

## ムジナモ自生地緊急調査後4年間の宝蔵寺沼水生動物相の変遷

吉田 竜 矢      埼玉大学大学院教育学研究科自然科学専修  
宇田川 貴 大      野田市立宮崎小学校  
日比野 拓      埼玉大学教育学部自然科学講座

キーワード：採捕調査、環境保全、種多様性、特別天然記念物、環境教育

### 1. はじめに

埼玉県羽生市にある宝蔵寺沼は、古くから掘り上げ田として稲作が行われてきた場所である。1921年にこの宝蔵寺沼で食虫植物ムジナモ *Aldrovanda vesiculosa* L. (モウセンゴケ科 Droseraceae) が発見された<sup>1)</sup>。おそらくもっと古くからムジナモは生息し、稲作が行われたこの土地で人間とムジナモが共存してきたと考えられる。しかし第二次世界大戦後の近代化と産業化の流れの中で環境汚染が進み、1950年代以降日本各地でムジナモが次々と消失した。そして宝蔵寺沼は国内最後のムジナモ自生地として1966年に国の特別天然記念物に指定された。同年8月の台風による水害や農薬による水質汚染などの要因によって、翌年には自然状態でのムジナモの生育は見られなくなってしまった<sup>1)</sup>。ムジナモ消失にはさまざまな要因が考えられるが、その一つとして、水生動物による食害が以前から指摘されてきた。宝蔵寺沼に生息する水生動物を明らかにするために1970年後半から1990年初頭まで漁具を用いた水生動物の採捕調査が行われた<sup>2,3)</sup>。その後約20年間は同様の調査は行われていなかったが、2009年から国の補助を受けて宝蔵寺沼ムジナモ自生地緊急調査が開始され、この多面的な調査の一つとして2010年から水生動物相調査が再開された。2010年6月から2013年10月まで継続的に採捕調査を行うことによって、宝蔵寺沼の生態環境やムジナモと水生動物との関係が少しずつ明らかになってきた。宝蔵寺沼において採捕された水生動物の中で個体数が多かったのは、スジエビ、ウシガエル幼生、モツゴであった。20年前の調査では採捕されていたワタカやタナゴ類は一度も確認することができなかった一方で、特定外来生物であるカダヤシやオオクチバスが生息していることが分かった。また採捕調査における漁具の違いもよるが、ヌカエビ、ガムシ、モノアラガイ、ヒメタニシ、ドジョウも新たに採捕された。このように20年前と比較して宝蔵寺沼の水生動物相が大きく変遷していることが明らかになった<sup>4)</sup>。

宝蔵寺沼に生息する水生動物の中でムジナモを摂食するのはどれか。水槽飼育下においてワタカがムジナモを摂餌したという報告<sup>5)</sup>があるものの、現在の宝蔵寺沼にワタカは生息していない。そこでムジナモ自生地緊急調査の一環として宝蔵寺沼に生息する水生動物を用いて摂餌選好性実験を行った。ムジナモに加えて、ウキクサ、タヌキモ、緑藻類を、それぞれの水生動物飼育水槽(モツゴ、ゲンゴロウブナ、カダヤシ、ウシガエル幼生、アメリカザリガニ)に投与し観察を継続したところ、ウシガエル幼生がムジナモを食べることが確認された<sup>4)</sup>。さらにDNA解析に基づいたウシガエル幼生消化管内容物同定では、宝蔵寺沼に生息するウシガエル幼生の消化管内からムジナモのDNAが検出され、ムジナモの摂食が証明された(宇田川, 吉田 私信)。これらの結果から、宝蔵寺沼のムジナモを保全していく上では、ウシガエル幼生の個体数を減らしていくこと、そして

今後も宝蔵寺沼の水生動物相のモニタリングを行い、ムジナモの生育に適した生態環境を維持することが課題となった。現在宝蔵寺沼では管理人らがウシガエル幼生の駆除活動を行い、沼環境の改善に努めている。この駆除活動の他に、ヨシ刈りや底泥の掻き揚げなどの水路の整備、排水・注水などによる水質改善など宝蔵寺沼環境改善のさまざまな取り組みが行われ、2016年には宝蔵寺沼に生息するムジナモが15万株に達した。そこで本研究では、ムジナモ自生地緊急調査以降の宝蔵寺沼の水生動物相を明らかにし、かつムジナモの生育との関係を見出すことを目的として、2014年から2017年まで水生動物の採捕調査を行い、緊急調査前後での水生動物相の比較を行った。

## 2. 材料および方法

### 2-1. 採捕調査地点と日程

宝蔵寺沼における水生動物の採捕調査は、前年と同じ採捕地点でかつ同じ日程、そして同じ手法を用いて行うことで水生動物相の変遷を明らかにすることが目的である。しかし宝蔵寺沼環境の変化などで、従来通りの方法での実施が難しい部分もある。そこでこれまでの調査方法<sup>4)</sup>に以下のように若干の変更を加えて採捕調査を行った。採捕調査地点は従来通り宝蔵寺沼の3地点で行い(図1A)、そのうちSt. クロアミ(自生地中心よりも東部に位置し、水路内の植生は少なく水深が深い)と、St. パイプ(自生地西側に位置し、水路内の植生が多く水深は浅い)は、水路の環境にそれほど変化がなかったため従来通りの手法で行った。一方St. 旧ポンプは、ムジナモ自生地緊急調査時と比べて水路内の植生が多くなり採捕調査が困難になったため、第15回より地点を隣の水路に変更して調査を行った。ちなみにこの地点(St. ポンプ)は、沼の北側に位置し水路内植生は比較的少なく、水深はSt. クロアミほど深くはないという特徴を持ち、以前の地点(St. 旧ポンプ)とは水路でつながっている。本研究の調査日と調査回は、2014年3月20日(第12回)、6月23日

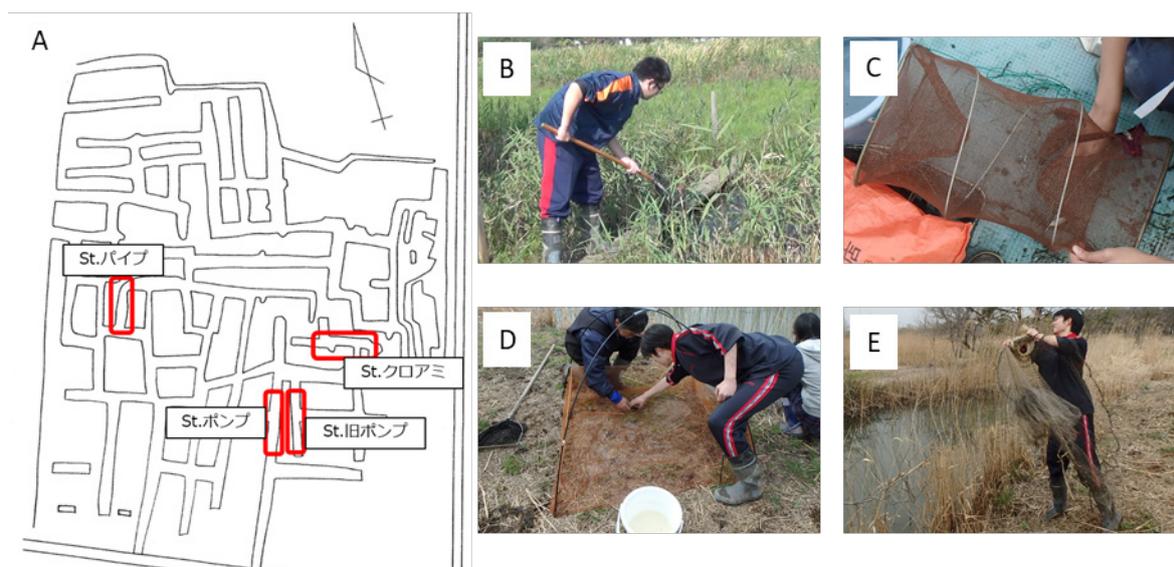


図1 宝蔵寺沼水生動物相調査地点と調査に使用した漁具  
A. 本研究で調査を行った地点。赤枠で囲った4つの水路のうち、本研究での水生動物相調査地点はSt. クロアミ、St. ポンプ、St. パイプである。B-E. 採捕調査に使用した漁具。B. 手網、C. 網受け、D. 四手網、E. 投網。

(第13回)、10月24日(第14回)、2015年3月20日(第15回)、6月18日(第16回)、10月5日(第17回)、2016年3月18日(第18回)、6月16日(第19回)、10月13日(第20回)、2017年3月16日(第21回)、6月22日(第22回)、10月12日(第23回)であった。春から秋にかけて約3ヶ月間隔で合計12回、すべての回において調査は午前10時より開始し午後3時までの間に行った。

## 2-2. 採捕方法

水生動物の採捕には、以下の4つの漁具を使用した(図1B～E)。手網(目合3mm、前幅39cm、網の深さ40cm、柄の長さ150cm)は水路壁岸や植生付近の生物の採捕を目的とした。網受け(目合3mm、口部直径7.5cm、全長50cm、高さ25cm、幅25cm)は底生の生物の採捕を目的とした。四手網(目合3mm、120cm四方、3方袖付き)は水路沿いを遊泳する水生動物の採捕を目的とした。投網(目合9mm、目数800目、直径3.6m)は水路中央に生息する大型の水生動物の採捕を目的とした。各調査地点において、網受け3基と四手網1基を30分設置した。網の中には直径5cmの団子状にした混合餌を入れて寄せ餌とした。網受けは水路に沿った方向に口を向け、四手網は水路の突き当りに口を向けるように設置した。網受けと四手網を引き上げた後、投網を3回、手網は3基を10回ずつ使った。ただし、St. パイプは水路内にヨシが多く茂っているため投網を行わなかった。

## 2-3. 種の同定

採捕された水生動物は、1000倍希釈の2-フェノキシエタノール(和光純薬)水溶液で麻酔を施した後、生物種と形態計測(魚類は全長、体長、体高、体重、その他は全長と体重)を行った。水生動物の同定は形態学的特徴をもとに行なった。宝蔵寺沼のフナ類に関しては、形態的な特徴による種同定とミトコンドリアDNAの塩基配列を基にした同定とでは異なる結果になることが示されている(吉田 私信)。そのため本研究で採捕されたフナ類はすべてフナ属として扱うこととした。その他幼体であるためなど、種名を特定できなかった生物に関しては属レベルで表記した。トンボ目幼虫は形態による同定が困難なため、尾鰓の有無によって均翅亜目Zygopteraと不均翅亜目Anisopteraに分類した。形態計測を終えた生物のうち、外来種はその場で殺処分しその他の生物は調査地に戻した。

## 2-4. 評価手法

本調査を評価する方法として、以下の数式で示されるシンプソンの多様度指数<sup>6)</sup>を用いて、調査地点の種多様性を求めた。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$$

種多様性を評価する要素には種の豊富さと均等度があり、シンプソンの多様度指数はそのどちらの要素も考慮に入れた指数である。多様度が高いほど1に近づき、低いほど0に近づく。本研究では採捕された全ての水生動物を用いて多様度指数を求めたのに加え、外来種であるウシガエル*Rana catesbeiana*、カダヤシ*Pseudorasbora parva*、アメリカザリガニ*Procambarus clarkii*、カワリヌマエビ属*Neocaridina* sp.、ミシシippアカミミガメ*Trachemys scripta elegans*を除いた場合においても多様度指数を求めた。

## 2-5. 水質調査

水質調査は2015年6月～2017年10月の計8回行った。調査は採捕調査と同時刻、採捕地点と同地点で行った。多項目水質計（マルチ水質チェッカー U-53, 堀場製作所）を用いて沼内の水を直接測定し、水温、pH、酸化還元電位、電気伝導率、溶存酸素量、塩分濃度を測定した。

## 3. 結果

### 3-1. 宝蔵寺沼の優占種

2014年3月20日～2017年10月12日に行った計12回調査で採捕された水生動物種と種ごとの個体数の結果を表1にまとめた。すべての水生動物種の中で最も多く採捕されたのはスジエビ *Palaemon paucidens* (41.7%, 1267/3041個体)であった(図2A)。採捕地点ごとに採捕数を比較すると、St. パイプで最も多く採捕された(39.5%, 501/1267個体)。しかし調査回ごとに最も多くスジエビが採捕された地点は異なっており、3月ではSt. パイプ、6月、10月ではSt. クロアミとSt. ポンプで採捕されることが多かった。2番目に多く採捕されたのはウシガエル幼生(23.4%, 713/3041個体)であった(図2B)。ウシガエル幼生はSt. クロアミで最も多く採捕されており、52.0% (371/713個体)を占めていた。2015年～2017年に採捕されたウシガエル幼生の平均体長は、3月が8.5 cm (98個体)、6月が2.5 cm (309個体)、10月が6.7 cm (95個体)であった。6月の調査回ではふ化直後と考えられる3 cm未満の個体が91.6% (283/309個体)であった。3番目に採捕数が多かったのはアメリカザリガニ(10.6%, 321/3041個体)であった(図2C)。アメリカザリガニはSt. パイプで最も多く採捕されており(77.6%, 249/321個体)反対にクロアミでは18個体しか採捕されなかった。その採捕数の推移は、2014年は167個体、2015年は82個体、2016年は39個体、2017年は33個体であり、減少傾向を示している。

表1 本調査で採捕された水生動物種とその個体数の一覧

種	第12回(2014年3月20日)				第13回(2014年6月23日)				第14回(2014年10月24日)				第15回(2015年3月20日)				第16回(2015年6月18日)				第17回(2015年10月5日)			
	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計
ヨシノボリ属	0	0	0	0	0	10	6	16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
モツゴ	0	0	3	3	1	12	3	16	0	10	3	13	8	2	1	11	4	0	0	4	0	0	1	1
カダヤシ	3	0	0	3	2	0	1	3	4	8	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
アメリカザリガニ	0	11	87	98	6	5	1	12	10	8	39	57	0	7	55	62	0	1	5	6	1	4	9	14
モノアラガイ	1	0	0	1	1	3	6	10	0	2	0	2	1	0	0	1	2	0	0	2	2	0	0	2
ウシガエル	6	13	2	21	3	121	22	146	31	10	3	44	11	12	22	45	189	11	9	209	43	7	4	54
ガムシ	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヒメタニシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
ゲンゴロウ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
スジエビ	4	0	20	24	0	3	38	41	8	33	89	130	2	1	1	4	23	2	1	26	0	28	0	28
カブリエマエビ属	63	2	93	158	0	54	10	64	50	94	87	231	2	13	68	83	17	6	2	25	34	30	19	123
ヒメミズカマキリ	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ヤゴ(不均類目)	1	0	2	3	1	3	0	4	0	8	1	9	0	0	0	0	1	0	0	1	10	6	2	18
ヤゴ(均類目)	0	11	0	11	0	5	9	14	4	8	5	17	3	1	2	6	9	0	0	9	5	2	0	7
ミミズ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ミンシツピアカミミガメ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
マツモムシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	79	38	207	324	15	216	96	327	108	181	228	517	28	37	149	214	246	20	18	284	102	120	35	257
種数	7	5	6	10	7	9	9	11	7	9	8	10	7	7	6	9	8	4	5	10	8	8	5	11

種	第18回(2016年3月18日)				第19回(2016年6月16日)				第20回(2016年10月13日)				第21回(2017年3月16日)				第22回(2017年6月22日)				第23回(2017年10月12日)				総計
	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	加アミ	ポンプ	ハイフ	小計	
ヨシノボリ属	0	0	0	0	3	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
モツゴ	0	1	0	1	16	25	1	42	8	5	0	14	3	0	0	3	1	14	0	15	7	0	0	8	131
カダヤシ	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
アメリカザリガニ	0	2	24	26	0	3	6	9	0	1	3	4	0	5	10	15	0	7	3	10	1	0	7	8	234
モノアラガイ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	24
ウシガエル	28	8	1	37	35	10	0	45	7	4	3	14	4	6	6	16	0	55	0	55	14	0	13	27	713
ガムシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
ヒメタニシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ゲンゴロウ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
スジエビ	1	5	2	8	15	14	0	29	0	0	2	2	1	1	1	3	0	1	2	3	0	0	0	0	298
カブリエマエビ属	1	14	24	39	11	61	29	101	79	41	28	148	52	12	122	186	3	39	8	50	39	9	11	59	1267
ヒメミズカマキリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	1	15
ヤゴ(不均類目)	0	3	0	3	0	5	0	5	3	2	0	5	0	0	1	1	0	1	0	1	9	27	2	38	88
ヤゴ(均類目)	0	0	1	1	7	4	0	11	0	0	1	1	0	1	0	2	3	14	0	17	1	17	0	18	114
ミミズ	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ミンシツピアカミミガメ	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
マツモムシ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2
合計	30	33	52	115	90	126	36	252	100	53	40	193	61	25	140	226	9	132	13	154	74	67	37	178	3041
種数	3	6	5	7	9	9	3	11	6	5	6	10	5	5	7	4	8	3	9	9	6	6	11	18	18

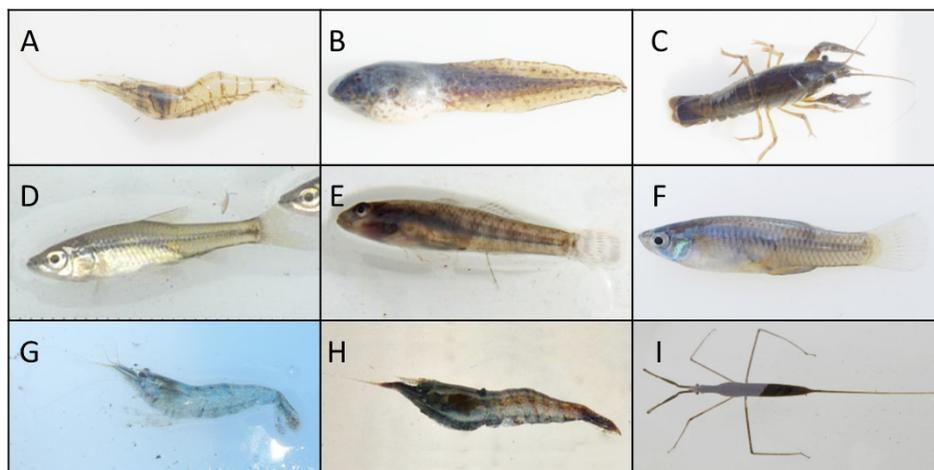


図2 宝蔵寺沼ムジナモ自生地で採捕された代表的な水生動物

A.スジエビ、B.ウシガエル幼生、C.アメリカザリガニ、D.モツゴ、E.ヨシノボリ属、F.カダヤシ、G.カワリヌマエビ属、H.ヌカエビ、I.ヒメミズカマキリ

### 3-2. 採捕された魚類

2014年～2017年の採捕では魚類は179匹採捕された。2016年6月に50匹採捕されたが、4年間の調査期間を通して採捕数は減少傾向を示した。モツゴ *Pseudorasbora parva* (図2D) は2014年～2017年の全ての調査回で採捕されていた。しかしその採捕数にはばらつきがあり、2015年10月、2016年3月では1匹であった。2016年6月には42匹採捕されたものの、その後は減少傾向を示している。ヨシノボリ属 *Rhinogobius* sp. (図2E) は2014年6月に16匹、2015年3月に1匹、2016年6月に6匹、計23匹採捕されたが、それ以降の調査回で採捕されていない。なお、ヨシノボリ属に関しては現在分類について議論中であること、サイズが小さく分類が難しいことから属レベルでの同定とした。カダヤシ (図2F) は、2014年3月に3匹、6月に3匹、10月に13匹と毎回採捕された。2015年以降になると2015年10月に1匹、2016年6月に2匹、2016年10月に3匹採捕された。どの地点からも採捕されているが、採捕数は多いとは言えない。

### 3-3. その他の水生動物

カワリヌマエビ属 (図2G) は2017年6月から採捕記録がとられた。この調査時にヌカエビ *Paratya compressa improvisa* (図2H) とは形態的に異なる種が混ざって採捕され、詳しく調べたことで確認されたものである。しかし、それまでヌカエビとして記録していた個体の中にカワリヌマエビ属が混ざっていたのかどうかは不明なため、以前の記録はそのままとした。ヌカエビまたはカワリヌマエビ属はどの採捕回でも採捕されており、特にSt. クロアミとSt. ポンプでの採捕が多く、一方St. パイプではほとんど採捕されなかった。ヤゴ (不均翅目、均翅目幼生) はすべての調査回で採捕された。St. ポンプでの採捕が最も多かったのに対して、St. パイプではほとんど採捕されなかった。ヒメミズカマキリ *Ranatra unicolor* (図2-I) は2014年3月、6月、10月、2015年6月、10月、2016年10月、2017年6月、10月で計15匹採捕された。しかし、St. パイプでは採捕されなかった。

### 3-4. 多様度指数

2014年～2017年に採捕されたすべての生物種からシン普森の多様度指数を算出し、指数の変化をグラフとして作成した (図3)。その結果、多様度指数は0.313 (2017年3月)～0.802 (2017年10月) の間で大きく変動していた。多様度指数が大きく下がったのは2015年6月 (0.441)、

2016年10月 (0.400)、2017年3月 (0.313) であった。2015年6月の指数低下の理由はSt. クロアミにおいてふ化直後のウシガエル幼生が網受けと手網で大量に採捕されたためである。また2016年10月と2017年3月はスジエビが大量に採捕されたためである。これらの調査回を除けば多様度は0.7以上と高い値を示している。次に外来種を除いて多様度を算出したところ、0.090(2017年3月) ~0.7605 (2014年6月)の間で変動していた。2014年6月と2015年6月を除くすべての回で外来種を除いた多様度の方が低い値を示した。2015年6月はウシガエル幼生が多く採捕されたため、外来種を除いた場合の多様度が高くなった。

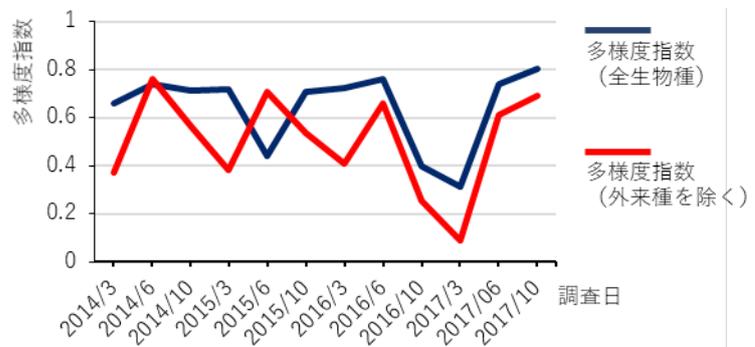


図3 宝蔵寺沼におけるシンプソンの多様度指数の推移 (紺の線) 各調査回における全水生動物種の種多様性 (赤の線) 外来種を除いた種多様性

### 3-5. 過去の調査との比較

ムジナモ自生地緊急調査として2010年から2013年の4年間におこなわれた水生動物相調査における水生動物種及び種ごとの個体数の結果と本調査の結果とを比較した (図4)。2010年から2013年の調査の採捕数の上位を占めた種はスジエビ、ウシガエル、モツゴであり、本調査でもスジエビは採捕数の上位を占めており、宝蔵寺沼において安定して採捕される種であった。しかし、2010年から2013年ではスジエビの採捕数のうちSt. クロアミが60.9% (662/1087個体) を占め

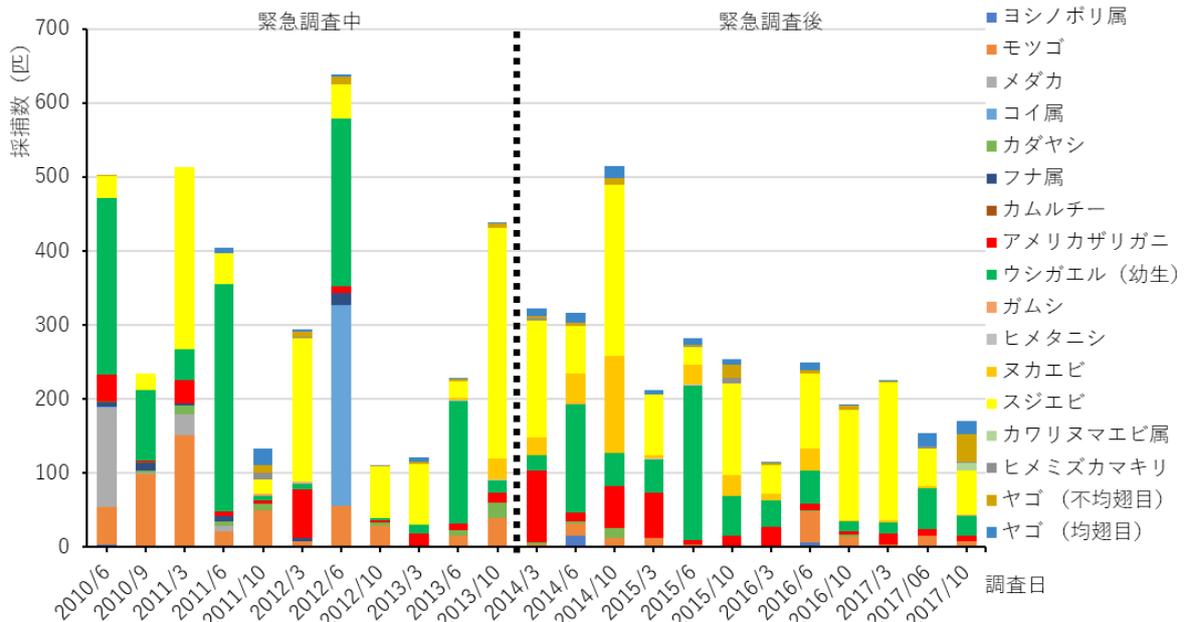


図4 2010年から2017年の宝蔵寺沼水生動物相調査の結果 それぞれの動物種の配色はグラフの右に示すとおりである。黄色で示すスジエビが優占種である。なお採捕数が極めて少ないオオクチバス、ツチフキ、ドジョウ、モノアラガイ、タニシ、ゲンゴロウ、ミミズ、ミシシippアカミミガメ、マツモムシはこの表には含めていない。

ていたが、2014年から2017年の調査では27.7% (351/1267個体) に減少した。またウシガエル幼生と魚類の採捕数も減少していた (図6A, B)。2010年から2013年に採捕されていたメダカ *Olyzias latipes*、ツチフキ *Abbottina rivularis*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、オオクチバス *Micropterus salmoides*、フナ属、コイ属は、2014年から2017年には一度も採捕されなかった。メダカは2011年、フナ属は2013年ごろまで断続的に採捕されていたが、2015年から2017年には一度も採捕されなかった。

### 3-6. 水質調査

採捕地点において2015年6月～2017年10月に水質調査を行い、宝蔵寺沼に生息する魚種と水質との関係を調べた (表2)。pHは4.81～6.58の間で変動し、常に酸性で推移していた。pHが3月に上がり、6月に下がる傾向を示しているのは水温による影響だと考えられる。酸化還元電位は場所や時期によって大きく異なっていた。2015年6月のSt. クロアミ、2016年6月のSt. クロアミとSt. パイプでは低い値になっていた。この時、溶存酸素量も低い値を示したことから、水質が嫌気性になっていることが考えられる。電気伝導率は、場所によ

表2 水質調査の結果と魚類の生育する水質

	調査日	温度 (°C)	pH	酸化還元電位 (mV)	電気伝導 (mS/m)	溶存酸素 (mg/L)	塩分濃度 (ppt)
St. クロアミ	2015/6	24.10	5.83	-48	31	5.04	0.1
	2015/10	16.27	5.63	121	79.3	4.64	0.4
	2016/3	12.01	6.48	188	75.5	12.37	0.4
	2016/6	20.97	5.45	-98	77.6	1.60	0.4
	2016/10	16.95	6.06	-9	90.1	2.36	0.4
	2017/3	8.47	6.17	249	75	13.31	0.4
	2017/6	21.78	5.04	157	45.7	5.12	0.2
	2017/10	20.35	6.18	12	76.4	12.74	0.4
St. ポンプ	2015/6	22.73	5.55	227	33.3	4.66	0.2
	2015/10	15.73	5.60	38	36.5	6.05	0.2
	2016/3	12.79	6.24	6	21.7	10.69	0.1
	2016/6	21.43	5.09	74	57.7	2.00	0.3
	2016/10	16.94	5.98	57	35.4	8.82	0.2
	2017/3	10.22	6.58	226	35.3	12.73	0.2
	2017/6	23.08	5.27	70	27.1	12.07	0.1
	2017/10	20.54	5.95	147	42.6	12.56	0.2
St. パイプ	2015/6	23.04	5.90	238	21.3	4.06	0.1
	2015/10	16.64	5.77	-32	30.4	3.37	0.1
	2016/3	12.28	6.21	-37	21.5	3.51	0.1
	2016/6	20.97	5.45	-98	77.6	1.60	0.4
	2016/10	16.23	5.30	200	34.8	7.66	0.2
	2017/3	9.50	5.78	199	34.1	7.52	0.2
	2017/6	22.27	4.81	194	30.4	4.70	0.1
	2017/10	22.27	6.09	203	42.3	13.01	0.2
魚類の生育する水質 <sup>9)</sup>	モツゴ	6.9~8.5	-	-	-	>0.8	-
	ヨシノボリ	7.2~8.5	-	-	-	>3.2	-

って大きく異なっており、クロアミは他の2地点よりも高い値を示すことが多かった。また、St. ポンプとSt. パイプは2016年6月に高い値を示した。溶存酸素量は地点、場所による差が大きかった。

次に、モツゴ、ヨシノボリ属の生息が確認されている水質<sup>7,9)</sup>と本調査におけるpHと溶存酸素量を比較した (表2)。この2種のうちモツゴの方が水質汚濁に強く、pHと溶存酸素ともに低い数値にまで生息している。宝蔵寺沼の水質調査結果と比較すると、モツゴとヨシノボリともにpHの範囲とは重ならなかったが、溶存酸素はほぼすべての調査回で生息水質の範囲内に入った。

## 4. 考察

2014年から2017年に行われた水生動物相調査において多く採捕された種はスジエビ、ウシガエル幼生、アメリカザリガニであった。スジエビとウシガエル幼生は2010年から2013年に行われた水生動物相調査においても最も多く採捕された2種であった<sup>5)</sup>。スジエビはミジンコや水生植物、魚の死体などを食べるという報告があり<sup>9)</sup>、肉食性の強い雑食性だといえる。スジエビは宝蔵寺沼

の広い範囲で多く採捕されていることから、プランクトンの他にも稚魚なども摂食していることが考えられる。ウシガエル幼生は特定外来生物に指定されており、在来生物の捕食・競合による影響が指摘されている。宝蔵寺沼においても1981年の水生動物相調査ですでに生息が確認され<sup>2)</sup>、現在でも繁殖が続いている状態である。宝蔵寺沼に生息する水生動物の摂餌選好性調査では、水生動物とムジナモを含む植物・藻類を一つの水槽内で飼育したところ、ウシガエル幼生がムジナモを食べることが確認された<sup>4)</sup>。DNA解析に基づいたウシガエル幼生消化管内容物同定では、宝蔵寺沼内のウシガエル幼生の消化管内からムジナモのDNAが検出され、ムジナモの摂食が証明された(宇田川, 吉田 私信)。これらの研究は、宝蔵寺沼におけるウシガエル幼生のムジナモ生育への影響を示している。宝蔵寺沼のウシガエルは6月前後にふ化し、その後幼生の多くは秋には変態し成体になるが、一部は幼生のまま越冬する。ゆえに6月の調査回ではふ化後のウシガエル幼生が採捕されるために採捕数が増大する。本研究では、2014年6月と2015年6月にはウシガエル幼生の採捕数が大幅に増加したものの、2016年と2017年の特に6月の採捕数は激減していた(図4)。これは2012年から続くウシガエル卵塊と幼生の駆除活動による効果が出ているものだと考えられる。しかしどの調査回においても、またほぼどの調査地点においてもウシガエル幼生は採捕されており、宝蔵寺沼の広い範囲に生息していることが示唆されている。現在羽生市教育委員会を中心にウシガエル駆除を行っており、今後も継続的なウシガエル駆除活動が求められる。また、前述の消化管内容物同定実験では、ムジナモ株数が増加するとムジナモ摂食率が上昇することも明らかになった。ムジナモの株数が増加しつつある現状においてもウシガエル幼生の駆除の継続が求められる。

採捕調査結果の魚類の採捕数変遷に注目してみると、2013年頃から採捕数が減少していることが分かる(図4)。2016年には3回の調査で合計50匹の魚類が採捕されているが、調査開始当初である2010年から2012年と比べると極めて少ない。特にコイ属、フナ属などの大型魚類は2010年から2013年の調査では採捕されていたものの、2014年から2017年の調査では1匹も採捕されていない。しかし、水生動物相調査以外でコイやフナが採捕されてはいる(羽生市教育委員会私信)。宝蔵寺沼において大型魚類は数は減ったものの絶滅したわけではないと考えられる。宝蔵寺沼のpHと溶存酸素量の測定結果を、モツゴとヨシノボリ属の生息が確認されているpHと溶存酸素量のデータを照らし合わせたところ、至適範囲とは重ならなかった(表2)。今回用いた生息確認範囲の調査データは全国の河川の水質データと魚類調査のデータを引用したものであるが、その中にpHが6.0を下回るデータはほとんど存在していなかった。そのため、pHの生息可能範囲の下限はこのデータよりも低い可能性がある。2010年の調査開始以来毎年採捕されているモツゴや、2010年から2013年までの調査では採捕されていたフナ属は、埼玉県に生息する魚類の中でも汚濁に強い種であるとの報告がある<sup>9)</sup>。一方、ヨシノボリ属の生息可能な生物化学的酸素要求量(BOD)年平均値と化学的酸素要求量(COD)年平均値の下限は66種中33番目に低く、比較的水質の良い環境に生息する種である。宝蔵寺沼では魚類の採捕数が減少しており、2017年ではモツゴしか採捕しなかったことから、現在の宝蔵寺沼の水質は魚類にとってそれほど生息に適した環境ではないと考えられる。

宝蔵寺沼におけるシンプソンの多様度指数は2010年から現在まで、調査回ごとの振れ幅は大きいことが分かった(図4)。前回の調査(2010年~2013年)と本調査を比較すると、前回の調査の指数平均は0.59(0.41~0.79)であるのに対し、本調査の指数平均は0.64(0.31~0.80)とほぼ同じ値であった。しかし、採捕個体数平均は前回は335個体(118~657個体)に対し、本調査

では244個体（115～517個体）となり、水生動物の採捕数は減少していることが分かった。一方、外来種を除くと、前回の調査の平均指数は0.50（0.23～0.72）に対し、本調査の平均指数は0.50（0.09～0.76）であり、平均指数は変わらないものの調査回ごとの振れ幅は大きくなっていること、宝蔵寺沼の多様度は外来種によって下支えされていることが分かった。また、在来種の採捕個体数平均は前回は216個体（47～430個体）に対し、本調査では164個体（52～403個体）となり、減少していることが分かった。これらのことから、現在の宝蔵寺沼は前回の調査時と比べ、多様度は変わらないものの、生物数が減少していることが考えられる。宝蔵寺沼の生物数が減少していることから、水生動物相調査を行いながら徐々に外来種を減らしつつ、在来種を保護していくことも必要である。

最後になるが、我々はこれまでに宝蔵寺沼の環境保全を題材とした中学生向けの環境教育プログラムを開発してきた<sup>10)</sup>。このプログラムは本論文で示した採捕調査データの一部をもとにしている。すなわち、「宝蔵寺沼で採捕された水生動物の種別個体数」や「宝蔵寺沼に生息する生物の食物網」、あるいは「宝蔵寺沼におけるムジナモ株数の推移」といったデータを参照しながら、生徒同士が話し合いを行ってムジナモを保全するにはどうすればよいか方策を考えるというものである。このプログラムでは中学生向けに分かりやすく資料を制作したが、もし生徒同士の話し合いの中で、より詳細な情報や発展的な資料が求められた場合、本研究で示した図や表を活用するのがよいだろう。

#### 謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究（C）（課題番号17K01016，研究代表者 日比野拓）の助成を受けて行われた。魚類調査の実施に当たっては、埼玉県立さいたま水族館飼育課 矢部徹氏や大平信一氏をはじめとする飼育課の皆様にご協力をいただいた。また工学部環境共生学科 藤野毅准教授には多項目水質計をお貸しいただいた。この場で厚く御礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 羽生市教育委員会（2015）「羽生市におけるムジナモ保存経過のまとめ」宝蔵寺沼ムジナモ自生地天然記念物緊急調査報告，羽生市教育委員会 pp.2-14
- 2) 塚原潤三，福嶋義一，高橋文展（1982）「宝蔵寺沼の水生動物の分布調査」ムジナモとその生育環境，羽生市教育委員会 pp.159-173
- 3) 藤井靖浩，柴田千晶，小宮定志，桜井謙一（1987）「羽生市宝蔵寺沼の水生動物とそれらのムジナモに対する影響」日本歯科大学紀要一般教育系 16， pp.243-259
- 4) 日比野拓，他（2015）「水生動物相の変遷とムジナモ食害の調査」宝蔵寺沼ムジナモ自生地天然記念物緊急調査報告，羽生市教育委員会， pp.82-96.
- 5) 塚原潤三，桑原武司（1982）「食物連鎖を応用したムジナモの食害対策実験」ムジナモとその生育環境，羽生市教育委員会 pp.79-86
- 6) Simpson, E. H. (1949) “Measurement of diversity.” nature 163 (4148) pp.688
- 7) 藪田顕彦（1992）「淡水魚類の生息状況と河川水質の関係について」日本河川水質年鑑 pp.993-1007
- 8) 奥田重俊，他（1996）川の生物図典，（財）リバーフロント整備センター
- 9) 田中繁雄，金澤光（1999）「埼玉県河川の生息魚類分布と水質の関係について」埼玉県水産試験場研究報告，57， pp.17-37
- 10) 吉田竜矢，他（2017）「地域に密着した環境保全をテーマとした学習指導の開発」埼玉大学紀要教育学部 66(2)， pp.610-621

(2018年3月30日提出)

(2018年4月5日受理)

# Four Years of Change in Aquatic Fauna in Hozoji Pond After the Emergency Research for Saving the Endangered Aquatic Plant, *Aldrovanda vesiculosa* L.

**YOSHIDA, Tatsuya**

Graduate School of Education, Saitama University

**UDAGAWA, Takahiro**

Noda Municipal Miyazaki Elementary School

**HIBINO, Taku**

Faculty of Education, Saitama University

## Abstract

Hozoji pond is a natural habitat of the almost extinct aquatic carnivorous plant, *Aldrovanda vesiculosa* L., which the Government has designated as a special natural monument since 1966. Multifaceted research to save the endangered plant was urgently started from 2009. One of them, investigations of aquatic fauna of Hozoji pond was conducted for three years. The investigations revealed that an invasive alien species, *Rana catesbeiana* was dominant in the pond and it preyed upon *A. vesiculosa*. Here we showed four years of change in the aquatic fauna in the pond that was continuously investigated after the emergency research. Our data indicated that *Palaemon paucidens*, *R. catesbeiana* and *Procambarus clarkii* were still dominant in the pond. Small fishes, *Pseudorasbora parva* and *Rhinogobius* sp. were reduced in number. The Simpson index as a measurement of diversity was fluctuated between 0.313 and 0.802. The pH level of the pond was acidic. On the one hand the acidity is inhabitable for *A. vesiculosa*, but on the other hand it is not so appropriate for the small fishes. The continuous activity of both exterminating *R. catesbeiana* and monitoring aquatic fauna in the pond could be necessary in the future.

**Keywords:** fieldwork, environmental conservation, special natural monument, environmental education