

## トンボ類が利用できる簡易ビオトープの設計・設置・評価

### Design, installation, and evaluation of a simple biotope for use by dragonflies

高橋 一 秋\*

大内 梓\*\*

馬場 惣 亮\*\*

Kazuaki TAKAHASHI

Azusa OUCHI

Souji BABA

#### 要旨

近年、日本では、開発による自然環境の減少、ゲームやテレビの普及、過疎化に伴う遊び相手の減少、塾通いの増加などが要因となって、子どもの外遊び・自然遊び離れが加速している。また、外遊び・自然離れは、子どもの理科離れを進行させる一つの要因にもなっている。幼少期の自然体験は、子どもの多面的な発達を促し、多様な力(集中力やコミュニケーション力、学習意欲など)を向上させる効果を持つことから、子どもの外遊び・自然離れは教育の現場でも問題視されている。このような背景を受けて、小学校では、外遊び・自然遊びを授業の中に取り入れる試みがあり、その一つに学校ビオトープがある。学校ビオトープでは、「生き物観察」や「生き物採集」などの自然遊びをベースとする学びができるのが特徴であり、多様な気づきを与え、関心や理解が深まるなど、高い学習効果が得られる。池を持つビオトープで観察できる生き物のうち、特に、トンボは小学校の「理科」の教科書にも登場する身近な昆虫であることから、優れた教材だとされる。しかし、敷地が狭く、予算に余裕がない小学校では、ビオトープを造成することは困難である。そこで、本研究では、多様なトンボ類が利用できる小規模で、かつ簡便なビオトープを開発・設置し、教材としての有効性を評価することを目的とした。

「水辺環境」と「苗木環境」から構成される簡易ビオトープ(約 $2.7\text{m}^2$ =約 $1.8\text{m}\times 1.5\text{m}$ )を設計し、宮城県山元町立坂元小学校の校庭に設置した。設置に要した時間は、学生12名と教員1名で約2時間であった。トロ船2つに土(赤玉土・黒土・珪砂)と石を入れてから、抽水植物と浮葉植物を植えて、水を張った環境を「水辺環境」とした。トロ船内に滑らかな傾斜ができるように土を敷き詰めて、水深に変化を持たせた。「苗木環境」は、ペットボトルで作製した植木鉢で育てられているコナラやクヌギの苗木を並べた環境とした。「苗木環境」がトンボ類の幼体(ヤゴ)の羽化場所になること、水草がヤゴの産卵場所や羽化場所になること、石がヤゴの居場所や隠れ場所、羽化場所になること、水深の浅い泥状の土が産卵場所になることを、それぞれ期待した。資材類はホームセンターとインターネット通信販売で購入した。資材費は「水辺環境」のみで、44,084円であった。

「水辺環境」で直接観察された水生生物は、ヒメゲンゴロウ(成虫)、ヒメガムシ(成虫)、タイリクアカネ(幼虫)、ギンヤンマ(幼虫)、イトトンボ科spp.(幼虫)、ムツアカネ(幼虫)、アメンボ科sp.(成虫)、カ科spp.(幼虫・蛹)、ガガンボ科spp.(幼虫)、カゲロウ科spp.(幼虫)、ユスリカ科spp.(幼虫)、ニホンアマガエル(成体・幼体)、ニホンアカガエル(成体)、メダカ科spp.(成体)の14種類であった。そのうち、トンボ類は4種であった。「水辺環境」が設置されてから3か月後にタイリクアカネが、5か月後にギンヤンマとイトトンボ科spp.が、9か月後にムツアカネが、それぞれ初めて観察された。イトトンボ科spp.が観察されたのは1回のみであったが、それ以外の3種については、初観察日以降も継続して生息が確認された。タイリクアカネの幼虫が羽化した脱皮殻が、植えたサンカクイの茎で確認された。全体を通して、「水辺環境」を設置した1年目は7種、2年目には13種が観察されたことから、時間の経過に伴って、水生生物の種数が増加する傾向が認められた。このように、本研究で開発した「簡易ビオトープ」は、トンボ類、ゲンゴロウ類やガムシ類、カエル類を誘引することができたことから、環境教育の教材として十分活用できると判断できた。

## Abstract

Children in Japan are increasingly moving away from outdoor and natural play due to the decrease in the natural environment caused by development, the spread of video games and television, the decrease in playmates due to depopulation, and the increase in cram-school attendance. The trend away from outdoors and play in natural settings is also increasing the withdrawal of children from science. Because experiences of nature in childhood promote children's multifaceted development and improve diverse abilities such as concentration, communication, and motivation to learn, this withdrawal from outdoor play has been viewed as a problem in education. Against this background, there have been attempts to incorporate outdoor and nature play into elementary-school classes, one of which is the school biotope. School biotopes enable learning based on nature play, such as observing and collecting living creatures, and are very effective for learning, both through increasing awareness and by deepening interest and understanding. Among creatures that can be observed in a biotope with a pond, dragonflies provide excellent teaching materials because they are familiar insects that appear in elementary-school science textbooks. However, it is difficult to construct a biotope in an elementary school with limited space or budget. Therefore, this study developed a simple biotope that can be used by a variety of dragonfly species, and evaluated its effectiveness as a teaching tool.

A simple biotope (approximately  $1.8 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} = 2.7 \text{ m}^2$ ) consisting of riparian and sapling environments was designed and installed in the schoolyard of Sakamoto Elementary School in Yamamoto, Miyagi Prefecture. The installation took 12 students and one teacher about 2 hours. The riparian environment was created using two rectangular containers ("Toro Boats") made of soft and durable synthetic resin that contained *Akadama* (a red soil of the Kanto Loam layer, which is the soil formed by fallen volcanic ash that spread over the Kanto Plain in Japan), black soil (the surface layer of volcanic ash soil in the Kanto region, combined with humus accumulated from decaying plants), silica sand (a quartz sand composed mainly of silicate, produced by the weathering of granite and other rocks), and stones. Submerged and floating-leaved plants were planted in the containers before filling them with water. The soil was spread to create a smooth slope inside the containers, and the depth of the water was varied. The seedling environment consisted of konara (*Quercus serrata*) and sawtooth (*Q. acutissima*) oak saplings grown in plant pots made from plastic bottles. We hoped that the sapling environment would serve as a hatching site for dragonfly larvae; that the water plants would serve as spawning and hatching sites for dragonfly larvae; that the stones would serve as a place for dragonfly larvae to live, hide, and hatch; and that the muddy soil and shallow water would serve as a spawning site for dragonflies. Materials were purchased at a home-improvement center and via the Internet. The materials for the riparian environment cost 44,084 yen.

Aquatic organisms directly observed in the riparian environment were *Rhantus suturalis* (adults), *Sternolophus rufipes* (adults), *Sympetrum striolatum* (larvae), *Anax parthenope* (larvae), Coenagrionidae spp. (larvae), *Sympetrum danae* (larvae), Gerridae spp. (adults), Culicidae spp. (larvae and pupae), Tipulidae spp. (larvae), Ephemeroptera spp. (larvae), Chironomidae spp. (larvae), *Dryophytes japonica* (adult and young), *Rana japonica* (adult), and Adrianichthyidae spp. (adult). Of these, four species were dragonflies. *S. striolatum* was first observed 3 months after the riparian environment was installed, *A. parthenope* and Coenagrionidae spp. 5 months later, and *S. danae* 9 months later. Coenagrionidae spp. was observed only once, while the other three species were present continuously after the date of the first observation. The molted shell from a hatched *S. striolatum* larva was found on a planted *Schoenoplectus triqueter* stem. The number of aquatic organism species increased over time; 7 species were observed in the first year after the riparian environment was installed and 13 in the second year. Since the simple biotope developed here was able to attract dragonflies, Dytiscidae, Hydrophilidae, and frogs, the biotope could be used as material for environmental education.

キーワード：小学校、環境教育、教材開発、自然離れ、理科離れ、苗木ビオトープ、たねぷろじえくと

Keywords: elementary school, environmental education, teaching material development, dislike of nature, science phobia, sapling biotope, Tane-project

## I はじめに

子どもの外遊び・自然遊びの種類は多様ではあるが、吉野(2011)は、チーム型(ドッチボールや野球など)、鬼決め型(どろけいやおにごっこなど)、分散型(一輪車や遊具遊び、虫捕りや川遊びなど)の3つに整理できるとしている。近年、日本では、このような子どもの外遊び・自然遊び離れが加速しており(菅・田畑1985; 岡田ら1991; 小池1996)、その原因としては、開発による自然環境の減少、ゲームやテレビの普及、過疎化に伴う遊び相手の減少、塾通いの増加などが指摘されている。一方で、幼少期の自然体験は、子どもの多面的な発達を促し、多様な力(心身の成長、人格形成、自己実現・自己主張・自己制御する力、集中力やコミュニケーション力、学習意欲、自然に対する知識の習得など)を向上させる効果を持つ(Bailey 1972; 山本ら2005; 高橋・高橋2007; 飯沼2020)ことから、子どもの外遊び・自然遊び離れが教育の現場でも問題視されている。また、近年、外遊び・自然遊び離れと並行して、理科離れも進行しており(加藤2007; 2008; 2009; 鶴岡1996)、その原因として、日常生活の中で自然に触れ、自然を認識し、自然に興味・関心を持つ機会が極端に減少してしまったことや、学校での理科教育の影響を挙げている報告もある(長沼2015)。すなわち、かつては、日常生活の中での自然体験を通じて自ら何かを学びとっていく学校外の学習と学校の理科教育とが相互に影響を及ぼし合って、理科好きの児童・生徒が育てられていた。しかし、今では、学校外での学習を通じて自然への関心を強めていく機会が減っており、それを理科教育が補完することもできない状況にあるがために、理科離れが進行しているのではないかと指摘している(長沼2015)。

このような外遊び・自然遊びや理科離れを背景として、小学校では、外遊び・自然遊びや自然体験の機会を授業の中に取り入れる試みがあり、その一つに、学校ビオトープが挙げられる(大越・熊谷2001; 木村2007; 蓮本2018)。これらの学校ビオトープでは、「生き物観察」や「生き物採集」などの自然遊びをベースとする学びができるのが特徴であり、学校ビオトープの必要性を小学校教員の多くが認識している(手塚ら1998)。このような体験学習を通して、児童は、身近

な生き物についてさまざまな発見をし、学びを深めていくことができるため、多様な気づきを与え、関心や理解を深めるなど、高い学習効果が得られる(田・谷村1996)。ただし、平本・山本(2011)は、ビオトープを活用した授業をより有意義なものにするためには、その授業を各教科の教科書と関連づけること、各教科の授業計画(シラバス)に位置づけ、計画的に実施することが重要であると指摘している。そこで、小学校学習指導要領(平成29・30・31年改訂)<sup>1)</sup>に記載されている内容から、「生き物観察」や「生き物採集」と関連のある教科や単元を調べてみると、「生活」の単元「身近な人々、社会及び自然と関わる活動に関する内容など」、「理科」の単元「3 学年:身の回りの生物、4 学年:季節と生物、5 学年:生命・地球など」、「総合的な学習の時間」の教科が該当することが分かる。したがって、これらの教科でビオトープを活用した授業が実施できると考えられる。

「ビオトープ(ドイツ語でBio-top)」という言葉は、ギリシャ語の「bios」(バイオス:生命)と「topos」(トポス:場所)を組み合わせて、ドイツの生物学者が作った合成語であり、ドイツ語で「いのちの場所」や「生息地」を意味する(日本ビオトープ協会2019)。また、ビオトープは生態系のタイプによって、森、川、池や湿地、草地、乾燥地などのさまざまなビオトープに分類される(日本ビオトープ協会2019)。さらに、学校ビオトープは、池や湿地、森(植栽された低木も含む)や草原(芝も含む)などの各生態系からなる独立型のビオトープもあるものの、複数の生態系からなる複合型のビオトープが多く(上甫木・梶原2000)、その中でも、特に池を中心としたビオトープが多いのが特徴である(井戸・後藤2002; 広瀬2005)。独立型や複合型のビオトープの面積は、27m<sup>2</sup>から300m<sup>2</sup>以上と、レンジが広く(手塚ら1998; 上甫木・梶原2000; 井戸・後藤2002)、井戸・後藤(2002)は、面積によってビオトープを小規模(~100m<sup>2</sup>)、中規模(101m<sup>2</sup>~300m<sup>2</sup>)、大規模(301m<sup>2</sup>~)の3つに便宜的に分類している。

学校ビオトープの設置は1990年代から始まり、全国に一定数は普及したものの、最近では横ばいが続いている。清多(2021)は、その要因として、以下の3つを挙げている。一つは、もともと環境教育に熱心で、学校

ビオトープに魅力を感じていた教員が、ある程度、学校ビオトープを設置してしまったため、もう頭打ちの状態に達していること、もう一つは、流行に乗って学校ビオトープの普及が一時的には進んだものの、その流行が一段落している状態であることである。最後の一つは、ビオトープを用いた環境教育の利点と意義が十分に教員に理解されていないことである。また、設置後の維持管理に苦勞している学校の事例もあることから、設置に踏み込めない学校も少なくないことを指摘する報告もある(手塚ら 1998; 吉村ら 2008; 平本・山本 2011)。それに加え、著者らは、設置費用の面も、学校ビオトープの普及を停滞させている一つの要因ではないかと考えている。例えば、池や湿地、森からなる複合型ビオトープ(面積:約1,000m<sup>2</sup>)の造成を造園・土木業者に委託して造成した事例では、工期が約7か月、費用が約2,000万円であったと報告している(広瀬 2005)。単純に、費用が面積に比例すると仮定した場合、ビオトープの面積が100 m<sup>2</sup>であれば200万円、10 m<sup>2</sup>であれば20万円、5m<sup>2</sup>であれば10万円、2.5m<sup>2</sup>であれば5万円という計算が成り立つ。面積が2.5 m<sup>2</sup>程度の小規模ビオトープであれば、工面できる金額かもしれないが、観察対象となる生物を誘引できるかどうかは定かではない。また、田ら(1996)は、ブロック・セメント類で面積が11.5m<sup>2</sup>(幅4.5×奥行2.5×深さ1.0m)のトンボ池を55,000円で作製したことを報告しているが、業者に委託したのか、手作りなのかや、トンボ類が利用しているのか否かについては報告していない。

池を持つビオトープで観察できる生き物のうち、特に、トンボは小学校の「理科」の教科書にも登場する身近な昆虫であり、都市のビオトープでも繁殖できることから、優れた教材である(杉尾ら 2010)。また、学校ビオトープに限らず、トンボ類は、ビオトープ造成後に生物相の遷移を把握する際のモニタリング生物に選ばれることが多く、ビオトープの生物相を特徴づける種群でもある(荒瀬・内田 2014)。このような特徴を持つ、多様なトンボ類をビオトープに呼び込むためには、それぞれの種類のトンボが生活史段階で必要とする環境を整備することが重要だといえる。まず、トンボ類全般が各生活史段階で利用する環境の共通性(Corbet 1999; 磯辺 2005)を整理してみると、以下の3つの特徴に絞られる。幼虫期には水域(池・沼、水路・川など)を利用すること、羽化期には陸域に移動し、水域近くの石や草を羽化場所として利用をすること、交尾期～産卵期には水域を利用すること、の3つである。それに対し

て、利用する環境の相違性(Corbet 1999; 磯辺 2005)を整理してみると、成虫期と産卵期に利用する環境に、種としての違いが表れる。例えば、産卵期に利用する環境を比較してみると、アキアカネは湿地・水たまりの泥や水面に産卵するのに対し、ギンヤンマは浮葉植物の葉や浮いた枯死植物などに産卵する(尾園ら 2021)。これらのことから、多様なトンボ類をビオトープに呼び込むためには、彼らが各生活史段階(産卵期・幼虫期・羽化期)に利用できる環境を整える必要があり、特に、産卵期と幼虫期に利用する水域と羽化期に利用する陸域を組み合わせた“移行帯のような環境”と“産卵場所”の整備がポイントとなる。具体的には、水域から陸域にかけて登っていく傾斜をつければ、浅い場所から深い場所まで、水深に変化を持たせた移行帯の地形を作ることができる。また、水域には泥や水草の環境、陸域には石や草の環境をそれぞれ取り入れれば、トンボ類が必要とする多様な環境を作り出すことができる。このような工夫によって、環境選好性の異なるトンボ類が産卵時と羽化時にそれぞれ利用する環境を整えることができるため、多様なトンボ類の環境選好性に対応できるビオトープが作れるであろう。

しかし、ありとあらゆる種類のトンボが要求する環境を全て整備しようとするれば、多様な環境からなる大規模なビオトープを造成する必要があり、費用もかさんでしまうため、それは現実的ではない。敷地が狭く、予算に余裕がない小学校では、そのような大規模なビオトープを造成することは困難である。井戸・後藤(2002)は、神奈川県横浜市の学校ビオトープでは、トンボの幼虫(ヤゴ)を放流することが多いが、池の面積が100m<sup>2</sup>以下の小規模ビオトープであっても、放流したヤゴとは異なる種類のトンボの成虫が飛来することを報告している。川崎ら(2009)は、熊本大学教育学部の学習園に地上池(縦360cm×横180cm×深さ25cm)を設置したところ、設置後2年間に5種類(オオシオカラトンボ、ショウジョウトンボ、ベニイトンボ、ネキトンボ)のトンボの幼虫(ヤゴ)とその羽化を確認したと報告している。一方、コンテナやトロ船、野菜用プランターに水を張った、さらに小規模のビオトープを設置した事例もみられるが(長谷川 2001; 上赤 2001; 川崎ら 2009; 渡辺 2017)、トンボの利用状況についての詳細な情報は見当たらない。そこで、本研究では、多様なトンボ類が利用できる小規模でかつ簡便なビオトープを開発・設置し、その有用性を評価することを目的とした。

## II 方法

### 1 実験対象地

本研究は、坂元小学校(宮城県山元町)を実験対象地とした。本校と著者らが所属する長野大学は「たねぷろじえくと(正式名:被災地里山救済・地域性苗木生産・植栽プロジェクト)」<sup>2)</sup>の参加団体である。なお、「たねぷろじえくと」とは、東日本大震災の大津波で被災した宮城県山元町の海岸防災林や里山の再生を目的として、地域性苗木の生産と植栽を実施している「タネ集めから始める森づくり活動」である。坂元小学校では、「たねぷろじえくと」の活動として、1・2年生は「ワークショップ①種子の採取(タネ集め)」、②種子の蒔き出し(タネまき)、3・4年生は「ワークショップ③芽生え観察会」、5・6年生は「ワークショップ⑥苗木の植え替え」に参加し、「ワークショップ⑨苗木の植栽(植樹祭)」については全児童の希望者とその保護者を対象に実施している。なお、植樹祭を除く、各学年の活動については、「生活」や「総合的学習の時間」のカ

リキュラムの中に位置づけて、2018年4月から年1回ずつ実施している。

### 2 簡易ビオトープの設計・設置

多様なトンボ類が利用できる環境を整えるために、「水辺環境」と「苗木環境」から構成される簡易ビオトープを設計した(図1、2)。なお、「たねぷろじえくと」では、この簡易ビオトープを「苗木ビオトープ」と呼んでいる。これらの2つの環境を組み合わせた理由は、トンボ類全般が生活史の各段階(産卵期・幼虫期・羽化期・成虫期・交尾期)で陸域と水域の両方の環境を必要とする(Corbet 1999; 磯辺 2005)ためである。これらの設計図(図1、2)に基づいて、2021年7月22日に、坂元小学校の校庭に簡易ビオトープを設置した(図3)。設置開始から設置完了まで、学生12名と教員1名で約2時間かかった。以下に、「水辺環境」と「苗木環境」を作製するために用いた資材類とその使い方をまとめる。費用は「水辺環境」が44,084円、給水シス

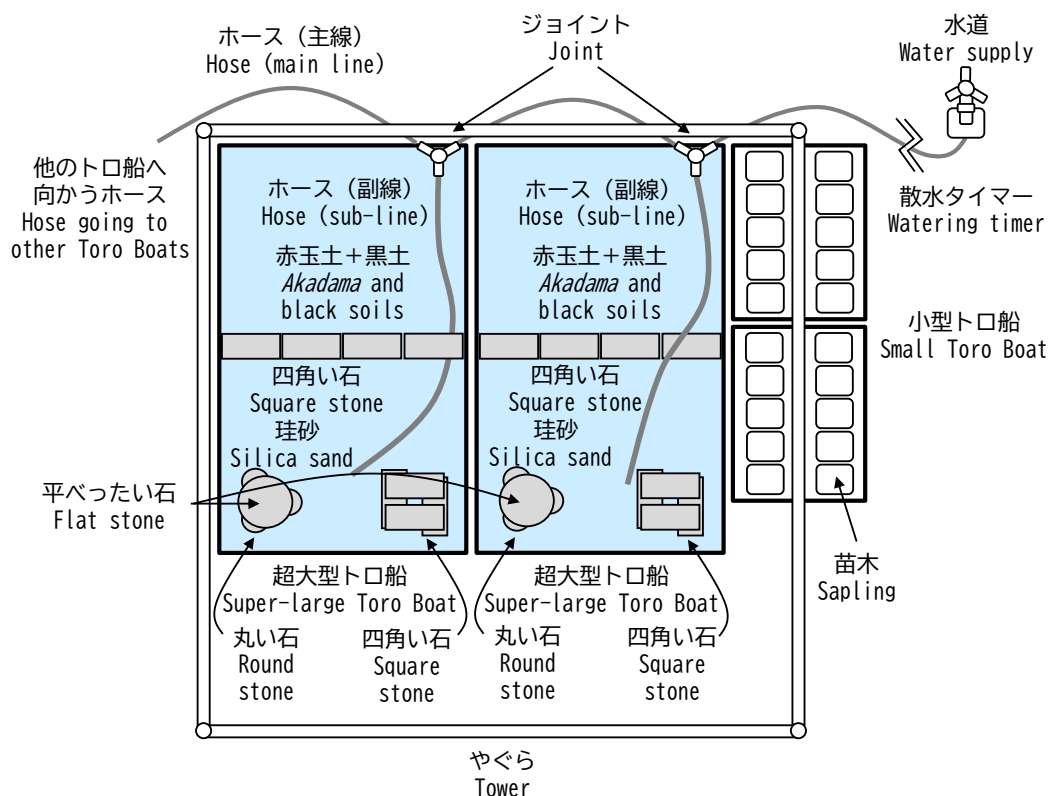


図1 水辺環境と苗木環境から構成される簡易ビオトープの全体像と平面図

Figure 1 Overview and plan view of the simple biotope consisting of riparian and sapling environments

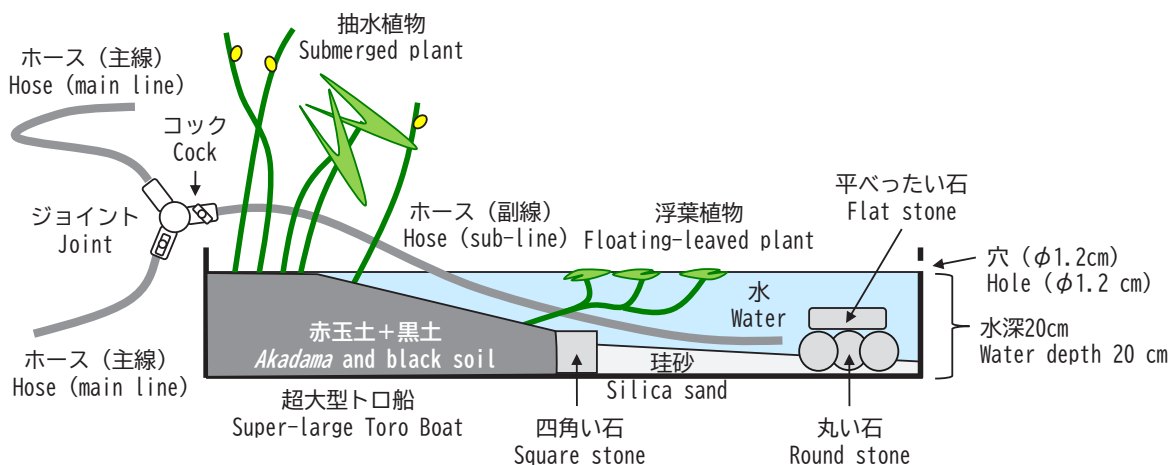


図2 簡易ビオトープの水辺環境の側面図  
Figure 2 Side view of the riparian environment in the simple biotope

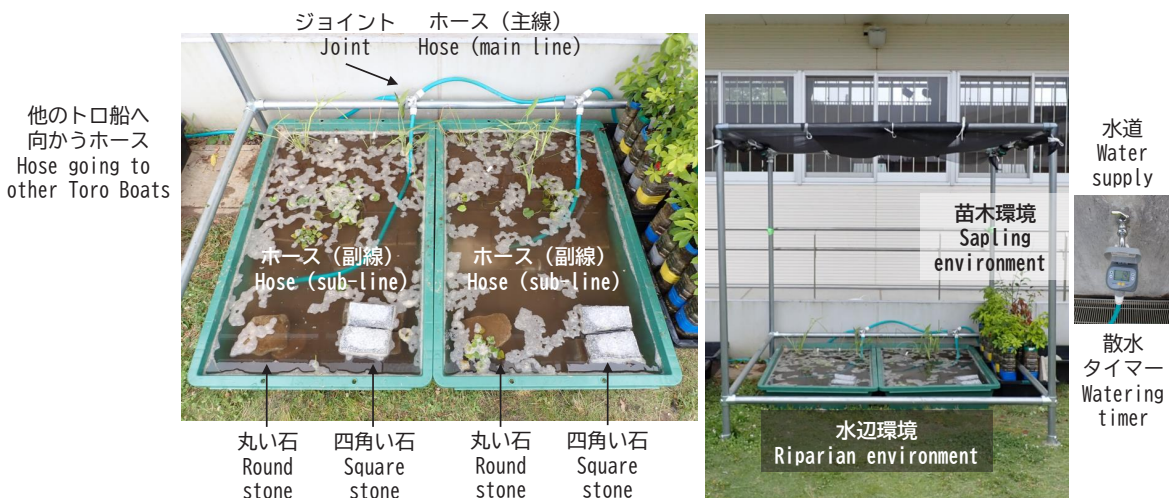


図3 水辺環境と苗木環境から構成される簡易ビオトープ  
Figure 3 A simple biotope consisting of riparian and sapling environments

テムが12,120円、やぐらが31,520円、環境センサーが31,350円であった(表1)。トロ船に土(赤玉土・黒土・珪砂)と石を入れてから、水を張った環境を「水辺環境」とした。水道の蛇口に散水タイマーを設置し、そこからホースを伸ばしてジョイントで分岐しながら各トロ船に水が定期的には供給される仕組みを構築した。なお、超大型(幅1514×奥行900×高さ214mm)・小型(幅610×奥行470×高さ195mm)のトロ船、赤玉土・小粒(1袋14L)、黒土(1袋14L)、珪砂(1袋10kg)はホームセンターコメリで、散水タイマー、ジョイント(分

岐接手コック付)、ホースはカインズホームで、それぞれ購入した。石については、直径約10cmの球体に近いタイプ(丸い石)、直径約20cmの楕円球体に近いタイプ(平べったい丸い石)、直径約20cmのつぶれた円柱形に近いタイプ(平べったい石)を依田川(長野県上田市)の河川敷で採集し、短辺約9cm・長辺約18cmの長方立方体タイプ(四角い石)はホームセンターコメリで購入した。「苗木環境」は、「たねぷろじえくと」で育てられているコナラやクヌギの苗木を並べた環境とした。植木鉢は2リットルの角形ペットボトルで作製した。

表1 簡易ビオトープの水辺環境を作製するために用いた資材類と費用

Table 1 Materials used and cost of the riparian environment of a simple biotope

項目 Item	資材名 Material name	商品名 Product name	単価 Unit price	数量 Quantity	価格 Price	取扱店 Store		
水辺環境 Riparian environment	超大型トロ船 Super-large Toro Boat	タフボネ 200 Tough boat 200		9,980	2	19,960	コメリ KOMERI	
		土 Soil	赤玉土 小粒 14L Red ball soil, small grains, 14 L		258	4		1,032
			黒土 14L Black soil 14 L		368	4		1,472
	四角い石 Square stones	珪砂 10kg Silica sand 10 kg		528	4	2,112	楽天市場 Rakuten Ichiba	
		ピンコロ錆御影石 9×9×18cm Pinnkoro brown granite curbstone 9 × 9 × 18 cm		188	16	3,008		
	抽水植物 Submerged plants	サンカクイ (1ポット) <i>Schoenoplectus triquetus</i> (1 pot)		740	2	1,480		
		ミクリ (1ポット) <i>Sparganium stoloniferum</i> (1 pot)		840	2	1,680		
		オモダカ (1ポット) <i>Sagittaria trifolia</i> (1 pot)		960	2	1,920		
		アギナン (1ポット) <i>Sagittaria aginashi</i> (1 pot)		850	2	1,700		
	浮葉植物 Floating-leaved plants	アサザ レモンイエロー花 (3ポット) <i>Nymphoides peltata</i> , lemon-yellow flowers (3 pots)		2,390	1	2,390		
		アサザ 夕日 (3ポット) <i>Nymphoides peltata</i> , sunset flowers (3 pots)		2,390	1	2,390		
		カガブタ (3ポット) <i>Nymphoides indica</i> (3 pots)		2,500	1	2,500		
		ヒシ (3株) <i>Trapa ieholensis</i> (3 plants)		2,440	1	2,440		
小計 Subtotal					44,084			
給水システム Water supply system	散水タイマー Watering timer	散水デジタルタイマー Digital watering timer		5,980	1	5,980		カインズ CAINZ
	ホース Hose	ネオホースL 30m Neo-hose L 30m		3,380	1	3,380		
	ジョイント Joint	分岐接手コック付 Branch joint with stopcock		1,380	2	2,760		
				小計 Subtotal	12,120			
やぐら Tower	単管パイプ Single pipe	単管パイプ 2m Single pipe 2 m		1,280	12	15,360	コメリ KOMERI	
		ジョイント Joint	コーナー Yつなぎ A18-8 Corner Y-joint A18-8		1,480	4		5,920
		中間コーナー Kつなぎ A20-8 Middle corner K-joint A20-8		1,480	4	5,920		
	土台 Groundsill	固定用ベース A10-8 Fixing base A10-8		1,080	4	4,320		
				小計 Subtotal	31,520			
環境センサー Environmental sensor	温度・照度センサー Temperature and illumination sensor	HOBO MXペンダントロガー MX2202 (温度/照度) HOBO MX pendant logger MX2202 (temperature/illumination)		10,450	3	31,350	パシコ貿易 Pacico trade	
		小計 Subtotal				31,350		
				合計 Total	119,074			

齢が1年の苗木はペットボトル1本の植木鉢(1本型)、齢が2~4年の苗木はペットボトルを縦に2本連結した植木鉢(2連結型)でそれぞれ育てられている(図4)。

以下に、簡易ビオトープを作製する過程を詳しく説明する(図5)。「水辺環境」と「苗木環境」を組み合わせた簡易ビオトープを、体育館1階の東側テラスに沿って設置した。その全体の敷地面積は幅約2.5m×奥行約2.2m、「水辺環境」の面積は約2.7m<sup>2</sup>である。南北に伸びる体育館テラスの中心部分に、超大型トロ船を2つ横に並べて設置した。その「水辺環境」の体育館に向かって右側(北側)に小型トロ船を超大型トロ

船の長辺に沿って2つ配置し、その中に2連結型の植木鉢を10本ずつ入れ、「苗木環境」とした。これらの植生がトンボ類の幼体(ヤゴ)の羽化場所になることを期待した。各超大型トロ船の中を面積が等しい2つの区画に分けるために、間仕切りとして「四角い石」を4つ一列に配置した。体育館側(西側)の区画に、赤玉土と黒土を2袋ずつよく混ぜた土を、校庭側(東側)の区画には、2袋の珪砂をそれぞれ入れ、トロ船内に滑らかな傾斜ができるように敷き詰めた。これによって、水を入れた時に、水深が浅い部分から深い部分まで、水深に変化を持たせることができる。赤玉土と黒土を混ぜた土を入れた区画については、満水になった場合



図4 角形2リットルのペットボトルで作製した植木鉢 (左:1本型、右:2連結型)  
 Figure 4 Plant pots made from square 2-liter plastic bottles (left, one-piece type; right, two-connected pieces type)

でも、トロ船の短辺に沿った部分の土(幅約20cm)が水面から露出するように傾斜をつけた。露出した部分に赤玉土と黒土を混ぜた土を用いた理由は、水面から少し露出したドロドロの泥を産卵場所を選ぶトンボ類(アキアカネなど)が利用できるようにするためである。色が白い珪砂を用いた理由は、水生生物が観察しやすくなるようにするためである。各トロ船の水深が深い部分の南側には、直径約10cmの「丸い石」を3つずつ置き、その上に屋根ができるように、直径約20cmの「平べったい石」を1つずつ乗せた。また、各トロ船の水深が深い部分の北側には、「四角い石」を2つずつ並べて置き、その上に屋根ができるように、同じ「四角い石」を90°ずらして並べて1つずつ乗せた。これらの石がトンボ類の幼体(ヤゴ)の居場所や隠れ場所、羽化場所になることを期待した。赤玉土と黒土を混ぜた土を敷き詰めた区画の水深が浅い部分には、抽水植物(サンカクイ、ミクリ、オモダカ、アギナシ)を各種1個体ずつ、水深が深い部分には、浮葉植物(アサザ・レモンイエ



図5 簡易ビオトープの水辺環境を設置する作業風景  
 Figure 5 Setting up the riparian environment of the simple biotope

ロー、アサザ・夕日、ガガブタ、ヒシ)を各種1個体ずつ植えた。これらの植生がヤゴの隠れ場所や羽化場所になることを期待した。なお、これらの植物は、楽天市場



(インターネットショップ)で購入した。

超大型トロ船に水道水を定期的に供給するために、水道の蛇口に散水タイマーを取り付け、そこからホースを各トロ船まで伸ばした。具体的には、まず、散水タイマーから遠い位置にあるトロ船まで主線となるホース(約15m)を伸ばした。次に、その途中にあるもう一つのトロ船をホースが通過する部分をいったん切断し、ジョイント(分岐接続コック付)を1つ挟み込み、そのトロ船に伸ばす副線のホース(約1m)を1本接続した。なお、ジョイントの3つの口のうち2つにコックが付いているが、そのコック付の口に、次のトロ船に向かう主線のホースと、そのジョイントからトロ船に直接向かう副線のホースを接続した。蛇口をひねり、水がホースを流れていくのを確認してから、ジョイントのコックをひねって、各トロ船に供給される水量を調節した。コックを全て開放しておく、水量は蛇口に近いトロ船の方が多く、遠いトロ船の方が少なくなる傾向がみられたことから、蛇口に近い方のトロ船へ向かう口のコックを閉め込むことにした。試行錯誤しながら何回も、コックを閉め込む角度を調節することによって、一定時間(例えば、1分間)に、各トロ船から1日に蒸発で失われた水量を補充できるようになった。また、満水時に水深が約20cmになるように、各トロ船の側面に1.2cmの穴を電気ドリルで1つずつ開け、その穴から余分な水が流れ出るようにした。2つ以上のトロ船を設置する場合には、ジョイントでホースを分岐しながら、トロ船を追加していくことになる(図1、3)。なお、複数のトロ船を設置する場合には、平らな場所に、全てのトロ船を設置する必要がある。さらに正確に言えば、満水時の水面の高さが同じになるよう、トロ船を設置する高さをレンガやブロックなどで調整する必要がある。それぞれのトロ船を設置する地面の高さがバラバラだと、サイホンの原理が働いて、トロ船の中の水が、高い位置のトロ船から低い位置のトロ船へとホースを伝って運ばれてしまい、高い位置のトロ船の水が少なくなってしまうからである。

散水タイマーの設定は、水の蒸発量が多い7月・8月は1日1回1分間、水の蒸発が中程度の6月・10月は2日1回1分間とし、水の蒸散が少ない11月～3月については給水を行わず、雨水と降雪のみで賄った。給水する時刻は、朝6:00とした。夏に、日中や夕方給水してしまうと、ホースに太陽光が当たることで熱せられたホースの中の熱湯がトロ船に供給されてしまうためである。なお、水道水には塩素が含まれている

が、カルキ抜きは行わなかった。一日当たりに供給される水量がトロ船全体の水量に対して少なかったため、塩素が水生生物に与える影響は少ないと考えた。一般的に水道水の中の塩素は、空気に触れるように溜めておくだけで徐々に抜けていくものである。

最後に、「水辺環境(超大型トロ船2つ)」を取り囲むように、単管パイプで作製した「やぐら」(幅2×奥行1×高さ2m)を設置した(図3)。なお、水草を植えた7月は日差しが強く、水草が弱ってしまうことが心配されたため、やぐらの上部に、遮光率50%の寒冷紗を張った。その後、9月になってから寒冷紗を外した。寒冷紗を夏に張っておけば、水温上昇を抑えることもできる。また、やぐらは、苗木ビオトープに訪れる鳥類や哺乳類、観察に訪れる児童を調査する場合に、調査用の自動撮影カメラを設置する支柱としても利用できる。

### 3 簡易ビオトープの「水辺環境」に訪れる水生生物の調査

「水辺環境」に訪れる水生生物については、肉眼で観察できる昆虫類・両生類・魚類を対象に、直接観察による調査を2021年8月から2022年12月にかけて(2021年11月、2022年1月～3月、8月、11月を除く)、月に約1回の頻度で行った。観察された各生物種の個体数を-(未調査)、空欄(0個体)、5(1～5個体)、10(6～10個体)、20(11～20個体)、50(21～50個体)、100(51～100個体)の6段階で記録した。

### 4 簡易ビオトープの「水辺環境」の水温調査

HOBOMXペンダントロガー(MX2202)を北側と南側の超大型トロ船の水中に1台ずつ、「水辺環境」の上部のやぐら(地面からの高さ約2m)に1台、それぞれ設置し、水温と外気温を測定した。調査期間は「水辺環境」を設置した2021年8月～2022年12月までとし、30分に1回のインターバルで測定した。

## III 結果

「水辺環境」で直接観察された水生生物は、ヒメゲンゴロウ(成虫)、ヒメガムシ(成虫)、タイリクアカネ(幼虫)、ギンヤンマ(幼虫)、イトトンボ科spp.(幼虫)、ムツアカネ(幼虫)、アメンボ科sp.(成虫)、カ科spp.(幼虫・蛹)、ガガンボ科spp.(幼虫)、カゲロウ科spp.(幼虫)、ユスリカ科spp.(幼虫)、ニホンアマガエル(成体・幼体)、ニホンアカガエル(成体)、メダカ科spp.(成体)の14種類であった(表2、図6、7)。そのうち、トンボ類は4

表2 簡易ビオトープの水辺環境に訪れた水生生物（昆虫類・両生類・魚類）

Table 2 Aquatic organisms (insects, amphibians, and fish) that visited the riparian environment of the simple biotope

分類群 Taxa	種名 Species	生活史段階 Life history stage	2021年 2021					2022年 2022											
			8月 Aug.	9月 Sept.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.	1月 Jan.	2月 Feb.	3月 Mar.	4月 Apr.	5月 May	6月 Jun.	7月 Jul.	8月 Aug.	9月 Sept.	10月 Oct.	11月 Nov.	12月 Dec.
昆虫類 Insects	ヒメゲンゴロウ <i>Rhantus suturalis</i>	成虫 Adult			5	-					5								
	ヒメガムシ <i>Sternolophus rufipes</i>	成虫 Adult											5						
	タイリクアカネ <i>Sympetrum striolatum</i>	幼虫 Larva			5								5	5		5	5		
	ギンヤンマ <i>Anax parthenope</i>	幼虫 Larva					5					5	5						
	イトトンボ科spp.	幼虫 Larva					5												
	ムツアカネ <i>Sympetrum danae</i>	幼虫 Larva									5		5	5		5	5		
	アメンボ科spp.	成虫 Adult									5								
	Gerridae spp.	成虫 Adult									5								
	カ科spp.	幼虫・蛹 Larva/pupa											10		10				
	Culicidae spp.	幼虫 Larva																	
	ガガンボ科spp.	幼虫 Larva																	
	Tipulidae spp.	幼虫 Larva																	
	カゲロウ科spp.	幼虫 Larva									5		5			20	20		
	Ephemeroptera spp.	幼虫 Larva																	
	ユスリカ科spp.	幼虫 Larva													5				
	Chironomidae spp.	幼虫 Larva																	
	両生類 Amphibians	ニホンアマガエル <i>Dryophytes japonica</i>	成体 Adult	5	5	5					5		5	5		5	5		
ニホンアカガエル <i>Rana japonica</i>		幼体 Young											50	100					
魚類 Fish	メダカ科spp.	成体 Adult			5														
	Adrianchthyidae spp.	成体 Adult	5	5	5		5			5		5	50		20	20			

数値は観察された水生生物の個体数を示す。-：未調査、空欄：0個体、5：1~5個体、10：6~10個体、20：11~20個体、50：21~50個体、100：51~100個体。  
Numbers indicate number of aquatic organisms observed. -: not surveyed; blank: 0 individuals; 5: 1 to 5 individuals; 10: 6 to 10 individuals; 20: 11 to 20 individuals; 50: 21 to 50 individuals; 100: 51 to 100 individuals.

種であった。「水辺環境」が設置されてから3か月後の2021年10月にタイリクアカネが、5か月後の2021年12月にギンヤンマとイトトンボ科spp.が、9か月後の2022年4月にムツアカネが、それぞれ初めて観察された。イトトンボ科spp.が観察されたのは1回のみであったが、それ以外の3種については、初観察日以降も継続して生息が確認された。2022年10月には、タイリクアカネの幼虫が羽化した脱皮殻が、植えたサンカクイの茎で確認された(図8)。それ以外の昆虫類をみると、ヒメガムシ、アメンボ科spp.、ガガンボ科spp.、ユスリカ科spp.が1回ずつ、ヒメゲンゴロウ、カ科spp.が2回ずつ、カゲロウspp.が5回ずつ、それぞれ観察された。両生類については、2種が観察された。「水辺環境」設置直後の2021年8月にニホンアマガエルの成体が、設置してから2か月後の2021年10月にニホンアカガエルの成体が、それぞれ観察された。また、ニホンアマガエルの幼体(オタマジャクシ)は成体の確認から一年遅れた2022年の6月と7月に観察された。しかし、ニホンアカガエルの幼体は観察されなかった。魚類については、メダカ科spp.のみが、「水辺環境」設置直後の2021年8月か

ら毎回観察され、産卵も確認された。

全体を通して、「水辺環境」を設置した2021年は7種、2022年には13種が観察されたことから、時間の経過に伴って、水生生物の種数が増加する傾向が認められた。

外気温と超大型トロ船の水温の季節変化を図9に示す。北側のトロ船では、水温の平均値が2022年1月に最も低い2.6°Cを、2022年8月には最も高い26.0°Cをそれぞれ記録し、最低水温は2022年2月7日5:00~6:30の0.3°C、最高水温は2022年7月2日12:00と7月31日12:00の42.0°Cであった。南側のトロ船でもほぼ同程度の値を示した。水温の平均値が2022年1月に最も低い3.0°Cを、2022年8月には最も高い26.1°Cをそれぞれ記録し、最低水温は2022年2月7日6:00~6:30の0.4°C、最高水温は2022年7月31日12:00の41.3°Cであった。それに対して、外気温の平均値が2022年1月に最も低い2.6°Cを、2022年8月には最も高い27.0°Cをそれぞれ記録し、最低外気温は2022年1月25日6:30の-7.1°C、最高外気温は2021年8月30日10:30の55.3°Cであった。



ヒメゲンゴロウ (成虫)  
*Rhantus suturalis* (Adult)



ヒメガムシ (成虫)  
*Sternolophus rufipes* (Adult)



タイリクアカネ (幼虫)  
*Sympetrum striolatum* (Larva)



ギンヤンマ (幼虫)  
*Anax parthenope* (Larva)



イトトンボ科 spp. (幼虫)  
*Coenagrionidae* spp. (Larva)



ムツアカネ (幼虫)  
*Sympetrum daræ* (Larva)



アメンボ科 spp. (幼虫)  
*Gerridae* spp. (Larva)



カ科 spp. (蛹)  
*Culicidae* spp. (Pupa)



ガガンボ科 spp. (幼虫)  
*Tipulidae* spp. (Larva)



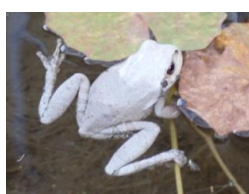
カゲロウ科 spp. (幼虫)  
*Ephemeroptera* spp. (Larva)



ユスリカ科 spp.  
*Chironomidae* spp. (Larva)

図 6 簡易ビオトープの水辺環境で観察された昆虫類

Figure 6 Insects observed in the riparian environment of the simple biotope



ニホンアマガエル (成体)  
*Dryophytes japonica* (Adult)



ニホンアマガエル (幼体)  
*Dryophytes japonica* (Young)



ニホンアカガエル (成体)  
*Rana japonica* (Adult)



メダカ科 spp. (成体)  
*Adrianichthyidae* spp. (Adult)

図 7 簡易ビオトープの水辺環境で観察された両生類と魚類

Figure 7 Amphibians and fish observed in the riparian environment of the simple biotope



図 8 簡易ビオトープの水辺環境のサンカクイの茎で観察されたタイリクアカネの幼虫の脱皮殻

Figure 8 Molting shell of a *Sympetrum striolatum* larva observed on a *Schoenoplectus triqueter* stem in the riparian environment of the simple biotope

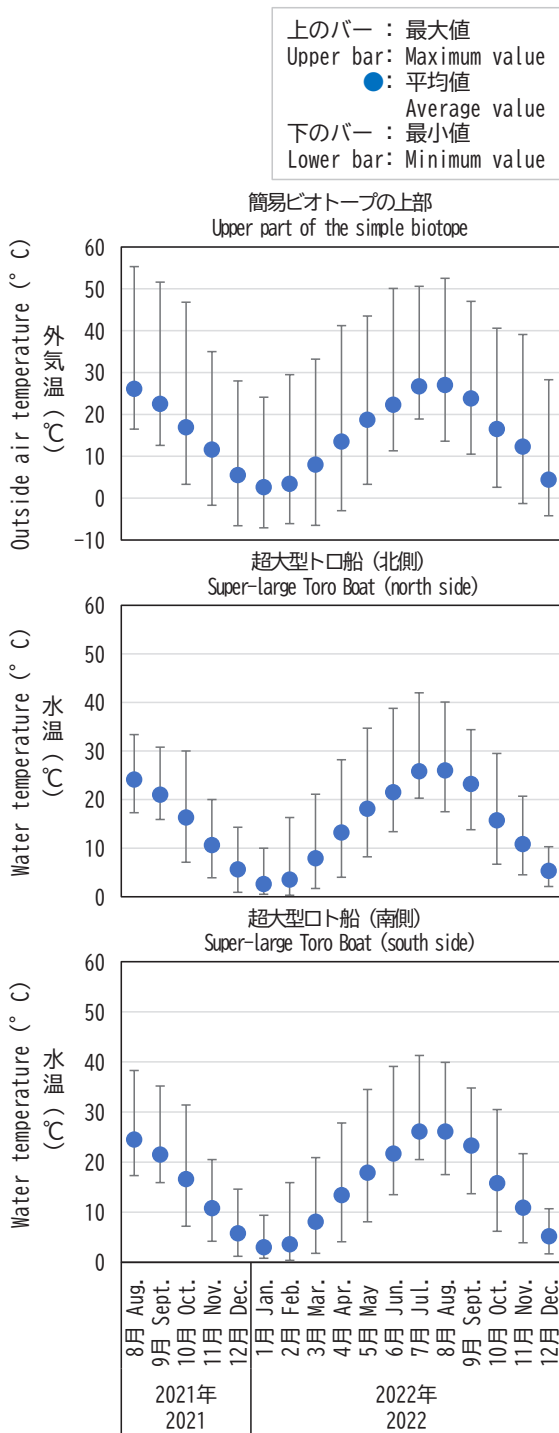


図9 簡易ビオトープの外気温および水辺環境の水温の平均値・最大値・最小値  
Figure 9 Average, maximum, and minimum outside air and water temperatures of the riparian environment in the simple biotope

IV 考察

1 簡易ビオトープの「水辺環境」を利用したトンボ類

本調査で確認されたトンボ類の幼虫は、タイリクアカネ、ギンヤンマ、イトトンボ科spp.、ムツアカネの4種類であった。これら4種が各生活史段階(特に、幼虫期・羽化期・産卵期)で利用する環境を整理するとともに、それらの環境が「水辺環境」に整っていたかどうかを考察する。まず、幼虫期に着目する。一般的に、トンボ目の幼虫の生活様式は、水底に潜るタイプと水草や岩につかまるタイプの2つに大別される(若杉・藤森2005)。トンボ科であるタイリクアカネとムツアカネの幼虫は水底に潜るタイプ、ヤンマ科であるギンヤンマとイトトンボ科spp.の幼虫は水草や岩につかまるタイプである。「水辺環境」には、珪砂と泥状の土、石の環境が作られていたことから、これら4種が幼虫期に利用する環境は整っていたと考えられる。次に、羽化期に着目する。通常、トンボ目の全ての種が陸上に上って、水際ギリギリから50cm程度の高さの草木や岩で羽化をする(Corbet 1999; 磯辺 2005)。「水辺環境」の中には、水草を植え付け、石を設置し、「水辺環境」のすぐ隣りには、高さ50cm程度の「苗木環境」を設置していたことから、観察された4種に限らず、トンボ目全般の幼虫が羽化するときに必要な環境が整えられていたと判断できる。実際に、植えたサンカクイの茎で、タイリクアカネの幼虫の脱皮殻が観察されたことから、植えた水草が羽化場所になっていたことが確かめられた。次に、産卵期に着目する。『日本のトンボ』(尾園ら 2021)によると、タイリクアカネは水や水草、ギンヤンマは浮葉植物や浮いた枯死植物、イトトンボ類の多くは植物組織内や植物遺体内、ムツアカネは泥や苔むした石に、それぞれ産卵する。「水辺環境」には、抽水植物と浮葉植物を植え付け、赤玉土と黒土を混ぜた泥状の土を敷き詰めていたことから、これらの4種が産卵する際に必要とする環境も整っていたと判断ができる。

また、「水辺環境」を2021年7月に設置してから約3か月後の2021年10月にタイリクアカネが、同年の12月にギンヤンマとイトトンボ科spp.、翌年の4月にムツアカネの幼虫がそれぞれ初めて観察された。タイリクアカネの産卵期が9月~12月、ギンヤンマが6月~11月、イトトンボ科の多くが6月~9月、ムツアカネが8月~6月(尾園ら 2021)であること、初観察日の幼虫の体サイズが1~2cm程度であったことを考えると、4種類とも、「水辺環境」を設置した直後から10月頃まで

の間に産卵したものと推測される。ただし、幼虫が成長し、児童でも容易に観察できるサイズになるまでには1年かかることが明らかになった。

一方で、1990年代の宮城県山元町では、34種のトンボ(アジアイトトンボ、キイトトンボ、セスジイトトンボ、クロイトトンボ、オオイトトンボ、オツネイトトンボ、ホソミオツネイトトンボ、オオアオイトトンボ、モノサシトンボ、ハグロトンボ、カワトンボ、ウチワヤンマ、ダビドサナエ、オニヤンマ、カトリヤンマ、クロスジギンヤンマ、オオヤマトンボ、タカネトンボ、シオヤトンボ、ショウジョウトンボ、マイコアカネ、コノシメトンボ、シオカラトンボ、ハラビロトンボ、オオシオカラトンボ、コフキトンボ、ハッチョウトンボ、アキアカネ、ナツアカネ、マユタテアカネ、ノシメトンボ、ウスバキトンボ、チョウトンボ、コシアキトンボ)の生息が確認されている(高橋 1992)。しかし、本調査で確認された種は、同定ができなかったイトトンボ科spp.を除いて、この34種には含まれておらず、全て新たに観察された種であった。これら34種のトンボを「水辺環境」に呼び込むことができなかった理由としては、5つの可能性が考えられる。1つ目は、2000年代以降の開発や東日本大震災による被災の影響で、トンボ類にとっての生息環境が著しく減少し、そもそもかつてのトンボ類が現在の山元町には生息していない可能性である。黒沢ら(2019)によると、山元町の近くに位置する福島県相馬市では、東日本大震災の津波と地盤沈下によって植生が消失し、ヒメマイトトンボの生息地も失われたという。2つ目の理由としては、設置された「水辺環境」に、34種のトンボが必要とする環境が整っていなかった可能性が挙げられる。本調査で確認されたタイリクアカネ、ギンヤンマ、ムツアカネの3種は、池沼や人工池、プールなどの止水域を生息環境として利用する種である(尾園ら 2021)。本研究で設置した「水辺環境」は、給水時に多少流れが生じる瞬間があるものの、基本的には流れのない止水域であったため、これらの3種にとっては、利用しやすい環境が整っていたと考えられる。一方で、広く、深い止水域を生息環境として利用する種にとって、あるいは、河川や水路などの流水域を利用する種にとっては、本研究で開発した「水辺環境」は利用しづらい、あるいは利用できない環境であったと考えられる。3つ目の理由として、産卵はしたものの、幼虫期に、肉食のヒメゲンゴロウやヒメガムシ、他の種のトンボ類の幼虫に捕食された(松良ら 1998)可能性も考えらえる。4つ目の理由としては、夏季の水温上昇が卵やヤゴの生育に負の影響を与えた可能性

も考えられる。夏季に「水辺環境」の平均水温は26°C程度であったが、最高水温が40°Cを超える日もあった。アカネ属のアキアカネ、ナツアカネ、ノシメトンボは水田で産卵し、幼虫期に水田を利用するが(粟生田ら 2013)、水田の最高気温は35°C程度までしか上昇しない(西田ら 2017)。多くのトンボが産卵に利用する池や沼などの止水域でも、水温が40°Cまで上昇することは稀であろう。そう考えると、水温が40°Cを超える「水辺環境」は、多くの種にとって過酷な環境だったかもしれない。最後に、5つ目の理由として、今後、環境が整っていけば、利用し始める種も出てくる可能性も指摘しておきたい。本調査では、種数が時間とともに増加する傾向が認められた。今後、生息環境として止水域を利用する種が訪れる可能性もある。1990年代の山元町で確認された34種の中には、止水域の水田を産卵場所として利用するアキアカネやナツアカネ、ノシメトンボやシオカラトンボなどが簡易ビオトープの「水辺環境」を利用し始めるのではないかと予想される。

田中ら(2013)が池と水路からなるビオトープ(面積1,500m<sup>2</sup>)で行った研究では、ビオトープ造成後に、水生生物の種数が時間とともに増加したものの、泥などの堆積物が原因で種数が減少したこと、それらの堆積物を取り除いた後には、再び水生生物の種数が増加したことを報告した上で、種数が増加した大きな要因として、止水域の池と流水域の水路の2つの環境を組み合わせたこと、周辺に水生昆虫の供給源あって水路を通じて池に水生昆虫が移動できたことを挙げている。また、田中ら(2013)は、調査した池と水路で、12種のトンボ目(ホソミオツネイトトンボ、オオアオイトトンボ、アオイトトンボ科の1種、アオモンイトトンボ、アジアイトトンボ、イトトンボ科の1種、ギンヤンマ属の1種、ヤマサナエ、サナエトンボ科の1種、アキアカネの1種、マユタテアカネの1種、シオカラトンボ)の幼虫が観察されたと報告している。この結果を、本研究で設置した「水辺環境」の面積が約2.7m<sup>2</sup>で、観察されたトンボ目の幼虫が4種(タイリクアカネ、ギンヤンマ、イトトンボ科spp.、ムツアカネ)であった結果と比較すると、トンボ類を呼び込む誘引力には4倍もの差があった。この差は、本研究で開発した「水辺環境」が小規模で、止水域のみの環境であったために、大規模な止水域や流水域を利用する種を誘引できなかったことに起因すると考えられる。ただし、本研究で開発した「水辺環境」には、流水域がなかったこと、その面積が、田中ら(2013)の大規模ビオトープの約555分の1であった

ことを考えると、本研究の「水辺環境」は小規模ながらも、トンボ類を呼び込む一定の誘引力があったと判断できるだろう。

## 2 トンボ類以外に簡易ビオトープの「水辺環境」を利用した水生生物

トンボ類以外に、本調査で確認された昆虫類は、ヒメゲンゴロウ、ヒメガムシ、アメンボ科spp.、カ科spp.、ガガンボ科spp.、カゲロウ科spp.、ユスリカ科spp.の7種、両生類はニホンアマガエル、ニホンアカガエルの2種、魚類はメダカ科spp.の1種であった。これらの水生生物も、児童の観察対象になることが期待される。このうち、カ科spp.、ガガンボ科spp.、カゲロウ科spp.、ユスリカ科spp.の4種は幼虫であったため、その成虫が「水辺環境」に産卵し、それが孵化したものだと考えられる。一方、ヒメゲンゴロウ、ヒメガムシ、アメンボ科spp.、ニホンアカガエルの4種については、成体のみが観察されたことから、「水辺環境」を繁殖場所としては利用しなかったといえる。また、ニホンアマガエルについては、成体が「水辺環境」を設置した直後から、幼体が2年目からそれぞれ観察されたことから、「水辺環境」を繁殖場所として利用していたことが明らかになった。メダカ科spp.については、著者らが意図的に導入したのではなく、購入して植え付けた水草に初めからついていた卵が孵化して成長したものと考えられる。2年目には繁殖が確認されたことから、メダカにとって「水辺環境」は好適な環境であるといえる。

しかしながら、ミズカマキリやタガメ、タイコウチなどの大型水生昆虫は確認できなかった。この理由としては、これらの大型水生昆虫が要求する環境が、本研究が開発した「水辺環境」には整っていない可能性が考えられる。彼らが必要とする生息環境を調べ、それを簡易ビオトープの中に作ったり、「水辺環境」を大型化するなどすれば、大型水生昆虫を誘引できるかもしれない。

## 3 本研究で開発した簡易ビオトープの教材としての特徴と有用性

「水辺環境」設置後2年間の調査から、14種にも及ぶ多様な水生生物が「水辺環境」を利用していることが明らかになった。そのうち、トンボ類、ゲンゴロウ類やガムシ類、ニホンアマガエルは、生活史の中で水域と陸域の両方を利用する種である。これらの種は、その特徴的な生活史や各生活史段階で利用する環境を

学ぶ教材として活用できると考えられる。小学校学習指導要領(平成29・30・31年改訂)によると、第3学年～第6学年の「理科」の教科では、「身の周りの生き物について学び、理解を深める」ための単元がある。この単元で、「水辺環境」で生息している水生生物を対象に、観察や記録、採取や飼育などの自然体験を行って、水生生物の生活史や生態の特徴を学習できるだろう(大内・高橋 2023; 馬場・高橋 2023)。また、第5学年の「理科」には、魚の卵について学ぶ単元がある。メダカを教材として、卵から幼生、幼生から成体へと成長していく過程を学習できるのではないだろうか。「総合的な学習の時間」では、「理科」での学びと関連付けた地域協働型の校外学習へと展開させることもできるだろう(木村 2011)。例えば、山元町に暮らしているトンボや彼らが利用する環境について、授業で下調べしてから、校外に出ていき、調べたトンボや環境を探するような学習である。東日本大震災後によって大きく変化した環境が、トンボにとって暮らしやすい環境かどうかを考え、今後の自然再生の在り方を提案するような学習もできるだろう。そのような校外学習をさらに展開させて、児童が自分でやりたいことや学びたいことを自由に模索しながら、探求していく、主体性や自発性を引き出すような学習も「簡易ビオトープ」で企画・実施することもできるだろう。

以上のことから、本研究で開発した「水辺環境」と「苗木環境」を組み合わせた「簡易ビオトープ」は、トンボ類、ゲンゴロウ類やガムシ類、カエル類を誘引できるため、環境教育の教材として十分活用できると判断できる。今後は、さまざまな学校で、このような「簡易ビオトープ」が外遊び・自然遊び離れや理科離れを食い止める一つの教材ツールとして活用されていくことを期待したい。

## 謝辞

本研究は、経団連自然保護基金の支援もで行われた。山元町立坂元小学校の教職員・児童の皆様には、研究にご協力いただき、大変お世話になった。長野大学の里山再生学ゼミナールの学生・卒業生(大和田樹里・横内はるひ・新井梓・大西春帆・藏田大和・近森雄作・野原那月・三枝広樹・盛田美生・大坪祐太・佐古哲祥・白鳥美緒・須藤翔大・鷹野いろは・戸澤伴栄・矢作尚賢)には、簡易ビオトープの設置と調査を手伝っていただいた。以上の方に感謝申し上げます。

## 注

- (1) 文部科学省, 「小学校学習指導要領解説」, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387014.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm) (2023年1月20日確認)
- (2) たねぶろじえくとネットワーク(正式名:被災地里山救済・地域性苗木生産ネットワーク), 「たねぶろじえくと(正式名:被災地里山救済・地域性苗木生産・植栽プロジェクト)」, <https://tane-project.org/about/> (2022年12月24日確認)

## 引用文献

- 粟生田忠雄・片野海・遠山和成・神宮字寛, 2013, 「赤トンボの羽化殻を指標とした市民参加型の水田環境評価」, 『新潟大学農学部研究報』, 65(2), 131-135.
- 荒瀬輝夫・内田泰三, 2014, 「水辺ビオトープ造成後8年間における植物、鳥類およびトンボ類の種組成の変化について」, 『日本緑化工学会誌』, 40(1), 102-107.
- 馬場惣莞・高橋一秋, 2023, 「苗木ビオトープを活用したニホンアマガエル観察会」, 『長野大学紀要』, 45(1), 105-120.
- Bailey, L. H., 1972, 『自然学習の思想』(宇佐美寛訳), 明治図書出版, 東京, 164pp.
- Corbet, P. S., 1999, 『Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata』, Comstock Publishing, Associates, 829pp.
- 田明男・谷村載美, 1996, 「大都市の小学校のビオトープ建設とその教育効果」, 『環境システム研究』, 24, 547-552.
- 長谷川昭, 2001, 『環境学習手軽にできるコンテナビオトープ』, 学事出版, 142pp.
- 蓮本和博, 2018, 「動植物の観察を中心活動とした理科授業の実践報告」, 『高松大学紀要』, 69, 1-22.
- 平本真季子・山本善積, 2011, 「学校・園におけるビオトープの教育的効果」, 『山口大学教育学部研究論叢』, 60, 325-335.
- 広瀬慎一, 2005, 「手づくりの学校ビオトープ」, 『農業土木学会誌』, 73(10), 899-904.
- 井戸隆・後藤春彦, 2002, 「学校ビオトープの整備状況と利活用に関する研究: 横浜市トンボ池エコアップ事業を事例として」, 『日本建築学会計画系論文集』, 67(554), 213-218.
- 飯沼慶一, 2020, 「成城小学校の自然学習と遊び科の歴史的意義に関する研究-学校環境教育前史として-」, 『環境教育』, 29(3), 12-20.
- 磯辺ゆう, 2005, 「水生昆虫の羽化場所としての河原構造の意義: 特にカワゲラ目について」, 『奈良文化女子短期大学紀要』, 36, 15-24.
- 上赤博文, 2001, 『ちょっと待ってケナフ! それでいいのかビオトープ? よりよい総合的な学習, 体験活動をめざして』, 知人書簡, 183pp.
- 上甫木昭春・梶原優美, 2000, 「トンボとチョウの出現からみた学校ビオトープのランドスケープデザインに関する研究」, 『ランドスケープ研究』, 64(5), 621-626.
- 加藤巡一, 2007, 「理科教育と理科離れの実態 (一): 小学校」, 『神戸松蔭女子学院大学研究紀要』, 48, 35-50.
- 加藤巡一, 2008, 「理科教育と理科離れの実態 (二) 中学校」, 『神戸松蔭女子学院大学研究紀要』, 49, 17-32.
- 加藤巡一, 2009, 「理科教育と理科離れの実態 (三) 高校生・まとめ」, 『神戸松蔭女子学院大学研究紀要』, 50, 65-80.
- 川崎あずさ・林英一・正元和盛, 2009, 「小規模ビオトープでの出現生物などに関する教材特性」, 『熊本大学教育学部紀要』, 58, 21-35.
- 木村学, 2007, 「学校ビオトープにおける子どもの自然探索行動: 休み時間の虫捕り遊びはいかにして展開されるのか」, 『環境教育』, 17(1), 53-62.
- 木村美智子, 2011, 「小学校ビオトープをめぐる地域協働活動」, 『環境科学会誌』, 24(4), 363-371.
- 小池聡, 1996, 「農村における子ども遊びと「地域体験学習」に関する調査報告」, 『農村計画学会誌』, 15(1), 21-28.
- 黒沢高秀・三田村敏正・高橋昭二・村上敏文, 2019, 「東日本大震災前にヒメマイトトンボが生息していた福島県相馬市松川浦通称野崎湿地の植生」, 『福島大学地域創造』, 30(2), 99-109.
- 松良俊明・野村一眞・小松清弘, 1998, 「都市の人口水域に生息するトンボ目幼虫の生態学的研究: 小学校プールにおけるタイリクアカネ幼虫の発生状況およびその生活史」, 『日本生態学会誌』, 48(1), 27-36.
- 長沼祥太郎, 2015, 「理科離れの動向に関する一考察-実態および原因に焦点を当てて-」, 『科学教育研究』, 39(2), 114-123.

- 日本ビオトープ協会, 2019, 『事例で学ぶ ビオトープづくりの心と技: 人と自然がともに生きる場所』, 農山漁村文化協会, 東京, 144pp.
- 西田和弘・光安麻里恵・吉田修一郎・塩沢昌, 2017, 「水稻の登熟期の水田水深と水田水温・地温との関係」, 『農業農村工学会論文集』, 85(2), I\_253-I\_263.
- 大越美香・熊谷洋一, 2001, 「学校ビオトープと緑地の自然環境教育的利用に関する研究」, 『ランドスケープ研究』, 65(5), 743-746.
- 大内梓・高橋一秋, 2023, 「苗木ビオトープを活用したトンボ観察会」, 『長野大学紀要』, 45(1), 87-104.
- 尾園暁・川島逸郎・二橋亮, 2021, 『日本のトンボ』, 株式会社文一総合出版, 東京, 532pp.
- 清多英羽, 2021, 「学校ビオトープを活用した教育の「意義」の検討」, 『東北学院大学教育学科論集』, 3, 1-11.
- 菅麻記子・田畑貞寿, 1985, 「子どもの自然遊びと緑地に関する研究」, 『造園雑誌』, 49(5), 239-244.
- 杉尾幸司・佐々木健志・後藤真治, 2010, 「沖縄県の学校ビオトープにおけるトンボ相とその季節消長」, 『環動昆』, 21(1), 53-57.
- 高橋多美子・高橋敏之, 2007, 「幼少期における自然体験の重要性の再検討と教育的意義」, 『理科教育学研究』, 48(1), 51-61.
- 高橋雄一, 1992, 『やまもとの昆虫』, 山元町, 山元町, 149pp.
- 田中幸一・浜崎健児・松本公吉・鎌田輝志, 2013, 「造成されたビオトープにおける水生昆虫の種数の変化」, 『昆虫.ニューシリーズ』, 16(4), 189-199.
- 手塚和恵・島田正文・柳井重人・勝野武彦・丸田頼一, 1998, 「市街地の小学校敷地内におけるビオトープの整備に関する基礎的研究」, 『都市計画論文集』, (33), 703-708.
- 鶴岡森昭・永田敏夫・細川敏幸・小野寺彰, 1996, 「大学・高校理科教育の危機: 高校における理科離れの実状」, 『高等教育ジャーナル』, 1, 105-115.
- 若杉晃介・藤森新作, 2005, 「水田の乾田化がトンボの生息環境に与える影響とその対策」, 『農業土木学会誌』, 73(9), 785-788.
- 渡辺克己, 2017, 「簡易ビオトープの設置と教材園としての活用-アクティブラーニングを目指した生物教材の開発」, 『北里大学教職課程センター教育研究』, (3), 15-28.
- 山本裕之・平野吉直・内田幸一, 2005, 「幼児期に豊富な自然体験活動をした児童に関する研究」, 『国立オリンピック記念青少年総合センター研究紀要』, (5), 69-80.
- 吉村和也・今西純一・森本幸裕, 2008, 「京都市域における学校ビオトープの水辺植生と管理の関係」, 『日本緑化工学会誌』, 34(1), 273-276.
- 吉野美沙樹・古谷勝則・鈴木薫美子, 2011, 「大学生に聞いた児童期の外遊び・自然体験とその活動場所」, 『ランドスケープ研究』, 74(5), 591-596.