関西自然保護機構会誌 29（1）：39－46, 2007

原　著

琵琶湖周辺の農業用水路でのタモロコの個体群動態

近畿大学農学部　鈴木誉士
びわ湖サテライトエリア研究会　浅香智也
大阪信愛女学院短期大学人間環境学科　中川雅博

Population dynamics of the field gudgeon *Gnathopogon elongatus elongatus* at a concrete irrigation ditch around Lake Biwa. Takashi Suzuki（*Faculty of Agriculture, Kinki University*）, Tomonari Asaka（*Biwako Satellite-area Research Group*）and Masahiro Nakagawa（*Department of Human and Environmental Science, Osaka Shin-Ai College*）

To understand the population dynamics of the field gudgeon *Gnathopogon elongatus elongatus* in an irrigation ditch connected with Lake Biwa, we investigated the changes in the number of individuals and the standard length distribution every month from January 2000 to March 2007 at the ditch. During the study, a total of 784 individuals of the field gudgeon were collected, and the number of the specimens changed during the season. During the months of November 2000, October-December 2004, and January 2007, a large number of individuals were observed. Based on the ranges of the standard length (15-105 mm), the population was assumed to comprise individuals ranging from the juvenile to adult stages. The adult individuals of the field gudgeon were observed exclusively from April to July; the standard length of the field gudgeon in the juvenile stage increased through the season. These results indicate that the juveniles of the field gudgeon utilize the ditch as their growth site, and the species extensively moves during the period of the non-irrigation season.

はじめに

琵琶湖水系で，魚類資源および生物多様性の保全には，周辺水域の役割が重視されてきており，そのような水域のひとつに水田用水系が挙げられる。水田用水系は魚類の繁殖・成育の場としての重要性も指摘されており（斉藤ほか，1988），淡水魚の生息場所として保全の対象となる。

農業用水路は，しばしば周辺河川や湖沼をしのぐ魚種が生息することが知られている（Hosoya, 1982；Yuma et al., 1998）。そのため，近年では農業用水路の魚類が注目され，それらの生息実態について多くの事例が報告されるようになった（藤咲・水谷，1999；中村・尾田，2003；井口ほか，2003；Katano et al., 2003；金尾，2005）。しかしながら，これらの研究の多くは2－3年で終了するため，長期的かつ定量的に調べた例はほとんどない。特に水田用水系において特定の魚種を対象として継続的に個体群動態を調べた知見は少ない。

著者らは，水田用水系における魚類の生態的知見を集積するために，琵琶湖につながる農業用水路で魚類相を8年間にわたり定量調査してきた。これまでの調査から（中川ほか，2007），調査地である農業用水路では絶滅危惧種を含む在来種主体の魚類相が長期間にわたって維持されているこ

と，多くの在来種と排他的関係にある侵略的外来種がほとんど侵入しないこと，魚種によって出現パターンが異なることなど興味深い知見が得てきた。これらのことから，モデル地とした農業用水路は，在来魚類の長期的な生息実態を調べる調査地として適している。

タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus* は，河川の中・下流や細流，湖沼，池などの淀んだ水域に主に生息する普通種である（中村，1969；細谷，2001）。そのため，本種は水田用水系にもよく出現するが，長期的・定量的な調査は少なく，その生活史や生息実態には未だに不明な点が多い。琵琶湖水系に生息するタモロコは，他の水域のそれと比較して体高・体幅が大きい，口が下を向く，対になってない鰭が丸みを帯びるなど，他地域と比べて特異な形態を示す（細谷，1987；細谷，2001）。このことは，琵琶湖水系のタモロコ個体群が地域個体群として学術的に貴重であることを示唆する。そのため，琵琶湖に連絡する水田用水系における本種の生態的知見は，その生息域内保全を考える上で重要な情報になると思われる。

そこで本研究では，タモロコを対象に琵琶湖につながる農業用水路での定期的・定量的採集を行い，生息個体数と体長組成の季節的消長から本種の生息実態を明らかにすることを目的とした。

なお，本研究の一部は，公益信託 TAKARA ハーモニストファンド（平成16年度），財団法人昭和シェル石油環境助成財団（平成17年度），および関西自然保護機構（平成17，18年度）の研究助成を受けて行った。各位に謝意を表する。

調査地および調査方法

調査地

調査地とした農業用水路の用水は，琵琶湖流入河川の姉川に由来する。この用水は下流で，一部は内湖を経由して，また一部は直接，琵琶湖に流入する。図１に示すように，上流側の水路（以下，水路Ａ）に由来する用水は，225㎝×225㎝のコンクリート枡部を経由し，流向を90° 転じて下流側の水路（水路Ｂ）に流れる。水路Ａの延長線上の水路（水路Ｃ）は水路Ａおよび水路Ｂと同一構造であるものの，用水の侵入がほとんどなく，軟泥が20㎝近く堆積し，かつ季節によっては干上がることもある。水路構造の詳細や流速，当地のベントス相は前報（鈴木ほか，2006a）に詳しい。

採集はコンクリートの枡部でのみ実施した。この枡部も側面と底面がコンクリートで護岸されている。各水路よりも一段深い枡部中央の水深は，

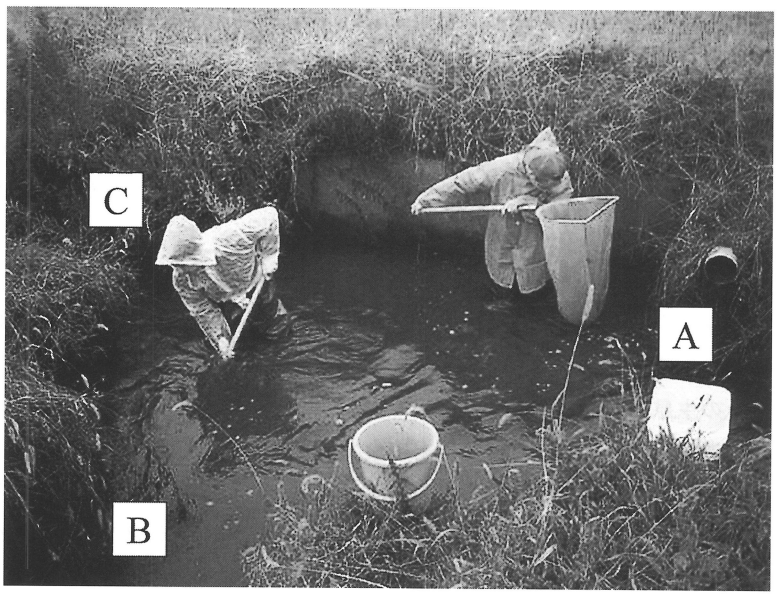


図１． 調査地（2007年３月撮影）．

水路の水深と連動しておおむね49cm－72cmの範囲（平均58cm）で変動する。枡部中央は水路Aから流入した用水が水路Bに流出する流路にあたる。そのため，枡部中央の底面は砂礫が堆積する。一方で，枡部の四隅は用水が滞留し，さまざまな深度で砂泥－砂礫が堆積する。調査期間中，出水によって枡部中央底部の礫が流され，部分的にコンクリート面が露出することはあったものの，四隅の堆積物が完全に逸出することはなかった。

環境条件の測定

水温・水深は2002年9月－2007年3月まで，毎月測定した。水温は水路A中央部の水表面から10cm深の箇所で，棒状温度計を用いて測定した。この測定は定量採集を行う直前の13時頃に実施した。水深は採集終了後に水路A中央部のコンクリート底面から水表面で測定した。なお，2006年9月までの水温と水深データは中川ほか（2007）と重複する。

調査方法

採集は2000年1月から2007年3月まで，毎月1回，原則として月の中旬にタモ網を用いて2名で20分間実施した。ただし，降雪により現地へのアクセスが困難であった2000年2月については欠測とした。枡部内での採集箇所は表層から底層および底部の堆積物に至った。この採集時間には，堆積物から個体を取り分ける作業も含まれた。枡部と各水路の間には仕切りなどは設けず，採集中の魚類の枡部から各水路への逃避を制限しなかった。

採集された個体は中坊（2000）に従って種の同定と計測をした後，記録標本とする数個体を除き，ただちにその場に放流した。ただし，ダニオ亜科の未成魚やフナ類のように同定が困難な個体については持ち帰って精査した。

タモロコの出現個体数および体長の記録

タモロコの出現個体数は，2000年1月から2007年3月まで，すべての調査期間で記録した。体長は2002年1月から2007年3月の期間で計測した。体長の計測は，最小単位1mmの目盛りがついた容器に，採集された個体と水を共に収容し，個体が静止したときを見計らい，体長を読み取った。測定に供した個体は，個体数の記録と体長の測定を行った後，記録標本とする1－2個体を除き，その場に再放流した。同時に採集されたその他の魚種も同様に取り扱った。

得られた体長データを用いて，年ごとおよび月ごとに体長のヒストグラムを作成した。併せて，当地における2007年3月までの魚類相のデータを記し，既存データ（鈴木，2005；Nakagawa & Suzuki，2006；鈴木ほか，2006a，2006b，2007a；中川ほか，2007）を更新して，特筆する点について記した。

結　果

水温と水深の変化

図2に水温・水深を示す。平均水温は16.8℃，最低水温は2.5℃（2006年1月），最高水温は29.5℃（2004年7月）であった。2004年12月の水温は14.0℃と高く，2004年を除く他年の11月の平均水温（14.7℃）とほぼ同様であった。水深は雪解け水が大量に流入した2006年1月に110cmを記録し

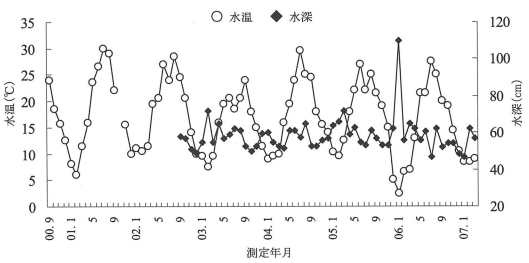


図2． 調査期間中の水温と水深の変化.

た。それを除くと，2001年２月と2005年３月の72cmを超えることはなく，緩やかな水位変動が認められた。

当地の魚類相

表１にこれまでに採集された魚種とその個体数を示す。調査期間中に27種5379個体が得られ，トウヨシノボリ，シマドジョウ，タモロコおよびカネヒラが優占し，全体の66.81%を占めた。また，2006年度からウグイとウツセミカジカが初めて記録された（鈴木ほか，2007a）。そのうち前者は，2007年３月現在までに39個体と比較的多くの個体が出現した。

タモロコの個体数と体長分布の季節的消長

表２にタモロコの出現個体数の季節的消長を示す。2000年１月から2007年３月までの調査で784個体が得られた。出現個体数は，年度によって大きく変化し，最も多くの個体が出現した年度は2004年度（228個体），最も少なかったのは2006年度（31個体）であった

出現した月を年別に列挙すると，高水温期に出現する傾向があり，2000年では５－11月に，2001年では４－12月に，2002年では６－11月に，2003年度では６月を除く４－11月に，2004年では，６月を除く４－12月に，それぞれ出現した。しかしながら，最近では冬季にも採集される傾向があり，2005年では１月と，６月を除く５－９月と11月に，2006年では，２月と，６－12月，2007年の１月か

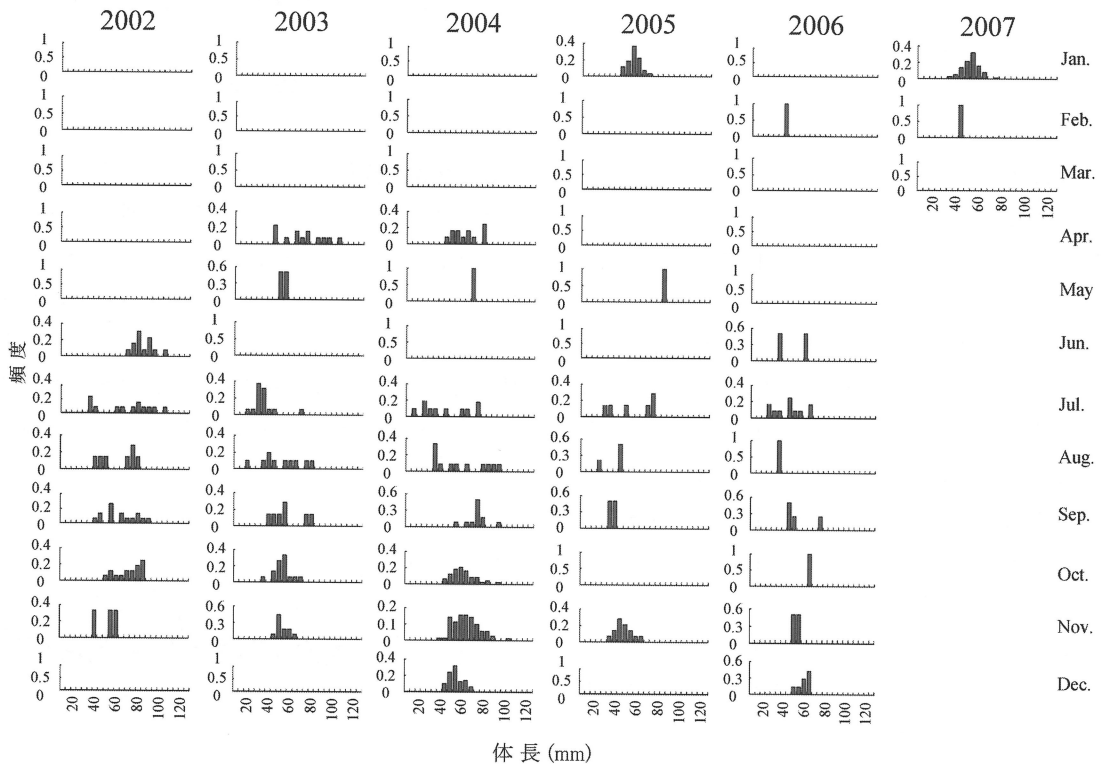


図３． タモロコの体長組成の変化（2002－2007年度）.

ら３月では，１－２月に出現した。

毎年共通して，低水温期の２－３月に個体数が減少し，とりわけ３月はまったく出現しなかった。一方2000年，2004年および2007年では，10－１月に集中して大多数の個体が出現した。

図３にタモロコの体長組成の季節的消長のグラフを示す。調査期間中に得られた本種の体長は15－105㎜と変異が大きかったが，いずれの調査年も４－５月のはじめに出現する個体は比較的大型のサイズ群で，その後８月に体長20－30㎜の小型のサイズ群が出現した。

大型サイズ群は，いずれの調査年でも８月には見られなくなった。その一方で，小型サイズ群は月を追うごとに体サイズが増加する傾向が見られた。また，2004および2007年の10－１月に大量に出現したサイズ群の体長範囲はおよそ40－70㎜であった。

考　察

農業用水路でのタモロコの生活史

中村（1969）は，本種の成長・成熟を飼育個体に基づいて調べ，全長は１年で60－70㎜，２年で90－100㎜に達すること，満１年で成熟して最小成熟個体は，雄で全長51.4㎜，雌で全長51.5㎜であること，および１年目の６－９月にかけて急激な成長を示すことを報告している。本研究では，調査年によって若干ずれはあるものの，低水温期を経て春季にはじめて出現するサイズ群は体長40－80㎜であった。その体サイズからこの群は成熟個体であると推定され,本種の産卵期が４－７月（中村，1969）である点から，春季に出現したこの群は産卵群であると考えられる。一方，７月に出現した体長20－30㎜前後の小型のサイズ群は，そのサイズから当歳魚と考えられる。７月以降，この当歳魚群は体サイズが増加する傾向が見られるので，当地およびその周辺水域は，本種にとって成育場所として機能しているものと考えられる。

本種の産卵は，内湖あるいはこれに通じる灌漑用水，ため池や水田などの浅所で行われ，被産着物はヤナギの根，水草や抽水植物の根などとされる（中村，1969；細谷，2001）。本研究では，当歳魚群が得られたものの比較的成長していた稚魚であり，仔魚期のものは全く採集されなかった（図３）。当地は，底部に砂礫が堆積しているものの，３面コンクリートで護岸されており，タモロコ卵の被産着物になるようなものは見当たらない。関東地方で，水田用水系に生息する魚類の移動様式を調査した西田（2007）は，タモロコが異なる環境間を広範囲に移動することを明らかにしている。これらのことは，タモロコは当地を稚魚期の成育場所として利用しているが，産卵場所や仔魚期の成育場所としては利用していないことを示しており，本種は孵化後段階的に生息場所を移行しているものと推察される。

また，いずれの調査年でも，低水温期の２－３月に個体数が減少し，特に３月はどの年度も見られなくなることは共通した（図２）。このことは，本種は低水温期に当地から異なる水域に移動することを示している。

当地周辺での本種の産卵場所や仔魚期の生息場所，および冬季の所在については一連の研究では明らかにできておらず，今後，これらの点に焦点をあてて調査を継続する予定である。

農業用水路の周年通水の重要性

農業用水路には豊富な魚種が生息するが，その出現パターンや利用様式は魚種によって様々である。非灌漑期に干上がる農業用水路において魚類相の季節的消長を調べた中村・尾田（2003）は，魚類の出現パターンを類型化し，タモロコ・シマドジョウ・トウヨシノボリを「晩春初夏遡上・産卵型」，オイカワを「夏遡上・産卵型」，カワムツ

表1． 調査水域で採集された魚種とその個体数（2000年1月～2007年3月）.

順位	種名	個体数	%	累積%
1	トウヨシノボリ *Rhinogobius sp. OR*	1207	22.36	22.36
2	シマドジョウ *Cobitis biwae*	1038	19.23	41.60
3	タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus*	784	14.53	56.12
4	カネヒラ *Acheilognathus rhombeus*	577	10.69	66.81
5	オイカワ *Zacco platypus*	520	9.63	76.45
6	ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*	261	4.84	81.29
7	カワムツ *Zacco temminckii*	189	3.50	84.79
8	アブラハヤ *Phoxinus lagowskii steindachneri*	182	3.37	88.16
9	ヤリタナゴ *Tanakia lanceolata*	120	2.22	90.38
10	ギンブナ *Carassius auratus langsdorfii*	100	1.85	92.24
11	スナヤツメ *Lethenteron reissneri*	88	1.63	93.87
12	ニゴロブナ *Carassius auratus grandoculis*	77	1.43	95.29
13	メダカ *Oryzias latipes*	41	0.76	96.05
14	ウグイ *Tribolodon hakonensis*	39	0.72	96.78
15	アユ *Plecoglossus altivelis altivelis*	32	0.59	97.37
16	アブラボテ *Tanakia limbata*	28	0.52	97.89
17	タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*	27	0.50	98.39
18	ビワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus microoculus*	24	0.44	98.83
19	ウキゴリ *Chaenogobius urotaenia*	23	0.43	99.26
20	ドンコ *Odontobutis obscura obscura*	22	0.41	99.67
21	オオクチバス *Micropterus salmoides*	5	0.09	99.76
22	カマツカ *Pseudogobio esocinus esocinus*	4	0.07	99.83
23	コイ *Cyprinus carpio*	3	0.06	99.89
24	ヌマムツ *Zacco sieboldii*	2	0.04	99.93
25	ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis*	2	0.04	99.96
26	ナマズ *Silurus asotus*	1	0.02	99.98
27	ウツセミカジカ *Cottus reinii*	1	0.02	100.00
合計		5397	100.00	

表2． タモロコの月別出現個体数.

年度	採集月												合計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
2000	0	n.d.	0	0	11	10	10	30	19	16	85	0	181
2001	0	0	0	16	11	2	10	21	3	4	2	3	72
2002	0	0	0	0	0	13	14	7	15	16	3	0	68
2003	0	0	0	13	2	0	16	10	7	15	11	0	74
2004	0	0	0	12	1	0	11	12	12	48	70	62	228
2005	27	0	0	0	1	0	7	2	2	0	15	0	54
2006	0	1	0	0	0	2	12	2	4	1	2	7	31
2007	75	1	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76
合計	102	2	0	41	26	27	80	84	62	100	188	72	784

n.d.，悪天候のため未調査.

を「夏秋遡上・生育型」，ドジョウを「通水期遡上・初夏産卵・通水期生育型」などとした。当地の魚類相の出現パターンを調べた中川ほか（2007）は，魚類の出現を周年出現型，春－秋出現型，秋出現型，小数迷入型の4つに分けている。また，当地で周年出現型に分類されるトウヨシノボリであっても，その体長組成の季節的消長から冬－春季に新規加入個体が当地に出現することが指摘されている（鈴木，2005）。

これらの報告は，水田用水系に生息する魚類が，魚種それぞれに対応した季節において，連絡する水路を往来していること，地域によって魚類の出現パターンが異なること，そしてさらに水田用水系での魚類群集の存続には，複数の水路が適切に連絡する「水路ネットワーク」が維持されていることが不可欠であることを示している。

本研究では，タモロコの出現個体数や体長組成は季節によって大きく変化した。なかでも秋－冬季に突発的に大多数の個体が出現し，その後急激に個体数が減少した調査年が複数あった。この突発的な個体数の増減要因については現時点では明らかでないが，本研究の結果は，タモロコが秋－冬季にかけて水路を活発に移動することを示唆している。一般に水田用水系では秋－冬季の非灌漑期になると水路の通水を止めることが多いが，その冬季に魚類が水田用水系に侵入する事例が報告されている（鈴木ほか，2007b）。この報告や当地でのタモロコの個体群動態（図3）および他魚種の季節的消長（中川ほか，2007）からみると，非灌漑期を含めた水路の周年通水は，水田用水系での魚類群集の維持にきわめて重要な役割を果たしていると考えられる。

引用文献

藤咲雅明・水谷正一．1999．魚類の生息場所としての水田環境．「淡水生物の保全生態学―復元生態学に向けて」（森誠一編），76－85．信山社

サイテック，東京.
Hosoya K. 1982. Freshwater fish fauna of the Yoshii River, Okayama Prefecture. Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 37: 23-35.
細谷和海．1987．タモロコ属魚類の系統と形質置換．「日本の淡水魚類－その変異・分布・種分化をめぐって」(水野信彦・後藤晃編)，34－40．東海大学出版会，東京.
――．2001．タモロコ．「日本の淡水魚第3版」(川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編)，298－299．山と渓谷社，東京.
井口恵一郎・淀太我・片野修．2003．西表島の水田用水系に出現する魚類の生息環境．魚類学雑誌，50：115－121.
金尾滋史．2005．琵琶湖周辺の水田地帯における魚類について．関西自然保護機構会誌，27：41－46.
片野修．1998．水田・農業水路の魚類群集．「水辺環境の保全―生物群集の視点から」(江崎保男・田中哲夫編)，67－79．朝倉書店，東京.
Katano, O., Hosoya, K., Iguchi K., Yamaguchi, M., Aonuma, Y & Kitano, S. 2003. Species diversity and abundance of freshwater fishes in irrigation ditches around rice field. Environmental Biology of Fishes, 66: 107-121.
中坊徹次（編）．2000．日本産魚類検索，全種の同定，第二版．1748pp．東海大学出版，東京.
Nakagawa, M. & Suzuki T. Seasonal change in fish species in a paddy ditch linked to Lake Biwa, Japan. Proceedings of the 11th World Lake Conference, Nairobi Kenya, Volume 2, 168-172.
中川雅博・浅香智也・鈴木誉士．2007．琵琶湖につながる農業用水路での魚類の季節的消長―絶滅危惧種スナヤツメの増加傾向に焦点をあてて―．関西自然保護機構会誌，28：127－139.
中村守純．1969．タモロコ．「日本のコイ科魚類」，112－116．資源科学研究所，東京.
中村智幸・尾田紀夫．2003．栃木県那珂川水系の農業水路における遡上魚類の季節変化．魚類学会誌，50：25－33.
西田一也．2007．河川・農業水路・水田ネットワークの生態学的調査・分析に基づく魚類個体群の保全に関する研究―多摩川流域を事例として．東京農工大大学院連合農学研究科博士論文．162pp.
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.
鈴木誉士．2005．水田ネットワークにおける魚類数種の個体群動態に関する研究．Takara ハーモニストファンド平成16年度研究活動報告，53－61．(公) Takara ハーモニストファンド，京都.
――・浅香智也・中川雅博．2006a．琵琶湖につながる護岸された農業用水路におけるスナヤツメ *Lethenteron reissneri* 個体数の経月および経年変動．関西自然保護機構会誌，28：49－57.
――・――・――．2006b．琵琶湖につながる農業用水路で採集された希少種スナヤツメ（ヤツメウナギ科）の黄変個体．南紀生物，48：9－12.
――・――・――．2007a．琵琶湖につながる農業用水路に出現したウツセミカジカ．福井陸水生物会報，14：19－24.
――・田中大介・――．2007b．大和川水系の富雄川における河川横断構造物とその周辺水路での魚類の季節的消長．南紀生物，49：81－91.
Yuma, M., Hosoya, K. & Nagata, Y. 1998. Distribution of the freshwater fishes of Japan: an historical overview. Environmental Biology of Fishes, 52: 97-124.