

長崎大学教育学部生物学教室で行われている コオイムシ類の飼育法

大庭伸也¹, 大浦ひなた¹, 林田 玲¹, 平石直樹²

Rearing method of Belostomatinae species in the Biological
Laboratory, Faculty of Education, Nagasaki University

Shin-ya Ohba¹, Hinata Ohura¹, Rei Hayashida¹ and Naoki Hiraishi²

Keywords: Belostomatidae, breeding method, giant water bug, *Laccotrephes*

はじめに

生活史の一部またはすべてを水中で生活する水生昆虫は近年絶滅の危機に瀕する種が多く、保全のための生態や生活史の解明が待たれているものが少なくない。野外での観察が難しくとも、飼育によってある程度の野外での生態を垣間見ることによって、多くの知見を得ることができる。1999年に発行された『水生昆虫完全飼育繁殖マニュアル』（都築ら 1999）は、これまでに知見の少なかった水生昆虫の飼育法が紹介されており、水生昆虫研究者のバイブルとなった。また、その改訂版が翌2000年に発行され（都築ら 2000）、海外種の飼育も紹介されている。児童向けの本として『水辺の虫の飼い方〜ゲンゴロウ・タガメ・ヤゴほか〜』（海野ら 1999）はカラー写真が豊富でわかりやすい。さらに、『田んぼと水辺の生き物 はじめての飼育と採集』（松沢 2014）にも水生昆虫の飼育についての詳しい記述がなされている。これらの書籍を参考にすれば、大まかな水生昆虫の一般的な飼育は問題なくできるであろう。ここでいう一般的とは見栄えが良く観察できるような水槽のレイアウトを伴う飼育を指す。

当研究室では2012年よりコオイムシ亜科昆虫を対象に行動生態や生活史の研究に取り組んでいる。コオイムシ類はカメムシ目コオイムシ科（Belostomatidae）に属する昆虫で、池や沼地、水田などに生息する水生昆虫である。コオイムシ科に属する昆虫は例外なくオスが単独で卵塊の保護をするという動物界でも珍しい繁殖行動を示すため（Smith 1997; Ohba 2019）、近年、性選択と卵保護行動に着目した研究が国内外で行われている（Muguía-Steyer et al. 2007, 2008, 2019; Thrasher et al. 2015; Ohba et al. 2016, 2018）。このように進化・行動生態学に関する仮説検証を行うのに優れた研究材料として注目されつつある。

これまでに、我々の研究室では主にコオイムシ *Appasus japonicus* とオオコオイムシ *A. major* を学生の卒業研究の材料としてきた。前者は北海道、本州、四国、九州に、後

1 長崎大学教育学部生物学教室

2 長崎大学大学院教育学研究科

者は北海道，本州，四国，九州に分布するものの，四国（徳島と愛媛）と九州（大分と鹿児島）では分布が局地的である（中島ら 2020，中峯 2019）。前者は環境省の準絶滅危惧種に指定され，後者は環境省のレッドリストには掲載されていないものの，関東や近畿を中心に地方版レッドリストに掲載されている。両種ともに肉食性でコオイムシは巻貝類を中心に水生昆虫を，オオコオイムシは水生昆虫を主に捕食しており，種間で食性が微妙に異なる（Okada and Nakasuji 1993; Ohba and Nakasuji 2006）。また，野外では幼虫同士の共食いも激しいことが知られている（Okada and Nakasuji 1993; Ohba and Nakasuji 2006）。そのため，従来紹介されているような複数個体を同一容器で飼育する“集団飼育”では共食いにより個体数の減少が起こってしまう場合がある。共食いによる個体数の減少を抑えるためには1匹ずつの個別飼育を行うことになる。また水生昆虫の宿命である水換えも効率的に行う必要があるが，個別飼育にすると水換えの容器が多くなり，飼育者の負担も大きいという問題がある。以上のように，コオイムシ類に限った話ではないが，研究対象種の飼育の可否は研究テーマを遂行する上で欠かせない。

本稿ではこれまでに当研究室で取り組んできたコオイムシ類の飼育法について，基本的な生態を含めて，これまでに出版された論文には書ききれなかった失敗談も含めて紹介する。研究材料とするには同時期に多数の個体を，状態よく飼育する必要がある。研究室には代々受け継がれてきたコオイムシ類の飼育のノウハウがあり，学生がテーマを引き継ぐたびにこのノウハウも受け継がれてきた。今回，約10年にわたり試行錯誤されてきた飼育法を記述し，学外者でもこの飼育ノウハウを利用できるようにすることを目的とする。ただし，ここで紹介する飼育法の個々のテクニックの良し悪しについては，実験的に検証されたものではなく，あくまで筆者らの経験則に基づいたものであることに注意されたい。今回は基本的な日常的管理の記載に主眼を置き，繁殖行動やオスの卵保護行動の観察用の装置については，今後公表予定の論文に記載するため，ここでは割愛することとする。

コオイムシ類のエサ

コオイムシ類は捕食性昆虫であり，餌の確保が飼育成功のカギを握る。野外環境下では主に水生昆虫類や巻貝類を捕食しているため（Okada and Nakasuji 1993; Ohba and Nakasuji 2006），そのような生物が手に入れば飼育は難しくない。しかし，飼育者の生活環境によってはそのような生物が手に入らない場合もあるだろう。適切な餌の確保ができなくなって飼育が頓挫してしまうケースも見聞きするため，餌の確保のしやすさも踏まえてどのような餌を用いるかを検討すべきである。また，コオイムシ類に餌を与えることは水質悪化を招くこともイコールと考えておくべきで，餌のあげすぎはコオイムシ類を死亡させてしまう原因となることにも注意しなくてはならない。食べ残された餌（コオイムシ類は体外消化をするため食べ残された餌は必ず出る）を早く取り出すことが水質悪化による死亡リスクを下げるポイントである。

1. 生き餌

基本的には身近で大量に手に入る小さめの節足動物（概ねコオイムシ類の体の半分の大きさ以下のサイズのもの）を用いる。これまでに飼育してきた中で感じる理想の餌は、『水に溺れずに容器内を歩いたり，遊泳したりする，適度なサイズの餌』である。その点，等

脚目のミズムシ類やヨコエビ類はこれらの条件を備えたもので第一著者が与えてきた餌の中で最も扱いやすいものであった。一般にその生息地に行けばこれらの生物は高密度で生息するため、現地に行った際にまとめて確保しておき、水槽や衣装ケースなどに水を入れてエアレーションをかけて、管理・ストックしておけば餌の問題は解決できる。しかし、ミズムシ類やヨコエビ類が手に入らない場合は別の餌を考えなくてはならない。近くに適当な水場がなければ、陸生のものでも餌にはできるが、捕食される前におぼれて死亡し、水質が悪化するということを考慮しなくてはならない。これまでに、水生の餌では、トンボ類の幼虫・ヤゴ、ミナミヌマエビなどの淡水エビ、蚊の幼虫（ボウフラ）、サカマキガイやカワニナなどの巻貝、陸生の餌では、オカダンゴムシ、バッタ類、カメムシ類、市販されているフタホシコオロギやミールワームを与えてきた。フタホシコオロギやミールワーム以外は野外で採集することになる。ボウフラについては屋外から集めてくることもできるが、確保のしやすさを考えると意図的に発生させるのが楽である。ボウフラはサイズが小さく、狭い水域から大量に確保できるため、幼虫飼育には大変重宝する。水に溺れてしまう陸生の餌を与える際にはできるだけコオイムシ類の前脚の近くに落とすが、陸地になっている足場に置いて、その餌の存在に気付いてコオイムシ類が自ら捕食するのを期待する、という与え方をする。陸生の餌を与えてすぐにコオイムシ類が前脚で捉えて捕食する場合はそのままでもよいが、捕食しない場合は餌の溺死を防ぐ観点から別の水生の餌を与えるなどの配慮も必要であろう。コオイムシ類は巻貝を捕食するため、ナメクジ類も与えたことはあるが、オオコオイムシは時々捕食するものの、コオイムシは捕食しなかった。

2. コオイムシ類の餌に適したボウフラの確保の方法

5リットル以上のバケツに水道水を8分目程の高さまで入れ、落ち葉や米ぬか、ミールワームを飼育していたふすま、魚類の人工飼料、チモシー、藁などの有機物を適量加え、屋外の日陰に置くと数日のうちにアカイエカメスのメスがやってきて産卵する。アカイエカは数百卵から構成される卵舟を産むため、そこから孵化するボウフラを大量に確保しやすい。また、他のメスが産卵を行うとそのキューを感知した別のメスも次々とやってきて産卵するため、“状態が良いバケツ”からは大量のボウフラが得られやすくなる。アカイエカの産卵が見られたら、孵化を待ち、4齢幼虫になった頃合いを見て金魚網や茶こしですくって採集する。気温にもよるが産卵からおおよそ1週間を目途にすると4齢幼虫が得られる。採集したボウフラをカップなどに集めておき、スポイトやピペットで水ごとボウフラを吸って、コオイムシ類の容器に入れることで給餌を行う。なお、地域ごとに種構成は異なるものの、主に長崎大学文教キャンパス周辺の屋外で採集できるのはヒトスジマカとアカイエカである。前者は竹の切株や空き缶、植木鉢の皿にたまった水などの小さな水域でボウフラがみられる。小さな水たまりかつ適度な有機物がある水域に少数ずつ、ばらばらとメス成虫が産卵する。メス成虫は昼行性で近くに来た人を含む動物から吸血するようになる。ヒトスジマカはばらまき産卵をするという習性から大量のボウフラがあまり得られないことと、成虫になった時の吸血の不快さを考えると、餌としての利便性はアカイエカに劣る。本種を繁殖させないようにするため、上記の5リットル以上のバケツなどの大きめの容器かつ、有機物を多めに入れて透明度が下がるくらいにするとアカイエカの

みが産卵するようになり、採集作業もしやすい。アカイエカも人から吸血をするが、活動は夜行性であるため、昼間の作業では干渉されることはまずない。アカイエカの繁殖に成功した後の注意点としては、トラフカクイカの発生と水質の変化のチェックである。トラフカクイカはボウフラを捕食する捕食性のボウフラで、トラフカクイカが繁殖、そのボウフラが発生するとアカイエカのボウフラが捕食されて激減するため、一般には益虫と認識されるものの、コオイムシ類の餌確保の観点からは厄介な存在である。見つけ次第除去するように努める。水質については、定期的には有機物を追加しないと降雨により有機物が薄まって（水質が改善され）、ヒトスジシマカの発生に適した水質になってしまう。そのため、定期的な有機物の追加も念頭に置く必要がある。なお、富栄養化するとチョウバエの幼虫も見られるようになるが、ボウフラと同様に餌として用いている。また、ボウフラは蛹になって約1日で蚊の成虫になってしまう上、丸みを帯びた蛹は捉えにくいいためか捕食されずにコオイムシ類の容器内で成虫の蚊になってしまう。蛹を与えないようにするか、与える場合は成虫になった蚊の処理も念頭に置く必要がある。飼育作業のために容器を開ける際には、成虫の蚊を捕獲するために殺虫用の電気ラケットを準備したり、飼育を行う室内に蚊成虫の逃亡に備えて電撃殺虫器や粘着式トラップを設置したりする。

ボウフラだけでは栄養が偏るためなのかコオイムシ類の幼虫が死亡しやすくなることがあるため、複数の種類の餌を与えるようにする。一方、ボウフラを発生させる容器が富栄養化していると、そこで育つボウフラの栄養状態も良くなることで、間接的にコオイムシ類の栄養摂取にプラスに働くような気がしている。今後、実験的に検証する必要があるが、以前、屋外で自然発生していたボウフラを与えると死亡する幼虫が目立った一方で、上記の方法で富栄養にして発生させたボウフラを与えると生存率の向上が見られたことがあった。

3. 冷凍餌

原則として生餌を用いることになるが、例外的に冷凍コオロギ（フタホシコオロギ）や冷凍赤虫を用いることができる。しかし、1匹ずつピンセットで挟んで与えるため、飼育個体数の分だけこの作業が必要である。冷凍コオロギはケースを冷凍庫から出したのちに、その容器を常温において作業することになるが、給餌に用いない冷凍コオロギも解凍されてしまい、再冷凍するとすべてのコオロギがくっついてしまう。そのため、その日に給餌を行う個体数を概算し、それに対応する冷凍コオロギの数を別容器に分けて解凍して与えるようにする。なお、冷凍赤虫は必要な数のブロックをカップに出し、水道水で解凍して与える。小さな幼虫には1匹ずつ、老齢幼虫や成虫には数匹をまとめてピンセットでつまんで与えるようにする。解凍済みの冷凍赤虫が余った場合は再冷凍する。再冷凍して次の給餌の際に与えても問題はなさそうである。他には夏の終わりから秋にかけて夜間の人工照明に多数飛来することがあるチャバネアオカメムシや家庭菜園で見かけるホオズキカメムシなどのカメムシ類を大量に確保しておき、冷凍して与えることもできる。一度冷凍すれば冷凍コオロギと同じように扱う。新成虫のコオイムシ類は捕食欲求が高いため、冷凍コオロギや冷凍したカメムシを与えると、一度の摂食量も多いためか給餌頻度も抑えられる。なお、基本的に翌日までには食べかすを回収するように心がける。

4. その他の餌

生きたメダカやオタマジャクシも捕食するが、前脚が小さいためあまり捕食は成功しない。できるだけ小さな個体を与えるようにする。また、死んで間もない金魚やドジョウもピンセットで頭部付近に持っていきと捕まえて捕食する。ただし、魚類や両生類の餌は脂質が多いためか、水質悪化が激しいので与える際は注意が必要である。例えば集団飼育をしていて、まとめて給餌したい場合などにこれらの魚類などを与えるくと効率が良い。ただし、繰り返すが水質悪化には気をかけておかなければならない。

水質と水換え

コオイムシ類は河川で見つかることもあるが、基本的には水が淀んだ溜池などに住む昆虫であり、水質悪化には強いとされる。しかし、あまりにも水が汚れていると、幼虫の場合、腹部が汚れて水をはじく機能が失われて溺死する原因となる。水面に油が浮いているときや、水の透明度が下がっている（スポーツ飲料程度の濁りを目安とする）ときは水換えを行う。またコオイムシ類が水から上がって甲羅干しをしている場合は、あまり体調が良くないサインであるため、水を換えるようにする。なお、状態が良くない個体や成虫の加齢が進み寿命が近くなると、体から水をはじく機能が失われるようですぐに水から上がろうとする。そのような個体は、行動観察には不向きであるため除外する。こういった個体は給餌をしても餌を食べないことが多いため、前回与えた餌を食べていないなどの異変に気付くことも多い。これらの状況を注意して観察しておくで個体の状態を把握できる。

水を更新する際には、水道水を1日以上汲み置いた水を用いる。飼育者によっては、塩素の影響はなく、水道水を直接使っている人もいるが、それぞれの地域や建物に設置されている水道の状態、気温や季節なども塩素濃度に影響する可能性があるため、汲み置き水を用いるのが無難である。

足場

野外で採取される小石や小枝などをはじめ、園芸用ネットなどを適当な大きさにカットして用いる。砂利を足場にすることもあるが、その後の管理を考える（水換えがしにくくなるので）と入れるメリットはあまりない。また、水草と人工水草のどちらでも足場として利用できる。これまでにオオカナダモを足場として用いてきたが、水質が悪化するとオオカナダモが枯れてしまい、余計に水質悪化がみられることがあった。人工水草の場合、このような急激な水質悪化は避けられるため、最近は人工水草を主に用いるようにしている。100円ショップで手に入るグリーンマット（ポリエチレン製、No. 4549131990775, Daiso Co. Ltd.）が安価でコストパフォーマンスも高い。マット状で市販されているが、手で引っ張るとマットを構成する“1株の人工草”が簡単にはがせるため（図1）、これを軽く水洗いして利用する。容器の大きさに合わせてその数やはさみで切ることで大きさを調整することもできる。

コオイムシ類は完全に水中生活に適応していないため、飼育容器内には水面より上に出る陸地を必ず設けることで、一時的に体調が良くない個体がある上に登って甲羅干しができるようにする（図1B）。このようにすることで、予期せず、水質が悪化した場合でもコオイムシ類自ら陸上に上がることで溺死を回避し、生存率の向上が見込める。

集団飼育か個別飼育か

集団飼育，個別飼育のいずれかを選択するのはその目的による（表1）。ここではそれぞれの基本的な事項をまとめたい。集団飼育は主に，個体同士の相互作用を観察するとき用いる手法で，水槽やプラスチックケース，大き目のタッパー，プラスチックカップを用いる。水量を多くできるため，水換え頻度が抑えられる一方で，十分な餌を入れておかないと共食いが起こってしまう。特に幼虫期は共食いが激しいので，餌を常に十分にに入れておかなければ，たちまちに幼虫の個体数が減ってしまう。特に齢期の異なる幼虫を同居させると加齢の進んだ大きな幼虫が，それよりも若い齢の小さな幼虫を共食いしてしまう。共食い頻度が低くなるとは言え，成虫段階でも共食いをゼロにすることは難しく，ある程度の個体数の減少は仕方がないものと割り切った考え方が必要である。とにかく共

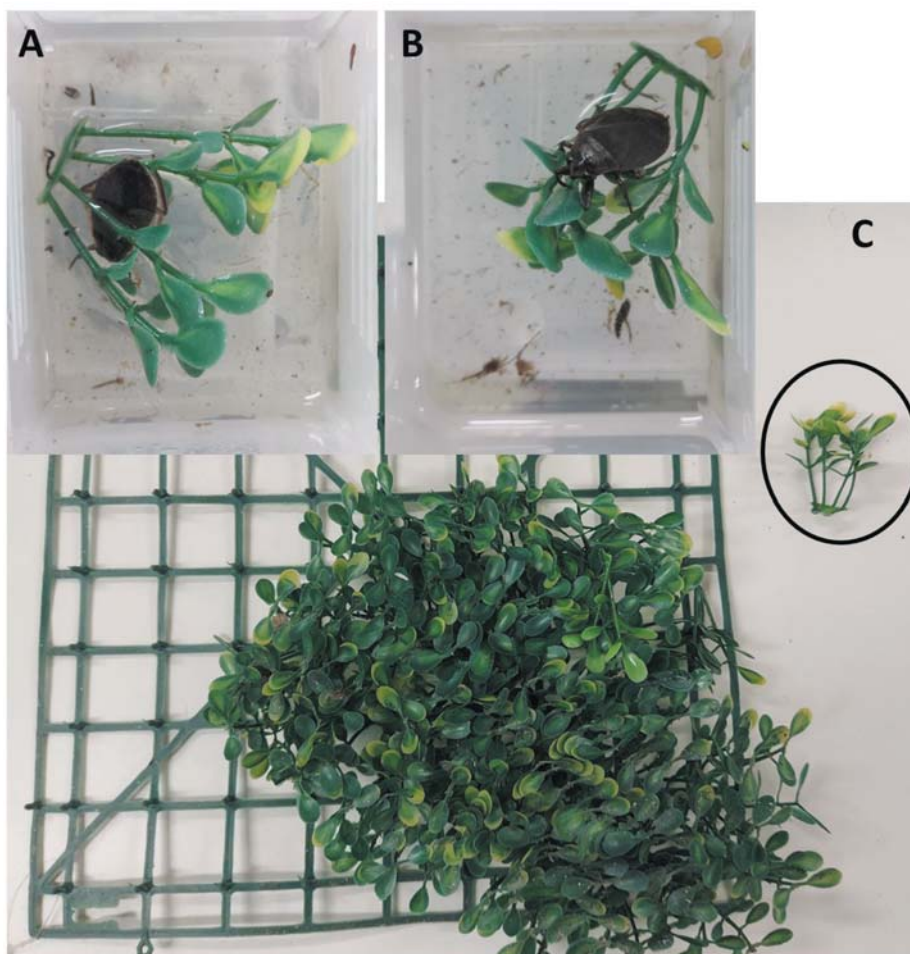


図1. グリーンマットをはぎ取って足場とする例

定位するコオイムシ (A)，水面上に出て甲羅干しを行うコオイムシ (B)，グリーンマットと剥がされた1株の人工草 (丸印) (C)

表 1. 飼育方法, 容器, それぞれの特徴

容器	集団飼育		個別飼育	
	プラスチックケース, 水槽	カップ	カップ	セバレータ容器
目的	産卵させるため (雌雄同居)		幼虫ごとの成長データを得るため, 成虫の給餌頻度を制御するため	
個体の把握のしやすさ	標識をつけないと個体の把握が難しい		カップ, セルごとに把握しやすい	
恒温器への導入	サイズによっては不可	可能	可能	
水質悪化の程度	遅い	早い	早い	早い
水替え回数	容器の数に依存		個体数に依存	セバレータ容器ごと
ろ過装置の設置	可能	不可能	不可能	
給餌頻度	毎日か数日に1回 (餌を切らさないようにする)		数日おき	
共食いの有無	起こる		起こらない	

食いを防ぎつつ, 状態よく飼育するためには, 毎日の餌密度のチェックと食べ残された餌の取り出しをこまめに行う必要がある。水換え頻度を抑えるためのろ過装置の設置が可能なのは, 長辺が20センチ以上のプラスチックケースか水槽に限られる。また, 集団飼育では, 個体の状態 (空腹度が高い個体に餌を多めに与えるなど) を考慮しての給餌量の調整ができない。また, 幼虫の個体ごとの成長期間のデータを取ることはできない。そのため, 集団飼育するのは, 繁殖 (ペアリング) のとき (図2) か, 野外から採集してきてすぐのタイミングで, 一時的に個体を分けることができない際や, 容器類が足りない場合などに限られる。繁殖を目的としない集団飼育では, 雌雄を別々にしての飼育を基本としているが, コオイムシ類は慣れないと雌雄判別が難しく, 雌雄を分けていたはずなのにメスの中にオスが混ざっている, またはその逆のケースもあり, 予期せず卵を背負っているオス (つまり繁殖してしまった) が出てくることがあった。

個別飼育は, 行動学的な観察をする個体や基本的な生活史に関するデータを取得する際に欠かせない手法である。行動学的な観察を行う場合, 他個体の接触がその後の行動に影響する可能性があるため, 日常管理の段階では個別飼育が望ましい。また, 幼虫を個別に飼育することで飼育期間に関するデータや, 状態の良い抜け殻を回収することで形態学的解析に用いるサンプルを得ることもできる (Ohba et al. 2008)。飼育容器を異なる温度条件にした恒温器にそれぞれ入れて飼育することで, 温度ごとの発育期間や発育速度の算出 (発育ゼロ点, 有効積算温度の計算に必要) が可能となる。滅菌シャーレ (浅型, 90×20mm, SH90-20, AGC テクノグラス株式会社, 福岡) やプラスチックカップ (直径101mm×高さ44mm, 200B, リスパック株式会社, 岐阜), セクションケース (29.5cm×19cm, No. 4549131672244, Daiso Co. Ltd.) に足場を入れて準備し, 容器のふたや側面にビニールテープを数センチの長さで貼り, そのテープに個体の情報や脱皮確認日を書き込む (図3A)。プラスチックカップの場合は, フタにビニールテープを貼り付けるが, 世話をする過程で別のカップのフタとの入れ換えが起こらないように注意する。飼育が終われば, ビニールテープを容器からはがし, ノートなどに貼り付けて並べることで生データとしての保存と集計が楽になる (図3B)。個別飼育のデメリットとしては, 容器が小さく,

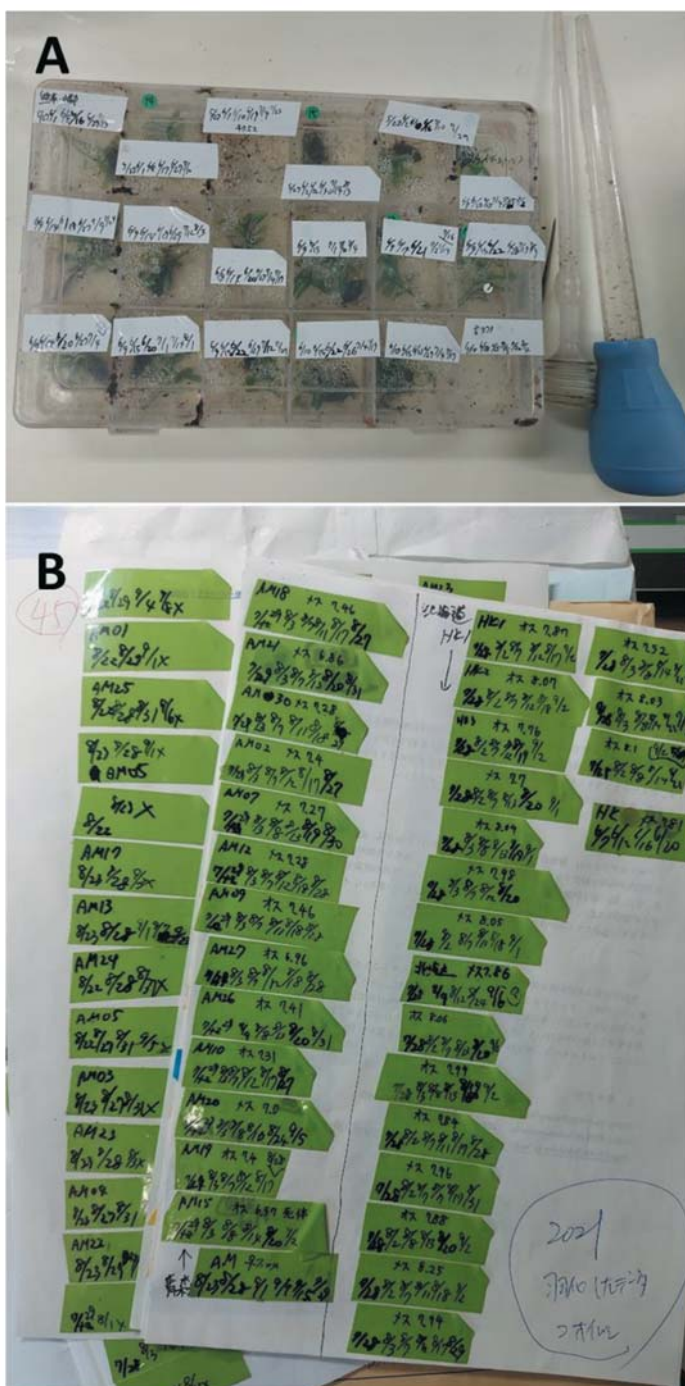


図2. プラスティックケースでペアリングする例

足場にオオカナダモ，園芸用ネットを十分に入れ，水面上に突き出るようにする。オカダンゴムシを餌として入れている。

どうしても水量が少なくなるため，水質悪化が激しいことである。そのため，餌の取り出しには気を遣うことになる。その一方で，共食いは起こらないため，繁殖を目的とするとき（毎日十分な餌を与える必要がある）や幼虫を健全に育てるとき以外は，給餌間隔を数日あけることもできるため，飼育者の心理的負担は集団飼育よりも小さい。

滅菌シャーレ飼育の場合，毎日の給餌の際にフタを開けることで換気はできるものの，



世話を数日あけてしまうと餌が残っているのにもかかわらず、不自然な死に方をすることがある。おそらくフタを開けないことによる換気不足で、酸欠になってしまったのだと考えられる。プラスチックカップ飼育の場合、給餌のためにフタを開ける際に振動が生じてしまい、コオイムシ類の警戒心を高めるためか、よほど空腹でない限り足場の裏に隠れてしまい、すぐに餌を食べなかったり、数か月使用していると徐々にカップの透明度が失われ、プラスチックカップの劣化により漏水したりすることもデメリットであった。しかし、シャーレやプラスチックカップで生じるこれらの問題は以下に詳述するセクションケースでは生じていない。

2021年度よりそれまでに個別飼育に用いていた滅菌シャーレやプラスチックカップから、セクションケースを使うようになった。このケースは100円ショップで150円(税抜き)で販売されている小物入れである。仕切りをつけると18個のセルができ、各セルの大きさは $57 \times 44 \times 38 \text{mm}$ で、コオイムシ類の1齢幼虫～羽化、その後の成虫の飼育まで全発育ステージの個別飼育が行える点で非常に扱いやすい。フタとケースには隙間があるため、空気穴をあける必要もない。水深を1cm程度にし、セルの中には上述のグリーンマットより、引き抜いた1株の人工草を入れると、適度な足場と陸地を作ることができる(図1 AB)。水換えもスポイトでセル内の水を吸い出すか、水換えをするセルの数が多いときはセクションケースのふたをきちんと締めたらうで容器を傾けるだけで水が流れ出るので、フタを閉めて傾けると、水を捨てた後に新たに水を流し込むだけですむ。この際、コオイムシ類が暴れて隣のセルに移動してしまうことがあるので、よく観察し、個体の移動が起これないように注意したい。なお、新しく開封したケースには剥離剤が塗られているためか、ぬめりがあり、水を入れると泡が立つ。この泡の生体への影響は不明であるが、良い影響はないものと思われるので、使用前に水道水でよく洗い流してから使うようにする。シャワーを使うと、細かい部位に水を当てることができ洗う時に便利である。

このセクションケースを使う前の幼虫の個別飼育では、1～3齢までは上記の滅菌

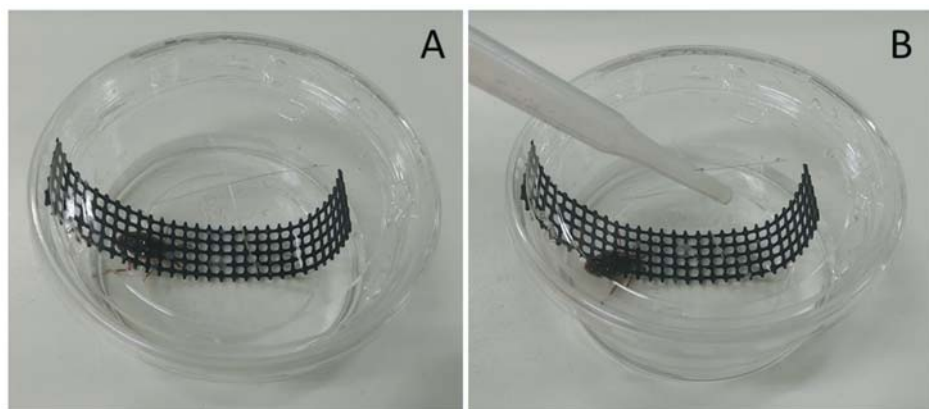


図4. プラスチックカップによる成虫飼育 (A) とスポイトによる給餌の様子 (B)。

フタには換気のためにカッターで十字の切込みを入れており、スポイトで給餌する場合、フタを開けずに十字の切込みから直接入れることができる。

シャーレで、4齢幼虫以降はプラスチックカップへと“引っ越し”を行っていた。滅菌シャーレは水深が浅くて若い幼虫はエサが取りやすい一方で、そのままだと老齢幼虫にとっては浅すぎて、羽化の際に背中が水面から出たてしまい翅が伸びきれない羽化不全が生じることがある。そのため、4齢幼虫以降はプラスチックカップに移し変える必要があるが、プラスチックカップだと不必要な空間が出てしまい(図4)、プラスチックカップを重ねての管理はできるが非常にかさばっていた。買い物かごに入ると持ち運びがしやすいが、プラスチックカップの場合だと、1カゴに40個体程度を入れるのが限度であった。セクションケースの場合、18個体入りの容器を10段縦に積んでも買い物かごに収まる。すなわち同じ容積で180個体を飼育できることになる。このセクションケースではコオイムシ類のほかに、エサキタイコウチの1齢～成虫の飼育繁殖も可能である(図5)。

繁殖

越冬後の個体を20度以上でキープし、給餌を行うと多くの個体は数日から1週間程度で繁殖が可能となる。以前、岡山県北部の湿地より2月に数匹のコオイムシを研究室に持ち帰って、25度条件に移したところ翌日には産卵が見られたことがあった。このことから、越冬段階でメスはすでに腹部に造卵、未受精卵を抱えているものと推察される。メスの腹部が膨らみ、未成熟卵が透けて見ると緑がかって見えるので、そのような個体は繁殖準備ができていない可能性が高い。一方、腹部が黄色やクリーム色を呈するときは造卵されておらず脂肪が蓄積しているので、ペアリングしても産卵しない。そのようなメスとオスを同居させると、みすみすメスによる共食いを誘発しかねないので、メスの腹部の色チェックは重要である。また新成虫が羽化後、1か月もすれば繁殖可能になるようで、集団でキープしておくといつの間にかオスの背中に産卵しているケースも珍しくない。しかし新成虫の場合、個体によって繁殖モードへの入り方がまちまちであるため、基本的に新成虫の繁殖行動の観察は難しい。そのため、新成虫を個別飼育しておくことで意図せぬ繁殖行動を回避するようにしている。雌雄が状態良く繁殖行動に入るのを確認するためには、やはり越冬明けの個体を用いるのが理想であろう。

プラスチックカップやプラスチックケースに水深約2～3cmの水と足場を入れ、そこに雌雄を投入する。繁殖準備ができていればメスがオスの背中に産卵をする。1晩置いて産卵が見られなければ一度個別飼育に戻し、数日給餌したのちに再びペアリングを試みる。さらに産卵が見られないときは容器の大きさを検討し、別の容器で試みるのも手である。以前、タイワンコオイムシのペアリングがうまくいかないことがあり、ペアリング容器のサイズを大きくするとたちまちに産卵することがあった。すでに公表された論文(Ohba et al. 2018)ではこのあたりの失敗は触れられていない。コオイムシ類は繁殖期に複数回、産卵し、産卵後1週間～2週間程度の間隔を開ければ次の産卵が見られる。ただし、給餌量や気温も産卵間隔に影響するのでメスの腹部の状態もこまめにチェックするようにする。ペアリングの際、メスがオスを捕食することもまれに起こるため、ペアリングする前にメスに十分な餌を与えておくことを忘れてはならない。一方、雌雄間の繁殖行動を観察する場合は、餌を入れておくこと採餌ばかりに時間が割かれ、繁殖行動がなかなか観察できないこともあるため、原則的に餌を入れないようにする。このように餌を抜いて同居させる際には、特に事前の給餌を怠ってはならない。繁殖行動の観察ではなく産卵さ

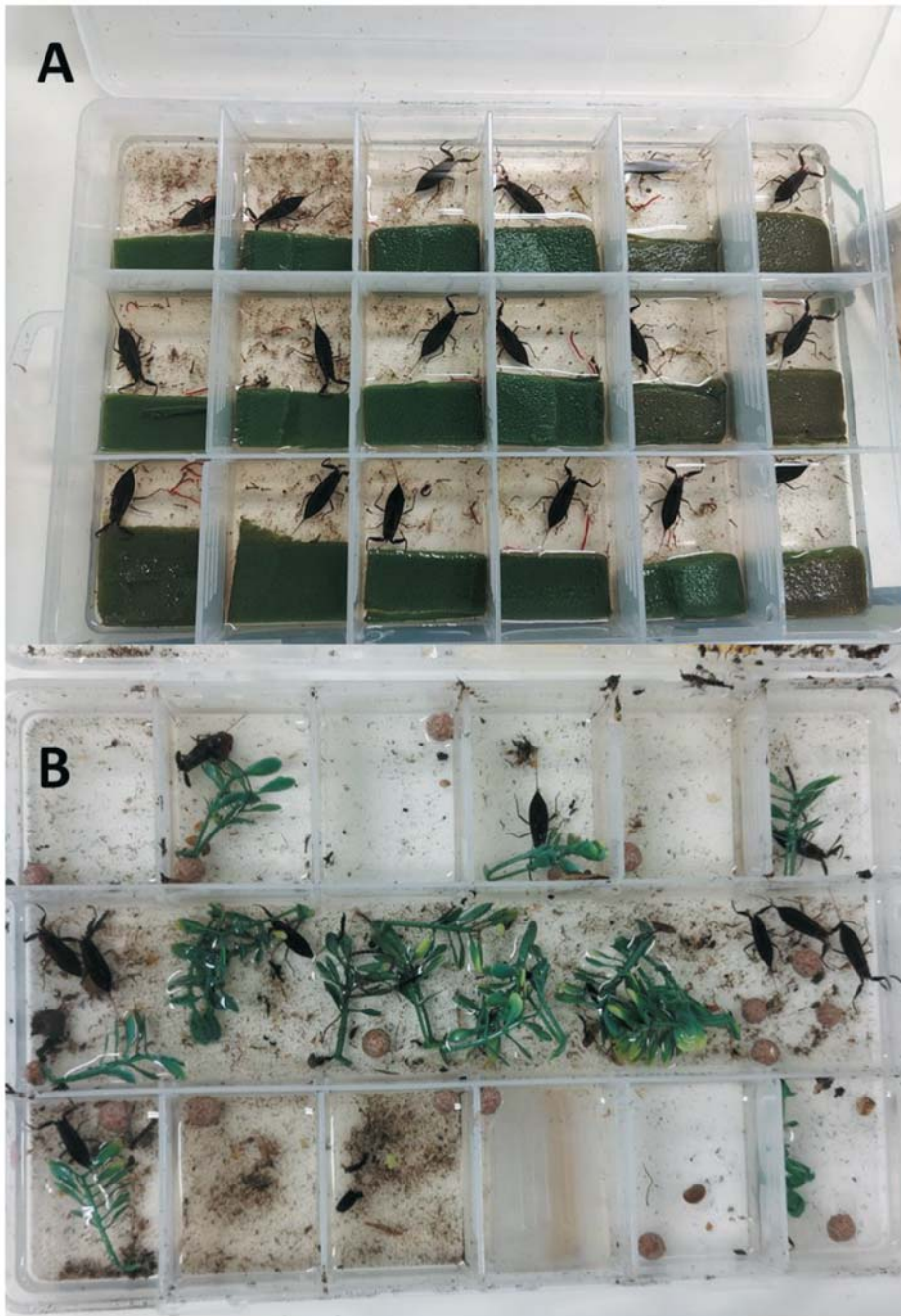


図5. セクションケースを用いたエサキタイコウチの個別飼育
採卵のためにオアシスとメス成虫を個別に入れている (A)。
中段のようにセパレタを取り外し、集団飼育にすることもできる (B)。

せることが目的なら、ペアリング時の共食い回避のために積極的に餌を入れておくべきである。

繁殖行動の観察のためのスケジュール

コオイムシ類の繁殖は地域によるもののおおむね5月～8月にかけてであり、6、7月にピークが来ると考えてよい。その繁殖は気温と日長が関係していることが同じコオイムシ科のタガメで報告されており、タガメの場合、6月の夏至をピークに繁殖がみられる。繁殖の開始は春の温度上昇、繁殖の終了は夏の短日が関係している (Hasizume and Numata 1997)。そのため、タガメの繁殖期は5月～7月までとされる。おそらくコオイムシ類も同じように夏至をピークに繁殖がみられる。詳細は割愛するが、おおむね南の地域の個体群は北の個体群よりも繁殖期が長く、それだけ繁殖行動のデータを取る期間は長くなる。

実際にこれまでの研究を行う中で、兵庫個体群よりも北海道個体群は繁殖期が短く、繁殖行動が十分に観察できないことがあった。兵庫個体群では7月下旬ころまで繁殖行動がみられるが、北海道個体群では夏至を過ぎたあたりからぱったりと繁殖行動を示さなくなったのである。特にオスが求愛であるポンピング行動を示さなくなった。その解決策として、失敗した翌年度は北海道個体群については越冬明けに早めに給餌をすることと、できるだけ6月中に繁殖行動の観察を終えるようにした。また、日長については自然日長にさらしていたため、北海道個体群は夕方から2時間ほど熱帯魚用のライトを点灯して、人工的に長日条件にさらすことで、比較的長く繁殖行動を持続させるようにした。

繁殖行動を調べる際には十分な繰り返し数の確保と成虫の成熟を促すため毎日の給餌を原則とする。当研究室では5月の連休前に越冬中の個体を常温に戻し、小さめの餌を与えて、連休中も数回の給餌と水換えを行う。その後、連休明けから給餌頻度を増やし、オスの求愛行動の確認（ポンピング行動）とメスの腹部の色合いを見て繁殖行動の観察を開始する。おおむね5月中・下旬よりスタートすれば、繰り返し数と観察頻度にもよるが7月上旬くらいまでには繁殖行動のデータを取ることができる。

越冬

野外では水際の植物の根際や石や流木の下に潜り込んでじっとしているコオイムシを見かける一方で、12月に池の岸際の枯れ木や落ち葉がたまった場所をタモ網で救うとたくさんコオイムシが取れたことがあった。そのため、野外では陸上と水中の両方で越冬しているようである。

飼育下では11月くらいまで常温でキープし、十分な餌を食べさせた後に成虫を越冬させる。野外の観察事例より水中越冬と陸上越冬の2つがある。水中越冬はそのまま水が入った容器を気温の安定した日陰となるような外気温にさらせる場所もしくは冷蔵庫（10度以下）に置くだけである。野外だと暖かいときは採餌の可能性もあるため、水生の餌と水草か人工水草の足場を多めに入れておく。越冬中、水質変化はほとんど起こらないので水換えは必要ない。一方、陸上越冬は湿らせたミズゴケ（園芸用）や落ち葉の上に成虫を入れて越冬させる。容器を外気温にさらすか、冷蔵庫などに入れておくのは水中越冬と共通するものの、陸上越冬はカビが発生することで、最悪のケースでは容器内の全個体が死亡す

ることがある。あらかじめ熱湯処理や電子レンジで加熱（例えば Watanabe et al. 2022）をしてミズゴケや落ち葉を殺菌しておくか、定期的に容器を見て、白い綿やクモの巣状のものが観察できたら、カビに侵食されている兆候なので、できるだけ早くミズゴケを新しいものに変えることで容器内の全滅を避けることができる。これまでの経験から、まったくカビが発生しないケースもあれば、同じように容器を準備してもカビが発生してしまうこともある。越冬期は給餌と水換えの負担がない分、カビの発生を気にかけておく必要がある。一方、水中越冬の方がカビのリスクがないが、コオイムシ類が完全に休眠していない状態かもしれない。陸上越冬と水中越冬のどちらが翌年の繁殖に適しているかなどの検証は今後の課題である。

個体標識の方法

成虫の個体識別には三菱ペイントマーカーをオスの場合は前胸に施し、色の組み合わせで番号を付ける（黄緑を1、オレンジを2、水色を3、桃色を4、白を5と読み替える組み合わせで3～4桁の番号を割り当てている）。メスについては卵で背中が見えなくなることはないので、前翅に直接番号を書いて管理することができる。

さいごに

以上紹介した通り、これまでの試行錯誤の末、セクションケースでの個別飼育、プラスチックカップでのペアリングを基本とするに至った。与えるエサについてはおおむね表2に示した通りで、うまく幼虫を飼育できている。2022年現在、研究室で維持されている北海道から鹿児島までの10以上のコオイムシの個体群、系統維持もこの方法で省力的に行うことができるであろう。また、他の水生昆虫や陸生昆虫の飼育にセクションケースは有用であると期待される。

表2. 発育ステージごとに給餌する主な餌

発育ステージ	生き餌	冷凍餌
1～3 齢	ボウフラ	冷凍赤虫
4～5 齢	ボウフラ, ダンゴムシ	冷凍コオロギ
成虫	ダンゴムシ, ミールワーム, カメムシ類, 巻貝類	冷凍コオロギ, 冷凍赤虫

謝辞

本論文で紹介した飼育法に携わってきた当研究室の卒業生・松尾明香さん、吉村愛菜さん、山田知帆乃さん、松田彩葉さん、松本弥優さんをはじめ、飼育を手伝っていただいた方々に深謝申し上げます。石川県ふれあい昆虫館の渡部晃平氏からは本論文に有益な文献を教えていただいた。なお、本研究は科研費20K06076および21H02550の一部を受けて行われた。

引用文献

- Hasizume H, Numata H (1997) Effects of temperature and photoperiod on reproduction in the giant water bug, *Lethocerus deyrollei* (Vuillefroy) (Heteroptera: Belostomatidae). *Japanese Journal of Entomology* 65(1): 55-61.
- 中峯浩司 (2019) 鹿児島県伊佐市でオオコオイムシを採集. *SATSUMA* 164 : 1.
- 中島 淳・林 成多・石田和男・北野 忠・吉富博之 (2020) ネイチャーガイド日本の水生昆虫. 文一総合出版. 東京.
- 松沢暁士(2014)田んぼの水辺の生き方 はじめての飼育と採集. 株式会社学研教育出版. 東京.
- Munguía-Steyer R, Gonzalez-garcia E, Castanzos CE, Cordoba-aguilar A (2019) Costly parenting: physiological condition over time and season in males of the giant waterbug *Abedus dilatatus*. *Physiological Entomology* 44: 236-244.
- Munguía-Steyer R, Favila ME, Macias-Ordenez R (2008) Brood pumping modulation and the benefits of paternal care in *Abedus breviceps* (Hemiptera: Belostomatidae). *Ethology* 114: 693-700.
- Munguía-Steyer R, Macias-Ordenez R (2007) Is it risky to be a father? Survival assessment depending on sex and parental status in the water bug *Abedus breviceps* using multistate modelling. *Canadian Journal of Zoology* 85: 49-55.
- Ohba S (2019) Ecology of giant water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae). *Entomological Science* 22: 6-20.
- Ohba S, Matsuo S, Trang Huynh TT, Kudo S (2018) Female mate preference for egg-caring males in the giant water bug *Diplonychus rusticus* (Heteroptera Belostomatidae). *Ethology, Ecology & Evolution* 30: 477-484.
- Ohba S, Nakasuji F (2006) Dietary items of predacious aquatic bugs (Nepoidea: Heteroptera) in Japanese wetlands. *Limnology* 7: 41-43.
- Ohba S, Okuda N, Kudo S (2016) Sexual selection of male parental care in giant water bugs. *Royal Society Open Science* 3: 150720.
- Ohba S, Tatsuta H, Nakasuji F (2008) Variation in the geometry of foreleg claws in sympatric giant water bug species: an adaptive trait for catching prey? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 129: 223-227.
- Okada H, Nakasuji F (1993) Comparative studies on the seasonal occurrence, nymphal development and food menu in two giant water bugs, *Diplonychus japonicus* Vuillefroy and *Diplonychus major* Esaki (Hemiptera: Belostomatidae). *Researches on Population Ecology* 35: 15-22.
- Smith RL (1997) Evolution of paternal care in the giant water bugs (Heteroptera: Belostomatidae). In: "The evolution of social behavior in insects and arachnids" (Choe J, Crespi B, eds), pp. 116-149, Cambridge University Press, Cambridge.
- Thrasher P, Reyes E, Klug H (2015) Parental care and mate choice in the giant water bug *Belostoma lutarium*. *Ethology* 121: 1018-1029.
- 都築裕一・谷脇晃徳・猪田利夫 (1999) 水生昆虫完全飼育・繁殖マニュアル. 株式会社

データハウス, 東京.

都築裕一・谷脇晃徳・猪田利夫 (2000) 水生昆虫完全飼育・繁殖マニュアル 改訂版. 株式会社データハウス, 東京.

海野和男・筒井学・高嶋清明 (1999) 水辺の虫の飼い方～ゲンゴロウ・タガメ・ヤゴほか～. 偕成社, 東京.

Watanabe K, Saiki R, Sumikawa T, Yoshida W (2022) Rearing method for the endangered species *Dineutus mellyi mellyi* Regimbart, 1882 (Coleoptera: Gyrinidae). Aquatic Insects: DOI: 10.1080/01650424.2022.2107676.