

近畿大学田んぼビオトープに見られる水生生物

久米 幸毅**・池ノ上 竜太*・奥村 和也*・稲本 雄太**

北川 忠生***・久保 喜計***・細谷 和海***

*近畿大学農学部水産学科

**近畿大学大学院農学研究科環境管理学専攻

***近畿大学農学部環境管理学科

Aquatic organisms of the paddy biotope, Kinki University

Kouki KUME **, Ryuta IKENOUE *, Kazuya OKUMURA *,

Yuta INAMOTO **, Tadao KITAGAWA ***, Yoshikazu KUBO ***,

and Kazumi HOSOYA ***

Synopsis

Aquatic organisms in a paddy biotope were periodically observed from June to October in 2007 as an action of the "Satoyama Restoration Project", which has been implemented by the Faculty of Agriculture, Kinki University. Faunal composition and seasonal changes in the number of aquatic organisms were investigated in the biotope, which was classified into three different types of paddies and ditches. A total of 41 species belonging to 24 families, including fishes, amphibians, reptiles, shellfishes, carapaces and aquatic insects, were observed. Among them, *Oryzias latipes* and *Mauremys japonica* are listed as endangered species in the red data book of Nara Prefecture (2006). Some species, such as *Sternolophus rufipes*, *Coelostoma stultum*, *Misgurnus anguillicaudatus* and *Monopterus albus*, used paddies as reproductive and growing places, depending for almost their whole life history on paddies. The observations also clarified that *Mauremys japonica* and *Chinemys reevesii* appeared in the paddy biotope temporally for overwintering. The present study results, revealed that the paddy biotope provides favorable habitats to those aquatic organisms.

Key words: biodiversity, ecosystem, endangered species, environmental education

はじめに

近畿大学奈良キャンパスは、奈良市西端・矢田丘陵の典型的な里山の中に立地しており、敷地内には数十年前まで使用されていた棚田や溜池などが多く残っている。二次的自然である里山は、継続して管理されなければ維持できない環境であるため、長年にわたって放棄されてきた敷地内の棚田や溜池は荒廃が進行していた。そこで、これらの環境を修復、復元し、里山の姿を取り戻す里山修復プロジェクトが発足した。里山修復プロジェクトは、棚田や溜池を中心にビオトープを整備し、敷地内には、棚田ビオトープ、湿地ビオト-

ープ、調整池ビオトープなどがあり、敷地から少し離れた田園地帯には田んぼビオトープがある。これらのビオトープは単に修復し、整備するのではなく、事前にどのような生物が生息していたのか、修復過程において生物相がどのように変化していくのかについて、継続的に調査、観察していく事が重要な意味をもつ。また、これらの調査、観察に加え、里山学講座、観察会の開催や地域の小学生と共同で代掻き、田植え、かかし作りなど体験学習も実施し、さらに学生の実習の場としても活用するなど、環境教育の面でも充実した総合的なプロジェクトを展開している¹⁾。

筆者らは、その活動の一環として田んぼビオ

トープにおける水生生物の調査を行なった。田んぼビオトープは水田を中心いくつかのハビタット（生息場所）から構成されており、耕起・代掻き・田植え・水管理・稲刈りなどの人為的攪乱により複雑な環境を形成し、それに適応した多様な生物が生息している。

また、水田は水深が浅く、高水温になるため水生生物の餌量となるプランクトンやベントスも豊富に発生する。さらに、田植え前後は水面が開けているが、水稻が生育するにつれて開水面が減少し、被植率が増加していく。このように水田周辺環境は時間的・空間的に多様なハビタットが存在し、生物にとって非常に重要な場所となっている。しかし、水田周辺環境にこのような役割があることは深く認識されておらず、圃場整備事業によって農業の生産効率を上げるためだけの整備が行われ、環境面への配慮が欠けていたことから生物多様性が失われつつある。近年になり、ようやく水田の多面的機能が注目され始め、特に、水田が固有の生態系を育む生物多様性涵養の場であることが見直され始めた。そうしたことから、現在では環境保全型農業や水田の生物を保全する取り組みなどが盛んになってきているが、効果的な保全策は検討されておらず、さらに実証的かつ定量的データも不足しているのが現状である。

そこで、本調査では、田んぼビオトープにおいて生物相全体の季節的变化、および個々の生物のハビタット利用状況を調査した。

調査概要

田んぼビオトープの概要

近畿大学田んぼビオトープは2006年8月に整備され、田園地帯の中で道路、民家、休耕田に囲まれた場所に位置している（図1）。周囲の水田は近くを流れる富雄川を水源としているが、整備前の田んぼビオトープは、水源が天水のみであることから稲作の生産性が不安定だったため、休耕田として放棄されていた。整備後は水中ポンプを用いて地下水を汲み上げることで安定的な水源を確保した。

水生生物のハビタットの特性に着目すると、田んぼビオトープは、水田（PF：Paddy Field）、小川（Cr：Creek）、排水路（D：Ditch）、池（P：Pond）、泥土手（MB：Mud Bank）、堆肥山

（CP：Compost pile）に分類される（図2）。さらに、水田は温水路（HD：Heat Ditch）のある湛水田（PF1：5.4×8.8m）、PF1より面積が約1.5倍の湛水田（PF2：7.3×9.7m）、乾田（PF3：5.4×13.0m）の3種類の異なる水田がある。湛水田とは農閑期も水を張る水田ことであり、乾田とは、湛水田と逆に水を張らない水田を意味する。温水路は地下水が常時15℃前後と熱帯性起源の稲には水温が低すぎることから、地下水を温めるために設置した。また、水田よりも深さがあるため、水田が干上がった際に生物の避難場、越冬場としても利用できるようにしたものである。ハス・クワイ田および溜池（P1・P2）はそれぞれ、他の水田や用水路とは独立した環境となっている。小川は、水中ポンプで汲み上げた地下水を水源とし、各水田へ水を流し、最後は排水路へ流れるようになっている。排水路は、コの字のように田んぼビオトープを囲んでおり、各水田の排水、小川の水を受け止めている。



図1. 田んぼビオトープの位置

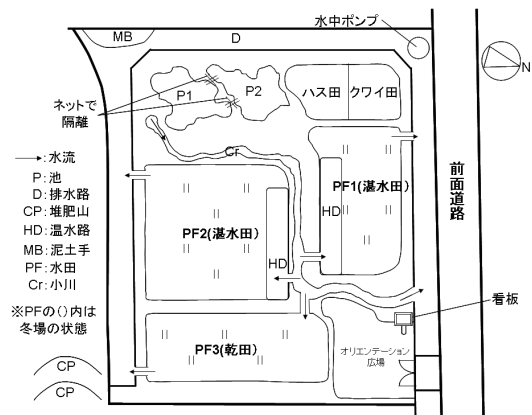


図2. 田んぼビオトープにおけるハビタット（生息場所）区分

農事暦

PF1、PF2においては2006年12月から常時水を張る湛水田の状態にし、PF3は5月3週目に水入れを行なうまで乾田の状態を維持した。代掻きは6月1週目に行ない、田植えは6月2週目（近畿大学農学部3年生対象）と3週目（富雄南小学校5年生対象）の2回に分けて実施した。また、7月4週目から8月2週目まで中干しを行ない、その後、稲刈り前の9月4週目まで湛水状態を維持した。

調査方法

調査は、PF1、PF2、PF3、排水路の4つのハビタットを中心に、田植え直後の2007年6月15日から稲刈り前の落水を行なう10月12日まで実施した。方法は2人で30分間ずつ、稚魚ネットを用いて採集し、種、個体数をカウントした。カウント後、採集した生物は元の場所へ放流することを原則とし、1種につき最低1個体は標本にするため持ち帰った。標本は魚類については10%ホルマリン、その他の水生生物については70%エタノールで固定した。また、現地で同定できなかった種については同じく1種につき最低1個体のみ持ち帰り、同定した。そして、これらの結果からShannon-Weaverの多様性指数H'を用いて多様性を求めた。さらに、水温、及び水質の5項目（pH・DO・COD・NH₄・PO₄）を測定した。

結 果

調査の結果、田んぼビオトープにおいて、3門6綱15目24科41種の水生生物が確認された。以下に出現した水生生物の一般的事項について詳細を示した。続いて、ハビタット別の水温および水質の季節変化、さらに出現生物と種多様性指数の季節変動について記述した。

魚類 Fishes

メダカ科 Adrianichthyidae

1. メダカ *Olyzias latipes* (図版 1-1)

本種は日本で一番小さな淡水魚で、最大全長4cmになる。北海道を除く日本各地に分布していたが、近年北海道でも移殖による分布が確認されている²⁾。主に、平地の溜池や湖、水田や水路、河川の流れが緩やかなところに生息し、集団

で行動することが多い。本種は、日本淡水魚のうち、最もなじみの深い魚のひとつで、里山のシンボルフィッシュでもある。しかし、農薬の使用、カダヤシなどの外来魚、水路の護岸や水田と水路との落差によって生息場所が奪われ、1999年環境庁レッドリストでも絶滅危惧Ⅱ類に指定されるなど絶滅が危惧されている。また、奈良県版レッドリストにおいても、希少種に位置づけられている^{3,4)}。田んぼビオトープでは主に用水路で観察されるが、水田内へ遡上する親魚も確認された。そのため、水田内で産卵し、仔稚魚が水田内や温水路でも確認されている。

ドジョウ科 Cobitidae

2. ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*

(図版 1-2)

本種はほぼ日本全国に分布しており、全長は12cmほどになる雑食性の淡水魚である。水田や湿地と周辺の細流にすむ。平野部を中心に生息するが、圃場整備されていない水田が近くにあれば、かなり上流域にも分布する。西日本での産卵期は6～7月であり、水田周辺では、代掻きと同時に周囲の用水路から水田に遡上する。この時、まだ卵は成熟しておらず、遡上後、水田で何日か過ごした後、成熟し夜間に産卵する⁵⁾。田んぼビオトープにおいても、6月11日をはじめ何度も水田内で稚魚が確認されていることから、親魚が遡上し、繁殖、産卵したものと考えられる。

ハゼ科 Gobiidae

3. トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR

(図版 1-3)

全長7cmになり、琉球列島を除く全国の淡水湖と汽水湖、およびその流入河川に生息する。海に直接注ぐ河川にも見られるが、その川の勾配は多くの場合、極端に緩い。なお、現在では琵琶湖からアユなどの各種の放流用種苗に混入して、上記の特徴を持たない河川にも定着している。本種は、同属の他種が生息できないような石や礫が皆無の水域にも多くいて、泥の塊に卵を産みつけている⁶⁾。本種は本来の生息場所とは異なる田んぼビオトープ内の排水路においても確認されているが、これは富雄川から付近のコンクリート水路を遡上してきたものと考えられる。

タナウギ科 Synbranchidae

4. タウナギ *Monopterus albus* (図版 1-4)

関東地方以南の本州と、沖縄県が自然分布の範囲とされるが生息の確認は少ない。近畿地方では分布域が拡大しているが、これは淀川、大和川、紀ノ川の分水嶺的な地域である宇陀地方に、朝鮮半島から本種が持ち込まれたことによるものと考えられている。近年その他の地域からも採集されているが、繁殖しているか否かは不明である。湿田内でトンネルを掘り、流れ込むケラ、ヒルなどを捕食する。乾田では、時に、1～2m 下から数個体が同時に掘り出されることもある。産卵期は6月～7月で、卵数は500個以下とされる。雌から雄への性転換を行なうことが知られており⁷⁾、田んぼビオトープにおいては、耕した時に数個体確認され、7月5日には生後1ヶ月前後の稚魚が30個体確認されたことから、繁殖しているものと思われる。

両生類 Amphibians

アマガエル科 Hylidae

5. ニホンアマガエル *Hyla japonica* (図版 1-5)

日本各地に分布しており、海岸付近から市街地の植え込みや公園、草原から高山帯付近まで幅広く生息している。背中に黒い斑紋が出ることもあるが、滑らかで突起物はほとんどない。緑色や灰褐色の体色をしていることが多いが、周囲の環境によって灰色から緑色へあるいはその逆へと体色を変えることができる。指には吸盤が発達しており、地上から草木の上までと活動場所は多様である⁸⁾。産卵は田んぼや湿地、池沼の浅場、水溜りなどの止水域で行なわれ、少数ずつの卵塊を何回にも分けて産卵し、卵塊は稲などに付着して、2日ほどで孵化する⁹⁾。田んぼビオトープにおいては、5月31日に初めて発見されたが個体数は少なく、繁殖も確認されなかった。

アカガエル科 Ranidae

6. トノサマガエル *Rana nigromaculata* (図版 1-6)

関東地方、仙台平野を除く本州、四国、九州、に分布する。体長は38～94mm、雌は雄よりも明らかに大型になる。体色は雌雄で異なり、雌は緑色から茶褐色までさまざまなバリエーションが

あるが、雌は灰褐色である。日本の田んぼを代表するカエルで、生活環も田んぼと密接に結びついている。主な餌はイナゴのようなバッタ類や、イチモンジセセリなどの害虫、小型のカエル、ミミズなどであり、近年では圃場整備などの影響で個体数が減少している。繁殖期は4月～6月で、田んぼに水が入ると直ちに繁殖行動が始まる場合が多い¹⁰⁾。

7. ヌマガエル *Rana limnocharis limnocharis* (図版 1-7)

本州中部以西、四国、九州、先島諸島を除く南西諸島に分布する。体長は29～55mmで体色は暗灰色～灰褐色、背面はまばらな隆条突起と小さな顆粒状突起で覆われている。背側線はないが、背側線をもつ個体もある。腹面は白く、雄は喉に鳴嚢をもち、黒っぽい斑紋を呈することがある。主に小昆虫を捕食する。繁殖期は4月～8月で、産卵場所は水田や沼の浅い部分や雨の水溜りなどである。本種のおタマジヤクシは、高温に強い耐性を備えている¹¹⁾。田んぼビオトープに現れるカエルは本種が圧倒的に多く、繁殖およびおタマジヤクシも本種のみが確認できた。

爬虫類 Reptiles

バタグールガメ科 Bataguridae

8. ニホンイシガメ *Mauremys japonica* (図版 2-1)

日本固有種の本種は、本州、四国、九州およびその周辺の島嶼に分布する。甲長は13～20cmで、背甲の中央に1本の線状の隆起(キール)があるが、幼体では3本存在する。背甲は黄土色～黄褐色で腹甲は黒色である。また背甲の後縁部はノコギリの歯のようにギザギザしている。山麗の池沼や水田、河川では上流から中流にかけて見られる。食性は雑食で、魚やザリガニなどの甲殻類、水生昆虫、水草などなんでも食べる。産卵は6～7月で、田んぼの畦や畑、河川の土手などで行なわれることが多い¹²⁾。近年の河川改修や堰堤などの工事、水路の三面コンクリート化などでカメの移動が困難になり、全国的に数が減少している¹³⁾。そのため、環境省のレッドリストでは情報不足種、奈良県版レッドリストでは絶滅危惧種に指定されている^{14,15)}。

9. クサガメ *Chinemys reevesii* (図版 2-2)

本州、四国、九州およびその周辺の島嶼に分布する。主に平地の河川や池沼に生息し、それに続く水田や水路にも見られる。甲長は18～25cmで、背甲には3本の発達した線状の隆起（キール）がある。側頭部には黒い縁取りのある黄色い断続的なストライプや斑紋がある。老齢の雄個体は真っ黒になりそれらの模様は消失する。食性はイシガメに同じく雑食性で、産卵は6～8月に畦などで行なわれる¹⁶⁾。ペットとしての需要もあり中国からの輸入個体が野外に逸出することで、交雑による遺伝的汚染などの問題も起こっている¹⁷⁾。

甲殻類 Crustacean

テナガエビ科 Palaemonidae

10. スジエビ *Palaemon paucidens* (図版 2-3)

体長50mmほどで透き通った体に黒い縞が入る。大きさや体色、卵のサイズなど変異の幅が非常に大きい。全国の河川の汽水域から上流域、池沼、湖などに生息し、田んぼ周辺の水路などでも見られる¹⁸⁾。田んぼビオトープにおいては、はじめは全く確認されなかったが排水路において、8月以降から少数ではあるが確認され始めた。周囲の水路や溜池では多く見られるため、移動してきたものと考えられる。

アメリカザリガニ科 Cambaridae

11. アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (図版 2-4)

外来種の本種は、1930年頃、養殖用ウシガエルの餌生物としてニューオリンズから移殖され、野外に分散した後は瞬く間に全国各地に広がった。体長は80～120mm、全国の田んぼ、水路、河川中～下流域などあらゆる場所に見られる。水質の悪化に強く、都市の川や池、排水路などにも生息し、水が干上がるような環境でも、横になって鰓から直接空気を取り込むことが出来る。地表が乾くと泥に穴を掘り、再び水が満ちるまで潜っている。食性は雑食性で、死んだ魚のような動物性のものでから抽水植物の根のような植物性のもので何でも食べる。田んぼでは植えたばかりの種苗を食べる厄介者でもある。田んぼやビオトープのような閉鎖的な水域であれば、アメリカザリガニによって、かなり高い捕食圧が水草をはじめと

する様々な在来の生き物にかかる¹⁸⁾。田んぼビオトープにおいても排水路、水田、小川などの多くの場所でアメリカザリガニの繁殖が確認されており、個体数はかなり増加している。

カイエビ科 Cyzicidae

12. カイエビ *Caenestheriella gifuensis* (図版 2-5)

体長は8～10mm、カブトエビやハウネンエビに近縁な種だが、二枚貝のような甲殻をもつため貝甲目というグループに属している。本種は、カブトエビとともに絶えず水底の泥をかき分けるように移動し、水を濁すため雑草の光合成を阻害するため、田んぼの除草に役立つともいわれている。寿命は約1ヶ月で、耐久卵を産む²⁰⁾。田んぼビオトープではPF3で、少数確認されたのみであった。

ハウネンエビ科 Chirocephalidae

13. ハウネンエビ

Branchinella kugenumaensis (図版 2-6)

体長は10～15mmほど。名前は豊年満作の「豊年」で、本種が多く見られた年は豊作になるという言い伝えからつけられたものである。生息している場所により、緑を帯びた個体、青みを帯びた個体などと色彩が異なる。田んぼでは腹を上にして盛んに泳ぎ回る。体型は細く円筒型で甲殻をもたないため、分類上は無甲目というグループに属し、カブトエビやカイエビなどと同じく耐久卵を産む。近年ではハウネンエビがみられる田んぼは、減少しており²¹⁾、田んぼビオトープでも、カイエビと同じく数個体確認されたのみであった。

貝類 Shellfish

カワニナ科 Pleuroceridae

14. カワニナ *Semisulcospira libertina* (図版 2-7)

殻高は20～50mm。殻の表面には弱い隆起模様があるが、それ以外は目立つ特徴はみられない。広い範囲に分布し、殻の色や形には変異が著しい²²⁾。本種は清流にすむと思われがちであるが、実際はある程度の有機物がある富栄養化した河川や水路に多い。また、ゲンジボタルの幼虫の餌となる巻貝として知られており、各地で行なわれてい

るゲンジボタルの繁殖促進の試みにともない各地で個体数を増やす試みが行なわれている。田んぼビオトープにおいては、11月に本種を付近の水路から、小川へ移殖したが定着しなかった。しかし、8月頃に付近の水路からビオトープ内の用水路に上がってきて、今では、小川と排水路に多く定着している。

モノアラガイ科 Lymnaeidae

15. ヒメモノアラガイ *Fossaria ollula*

(図版 2-8)

殻高は10～15mm、殻幅8mm前後の卵型～楕円形で殻口が殻高の六割ほどを占める。殻色は薄黄色～黄褐色で多少の透明感と艶があるが生時は灰色の軟体部や軟体部の黒色斑が透けて、模様のように見える上、泥などで汚れている事が多いため全体として黒っぽく見える。繁殖は通年行われ、他のモノアラガイ科の種と同様に雌雄同体で他個体と交尾後、寒天質の卵塊を水草やコンクリート上などに産み付ける。また、餌は藻類や水草等を食べる。田んぼでは泥の上をはっている事が多いが、溝や水路などにも見られ、場所によっては優先種となっていることもある。また、ヘイケボタルの幼虫の重要な餌である²³⁾。田んぼビオトープでは、PF3に数多く見られた。

サカマキガイ科 Physidae

16. サカマキガイ *Physa acuta* (図版 3-1)

殻高は10～15mm。ヨーロッパ原産の外来種で、三面護岸の水路やコンクリートで囲まれた池など、人工的な環境に多く見られる。巻き貝は右巻きが普通だが、本種は左巻きに巻く貝である。殻は透明感のある黄色から飴色で、触角は細長いひも状である。日本へは1935～40年頃に水草の輸入に伴い持ち込まれたと考えられている。本種の分布は北海道から沖縄まで全国に及ぶが、日本はもとより世界各地に分布を拡大した世界分布種、いわゆるコスモポリタン種である。繁殖力が旺盛で、透明なゼラチン質の卵を水草やコンクリート上に産み付ける²⁴⁾。ヒメモノアラガイ同様、ヘイケボタルの幼虫の餌となる。田んぼビオトープでは、PF1、PF2、排水路で多く見られた。

タニシ科 Viviparidae

17. マルタニシ *Cipangopaludina chinensis*

(図版 3-2)

殻高は通常40mm前後だが、60mmに達するものも見られる。殻の周縁は丸みを帯び、殻の表面には小さな穴の痕が列状に多く見られる。これは微細な毛束が抜け落ちた後に出来たものである。また、タニシ科の仲間は本種も含め育児嚢で稚貝を育てる卵胎生であることが知られている。本種は平野部などに多く生息し、湿地、溜池、小川などでも見られる。しかし、近年は水質の悪化をはじめ、圃場整備、乾田化により極端に数が減少し、環境省レッドデータブックでは準絶滅危惧種となっている²⁵⁾。田んぼビオトープでも確認されたのは数個体のみであった。

昆虫類 Insecta

トンボ科 Libellulidae

18. シオカラトンボ

Outhetrum albistylum speciosum (図版 3-3)

成虫の体長は48～57mm。日本で最もなじみが深く、知名度も高いトンボで、田んぼを生息地としているトンボの代表種である。羽化してまもなくの体色は雌雄ともにくすんだ黄色地に黒い模様だが、雄は成熟するにつれて腹部がうっすらと青白くなる²⁶⁾。様々な環境に進出するパイオニア種としても知られており、ビオトープなどを造成した直後から観察される種である。

幼虫の体長は20mm前後で、抽水植物の根際や植物性沈積物の陰に隠れたり、柔らかい泥の中にもぐって生活している²⁷⁾。

19. ショウジョウトンボ

Crocothemis servilia mariannae (図版 3-4)

幼虫の体長は、41～53mmでアキアカネよりひと回り大きい。成熟したオスは全身が深紅に染まるが、アカネ属ではなくショウジョウトンボ属に分類される。

体に斑紋はなく、羽化後しばらくは雌雄ともにオレンジ色だが、雌は成熟するとくすんだオレンジ色になる。4～11月に溜め池や、溜め池と田んぼがつながっているような場所で見られる。幼生は体長18～21mmほどの淡褐色から濃褐色のヤゴで、深い水域を好み、冬季は幼虫のまま越冬する²⁸⁾。

ヤンマ科 Aeshnidae

20. ギンヤンマ *Anax parthenope julius*
(図版 3-5)

成虫の体長は、71～81mm。複眼と胸部は黄緑色で腹部第3節の下部が銀白色で、それが名前の由来であるが、雄では腹部の基部が鮮やかな青色になる。4～10月、主に平野部の開けた池沼やため池などで見られるが、田んぼでも雄が縄張りをつくっていることがある。幼虫は紡錘形で体長は50mm近くにまで成長し、越冬も幼虫期に行う²⁹⁾。また、幼虫期の大半を沈水植物の茂みにつかまり生活することが知られている³⁰⁾。

イトトンボ科 Coenagrionidae

21. アオモンイトトンボ *Ischnura senegalensis*
(図版 3-6)

体長は、31～36mmほどで本州東北部から沖縄にかけて分布する。海岸に近い地域に多く生息しており、汽水域に生息しているものも多数見られる。このため、環境省のレッドデータブックにおいて絶滅危惧Ⅰ類に指定されているヒメマイトトンボとしばしば競合し、保全上の問題となる場合もある³¹⁾。羽化した後も水辺から離れることがないため、同じ場所で未成熟個体から成熟した個体まで、さまざまな成熟過程の個体が一緒に暮らしているのを見ることができる³²⁾。また、メスに2型が生じることが知られており、幼生は淡褐色から緑褐色をした体長15～18mmほどのヤゴで、抽水植物の根際や浮葉植物・沈水植物の茂みに潜んで生活している³³⁾。

タイコウチ科 Nepidae

22. ミズカマキリ *Ranatra chinensis*
(図版 3-7)

体長は40～45mm。体型は円筒形で細長く、脚も細長い。尾端には体長と同じか、やや長い呼吸管をもつ。体型や前肢の形状がカマキリに似ているのでこの名がある。田んぼ、放棄水田、水路、池沼、河川など様々な水域で見られる³⁴⁾。形態からも想像できるように肉食性で、他の昆虫や小魚、オタマジャクシなどを餌としている。また、越冬と繁殖を一時的な水域と恒久的な水域で使い分ける可能性も示されている³⁵⁾。田んぼビオトープでは、PF1で1個体見つかったのみである。

アメンボ科 Gerridae

23. アメンボ *Aquarius paludum paludum*
(図版 3-8)

体長は9～12mm。体は黒褐色で細長い。名前は捕らえると飴のような甘い匂いを発することと細長い体型に由来する。餌は主に落下昆虫の体液で、餌が少なくなると飛んで移動する^{36,37)}。田んぼビオトープではポンプ付近に多く見られた。

24. ヒメアメンボ *Gerris latiaabdominis*
(図版 4-1)

体長は9～12mm。体は黒褐色でアメンボよりも小型でより原始的な種である。田んぼや休耕田、池沼、河川の淀んだ場所などに生息する。脚の先端の感覚毛で水面に落ちた昆虫などの振動を感知して捕らえ、体液を吸う³⁶⁾。田んぼビオトープではアメンボと同じく、ポンプ付近に多く見られた。

25. ヒメイトアメンボ *Hydrometra procera*
(図版 4-2)

体長は7.5～10.5mm。アメンボというよりもナナフシのような形態で、複眼は長い頭部の中程につく。田んぼや放棄水田、池沼の岸際に生える植物の間などに見られ、あまり開けた場所には出てこない³⁶⁾。田んぼビオトープでは、畦際などに多く見られた。

カタビロアメンボ科 Veliidae

26. ケシカタビロアメンボの1種
Microveliinae sp. (図版 4-3)

この仲間は、現在までに17種が報告されている。田んぼや休耕田、小さな池などで群れている。ケシカタビロアメンボは体長1.5～2mmと小さく、前胸背が横に広く角張っている³⁶⁾。田んぼビオトープにも多く生息しているが、サイズが小さすぎるので、稚魚ネットによる調査ではあまり採集されなかった。

マツモムシ科 Notonectidae

27. マツモムシ *Notonecta triguttata*
(図版 4-4)

体長は11.5～14mm。体は厚く盛り上がり、長い卵型である。前方の2対の脚は短く、餌を捕らえるのに用いる。後脚は長く遊泳毛があり、光源

に対して背面を向けて定位する習性があるため、普段は水面に腹側を向けて仰向けに泳ぐ。腹部末端、脚には細かな感覚毛があり、水の振動を受けて捕食行動に移り、主にミズムシやユスリカの幼虫などを捕食する。田んぼや溝、水路、池沼などに見られる。冬季には水中の中層に群れ、越冬する姿を見かける³⁸⁾。田んぼビオトープでは、水路をはじめ様々な場所に生息している。

28. コマツモムシ *Anisops ogasawarensis*

(図版 4-5)

体長は5.8～7.2mmとマツモムシよりもひと回り小さく、ほっそりとしている。池沼、用水路、用水池、水路などの止水域に普通に見られ、ときに群生し、中層部で浮遊する³⁹⁾。田んぼビオトープでは、用水路で群れになって泳いでいるところがよく観察された。

ミズムシ科 Corixidae

29. チビミズムシ

Micronecta (Basileonecta) sedula (図版 4-6)

体長は2.8～3.1mm。淡褐色で、頭部は黄褐色。前翅には断続的な4本の暗褐色縦条があるが、太さには変異が多い。平地の池沼に生息する⁴⁰⁾。

30. マルミズムシ *Paraplea japonica*

(図版 4-7)

体長2.3～2.6mm。体型は丸みを帯び、眼は赤い。水草が多い浅いところを好み、背を下にして泳ぐ。池沼、水田、用水池などの開放的な止水域に棲むが、ときに河川(静水部)にも見られ、水際付近の浅瀬に群生することがある⁴¹⁾。田んぼビオトープではあまり多く見られず、4個体のみが確認された。

31. コミズムシ *Sigara substriata* (図版 4-8)

体長5.5～6.5mm。体は長細い楕円形、眼は大きく、よく目立つ。前胸背は薄黄色で黒い9本のラインが入る。西日本には普通に見られるが、東日本では分布が局所的で比較的少ない⁴²⁾。田んぼビオトープにおいては調査の際、毎回必ず採捕でき、田んぼビオトープで確認された全生物のなかで本種は個体数が1番多かった。

ゲンゴロウ科 Dytiscidae

32. ハイロゲンゴロウ *Eretes sticticus*

(図版 5-1)

体長は9.8～16.5mm。背面は灰色よりも黄褐色の強い個体が多い。黒褐色の細かな点と暗褐色の斑が比較的目立つ。田んぼ、休耕田、水溜まり、プールなどさまざまな水域に見られ、ゲンゴロウ科の他種が見られないような汚れた池や海辺にできた小さな溜まりなどにも生息する。水面から直接飛翔したり、水中で翅を広げる行動も報告されており、他のゲンゴロウに比べると生態的にかなり特異的な面をもっている⁴³⁾。田んぼビオトープにおいては7月～8月の3週にわたって確認された。

33. コシマゲンゴロウ *Hydaticus grammicus*

(図版 5-2)

体長9～11mm。卵型の体型で、光沢がある背面の中央に太い黒色縦条が目立つ。それに沿って細い黒色の縦条と点刻が入る。北海道から九州に分布し、田んぼではよく目にするゲンゴロウで放棄水田、湿地、池沼などにも見られる⁴⁴⁾。田んぼビオトープでは6月および9月～10月に確認され、7月、8月の暑い日には見かけられなかった。

34. ホソセスジゲンゴロウ

Copelatus weymarni (図版 5-3)

体長は4.6～5.5mm。細長い楕円形の体型で、上翅に6条の点刻溝がある。田んぼや放棄水田、湿地、水溜まりなどの止水に普通に見られる。似た種が多く、雄の交尾器であるゲニタリアの形状で同定する⁴⁵⁾。田んぼビオトープでは7月に1個体が確認されたのみであった。

35. コウベツブゲンゴロウ

Laccophilus kobensis (図版 5-4)

体長3.5mm前後。上翅は褐色で縦条線が中央付近でややぼける。本州から琉球列島にかけて分布するが、個体数は多くない⁴⁶⁾。田んぼビオトープでは10月に2個体が確認されたのみである。

ガムシ科 hydrophilidae

36. コガムシ *Hydrometra procera* (図版 5-5)

ガムシが体長33～40mmであるのに対し、本

種は体長16～18mmとずっと小型である。黒色で肢は赤褐色、前翅には顕著な点刻がある。北海道から九州にかけて分布し、中国大陸からも記録がある⁴⁷⁾。平野部の田んぼや池沼などの水草の生えているような水際を好み⁴⁸⁾、田んぼビオトープでは、9月に1個体確認されたのみである。

37. ヒメガムシ *Sternolophus rufipes*
(図版 5-6)

体長は9～11mmで、脚はやや赤みがある。コガムシよりも小型で、体型はより細長い。本州以南に分布し、田んぼや休耕田などの水溜まり、池沼などの止水域にもっとも普通に見られる⁴⁹⁾。稲刈り後の小さな水溜まりなどにまとまって見られることもある⁴⁸⁾。田んぼビオトープにおいては、春先、および8月～10月にかけて頻繁に確認された。

38. ヒラタガムシ *Enochrus thomson*
(図版 5-7)

一般的な生態は他のガムシと近いと思われるが、詳細は不明である。

39. キイロヒラタガムシ *Enochrus simulans*
(図版 5-8)

一般的な生態は他のガムシと近いと思われるが、詳細は不明である。

40. セマルガムシ *Coelostoma stultum*
(図版 6-1)

体長4～5mm、半円形をしており黒色、南アジアから日本にかけて広く分布しており、水辺の石下で得られることが多い⁵⁰⁾。田んぼビオトープにおいては、水田のいたるところで確認でき、ガムシ類の中ではもっとも多くの個体が確認された種である。

41. ガムシ科の1種 *Hydrophilidae* sp.
(図版 6-2)

一般的な生態は他のガムシと近いと思われるが、詳細は不明である。

ハビタット別水温および水質の季節変化

水温、水質のハビタット別季節変化を図3、図4に示した。水温はPF1、PF2、PF3において年

間を通して、ほとんど違いが見られなかった。排水路の水温は設置した計測機が故障したため、今回は結果が得られなかった。水質はpHが排水路、PF1、PF2においてpH10を越える強アルカリ性を示すのに対し、PF3ではpH8前後を示した。しかし、中干し後はすべての水田においてpH7前後の中性に安定した。CODに関してはすべてのハビタットにおいて同様の変化傾向を示し、NH₄、PO₄においてはPF1、PF2、PF3で7月3週目から4週目にかけて増加する傾向が確認された。

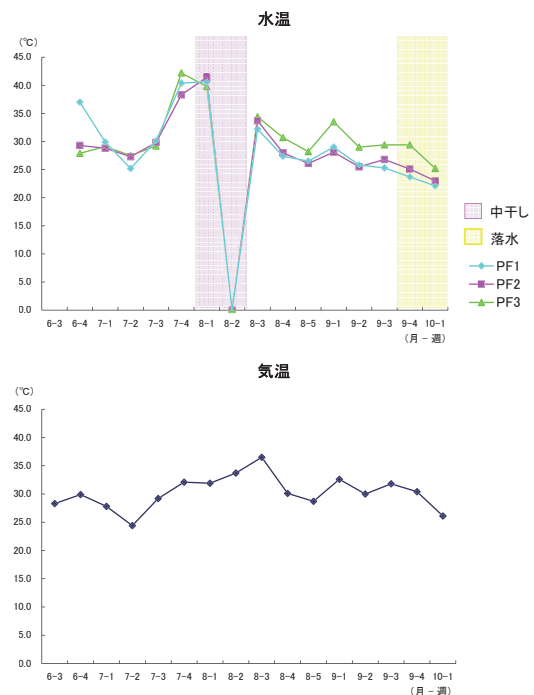


図3. 各ハビタットの水温および気温の季節変化

ハビタット別出現生物の季節変化

1. 排水路

1-1. 魚類 (図 5-1)

魚類はメダカ、ドジョウ、トウヨシノボリ、タウナギの4種が確認された。そのうちメダカの個体数が約80%の割合で採集され、年間を通してメダカが優占種であった。メダカはほとんどが成魚であったが、ドジョウ、タウナギは稚魚が中心であり、個体数もわずかであった。また、トウヨシノボリは中干し後、少数個体が確認された。

1-2. 両生類 (図 5-2)

両生類はヌマガエル、トノサマガエル(目視確認)の2種が確認された。6月3週目から7月2

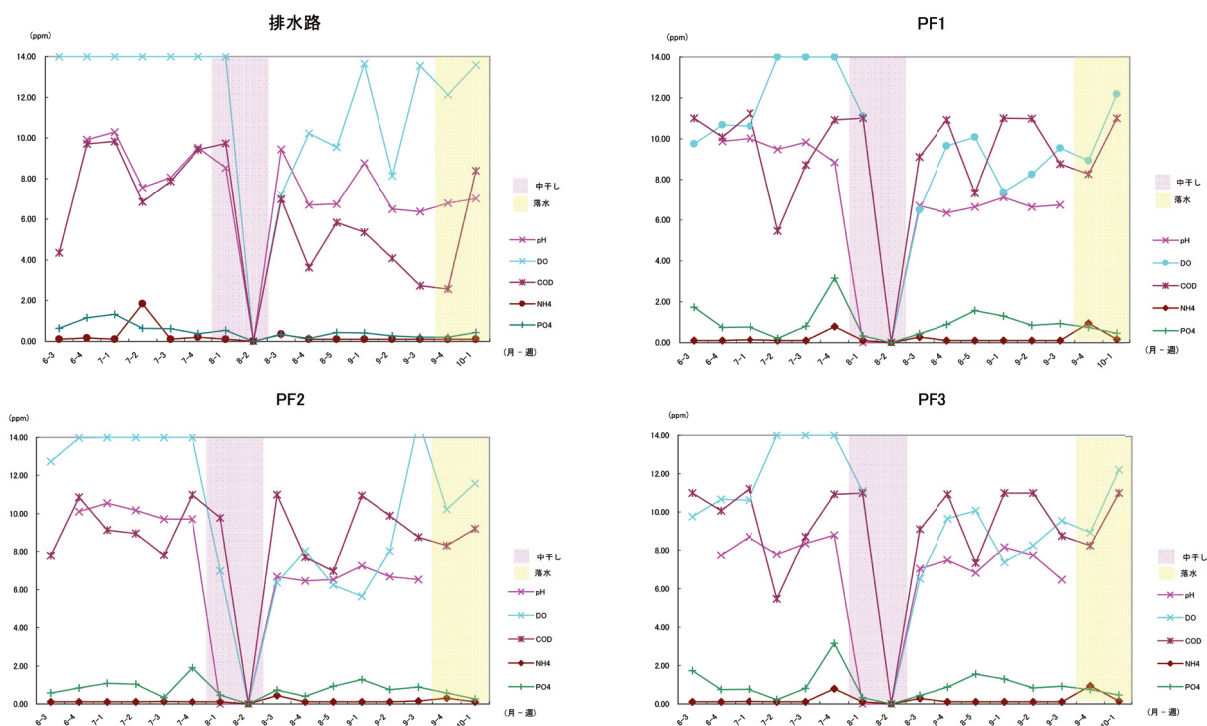


図4. 各ハビタットの水質の季節変化

週目にかけてはオタマジヤクシが中心であったが、7月3週目にはヌマガエルの成体が数個体確認され始めた。排水路では8月2週目以降の記録がないが、目視では少数個体が確認された。

1-3. 貝類・甲殻類 (図 5-3)

貝類はカワニナ、ヒメモノアラガイ、サカマキガイ、マルタニシの4種、甲殻類ではアメリカザリガニ、スジエビの2種が確認された。年間を通してみると、貝類ではサカマキガイが優占しており、甲殻類ではアメリカザリガニが優占種であった。しかしながら、8月5週目からサカマキガイは減少し、9月1週目、2週目ではカワニナ、マルタニシのみが確認された。ヒメモノアラガイは6月4週目から7月3週目まで少数個体が確認されたが、徐々にその割合は減少し、7月4週目以降にはまったく確認されなくなった。また、中干し後の8月3週目、9月2週目、10月1週目においてスジエビが少数個体確認された。

1-4. 半翅目 (図 6-1)

半翅目はアメンボ、ヒメアメンボ、ヒメイトアメンボ、ケシカタビロアメンボ sp.、マツモムシ、コマツモムシ、コミズムシの7種が確認された。

この中でコマツモムシ、コミズムシの2種で半翅目の個体数のほとんどの割合を占めた。特にコミズムシは7月3週目から8月1週目にかけて急激に個体数が増加する傾向が見られた。ヒメアメンボは7月3週目まで比較的多く見かけたが、それ以降は個体数が減少した。また、ケシカタビロアメンボ sp. は6月4週目でのみ確認とされているが、目視ではほぼ毎週確認されていた。これは個体サイズが非常に小さいため、ネットの間隙を抜け採集されなかったためである。

1-5. 甲虫目 (図 6-2)

甲虫目はコシマゲンゴロウ、ハイイロゲンゴロウ、ヒメガムシ、セマルガムシ、ガムシ科 sp. の5種が確認された。これらのうち、ヒメガムシとセマルガムシの2種が優占種であり、中干し直後から増加する傾向がみられた。また、ハイイロゲンゴロウは7月3週目から8月1週目にかけて数個体確認された。

1-6. トンボ目幼生 (図 6-3)

トンボ目はシオカラトンボ、ギンヤンマ、アカネ属、アオモンイトトンボ、ショウジョウトンボが確認された。アカネ属に関しては、その場で種

の同定が非常に困難であったため、アカネ属としてまとめた。また、ショウジョウトンボはアカネ属と形態が似ていたため、本研究ではショウジョウトンボもアカネ属として扱った。

年間を通してみると、季節によって優占種が異なっていることが明らかになった。6月4週目から7月3週目まではアオモンイトトンボのみが確認されたが、7月4週目頃からギンヤンマが出現し始めた。8月5週目になるとこれら2種に加えてシオカラトンボ、アカネ属が加わり、9月4週目にはシオカラトンボとアカネ属に置き替わった。

2. PF1

2-1. 魚類 (図 7-1)

魚類は、ドジョウ、タウナギの2種が確認された。いずれの種も稚魚のみの出現であった。ドジョウ稚魚は6月3週目から8月3週目にかけて出現し、それ以降見られなくなったが、9月2週目には成長個体が確認された。また、タウナギの稚魚は7月1週目、2週目に多数確認された。

2-2. 両生類 (図 7-2)

両生類はヌマガエルの1種のみが確認された。7月1週目からオタマジャクシの変態中の個体が多く出現し、7月2週目から7月3週目にかけてヌマガエル成体が急激に増加した。その後、月が移るにつれて、オタマジャクシが減少し、ヌマガエルの成体が増加した。8月2週日以降はオタマジャクシがほとんど確認されなくなり、成体が多く確認された。

2-3. 貝類・甲殻類 (図 7-3)

貝類ではカワニナ、ヒメモノアラガイ、サカマキガイ、マルタニシの4種、甲殻類ではアメリカザリガニの1種のみが確認された。年間を通して、貝類ではサカマキガイが、甲殻類ではアメリカザリガニが優占種であった。6月3週目から8月3週目まではサカマキガイの個体数が圧倒的に優勢であったが、8月4週日以降、アメリカザリガニの個体数が増加するにつれてサカマキガイの個体数は激減した。

2-4. 半翅目 (図 8-1)

半翅目はアメンボ、ヒメアメンボ、ヒメイトア

メンボ、マツモムシ、コマツモムシ、コミズムシ、チビズムシ、マルミズムシの8種類が確認された。このうち、コミズムシ、コマツモムシが年間を通して割合が高く、特にコミズムシの個体数は7月1週目から3週目にかけて急激に増加した。しかし、ピークを越えると激減し、コマツモムシの個体数が上回る期間もあった。ヒメアメンボは6月3週目、4週目には比較的高い割合で出現していたが、7月3週日以降は目視においてもわずしか確認できなかった。また、排水路では確認されなかったチビズムシ、マルミズムシがごくわずかではあるが確認された。

2-5. 甲虫目 (図 8-2)

甲虫目はコシマゲンゴロウ、コウベツブゲンゴロウ、コガムシ、ヒメガムシ、ヒラタガムシ、セマルガムシ、ガムシ科 sp. の7種が確認された。年間を通して、セマルガムシ、ヒメガムシが優占種であった。これら2種は中干し期間である8月1週目に個体数が増加しているが、これは水田ではなく温水路で採集されたものである。また、排水路では確認されていないコウベツブゲンゴロウ、コガムシ、ヒラタガムシが少数個体確認された。

2-6. トンボ目幼生 (図 8-3)

トンボ目はシオカラトンボ、ギンヤンマ、アカネ属、アオモンイトトンボが確認された。年間を通してみると、季節によって優占種が明確に異なっていた。6月3週目、4週目はアカネ属のみが出現し、7月4週目、8月1週目ではアオモンイトトンボのみが採集された。シオカラトンボは8月4週日以降、増加傾向を示し、10月1週目にはシオカラトンボのみになった。また、アカネ属は年間を通して割合が高かった。

3. PF2

3-1. 魚類 (図 9-1)

魚類はメダカ、ドジョウ、タウナギの3種が確認された。ドジョウ稚魚は、6月から8月にかけて出現し、タウナギ稚魚は7月2週目から確認された。また、タウナギ稚魚は7月3週目、8月1週目にも確認されたが、その後、約2ヶ月にわたって採集されなかった。しかし、10月1週目には、倍近くに成長した個体が1個体のみであっ

たが確認された。メダカはPF2でのみ出現した魚種であり、水入れ直後に遡上が観察された。また、6月3週目以降も成魚、稚魚ともに目視で確認された。

3-2. 両生類 (図 9-2)

両生類は、ヌマガエル1種のみが確認され、他の水田と同様の傾向を示した。つまり、6月3週目のオタマジヤクシでは変態中の個体が多く見られ、7月1週目から3週目にかけてヌマガエルの成体が増加し、中干し以降はヌマガエルの成体のみとなった。

3-3. 貝類・甲殻類 (図 9-3)

貝類ではカワニナ、ヒメモノアラガイ、サカマキガイ、マルタニシの4種、甲殻類ではアメリカザリガニの1種が確認された。年間を通して、貝類ではサカマキガイが、甲殻類ではアメリカザリガニが優占種であった。ヒメモノアラガイは6月3週目には比較的割合が高く出現していたが、その個体数は徐々に減少し、8月4週目には確認されなくなった。また、サカマキガイも8月4週目までは圧倒的に個体が多く存在していたが、アメリカザリガニの増加にともなって個体数が激減した。

3-4. 半翅目 (図 10-1)

半翅目はヒメアメンボ、ヒメイトアメンボ、マツモムシ、コマツモムシ、コミズムシ、チビミズムシ、マルミズムシの7種が確認された。他の水田と同様に、コミズムシ、コマツモムシの割合が高く、コミズムシは7月下旬に個体数が激減した。しかし、中干し後、個体数は再び増加し、年間を通してコミズムシが優占種であった。コマツモムシは7月3週目から8月1週目にかけて急激に増加した。また、ヒメアメンボは6月3週目には比較的割合が高く出現したが、徐々に個体数が減少し、最後には消失した。さらに、PF2においても排水路で確認されなかったチビミズムシ、マルミズムシが確認された。

3-5. 甲虫目 (図 10-2)

甲虫目は、ホソセスジゲンゴロウ、ハイイロゲンゴロウ、コウベツゲンゴロウ、ヒメガムシ、ヒラタガムシ、キイロヒラタガムシ、セマルガム

シ、ガムシ科 sp. の8種が確認された。年間を通してみると、ヒメガムシとセマルガムシが優占種であった。本水田ではこれら2種についてヒラタガムシが比較的高い割合で出現した。特に中干し期間中の8月1週目ではもっとも個体数が多く、ヒメガムシ、セマルガムシと同様に温水路で採集された。また、排水路では確認されなかったコウベツゲンゴロウ、キイロヒラタガムシも確認された。

3-6. トンボ目幼生 (図 10-3)

トンボ目はシオカラトンボ、ギンヤンマ、アカネ属、アオモンイトトンボが確認された。本水田においても季節によって優占種が異なっていた。6月3週目にはアカネ属とアオモンイトトンボが採集され、7月1週目から8月2週目にかけてはシオカラトンボの割合が非常に高くなっていた。しかし、個体数に関しては他のハビタットと大きく異なることはなかった。8月4週目以降はアカネ属が大部分を占めていた。

4. PF3

4-1. 魚類 (図 11-1)

魚類はドジョウ稚魚1種のみであり、その出現期間も7月3週目から4週目と短かった。それ以降魚類は確認されなかった。

4-2. 両生類 (図 11-2)

両生類はヌマガエル1種のみであった。他の水田と同様に、オタマジヤクシは6月3週目から7月4週目にかけて変態中の個体を確認された。ヌマガエル成体は7月1週目から2週目にかけて急激に増加し、8月以降は成体のみの出現であった。

4-3. 貝類・甲殻類 (図 11-3)

貝類ではヒメモノアラガイ、サカマキガイの2種、甲殻類ではアメリカザリガニの1種が確認された。貝類では、他のハビタットと異なり、6月下旬にはヒメモノアラガイの個体数割合が非常に大きく占めていた。しかし、徐々にサカマキガイの割合が増加し、中干しを境にサカマキガイとほぼ同じ割合となり、8月4週目には割合が逆転した。さらに、そのサカマキガイもアメリカザリガニが急増した8月5週目頃から減少し、その後ほとんど確認されなくなった。

4-4. 半翅目 (図 12-1)

半翅目はヒメアメンボ、ケシカタピロアメンボ sp.、マツモムシ、コマツモムシ、コミズムシ、チビズムシの6種が確認された。他の水田と同様にコマツモムシ、コミズムシの2種の割合が大きく占めていた。また、ヒメアメンボも同様に6月4週目から7月2週目までは出現していたが、それ以降は確認されなかった。さらに、PF3でも排水路では採集されなかったチビズムシが出現した。

4-5. 甲虫目 (図 12-2)

甲虫目はコシマゲンゴロウ、ヒメガムシ、ヒラタガムシ、セマルガムシ、ガムシ科 sp. の5種が確認された。セマルガムシは年間を通して確認されているが、特に6月3週目から7月3週目にかけては優占種として大きな割合を示した。しかし、中干し以降は、ヒメガムシが急激に増加し、優占種となった。また、9月2週目には、排水路では確認されなかったヒラタガムシが出現した。

4-6. トンボ目幼生 (図 12-3)

トンボ目は、シオカラトンボ、アカネ属、アオモンイトトンボが確認された。PF3では他の水田、排水路では確認されたギンヤンマが出現しなかった。この点を除いては、他の水田と同様、アカネ属が6月3週目から確認され、年間を通して優占種であった。

各ハビタット別種多様度指数の季節変化 (図 13)

本研究における種多様度指数は全体的に非常に低い値であった。各ハビタット別に種多様度指数の季節変化を見てみると、年間を通して比較的高い値を示したのはPF1であり、もっとも低い値を示したのはPF3であった。また、季節変動を見るとすべてのハビタットで似たような変動を示し、PF3を除き、中干し後に一時的に多様度が高まる傾向がみられた。

考 察

環境的要因

各ハビタット別の水質を見てみると、排水路、PF1、PF2ではpHが10前後の強アルカリ性を示すのに対し、PF3では8前後の弱アルカリ性

を示していた。これは排水路が恒久的水域であり、PF1、PF2においては冬場に水を張る湛水田であったことによると思われる。常に水があることにより、水中での分解が進み、富栄養化が起これ、それによってアルカリ性に傾いたと考えられる。また、7月4週目はCOD、NH₄、PO₄の値がすべてのハビタットで増加していた。これは7月3週目から4週目にかけて水温が急上昇したため、分解速度が急激に速まり、それぞれの値が一時的に増加したものと推察される。

生物的要因

魚類

各ハビタット別に比較すると恒久的水域である排水路において、種数、個体数ともにもっとも多く確認された。特にメダカでは個体数、割合のどちらにおいても水田と比較して高くなっていた。これはメダカが遊泳性の魚類であり、ある程度の水深を必要としていることによるものと思われる。

ドジョウ、タウナギは排水路と比べて水田において多く出現した。タウナギは、ほぼ完全に空気呼吸を行い⁷⁾、ドジョウも環境状態が悪化すると腸呼吸をするため、水が無くても湿気が十分であれば生息が可能であることが知られている⁵⁾。

PF1、PF2においてはドジョウ、タウナギの稚魚が出現し、秋頃に大幅に成長した個体が確認されたことから、ドジョウ、タウナギは生活史の大部分を水田に依存した種であると言える。

メダカはPF2においてのみ採集されているが、すべての水田排水部周辺で群れているのが確認された。そのため、いずれの水田においても遡上していた可能性が考えられる。PF2においてのみ採集されたのはPF2がもっとも表面積が広く、安定した環境であったためと思われる。

PF3で採集された魚類はドジョウのみであったが、これはPF3が常に漏水していたため、環境が非常に不安定であったことが影響した可能性がある。

また、トウヨシノボリが中干し後に少数個体が排水路で確認されたが、個体数も少なく季節変動もみられないことから、下流の一般水路より一時的に移動してきたものと考えられる。

両生類

オタマジャクシは排水路と比較して水田で多く確認された。これは排水路が恒久的水域で水深が深く、それに適応したマツモムシとアメリカザリガニ成体が多く存在し、オタマジャクシに対して、捕食圧がかかっていたためと思われる。

また、水田間で比較すると、PF3で個体数が圧倒的に多かった。PF3は冬場、乾田状態であったため、水入れと同時に大量のプランクトンが発生した。そのため、成体が産卵場として餌の多いPF3を選択した可能性が考えられる。

排水路においては中干し以降、オタマジャクシ、ヌマガエル成体が採集されなかった。さらに、水田においてもオタマジャクシが確認されなくなり、入れ替わるようにヌマガエル成体が増加した。ヌマガエル成体は田んぼビオトープ内で常に目視において確認されていたことから、ヌマガエルは中干しまでにほとんどが変態を終え、水田周辺を摂餌場所として利用していることが伺われる。

貝類・甲殻類

貝類は田んぼビオトープ全体ではサカマキガイが圧倒的に多く生息していたが、PF3では生態的に非常によく似たヒメモノアラガイが優占していた。ヒメモノアラガイはサカマキガイよりも比較的水質の良好な環境を選択することから⁵¹⁾、他のハビタットと比較してpHが低かったPF3に多く出現したと考えられる。しかしながら、サカマキガイが入水部から侵入すると、ヒメモノアラガイの個体数が徐々に減少し、9月2週目にはまったく採集されなくなった。一般的にサカマキガイがヒメモノアラガイの生息域に侵入すると、置き換わることが知られている⁵²⁾。実際に田んぼビオトープにおいても、すべてのハビタットにおいてヒメモノアラガイは減少する傾向を示しており、サカマキガイがヒメモノアラガイよりも生態的に優位であると言える。

しかしながら、このサカマキガイも8月中旬頃からすべてのハビタットにおいて減少する傾向が確認された。これはこの時期からアメリカザリガニが急激に増加し、それらによる捕食圧が大きくなったためと思われる。また、スジエビが排水路で確認されているが、個体数もわずかで、季節的変動も見られないことから、下流の水路から偶然

に侵入したものであると考えられる。

半翅目

コミズムシは年間を通して、すべてのハビタットにおいて優占種であったが、水田では7月3週目から8月1週目にかけて急激に減少していた。それに対して、排水路では7月3週目から8月1週目にかけて増加する傾向が見られた。この期間はすべての水田において水温の急上昇があり、PO₄量も増加していた。このことから、水温、PO₄もしくはその両方の影響によりコミズムシが排水路に忌避した可能性が示唆された。

コミズムシの次に優占種であったコマツモムシはPF2において8月1週目にもっとも個体数が多くなっていた。8月1週目は中干し期間中であり、水田で生息していたものが避難場所として温水路を利用したことが考えられる。また、PF1においては増加する傾向は見られなかったが、同様に温水路を避難場所として利用していたと思われる。これらの個体数の違いは水田の面積によるものと推察される。

ヒメアメンボはすべてのハビタットにおいて6月から8月にかけて、幼虫から成虫まで比較的多く確認された。しかし、その後はほとんど採集されず、目視においても観察されなかった。ヒメアメンボは春先にもっとも早く出現する水生昆虫のひとつであり、夏場は休眠することから⁵³⁾、このような傾向を示したと考えられる。しかしながら、その後、個体数が回復することはなかった。従って、ヒメアメンボは春先に水田を繁殖・成長の場として利用し、休眠後は湖沼や河川の水溜りなどに移動していったと思われる。

マツモムシはすべてのハビタットにおいて確認されたが、水田と比較して排水路で個体数が多く採集された。マツモムシはため池と水田との比較において水田よりも深みのあるため池を好んで選択することが明らかにされている⁵⁴⁾。田んぼビオトープでは水田よりも排水路で水深が深くなっているため、そのような傾向を示したと言える。

チビズムシ、マルズムシは一時的で個体数が少なかったが、水田のみで確認されているため、浅い止水域に依存した種の可能性が考えられる。

甲虫目

セマルガムシとヒメガムシは年間を通して、すべてのハビタットにおいて優占種であったが、排水路よりも水田に多い傾向が見られた。このことから、両種は浅い止水域に依存している可能性が考えられる。また、個体数は両種ともに中干し期間まで少なく、それ以降、急激に増加する傾向を示した。しかし、予備調査によると、ヒメガムシは水入れ直後に水田においてよく採集され、少し遅れてセマルガムシも多く確認されていた。各水田のグラフを見てみると調査開始直後の6月3週目にはセマルガムシが比較的多く出現している。従って、この2種に関しては出現のピークが2回存在する可能性が考えられる。ガムシ類を含む水生昆虫の成虫は恒久的水域で越冬し、春に一時的な水域を繁殖や発育に利用する種が多いことが知られている⁵⁴⁾。これらのことから、越冬した個体が水入れ直後に水田に入り、繁殖場所として利用した後、寿命個体が斃死し、その後、水田で生育した新規個体が参入してきたと推察される。また、PF1、PF2において8月1週目にガムシ類が急激に増加しているが、これは中干しによって温水路に避難してきたものと思われる。

コシマゲンゴロウ、ハイイロゲンゴロウは排水路、水田の両方において確認されているが、個体数も出現期間も非常に短かった。水生昆虫には大別して4つの水域利用様式が存在することが明らかになっており、これらゲンゴロウ類の多くは移動能力が高く、湖沼などの恒久的な水域も利用することが知られている⁵⁴⁾。そのため、この2種は田んぼビオトープを一時的に利用したものとして推察される。

ホソセスジゲンゴロウ、コウバツブゲンゴロウ、ヒラタガムシ、キイロヒラタガムシの4種は一時的な出現で個体数も少なかったが、水田のみで確認されたため、浅い止水域に適応した種である可能性が考えられる。

トンボ目幼生

アオモンイトトンボはすべてのハビタットにおいて確認されたが、その中でも排水路で多く採集された。アオモンイトトンボは抽水植物を産卵基質として利用することが知られており⁵⁵⁾、排水路にはショウブやガマなどの抽水植物が豊富にみられた。そのため、年間を通して割合が高くなっ

たものと思われる。

ギンヤンマは排水路とPF1、PF2の温水路といたつ少し深みがあり、イチヨウウキゴケが多く存在する場所で採集された。ギンヤンマは主に平野部の池沼やため池などの開水面のある水域を好み、浮葉、沈水植物などを産卵基質としていることが知られている⁵⁵⁾。また、ギンヤンマは大型で移動能力が非常に高い種であるため、飛翔中、偶然に田んぼビオトープを発見し、産卵したものと考えられる。

シオカラトンボはすべてのハビタットで確認され、季節変動も明確には表れなかった。これはシオカラトンボがいわゆるパイオニア種であり、移動能力が高く、様々な環境に適応することが可能であるため⁵⁶⁾、このような結果を示したと言える。また、予備調査においては4月から5月にPF1、PF2において多く採集された。これはシオカラトンボが幼生で越冬することによるものと思われる。

アカネ属は年間を通して、排水路よりも水田において比較的多く確認された。予備調査においてもアカネ属が6月初旬に多く確認されており、水田にかなり依存している種であると言える。アカネ属はすべてが秋種と呼ばれる卵越冬する生態を持っており、乾燥耐性の卵で水の有無に関わらず、休眠期間によって制御されている⁵⁶⁾。そのため、すべての水田において6月3週目の段階でアカネ属が確認されたと考えられる。また、アカネ属が中干し後に増加しはじめ、その後、急激に減少しているが、9月2週目頃に多数の抜け殻を確認していることから、羽化によるものと思われる。

カメ類について

2006年11月、予備調査の段階で排水路の一面にある泥土手を掘り起こした際、ニホンイシガメとクサガメの2種が合わせて10数個体採捕された。採捕されたカメは、甲長10cmの個体から20cm近くある個体まで、体サイズもさまざまであった。これらのカメはこの泥土手の中に潜り、越冬の準備をしていたものと考えられる。その後、2007年4月から6月までに冬眠から覚めたニホンイシガメ5個体、クサガメ10個体が確認された。それ以降、徐々に個体数が減少し、7月以降はほとんど見られなかった。しかし、10月

に入ると、再びカメが採捕され始めた。田んぼビオトープでは、ミシシippアカミミガメなど外来のカメ類が確認されていないことから、在来カメ類は平野部の比較的恒久的水域から離れた水田を越冬場として利用している可能性が考えられる。

種多様度

年間を通して、PF 1 の多様度指数が高く、PF3 で低くなる傾向が見られた。これは PF1 が他のハビタットと比較してアオミドロの仲間と思われるものが大量に発生しており、水生生物の生息環境や隠れ場所として利用されていた可能性が考えられる。一方、PF3 が低い値を示したのは PF3 が常に漏水する状態が続いており、環境が安定していなかったことによるものと思われる。また、中干し後に PF1、PF2 で多様度指数が一時的にわずかに高くなる傾向が確認されたが、これは、中干しによって一度攪乱され、空白のハビタットが増えたことによるものと考えられる。

おわりに

本研究を通してみると、造成されて1年足らずの田んぼビオトープにおいてもかなりの水生生物が出現することが明らかになった。しかし、9月2週目においてはアメリカザリガニの急激な増加に伴い、貝類、半翅目、甲虫目、トンボ目が減少する傾向が確認された。これは、種多様度指数のグラフにおいても読み取れる(図13)。アメリカザリガニは外来種であるが、国内に定着して長期間を経ており、一般的には日本の水田生態系に組み込まれてしまった状態と考えられている。しかしながら、本研究ではアメリカザリガニにとって有利な条件が整えば、個体数が激増し、他の水生生物に大きな影響を及ぼす可能性があることが示唆された。このように、田んぼビオトープは水田が食料生産の場であることだけでなく、生物多様性の保全、さらには外来種問題といった幅広い分野にわたる環境教育の場として非常に有効であると言える(図版7)。今後も、田んぼビオトープの研究を継続するとともに、地元小中学校に対する環境教育の場として活用していきたいと考えている。

謝 辞

本研究は、近畿大学農学部長、駒井功一郎教授の発案により田んぼビオトープが造成されたのを機に、本学環境管理学科3回生配当環境管理学専門実験・実習Ⅱの一環として行なわれたものである。調査にあたっては本学水圏生態学研究室学生、大学院生に協力を頂き、田んぼビオトープの維持管理については樋口喜三氏から技術指導して頂いた。また、本報作成にあたり、本学水産生物学第2研究室2004年度卒業の前田正太氏、2002年度卒業の朝井俊巨氏に貴重なご意見を頂き、本学農学研究科環境管理学専攻の森宗智彦氏には写真提供にご協力頂いた。さらに、本学学生支援課ならびに庶務課を通じ、奈良市立富雄南小学校の先生方・児童の皆さんと、代掻き、田植え、稲刈りを共同で行ない、環境教育実践の場として交流を深めることができた。ここに深く感謝の意を表す。なお、本研究は近畿大学農学部「里山修復プロジェクト」の教育プログラムの一環として実施され、その一部は現代GP予算に基づいて行なわれた。

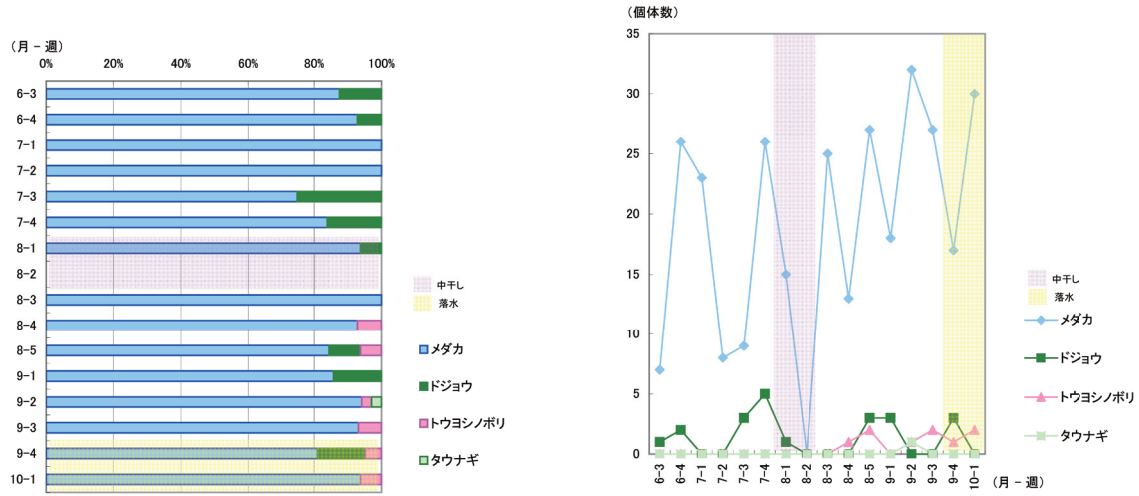
引用文献

- 1) 池上甲一・米虫節夫(2007)里山修復プロジェクトのめざすもの. 近畿大学農学部紀要, 40:17-29.
- 2) 佐原雄二(2001)メダカ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編), pp.426-429. 日本の淡水魚(改訂版). 山と溪谷社, 東京.
- 3) 久米幸毅(2006)メダカ. 奈良県レッドデータブック策定委員会(編), p.131. 大切にしたい奈良県の野生動植物～奈良県版レッドデータブック～脊椎動物編. 奈良県農林部森林保全課, 奈良.
- 4) 小山直人・澤井悦郎・上村英幸・久米幸毅・森宗智彦・細谷和海・北川忠生(2007)近畿大学奈良キャンパスF池における魚類の生息状況. 近畿大学農学部紀要, 40:85-91.
- 5) 斉藤憲治(2001)ドジョウ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編), pp.382-385. 日本の淡水魚(改訂版). 山と溪谷社, 東京.
- 6) 越川敏樹(2001)トウヨシノボリ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海(編), pp.594-597.

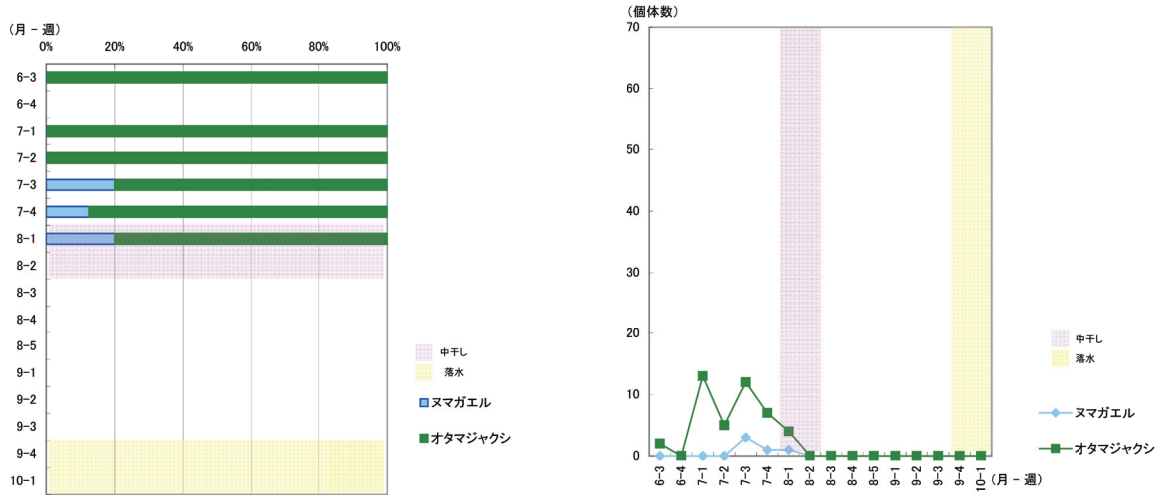
- 日本の淡水魚 (改訂版). 山と溪谷社, 東京.
- 7) 今谷信夫 (2001) タウナギ. 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海 (編), pp.676-677. 日本の淡水魚 (改訂版). 山と溪谷社, 東京.
- 8) 内山りゅう・前田憲男・沼田研児・関慎太郎 (2002) 日本の両生爬虫類. pp.80-83. 平凡社, 東京.
- 9) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. pp.64-67. 山と溪谷社, 東京.
- 10) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. pp.60-61. 山と溪谷社, 東京.
- 11) 内山りゅう・前田憲男・沼田研児・関慎太郎 (2002) 日本の両生爬虫類. pp.120-121. 平凡社, 東京.
- 12) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.48. 山と溪谷社, 東京.
- 13) 内山りゅう・前田憲男・沼田研児・関慎太郎 (2002) 日本の両生爬虫類. pp.180-182. 平凡社, 東京.
- 14) 矢部隆 (2007) ニホンイシガメ. 内山りゅう (編), pp.107-125. 今、絶滅の恐れがある水辺の生き物たち. 山と溪谷社, 東京.
- 15) 井上龍一・井出泉 (2006) ニホンイシガメ. 奈良県レッドデータブック策定委員会 (編), p.95. 大切にしたい奈良県の野生動植物～奈良県版レッドデータブック～脊椎動物編. 奈良県農林部森林保全課, 奈良.
- 16) 内山りゅう・前田憲男・沼田研児・関慎太郎 (2002) 日本の両生爬虫類. pp.176-178. 平凡社, 東京.
- 17) 矢部隆 (2007) クサガメの現状と保全. 内山りゅう (編), pp.126-128. 今、絶滅の恐れがある水辺の生き物たち. 山と溪谷社, 東京.
- 18) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.178. 山と溪谷社, 東京.
- 19) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. pp.174-177. 山と溪谷社, 東京.
- 20) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.180. 山と溪谷社, 東京.
- 21) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.184. 山と溪谷社, 東京.
- 22) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.193. 山と溪谷社, 東京.
- 23) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.196. 山と溪谷社, 東京.
- 24) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.194. 山と溪谷社, 東京.
- 25) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. pp.186-187. 山と溪谷社, 東京.
- 26) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.153. 山と溪谷社, 東京.
- 27) 石田昇三・石田勝義 (2005) シオカラトンボ. 川合禎次・谷田一三 (編), pp.198-200. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 28) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.151. 山と溪谷社, 東京.
- 29) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.160-161. 山と溪谷社, 東京.
- 30) 石田昇三・石田勝義 (2005) ギンヤンマ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.165. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 31) 渡辺 守・松浦聡子・東 敬義・味村泰代 (2005) 絶滅危惧種ヒヌマイトトンボの生態学的研究と観察会による保全活動. プロ・ナントウラ・ファンド第14期助成金成果報告書, p.139.
- 32) 今森光彦 (2000) ヤマケイ水辺の昆虫. p.31. 山と溪谷社, 東京.
- 33) 石田昇三・石田勝義 (2005) アオモンイトトンボ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.150. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 34) 日比伸子 (1994) 虫たちの集う池. 昆虫と自然 29(5). pp.19-20.
- 35) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.130. 山と溪谷社, 東京.
- 36) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.136. 山と溪谷社, 東京.
- 37) 今森光彦 (2000) ヤマケイ水辺の昆虫. p.168-169. 山と溪谷社, 東京.
- 38) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.126. 山と溪谷社, 東京.
- 39) 林正美・宮本正一 (2005) コマツモムシ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.329. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 40) 林正美・宮本正一 (2005) チビミズムシ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.306. 日本産水生

- 昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 41) 林正美・宮本正一 (2005) マルミズムシ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.330. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 42) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.127. 山と溪谷社, 東京.
- 43) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.110. 山と溪谷社, 東京.
- 44) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.111. 山と溪谷社, 東京.
- 45) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.122. 山と溪谷社, 東京.
- 46) 佐藤正孝・吉富博之 (2005) コウベツブゲンゴロウ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.609 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 47) 佐藤正孝・吉富博之 (2005) コガムシ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.632. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 48) 内山りゅう (2005) 田んぼのいきもの図鑑. p.109. 山と溪谷社, 東京.
- 49) 佐藤正孝・吉富博之 (2005) ヒメガムシ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.633. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 50) 佐藤正孝・吉富博之 (2005) セマルガムシ. 川合禎次・谷田一三 (編), p.628. 日本産水生昆虫 科・属・種への検索. 東海大学出版会, 神奈川.
- 51) 近藤高貴 (2002) 用水路の淡水二枚貝群集. 江崎保男・田中哲夫・朝倉邦造 (編), pp.80-92. 水辺環境の保全. 朝倉書店, 東京.
- 52) 紀平肇・松田征也・内山りゅう (2003) 日本産淡水貝類図鑑 ①琵琶湖・淀川産の淡水貝類. p.49. ピーシーズ, 東京.
- 53) 今森光彦 (2000) ヤマケイ水辺の昆虫. pp.172-173. 山と溪谷社, 東京.
- 54) 西城 洋 (2001) 島根県の水田と溜め池における水生昆虫の季節消長と移動. 日本生態学会誌, 51 (1) : 1-11.
- 55) 上田哲行 (2002) ため池のトンボ群集. 江崎保男・田中哲夫・朝倉邦造 (編), pp.17-33. 水辺環境の保全. 朝倉書店, 東京.
- 56) 上田哲行 (2002) 水田のトンボ群集. 江崎保男・田中哲夫・朝倉邦造 (編), pp.93-110. 水辺環境の保全. 朝倉書店, 東京.

1. 魚類



2. 両生類



3. 貝類・甲殻類

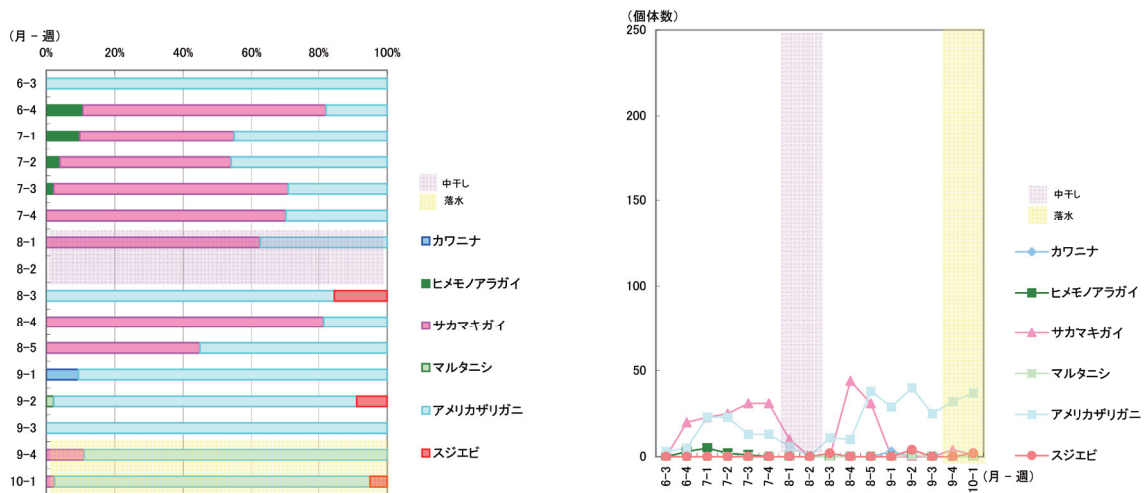
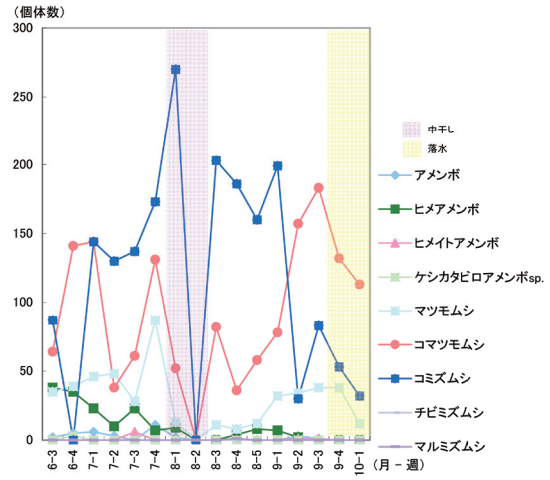
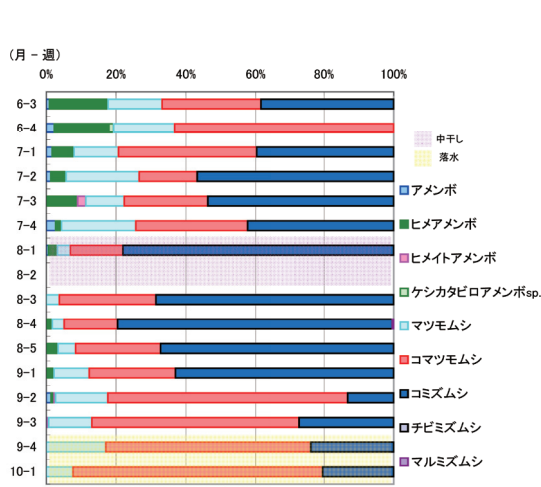
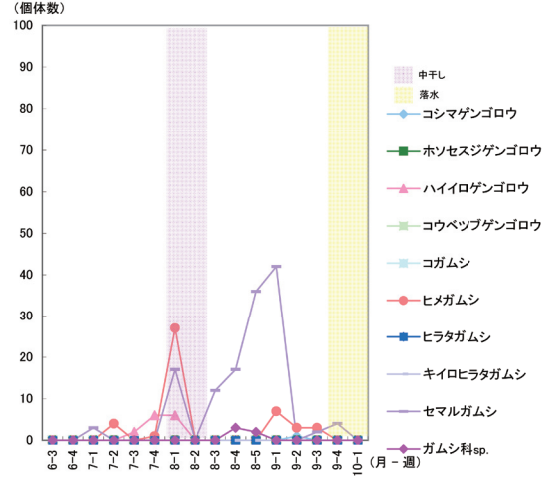
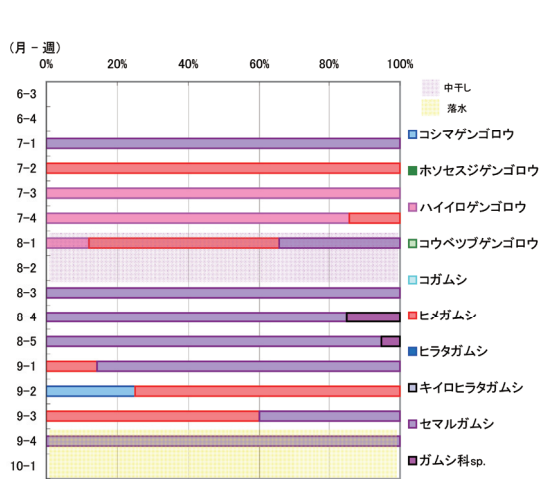


図5. 排水路に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 半翅目



2. 甲虫目



3. トンボ目

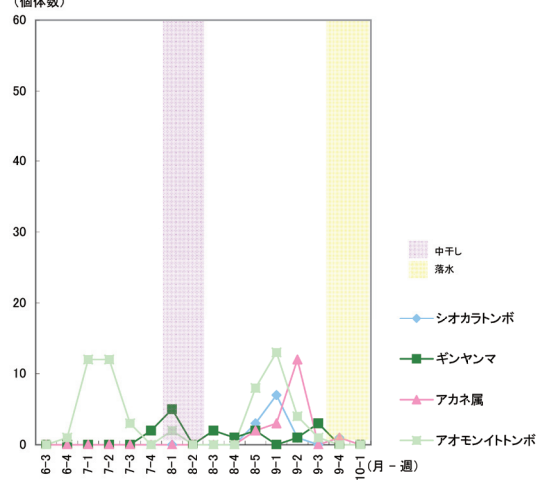
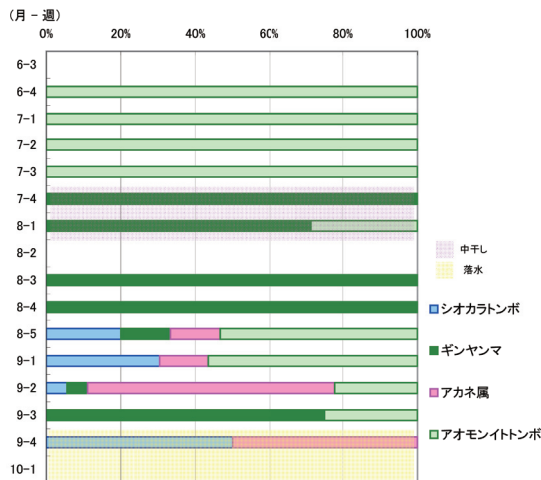
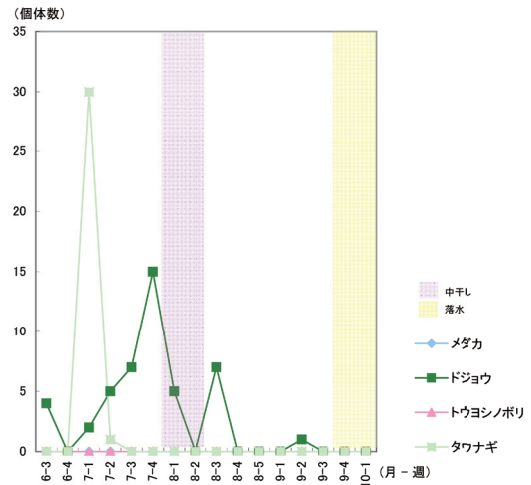
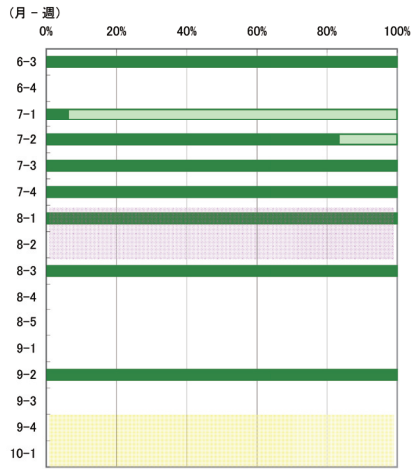
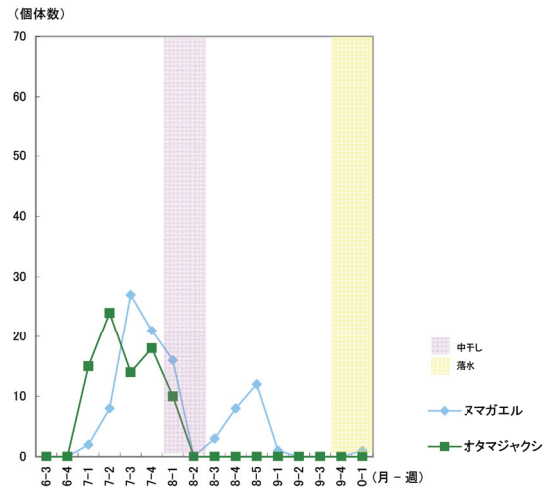
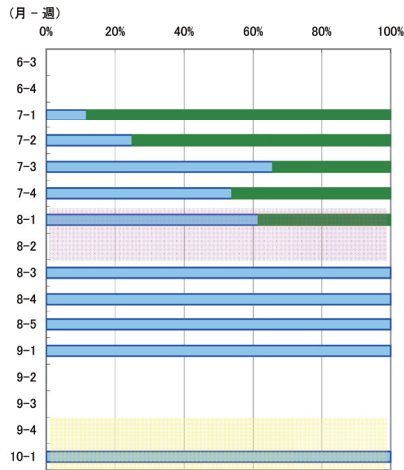


図6. 排水路に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 魚類



2. 両生類



3. 貝類・甲殻類

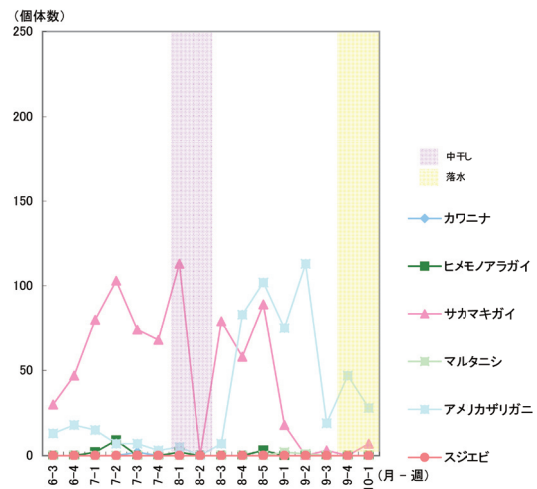
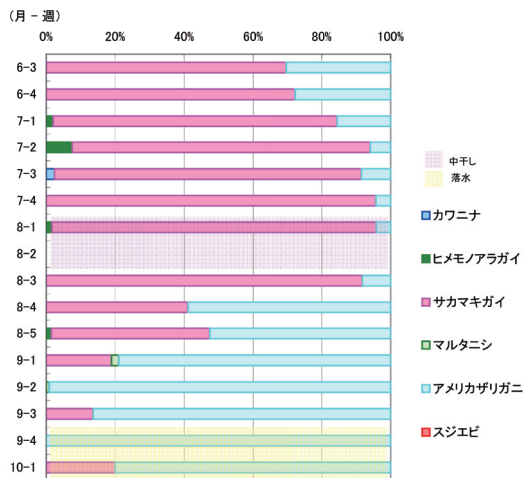
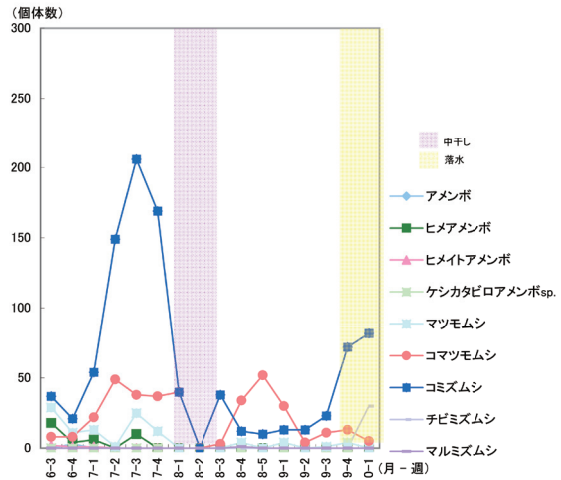
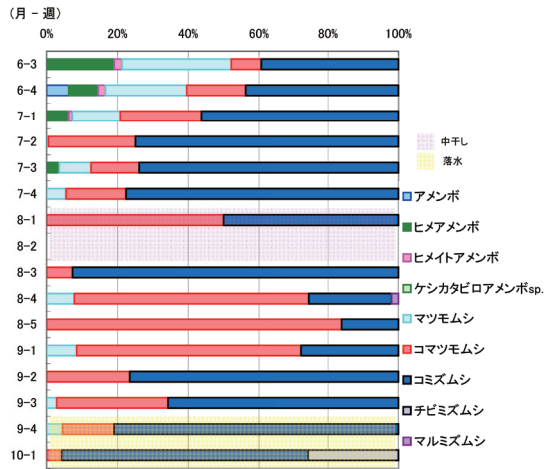
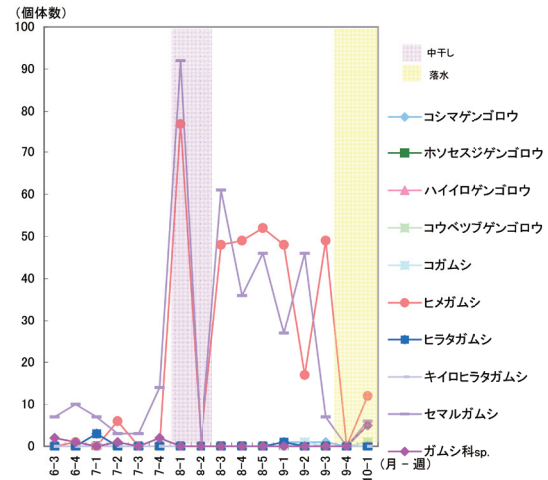
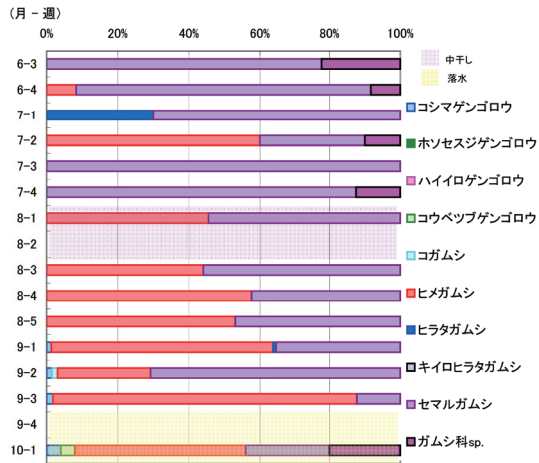


図7. PF 1 に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 半翅目



2. 甲虫目



3. トンボ目

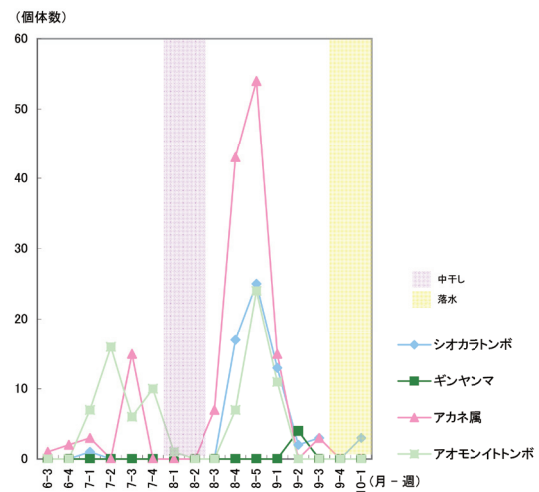
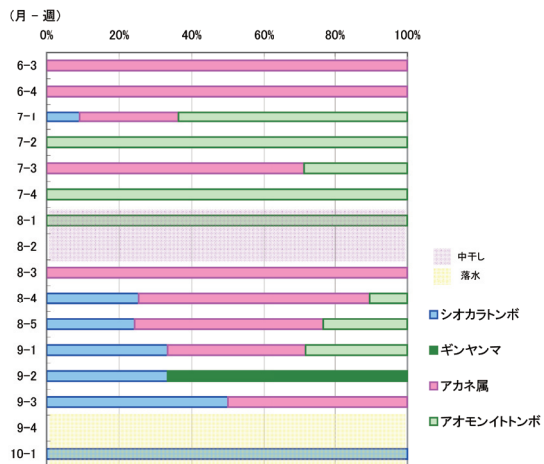
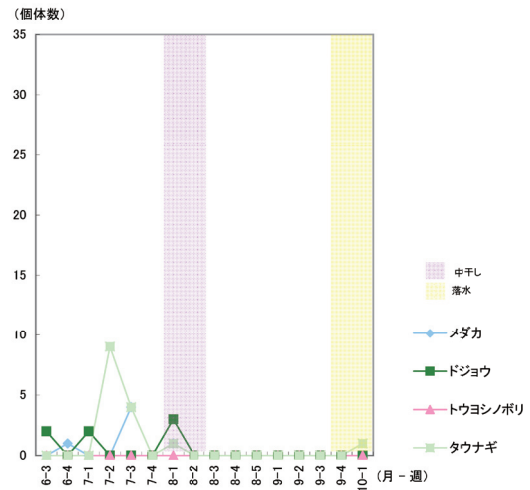
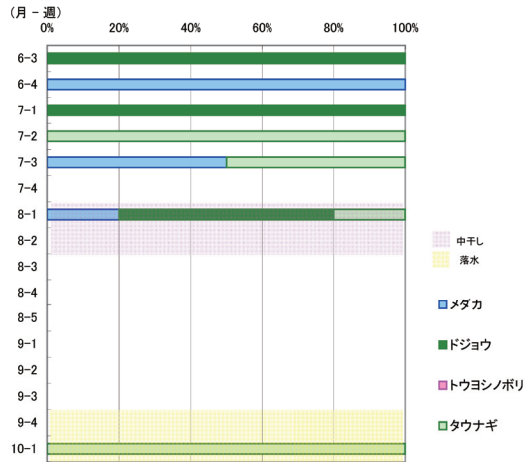
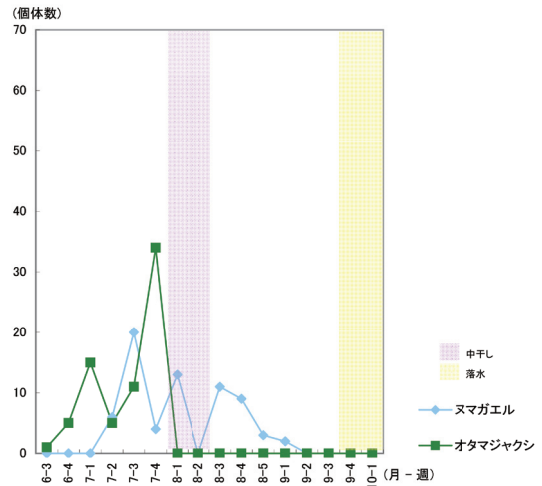
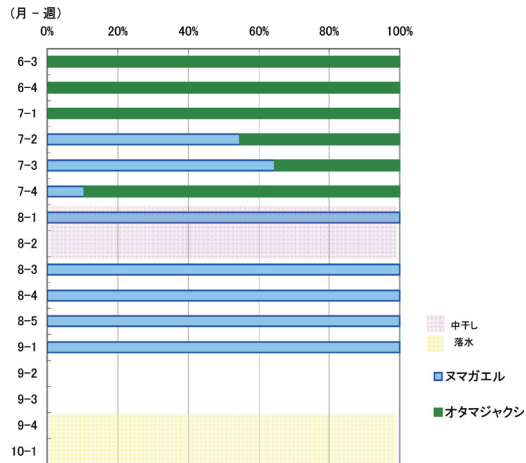


図8. PF 1 に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 魚類



2. 両生類



3. 貝類・甲殻類

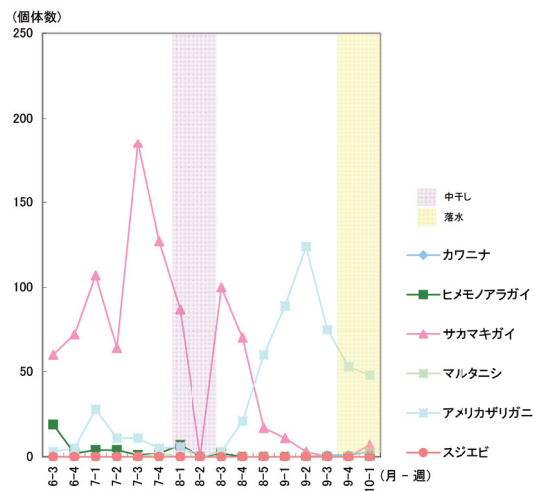
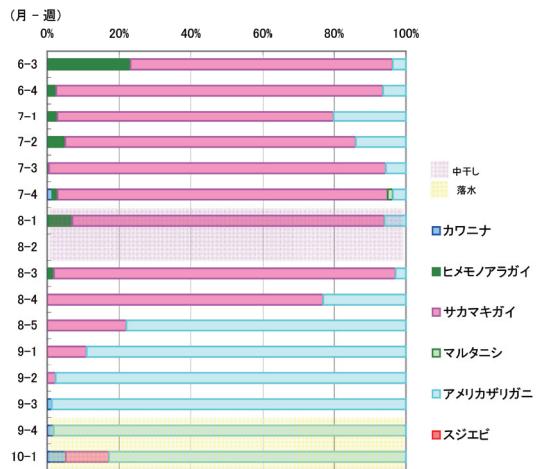
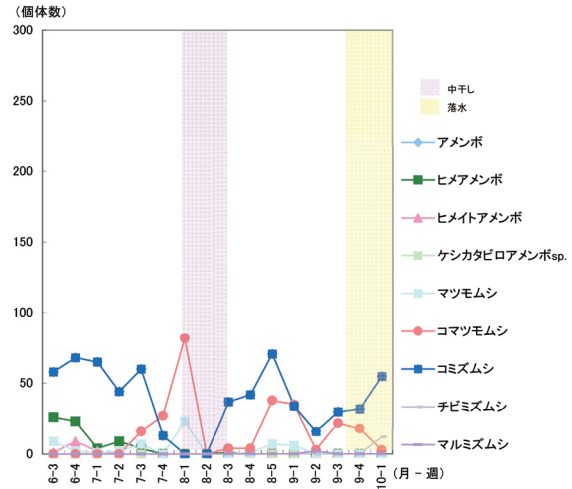
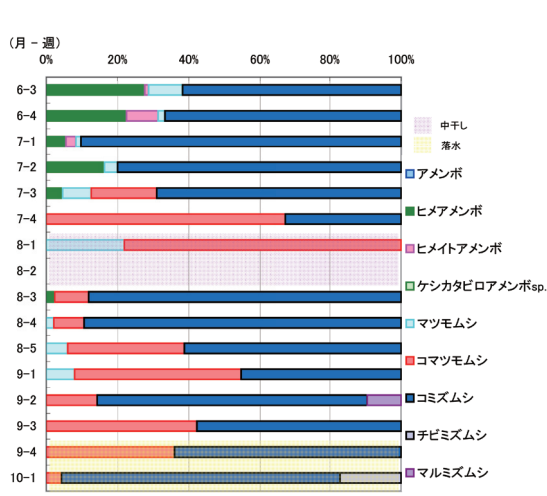
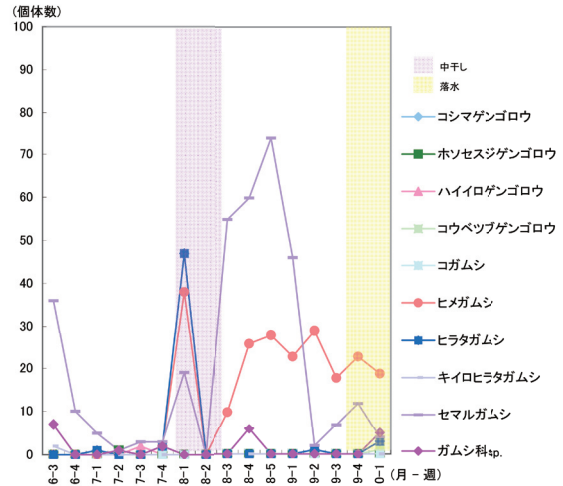
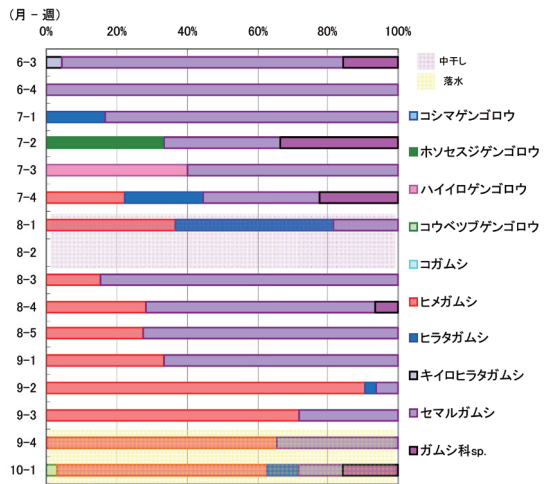


図9. PF2に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 半翅目



2. 甲虫目



3. トンボ目

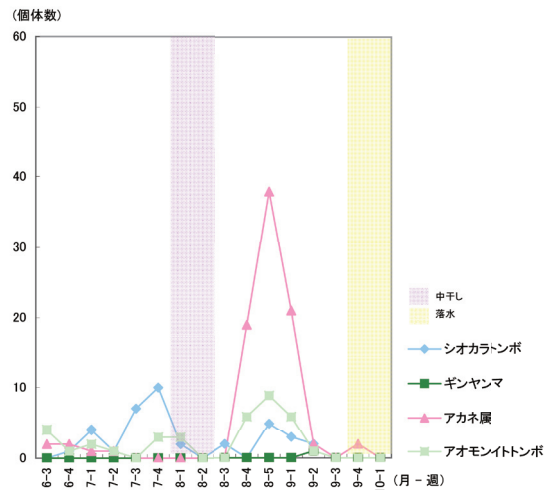
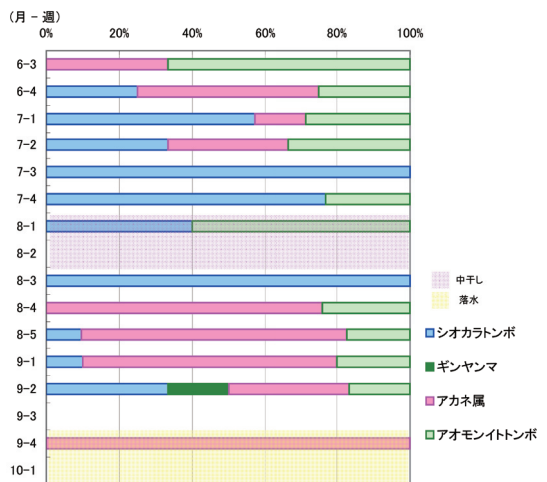
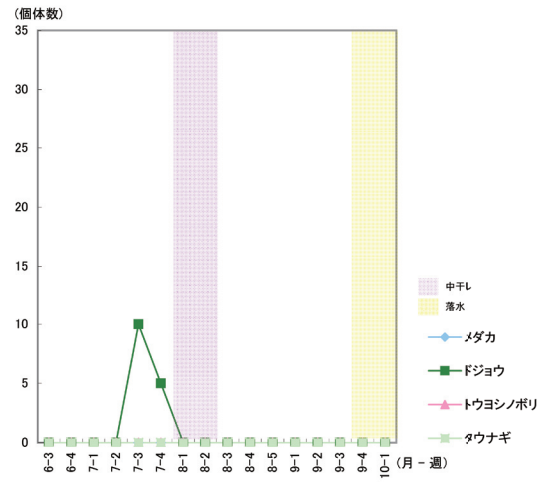
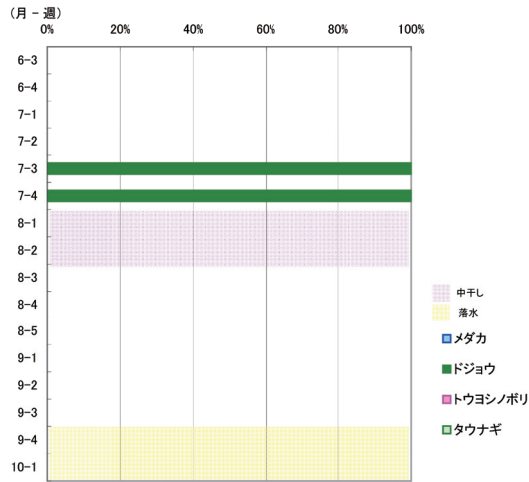
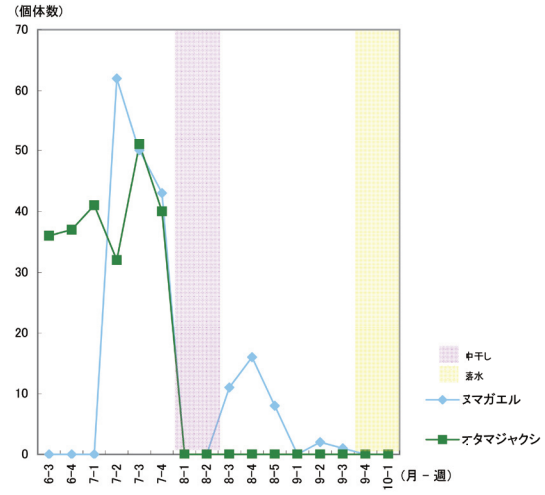
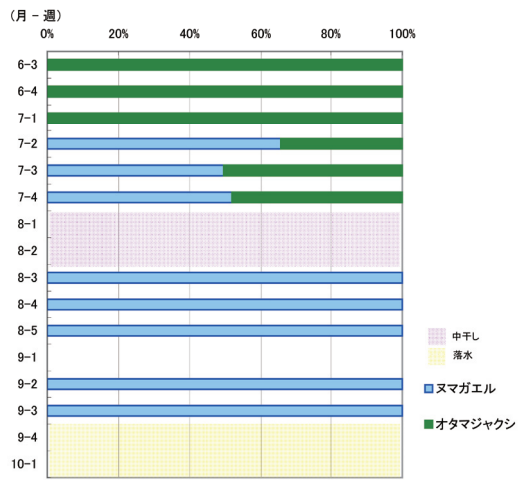


図10. PF2に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 魚類



2. 両生類



3. 貝類・甲殻類

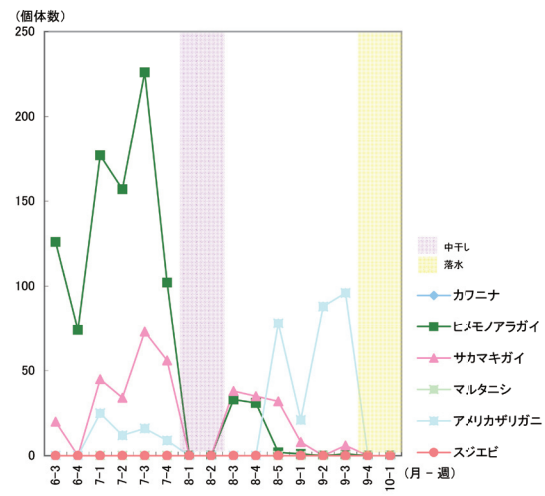
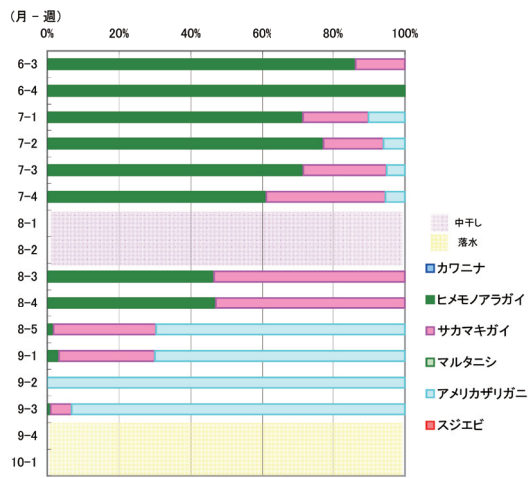
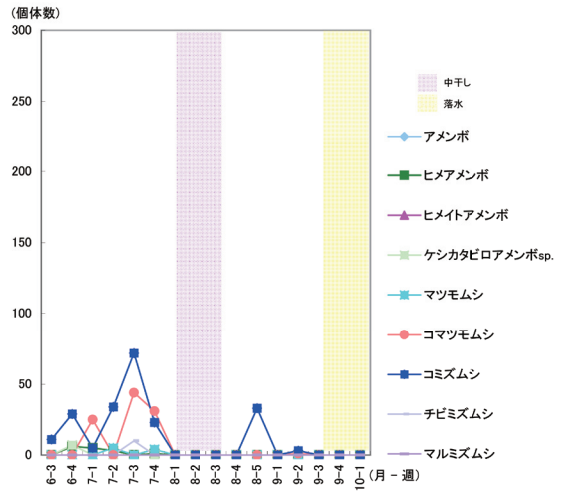
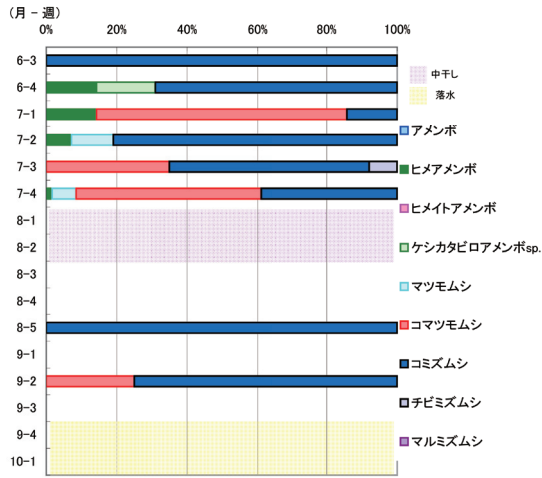
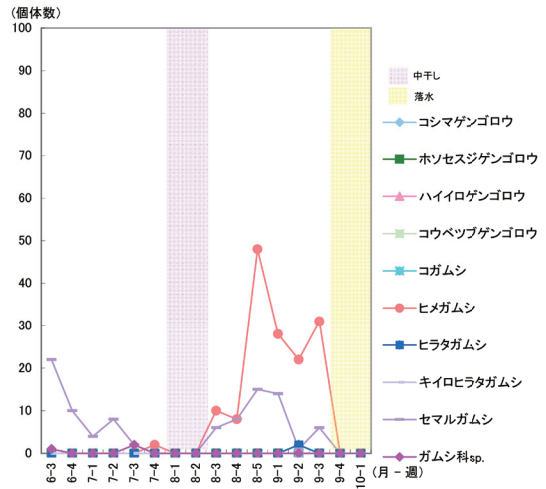
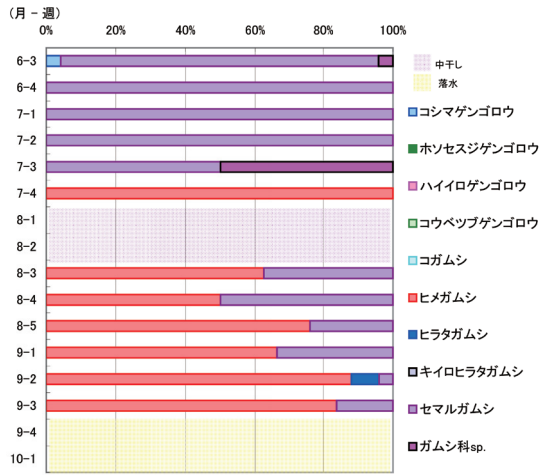


図11. PF3に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

1. 半翅目



2. 甲虫目



3. トンボ目

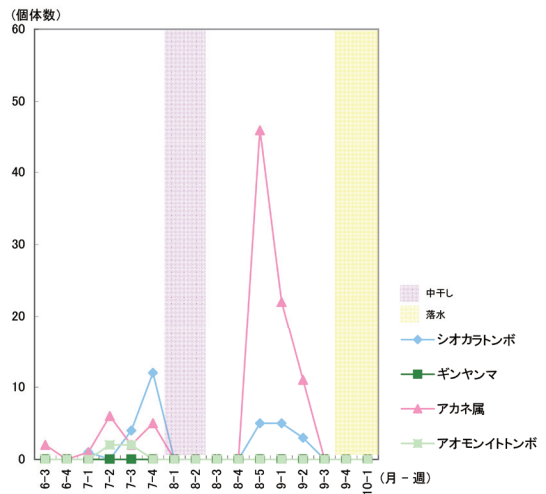
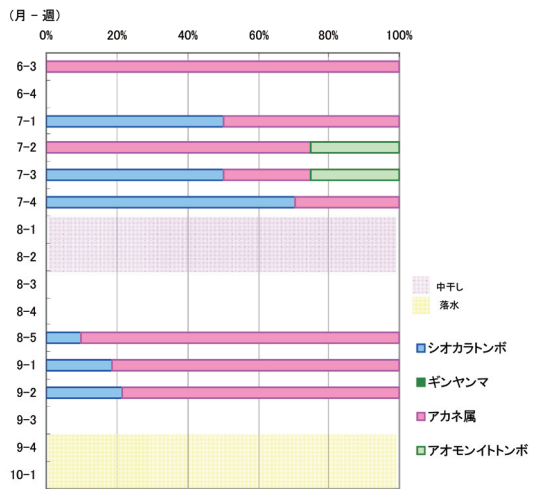


図12. PF3に出現した水生生物の割合および個体数の季節変化

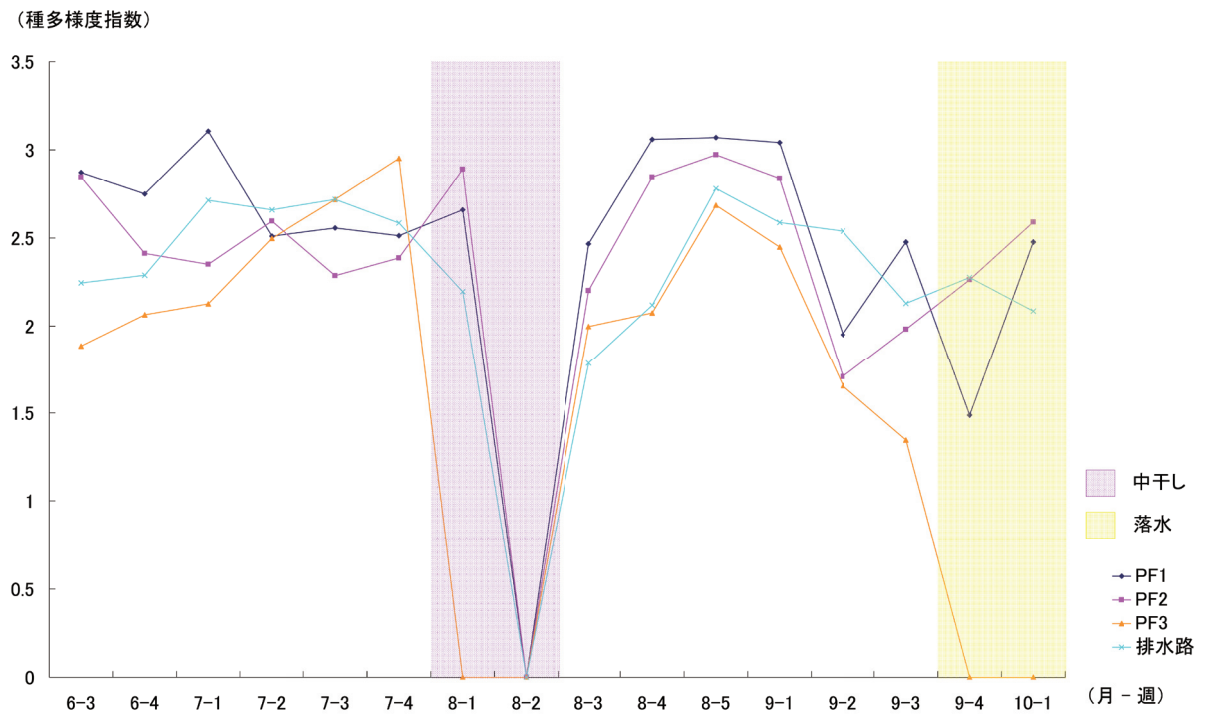
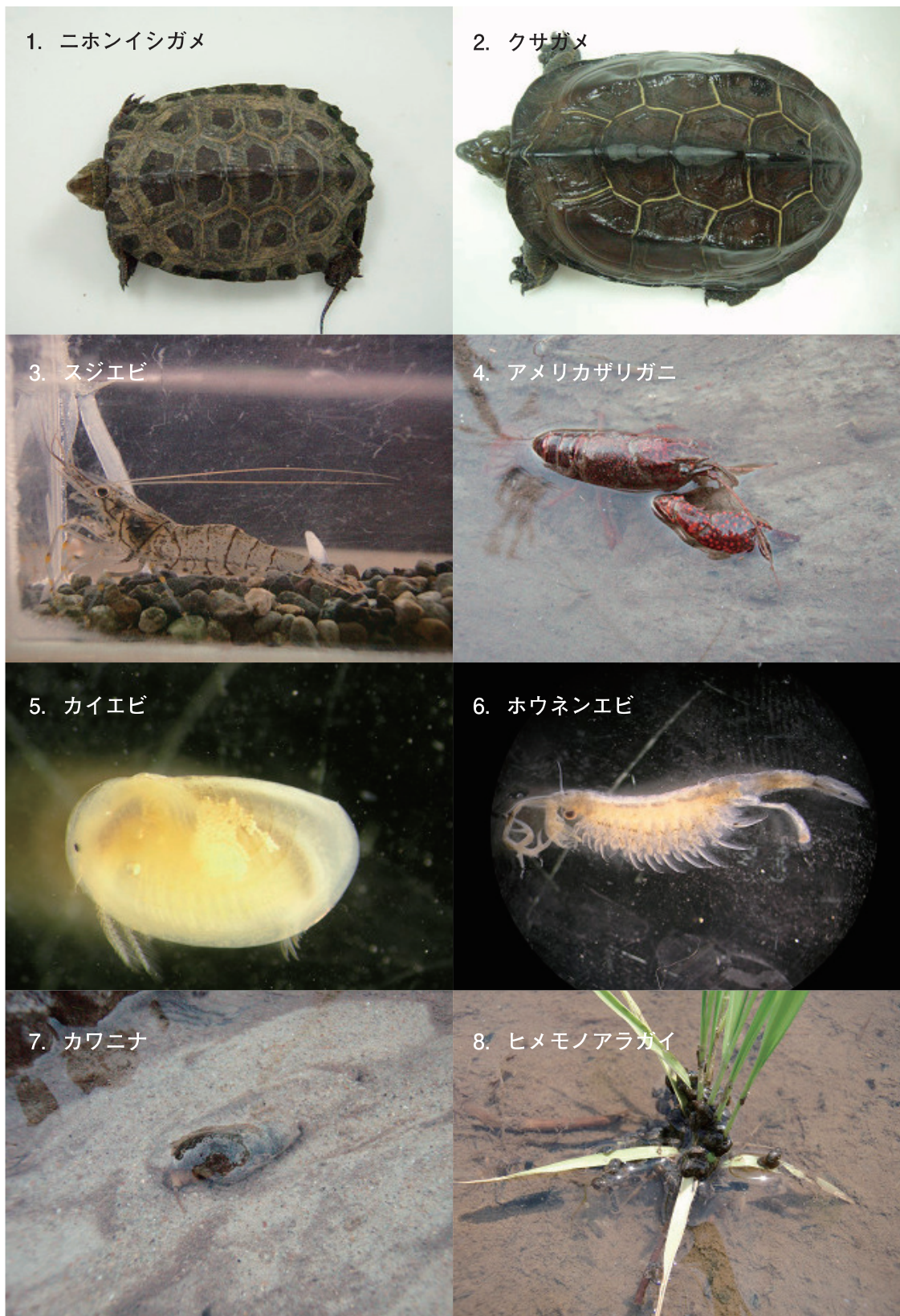


図13. 各ハビタット別種多様度指数



図版1 田んぼビオトープに出現する水生生物（魚類・両生類）



図版2 田んぼビオトープに出現する水生生物（爬虫類・甲殻類・貝類）



図版3 田んぼビオトープに出現する水生生物（貝類・昆虫類）



図版4 田んぼビオトープに出現する水生生物（昆虫類）



図版5 田んぼビオトープに出現する水生生物（昆虫類）



図版6 田んぼビオトープに出現する水生生物(昆虫類)



図版7 田んぼビオトープでの環境教育の実践と本年度収穫したお米