

湖岸再生を目指して造成したピオトープ池の経過

川原奈苗・高橋 久

河北潟湖沼研究所生物委員会

〒920-0051 石川県金沢市二口町八58

要約： かつての河北潟に存在した豊かな水辺環境の復元を目指して、小さな池(ピオトープ)を造成した。造成と併せて、河北潟周辺において絶滅が危惧される水生植物の植栽をおこなった。その後、造成地とその周辺で様々な生物が確認され、繁殖場所や餌場としての利用も認められた。造成から2年半が経過したなかで、水質の富栄養化、植生遷移による水生植物の消滅危機、希少水生植物への食害、帰化生物の侵入による生物相の単調化などの問題が生じた。河北潟地域の現在の環境は、帰化生物の増加や水質の悪化などかつての環境条件とは異なっており、環境を復元するにはこうした問題を考慮する必要がある。

キーワード： 河北潟、ピオトープ、モニタリング、水生植物、帰化生物

はじめに

河北潟は、北陸地方最大の汽水湖であったが、1963年から始まった国営干拓事業により、湖盆面積が約1/3になるとともに淡水化された。また、干拓事業とともに水辺には、矢板やアスファルトによる護岸が施され、多くの水路は埋め立てられたり、便宜性をはかったコンクリートによる直線的な用排水路へと改変された。干拓前の湖岸や河口部は、複雑に入りくみ、周辺には素堀や簡単な護岸の水路が網らされていた。そこでは幅広い水草帯が存在し、多くの水生生物が生息していたことが推測される。汽水から淡水への急激な変化や護岸などの環境の改変は、こうした河北潟の生物相へ甚大な影響を与えた。

治水対策や水利システムの合理化のために、地表をコンクリートで被覆したことは、植物と小動物の生息環境そのものに蓋をすることとなった。身近な生きものであったメダカや水生昆虫でさえ、現在では稀少な存在となっている。河川や水路の人工化、宅地造成、道路工事などの整備は、湖周辺の都市化とともに進行

し、さらに多くの生物を絶滅へと追い込んでいく。

こうした現状のもとで当研究所は、水辺環境の再生にむけた提案と、河北潟周辺で絶滅の危機にある水生植物の系統保存のために、水辺ピオトープ(以下ピオトープ池)実験池を造成した。

このピオトープでは、造成以降の生物群集の変遷について定期的なモニタリング調査を実施している。これまでの生物の遷移の経過とそこからでてきた問題点を報告し、現在全国で進行している水辺ピオトープ事業への参考事例としたい。

ピオトープの造成と植栽

ピオトープ池は、河北潟干拓地の休耕地410m²の敷地に造成された直径約10m、水深約1.5m(最深部)の水域である(図1)。

造成は、1998年4月2日から1998年4月21日にかけて実施し、5月9日に完成した池に河北潟干拓地の農業用水を入れた。また、観察舎と歩道を1999年5月から6月にかけて設置した。

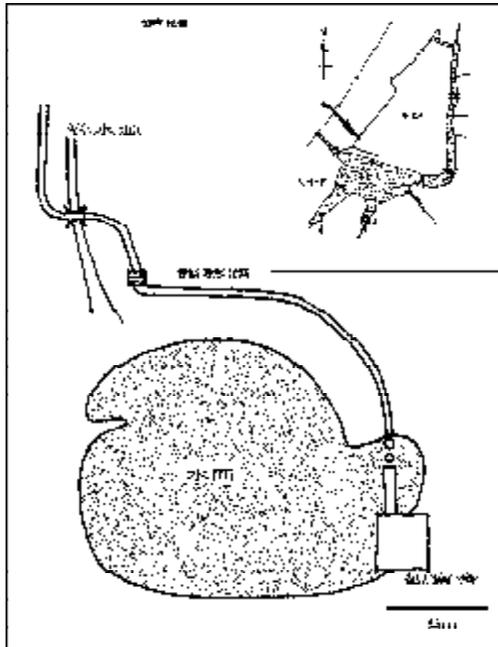


図1. ピオトープ池の位置と形状

池は、素堀のすり鉢の形状で、抽水植物、浮葉植物、沈水植物の生育が可能となるようになだらかな傾斜とした(図2)。造成地の干拓地はもともと湖底であったことから、水底部は厚い粘土層で、漏水はほとんど起こらないため、ゴムシートなどの特別な漏水対策はとっていない。池の水は自然に流入する雨水を基本とするが、夏場など水位が下がる際には河北潟から取水した農業用水を導入している。流出口はないが、水は元の湖底の粘土層と干拓後に堆積した土砂層の境界付近を自然に浸透している。

河北潟地域において絶滅が憂慮される希少な水生植物の生育地を拡大し、系統を維持するという観点に立ち、河北潟周辺に分布する希少植物の株あるいは種子を採集し移植した。初年度の6月末頃までに27種を移植し、その後生育不良となった種で、定着が見込まれる種を1999年度に6種、2000年度に3種の移植を再度おこなった(表1)。また、木本としてヤナギ2種を1999年度に挿し木により移植した。

また素堀したときに出た表土は、道路との中

間地に盛土して道路からの緩衝帯とするとともに、他の地域からの移植をせずに埋土種子の発芽を期待した。

これまでに、水深の浅い水辺の一部では、ヨシを中心とした旺盛な生育を示す植物の刈りとりを数回実施した。

モニタリング方法

1998年度は各月に2、3度の観察をおこない、水質と植物の状態と目視で確認した種を記録した。

1999年度は2週間に1、2回、水質の測定とプランクトンの採集、動物と植物の観察をおこなった。植物については、種ごとに生育状態を文章で記録し、遷移の状況を知るためにおおよその被度をとった。水生生物については、定量的な採集はしていないが、タモ網および金魚ネットを用いたすくい取りをおこなった。

2000年度は調査頻度を落とし、1999年度と同じ方法で調査を続けた。

調査結果

植物

植栽した種を含めてピオトープ池で確認した植物を、年度ごとに分けて表2に示した。植栽をした27種のうち、オモダカ *Sagittaria trifolia*、セキショウモ *Vallisneria spiralis*、エビモ *Potamogeton oxyphyllus*、タガラシ *Ranunculus sceleratus*、テキリスゲ *Carex kiotensis*、ジュンサイ *Brasenia schreberii*、コケオトギリ *Sarothra laxa*、ミゾカクシ *Lobelia chinensis* の8種は初年度のみの確認で、マツモ *Ceratophyllum demersum* 以外の沈水植物は秋までに消失した。

植栽を行った植物のうち造成後2年目ではヤナギ類をのぞくと19種の生育が確認され、造成後3年目では12種となった。



図2 . ビオトープ池の水辺構造の模式図

1) 浮遊植物

トチカガミ *Hydrocharis dubia* は、造成1週間後と翌年の1999年6月に植栽した。1年目は、水上葉が水面上に点在したが、約5ヶ月後の10月にはすべて消失した。造成後2年目は、アサザ *Nymphaoides peltata* の水上葉が枯れてから約10日後に小さな葉を水面全体に点在させた。9月初旬にはすべて落葉したが、10月初旬から中旬にかけて数枚の水上葉が水際近くでみられた。造成後3年目は、5月と8月下旬に水辺で水上葉が数枚展開したのみであった。

2) 沈水植物

造成1週間後にエビモ、マツモ、約1ヶ月半後にセキショウモを植栽した。

エビモとセキショウモは、初年度に消失した。

マツモは、初年度の9月下旬から勢いよく繁茂し、水中の大部分に広がった。翌年は、9月

初旬に池の片隅で生育を確認してから7月には池全体的に広がり、その後密生した。10月下旬に枯れ始め、11月中に消失した。造成後3年目では、生育は確認されなかった。

植栽をしていない種では、帰化植物のコナダモ *Elodea nuttallii* が確認された。造成後2年目の11月に水辺で少数を確認し、冬季中に若干殖えたが、4月下旬から枯れ始め、6月下旬には消失した。

3) 浮葉植物

造成1週間後にアサザ、約1ヶ月半後にジュンサイを植栽した。ジュンサイは、8月の時点で消滅寸前となり、初年度までの確認となった。

アサザは、植栽後約3ヶ月で水上葉が水面の約半分を覆った。その後マダラミズメイガ *Elophila interruptalis interruptalis* による食害が目立つようになり、9月にはほとんど

表1. 植栽した植物種の一覧. 各年度に植栽を実施した種のうち, 年内は生育が確認されたものは, 年内に消失したものは, 植栽後1年以上後に消失したものは, 消失が確認された年に×をつけた.

科名	種名	1998年度	1999年度	2000年度
草本				
	オモダカ		×	
	ヘラオモダカ			
	トチカガミ			
	セキショウモ			
	ヒルムシロ			
	エビモ			
	ミズアオイ			
	イグサ			
	キンボウゲ		×	
	イネ			
	マコモ			
	クサヨシ			
	カズノコグサ			
	サトイモ			
	ショウブ			
	ミクリ			
	ミクリ			
	ガマ			
	ガマ			
	ヒメガマ			
	カヤツリグサ		×	
	テキリスゲ			
	マツバイ			×
	フトイ			
	カンガレイ			×
	サンカクイ			
	スイレン			
	ジュンサイ			
	コウホネ			×
	マツモ			×
	マツモ			
	オトギリソウ		×	
	コケオトギリ			
	ミツガシワ			
	アサザ			
	シソ			
	シロネ			
	キキョウ		×	
	ミゾカクシ			
木本				
	ヤナギ			
	タチヤナギ			
	カワヤナギ			
植栽した種の合計数		27	8	3
消失した種の累計/植栽した種の累計		3/29	8/29	15/29

消失したが, 10月に再び新しい葉を展開した. 造成後2年目は, 4月初旬に葉が展開しはじめ, 葉が展開した数日後からマダラミズメイガによる食害が確認された. 葉は6月には水面のほぼ全体を覆った. 5月下旬から花が咲き始め, 多いときには110数個が開花した. 7月中旬に水上葉が全て枯れ, 一部で新葉を展開したが, その後約1ヶ月半で半分以上の葉がマダラミズメイガに半分以上を食害された. 10月中旬に水辺の

ヨシ *Phragmites communis*を中心に刈り払いをしたが, その後約2週間でアサザの新葉に広がりがみられた. 11月中は若干広がりがみられたが, 1月初旬には全て消失した. 2月には冬芽をつけて浮遊したものが, 水深の浅いところで沈殿しているのを確認した. 造成後3年目は, 春から昨年度と同じような生育状況であったが, 5月中旬には多くが消失し水面の一部で水上葉がみられるのみとなった. 花は2つのみの確認

であった。7月1日には、すべて消失した。7月13日に10株の植栽を試みたが、アメリカザリガニ *Procambarus clarkii* に葉柄を切断され、植栽後1日ですべて消失した。7月31日に再度4株の植栽を試みたが消失した。

4) 抽水植物

ミズアオイ *Monochoria korsakowii* は、造成1週間後に水辺に種子を播いた。翌年の5月と造成後3年目の7月に種子播布を再度おこなった。初年度は、種子を播いた約2週間後に発芽し、水辺の浅いところで広がりをみせ9月に開花した。造成後2年目は生育が遅く、周辺の植物に光を遮られ生育不良となった。5月下旬に場所を移して植栽を試みたところ、良好に生育し大きな葉を展開した。春に発芽したものも少し遅れて大きな葉を展開した。造成後3年目では、春先に発芽するが、昨年度と同じく生育不良であった。7月には、全て消失した。7月中旬に別の場所で栽培しておいたミズアオイを80株ほど植栽するが、9月初旬には全て消失した。葉には、切断の痕や食べられた痕が多数みられた。

マコモ *Zizania latifolia* は、造成1週間後に植栽をおこなった。植栽後は順調に生育したが、やがて周囲をヨシに覆われた。広がりはみられず造成後2年目の秋に、全て水面側へ押し倒された。造成後3年目では、水辺でヨシとともに混生し、若干広がりをみせた。

ショウブ *Acorus calamus* は造成約1ヶ月後に植栽した。造成後2年目は1株だけ生育を確認し、5月の早い時期に開花した。造成後3年目は3株を確認した。

ミクリ *Sparganium erectum*、ガマ *Typha latifolia*、ヒメガマ *Typha angustifolia* は造成1週間後に植栽した。ミクリについては種子播布と株植えの両方をおこなった。ミクリは、初年度の生育状況はよくなかったが、次年度の5月と6月にほかの水生植物が生育していない浅い水辺に植栽したところ、夏から秋にかけて

群生した。造成後3年目は、昨年度群生した水辺でウキヤガラ *Scirpus fluviatilis*、ヒメガマと混生した。

ガマは、植栽後は順調に生育していたが、造成後2年目から減少した。他の植物より水深の深いところで生育がみられた。

ヒメガマは造成後3年目に入って生育範囲が広がり、水辺でミクリやウキヤガラ、ヨシとともに混生した。

サンカクイ *Scirpus triquetus* は、昨年度の6月に植栽を2度おこなった。フトイ *Scirpus tabernaemontani* とカンガレイ *Scirpus triangulatus* は、初年度と翌年の6月に植栽をおこなった。

フトイは、造成後1、2年目は一部で群生し広がった。造成後2年目の夏頃からヨシが混生し始めたが、造成後3年目はさらに生育範囲が広がった。サンカクイは、造成後2年目は一部でヨシと混生しているのが確認された。造成後3年目は、フトイやヒメガマ、ヨシと混生し、前年度に比べ若干増加した。カンガレイは、造成後2年目はヨシと混生して少数が確認されたが、造成後3年目は春から確認されていない。

コウホネ類の一種 *Nuphar* sp. は、造成1週間後に植栽をおこなった。造成後2年目は、2箇所でのみ生育が確認され、広がりはみられなかった。7月と10月に抽水葉がみられたが、ほとんどは沈水葉の状態で、造成後3年目は夏から未確認となった。葉は食害されていることが多かった。

植栽をしていない種では、造成後2年目にウキヤガラが水辺の一部で確認された。ヨシと混生していたが、造成後3年目には広がりをみせ、ヨシ、ミクリ、ガマなどと混生した。

5) ヨシと陸生植物

ビオトープ池を造成した場所は、長期間耕作がおこなわれておらず、もともと単純なヨシ原であった。造成前年には、そのヨシ原を耕耘したため、造成前にはハマダイコン *Raphanus*

表2. 確認した植物種一覧. 植栽した種については, 確認した種については年度ごとに分けて で示した. また、帰化種については備考欄に示した.

科名	和名	学名	植栽	1999	2000	備考
トクサ	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>				
オモダカ	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i>				
	ヘラオモダカ	<i>Alisma canaliculatum</i>				
トチカガミ	トチカガミ	<i>Hydrocharis dubia</i>				
	セキショウモ	<i>Vallisneria natans</i>				
	コカナダモ	<i>Elodea nuttallii</i>				帰化
ヒルムシロ	エビモ	<i>Potamogeton oxyphyllus</i>				
ミズアオイ	ミズアオイ	<i>Monochoria korsakowii</i>				
イグサ	イグサ	<i>Juncus effusus</i>				
ツユクサ	ツユクサ	<i>Commelina communis</i>				
	イボクサ	<i>Murdannia keisak</i>				
キンボウゲ	タガラシ	<i>Ranunculus sceleratus</i>				
イネ	イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>				
	ケイヌビエ	<i>E. var. caudate</i>				
	スズメノヒエ	<i>Paspalum thunbergii</i>				
	メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>				
	アキメヒシバ	<i>D. violascens</i>				
	ヌカキビ	<i>Panicum bisulcatum</i>				
	アキノエノコログサ	<i>Setaria faberi</i>				
	ヨシ	<i>Phragmites communis</i>				
	マコモ	<i>Zizania latifolia</i>				
	オオイチゴツナギ	<i>Poa nipponica</i>				
	クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i>				
	カズノコグサ	<i>Beckmannia syzigachne</i>				
	コヌカグサ	<i>Agrostis alba</i>				帰化
	スズメノテッポウ	<i>Alopecurus aequalis</i>				
サトイモ	ショウブ	<i>Acorus calamus</i>				
ウキクサ	ウキクサ	<i>Spirodela polyrhiza</i>				
ミクリ	ミクリ	<i>Sparganium erectum</i>				
ガマ	ガマ	<i>Typha latifolia</i>				
	ヒメガマ	<i>T. angustifolia</i>				
カヤツリグサ	テキリスゲ	<i>Carex kiotensis</i>				
	アゼナルコ	<i>C. dimorpholepis</i>				
	マツバイ	<i>Eleocharis acicularis</i>				
	ウキヤガラ	<i>Scirpus fluviatilis</i>				
	フトイ	<i>S. tabernaemontani</i>				
	カンガレイ	<i>S. triangulatus</i>				
	サンカクイ	<i>S. triqueter</i>				
	カヤツリグサsp.	<i>Cyperus sp.</i>				
タデ	アレチギシギシ	<i>Rumex conglomeratus</i>				帰化

表2. つづき.

科名	和名	学名	植栽	1999	2000	備考		
タデ	イヌタデ	<i>Persicaria longiseta</i>						
	オオイヌタデ	<i>P. lapathifolia</i>						
ヤマゴボウ	ヨウシュヤマゴボウ	<i>Phytolacca americana</i>				帰化		
ナデシコ	オランダミミナグサ	<i>Cerastium glomeratum</i>				帰化		
アカザ	シロザ	<i>Chenopodium alba</i>						
ヒユ	ホソアオゲイトウ	<i>Amaranthus patulus</i>				帰化		
スイレン	ジュンサイ	<i>Brasenia scheberi</i>						
	コウホネsp.	<i>Nuphar japonicum</i>						
マツモ	マツモ	<i>Ceratophyllum demersum</i>						
オトギリソウ	コケオトギリ	<i>Sarothra laxa</i>						
アブラナ	ハマダイコン	<i>Raphanus sativus</i>						
	スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>						
マメ	カラスノエンドウ	<i>Vicia angustifolia</i>						
スミレ	ツボスミレ	<i>Viola verecunda</i>						
ウリ	キカラスウリ	<i>Trichosanthes kirilowii</i>						
アカバナ	オオマツヨイグサ	<i>Oenothera erythrosepala</i>				帰化		
	メマツヨイグサ	<i>O. biennis</i>				帰化		
セリ	セリ	<i>Oenanthe javanica</i>						
ミツガシワ	アサザ	<i>Nymphoides peltata</i>						
ガガイモ	ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>						
アカネ	ヤエムグラ	<i>Galium spurium</i>						
シソ	ヒメジソ	<i>Mosla dianthera</i>						
	シロネ	<i>Lycopus lucidus</i>						
	トウバナ	<i>Clinopodium gracile</i>						
ゴマノハグサ	タチイヌノフグリ	<i>Veronica arvensis</i>				帰化		
オオバコ	オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>						
キキョウ	ミゾカクシ	<i>Lobelia chinensis</i>						
キク	ヨモギ	<i>Artemisia princeps</i>						
	タカサブロウ	<i>Eclipta prostrata</i>						
	アメリカセンダングサ	<i>Bidens frondosa</i>				帰化		
	ベニバナボロギク	<i>Crassocephalum crepidioides</i>				帰化		
	オオアレチノギク	<i>Conyza sumatrensis</i>				帰化		
	ヒメムカシヨモギ	<i>Erigeron canadensis</i>				帰化		
	セイタカアワダチソウ	<i>Solidago altissima</i>				帰化		
	ノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i>						
	オニノゲシ	<i>S. asper</i>				帰化		
	アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i>						
ヤナギ	タチヤナギ	<i>Salix subfragilis</i>						
	カワヤナギ	<i>Salix gilgiana</i>						
総合計			37科	78種	29種	59種	66種	15種

sativusが全面に広がっていた。しかし、ヨシの根茎は残っており、造成中も土中で多くのヨシの根茎が確認されていた。ヨシはピオトープ造成後、旺盛に生育し1年目で陸域のほぼ全体に広がった。1年目には、水域へはほとんど進出しなかったが、造成後2年目は、水深の浅い水辺で旺盛な生育をみせた。水辺では水生植物の生育を維持させるために、刈り払いを2回実施した。その後すぐに新しい芽がみられ、1m前後まで伸長した。刈り払い後に伸長したものは、地上茎の枯れる時期が約1ヶ月遅かった。また7月に草地の広い範囲が刈り払われたが、その後伸長したヨシは約1ヶ月間で1.5m前後の高さとなり、11月には2mを超えて穂を出した。造成後3年目は、前年度と同様に水深の浅い水辺で旺盛な生育がみられた。水辺の刈り払いは4回おこない、観察道に繁茂した植物についても度々刈り払いをおこなった。そうした場所には、ヨシに混ざってヨウシュヤマゴボウ *Phytolacca americana*、オオアレチノギク *Conyza sumatrensis*、ヒメムカシヨモギ *Erigeron canadensis*、セイタカアワダチソウ *Solidago altissima*などの帰化植物が数多く生育した。刈り払いや踏み入れなど人為的攪乱をさせている水辺では、桿高4m前後のヨシが密生し、ほかの植物の生育は少なかった。しかしツクサ *Commelina communis*、イボクサ *Murdannia keisak*、セリ *Oenanthe javanica*、ヤエムグラ *Galium spurium*、ヨウシュヤマゴボウ、ヒメムカシヨモギなどは生育場所が限られながらも、ヨシと混生しているのが確認された。

動物

池で確認した動物について表3に示した。定期的な採集をおこなっていないため、定量的な調査結果は得られていない。

1) 水面や水中で確認された昆虫類

導水した数日後にはヒメアメンボ *Gerris*

*latiabdominis*を確認した。導水から約20日後には、コミズムシ属の一種 *Sigara* sp. やゲンゴロウ科 *Dytiscidae* sp. の幼虫、ゴマフガムシ *Berosus signaticollis* が確認され、その数日後に動物プランクトンのカイアシ類 *Copepoda* spp. が水辺で大発生した。カイアシ類は1週間ほどで減少し、その後ホソイトトンボ *Aciagrion migratum* の幼虫、オオミズゾウムシ *Tanysphyrus major*、ユスリカ科の幼虫 *Chironomidae* spp. などが確認された。導水から約1ヶ月経つと、多数の水生昆虫が確認されるようになった。7月半ばには、チビゲンゴロウ *Guignotus japonicus* が水辺で多数みられた。

造成後2年目は、春先からミズムシ *Aseillus hilgendorfi hilgendorfi*、ギンヤンマ *Anax parthenope Julius* とシオカラトンボ *Orthetrum albistylum speciosum* の幼虫、チビゲンゴロウ *Guignotus japonicus* が確認された。4月には水辺の水草帯でミズカマキリ *Ranatra chinensis*、水際ではヒメゲンゴロウ *Rhantus pulverosus* がみられた。フタバカゲロウ *Cloeon dipterum* やアオモンイトトンボ *Ischnura senegalensis* の幼虫も4月から確認された。5月初旬にマツモムシ *Notonecta triguttata* が初確認され、その後幼虫もみられた。5月下旬にはコガシラミズムシ *Peltodytes intermedius* を初確認し、夏季はコミズムシ属の一種やチビゲンゴロウなど小さな水生昆虫の生息が多くみられた。ヒメアメンボは6、7月に数多くみられ、100匹以上を確認したこともあった。数が多いときには、水際付近で10数匹が餌をめぐって集まり、激しく争うことがあった。6月下旬から11月上旬にかけては、フタバカゲロウやアオモンイトトンボの幼虫が、沈水植物のマツモに多数付着してみられた。フタバカゲロウは翌年の3月頃まで度々確認された。そのほか4種類のイトトンボの幼虫を5～9月に確認した。

また、水草を食草とするオオミズゾウムシが、抽水植物のミズアオイの葉や茎上で6月下

旬から10月下旬まで確認された。7月下旬には68匹を確認した。

造成後3年目は、1～3月にギンヤンマとシオカラトンボの幼虫が確認された。3月までみられていたフタバカゲロウの幼虫が4月以降は確認されなくなった。4月にアジアイトトンボ、アオモンイトトンボ、シオカラトンボの幼虫、マツモムシ、コガシラミズムシ、タマガムシ *Amphiops mater* が確認された。前年度に比べ、トンボ類の幼虫や脱皮殻などの確認数は減少し、そのほかの水生昆虫も確認する頻度が少なくなった。しかしヒメアメンボは数多くみられ、20匹以上確認されることが度々あった。

1～4月頃には、1999年、2000年とも水面で多数のトビムシ類 *Collembola* sp. がみられた。

2) 陸上で確認された昆虫類、クモ類

トンボの成虫では、第一回目の植栽をした2日後に、ホソミイトトンボの成虫を確認した。7月にシオカラトンボの産卵がみられた。造成後2年目は、初夏から秋にかけてギンヤンマ、シオカラトンボ、コシアキトンボ *Pseudothemis zonata*、チョウトンボ *Rhyothemis fuliginosa* が確認された。5月にアサザの葉の上でイトトンボの一種の羽化が確認された。イトトンボ類は、4月から8月にかけて数種類みられ、7月にはアサザの葉の上や水面上に浮かんだマツモの葉にとまって産卵がおこなわれた。また、チョウトンボの産卵が同時期に確認された。造成後3年目は、シオカラトンボが7、8月頃、常に確認され、ほかのトンボ類が飛翔中のときには、飛翔をやめて水面に倒れているヨシやガマに止まっているのが確認された。そのほかクロスジギンヤンマ *Anax nigrofasciatus nigrofasciatus* が7月に数度確認され、9月にキイトンボ *Ceriagrion melanurum* が確認された。11月には、コシアキトンボの産卵が確認された。成虫のトンボ類はこれまでに13種を確認した。

水域を取り囲む草地では、8月から10月頃に

かけてクサキリ *Homorocoryphus lineosus* やショウリョウバッタ *Acrida cinerea* などバッタの仲間が多くみられた。水辺付近の枯れ草が堆積したところでは、ミズムシや徘徊性のクモ類が数多く確認された。クモ類は、水面や水際、草地などと異なった場所で多種が生息するものの識別が不十分のためにすべての種をあげることができない。徘徊性のクモ類の一種では、水辺近くの落ち葉の堆積した場所で多数みられ、餌を探しに水面上を走るのがしばしば確認された。観察舎には、2000年10月からジョロウグモ *Nephila clavata* がみられ、10数力所に網が張られた。オオフタオビドロバチ *Anterhynchium flavomarginatum* などのハチ類については、造成後2年目に借坑性ハチ類の利用をみるために、トラップとして約20cm間隔に切断したヨシの茎を数本束ねたものを観察舎に設置したことで4種類が確認された(石原、未発表)。巣となるヨシ筒の取り合いや、泥や草などの巣材運び、餌とする幼虫の運搬が度々観察された。また、ヨシ筒による調査を終えた造成後3年目には、水辺で刈りとったヨシを放置していたものを利用しているのが確認された。ハチ類はそのほかアシナガバチ類 *Polistes* sp. が度々確認され、造成後3年目には水辺近くのヨシが密生する場所で巣が作られていた。

マダラミズメイガは、幼虫が浮葉植物のアサザを食べており、アサザの葉を切り取って貼り合わせた巣の中にいることが確認された。アサザの水上葉が多数生育したときには、マダラミズメイガも多くみられた。

チョウ類では、キチョウ *Eurema hecabe*、モンシロチョウ *Pieris rapae crucivora* が目立って確認されたが、詳細なデータは取っておらず、識別していない種がある。

3) 甲殻類

造成後2年目の春先からアナンデルヨコエビ *Jesogammarus annandalei*、ヌマエビ *Paratya compressa* が確認された。6月下旬から水中で密

表3. 動物の確認種一覧

綱名	目名	種名	学名		
マキガイ	モノアラガイ	モノアラガイ	<i>Radix auricularia japonica</i>		
		サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>		
		カワコザラガイ	<i>Laevapex nipponica</i>		
甲殻	ワラジムシ ヨコエビ エビ	ミズムシ	<i>Asellus hilgendorffi hilgendorffi</i>		
		アナンデルヨコエビ	<i>Jesogammarus annandalei</i>		
		ヌマエビ	<i>Paratya compressa</i>		
		アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarkii</i>		
クモ 昆虫	クモ トビムシ	ジョロウグモ	<i>Nephila clavata</i>		
		トビムシ sp.	<i>Collembola</i> sp.		
カゲロウ トンボ	カゲロウ トンボ	フタバカゲロウ	<i>Cloeon dipterum</i>		
		ホソミイトトンボ	<i>Aciagrion migratum</i>		
		セスジイトトンボ	<i>Cercion hieroglyphicum</i>		
		キイトトンボ	<i>Ceriagrion melanurum</i>		
		アジアイトトンボ	<i>Ischnura asiatica</i>		
		アオモンイトトンボ	<i>Ischnura senegalensis</i>		
		クロスジギンヤンマ	<i>Anax nigrofasciatus nigrofasciatus</i>		
		ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>		
		ショウジョウトンボ	<i>Crocothemis servilia</i>		
		シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>		
		ウスバキトンボ	<i>Pantala flavescens</i>		
		コシアキトンボ	<i>Pseudothemis zonata</i>		
		チョウトンボ	<i>Rhyothemis fuliginosa</i>		
		アカネ sp.	<i>Sympetrum</i> sp.		
		バッタ	バッタ	ケラ	<i>Gryllotalpa fossor</i>
				コオロギ spp.	<i>Gryllidae</i> spp.
				マツムシ	<i>Xenogryllus marmoratus</i>
				クサキリ	<i>Homorocoryphus lineosus</i>
				オンブバッタ	<i>Atractomorpha lata</i>
		カメムシ	カメムシ	ショウリョウバッタ	<i>Acrida cinerea</i>
				ケシミズカメムシ	<i>Hebrus nipponicus</i>
				ケシカタビロアメンボ	<i>Microvelia douglasi</i>
				ヒメアメンボ	<i>Gerris latiabdominis</i>
				ミズカマキリ	<i>Ranatra chinensis</i>
				コミズムシsp.	<i>Sigara</i> sp.
		コウチュウ	コウチュウ	マツモムシ	<i>Notonecta triguttata</i>
				コガシラミズムシ	<i>Peltodytes intermedius</i>
チビゲンゴロウ	<i>Guignotus japonicus</i>				
マメゲンゴロウ	<i>Agabus japonicus</i>				
ヒメゲンゴロウ	<i>Rhantus pulverosus</i>				
オオミズスマシ	<i>Dineutus orientalis</i>				
アカケシガムシ	<i>Cercyon olibrus</i>				
タマガムシ	<i>Amphiops mater</i>				
ゴマフガムシ	<i>Berosus signaticollis</i>				
テントウムシ spp.	<i>Coccinellidae</i> spp.				

表3 . つづき

綱名	目名	種名	学名	
昆虫	コウチュウ ハチ	オオミズゾウムシ	Tanysphyrus major	
		オオフタオビドロバチ	Anterhynchium flavomarginatum micado	
		アシナガバチsp.	Polistes sp.	
	ハエ	コクロアナバチ	Isodontia nigella	
		オオハキリバチ	Chalicodoma sculpturalis	
		キリウジガガンボ	Tipula aino	
	チョウ	ユスリカspp.	Chironomidae spp.	
		マダラミズメイガ	Elophila interruptalis interruptalis	
		イチモンジセセリ	Parnara guttata guttata	
		キチョウ	Eurema hecabe	
		モンシロチョウ	Pieris rapae crucivora	
		ベニシジミ	Lycaena phlaeas daimio	
		ヤマトシジミ	Zizeeria maha argia	
		タテハチョウspp.	Nymphalidae spp.	
		ジャノメチョウ	Minois dryas bipunctata	
哺乳		ネズミ	ハタネズミ	Microtus montebelli montebelli
	ハツカネズミ	Mus musculus molossinus		
ネコ	キツネ	Vulpes vulpes japonica		
	イタチ	Mustela itatsi		
鳥	コウノトリ	アオサギ	Ardea cinerea jouyi	
	カモ	カルガモ	Anas poecilorhyncha zonorhyncha	
	タカ	ノスリ	Buteo buteo japonicus	
	キジ	キジ	Phasianus colchicus	
	ハト	キジバト	Streptopelia orientalis orientalis	
	ブッポウソウ	カワセミ	Alced atthis bengalensis	
	スズメ	モズ	Lanius bucephalus bucephalus	
		コヨシキリ	Acrocephalus bistrigiceps	
		オオヨシキリ	Acrocephalus arundinaceus orientalis	
		ホオジロ	Emberiza cioides ciopsis	
		カシラダカ	Emberiza rustica latifascia	
		オオジュリン	Emberiza schoeniclus pyrrhulina	
		カワラヒワ	Carduelis sinica	
		スズメ	Passer montanus saturatus	
		爬虫	カメ	ミシシippアカミミガメ
トカゲ			カナヘビ	Takydromus tachydromoides
両生	カエル	アズマヒキガエル	Bufo japonicus formosus	
		トノサマガエル	Rana nigromaculata	
		ウシガエル	Rana catesbeiana	
硬骨魚	コイ	ギンブナ	Carassius auratus langsdorfii	
	メダカ	メダカ	Oryzias latipes	

生したマツモを少し引き上げると、多数のヌマエビが付着していた。ヌマエビは全水域で数多くみられたが、アナンデルヨコエビは、浅い水辺の枯れ草が堆積した場所でよく確認された。2000年3月から確認数が増え、水辺全体で見られるようになった。

造成後2年目の8月にアメリカザリガニが初めて確認され、2000年4月から度々確認されるようになった。梅雨時から確認個体数が増え、死骸が水辺で頻繁にみられるようになった。10月下旬から多数の幼体が確認された。

4) マキガイ類

造成後2年目の4月に、水際でサカマキガイ *Physa acuta*、カワコザラガイ *Laevapex nipponica* が確認された。カワコザラガイはその後みられなくなるが、サカマキガイは5月中旬から15匹以上が確認された。6月下旬にはモノアラガイ *Radix auricularia japonica* を初めて確認し、サカマキガイとともに9月初旬まで多くみられた。その後モノアラガイはみられなくなるが、サカマキガイは水辺で普通に確認され、11月下旬～12月上旬と翌年の3月中旬～4月下旬にとくに数が多くなり、1、2月の厳冬期にも確認された。モノアラガイは再び2000年3月に少数がみられたが、その後はみられず、造成後3年目の秋からはサカマキガイも確認されなくなった。

マキガイ類の卵塊は度々確認され、造成後2年目に繁茂したアサザやマツモに付着しているのが多数確認された。

5) 哺乳類

造成後2年目の秋から、観察道でホンドキツネ *Vulpes vulpes japonica* のものと推定される糞が確認されるようになった。糞には小動物の毛や鳥の羽、小骨が混じっていた。3月には食べられた痕のあるカモの死骸が、観察舎の軒下で確認された。造成後3年目の冬季には、アメリカザリガニの遺骸が混じったキツネの糞が度々確認された。ハタネズミ *Microtus*

montebelli montebelli の死骸が、造成後2年目の9月に水辺で確認された。水域周囲の斜面でネズミの通り道と出入り口である穴が、造成後2年目の秋に多数確認された。生け捕り用の罠(シャーマントラップ)を12月に仕掛けたところハツカネズミ *Mus musculus molossinus* が確認された。造成後3年目は、イタチ *Mustela itatsi* の糞が秋から頻繁に確認された。

6) 鳥類

初年度の7月に、サギ類 *Ardea* sp. の足跡が確認された。造成後2年目の夏からサギ類やキジ *Phasianus colchicus* の糞、羽などが頻繁にみられるようになった。造成後3年目では10数個のサギ類の糞が観察舎でみられた。アオサギやキジは水辺にいるのを数回確認した。

冬季はカシラダカ *Emberiza rustica latifascia* やオオジュリン *Emberiza schoeniclus pyrrhulina* が飛来し、池を取り囲むヨシ茎中にいる虫を捕食するのが観察された。ノスリ *Buteo buteo japonicus* は冬に干拓地に数多く飛来するが、観察舎の屋根上に止まって探餌する個体が確認された。夏季はヨシ原でなわばりを形成するオオヨシキリ *Acrocephalus arundinaceus orientalis* が、水辺のヨシをわたり飛びながら水面上を見回る探餌行動が確認された。造成後3年目ではカワセミ *Alcedo atthis bengalensis* が初めて確認され、水面側へ倒れかかるヨシにとまり、水中を注視する探餌行動が5月と11月に確認された。11月には30分間ほど探餌して、水辺の小動物を捕食した。

7) 爬虫類

造成後3年目の5月にミシシippアカミガメ *Trachemys scripta elegans* の幼体2匹を初確認し、7月に成体を1匹確認したが、その後みられなくなった。

カナヘビ *Takydromus tachydromoides* が、造成後2年目の4月と造成後3年目の11月に確認された。

8) 両生類

初年度の10月4日にウシガエル *Rana catesbeiana* の幼体を確認した。翌年の春から成体も確認され、3~8匹の個体が定着した。2年目の6月には鳴き声が聞かれ、下旬には水辺で一卵塊が確認された。ウシガエルの繁殖によるピオトープ池の生物群集への影響を懸念し、その卵塊は取り除いたが、7月5日には水中で多数の幼生が確認された。確認された幼生の数は一卵塊分ほどであった。ウシガエルの幼生は越冬し、翌年の7月下旬から上陸個体を確認されたが、12月に前年生まれの子生個体が数匹確認された。

アズマヒキガエル *Bufo japonicus formosus* は、造成後2年目の4月3日に幼生が確認された。推定数は1~2腹分であった。5月中旬から6月中旬にかけて、上陸の機会を待つ変態直後の個体が、ヨシが密生する水際付近で多数集まった。幼生の間で成長の差が生じるため少しずつ上陸したが、その様子は造成後2年目では約1ヶ月間みられた。その後幼体が7月下旬と11月下旬に確認された。造成後3年目は11卵塊が水辺で確認され、幼生は5月下旬までみられた。また7月に水際で成体が確認された。

トノサマガエル *Rana nigromaculata* は、造成後2年目の5月に初確認した。5月から8月下旬まで、成体が数匹水辺で確認されたが、9月に降みられなくなった。

9) 魚類

導水から3週間後にメダカ *Oryzias latipes* の稚魚を確認し、造成後2年目の冬には300匹を超える個体を確認された。造成後3年目は8月中まで多くみられていたが、9月から確認数が減少した。

ギンブナ *Carassius auratus langsdorfii* は体長4cmほどの個体を、造成後2年目の7月に初確認した。造成後3年目の冬には体長10cm前後の個体を23匹確認したが、生息数は不明である。メダカとギンブナは管理者による導入はお

こなっていない。

考察

希少水生植物の植栽の成果

石川県レッドリストに掲載されている種で植栽後に定着した種は、絶滅危惧類のミズアオイ、絶滅危惧類のトチカガミ、マツモ、アサザ、フトイであった。また、絶滅危惧種に分類されるコウホネの近縁種も2年間定着した。この種は、河北潟周辺でしか確認されていないが(白井,1999)コウホネとヒメコウホネの中間的形質を示すものである。ミズアオイは、1998年の私たちの調査では河北潟周辺に3つの群生地がみられたが、除草や埋め立てによりすべて消失した。2000年には2箇所の水路で少数が確認された。トチカガミは、西部承水路のみで生育が確認されている。トチカガミは県内での生育場所は河北潟地域のみ確認となっており(石川県,2000)、ただひとつの自生地であるかもしれない。アサザは現在、西部承水路とその他2箇所で生育が確認されている。フトイは現在、休耕田の湿性地で少数が確認されている。

ピオトープ池は造成後2年目の1999年までは、これらの希少水生植物の生育場所として機能していたが、トチカガミでは葉を展開することは稀であり、ショウブ、カンガレイ、コウホネの一種は少数で広がりがみられないなど生育が困難な種がみられた。

造成後3年目の2000年度では、アメリカザリガニが頻繁に確認されるようになった7月を前後してマツバイ、ミズアオイ、アサザが消失した。7月に2度に渡ってアサザ、ミズアオイの植栽をしたが、アサザでは植栽後1日の間にアメリカザリガニによって全て切断された。ミズアオイは80株ほど植栽したが1ヵ月たない間にすべて消失した。造成後3年目に消失した水生植物は10月の時点で7種となり、アメリカザリガニによる被害の影響が大きいことが考えられ

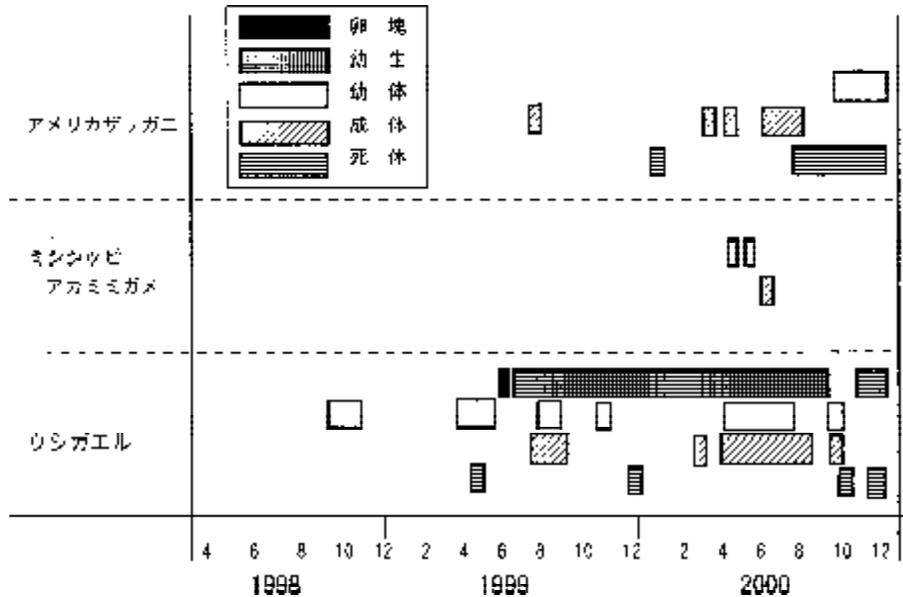


図3. 帰化動物の確認状況

る。

初年度のみの確認となったオモダカ、タガラシ、コケオトギリ、ミゾカクシなどは、水田や畦、溝に生育する一年草や越年草であり、ピオトープ池でも生育の見込みは十分にあった。ミズアオイ、マツバイは、1年目は順調な生育をみせたが、2年目以降はそのほかの植物に埋没するような状態となり生育不良となった。植栽した水生植物のうち生育が認められたものは造成後2年目では21種、3年目では14種であり、時間が経つにつれて減少した。ヨシをはじめとした1~2mを超える抽水植物が旺盛に生育していることで、光を要する草丈の低い植物の生育が困難となっていることが考えられる。

氾濫などの自然の攪乱や浚渫などの人為的攪乱は、多様性のある植生帯を維持するうえで有効であることが考えられ、安定的に遷移が進行した場合には単純な抽水植物帯へ移行することが推測される。積極的な攪乱をおこなっていない造成後3年目のピオトープ池では、水辺の大半でヨシ、ヒメガマ、ミクリやウキヤガラなど

草丈の高い抽水植物が密に混生し、イボクサが繁茂した。時間の経過とともに移行帯植生の多様性は減少する傾向にある。

動物の進入

水生昆虫は、ヒメアメンボやマメゲンゴロウ、コムズムシ類など飛翔力のある種が造成後1ヶ月以内に確認された。導水数日後から確認されたヒメアメンボは、河川、湖沼でふつうにみられる種で、河北潟周辺でとくに多くみられる。ピオトープ造成地の周辺に生息環境をもつ昆虫の進入は速やかに行われた。これらの昆虫は水域を生息場所とするが、翅を持つために水域間の移動は比較的頻繁におこなわれているようである。

脊椎動物ではカエル類が3種確認され、アズマヒキガエルとウシガエルの2種がピオトープ池で繁殖した。アズマヒキガエルでは、河北潟周辺であまりみられなくなっている種であるが(高橋・川原, 2000), 造成後2年目は約1卵塊分、3年目には11卵塊が孵化し、多数の幼体が

水際の湿った場所に待機して、上陸の機会をうかがっていた。浅い水辺ではヨシの枯れ葉が堆積しており、珪藻類を捕食する巻貝の仲間が多くみられた。

水際では、上陸を待つアズマヒキガエルの幼体、落ち葉の下で越冬するヒメアメンボや蛹となる水生昆虫の鞘翅目、水面上を走り陸域と行き来するクモ類などが確認されており、ゆるやかな傾斜を伴う水辺は、水域と陸域の両方を必要とする生物にとって重要な生息環境となっている。

サギ類やキジ、カワセミ、ネズミ類、イタチ、キツネなどの痕跡が、2年目以降から頻繁にみられるようになり、餌となる小動物のいるピオトープ池の存在が認識され、採餌場所として定期的な利用をしていることがうかがえる。また冬季に痕跡が頻繁に確認されたことは、厳冬の餌場として機能していたことが考えられる。

水域の周りを囲うヨシや道路との中間地に盛った表土により、閉鎖性のある空間となっており、動物にとって安心して採餌できる場所となっていることが考えられる。

帰化生物の問題

ピオトープ池に侵入した帰化動物は、ウシガエル、アメリカザリガニ、ミシシippアカミミガメであり、確認状況を年表にし、図3に示した。

ピオトープ造成後から約半年でウシガエルの幼体の進入が認められたが、そのことは周辺に普遍的にウシガエルが存在していることが考えられる。造成後2年目の夏に産卵が確認され、翌年に上陸個体を確認した。ピオトープ池はウシガエルの繁殖場所ともなった。

またアメリカザリガニは、造成後3年目の夏から水生植物を摂食する行動が確認されている。そのほか巻貝や小型の魚類などを捕食することが知られているが、ピオトープ池においても、アメリカザリガニの幼生が多数確認された

10月下旬から、サカマキガイが消失し、メダカ、ヌマエビの確認数が減少している。

広食性で競争力の強い帰化動物の定着は、造成後からしだいに多様性を増しつつあったピオトープ池の生物群集構造を、その食圧によって単調化に導いているようである。一方でウシガエルやアメリカザリガニを捕食するキツネやサギなどの利用が頻繁にみられるようになり、群集構造に広がりはみられるものの、食物連鎖はむしろ単純なものとなっている。

植物では、観察道沿いなど刈り払いをおこなった場所でヨウシュヤマゴボウ、ヒメムカシヨモギ、オオアレチノギク、セイタカアワダチソウなどの帰化植物の侵入が顕著にみられた。現在までに15種の帰化植物の生育が確認され、範囲も拡大している。

河北潟では、草本230種のうち71種が帰化植物で、その中でもイネ科とクク科が占める割合が高く(永坂, 1997)、ピオトープ池の刈り払いは、周辺環境に多く生育している帰化植物の侵入をゆるすことともなった。

ヨシの刈りとりについて

ピオトープ池では、消滅の危機にある水生植物の生育を促進させるために、旺盛な生育を示すヨシの管理に十分な対策をとる必要がでてくるが、豊芦原瑞穂の国といわれるほど日本の河口や湖沼で広大な群落を形成していたヨシもまた、著しい減少をたどっている。ヨシを群落として必要とするチュウヒやオオヨシキリ、ツバメをはじめ、ヨシ原を生息環境とする生物は多種存在し、ヨシ群落の保全も求められている。

今回造成したピオトープ池では、ミズアオイなどの消滅が懸念される植物の保全のため、ヨシの刈り取りを行ったが、ヨシ自体の生態系への貢献も無視してはならない。

ピオトープとして多様な環境を創造するとともに、現存するヨシ原は河北潟における貴重な環境となっており、維持または拡大されること

が望ましい。

今後のピオトープ池の管理について

小規模で流出口がないピオトープ池は、時間の経過とともに富栄養化が進行する形状となっている。そのうえ導水源は、生活排水などが流れ込んでいる富栄養化した河北潟の水である。沈水植物のエビモ、セキショウモ、ジュンサイは、通常流速のある場所や貧栄養の水質に適しており、これらは初年度に消失した。水生植物の生育において水質は重要で、種によって生育域の水質濃度は異なっている(浜島,1994)。富栄養化が進行することにより、水生植物の生育条件が狭められていることが考えられる。また、ピオトープ池は小規模であるため、多様な群落が共存して成立することは困難であり、多種にわたる希少水生植物の生育をすべて保障することは難しいと考えられる。かつての多様な環境のもとで存在した水生植物を保存・保全するためには、さまざまなタイプのピオトープが必要であり、このピオトープ池ではその一部分を担うべきものと考えられる。

富栄養化の進行を止める対策としては、水底に堆積した腐植の除去や流出口の設置、干上がらせるなどの方法が考えられる。

集水域の富栄養化、周辺環境の単調化、帰化生物の存在など、現在の環境はかつての野生生物の環境条件とは異なっている。そのため、希少水生植物を再生することを目的とした場合に人による管理対策はかかせない。今後、ピオトープ池では保全上の問題点を抽出し、ひとつずつ対策をとって対処法を検討していくことを考えている。

謝辞

ピオトープ池の造成にあたり、河北潟湖沼研究所理事長の大館小夜子さんに土地を提供していただいたことに厚く御礼申し上げます。白井伸和さんにはピオトープ池の設計および植栽種の選定、また植物の同定など多大な協力をいただき深く御礼申し上げます。西原昇吾さんには水生昆虫の採集や同定の際に協力をいただきました。その他、河北潟湖沼研究助成物委員会のメンバーには様々なアドバイスをいただきました。併せて御礼申し上げます。ピオトープ造成の資金源としては、アムウェイネーチャーセンター第10回(1999年)助成プロジェクトより、助成金を提供していただきました。

引用文献

- 石川県絶滅危惧植物調査会．2000．石川県環境安全部自然保護課（編）．「石川県の絶滅のおそれのある野生生物〈植物編〉」．
- 白井伸和．1999．河北潟における水生植物の分布と保全について．金沢大学創立50周年記念国際シンポジウム「地球 - 水 - 人間」講演要旨集．P124-125．
- 高橋 久・川原奈苗．2000．河北潟周辺の両生類相の特徴．日本両生類研究会（編）．両生類誌，No.5．新潟県．
- 永坂正夫．1997．河北潟湖岸帯の植生分布とその種構成について．金沢経済大学人間科学研究所．「telos 第17号」．
- 浜島繁隆．1994．ため池の環境と水草（種子植物）の分布．ため池の自然談話会（編）．「身近な水辺 ため池の自然学入門」．P108．合同出版株式会社．東京．