

土着水草の再生株を生かした 地域連携に果たす博物館の役割

千葉県立中央博物館 生態・環境研究部 林 紀男

1. はじめに

湖沼では、岸辺の構造改変が推し進められ、水辺の移行帯が失われ浅瀬が減少してきた。干拓事業を契機とした築堤や岸辺近傍の造成事業などが全国に数多く認められる。小規模な池沼も含め、堅牢化や漏水防止などを目的に、護岸部や堤体部をコンクリート等の人工構造物で構築・被覆する事業が広く普及している。千葉県北西部に位置する印旛沼・手賀沼も例に漏れず1960年代までに干拓事業により浅瀬の大部分が失われた（浅間・林 2016）。

陸上から水中への移行帯として存在した緩傾斜の水辺や浅瀬は、多様な生きものたちの生息空間として機能してきた。水辺や浅瀬に構築された生態系は、生物間相互作用を通じた水質浄化機能や特定種の異常増殖を抑制する緩衝能も担ってきた。大規模な岸辺環境の改変は、生態系が発揮してきた自浄能力や緩衝能力を消失させ、藍藻類アオコの異常増殖や外来生物の増殖を増長させる結果を招いてきた。

近年では、従来の機能性至上主義的な開発の負の側面も理解されるようになり、藻場の造成や近自然工法など生態系への配慮をうたう事業が広がり始めた（鈴木 2009）。しかし、水辺の保全・再生事業では、地域外外来種を無思慮に持ち込む事業が展開されている例も見受けられる。外来生物を堂々と移入させるのは論外であるが、かつてその場に生育・生息していた生物種であっても、同種を他の地域から導入する地域外外来種については、問題意識が低い（角野 2004）。コイやゲンゴロウブナなど外来魚の放流（コニフ 2018）、ホタルの里づくり（大場 2006）など、地域遺伝情報を軽視した取り組みは枚挙の遑がない。

印旛沼・手賀沼では、野生絶滅した土着の沈水植物を土壌シードバンクに眠る埋土種子から蘇らせ再生させるという、地域遺伝情報に配慮した事業を進めてきた（久城ほか 2009）。休眠打破により発芽再生させた水草たちを水槽にて系統維持栽培しながら、流域内に移植・定着させることを目指した取り組みである。本事業は、県・市町・土木事務所・大学・研究機関・市民・企業など数多くの人々が携わる事業として進められている。

千葉県立中央博物館（以後、中央博）は、印旛沼・手賀沼での水環境保全に向けた取り組みにおいて、さまざまな立場の関係者をつなぐ役割を果たしてきた。ここでは、水草再生事業を通じた両沼の水環境保全事業において、地域連携に果たしてきた中央博の役割を紹介し、科学館・科学博物館の果たすべき役割について言及する。

2. 水草の再生

1) 水草の生活形と役割

水草は、生活形により抽水・浮葉・浮遊・沈水の4類型に分類される。抽水植物は、水底に根を張り、茎が水面を突き抜けて葉を空中に展開させるヨシ、マコモ、ガマ等である。浮葉植物は、水底の根を張り葉を水面に浮かべるアサザ、ガガブタ、ヒシ等である。浮遊植物は、根を固着させず植物体が浮遊し、波浪や風で移動可能な仲間で、葉を水面より上に広げるホテイアオイ等、葉を水面に展開するウキクサ等、葉を水面下に広げるマツモ等である。沈水植物は、水底に根を張り葉を水中に展開するクロモ、ササバモ、コウガイモ等である。これら水草は、さまざまな生きものたちが生活基盤とする場を創出してきた(林 2016)。

水草は、植物体自身が水中構造物、すなわちプランクトン(浮遊生物)やペリフィトン(付着生物)の担体として機能する。水草は底質中に根を張ることにより底質中に酸素をもたらす効果を発揮しベントス(底生生物)の生活にも影響している。プランクトンは、止水環境に生息する仲間であり、波浪等に起因した水の流動に弱い。担体としての水草の存在は、荒天時の止水環境維持、捕食者から逃げ隠れする生息空間創出等の機能性を有する。水中に葉を展開する沈水植物は、水中に構築される空間が複雑で多様性に富むため、他生活形の水草に比較して水生生物の寄せ集め効果が高い(林ほか 2007、林 2016)。沈水植物は、動物プランクトンを捕食する魚類にとっても産卵場や仔稚魚の生育、採食場として重要な役割を果たしている。

2) 埋土種子の探索

沈水植物は、浅瀬の消失により真っ先に野生絶滅に追いやられた仲間である。沈水植物は、水中に葉を展開し光合成するため、濁度が高まり水中照度が低下すると生育できなくなる脆弱性を持つためである。そこで、千葉県では印旛沼・手賀沼の両沼内で野生絶滅した沈水植物の再生を目標に掲げた取り組みを進めた。

過去にどのような種の水草が両沼に繁茂していたのかは、中央博に収蔵されている標本や文献等により、地点や場所は限定されるものの情報収集可能である。これらの沈水植物種を他の地域から移植させるのは、地域遺伝情報の攪乱を招くことになるため避ける必要がある。すなわち、土着の沈水植物株を復活させることが必要となる。そこで、過去に繁茂していた水草たちの散布体が眠る土壌シードバンクの存在に着目し、かつての沼底の土を様々な場所から採取し、採取地点ごとにトロ舟水槽に撒きだした。低温および太陽光への暴露が契機となり、埋土種子として休眠していた土着の水草たちが休眠打破し再生した。

3) 再生した水草の系統維持栽培

数十年の眠りから目を覚まし発芽再生した水草たちは、1m³容積の大型水槽50基を用いて種別に中央博にて系統維持栽培している(林 2013a)。系統維持している水草は、野生絶

滅以前から採取して継代栽培していた種も含め、ガシャモク、イトクズモ、ホソバヒルムシロ、イバラモ、オニバスなど貴重種を含む33種である(林 2013)。異なる地点から再生した株は、遺伝的な多様性を損ねることのないよう、異なる水槽で別々に系統保存している。

3. 水草の現場への再生・定着化

1) 沼での取り組み

撒きだし検証により、土壌シードバンクが包含される地点・深度が明らかとなった。この情報を用いて、高水敷の掘削や鋼矢板で沼の一部を仕切るなどの方法を用いて沼内に複数の植生再生の試験区を設置した(印旛沼流域水循環健全化会議 2017)。これら沼での試験区でも沈水植物の再生が確認された(林 2013b)。中央博で系統維持栽培している水草は、こうした移植試験への株供給拠点としての役割も果たしている。

2) 流域内への多様な展開

試験区にて試験当初には繁茂を確認できた水草は、数年を経ても繁茂域を拡大させることができていない。一旦再生した水草でも、数年内に消失してしまう種も複数認められた。これは、アメリカザリガニ、ウシガエル幼生、草食魚ワタカ、水草食性のカモ類(カルガモ、マガモ、ヒドリガモ、ヨシガモ、コガモ、オナガガモ)、およびコブハクチョウなどによる食害が原因であることが明らかとなった。食害防止ネットで囲むと食害が回避され水草の繁茂が促進されることも確認され、水質等は繁茂阻害に影響していないことも確認された。頻繁な維持管理で食害生物防除を繰り返せば食害影響低減化は認められるものの、同手法を沼全域に展開するには問題が多いことが明らかとなった。

また、水草の種多様性が損なわれた沼では、外来水草が空きニッチを占拠してしまっている。ナガエツルノゲイトウ、オオバナミズキンバイ、ミズヒマワリ、オオカワヂシャ、ブラジルチドメグサなどの特定外来生物をはじめ、地域外外来種のはすなどが繁茂域を異常に広げており、この状況確認と防除も喫緊の課題となっている。外来水草の繁茂域調査は、市民グループとの共同調査により詳細に実施されている。

現在、堤内地に貴重種繁茂地を複数確保し、水草たちの系統維持に関する危険分散を進める取り組みも始めた。堤内地での候補は、堤脚水路、水田水路、耕作放棄水田、防災調整池、ビオトープ池等である。また、水槽での管理でも系統維持の危険分散には十分役立つことから、啓発の意味も含め広く市民の目に触れる場所への水槽配置も選択肢とし、役所、公民館等の公共施設や、学校なども候補とした。維持管理に人手をかけやすいこと、過度な乾燥が年間を通じて生じないこと等を鑑みると、里山に存在し市民が積極管理しているビオトープ池や、学校ビオトープ、水槽を配置させてくれる公共施設等を当初の試験実施地とした。

学校ビオトープの例をあげる。学校ビオトープ創設時に熱心に取り組みされた教諭は、いず

れ異動が必定である。後を任された教諭は多忙などにより、学校によっては維持管理が不十分な状態となっている事例も認められる。オオカナダモやホテイアオイなどの外来種がはびこり、オオフサモなど特定外来生物が繁茂している状態の学校ビオトープも見受けられる。印旛沼・手賀沼の流域内の学校に、中央博にて栽培している土着の水草を持参し、外来種を置き換えてもらう試みを進めている。学校の希望があれば、生徒に「沼の水環境に果たす生きものたちの役割」、児童に「アオコ・ミジンコ・水草のはなし」などの出前授業を実施し、水草の重要性や地域遺伝情報の大切さを併せて伝えている。特に学習指導要領に基づいて小学校5年生で扱うメダカとミジンコの授業において、水草と関連づけたプランクトンの顕微鏡観察などは、学校の先生方にも興味をもってもらえる。こうした出前授業を契機に、教員研修会や理科教育部会などから研修での話題提供や系統維持水槽見学などの照会も複数いただけるようになり、中央博を拠点とした地域への足がかりが広がりつつある。

3) 市民連携の構築

中央博での水草系統維持は水槽にて実施しているため、水面が足元ではなく地上1m程の位置になる。沼や池では水底が浮泥で潜り、足を取られやすいような環境での水草観察が必要になるが、中央博の水槽群では、整地された場所に水槽が整然と並ぶため楽な姿勢で水面目線での観察が可能である。雄花が水面上を滑走し、水面に摺鉢状に定位する雌花と出会い受粉する様子など、池沼では難度の高い自然観察が容易に実施可能である。足場がよい状態での水草観察が可能という環境から盲学校の生徒たちが来館しての授業にも活用いただく機会が得られた。こうした環境を最大限に活用するため、水草の観察会や講座も実施している。

これら水草の系統維持栽培や水草の観察会・講座などの催しは、多くの人手によって支えられている。中央博での学芸業務を体験に訪れる博物館実習生、インターンシップ学生、職場体験の生徒などの学生・生徒・児童をはじめ、大学・研究所・NPO法人等に所属する研究者・学生・市民などさまざまな年齢・所属の方々が栽培を手助けしてくれている。大学や研究機関との共同研究を通じ、中央博にて栽培している水草を学生や研究者が研究対象としている。中央博の外来研究員や市民研究員の制度を利用して、複数の市民が系統維持株を用いた独自の研究を展開しながら、維持管理にも助力してくれている。

学校ビオトープに移植した株の維持管理作業は、担当する教諭に委ねられる。しかし、教諭の日常業務は多忙を極め余裕がないことは周知の事実である。水草系統維持株の保持、流域への復活などに関する事業の重要性への理解が進み、協力を買って出してくれる市民が増えつつある。中には学校ビオトープの現状を理解し、現場で助力してくれる事例も出始めている。外来水草の繁茂域確認、堤内地での貴重種の保護育成場創出など、市民の活躍の場が広がっている。

4. 他地域への展開と啓発

1) 他地域への展開と連携

中央博での本取り組みは、学会や研究会での成果発表、学会誌等への論文発表などで報告してきた。かいぼりによる池での水干しは、池底に眠る埋土種子の発芽再生の好機となるばかりか、土壌を採取し撒きだし検証を並行実施することで潜在的な土着水草の探索も可能となることも広く喧伝してきた。その結果、土壌シードバンクを探索して埋土種子の休眠打破による土着種の再生の試みを手がける池が複数でてきた。八郎湖（秋田県潟上市他）、井の頭池（東京都三鷹市）、皇居外苑濠（東京都千代田区）、石神井公園三宝寺池（東京都練馬区）、ミュージアムパーク茨城県自然博物館トンボの池（茨城県坂東市）、涸沼（茨城県）、四ツ池（千葉県我孫子市）、本明川水系ため池群（長崎県諫早市他）などとは情報共有しながら、同地の土壌を中央博にてお預かりして撒きだし発芽検証試験を実施するなどの共同研究に発展している。他にも中央博への視察を経て、土着の水草再生を念頭に置いた取り組みを企画している自治体や事業者が数多く存在しており、今後の展開が期待されている。

2) 市民との情報共有の重要性

水草再生事業で重視すべき点は、管理者・施工者が一方的に事業を推し進めるばかりでなく、その過程を失敗も含め市民と共有することである。水干し、土壌採取、撒きだし検証などの事業としてのハード面と市民協働を潤滑に進めるソフト面とを共に大切にすることが必要となる。

特筆すべき成功事例として、井の頭池での取り組み（内山 2017）を紹介する。東京都西部公園緑地事務所は、井の頭池のかいぼりを実施するにあたり、上述のソフト面を認定 NPO 法人生態工房に依頼した。かいぼりボランティア隊の結成による定期的な生物相調査や外来生物排除作業（八木 2018）、かいぼりシンポジウム・かいぼり報告会の企画運営など、市民への情報発信と協働の仕組みに関する事業を特定非営利活動法人が担った。池沼での水環境保全事業では、水質改善を目指した土木工事が第一義となり、生物についてはコンサルタント会社による生物相調査にとどまる例が全国的に圧倒的多数である。井の頭池での、市民への情報発信・協働のはたらきかけにも配慮した取り組みは、一歩抜きん出た次世代型の事業と位置づけられる。

5. 課題と展望

1) 関係者の現状

印旛沼・手賀沼での水草再生事業は、千葉県の事業である。沼の水環境保全を目指した各種の取り組みの内のひとつで、県の担当部局が事務局を担っている。行政は常に適切な対応

を行うが、土木、農林、環境と部門別に分掌範囲が異なり、同じ水域で連続した水面でも担当が異なる難しさがある。また、職員は異動により定期的な交代・引き継ぎが必定である。

本事業に携わる研究者は、中長期的視点に立ち科学的な解析を進めつつ、事業の方向性を指導・助言してくれる。しかし、客観的な解析や事業方向性の示唆は、行政担当者との意思疎通を中心に行われることが多く、市民にはその具体的な内容までは見えにくい。これは、市民への普及啓発の機会が限られていることに起因する。

学校では、現行の小・中学校学習指導要領への改訂に際し、自然体験活動の充実、環境等に関する学習の充実などが明示され、地元の水草を大切に保護育成する本事業の趣旨に沿う学習が可能になると期待された。しかし、教諭らは学生・生徒・児童および保護者と相対しての日常に追われ、付加的な取り組みを積極展開することは時間的に難しい面がある。

社会教育施設等では、市民に向けて各種の催しが工夫されているが、本事業に即した内容を面白く体験してもらうような企画運営には、予算や人材の面の制約があるのが現状である。

2) 科学館・科学博物館の役割

中央博では、先述の学会や研究会での成果発表、学会誌等への論文発表ばかりではなく、観察会、講座、展示、学校への出前授業、講師派遣事業でのさまざまな場所、なさまざまな手段を用いて「土壌シードバンクに眠る埋土種子の持つ潜在的な有用性や面白さ」を市民らに伝え、本取り組みの意義や重要性をわかりやすく説明する役割を果たしている。中央博での水草展示を見て興味をもってくれた来館者の中には、中央博にて系統維持栽培している水槽や、印旛沼で水草を再生している複数の現場を見て歩く観察会にも参加してくれる方が現れる。さらに、水草の受粉・結実・越冬等を詳しく学ぶ博物館での講座にも参加して、水草たちの多様な生態や奥深さ、再生事業の難しさ、意義等に共感してくれる方が生まれる。こうした方々はよき理解者であると同時に、水草再生事業を補佐してくれる貴重な人材となってくれている。

科学館・科学博物館は、市民・行政・研究機関・土地改良区や漁協・漁師や農家・学校や公民館・NPO 法人・企業といった多様な関係者を「つなぐ」役割を果たすに絶好の立ち位置を取ることができる。メヘレン宣言（2014）では、世界中の科学館が「社会へ貢献し続けることを決意」と明示している。同宣言（SCWS2017 2107）末尾の目標の中の以下の抜粋部項目は、まさに水草再生事業での取り組みに合致するものと考えられる。

- ・科学館とは“信頼できる場所”である、という地位を確立するよう努める。新しい技術による解決策や持続可能な技術を人々に紹介し、その活用を促進する場であるからだ。（目標4）
- ・様々な背景において適切なテクノロジーを駆使し、公式と非公式の両方の場面で学習者の参画と教育の最適化ができるよう、より良い方法を率先して開発していく。（目標5）

- ・一般市民をより直接に研究活動に参画させる。参画させることで人々を力づけ、考え方を広げると同時に、大学や研究機関の活動を社会や、より広範囲な地球規模的な社会問題に対して意義のあるものにする。(目標6)

林浩二(2017, p.2)は、メヘレン宣言は、『まさに科学館・科学博物館にとっての「社会的役割宣言」である』と述べ、同時に「来館者が語り合う場をつくり、彼らが社会のなかで活躍できるような「働きかけ」(メヘレン宣言、前文末尾)が重要と指摘している。林浩二(2017, p.7)は、科学館・科学博物館が「単に知識や知見を提供し、市民が意見を持てるようにするというだけでなく、それら複数の市民が社会の中で力を発揮できるようにすること、それを社会教育施設としての博物館が中立にサポートする」仕組みづくりが重要と述べている。同時に、林浩二(2018, p.75)は、「SDGs(引用者注; Sustainable Development Goals)を直接的に博物館の教育普及活動等に移すことは容易ではないし、参加者である当の地域住民にとっても唐突感が否めない可能性が高い。」ことを指摘し、「必要なのは、地域住民・地域社会の具体的な課題・問題に取り組むところから、すなわち地域社会で実際に起きている身近な問題・課題を考えることから始めることであろう。」と述べている。ここに紹介した「外来水草の繁茂域把握と防除」「再生した土着水草の拠点づくり」は、まさに上記指摘にある「身近な問題・課題」のひとつと位置付けられる。

本事業で中央博が地域連携に果たす役割は、市民協働に向けた積極的はたらきかけである。今後、科学館・科学博物館が「地域で人々をつなぐ」「地域に貢献しうる人材の育成を担う」「身近な問題・課題を皆で考える場をつくる」といった役割を果たすことへの需要が高まると期待している。

6. 引用文献

- 浅間 茂・林 紀男. 2016. 手賀沼の生態学 2016. pp.93. たけしま出版. 千葉.
- 林浩二. 2017. 科学館・科学博物館の社会的役割宣言. 市民研通信. 40. <https://www.shiminkagaku.org/30301020170401/>
- 林 浩二. 2018. 「メヘレン宣言」と「東京プロトコル」をどう活かすか. ～科学館・科学博物館の社会的役割～. 全国科学博物館協議会 JCSM 第 25 回研究発表大会(平成 29 年度)発表資料集. 71-77. <http://jcsm.jp/resarchdata/>
- 林 紀男・中野芳雄・尾崎保夫・稲森悠平. 2007. 水生植物群落が浮遊微生物現存量に及ぼす影響. 日本水処理生物学会誌. 43(2). 113-119.
- 林 紀男. 2013a. 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. 2013b. 印旛沼・手賀沼における沈水植物再生の取り組みと課題. 八郎湖流域管理研究. 2. 49-58.

-
- 林 紀男 . 2016. 沈水植物が湖沼の生物多様性保全に果たす役割 環境技術 45 (9) : 19-24.
- 印旛沼流域水循環健全化会議 . 2017. 印旛沼・流域再生 恵みの沼をふたたび 印旛沼流域水循環健全化計画 . pp.30+34. 千葉県 .
- 角野康郎 . 2004. 水草ブームと外来水生植物 . 用水と廃水 . 46(1). 63-68.
- コニフ, リチャード (Richard Conniff). 2018. 生態学 外来魚の放流が壊す生態系 . 日経サイエンス . 48(4) 78-83.
- 久城 圭・林 紀男・西廣 淳 . 2009. 印旛沼 (千葉県) 湖底の散布体バンクにみる沈水植物再生の可能性 . 水草研究会誌 . 91. 1-5.
- 大場信義 . 2006. ゲンジボタルの遺伝的多様性と放虫問題 . 昆虫と自然 . 41(13) 27-32.
- SCWS2017; Connecting the World for a Sustainable Future. 2017. メヘレン宣言 . <https://scws2017.org/jp/about/mechelen-declaration/>
- 鈴木元弘 . 2009. 業界最前線 近自然工法の哲学 . グリーン・エージ . 36(7). 40-42.
- 内山 香 . 2017. 「よみがえれ!! 井の頭池!」事業のこれまでの歩みと成果 . 都市公園 . 216. 30-31.
- 八木 愛 . 2018. 都立公園におけるアメリカザリガニ防除の取り組み . CANCER. 27(0). 155-156.
- (URL はいずれも、2018.12.26 にアクセス確認)