

短報

三重県の水田水域におけるトウカイコガタスジシマドジョウの繁殖期と水稲作期との関係

皆川明子¹⁾・長友里恵¹⁾・北村淳一²⁾・原田一毅¹⁾・山本達也¹⁾

1) 〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町2500 滋賀県立大学

2) 〒514-0061 三重県津市一身田上津部田3060 三重県総合博物館

(2017年5月23日受付 ; 2018年2月27日受理)

キーワード: 水田水域, 氾濫原, 中干し, GSI, トウカイコガタスジシマドジョウ

Akiko Minagawa*, Yurie Osa, Jyun-ichi Kitamura, Kazuki Harada and Tatsuya Yamamoto. 2018. Effects of rice farming activities on breeding of *Cobitis minamorii tokaiensis* in Mie Prefecture. Mie Prefectural Museum Research Bulletin, 4: 1-7.

Abstract

Weather loach *Cobitis minamorii tokaiensis* inhabits mainly in rice paddy agricultural fields and channels. Effect of rice farming activity on growth of weather loach was investigated in Mie Prefecture from the onset of irrigation to mid-summer drainage of the channels related to rice farming activities. Gonad Somatic Index (GSI) curve of female showed two peaks, namely one at the middle of May and higher one at the end of June. In the middle of June, after the start of mid-summer drainage of channels, presumably age-0 fishes were captured. Furthermore, adult and age-0 individuals of the species left from paddy fields through water outlet to channels. This implies that this species probably uses paddy fields as spawning area when the water, it might be hard to use there at the end of June for peak breeding season.

*Corresponding author: The University of Shiga Prefecture, 2500 Hassaka-cho, Hikone City, Shiga 522-8533, Japan (e-mail: minagawa.a@ses.usp.ac.jp)

はじめに

河川の氾濫原に一時的に形成される水域環境（以下、一時的水域）に適応した一部の淡水魚類が、繁殖・成育の場として水田水域を利用することが知られている（斉藤ほか, 1988 ; 永山ほか, 2012）。しかし、水田水域はあくまで農業生産の場であることから、水田水域を利用する魚類は水稲作にかかわる様々な人為的影響を受ける。影響を与える要因の一つに、田植え後一か月ほどで水田の水を落とす「中干し」がある。昭和41（1966）年時点で、全国の水稲作付面積に対し59%の

水田で中干しが実施されている（農林省, 1967）。中干しが始まると、水田に生息していた水生生物のうち移動可能な生物は水路やため池など周辺の水域へ移動することが知られているが（柳澤, 2007 ; 田和ほか, 2013）、変態が間に合わなかった両生類や羽化前の水生昆虫類は死滅する可能性が高い（若杉, 2012）。

また、水稲作期に着目してみると、昭和30年代には梅雨と重なる5月下旬から6月にかけて田植えを行うのが一般的であったが、台風被害の回避や湿田における生産安定化などを理由に水稲作期の早期化や栽培期

間の短縮が進んだ（佐本，1966；河津ほか，2007）．水稲作期の変化が生物に影響を及ぼす例として，早期栽培の導入に伴い入水から中干しまでの期間が短くなることで，トノサマガエル*Pelophylax nigromaculata*の変態が間に合わず分布が縮小していることが報告されている（村上・大澤，2008）．このように，水田周辺の一時的水域の消失とそのタイミングは，そこを利用する生物の生活史に影響を与える．

そこで本研究では，水田水域を利用する魚類であるトウカイコガタスジシマドジョウ*Cobitis minamorii tokaiensis*の繁殖期と水稲作期との関係を明らかにするため，灌漑開始から中干し期における本種の成熟と，中干し期の水田からの降下を調査した．

材料と方法

調査地 三重県松阪市を流れる用排兼用の土水路（流路幅約1.5m）を対象とし，このうち延長約100mの区間において生殖腺重量指数（GSI）を測定するための供試魚の採捕を行った（Fig. 1）．当該水路は非灌漑期にも上流域の集落からの生活排水によりわずかに通水が見られる恒久的な水域であり，灌漑期のみこの

水路から取水もしくはこの水路に排水する小水路（一時的な水域）が多数接続しているほか，直接水田からの排水も受ける．場所にもよるが，概ね非灌漑期の水深が10～20cm，灌漑期の水深が30～40cm程度である．岸の一部には抽水植物群落が存在した．また，同じ用排兼用水路の約300m下流に位置する受益水田12筆において，水尻に定置網を設置して魚類の採捕を行った（Fig. 1）．Fig. 1に示した12筆以外にも，水路の周辺には全て水田が隣接している．水路水面と田面との落差は水路の上流側ほど大きかったが，降雨により水路の水位が上昇すると落差は容易に解消された．また，魚類は水田の取水時に水口からも水田に進入することができる（皆川ほか，2009）．

定置網による採捕調査を行った下流側の水田群で，176筆を対象に農作業の進捗を確認したところ，2014年4月6日の時点で152筆（86.4%）が耕起の段階であったが，4月20日時点では96筆（54.5%）が田植えを終え，4月27日時点では149筆（84.7%）が田植えを終えていた．また，6月10日過ぎに中干しが行われた．GSI測定用の供試魚の採捕を行った水路の上流側に隣接する水田群については，農作業の進捗を調査しなかった

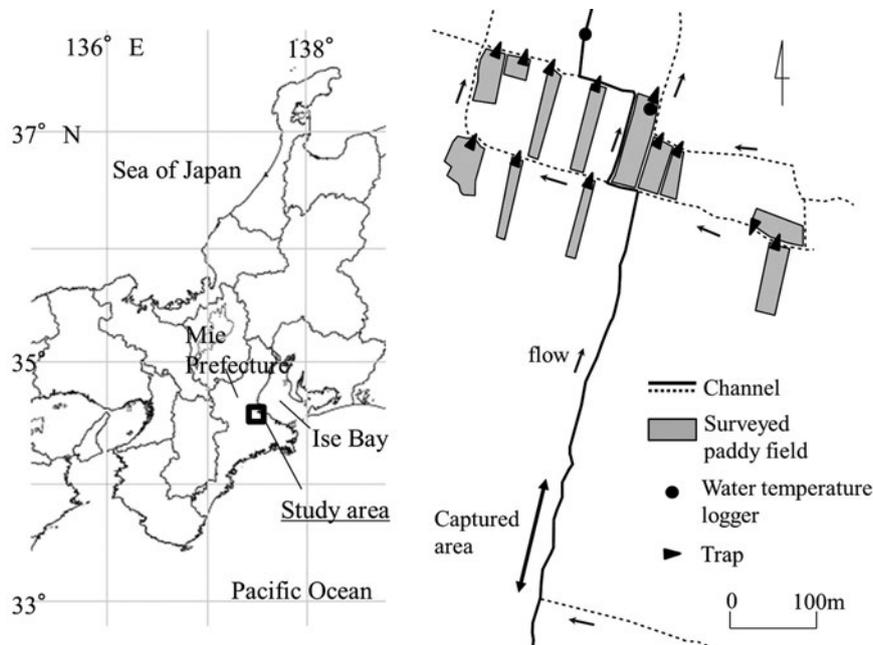


Fig. 1 Map showing the sampling area in the main channel and twelve surveyed paddy fields. The black bold line indicates the main channel; black broken lines indicate branch channels (temporary water areas). The main channel had flowing water during non-irrigation periods, whereas the branch channels had none. Filled circles indicate the location of water temperature loggers. The bases of triangles indicate the mouth of the net trap located at the water outlet of paddy fields.

が、例年、下流側の水田群よりも1週間程度早く田植えが行われており、中干し開始は6月10日前後である。なお、対象地において「中干し」という工程が稲作に導入されるようになった時期ははっきりとは分からないものの、昭和41（1966）年時点で三重県における中干し実施面積は53%であったことから（農林省、1967）、平野部に立地する対象地では、この頃には中干しが実施され始めていた可能性がある。現在、調査地ではほとんどの水田で6月に中干しが実施されているが、梅雨と重なるために明確な中干しの状態が見られない場合も多い。

調査方法

トウカイコガタスジシマドジョウの繁殖期を明らかにするため、幹線水路では、2014年4月6、20、27日、5月4、11、18、25日、6月1、8、15、22、29日、8月3日、10月22日（計14回）に2種類の手網〔間口35cm、網目1mm；間口40cm、網目2mm〕を用いて本種の採捕を行った。採捕は、原則として標準体長約30mm以上の個体が雄・雌各10個体以上採捕されるまで行った。採捕された全個体のうち、標準体長が約30mm以上で、胸鰭の骨質盤の形態や体側の模様により外見から性別を判断した（中島・内山、2017）雄および雌と考えられる個体をサイズの大きい方から各10個体選び（10個体に満たない場合は全て）、10%中性ホルマリン溶液で固定した。固定した個体は、標準体長を0.05mm単位のノギスを用いて測定し、体重および生殖腺重量を0.0001g単位の電子天秤を用いて測定した。GSIは以

下の式により求めた。

$$GSI = \text{生殖腺重量 (g)} / \text{体重 (g)} \times 100$$

また、固定しなかった個体はその場で性別を判別し、標準体長を1mm単位で測定し、捕獲した水路に放流した。

本種が水田にも進入しているかを確認するため、水田の水尻に小型定置網〔間口16cm、袖長35cm、網目2mm〕を設置した。小型定置網は、開口部を水田側に向け、水田からの降下個体を採捕するよう設置した。調査は2014年5月24～25日、5月31日～6月1日、6月14～15日に計6回（Table 1, No.1～6）実施した。ただし、調査を実施した水田12筆のうち小型定置網を設置できた水田数は調査回ごとに異なった（Table 1）。これは、水尻からの排水が見られた場合のみ定置網を設置したためである。なお、6月14～15日の調査は中干し期と重なった。小型定置網で採捕された個体は1mm単位で標準体長を測定し、ただちに水路に放流した。また、定置網の設置および回収前後に加え、5月15日の夜間、21～22日の早朝と夜間、23日の夜間に各2時間程度、畦畔から水路および水田内に本種が見られるかを目視で観察した。併せて、4月6日から6月29日までの期間、水田および幹線水路に水温計（T&D, TR-51i）を設置し（Fig. 1）、1時間間隔で水温を記録した。

結果

GSIと体サイズの推移 幹線水路の水温は、4月が 15.4 ± 3.2 （平均±標準偏差）℃、5月が 20.0 ± 3.6 ℃、

Table 1. The number of paddy fields in the collected *Cobitis minamorii tokaiensis* and collected *C. m. tokaiensis* by net trap-investigation constructed in the course from paddy field to channel.

Investigation	Set	Confirm	Paddy fields in which trap was set	Paddy fields in which <i>C. minamorii tokaiensis</i> was caught	Number of trapped <i>C. minamorii tokaiensis</i>
1	May 24 21:30	May 25 7:00	1	1	19
2	May 25 7:00	May 25 13:00	2	0	0
3	May 31 14:30	May 31 20:00	6	1	1
4	May 31 20:00	Jun. 1 8:00	6	1	12
5	Jun. 14 10:30	Jun. 14 17:00	6	3	5
6	Jun. 14 17:00	Jun. 15 12:00	6	5	73

6月が $23.7 \pm 2.7^\circ\text{C}$ となった。水田の水温は、4月が $16.2 \pm 3.1^\circ\text{C}$ 、5月が $20.3 \pm 5.8^\circ\text{C}$ 、6月が $24.8 \pm 4.5^\circ\text{C}$ となり、水田の方が 1°C 程度高く、日較差も大きい傾向が見ら

れた。

幹線水路で採捕された個体の体長頻度分布の推移について8回分の結果をFig. 2に示す。4月6日～6月8

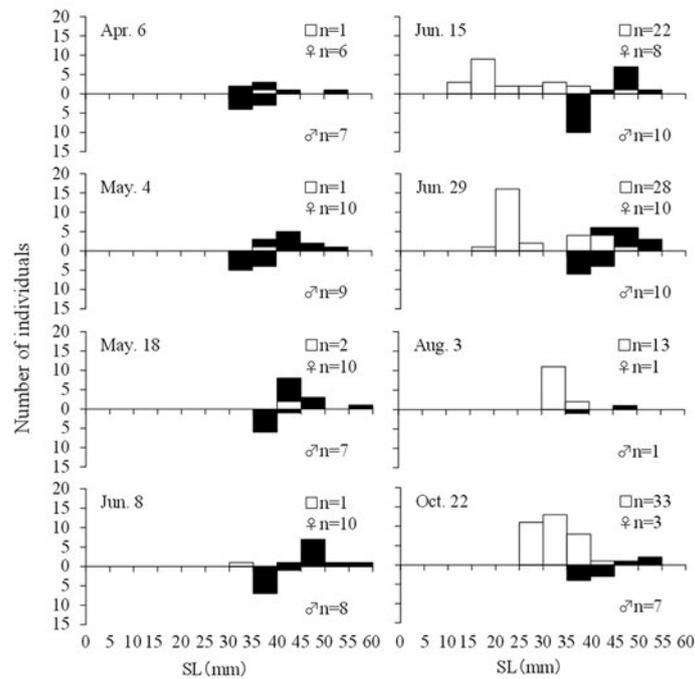


Fig. 2 Seasonal changes in the frequency distribution of the standard length of *Cobitis minamorii tokaiensis*. The black and white bars indicate individual distinguished its sex by dissection and unknown sex, respectively.

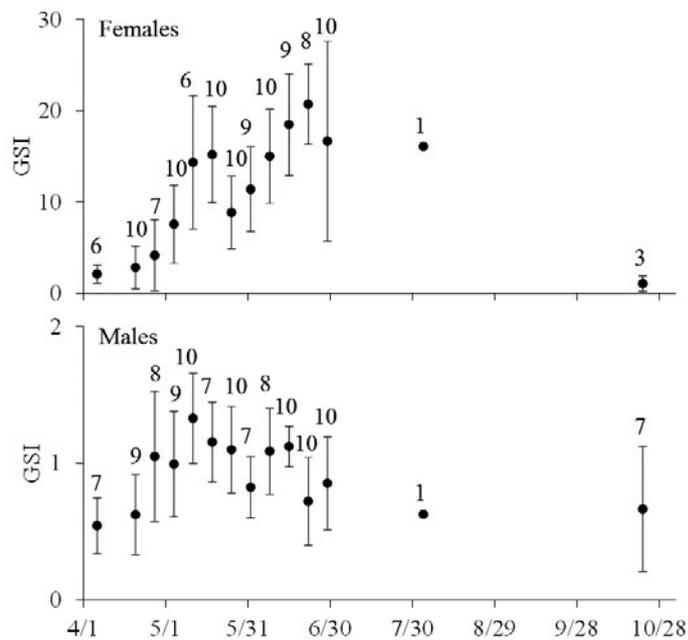


Fig. 3 Seasonal changes in mean (\pm SD) Gonado Somatic Index (GSI) of females and males *Cobitis minamorii tokaiensis* with more than 30mm standard length in the main channel. Numbers above bars indicate number of specimens in each day.

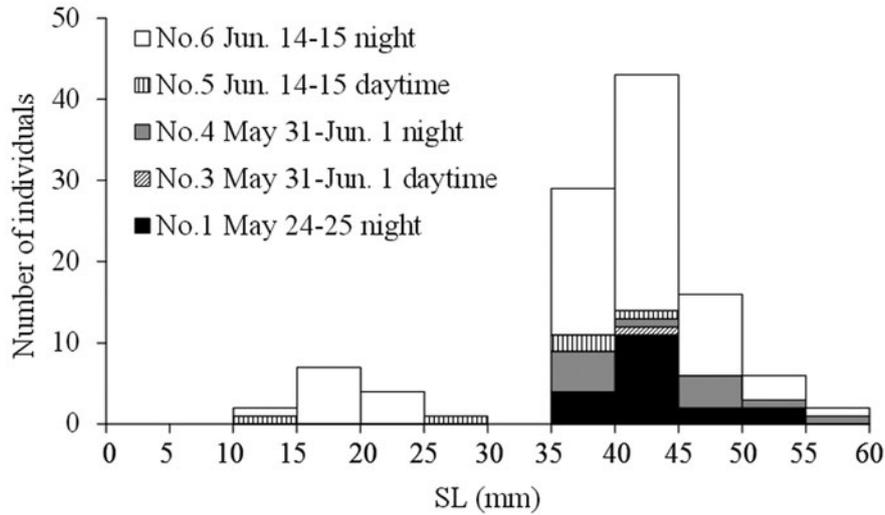


Fig. 4 Seasonal changes in the frequency distribution of the standard length of *Cobitis minamorii tokaiensis* that migrated from the paddy fields over the course to channel of six net trap-investigations.

日に採捕された個体の標準体長は30～56mmで、日の経過とともに大きくなった。また、雄よりも雌の方が大型の個体が多かった。6月15日には標準体長14～26mmの個体が採捕され、以降、雌および性別が判断できなかった性別不明の個体の分布は二峰性を示すようになった。雄は、6月までは最低でも7個体以上採捕されたが、8月3日には1個体と急激に減少した。

雌のGSIは5月上旬から上昇し、5月下旬に一度低下した後、再び上昇して6月22日に最大の 26.5 ± 7.1 (平均±標準偏差, 8個体)となった (Fig. 3)。雄のGSIは4月下旬から上昇し、5月11日に最大の 1.3 ± 0.3 (10個体)となった後、なだらかに低下した (Fig. 3)。

水田からの降下 目視観察では、5月24日のみ水路内にトウカイコガタスジシマドジョウの成魚を確認できたものの、それ以降は濁りによって水路内の魚影を確認することができなかった。また、水田内でも観察では本種を確認することができなかった。一方、小型定置網を設置した水田12筆のうち、合計5筆の水田から本種が降下して捕獲された。5月24～25日に行ったNo. 1, 2の調査では標準体長36～53mm (19個体)、5月31日～6月1日に行ったNo. 3, 4の調査では標準体長35～58mm (13個体)の個体が採捕されたが、6月14～15日に行ったNo. 5, 6の調査では標準体長35～57mm (64個体)の個体に加えて、標準体長14～28mm

(14個体)の個体が採捕された (Fig. 4)。なお、各調査はそれぞれ開始、終了時刻が異なったものの、いずれの調査においても降下して捕獲された個体は夜間に多かった。

考察

トウカイコガタスジシマドジョウの繁殖期 トウカイコガタスジシマドジョウの生態については、近縁亜種であるサンヨウコガタスジシマドジョウ *C. m. sanyoensis* に類似するとされているものの (齊藤, 2005), 詳細は明らかにされていない (Nakajima, 2012)。サンヨウコガタスジシマドジョウについて、Saitoh (1990) は成熟個体、卵、仔稚魚の出現時期から繁殖期を5月中旬～7月下旬と推定している。また、皆森 (1960) はサンヨウコガタスジシマドジョウの実験室における採卵可能な時期を6月中旬～7月下旬と報告している。ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* では、冬季の砂泥中への潜伏期間に卵巣内の卵が徐々に成熟し、5月に急激に成熟が進んで生殖腺重量が増大すること (久保田, 1952), 水温が 20°C を超えると雌のGSIが急速に上昇することが報告されており (鈴木・山口, 1977), 本調査地においても水路、水田ともに平均水温が 20°C を超えるようになった5月上旬からトウカイコガタスジシマドジョウの雌のGSIが急速に上

昇した。雌のGSIは5月下旬に一度低下した後再び上昇し、6月下旬に最大となった。一方、雄のGSIは雌よりやや早く5月中旬に最大となり、5月下旬に一度低下した後再び上昇し、その後は漸減した。木村・古屋（2011）は、ドジョウの雄の精子形成を維持するのは16°C以上の水温と推定している。調査地の水路では、4月から5月にかけて水温が16°Cを超えるようになり、4月下旬に雄のGSIが上昇したのは水温の上昇に伴って精子形成が進んだことによる可能性がある。ただし、木村・古屋（2011）は、ドジョウの雄は1年を通じて精巣内に精子を持ち、繁殖期には精子形成が起きるものの繁殖に使われ低い値で推移するため、GSIが成熟度を反映しないと指摘している。従って、トウカイコガタスジシマドジョウの雄の成熟度から繁殖期を推定するためには、解剖による生殖腺の発達段階の確認が必要と考えられる。

本研究では中干し以降の採捕回数が少なかったために繁殖期の終わりを明確にすることができなかったが、GSIの推移から、三重県の水田水域における本種の繁殖期は概ね5月中旬～7月と推察される。なお、河川域に生活史の異なる多型が存在する可能性が指摘されており（中島・内山，2017）、生活史全体を明らかにするためにはさらなる調査が必要である。

水稲作期と繁殖の関係 水路において2014年生まれの当歳魚（以下、2014年級群）と考えられる個体が採捕されたのは、中干し開始後である6月15日の調査からであった。また、水田からの降下個体についても、2014年級群と考えられる個体は全て中干しが始まってから採捕された。よって、水田内での繁殖行動や卵等は確認できなかったものの、本地域の水田は本種の繁殖場所の一つとして利用されていて、水田で生まれた稚魚が中干しによって水路へと降下した可能性がある。一方で、周辺の土水路で生まれた当歳魚が水田に進入していた可能性もあるため、繁殖場所の特定は今後の課題である。

調査地では早場米が生産されているため、50年前と比べて田植えと中干しが約1～2ヶ月早くなっている。このため、5月中旬に繁殖する集団は中干し前の水田を利用することができるが、雌のGSIが最大となった6月下旬には中干しが終わり、湛水と落水を繰り返す間断灌漑の水田が多くなる。現状では中干し期が梅雨と重なること、用排兼用水路であるため中干しによる

水田の乾燥強度は高くないと考えられることから、中干し期およびそれ以降にも水田を利用できている可能性がある。しかし、8月および10月に水路で採捕された個体の体長頻度分布からは、6月下旬以降に新たに生まれた2014年級群の存在は明確ではない。一般的にはFujimoto et. al（2008）が指摘するように、中干し後は水田の湛水が安定せず水田での繁殖や成育は困難であると予想され、早場米の生産に伴う中干しの早期化は、本種が水田を利用できる期間を短くしている可能性がある。本種の生態に配慮した圃場の整備と管理を考える上で、本種の中干し以降の繁殖の可否および繁殖環境を明らかにする必要がある。

謝辞

調査を行うにあたり、三重県松阪市の皆様には調査の便宜を図っていただいた。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Fujimoto, Y., Ouchi, Y., Hakuba T. and Iwata M. 2008. Influence of modern irrigation, drainage system and water management on spawning migration of mud loach, *Misgurnus anguillicaudatus* C.. Environmental biology of fishes, 81(2): 185-194.
- 河津俊作・本間香貴・堀江武・白岩立彦. 2007. 近年の日本における稲作気象の変化とその水稲収量・外観品質への影響. 日本作物学会紀事, 76(3): 423-432.
- 木村敦子・古屋康則. 2011. 岐阜県産のドジョウ野生個体群の生殖年周期. 魚類学雑誌, 58(1): 1-12.
- 久保田善二郎. 1952. ドジョウ卵巣の成熟過程に就いて 第1報 天然産ドジョウの卵巣の成熟過程に就いて. 農林省水産講習所研究報告, 2(1): 35-39.
- 皆川明子・高木強治・後藤眞宏・樽屋啓之. 2009. 早場米生産水田における魚類の移入と移出について. 農業農村工学会論文集, 261: 83-91.
- 皆森寿美夫. 1960. 種の分化—スジシマドジョウにおける場合—. 生物科学, 12: 72-74.
- 村上 裕・大澤啓志. 2008. 水稲の栽培型がトノサマガエルとヌマガエルの分布に与える影響. 保全生態学研究, 13: 187-198.
- 永山滋也・森 照貴・小出水規行・萱場祐一. 2012. 水田・水路における魚類研究の重要性と現状から見

- た課題. 応用生態工学, 15(2): 273-280.
- Nakajima, J. 2012. Taxonomic study of the *Cobitis striata* complex (Cypriniformes, Cobitidae) in Japan. *Zootaxa*, 3586: 103-130.
- 中島 淳・内山りゅう. 2017. 日本のドジョウ 形態・生態・文化と図鑑. 山と溪谷社, 東京.
- 農林省農林経済局統計調査部. 1967. 昭和41年度産作物統計No.9. 農林統計協会, pp.230-231.
- 斉藤憲治. 2005. スジシマドジョウ種群—高密度なのに, 実は希少魚—. 片野 修・森 誠一 (編). 希少淡水魚の現状と未来: 積極的保全のシナリオ. 信山社, 東京, pp.186-192.
- Saitoh, K. 1990. Reproductive and habitat isolation between two populations of the striated spined loach. *Environ. Biol. Fish.*, 28: 237-248.
- 斉藤憲治・片野 修・小泉顕雄. 1988. 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. *日本生態学会誌*, 38: 35-47.
- 佐本啓智. 1966. 水稲早期, 早植栽培の生態に関する研究. *東海近畿農業試験場研究報告*, 15: 1-42.
- 鈴木 亮・山口元吉. 1977. ドジョウの成熟におよぼす水温の影響ならびに周年採卵. *日本水産学会誌*, 43(4): 367-373.
- 田和康太・中西康介・村上大介・西田隆義・沢田裕一. 2013. 中山間部の湿田とその側溝における大型水生動物の生息状況. *保全生態学研究*, 18: 77-89.
- 若杉晃介. 2012. 圃場整備水田における止水性トンボの保全とミティゲーション対策に関する基礎的研究. *農村工学研究所報告*, 51: 1-36.
- 柳澤祥子. 2007. テビに生息する生き物. 水谷正一 (編). 農村の生きものを大切に—水田生態工学入門. 農山漁村文化協会, 東京, pp.71-74.