

生態園におけるトンボ類の繁殖場所創出の取り組み

林 紀男¹⁾*・松木和雄²⁾

¹⁾ 千葉県立中央博物館

〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2

²⁾ 〒274-0822 船橋市飯山満町 3-1575-14

*E-mail: hayashin@chiba-muse.or.jp

(2023年12月23日投稿; 2024年1月18日受理)

要旨 生態園では、水生植物を系統維持栽培する水槽を100基以上配置している。これらの水生植物は、埋土種子等の散布体を休眠打破させ蘇らせた株で、リビングコレクションとして維持管理している。これらの水槽群では特徴的なプランクトン相が認められることが明らかにされ、水生植物のみならず水生生物との相互関係を検証する場として有効に活用してきた。松木は、2015年の予備調査において、これらの水槽群が、生態園におけるトンボ種の維持・繁殖の場所として大きな割合を占めていることを見出した。その後、林との共同調査により生態園にて8科32種を確認した。確認種の中には千葉県レッドリストに掲載される種も含まれる。水槽の種類、底質、繁茂させる水生植物、水槽の配置、トンボ羽化足場などを含む水槽および周辺環境への配慮が、トンボの種多様性および繁殖個体数を高めることに大きく役立つことを検証できた。

キーワード：トンボ類、水槽、水生植物、繁殖場、羽化足場、種多様性。

全国各地の都市近郊域などにおいて、ため池や湿地などの陸水環境が減少している。里山において貴重な水辺環境であった水田は、基盤整備事業や圃場整備事業により乾田化が進展し、冬期にも底質の一部が湿潤環境を維持する湿田は激減している。ため池は、揚水機場からの暗渠による大規模な灌漑体系の構築、堰による河川水位の嵩上げによるコンクリート水路を用いた灌漑体系の整備などに置換される事例も増えている。ため池が灌漑の用途廃止に至れば、池の水環境管理が不十分となり富栄養化が進展しやすい。これらの背景はトンボなどの水生生物にとって生息・繁殖可能な環境が衰退し繁殖場所が限定されてきた変化を示唆するものである。

千葉県立中央博物館の生態園では、リビングコレクションとしての水生植物系統維持栽培のために設置・運用している水槽を、トンボ類の繁殖場所として有効活用してもらうための工夫を通じてトンボ類の誘致に取り組み、種多様性を高める成果を上げつつある。ここでは、生態園におけるトンボ繁殖場所への配慮を通じた取り組みを報告する。

調査地の概要

1. 舟田池

舟田池は、農地灌漑を目的として築堤により創出され

た人工のため池である。築造年代は不明であるが、江戸時代初期には農地灌漑に活用されていたことが知られる(占部ら, 1994)。周辺は大正から昭和40年代まで国立畜産試験場の一部として利用されていた(中村, 1994)。昭和50年代後半には富栄養化が顕在化し、底質は軟泥が堆積して嫌気化して水生動物相の貧弱な池となっていたことが報告されている(占部ら, 1994)。1988年～1989年に底泥の浚渫・山砂客土・流入排水の切り直しなどの改修を実施し、千葉県立中央博物館の生態園の自然観察のための池として活用するに至った(占部ら, 1994)。1990年3月に雨水による湛水を開始する前後から、生物相の変遷を記録してきた(小林, 1989; 小林・倉西, 1994; 占部ら, 1994; 倉西, 1995など)。

2. 水槽群

生態園では、土壌シードバンクに眠る埋土種子を休眠打破させる手法で野生絶滅した水生植物を蘇らせ、リビングコレクションとして大型水槽(樽型水槽)にて系統維持栽培している(林, 2013)。舟田池・印旛沼・手賀沼およびその他全国各地の池沼・濠などにおける埋土種子の包含が期待される旧水底の底質は、生態実験園に土嚢袋で持ち込みトロ舟(バット型)水槽(図1)に撒き出し、湛水環境で紫外線と温度攪乱に暴露し休眠打破を



図1. トロ舟水槽および樽型水槽群



図2. 樽型（大型）水槽

誘発させてきた（林，2013）。休眠打破に成功した地域遺伝情報を保持した土着株は，同株を現地に戻している（久城ら，2009）。一方で，千葉県由来の印旛沼産および手賀沼産の沈水植物および浮葉植物については，現地への植え戻し作業の株供給基地として大型水槽にて各流域の土着株を継代栽培し系統維持している（林，2013）。

系統維持に活用している水槽は，ポリエチレン製1,000リットル容積の樽型水槽50基（図2）、200リットル容積の中型水槽80基，30リットルの小型水槽60基，220リットル容積の大型トロ舟水槽24基，160リットル容積の中型トロ舟水槽48基などである。これらの水槽は，水生植物栽培維持の目的で設置したものである。その他，生態園に既設のコンクリート水槽（図3）やコンテナ水槽（図4）など各種の検証実験に用いている水槽もトンボ誘致用の水槽として活用した。各水槽では水生植物が代謝する他感作用（アレロパシー）物質の種類と量の差異に起因し，異なるプランクトン相が構成されることが見出されている（林ら，2008）。トンボ若齢幼虫の好適な食物源となるミジンコ仔虫（林ら，2020）が高密度に生息する各水槽は，トンボの繁殖場所としての潜在力が大きく，各種のトンボが産卵場所として活用している。



図3. コンクリート水槽

3. 湿地

湿地は1989（平成元）年の開園から自然観察の場として公開されてきた（大窪，1994）。しかし，流入土砂や落葉等の堆積による乾陸化，木道の腐朽などにより2007年11月から閉鎖し来園者の利用は休止した。閉鎖後にはアズマネザサなどによる藪化が進みハリエンジュやヤナギの高木も目立つ混沌とした状況になった。そのため，湿地再生を目指し，2021年1月から湿地内の約600㎡について高木切り倒しや藪刈りによる伐開を行った。大雨増水時には図5に見られるように湿地全体が水没する環境である。舟田池では水位を変動させる攪乱を人為的に創出することにより，アメリカザリガニの低密度管理が奏功している（林，2022）。しかし，池水位を低下させた期間は湿地も水位低下に呼応して乾燥化する。これは藪化した期間に堆積し湿地基盤面が高まったことに起因する。そこで，水位低下時にも湿地の一部に溜まりが



図4. 屋上コンテナ水槽



図5. 増水時の湿地



図6. 湿地で穴掘りして創出した水溜まり
(過去の湿地土留め杭が一部露出)



図7. 拡大し深くした湿地の水溜まり



図8. 干出状態湿地と周縁部に設置したトロ舟水槽

残るよう 2021 年 6 月に伐開地中央に試験掘削により 1 m²程の小規模な浅い水溜まりを創出した (図 6)。また、2022 年 3 月には、同水溜まりを 3m²程に拡張した (図 7)。この湿地は、舟田池増水時に水面がつながる構造のため、池からアメリカザリガニが容易に湿地に侵入する。そこで、湿地周囲の林縁に 4 基のトロ舟水槽を設置し、舟田池の底質から休眠打破して再生させた土着のマツモ、クロモなどを移植した (図 8)。このトロ舟水槽は、湿地増水時にも側壁部を水面上に 15cm 以上突出させ、アメリカザリガニの水槽内への侵入を阻止しできる配置とし、湿地水位低下時にも干上がらない環境を創出する配慮とした。

4. 人工流水 (せせらぎ・人工水路)

(1) せせらぎ

生態園には開園に合わせ井水を流す流水環境がつけられた (中村, 1994)。同流水環境は、オリエンテーションハウスの西数十メートルのイヌシデ・コナラ林内に井水を吐出させ、園路と交錯しながら東屋の傍を通って湿地に注ぐ小さな流れで「せせらぎ」と呼称している。せせらぎは 100 m を超える延長で、地中は漏水防止のためコンクリート処理し、水底は荒木田土 (粘土) で構成した (中村, 1994)。2014 年 6 月 17 日～2015 年 10 月 26 日の間、揚水ポンプ不調のため水を流すことができなくなり、せせらぎが乾燥したことがあるが、それ以後は流水環境が維持されている。

(2) 人工水路

池水をゼオライト生物濾過槽にて浄化し、浄化水を池戻す経路のひとつとして人工水路が設定された。同水路は、旧東金街道沿いの南側に設けられ、通水を開始したのは 1994 年 8 月である。ポンプから送り出された池水の吐出口から人工の開放水路 (三面が土) が西に流れ、2 箇所の旧街道下をくぐるトンネル (コンクリ土管) を通じて池に流れ込む水流である。1995 年 7 月にポンプ稼働の電気代が制限要因となり、運転休止を余儀なくされ流れは一時失われた。1995 年 10 月に運転再開で通水を再開した。1996 年 8 月に再び通水を休止した。次の通水再開はゼオライトを撤去してろ過機能なしとなった 2002 年 4 月である。その後はポンプ保守のため数日程度の停止はあるものの、水路底が乾くことはない状態が 2011 年 12 月まで保たれた。2012 年以降は、設備老朽化によりポンプ運用が困難となり運転休止が続き流水環境は失われた。この水路には、トンボのほかタイコウチやミズカマキリも来るなど、豊かな水生生物相があったが、現在は干上がった状態である。

調査結果

1. 舟田池

占部ら (1994) によると、改修前の記録では発生種はコシアキトンボのみであったが、改修後にアオモンイトトンボ、アジアイトトンボ、ギンヤンマ、コシアキトンボ、ウスバキトンボ、シオカラトンボの 6 種の幼虫を記録している。この他にナツアカネ、アキアカネ、ノシメトンボ、ショウジョウトンボ、コフキトンボ、シオヤトンボ、オオシオカラトンボの 6 種の成虫を確認している。鈴木 (1994) もアオモンイトトンボ、ギンヤンマ、オオヤマトンボの 3 種の成虫を記録している。このうちコフキトンボは 1990 年の記録 (斉藤・直海, 1995) を最後にそれ以降全く記録されていない。

筆者らの調査により舟田池で確認されたトンボの成虫は、ホソミオツネイトンボ、オオアオイトトンボ、クロイトトンボ、アジアイトトンボ、アオモンイトトンボ、ギンヤンマ、ウチワヤンマ、ナゴヤサナエ、オオヤマトンボ、チョウトンボ、コシアキトンボ、ショウジョウトンボ、ウスバキトンボ、シオカラトンボの 14 種であるが、

幼虫・羽化殻による発生確認種はウチワヤンマ、ナゴヤサナエ、オオヤマトンボ、チョウトンボ、ショウジョウトンボ、シオカラトンボの6種のみであった(松木・林, 2017, 2021)。このうち、ナゴヤサナエは1羽化殻が得られたのみで発生源が不明の種である。

2. 水槽群

(1) 円形水槽

円形的水槽は数か所に設置されているが、大半は筆者らが松木・林(2017)で「樽型水槽区」と仮称した場所(図1,2)に集中している。ここはトロ舟水槽も設置されており(図2)、幼虫・羽化殻による発生確認種数は13種と舟田池の倍以上であった。ただ、「樽型水槽区」にはトロ舟水槽も設置されているので、円形水槽に限定すると発生種はアジイトトンボ、ムスジイトトンボ、ギンヤンマ、クロスジギンヤンマ、ショウジョウトンボ、チョウトンボ、アキアカネ、ウスバキトンボ、シオカラトンボの9種であった(松木・林, 2017)。

(2) トロ舟水槽

トロ舟水槽は設置・移動・リセットが最も容易な水槽で「コンクリート水槽区」、「樽型水槽区」、「舟田池横(濾過槽横)トロ舟水槽区」、伐開された湿地(図8)など様々な場所に設置されている。それらからの発生種はホソミオツネイトンボ、オオアイトトンボ、アイトトンボ、キイトトンボ、クロイトトンボ、アジイトトンボ、アオモンイトトンボ、ギンヤンマ、クロスジギンヤンマ、チョウトンボ、アキアカネ、マユタテアカネ、ショウジョウトンボ、ウスバキトンボ、シオカラトンボ、オオシオカラトンボの16種で最も種数が多い(松木・林, 2017, 2018, 2019; 松木ら, 2022)。周囲の樹木の有無や直射日光の当たり具合、入れた水草によってかなり発生種が異なっていた。

(3) コンクリート水槽

コンクリート水槽は、大型コンクリ水槽(300cm×400cm,水深56cm~90cm)3基、中型コンクリ水槽(100cm×150cm,水深30cm~75cm)12基(網目5cm×5cmの金網蓋があるもの8基、蓋のないもの4基)、小型コンクリ水槽(50cm×75cm,水深21cm~80cm)6基である。これらも植物の有無や種類で発生種が異なるが、水草の入れられた水槽からはアイトトンボ、ムスジイトトンボ、アオモンイトトンボ、アジイトトンボ、ギンヤンマ、クロスジギンヤンマ、ショウジョウトンボ、チョウトンボ、シオカラトンボの9種が、水草無し水槽からは、アキアカネ、ウスバキトンボの2種の発生を確認した(松木・林, 2017)。

3. 湿地

1989(平成元)年の開園当時の湿地からの発生種は記録がないため過去の状況は不明であるが、キイトトンボ、アジイトトンボ、アオモンイトトンボなどの発生地となっていたと思われる。しかし、乾陸化に伴い発生は減少の一途をたどったものと推定される。湿地再生の

ための伐開後、2021年6月に伐開地中央に1㎡程の小規模な浅い水溜まりを創出した(図6)が、これが奏功し秋にカトリヤンマが飛来して産卵したものと考えられる。2022年に拡大した水溜まり(図7)では生態園初記録のカトリヤンマ幼虫が確認された。また、同じく生態園初記録のハラビロトンボの飛来も確認された(松木・林, 2022)。水溜まりでは早速アメリカザリガニが多数確認された。湿地は舟田池に隣接するため、歩いて移動可能なアメリカザリガニの完全排除は困難である。アメリカザリガニ対策として湿地周囲の林縁に設置した4基のトロ舟水槽が、アメリカザリガニ不在のトンボ誘致水槽として機能することを期待した(図8)。その結果、同トロ舟水槽では早速キイトトンボ、クロイトトンボの羽化が確認された。この他に成虫では園内からの飛来と思われるアオイトトンボ、クロスジギンヤンマ、チョウトンボ、コシアキトンボ、ショウジョウトンボ、シオカラトンボ、オオシオカラトンボも確認された(松木・林, 2022)。

4. 人工流水(せせらぎ・人工水路)

(1) せせらぎ

せせらぎでは、オニヤンマ、オオシオカラトンボの成虫が確認されている。オニヤンマは羽化、産卵も確認されており(倉西, 2013)、倉西氏からの私信によれば幼虫もかなり得られていたようであるが(松木・林, 2017)、筆者らの2015年以降の調査では成虫・幼虫ともに全く確認できていない。

(2) 人工水路

筆者らの2015年以降の調査では水路は跡地となっていた。2011年当時林が同所で撮影したニホンカワトンボが唯一のトンボ記録である(松木・林, 2017)。

考 察

1. 生息実態調査

倉西(2013)のガイドブックは刊行されているが、トンボ類に限定した生態園での詳細な調査はなされていなかった。松木は2015年6月~10月に5回の予備調査を行った結果、林が水生植物系統維持栽培のために設置・運用している水槽が、生態園のトンボ種の維持・繁殖の場所として大きな割合を占めていることを見出し、林との共同研究として、2016年3月~12月に、成虫および幼虫・羽化殻調査を23回にわたり行った。林も生態実験区の特設水槽と舟田池を中心に定期的に羽化殻採集を行なった。その結果、生態園からの記録種は倉西(2013)の16種から11種増え、8科27種となった(松木・林, 2017)。その内訳は、舟田池での確認種が13種、水槽とその周辺から14種という結果でやはり水槽群はトンボ種の維持・繁殖の場として非常に重要であることが証明された。その後も、シオヤトンボ(松木・林, 2019)、ナゴヤサナエ(松木・林, 2021)、コノシメトンボ(松木ら, 2022)、カトリヤンマ(松木・林, 2022)、ハラビロトンボ(松木・林, 2022)の5種が追加され、2023年12月現在、表1に示す8科32種の記録となっている。

その中で千葉県レッドリスト 2019 年改訂版掲載種は以下の 11 種である。

カテゴリー A：ナゴヤサナエ

カテゴリー B：ムスジイトトンボ，カトリヤンマ，リスアカネ，ハラビロトンボ

カテゴリー C：アオイトトンボ，キイトトンボ

カテゴリー D：クロスジギンヤンマ，ウチワヤンマ，チョウトンボ，コノシメトンボ

このうち、ナゴヤサナエは 1 羽化殻が得られただけで来歴がはっきりしない不明種である。リスアカネ、ハラビロトンボ、コノシメトンボは成虫確認だけで今のところ幼虫・羽化殻での記録がない。カトリヤンマは 1 回発生が確認されたただけである。毎年連続して発生が確認されているのはカテゴリー C と D の種（コノシメトンボを除く）だけであることから、カテゴリー A と B 種は一時的な飛来種の可能性が高いと考えられる。これらのレッドリスト 2019 年改訂版掲載種中、舟田池で発生しているのはウチワヤンマ、チョウトンボのみで、後者は羽化殻や幼虫数からみて大半が水槽発生の個体である。これと伐開された湿地でのカトリヤンマを除くと残りは全て水槽からの発生である。希少種保全という視点からも水槽が占める重要度が分かる結果である。

2. 舟田池のアメリカザリガニの駆除によるウチワヤンマの個体数増

林は舟田池のアメリカザリガニ駆除によるウチワヤンマの個体数増加にも取り組んだ。舟田池の水面には、木杭が 8 本分散して設置されており、満水時でも水面上に約 50 cm 露出する。木杭は水質や水生生物調査のための測点目印として利用し、調査時に利用する舟の係留に活用している。この木杭には毎年ウチワヤンマの羽化殻が認められる。この羽化殻数を 1993 年から毎年継続して記録した。1993 年の調査開始以降、2006 年まで羽化殻確認数は 2～9 個であったが、2007 年から 10 個を超えるようになり、2012 年に 35 個、2013 年に 69 個、2014 年 138 個、2015 年に 156 個と羽化殻数が増大した。図 9 は、ウチワヤンマの羽化殻が木杭に多数ついている状況を示したものである。

舟田池では、水環境保全と水生生物の種多様性確保を目的に 1996 年および 2000 年に水干し・かいぼりを実施した。かいぼりは、アメリカザリガニの密度低減を通じた水生植物の繁茂に有益で水生昆虫をはじめ多くの水生生物の多様性を高める効果が確認できた（林，2022）。しかし、かいぼり実施には経費と人手が必要で高頻度を実施するには制約がある。そこで 2001 年以降は既設の池水循環濾過槽ポンプの運用を工夫し、毎冬に池水位を低くする人為攪乱を継続実施し、その効果を検証した（林，2022）。

池水位を低下させると、冬期巣穴で冬ごもりしていたアメリカザリガニが穴の乾燥化により池の深い場所への引越を強要される。この引越は鳥類からの捕食を回避するため夜に実施されるが、夜行性のゴイサギがアメリカ



図 9. 舟田池の木杭で確認されたウチワヤンマ羽化殻

ザリガニを捕食することが確認された。毎年冬期に水位低減を継続実施することでゴイサギに好適な餌場と認知されるようになり、年々夕方以降に集まるゴイサギの個体数が増加し、最大約 100 羽の集結が認められた（林，2022）。林（2022）は、水位を徐々に低下させた際に水際に残されたアメリカザリガニの頭胸甲殻数の経年変化を、捕食されたアメリカザリガニ個体数として調査した。その結果、1) 池の水位低下操作により毎年多数のアメリカザリガニが捕食されたこと、2) 捕食されるアメリカザリガニ数は年々減少し池での個体密度の低下が示唆されたこと、3) 捕食されるアメリカザリガニ数が 2010 年以降は大きく減少したこと、4) 同現象は、頭胸甲長が 20mm を下回る小型個体が増え、ゴイサギ等がアメリカザリガニ捕食時に丸呑みするため頭胸甲殻が残されないことに起因すること、などを報告している。これらの検証結果は、水位低下という生態的攪乱は、ゴイサギ等による高い捕食圧を創出し、アメリカザリガニの根絶は困難ながら、低密度管理を達成する上で有効な環境生態工学的取り組みと位置付けられることを意味している。

さらに、池水位が低くなると潜水捕食性のカイツブリ、浅瀬に立ち餌を探索するアオサギ、ダイサギ、チュウサギ、コサギ、水中に飛び込んで餌を捕食するカワセミなど多様な水鳥たちの捕食が活性化することも確認された（林，2022）。こうした鳥類の捕食圧増大に支えられ、アメリカザリガニによる水生植物の芽生え食害が低減化さ

表 1. 生態園にて確認されたトンボ 8 科 32 種リスト (2023 年 12 月時点)

	種 名	人工容器及びその周囲	舟田池	湿地	人工流水	備 考
1	ホソミオツネトンボ <i>Indolestes peregrinus</i> (Ris,1916)	○●	○			
2	アオイトトンボ <i>Lestes sponsa</i> (Hansemann,1823)	○●		○		
3	オオアオイトトンボ <i>Lestes temporalis</i> Selys,1883	○●	○			
4	※ニホンカワトンボ <i>Mnais costalis</i> Selys,1869				○	人工水路
5	キイトトンボ <i>Ceriagrion melanurum</i> Selys,1876	○●		○●		湿地は設置容器での発生
6	クロイトトンボ <i>Paracercion calamorum calamorum</i> (Ris,1916)	○●	○	○●		湿地は設置容器での発生
7	ムスジイトトンボ <i>Paracercion melanotum</i> (Selys,1876)	○●				
8	アオモンイトトンボ <i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur,1842)	○●	○			
9	アジアイトトンボ <i>Ischnura asiatica</i> (Brauer,1865)	○●	○●			
10	カトリヤンマ <i>Gynacantha japonica</i> Bartenev,1910			●		
11	ギンヤンマ <i>Anax parthenope julius</i> Brauer,1865	○●	○			
12	クロスジギンヤンマ <i>Anax nigrofasciatus</i> Oguma,1915	○●		○		
13	ウチワヤンマ <i>Sinictinogomphus clavatus</i> (Fabricius,1775)	○	○●			
14	ナゴヤサナエ <i>Stylurus nagoyanus</i> (Asahina,1951)		●			来歴不明種
15	※オニヤンマ <i>Anotogaster sieboldii</i> (Selys,1854)				○●	せせらぎ
16	オオヤマトンボ <i>Epopthalmia elegans</i> (Brauer,1865)		○●			
17	チョウトンボ <i>Rhyothemis fuliginosa</i> Selys,1883	○●	○●	○		
18	ナツアカネ <i>Sympetrum darwinianum</i> (Selys,1883)	○				
19	リスアカネ <i>Sympetrum risi</i> Bartenev,1914	○				
20	ノシメトンボ <i>Sympetrum infuscatum</i> (Selys,1883)	○	○			
21	アキアカネ <i>Sympetrum frequens</i> (Selys,1883)	○●	○			
22	コノシメトンボ <i>Sympetrum baccha matutinum</i> Ris,1911	○				
23	マユタテアカネ <i>Sympetrum eroticum eroticum</i> (Selys,1883)	○●				
24	※マイコアカネ <i>Sympetrum kunckeli</i> (Selys,1884)					
25	コシアキトンボ <i>Pseudothemis zonata</i> (Burmeister,1839)	○	○●	○		
26	※コフキトンボ <i>Deiella phaon</i> (Selys,1883)		○			
27	ショウジョウトンボ <i>Crocothemis servilia mariannae</i> Kiauta,1983	○●	○●	○		
28	ウスバキトンボ <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius,1798)	○●	○●			
29	ハラビロトンボ <i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys,1878)			○		
30	シオカラトンボ <i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (Uhler,1858)	○●	○●			
31	シオヤトンボ <i>Orthetrum japonicum</i> (Uhler,1858)	○				
32	オオシオカラトンボ <i>Orthetrum melania melania</i> (Selys,1883)	○●	○	○	○	

注 1) ※印の種は筆者らの 2015 年以降の調査で全く発見できなかった種。4, 15 は人工水路の消滅やせせらぎのポンプ故障による止水化, 樹木の繁茂による流水の暗化が消滅の原因と思われる。

注 2) ○: 成虫確認, ●: 幼虫・羽化殻確認。

れ、結果としてヨシ、マコモ、ヒメガマ、ショウブなどの抽水植物が池岸に繁茂域を拡大した。

以上のように、舟田池では、ウチワヤンマの捕食者としてのアメリカザリガニの生息密度が低減したこと、アメリカザリガニから逃げ隠れできる抽水植物が岸辺に繁茂域を広げたこと、など複数の要因が開放水面である舟田池においてウチワヤンマの個体密度を高めたものと推察される。

3. トンボ繁殖誘致の検証

実態調査時点で舟田池横に設置されたトロ舟水槽数基からのみ発生していたオオアオイトトンボ、クロイトトンボ、キイトトンボの3種を園内で増やしたいと考え、約150m離れた「樽型水槽区」のトベラ・アカメガシワ・ハリエンジュなどの灌木の枝下の日陰に3基の小型のトロ舟水槽を設置・誘致を試みた。結果、翌年には予想どおりオオアオイトトンボ、クロイトトンボ、キイトトンボの3種の誘致に成功した(松木・林, 2018)。園内を飛来してきて産卵したもので、オオアオイトトンボでは灌木の枝にその産卵痕も確認できた。この年から「樽型水槽区」でもキイトトンボ成虫が飛翔する光景が見られるようになり、やがて「コンクリート水槽区」にも広がっていった。同所では誘致水槽を7基に増やし継続調査を行った。その結果、羽化殻調査にてオオアオイトトンボ、クロイトトンボ、キイトトンボの3種の羽化数が増加することが確認できた。

調査を継続する内、水槽内に堆積する落ち葉などに起因して年々底質の嫌気化が進展することも確認され、オオアオイトトンボ、クロイトトンボ、キイトトンボの3種の羽化数が減少に転じた。高水温となる夏期の夜間には、底質直上部の溶存酸素濃度が0.1～0.4mg/Lを記録し、溶存酸素欠乏の水塊部発生が認められた。同夏期の昼間のトロ舟水槽の水面近くでは溶存酸素濃度が7.1～8.4mg/L、底泥直上部でも4.5～6.9mg/Lあること鑑みると、トロ舟水槽では昼夜での溶存酸素濃度の差異が大きいが明らかである。トロ舟水槽への落ち葉の過剰な堆積は、溶存酸素濃度の低下および日変化幅の増大を招き、イトトンボ類の生育に影響を及ぼしたと推察される。このことは、トロ舟水槽の底質を排除して新たな土壌を充填した上、排除した土壌をふるいにかけトンボ幼虫を含む水生生物をトロ舟に戻す工程にて、翌年にはオオアオイトトンボ、クロイトトンボ、キイトトンボの3種の羽化確認数が回復した事実と整合的である。樹枝下に配置したトロ舟水槽によるトンボ誘致においては、落葉の堆積が底質に影響を及ぼし易いことから、定期的な底質改善対策が有効であることも判明した(松木ら, 2022)。

4. 羽化率を上げる人工足場(トゲロング)の設置

最初のトンボ発生源である舟田池横トロ舟水槽群の羽化環境に手を加えることで羽化数を増やす試みを行った。2019年までは、舟田池横トロ舟水槽群からキイトトンボ、

クロイトトンボは連続して発生しているものの羽化数は多くないようで、確認できる個体数は最大でも10頭前後であった。2016年の羽化殻調査では、トロ舟水槽周囲の草や水槽内に落ちた枯枝、水槽壁などを足場として用いて羽化していることが確かめられた。そこで、羽化率を高めるために各水槽内に羽化用の人工足場を設置することにした。基本的には棒を立てる必要があるが、枯れ枝を立てても風で倒れたり腐食したりして維持管理が欠かせない。そこで、市販の「鳥よけシート トゲロング」(トラスコ中山)の利用を試みた。縦8cm、横33cmの台座に高さ15cmの長いトゲが計56本垂直に林立しているポリプロピレン製の製品で、ベランダなどの鳥よけに結束バンドで固定して使用するのが本来の用途である。こ



図10. 人工羽化足場としたトゲロング



図11. 人工羽化足場を配置したトロ舟水槽

れをレンガに結束バンドで固定し(図10)、水槽内の水中に沈めトゲが水面から約10cm出るようにして羽化用の人工足場とした(図11)。設置したトゲロングは羽化足場として高い効果を発揮し、多くの個体の羽化がトゲロングを活用し行われた(図12)。林・松木が調査したところ、羽化殻の数は次のとおりであった。

2021年7月11日:キイトトンボ9, クロイトトンボ3
2021年7月20日:キイトトンボ61, クロイトトンボ19



図 12. 人工羽化足場に確認されたキイトトンボ羽化殻

キイトトンボは、この2日だけで70頭の羽化が確認されたことになる。設置時期が遅かったのでキイトトンボより羽化期の早いクロイトトンボの数には反映できなかった可能性がある。結果として2021年のキイトトンボの成虫数は園内では過去最多と思われる50頭近くが確認された。分散域も拡がり、2021年8月3日の松木の観察では、舟田池横トロ舟水槽群だけでなく、「樽型水槽区」、「コンクリート水槽区」でも複数の成虫の連結・交尾・産卵が見られた。コンクリート水槽区でキイトトンボが見られたのは初めてのことである。なお、人工羽化足場は各水槽に2箇所設置したが、羽化数に大きな差異があった。

これを受け、2022年は5月20日～8月12日の間にトゲロングについている羽化殻の回収を21回行った。その結果、キイトトンボ817頭、クロイトトンボ127頭、ホソミオツネトンボ1頭、オオアオイトトンボ10頭、マユタテアカネ3頭、ショウジョウトンボ14頭、オオシオカラトンボ1頭の羽化殻が確認された。この人工足場は風が吹いても安定しており、トゲの間で羽化すれば鳥除けにもなるので、羽化時のリスクがかなり解消されると考えられる。羽化個体数から見るとキイトトンボには特に有効な足場であることが明らかとなった。

5. 流水環境の創出

生態園開園当初に創られた人工せせらぎは、流量はチョロチョロした細流に留まるが、園内に植栽した樹木が茂る前には流水環境を上空から確認しやすかったことが奏功し、オニヤンマが飛来・定着したものと思われる。しかし、井水ポンプの故障により流水が止まる期間があったこと、せせらぎ周辺に植栽した樹木が生長して枝葉を茂らせて上空からせせらぎの存在を確認しにくい景観に変遷したこと、などに起因しオニヤンマは確認できなくなった。同様にニホンカワトンボも流水環境が安定的に維持できなくなり確認できなくなった。水槽活用などにより止水環境を創出することには成功してきたが、流水環境を安定的に維持することはできていない。今後、せせらぎの水量安定と共に流水環境の存在を上空から目視

確認しやすいよう、植栽樹木の一部を間引きするなどの発想・工夫も場の多様性確保の視点で選択肢になると考えられる。

ま と め

舟田池における植生再生に向けてアメリカザリガニの駆除法の研究や水槽を用いた水生植物系統維持栽培の運用は、そのまま生態園のトンボ類の保全に直接つながっていることが明らかとなった。さらに、筆者らの興味は水槽を用いた移植の研究や繁殖活性化の開発研究へ展開した。そして、現在は湿地の保全再生に人的管理が容易な水槽を併用する環境生態工学の視点を盛り込んだ取り組みへ進展したところである。安定的な流水環境の維持および上空から流水環境を認識しやすくする目的での樹木の間引きなども検討課題である。

今後、トンボ類以外の水生生物や水辺を生息空間として活用する陸生生物全般に視野を広げ、水辺再生・創生の取り組みの総合的な検証としての継続が期待されている。

引用文献

- 千葉県環境生活部自然保護課. 2019. 千葉県の保護上重要な野生生物 千葉県レッドリスト動物編 2019年改訂版. 40pp.
- 林 紀男・稲森隆平・尾崎保夫. 2008. ミジンコ个体群動態に及ぼす水生植物代謝産物の影響. 日本水処理生物学会誌, 45(1): 57-62.
- 林 紀男. 2013. 印旛沼 (千葉県) における沈水植物の系統維持. 水草研究会誌 (100): 72-76.
- 林 紀男. 2017. 池沼の冬期低水位管理によるアメリカザリガニ低密度化. 所収 高橋清孝 (編著) よみがえる魚たち, pp.65-66, 恒星社厚生閣.
- 林 紀男・新井 裕・松木和雄. 2020. アキアカネ若齢幼虫の食性. 千葉生物誌 70(1): 1-9.
- 林 紀男. 2022. ため池の水位攪乱による池水環境の保全～アメリカザリガニ低密度管理とその波及効果～. 日本水処理生物学会誌 58(3): 107-114.
- 小林紀雄. 1989. II 生態園 (野外観察地) の基礎調査 1. 千葉市内の池の水生动物相. 所収 昭和 63 年度千葉県立中央博物館自然誌資料調査・収集事業報告書, pp.8-17.
- 小林紀雄・倉西良一. 1994. 生態園舟田池における浚渫直後の淡水大型無脊椎動物相. 千葉中央博自然誌研究報告特別号 (1): 345-348.
- 倉西良一. 1995. 千葉市における淡水 (大型無脊椎動物) の生息状況Ⅲ. 所収 千葉市野生動物植物の生息状況及び生態系調査報告Ⅲ. pp.268-273, 千葉自然環境調査会.
- 倉西良一. 2013. 生態園のトンボ, 生態園観察ノート 19. 29pp. 千葉県立中央博物館.
- 久城圭・林紀男・西廣淳. 2009. 印旛沼における「高水敷の掘削」による散布体バンクからの沈水植物群落の再生. 応用生態学会誌 12(2): 141-147.
- 松木和雄・林 紀男. 2017. 千葉県立中央博物館生態園のトンボ類. 房総の昆虫 (59): 2-21.
- 松木和雄・林 紀男. 2018. 生態園内でのイトトンボ類誘致・増殖の試み. 房総の昆虫 (63): 70-71.
- 松木和雄・林 紀男. 2019. 生態園内でのイトトンボ類誘致・増殖の試み (続報). 房総の昆虫 (65): 55-56.
- 松木和雄・林 紀男. 2021. 千葉県立中央博物館舟田池でナゴヤ

- サナエ羽化殻を採集．房総の昆虫 (69): 20.
- 松木和雄・林 紀男．2022. 生態園の再生湿地で新たに確認されたトンボ2種．房総の昆虫 (71): 23-25.
- 松木和雄・林 紀男・小松 新．2022. 生態園のトンボー 2021 年の試みと追加種ー．房総の昆虫 (70): 20-22.
- 中村俊彦．1994. 生態園の整備経過と管理運営．千葉中央博自然誌研究報告特別号 (1): 7-17.
- 大窪久美子．1994. 生態園湿原における植生の経年変化．千葉中央博自然誌研究報告特別号 (1): 161-168.
- 齊藤洋一・直海俊一郎．1995. 千葉県産 (千葉市・東金市および房総半島) の蜻蛉類．房総の昆虫 (13): 4-5.
- 鈴木康彦．1994. 千葉市に産するトンボ第2報 -1992年・1993年度調査報告より-. 所収 千葉市野生動植物の生息状況及び生態系調査報告II, pp.369-377. 千葉自然環境調査会.
- 占部城太郎・倉西良一・長谷川雅美・小林紀雄・小倉紀雄・谷城勝弘．1994. 舟田池における水質と動物相の変化ー改修工事の影響とその評価ー．千葉中央博自然誌研究報告特別号 (1): 333-343.

Efforts to Create a Breeding Site for Odonata, the Ecology Park, Natural History Museum and Institute, Chiba

Norio Hayashi^{1)*} and Kazuo Matsuki²⁾

¹⁾ Natural History Museum and Institute, Chiba
955-2 Aoba-cho, Chuo, Chiba 260-8682, Japan

²⁾ 3-1575-14 Hasama-cho, Funabashi 274-0822, Japan

*E-mail: hayashin@chiba-muse.or.jp

There are over 100 water tanks arranged for the systematic cultivation of aquatic plants to maintain their genetic diversity in the Ecology Park, Natural History Museum and Institute, Chiba. These aquatic plants are maintained and managed as a living collection, rejuvenated from dormant seeds and propagule. In these tanks, distinctive plankton communities have been identified. It has been effectively utilized as a field for verifying not only the interactions among aquatic plants but those with aquatic organisms. Matsuki discovered that these groups of tanks constitute a significant proportion as a habitat for maintaining and breeding Odonata within the Ecology Park in a preliminary survey conducted in 2015. Subsequently, a total of 32 species from eight families of Odonata were confirmed in the Ecological Park. Among the confirmed species, some are listed in the Red List of Chiba Prefecture. It was confirmed that considerations such as the type of tanks, soil substrate, varieties of aquatic plants, arrangement of tanks, and the provision of perches for emergence of Odonata in and around the tanks significantly contribute to increasing Odonata diversity and the number of breeding individuals.

Key words: Odonata, water tank, aquatic plants, habitat, breeding, diversity.