

冬期湛水農法の水田における

水生動物の生息状況と保全に関する研究

田和 康太

滋賀県

1. はじめに

水田は米生産の場であるとともに、湿地生態系の代替としての側面を持つ(守山, 1997). 水田の周辺には、畦、水路、ため池などの自然湿地ではみられない環境が存在し、水田とこれらの環境によって形成される水田水域にはドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* やトンボ類、カエル類などの様々な水生動物が生息し、繁殖している(市川, 2008). また、これらの水生動物はサギ類など様々な鳥類の重要な餌生物となるため、水田水域には多数の鳥類が生息する(Lane and Fujioka, 1998).

ところが、1960 年代以降、全国の平野部の水田では、生産性の向上や省力化を目的として大規模な圃場整備事業が展開された(中川, 2000). この事業により、特に水生動物の生息環境が激減し、全国で水田生物多様性の急速な劣化が引き起こされた(浜崎, 2007). こうした中、2008 年にラムサール条約で採択された水田決議(湿地システムとしての水田の生物多様性の向上)にみられるように、近年、生物多様性保全の場として水田の持つ役割が注目されている. それに伴い、減・無農薬化、不耕起栽培、生物の生活史に合わせた中干しの延期や不実施、冬期湛水、魚道の設置、水田落水時の避難所確保、水田脇への恒久的水域の設置など生物の生息環境に配慮した様々な農法や構造をもつ水田の導入、および検討が各地でなされている(浜崎, 2007; Washitani, 2007; 内藤・池田, 2009; 佐川 2012). これらの生物に配慮した水田の中でもとりわけ、水田の非作付期に水を張る冬期湛水農法は水田生物多様性への貢献度が非常に高い農法として、脚光を浴びている(岩淵, 2003; 牧山・塚本, 2006).

日本における冬期湛水農法の導入は、宮城県の蕪栗沼において、マガン *Anser albifrons* の越冬場所を分散させるために「ふゆみずたんぼ」として 1999 年に実施されたのが始まりであるとされている(伊藤, 2006). 蕪栗沼では、その後、マガンの生息数が増加し、カモ類やハクチョウ類などにも冬期湛水が有効となることが明らかになった(呉地, 2007). また、この頃から、冬期湛水農法は水田に生息する水生動物物の非作付期の生息場所(越冬場所)を確保することや、有機栽培、無農薬栽培、不耕起栽培などの農法と組み合わせて実施されることなどから、かつての自然湿地や湿田のような働きを持ち、水田に生息する生物の生息環境保持や復元に貢献すると考えられるようになった(栗田ら 2006; 嶺田ら, 2009). そのため、冬期湛水農法はコウノトリ *Ciconia boyciana* とトキ *Nipponia nippon* の野生復帰をそれぞれ目指す兵庫県豊岡市と新潟県佐渡島において、これらの鳥類を核としたドジョウやカエル類などの餌生物群集を含む水田環境の向上を目的に導入されている(内藤・池田, 2009; 長田, 2012). さらに、水鳥の飛来による雑草防除や施肥効果、害虫抑制効果、農作物のブランド化や補助金制度などによる営農面での利点、地下水涵養効果など、冬期湛水には生物だけでなく、水田にとっても多くのメリットをもたらす可能性がある」と指摘されている(伊藤, 2006; Washitani, 2007; 嶺田ら, 2009; 内藤・池田, 2009).

このように、水田生物多様性の保全に貢献すると考えられている冬期湛水農法であるが、それらの効果を定量的に研究した例は数少ない。そこで、本研究では、冬期湛水という水管理の影響を受けやすいと考えられる水生動物を対象として、冬期湛水農法が水生動物個体群および群集に与える効果や影響を明らかにするために、まず、野外の冬期湛水田と慣行田において水生動物群集の生息状況を比較した。次に、実験水田において湛水時期のみを操作することにより水生動物群集の生息状況が変化するか明らかにすることを目指した。また、水田に生息する水生動物の代表種であるドジョウに着目し、実験水田を用いて冬期湛水区と慣行区とでドジョウの繁殖状況に違いがみられるのかを明らかにすることを目指した。

2. 調査地と方法

2.1 野外調査

2.1.1 調査地概要

滋賀県高島市今津町の中山間部の水田地帯（北緯 35 度 23 分，東経 135 度 54 分，標高約 250 m）において調査を行った（**図 1**）。今津町の水田地帯では、冬期には積雪が多く、水はけも悪い。そのため、湿田が維持されている。水田の灌漑には、集落を流れる河川の水が利用されている。水田地帯には、3 面コンクリートの用水路が張り巡らされており、これらを伝って、河川水が水田に入り込む仕組みになっている。水田の中干し時や落水時などの排水は河川に流れ込む。本地域から、農薬や化学肥料を使用し、5 月に湛水開始する慣行田と、無農薬、有機肥料で前年の 11 月頃から湛水する冬期湛水田をそれぞれ各 1 枚ずつ調査水田に設定した（**図 2**）。各水田の農事暦については**表 1**に示した。この冬期湛水田では、水田に生息する様々な生物の暮らしや環境に配慮しながら、安全でおいしい米づくりを進める「たかしまいきもの田んぼ米」の取り組みによって 2007 年から継続的に冬期湛水が実施されていた。

2.1.2 調査方法

2012 年と 2013 年に水田の入水時期から落水時期に当たる 5 月から 8 月まで調査を行った。2012 年の調査頻度は週 1 回，2013 年の調査頻度は 2 週に 1 回であった。各水田においてペットボトル製のトラップ（2 L 容量）を用いて水生動物の採集を行った（**図 3a**）。毎調査時、各水田の畦際 4 地点にトラップを設置した。設置の際には、トラップに入った水生動物の溺死を防止する目的で、トラップの中に適量の雑草を詰め込み、トラップ全体が水中に沈みこまないようにした。トラップの誘引剤として、約 4.0 g のさなぎ粉（マルキュー株式会社）を 1 つのトラップにつき使用した。トラップの設置時間を午前 9 時前後から午後 3 時前後までの約 6 時間とした。トラップの回収時には採集された水生動物の種数と個体数を記録し、ドジョウに関しては、当年個体（調査年生まれの新個体）と越冬個体（前年以前生まれの個体）の判別を行った（**図 3b**）。計数、計測後、採集された水生動物を調査地に放した。2012 年の調査回数は慣行田で 12 回，冬期湛水田で 13 回，2013 年の調査回数は慣行田，冬期湛水田ともに 6 回となった。なお、本研究ではすべての水生動物について種同定できなかったため、これ以降、本研究で種数と記述する場合には正確には分類群数を指すことを留意されたい。

2.2 野外実験

2.2.1 野外実験の実施場所

滋賀県彦根市八坂町の水田（北緯 35 度 15 分，東経 136 度 12 分，標高約 90 m）において行った。八坂町の水田には圃場整備された大規模なものが多く，それらによって水田地帯が形成されている。今回は 3 枚の実験水田と 2 枚のライシメーター（小型の人工圃場）を野外実験に用いた（**図 4**，**図 5**）。

2.2.2 野外実験の実施方法

3 枚の実験水田では，各区の湛水時期をそれぞれ 1 月，3 月，5 月に設定し，それ以外の水田土壌や用・排水方法などの条件を同一に設定した（**表 2**，**図 4**）。また，これら 3 枚の実験水田は隣接しており，用水路が同一であったため，入水時などに水生動物が移動することが可能であった。次に，2 枚のライシメーターでも同様に湛水時期をそれぞれ 3 月，5 月に設定し，それ以外の条件については同一に設定した（**表 2**）。実験水田，ライシメーターともに中干しは実施されず，基本的に入水後から落水時まで各水田は常時湛水されていた。さらに実験水田，ライシメーターともに無農薬栽培であった。実験水田とライシメーターの湛水は給水栓によって行われた。2012 年と 2013 年とで実験水田，ライシメーターともに各区の湛水時期を入れ替えた（**図 4**）。

まず，水生動物の生息状況を比較するために，3 枚の実験水田において 2012 年に水田の入水時期から落水時期に当たる 5 月から 8 月まで週 1 回の頻度で調査を行った。毎回，各水田の畦際 20 地点にコドラート（縦 50 cm，横 15 cm，高さ 20 cm）を設置し，その中を底面の泥ごとタモ網（幅 15 cm，目幅約 1 mm）で掬い取った。掬い取った内容物をバット上に移し，その中にいる水生動物の種数と個体数を計数した。なお，この際に採集された動物プランクトンに関しては，採集対象から除外した。計数，計測後，採集された水生動物を調査地に放した。調査回数は各水田とも計 13 回となった。

また，ドジョウの繁殖状況を比較するために 2011 年の 6 月に 3 枚の実験水田のうち，最も給水栓に近い水田に八坂町周辺の農業水路で採集してきたドジョウの親魚 24 個体（オス 11 個体，メス 13 個体）を放流した。その後，ドジョウがどの水田で最も繁殖するのか確認するために，ドジョウの当年個体の採集調査（水生動物のコドラート調査と同様）を各水田で 2012 年には 5 月から 8 月まで週 1 回（計 12 回），2013 年には 5 月から 8 月まで隔週 1 回（計 10 回）の頻度でそれぞれ行った。ライシメーターにおいては，2012 年 5 月には各区にドジョウの親魚 16 個体（オス 6 個体，メス 10 個体）を，2013 年 6 月には各水田にドジョウの親魚 19 個体（オス 6 個体，メス 13 個体）を放流した。その後，各水田におけるドジョウの繁殖状況を比較するために，ドジョウの当年個体の採集調査（各水田毎回 4 地点のコドラート調査）を両年とも 5 月から 8 月まで週 1 回の頻度で行った。なお，3 枚の実験水田，2 枚のライシメーターともに放流以前にはドジョウは全く生息しておらず，他の水域からの進入は構造上不可能であった。

3. 結果

3.1 慣行田と冬期湛水田における水生動物群集の比較

2枚の水田では2年間でのべ8目12科18種2,050個体の水生動物が採集された(表3)。

2012年の水生動物の個体数は冬期湛水田(557個体)よりも慣行田(927個体)が多かった(表3)。一方、種数に関しては慣行田13種、冬期湛水田14種と冬期湛水田のほうが多かった。冬期湛水田で個体数の多かった上位5種は順にドジョウ(380個体)、アカハライモリ *Cynops pyrrhogaster* (64個体)、シマゲンゴロウ *Hydaticus bowringi* (39個体)、カエル目複数種幼生(18個体)、コシマゲンゴロウ *H. grammicus* (15個体)となった。慣行田では順に、ドジョウ(491個体)、カエル目複数種幼生(237個体)、ニホンアマガエル *Hyla japonica* 幼生(100個体)、アカハライモリ(70個体)、シマゲンゴロウ(11個体)、コシマゲンゴロウ(5個体)となった。

2013年の水生動物の個体数は2012年と同様に冬期湛水田(157個体)よりも慣行田(409個体)が多かった(表3)。一方、種数に関しては慣行田11種、冬期湛水田12種と冬期湛水田のほうが多かった。冬期湛水田で個体数の多かった上位5種は順にドジョウ(44個体)、アカハライモリ(44個体)、カエル目複数種幼生(39個体)、シマゲンゴロウ(15個体)、そしてアカネ属複数種幼虫(3個体)、ニホンアマガエル幼生(3個体)となった。慣行田では順に、カエル目複数種幼生(168個体)、ドジョウ(148個体)、アカハライモリ(39個体)、ニホンアマガエル幼生(23個体)、シマゲンゴロウ(21個体)となった。

3.2 実験水田における水生動物群集の比較

2012年に3枚の実験水田では、のべ13目26科52種26,889個体の水生動物が採集された(表4)。各水田における水生動物の個体数は多い順に5月湛水田(10,547個体)、3月湛水田(9,490個体)、1月湛水田(6,852個体)となった(表4)。種数に関しては、多い順に1月湛水田(42種)、5月湛水田(41種)、3月湛水田(38種)となった。どの水田に関しても、最も個体数の多かった水生動物がユスリカ科複数種であり、その次に個体数の多かった水生動物がコムズムシ属複数種であった。これら2種に次ぐ、個体数の多かった上位5種は1月湛水田では、順にミミズ類複数種(325個体)、コマツモムシ *Anisops ogasawarensis* (124個体)、ニホンアマガエル幼生(99個体)、アメンボ科複数種(97個体)、カゲロウ目複数種幼虫(97個体)となった。3月湛水田では順にミミズ類複数種(716個体)、ゴマフガムシ属複数種幼虫(86個体)、カゲロウ目複数種幼虫(79個体)、アメンボ科複数種(77個体)、トノサマガエル *Rana nigromaculata* 幼生(63個体)となった。5月湛水田では順にニホンアマガエル幼生(768個体)、カゲロウ目複数種幼虫(278個体)、イトトンボ亜目複数種幼虫(179個体)、アメンボ科複数種(81個体)、コオイムシ *Appasus japonicus* (71個体)となった。

各水田の水生動物の多様性を評価するために、Shannon-Wienerの多様度指数(H')とSimpsonの多様度指数($1-\lambda$)を算出したところ、 H' では、1月湛水田で最も高く、その値は2.02であった。次いで、3月湛水田の1.82、5月湛水田の1.62となった。また、 $1-\lambda$ では、3月湛水田で最も高く、その値は0.59であった。次いで、1月湛水田の0.57、5月湛水田の0.46となった。次に、各水田間の水生動物相の類似性を比較するためにユークリッド平方距離を用いたWard法によるクラスター解析を実施したところ、水生動物相は1、3月

湛水田と5月湛水田とで大きく2分された(図6)。

各水田における水生動物の種数の季節変化を図7に示した。1月、3月湛水田では調査開始時期の5月から水生動物の種数が多かった。5月湛水田では6月以降に種数が増加傾向をみせた。

3.3 野外水田、実験水田およびライシメーターにおけるドジョウの当年個体の個体数

今津町の冬期湛水田では、2012年には慣行田に比べて個体数は少なかったが、多くの当年個体が6月中旬頃から採集された(図8)。この季節変化は慣行田でも同様であった。また、個体数のピークは冬期湛水田では8月上旬、慣行田では7月下旬から8月上旬頃であった。2013年には慣行田では多くの当年個体が採集された一方で、冬期湛水田では調査時期を通して当年個体はほとんど採集されず、採集個体の大半が越冬個体であった(図8)。

八坂町の3枚の実験水田では2012年、2013年ともに5月湛水田で最も当年個体が多かった(図9)。その一方で、1月湛水田や3月湛水田では数個体の当年個体が採集されるのみであった。また、2枚のライシメーターでは、2012年については5月湛水田で14個体の当年個体が採集されたが、3月湛水田では全く採集されなかった(図10)。また、2013年については、冬期湛水田においても当年個体が採集されたが、慣行田の当年個体数に比べて少ない結果となった(図10)。

4. 考察

4.1 冬期湛水田と慣行的な湛水田における水生動物相の違い

八坂町の実験水田では、1月、3月湛水田などの冬期から湛水している水田において水生動物の多様度が高い値を示していた。また、調査開始時期の水生動物の種数は1月、3月湛水田で多く、5月湛水田ではその後しばらくしてから種数が増加し始めた。これらの結果の要因の1つとして、長期間の湛水によって早春期から多くの水生動物が水田を利用することができたことが考えられる。このように、冬期湛水には、水生動物群集の多様性を高める可能性が示唆された。

水田ごとに個体数の多かった水生動物に着目すると、八坂町の1、3月湛水田では、慣行田に比べてミミズ類が多く、1月湛水田ではコマツモムシが他の水田に比べて多かった。その一方で、5月湛水田ではニホンアマガエル幼生やイトトンボ類の幼虫が1月、3月湛水田に比べて非常に多かった。また、調査方法が八坂町と異なり、農薬の有無などの影響を無視できないが、今津町においても、冬期湛水田では非常に個体数の少なかったニホンアマガエル幼生やカエル目複数種の幼生が慣行田では多かった。さらにドジョウも冬期湛水田に比べて慣行田に多かった。湛水期間の長い冬期湛水田では、イトミミズ類の個体数が増加することはこれまでも報告されている(前田・吉田, 2009; 伊藤ら, 2011)。また、ラオスでは、コマツモムシ属の1種である *Anisops bouvieri* が淡水魚の養殖池に多数生息していること(Sano *et al.*, 2011)、島根県東部の山間部の水田地域では、コマツモムシと同じ科に属するマツモムシ *Notonecta triguttata* が水田よりもため池に多く生息していること(西城, 2002)、以上が明らかになっている。このことから、冬期湛水田は、長期間の湛水水域を好むミミズ類やため池を主な生息場所とする水生昆虫などにとって好適な生息環境となる可能性がある。その一方で、ニホンアマガエル幼生は茨城県の水田地域において冬

期湛水栽培のハス田よりも慣行栽培のイネ田に多かったという報告がある（岩田・藤岡，2006）．このように，ニホンアマガエルやその他のカエル類，ドジョウなどの一時的水域を利用する水生動物にとって冬期湛水田は必ずしも好適な生息環境とならない可能性が高い．このことに加えて，八坂町の実験水田では1，3月湛水田と5月湛水田の2グループに水生動物相が分けられたことから，冬期湛水と慣行的な湛水といった湛水時期の違いは，そこに生息する水生動物相に多大な影響を与えるものと考えられる．

4.2 冬期湛水がドジョウの繁殖に与える影響

今津町の冬期湛水田では，2012年についてはドジョウの当年個体数が多かったが，翌年には激減した．筆者らは2007年頃から今回の調査水田においてドジョウの生息・繁殖状況を調査しているが，毎年，慣行田では本研究と同様のトラップ調査でのべ150～500個体程度の当年個体が採集される一方で，冬期湛水田では，2013年のようにドジョウの採集数自体が10～30個体と少なく，かつその個体の大半が越冬個体という結果であった（田和，未発表）．そのため，2012年の結果は例年とは傾向の異なるものであった．それらを引き起こした原因について本研究では明らかにできなかったが，少なくとも，調査水田において慣行田のほうが冬期湛水田よりもドジョウの安定的な繁殖場所となっていると考えられる．また，実験水田とライシメーターにおいて湛水時期のみを操作し，他の一切の条件を同一にした野外実験においても，1月，3月湛水田などの冬期湛水田では当年個体が数個体しか採集されない結果となった．このことから，冬期湛水田はドジョウの繁殖場所として十分に機能していないと考えられる．鈴木（1983）は，ドジョウの産卵に好適な環境として，降雨期前の渇水期の存在，不純物が少なく濁りの少ない水の存在，腐泥がないことなどを挙げている．冬期湛水田には，このようなドジョウの好適な産卵場所となる条件が整っていなかった可能性が高い．また，木村・古屋（2011）はドジョウが通常の生息場所から一時的水域に移動した後に，最終成熟と排卵を引き起こすことで産卵可能となると述べており，冬期湛水田では長期的な湛水によってドジョウの産卵が誘発されにくかったことも考えられる．さらに，松井（1948）は水田でドジョウの養魚を行う際に，仔稚魚に大被害を与えるので，マツモムシ類などの捕食性水生昆虫を徹底的に取り除く必要があると述べている．冬期湛水田の水生動物相は慣行的な湛水管理の水田とは大きく異なり，コマツモムシやマツモムシなどの捕食性水生昆虫が多かったことから，ドジョウ仔稚魚は高い捕食圧下に置かれていたと推察される．以上のように，冬期湛水によってもたらされる直接的，または間接的な要因がドジョウの繁殖に負の影響を与えるものと考えられる．

5. 謝辞

野外調査における調査地の選定や正確な農事暦の確認などでは，今津町の調査地における集落の方々に多大なるご支援をいただきました．また，野外調査，野外実験を含めた水生動物の採集や種同定につきましては，滋賀県立大学環境動物学研究室の皆様にご協力をいただきました．そして，滋賀県立大学環境科学部の沢田裕一名誉教授には，本研究の計画段階から調査，解析に至るまで数々の助言をいただきました．以上の方々に心から感謝申し上げます．最後になりましたが，本研究にご助成いただいた TaKaRa ハーモニストファンズに厚く御礼申し上げます．

6. 引用文献

- 浜崎健児 (2007) 特集:作物保護と生物多様性 水田における生物多様性の保全. 植物防疫 61: 604-610.
- 市川憲平 (2008) 里地の水生昆虫の現状と保全. 環動昆 19(1): 47-50.
- 伊藤豊彰 (2006) 稲作に生物多様性をとりこむ試み—「ふゆみずたんぼ」による人・水鳥・田んぼの生き物の共生をめざして—. 科学 76: 309-313.
- 伊藤豊彰・川瀬莉奈・原 宏太・今 智穂美 (2011) 冬期湛水・有機栽培水田の土壤動物—イトミミズの生態と機能—. 土と微生物 65: 94-99.
- 岩渕成紀 (2003) 自然再生最前線 ④冬期湛水水田の意義と活用—生態系を維持しながら生産性を支える循環型技術 (特集 自然再生) — (特集 地域の多様な主体による自然再生の推進に向けて). 農村と環境 19: 50-59.
- 岩田樹・藤岡正博 (2006) ハス田とイネ田における冬期湛水の有無が作物成長期の水生動物相に与える影響. 保全生態学研究 11: 94-104.
- 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.
- 呉地正行 (2007) 水田の特性を活かした湿地環境と地域循環型社会の回復: 宮城県・蕪栗沼周辺での水鳥と水田農業の共生をめざす取り組み. 地球環境 12: 49-64.
- 栗田英治・嶺田拓也・石田憲治・芦田敏文・八木洋憲 (2006) 生物・生態系保全を目的とした水田冬期湛水の展開と可能性. 農業土木学会誌 74: 713-717.
- Lane S. J., and M. Fujioka (1998) THE IMPACT OF CHANGES IN IRRIGATION PRACTICES ON THE DISTRIBUTION OF FORAGING EGRETS AND HERONS (ARDEIDAE) IN THE RICE FIELDS OF CENTRAL JAPAN. *Biological Conservation* 83(2): 221-230.
- 前田 琢・吉田保志子 (2009) 水田の冬期湛水がもたらす鳥類への影響. 日本鳥学会誌 58(1): 55-64.
- 牧山正男・塚本尊之 (2006) 小特集 湿地としての農地管理—5 冬期湛水・不耕起栽培の技術の系譜と今後への展望. 農業土木学会誌 74(8): 23-26.
- 松井佳一 (1948) 水田養魚. 富書店, 京都.
- 嶺田拓也・小出水規行・石田憲治 (2009) 水田における冬期湛水の導入による持続的な多面的機能の発揮—宮城県大崎市仲蒨地区の生物保全機能を事例とした考察—. 農村計画学会誌 27: 335-340.
- 守山 弘 (1997) 水田を守るとはどういうことか—生物相の視点から. 農山漁村文化協会, 東京.
- 内藤和明・池田 啓 (2009) 農業生態系の修復—コウノトリの野生復帰を旗印に. (大串隆之・近藤倫生・椿宜高編) シリーズ群集生態学 6—新たな保全と管理を考える. pp 129-158. 京都大学学術出版会, 京都.
- 中川昭一郎 (2000) 基盤整備と農村環境—4.2 圃場整備と生態系保全. (自然環境復元協会編) 自然復元特集 7—農村ビオトープ—農業生産と自然との共存—. pp 70-81. 信山社サイテック, 東京.
- 長田 啓 (2012) トキ野生復帰事業の経過—事業の枠組み・推進体制を中心に—. 野生復帰 2(1): 89-102.

- 佐川志朗 (2012) コウノトリ育む環境整備の進め方. 野生復帰 2(1): 27-31.
- 西城 洋 (2002) 止水性水生昆虫の生活史における養魚水田の役割. 日本生態学会誌 52: 155-165.
- Sano K., K. Miyoshi, S. Ishikawa, N. Liepvisay, H. Kurokura (2011) Impact of Predation by Water Insects on Fish Seed Production in Lao PDR. JARQ 45(4): 461-465.
- 鈴木 亮 (1983) ドジョウ養殖の最新技術. 泰文館, 東京.
- Washitani I. (2007) Restoration of Biologically-diverse Floodplain Wetlands Including Paddy Fields. Global Environmental Research 11: 135-140.

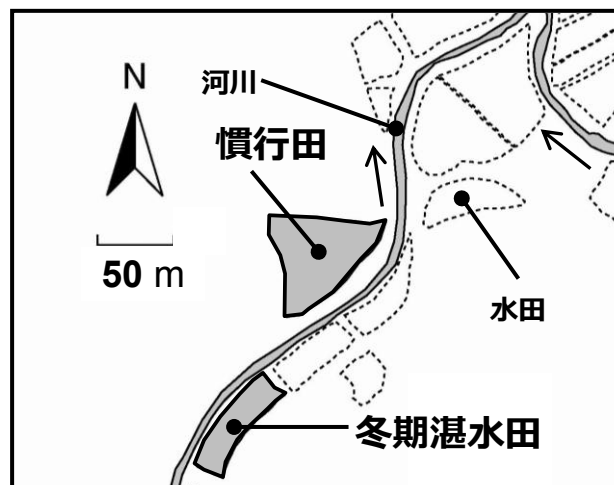


図 1. 今津町の調査水田. 矢印は水の流れを示す.

表 1. 2012 年の今津町の調査水田における農事暦. 2013 年もほぼ同様の農事暦であった.

水田	面積 [a]	湛水	田植え	中干し	落水
冬期湛水田	19.7	2011年11月	6月3日	7月上旬～中旬? [*]	9月初旬
慣行田	9.1	5月上旬	5月上旬	—	9月中旬

^{*}) 中干しは実施されたが, 水はけの悪さから多くの水域が田面に残存していた.



図 2. 非作付期にあたる早春期の調査水田のようす. **(a)** 冬期湛水田；プールのように全面が湛水されている. 冬期湛水田では前年の 11 月頃から湛水される. **(b)** 慣行田；湿田であるため，非作付期でもコンバインの軌跡に沿って水域が残る. 中干し時にも田面全体が乾くことはなく，多くの水域が残る.

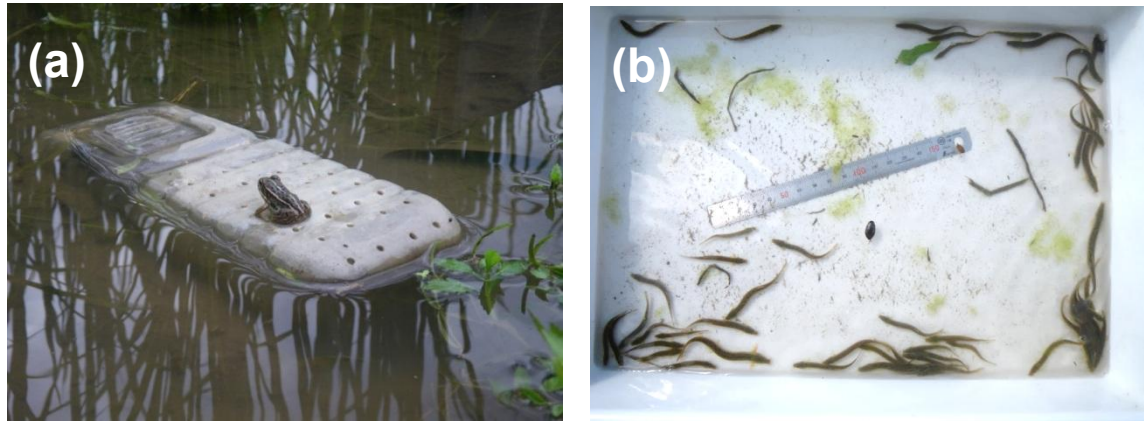


図 3. (a) 水田に設置したトラップのようす. トノサマガエルが乗っかっている. (b) トラップで採集された水生動物. ドジョウやヒメゲンゴロウがみられる.

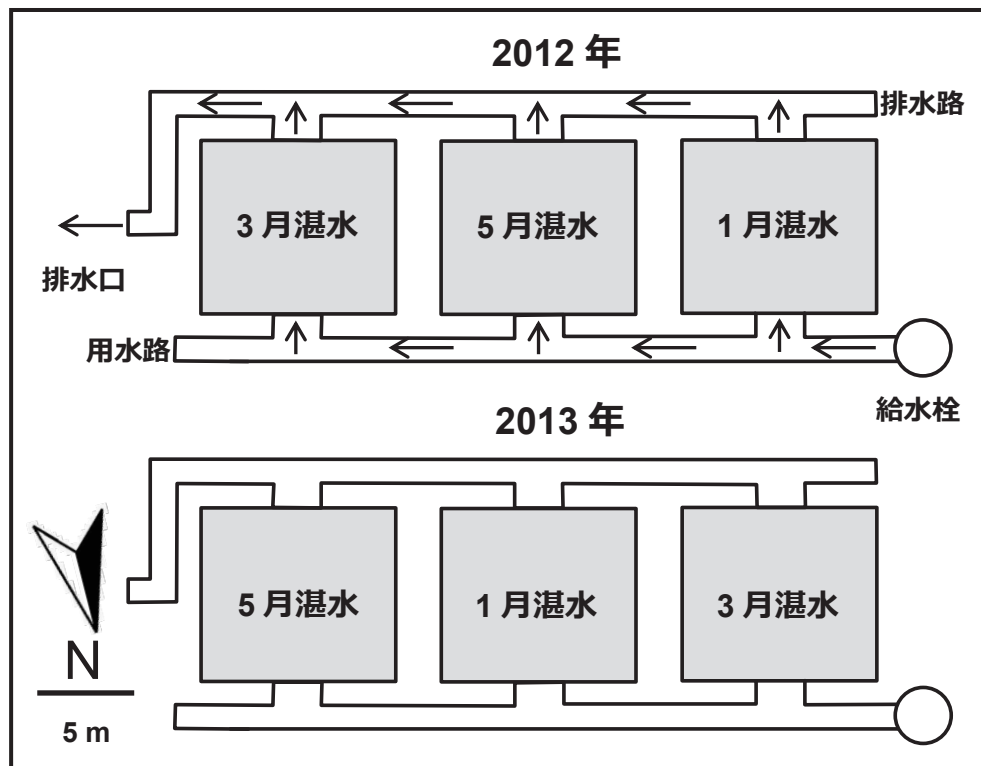


図 4. 八坂町の実験水田の略図と各年の湛水時期. 各水田の湛水時期について, 上段が 2012 年を, 下段が 2013 年をそれぞれ示す. 矢印は水の流れを示す.

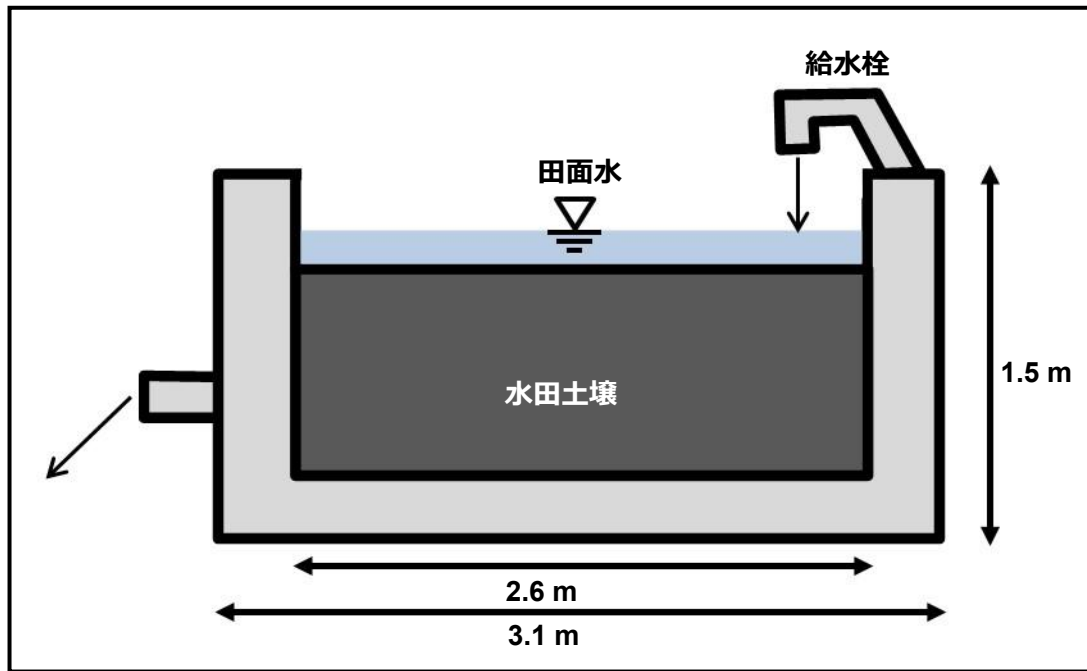


図 5. 八坂町のライシメーターの断面図。矢印は水の流れを示す。

表 2. 2012 年の八坂町の実験水田とライシメーターにおける農事暦。2013 年もほぼ同様の農事暦であった。

	水田	面積 [a]	湛水	田植え	中干し	落水
実験水田	1月 湛水田	1.0	1月 15日	5月 19日	—	9月初旬
	3月 湛水田	1.0	3月 15日	5月 19日	—	9月初旬
	5月 湛水田	1.0	5月 15日	5月 19日	—	9月初旬
ライシメーター	3月 湛水田	0.07	3月 8日	5月 25日	—	8月 30日
	5月 湛水田	0.07	5月 13日	5月 25日	—	8月 30日

表 3. 今津町の冬期湛水田と慣行田において 2012 年と 2013 年にトラップ調査で採集された水生動物のリストと個体数。括弧内の数字は調査回数を示す。

綱	目	科	種名	和名	2012年		2013年	
					冬期湛水 (13)	慣行 (12)	冬期湛水 (6)	慣行 (6)
甲殻綱	エビ目	サワガニ科	<i>Geothelphusa dehaani</i> (White)	サワガニ				1
昆虫綱	トンボ目	トンボ科	<i>Orthetrum</i> spp. (larvae)	シオカラトンボ属複数種幼虫	1	2	1	
			<i>Sympetrum</i> spp. (larvae)	アカネ属複数種幼虫				3
	カメムシ目	ミズムシ科	<i>Sigara</i> spp.	コミズムシ属複数種	6	1	2	2
	コウチュウ目	コガシラミズムシ科	<i>Haliphys sharpi</i> Wehncke	マダラコガシラミズムシ	6	1		
		ゲンゴロウ科	<i>Agabus conspicuus</i> Sharp	クロズマメゲンゴロウ	11	1	1	
			<i>Rhantus suturalis</i> (Mackeay)	ヒメゲンゴロウ	3	4	1	1
			<i>Hydaticus bowringi</i> Clark	シマゲンゴロウ	39	11	15	21
			<i>H. grammicus</i> (Germar)	コシマゲンゴロウ	15	5		2
			<i>Cybister brevis</i> Aube	クロゲンゴロウ		1	2	
		ガムシ科	<i>Hydrophilus acuminatus</i> Motschulsky	ガムシ	2	3	2	3
	トビケラ目	ホソバトビケラ科	<i>Molanna moesta</i> Banks (larvae)	ホソバトビケラ幼虫	3			
条鰭綱	コイ目	ドジョウ科	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor)	ドジョウ	380	491	44	148
両性綱	カエル目	アマガエル科	<i>Hyla japonica</i> Günther (larvae)	アマガエル幼生	8	100	3	23
		アカガエル科	<i>Rana nigromaculata</i> (Hallowell)	トノサマガエル				1
		アオガエル科	<i>Rhacophorus schlegelii</i> (Günther)	シレーゲルアオガエル	1			
			<i>Anura</i> spp. (larvae)	カエル目複数種幼生	18	237	39	168
	有尾目	イモリ科	<i>Cynops pyrrhogaster</i> Boie	アカハライモリ	64	70	44	39
				合計	557	927	157	409
				種数	14	13	12	11

表 4. 八坂町の実験水田において 2012 年に掬い取り調査で採集された水生動物のリストと個体数.

綱	目	科	種名	和名	1月湛水	3月湛水	5月湛水	
ヒル綱			<i>Hirudinokoea</i> spp.	ヒル類複数種	30	23	24	
腹足綱	基眼目	サカマキガイ科	<i>Physa acuta</i>	サカマキガイ	11	6	15	
		ヒラマキガイ科	<i>Gyraulus chinensis</i>	ヒラマキミズマイマイ	7		9	
		カワコザラガイ科	<i>Laevapex nipponica</i>	カワコザラガイ		1		
二枚貝綱	マルスダレガイ目	ドブシジミ科	<i>Sphaerium japonicum</i>	ドブシジミ		1		
貧毛綱			<i>Oligochaeta</i> spp.	ミミズ類複数種	325	716	31	
クモ綱	ダニ目		<i>Hydrachnidae</i> spp.	ミズダニ団複数種	2	3		
軟甲綱	エビ目	ヌマエビ科	<i>Atyidae</i> spp.	ヌマエビ科複数種			7	
		ミズムシ科	<i>Asellus hilgendorfi</i>	ミズムシ	1			
鯉綱	無甲目	ホウネンエビ科	<i>Branchinella kugenumaensis</i>	ホウネンエビ			1	
昆虫綱	トンボ目	Zygoptera spp. (larvae)		イトトンボ亜目複数種幼虫	13	21	179	
		イトトンボ科	<i>Ischnura</i> spp. (larvae)	アオモンイトトンボ属複数種幼虫	6	4	41	
		トンボ科	<i>Orthemum albigyllum speciosum</i> (larvae)	シオカラトンボ			5	
			<i>O.</i> spp. (larvae)	シオカラトンボ属複数種幼虫	8	10	43	
			<i>Sympetrum</i> spp. (larvae)	アカネ属複数種幼虫	6	17	15	
			<i>Pantala flavescens</i> (larvae)	ウスバキトンボ幼虫	3	1		
		カメムシ目	アメンボ科	<i>Cerriidae</i> spp.	アメンボ科の複数種	97	77	81
			マツモムシ科	<i>Notonecta triguttata</i>	マツモムシ	12	2	
				<i>Anisops ogasawarensis</i>	コマツモムシ	124		18
			タイコウチ科	<i>Laccotrepes japonensis</i>	タイコウチ	8	13	4
			コオイムシ科	<i>Appasus japonicus</i>	コオイムシ	69	55	71
			ミズムシ科	<i>Cymatia apparens</i>	ミズナシミズムシ	1		
				<i>Sigara</i> spp.	コミズムシ属複数種	1530	2703	1147
		コウチュウ目	コガシラミズムシ科	<i>Pelodytes intermedius</i>	コガシラミズムシ	9	1	6
				<i>Halplus sharpi</i>	マダラコガシラミズムシ	6	1	33
コツブゲンゴロウ科	<i>Noterus japonicus</i>			コツブゲンゴロウ		1		
ゲンゴロウ科	<i>Hydrovatus acuminatus</i>			コマルゲンシゲンゴロウ	2		1	
	<i>Hydroglyphus japonicus</i>			チビゲンゴロウ	31		23	
	<i>Laccophilus difficilis</i>			ツブゲンゴロウ	2	1		
	<i>Rhantus suturalis</i>			ヒメゲンゴロウ	13	5	16	
	<i>Eretes sticticus</i>			ハイイロゲンゴロウ		12		
	Dytiscidae sp. (larvae)			ゲンゴロウ科1種幼虫			1	
	ガムシ科			<i>Enochrus simulans</i>	キヒロヒラタガムシ	9	5	12
				<i>Helochares nipponicus</i>	コガムシ	2	18	3
				<i>Sternolophus rufipes</i>	ヒメガムシ	8	21	4
				<i>Berosus japonicus</i>	ヤマトゴマフガムシ	8	9	11
				<i>Berosus punctipennis</i>	ゴマフガムシ	2	1	2
				<i>Berosus</i> spp. (larvae)	ゴマフガムシ属複数種幼虫	42	86	6
		Hydrophilidae sp. (larvae)	ガムシ科1種幼虫			1		
	ゾウムシ科	<i>Lissorhoptrus oryzophilus</i>	イネミズゾウムシ	10		1		
		<i>Tanysphyrus brevipennis</i>	ウキクサミズゾウムシ	5		3		
カゲロウ目		Ephemeroptera spp. (larvae)	カゲロウ目複数種幼虫	97	79	278		
ハエ目	カ科	Culicidae spp. (larvae)	カ科複数種幼虫	26	62	9		
		アブ科	アブ科複数種幼虫			2		
		ミズアブ科	ミズアブ科複数種幼虫	4	2	3		
		ユスリカ科	ユスリカ科複数種幼虫	4201	5405	7642		
			Diptera spp. (larvae)	ハエ目複数種幼虫	3	2		
			<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	ドジョウ	1	3	17	
条鰭綱	コイ目	ドジョウ科						
両性綱	カエル目	アマガエル科	<i>Hyla japonica</i>	アマガエル	2	5	5	
			<i>H. japonica</i> (larvae)	アマガエル幼生	99	55	768	
		アカガエル科	<i>Rana nigromaculata</i> (larvae)	トノサマガエル幼生	17	63	9	
		合計		6852	9490	10547		
		種数		41	37	40		

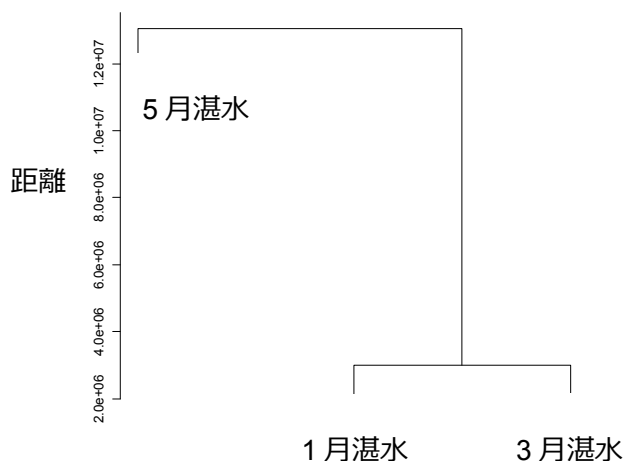


図 6. 2012 年に八坂町の各実験水田において掬い取り調査で採集された水生動物相のクラスター解析の結果を示すデンドログラム. ユークリッド平方距離に基づく Ward 法によりクラスター解析を行った.

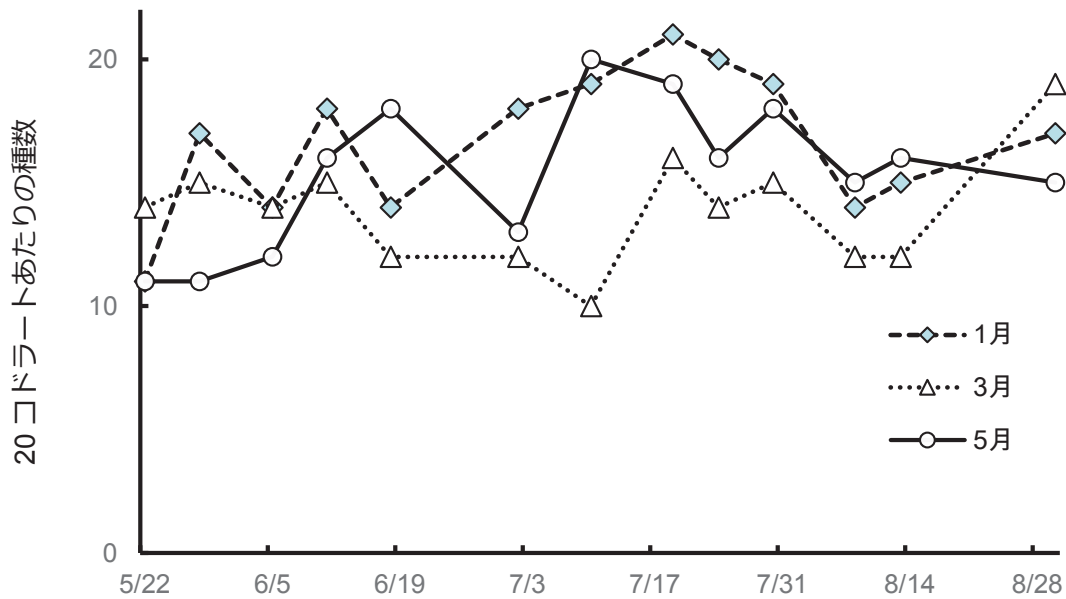


図 7. 2012 年に八坂町の各実験水田において掬い取り調査で採集された水生動物の種数の季節変化.

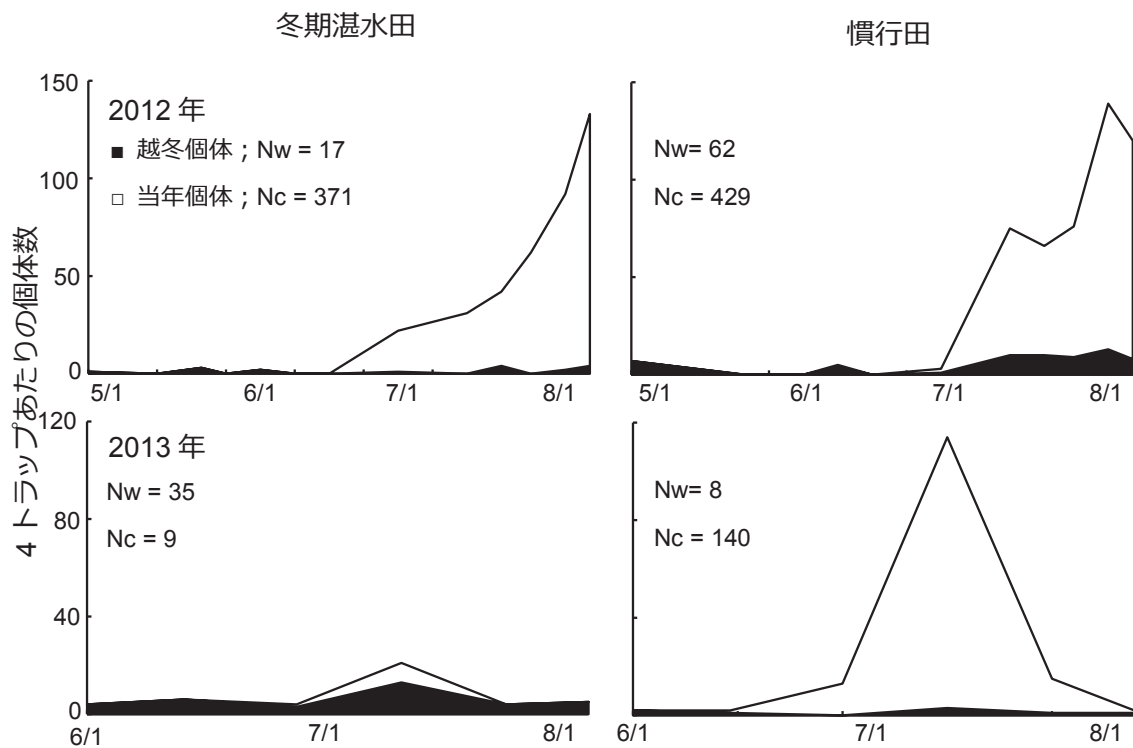


図 8. 2012 年と 2013 年に今津町の冬期湛水田と慣行田でトラップ調査により採集されたドジョウの個体数の季節変化. 黒色が越冬個体を, 白色が当年個体をそれぞれ示す. また, 上段が 2012 年の結果を, 下段が 2013 年の結果をそれぞれ示す. Nw は越冬個体の個体数を, Nc は当年個体の個体数をそれぞれ示す.

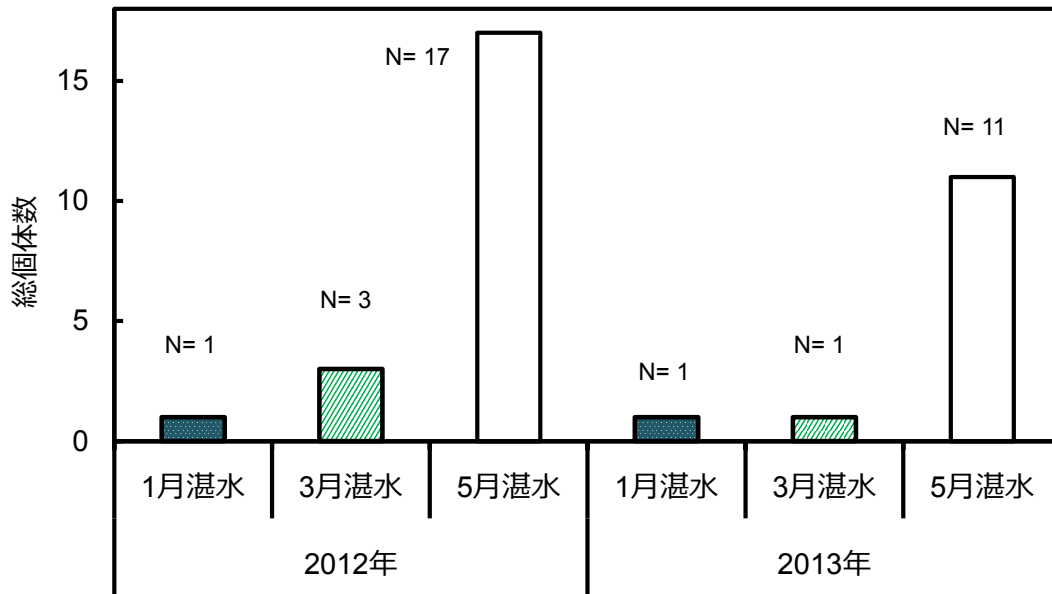


図 9. 2012 年と 2013 年に各実験水田で採集されたドジョウの当年個体の個体数. N は当年個体の個体数を示す.

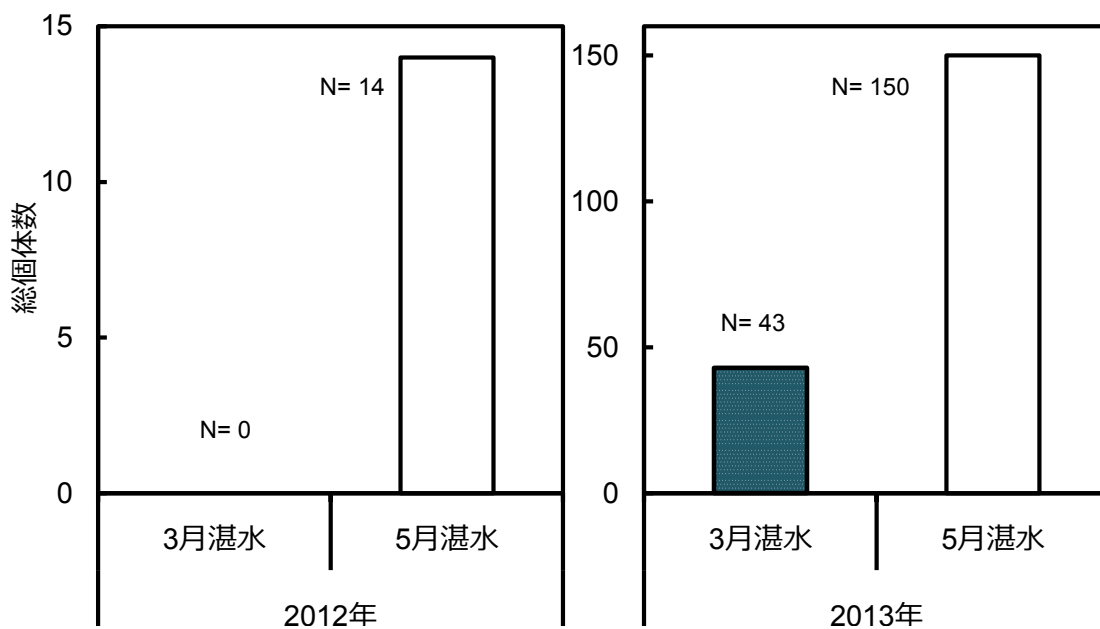


図 10. 2012 年と 2013 年に各ライシメーターで採集されたドジョウの当年個体の個体数. N は当年個体の個体数を示す.

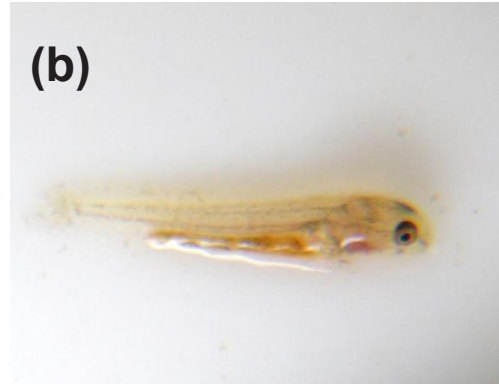


図 11. 水田に生息する水生動物の代表種. (a) ドジョウ, (b) ドジョウ仔魚, (c) アカハライモリ, (d) ニホンアマガエル, (e) コミズムシ属の 1 種, (f) マツモムシ, (g) ヒメゲンゴロウ, (h) アカネ属の 1 種の幼虫