータを示した報告は見当たらない。

本種、および近縁種のナガレホトケドジョウ *L. sp. 1* は腹部に見られる白色線の形状が個体ごとに異なっていてそれを比較することによって個体識別できる(青山, 2000; 赤田ほか, 2005)。青山(2014)はこの個体識別法を用いて加古川水系に生息する本種とナガレホトケドジョウの 1 年間の成長を比較した。本研究では青山(2014)と同じ湿地に生息するホトケドジョウについて、野外における個体識別・再捕調査と、そこで採集した個体の飼育下での個体識別による追跡を行った。その結果、従来報告されている年数を超える寿命とそこに至った個体の成長について知見を得たので報告する。

材料と方法

野外調査と採集を行った加古川水系の生息地は標高約 190m、谷津田に接する杉林のはずれにある湧水を起源とする湿地である(青山, 2014)。湧水口から狭い湿地内を幅 50~180cm ほどで約 20m 流れてコンクリート水路に流れこむ。水温は概ね 7.8~21.5℃であった(青山, 2014)。本種は絶滅危惧種であることから、具体的な場所の記述は行わない。同所的に生息する主

な生物としては、トノサマガエル *Rana nigromaculata*、モリアオガエル *Rhacophorus arboreus*、ニホンイモリ *Cynops pyrrhogaster*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、サワガニ *Geothelphusa dehaani*、オニヤンマ *Anotogaster sieboldii* 等のヤゴ類、スジブトハシリグモ *Dolomedes plilitarsis* 等が見られ、手前の水田ではサギ類も見られた。

個体識別・再捕調査は 1999 年 11 月、2000 年 2 月、12 月、2002 年 4 月、9 月に各 1 日ずつ、計 5 回行った(Table 1)。1 日の調査では 1~2 名が湿地内の流れを 2 順程度探索しながら、手網(22.5 cm × 16 cm, 2 mm メッシュ)によって本種を採集した。採集した個体は既報(青山, 2000; 赤田ほか, 2005)に従って 0.0075% オイゲノール(4-allyl-2-methoxyphenol)で麻酔し、腹部の写真撮影と体長測定を行い、麻酔から覚醒後に採集地点に放した。その後、撮影した腹部の写真から腹部白色線の形状と生殖腺の状態を確認した。その際、青山(2000)に倣って新たな識別個体を確認するたびに新たな個体番号を付けた。なお、採集時には流れの周囲の植物なども含めた生息環境にできるだけ悪影響を与えないように配慮した。また、一連の操作によって衰弱や死亡する個体は見られなかった。

一部の個体については神戸市立須磨海浜水族園に持ち帰り、増殖を目的に飼育した。飼育水槽は水量約 150l(75 × 45 × 45cm)の濾過装置付きガラス水槽で、冷却装置によって冬期の水温約 8℃から夏期の水温約 27℃の間で調節した。さらに、飼育個体の一部は、繁殖期前の 2~3 月頃に屋外に置いた 500l ポリカーボネイトタンク(直径 97.5cm, 高さ 77cm)に移し、最高水温が 26~28℃に達する 5~6 月頃に元のガラス水槽へ戻した。餌には冷凍赤虫を解凍してほぼ毎日、残餌が出ない程度で飽食量に近い量を与えた。体長測定と個体識別のための腹部白色線の撮影は、2000 年 2 月、10 月、2001 年 5 月、2002 年 3 月、5 月、6 月、2004 年 6 月、2005 年 5 月に行ったが、毎回すべての個体を対象に実施したわけではなかった。

年齢算定の基準となるふ化日は、Aoyama & Doi(2011)が当地方において 4 月下旬から 6 月中旬にかけて仔稚魚を採集していることから、4 月 30 日とした。

結 果

採集状況

Table 1 に採集状況を示す。5 回の調査で採集した個体は合計 234 個体(22~71 個体/回)、このうち新たに識別した個体は 219 個体、再捕は 15 個体であった。2 回目以降の再捕率は 4.5~10.8%であった。

Table 1. Summary of the present individual identification-recapture study of *Lefua echigonia* in a small marsh in the Kako River system.

	11 Nov. 1999	14 Feb. 2000	2 Dec. 2000	18 Apr. 2002	9 Sep. 2002	Sum
No. of fish caught	57	37	47	22	71	234
No. of unidentified fish	57	33	42	21	66	219
No. of recaptures	-	4	5	1	5	15
No. of first time recaptures	-	4	4	1	2	11
Proportion of recaptures in catch (%)	-	10.8	10.6	4.5	7.0	

Fig. 1 に体長組成分布を示す。採集個体のうち、最小は2002年9月に採集した体長17.9mm、最大は2000年12月の66.9mmであった。1999年11月には体長40～45mmに、その3カ月後の2000年2月には35～40mmにモードがある山が一つずつ見られ、これらの山は当歳魚（1999年級群）が中心と判断された。さらに、1998年以前に生まれた個体も50mm以上に少数見られた。2000年12月には45～50mmに

モードがある山が一つ見られた。一方、2002年4月には山が2つ、同年9月には山が3つ見られた。9月の体長25～30mmにモードがある山は明らかに当歳魚で、50～55mmにモードがある山は前年以前に生まれた個体であると判断された。

野外での成長

Fig. 2 に野外での再捕個体の成長を示す。性別判定

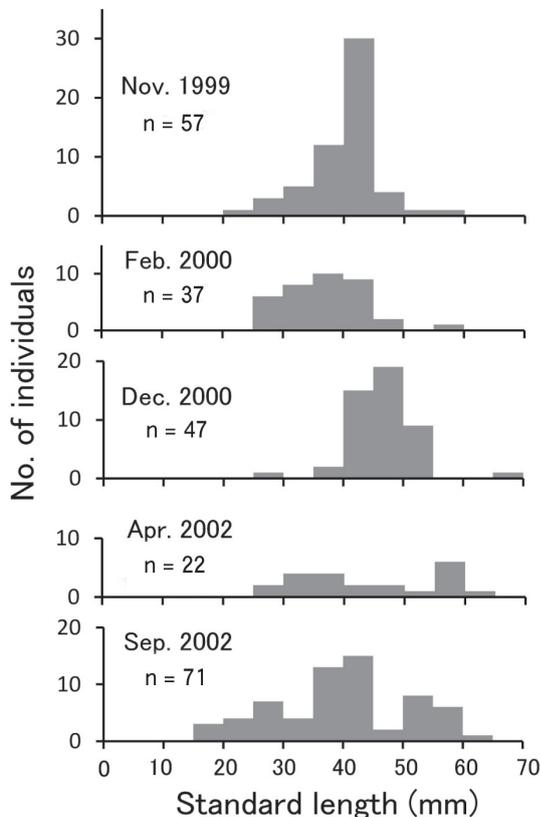


Fig.1 Length-frequency distribution of *Lefua echigonia* in five surveys performed between November 1999 and September 2002 in a small marsh in the Kako River system.

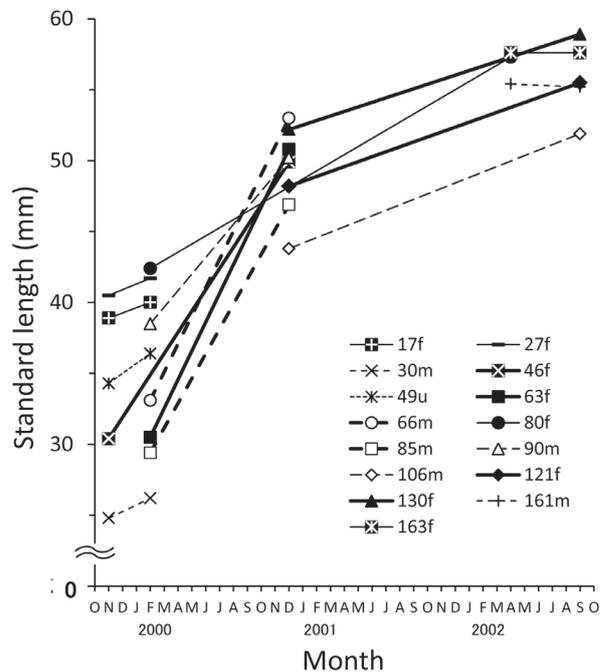


Fig.2 Individual growth patterns of *Lefua echigonia* observed from November 1999 to September 2002 in the field. Each marker shows each individual with individual no. and sex (f, female; m, male; u, unknown sex). Solid lines represent females; broken lines represent males; dotted lines represent individuals of unknown sex. Individuals drawn in a thick line are described in detail in the text.

は腹部から透けて見える生殖線の観察によったが、個体数が少ないので雌雄を区別せずに述べる。1999年11月と2000年2月には、当歳魚と判断される体長29.4～33.1mmの個体(No.46f, No.63f, No.66m, No.85m; fは雌, mは雄を示す)が採集された。これらの個体は2000年12月には46.9～53.0mmまで成長した。2000年12月に48.2mm(No.121f)と52.2mm(No.130f)で採集された個体は2002年9月には55.5mmと58.9mmまでより緩やかに成長した。

飼育下での成長

Fig. 3に飼育下での個体の成長を示す。野外データからの続きとして、体長50mm台後半の個体としては2002年5月, 6月の時点で次に述べるNo.7f(57.1mm)以外にNo.165f(59.4mm, 2002年4月採集)がいた。後者は最終観察時である3年後の2005年5月には69.6mmに成長し、飼育個体では最大になった。

2005年5月に生存していた個体のうちの3個体(No.1m, No.7f, No.41f)は1999年11月に最初に採集され、No.1m, No.7fはその時に、No.41fは2000年2月に持ち帰り、飼育を続けた。したがって、最長の飼育期間は5年6ヶ月であった。これら3個体の採集時1999年11月の体長は40.6mm(No.1m), 45.1mm(No.7f), 43.0mm(No.41f)で、2005年5月にはそれぞれ体長61.9mm(No.1m), 64.4mm(No.7f), 61.7mm(No.41f)まで成長していた(Fig. 3)。

考 察

再捕状況

本研究の野外調査では最も高い再捕率でさえ10.8%であった。再捕率が低い原因は手網による採集効率が悪いことや、下流のコンクリート水路に流された個体が多かったことが考えられる。さらに、本種については繁殖後に死亡する成魚が多いことを示唆する報告(樋口, 1996; 木呂子・藤田, 2007)もあり、死亡による個体の入れ替わりが激しいことも一因であると推測される。今後より短い間隔で調査回数を増やして再捕状況を調べる必要がある。

成長と年齢の推定

本種の体長組成分布において、2000年12月の体長45～50mmにモードがある山は、個体識別による追跡から当歳魚だけでなく前年生まれ個体も含んでいることがわかった。一方、2002年9月の体長35～45mmの山は、その左側の明らかな当歳魚の山と右側の前年以前に生まれた個体の山に挟まれていた。北川ら(2013)は当歳群が9, 10月までには親魚群と同じ程度の大きさまで成長すると推定しており、また樋口・福島(2012)は9月における当歳魚と1年魚以上の境界値を42mmとしている。したがって、本研究の2002年9月の体長35～45mmの山も当歳魚が中心で、2002年の繁殖期はピークが2つあったと推定される。樋口(1996)も当歳魚の山は5月に出現しただけでなく、9月にも出

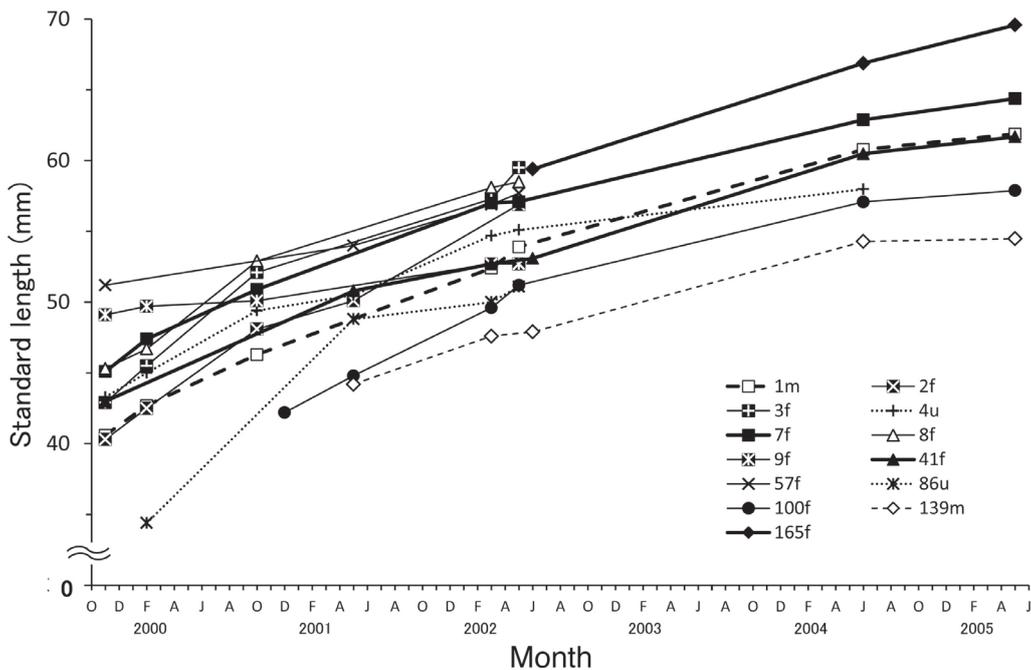


Fig.3 Individual growth patterns of *Lefua echigonia* observed from November 1999 to May 2005 in captivity. Markers and lines are as in Figure 2.

現したと述べている。このようなことから体長組成だけで成長や年齢を推定することは難しかった。

一方、識別個体の追跡において、1999年11月と2000年2月には、先に述べた既存文献（樋口、1996；柿野、2009；樋口・福島、2012；勝呂、2005a）の当歳魚の体長よりも小さな30mm前後の個体が採集され、明らかに1999年生まれの当歳魚であると判断された。これらの個体は1歳の冬である2000年12月には50mm前後に成長した。一方、同じく1999年11月と2000年2月に採集し、2005年5月まで飼育した個体の当初の体長は40.6～45.1mmで、より大きかった。これらの個体も先の文献（樋口、1996；樋口・福島、2012；勝呂、2005a）からは当歳魚と判断されるが、本研究の野外調査の結果や柿野（2009）からは、特に体長45.1mmの個体は1歳魚であった可能性もある。したがって、飼育開始当初は0～1歳で、2005年5月の年齢は6～7歳、少なくとも6歳以上であると判断された。

本種は最大で体長72mmになる（樋口、1996）とされるが、本研究の飼育期間の長かった3個体のうちの最大はNo.7fの64.4mmであり、本種の最大級に達するには更なる年数が必要とも考えられる。一方、本研究でも飼育下においてNo.165fは最大級の69.6mmに達した。この個体は飼育開始時に50mm台後半であったが、以後の飼育期間3年と、今回の野外データで体長が50mm台後半になるまでの約3年半を足すと、この個体の年齢もやはり6～7歳と推定される。すなわち、成長の良い個体では6～7年で本種の最大級に達することも可能であると考えられる。

上に述べた成長例と既存文献から加古川水系における本種の成長の概要をまとめると、4月下旬～6月中旬に体長4.2～13.1mmの当歳魚が出現し（Aoyama & Doi, 2011）、11月には30～45mmに、1歳の冬までに45～55mmに、3歳の秋には55～60mmまで成長する。その後もより緩やかに成長し、少なくとも6歳以上まで生きて60～70mmになると考えられる。今後、個体差も含めてより多くの個体で成長を調べる必要がある。

生活史戦略

ナガレホトケドジョウの寿命は10歳以上で、長生きしつつ、毎年の繁殖期に複数回産卵することを繰り返す生活史戦略である（Aoyama, 2007）。ホトケドジョウも1繁殖期に複数回産卵する（勝呂、2005b）。本研究から本種は少なくとも6歳以上の最長寿命になることが分かった。したがって、本種もナガレホトケドジョウと同様に毎年の繁殖期に複数回産卵することを複数年繰り返す生活史戦略であると考えられる。一方、本調査

地のホトケドジョウと、同じ加古川水系に生息するナガレホトケドジョウの1年間の成長を比較したところ、本種の方がより速い成長を示した（青山、2014）。このような両種の寿命や成長の違いは生息環境の違いなどに起因すると考えられるが、今後より詳細に調べる必要がある。

保全活動の方向性

今回のホトケドジョウの生息地では、以前はより下流の素掘りの水路などにも生息していた（山科ゆみこ、私信）。しかしながら、それらの生息地も圃場整備や放棄水田化によって順次失われ、現在では湧水の湧出口付近にのみ生息可能な場所が残っているだけで、ごく限られた個体数で世代交代を繰り返していると考えられ、遺伝的多様性の喪失も懸念される。一般に本種は湧水が流れる素掘りの水路や湿地で生活し（相木ほか、2008；細江・古屋、2008）、周辺の水田などの一時的水域（伊奈・倉本 2003）や、植物が繁茂して流れの緩やかな水路（細江・古屋、2008；加地・名倉、2011）で繁殖する。かつて本種はこのような人間によって創出された二次的な自然環境に適応し、より多くの生息地や生息個体が存在していた。氷上地方における本種のかつての方言名には「アタマイタ」があり（森、1958）、この呼び名は「うじゃうじゃいる」と表現するほど多数生息していたことを示す（山科ら、1994）。すなわち、一般的には心配事などで苦しみ悩むことを表す「頭が痛い」という言葉が、ここでは呆れるほど、あるいは困惑するほど沢山見られることを表す呼び名として使われた。近縁種のナガレホトケドジョウは人の手がほとんど入っていない山間の細流に生息し、自然要求度がより強く（細谷、2003）、その保護のためには今後も自然のままに環境を保全する必要がある。しかしながら、ホトケドジョウの保全のためには、湧水を利用し、素掘りの水路とその周囲の湿地からなる二次的な自然環境を人の手によって復元することで、生息範囲や生息個体数を増やしていく活動も必要であると考えられる。

要 旨

兵庫県加古川水系の一湿地に生息するホトケドジョウの個体の成長と年齢について野外における個体識別・再捕調査と水槽での飼育によって調べた。野外では1999年11月～2002年9月の間に5回調査した。採集された個体の体長範囲は17.9～66.9mmであった。再捕率は4.5～10.8%であった。1999年11月に採集した体長30mm前後の当歳魚は約1年後の2000年12月には50mm前後に成長した。2000年12月に体長50mm前後の個体は2002年9月には50mm台後

半まで成長した。1999年11月に採集し、その後飼育した個体のうち、約5年半後の2005年5月には3個体が生存していた。これらの個体の当初の体長は40.6～45.1mmで、野外での当歳魚の体長と既存文献から0～1歳と推定された。2005年5月には61.7～64.4mmに成長し、その時点での年齢は6～7歳と推定された。本種の最長寿命は少なくとも6歳以上であることがわかった。

文 献

- 相木 寛史・間野 伸宏・笹田 勝寛・島田 正文・廣瀬 一美 (2008) 福島県におけるホトケドジョウの分布と生息状況. 日本生物地理学会会報, **63**, 5-11.
- 赤田仁典・青山 茂・淀 太我・吉岡 基・柏木正章 (2005) ホトケドジョウの腹部白色線形状を利用した個体識別. 魚類学雑誌, **52**, 153-156.
- 青山 茂 (2000) ナガレホトケドジョウの腹部白色線形状による個体識別法. 魚類学雑誌, **47**, 61-65.
- Aoyama, S. (2007) Sexual size dimorphism, growth, and maturity of the fluvial eight-barbel loach in the Kako River, Japan. *Ichthyol. Res.*, **54**, 268-276.
- 青山 茂 (2014) ホトケドジョウとナガレホトケドジョウの成長の比較例. 伊豆沼・内沼研究報告, **8**, 45-50.
- Aoyama, S. and Doi, T. (2006) Spawning site of the fluvial eight-barbel loach, *Lefua* sp. in the natural environment. *Ichthyol. Res.*, **53**, 107-112.
- Aoyama, S. and Doi, T. (2011) Morphological comparison of early stages of two Japanese species of eight-barbel loaches: *Lefua echigonia* and *Lefua* sp. (Nemacheilidae). *Folia zoologica*, **60**, 355-361.
- 樋口文夫 (1996) 谷戸に生きる魚—ホトケドジョウ—. 身近な水環境研究会 (編), 都市の中に生きた水辺を. 信山社, 東京, pp. 170-180.
- 樋口文夫・福嶋 悟 (2012) 梅田川流域の谷戸水路におけるホトケドジョウの生活場選択に関する研究. 横浜市環境科学研究所報, **36**, 30-39.
- 兵庫県 (2003) 改訂・兵庫の貴重な自然—兵庫県版レッドデータブック2003—. 財団法人ひょうご環境創造協会, 神戸, 382p.
- 細江達三・古屋康則 (2008) 岐阜県におけるホトケドジョウの生息地環境. 岐阜大学教育学部研究報告 自然科学, **32**, 19-28.
- 細谷和海 (2003) ホトケドジョウ. 環境省自然環境局野生生物課 (編), 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—4 汽水・淡水魚類. (財) 自然環境研究センター, 東京, pp. 106-107.
- 伊奈博彦・倉本宣 (2003) 灌漑期と非灌漑期の谷戸の水路における絶滅危惧種ホトケドジョウの生息環境. ランドスケープ研究, **66**, 627-630.
- 加地奈々・名倉盾 (2011) 水田地帯におけるホトケドジョウの繁殖生態. 山梨県水産技術センター事業報告書, **38**, 77-86.
- 柿野 亘 (2009) 第4章 谷津田の小川に生息する淡水魚とその保全. 水谷正一・森 淳 (編), 春の小川の淡水魚—その生息場と保全—. 学報社, 東京, pp. 63-90.
- 木呂子豊彦・藤田裕一郎 (2007) 谷地の放棄水田域に形成された魚類の生息環境に関する研究. 自然環境復元研究, **3**, 5-14.
- 北川哲郎・増田 茂・森下 匠・小田優花・細谷和海 (2013) 福井県中池見湿地におけるホトケドジョウの生息現況. 魚類学雑誌, **60**, 27-33.
- 森 為三 (1958) 兵庫県の淡水魚類. 兵庫生物, **3**, 203-207.
- 守山拓弥・水谷正一・後藤章 (2007) 栃木県西鬼怒川地区の湧水河川におけるホトケドジョウの季節移動. 魚類学雑誌, **54**, 161-171.
- 勝呂尚之 (2005a) 谷戸の代表種ホトケドジョウ. 片野 修・森 誠一 (監修・編), 希少淡水魚の現在と未来—積極的保全のシナリオ. 信山社, pp. 50-60.
- 勝呂尚之 (2005b) ホトケドジョウ種苗生産における最適親魚収容数および魚巢設置数. 水産増殖, **53**, 83-90.
- 山科ゆみ子・亀井哲夫・細谷和海 (1994) 氷上地方から得られたホトケドジョウの2型 (予報). 兵庫陸水生物, **45**, 5-11.

(2014年7月25日受付)
(2014年10月14日受理)