

[研究報告]

ビオトープの構築に関する基礎研究

Fundamental studies on a construction of biotope

西 隆行*、神崎 魏*、谷口三紀生*、
立石康彦*、岩崎英二**

Takayuki Nishi*, Takashi Kouzaki*, Mikio Taniguchi*,
Yasuhiko Tateishi* and Eiji Iwasaki**

キーワード：ビオトープ、生態系、メダカ

1. 研究目的

野生生物の減少、生態系の破壊が世界的に進行している近年、この様な状況を改善するため、世界各地で自然環境の保全・復元についての方策が論じられている。日本においても、自然環境保護の運動が盛んに行われてきており、その手法の一環としてビオトープの構築が注目されている。

一般的に、ビオトープとは「特定の生物群集が存在できるような、特定の環境条件を備えた均質的なある限られた地域」¹⁾又は「あるまとまりのある景観をもち、野生生物の生息する空間」という意味を持つ。ビオトープを構築することは、言い換えれば生態系を構築することである。

今後、当センターにおいても、自然環境分野へのより高度な取り組みが望まれることは十分に想定されることである。当センターの自然環境分野への取り組みは、環境影響評価における動植物の現況調査等限られており、自然環境分野、中でも保全・復元対策に対して、満足に対応するための経験の蓄積という観点では、いまだ不十分な状況にある。

このため、業務へ応用する際の基礎データの収集を目的に本研究を実施するものである。

2. 実験方法

2.1 ビオトープの規模

一般的な廃棄物処理施設等では、ビオトープを構築するための土地として施設内にまとまった面積を確保することは容易ではない。本研究

は廃棄物処理施設への応用を想定することからも、小型～中型のビオトープを研究対象とすることとした。

2.2 ビオトープの種類

本研究では池を中心とした水辺ビオトープ(図-1)²⁾を採用した。

2.3 ビオトープの構築場所

表-1に示した内容を検討した結果、「ある程度のまとまった敷地面積が確保できる」、「日照を確保できる」等の点を考慮し、センター屋上を選定した。



図-1 水辺ビオトープの例

* 健日本環境衛生センター西日本支局環境科学部

Dept. of Environmental Science, West Branch, JESC

** 健日本環境衛生センター西日本支局環境工学部

Dept. of Environmental Engineering, West Branch, JESC

表-1 ビオトープの構築場所の選定（センター敷地内）

ビオトープの場所	比較検討内容	センター内で当てはまる場所
屋上に ビオトープ	<p>長所：比較的広い場所を確保しやすい。 人為的なイタズラを受けない。 動物による被害を受けない。 日照を確保できる。</p> <p>短所：高い場所であるため、訪れる動物種が限定される可能性がある。 機材などの持ち込みに不便である。 日照が強い場合、雨・風が強い場合、その対応をしなければならない。 地上に比べると管理が困難である。 設置場所の耐久性が問題となる。</p>	センター本館の屋上 センター別館の屋上
地上に ビオトープ	<p>長所：地面と同じレベルであるため、陸生昆虫類が訪れることが期待できる。 機材などの持ち込みは簡単である。 既存植栽を有効に活用できる。 管理が行いやすい。</p> <p>短所：敷地面積が狭く、まとまった場所を確保できない。 民家に隣接しているため、害虫の発生等には細心の注意を払う必要がある。 動物による被害を受ける可能性がある。 人為的なイタズラを受ける可能性がある。 場所によっては日照を確保できない。</p>	センター別館敷地内の外縁部

2.4 ビオトープの概要

<ビオトープの概要>

- ・ビオトープは約 2 m × 2 m の正方形の池となるような形状とした。
- ・2重に敷いたビニールシートの周囲をブロックを用いて固定し、池の底部には砂、石等を敷き詰め水を注入した。
- ・池内には流水状態を作るため、ポンプを用いることで、水の循環設備を整備した。循環設備の中には水濾過装置を設置した。
- ・プランター、ビニールケース等の飼育設備を設置し植栽を施した。
- ・河川より水生植物を移植しているが、動物類を意図的に持ち込むことは避けている。但し、土砂や植物の中に混入してた動物については、これを排除していない。

導入した植物種：

オオフサモ (*Myriophyllum brasiliense* Camb)

オオカナダモ (*Egeria densa* Casp)

ホソムギ (*Lolium perenne*)

ショウブ (*Acorus calamus*) 等

(※ショウブ以外は近隣の河川、池から導入)

・池水は雨水を利用することとするが、作業等の影響で池水が流出した際は水道水を補充した。

なお、水深は通常状態で15cm前後とした。

ビオトープの構築は以下のように段階的に行い、各段階における観察状況をとりまとめた。

各段階では3～4ヶ月間、状況を維持することで、基礎データを収集した。

2.5 ビオトープでの調査内容

調査内容は以下の4項目とした。

動植物の生息・活動状況等の確認作業は、目視による観察を基本とする。

なお、発生した動植物の種について、同定は行わなかった。

- ① ビオトープに構築される生態系

② ビオトープと外部環境との連続性

③ 人為的な動植物の移入によるビオトープへの影響、移入種の活動状況

④ ビオトープの維持管理手法

※ビオトープ観察のフローは図-2を参照

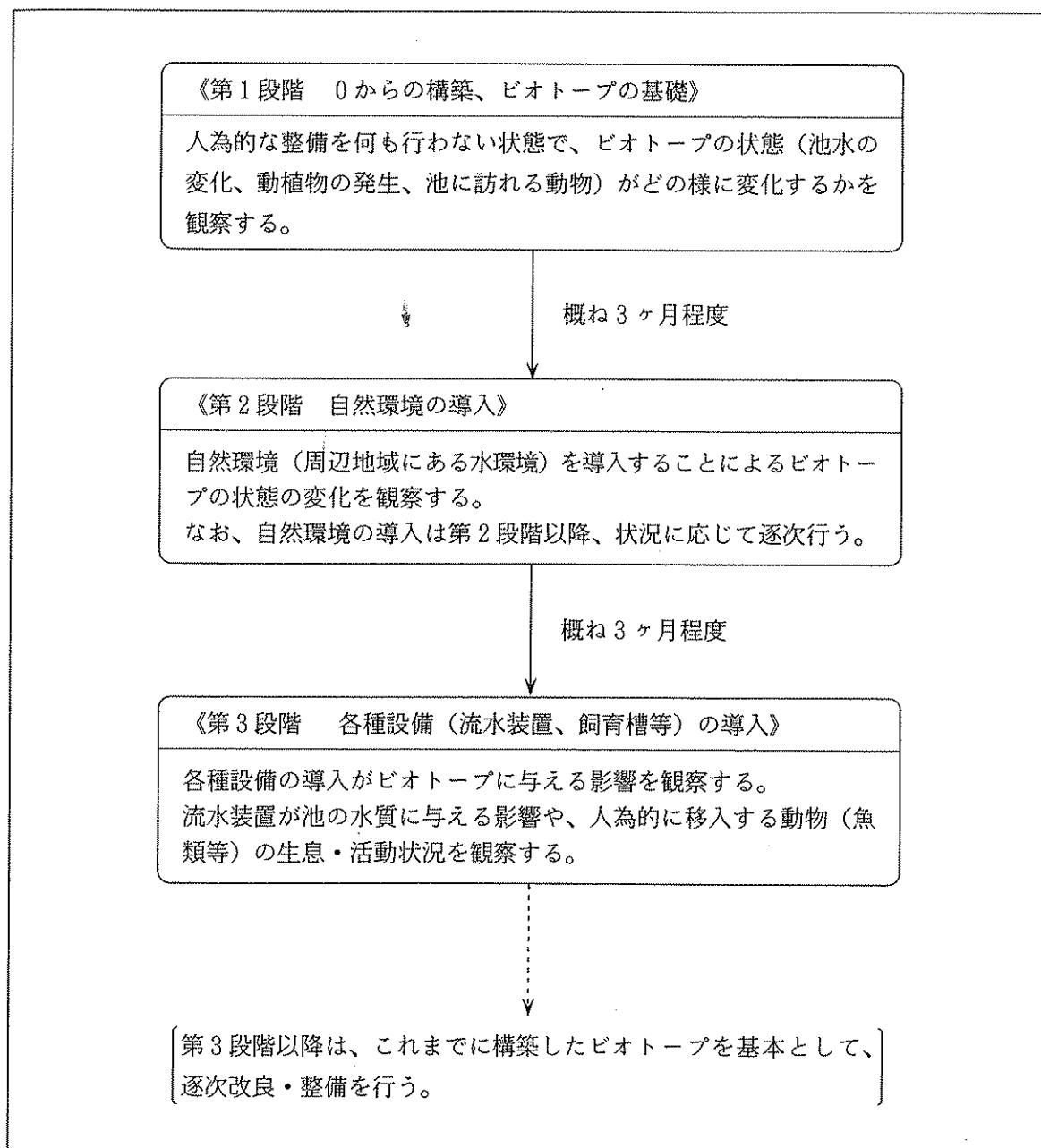


図-2 ビオトープ観察のフロー

3. 研究結果の概要

3.1 構築したビオトープ

本研究ではビオトープを以下のように構築した。

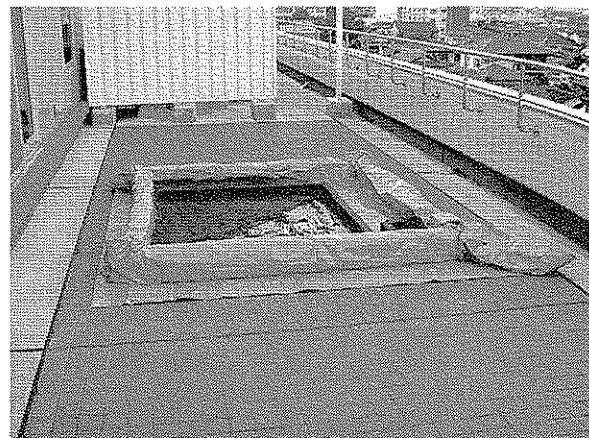
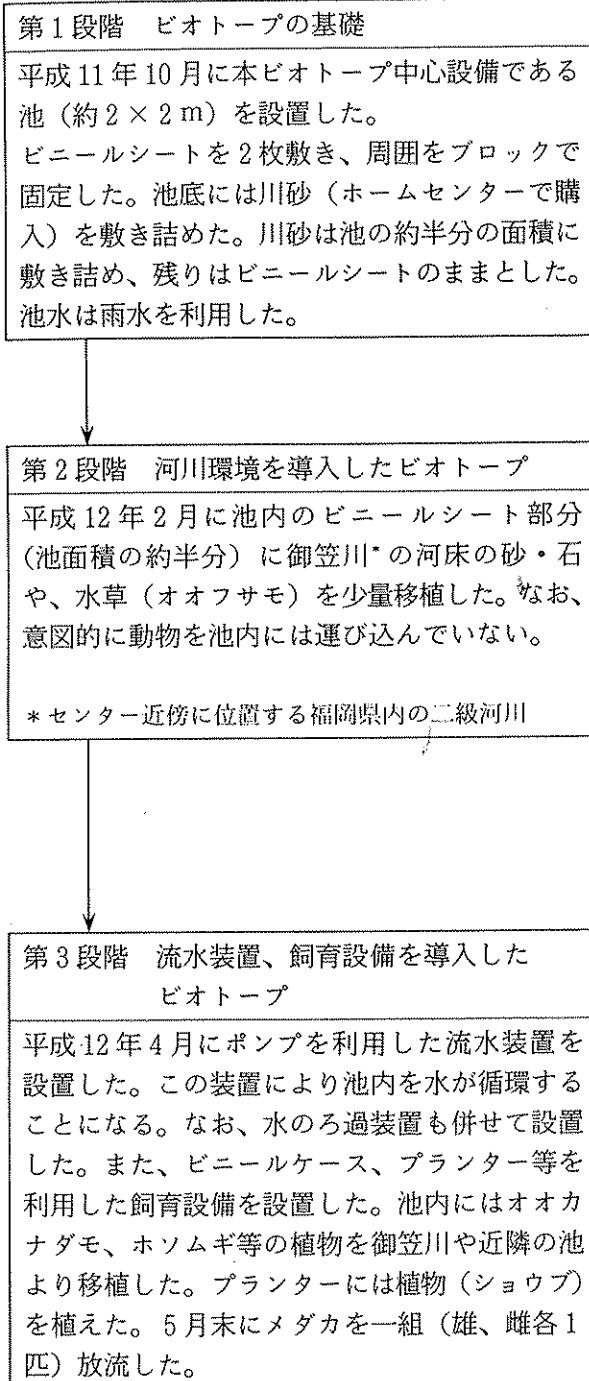


図-3 第1段階 ビオトープの基礎

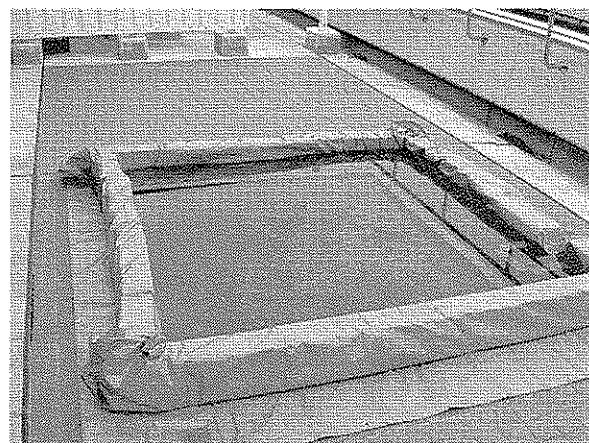


図-4 第2段階 河川環境を導入したビオトープ



図-5 第3段階 流水装置、飼育設備を導入したビオトープ（全体像）

3.2 ビオトープの観察結果

ビオトープの観察は、「ビオトープの状態推移」、「地域生態系の中でのビオトープの位置」を念頭において行った。各段階の観察結果を以下に示す。

① 第1段階 ビオトープの基礎

観察期間中を通じて、池の状態にほとんど変化はみられず、池水が濁る等の外観上の変化もみられない。また、植物類や藻類の発生はほとんどみられない。

昆虫類を中心とした動物類についても、池を生息・生活環境として利用している様子はほとんどみられなかった。また、外部から訪れる昆虫類もみられなかった。なお、動物類の中ではカラスのみが池を水浴び場として利用していた。以後、カラスの利用は現在まで継続している。

② 第2段階 水環境を導入したビオトープ

御笠川の河床部や水草を池内に導入した。導入してすぐには何も変化はみられなかつたが、しばらくすると、トビケラ類の幼虫、ユスリカの幼虫、ボウフラ、貝類（サカマキガイ等）、ミジンコが確認された。河川から持ち込んだ土砂や水草に含まれていたものと考えられる。なお、外部環境からは、コバエ、カ等の小型の昆虫類が飛来してきた。

気温の上昇とともに藻類（アミミドロと思われる）が多量に発生した。これらも河川から導入した石、水草等に付着していたものと考えられる。また、外観上池水も少し濁ってきた。

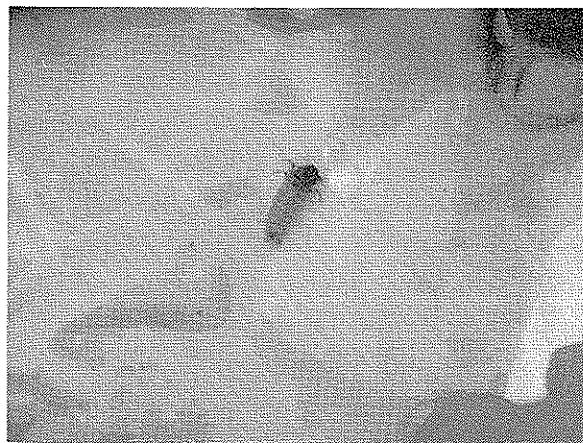


図-6 確認したトビケラの1種

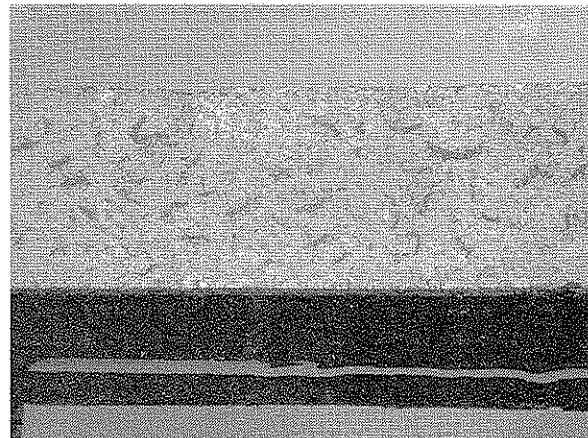


図-7 レンガに残るユスリカ幼虫の痕跡

③ 第3段階 流水装置、飼育設備を導入したビオトープ

第2段階で確認できなかつた動物として、イトミミズ、ミミズ、ヒル、ガガニボの幼虫が確認された。新たにまた、ヤゴも抜け殻のみ確認した。なお、貝類については増加傾向にあり、幼生も含めると数100匹は生息している。外部から訪れた種としては、コバエ、カ、テントウムシ等の飛来が確認され、また、陸生昆虫としてもクモ、アリ等が確認された。

外観上、池水の濁りはみられないが、気温の上昇とともに藻類が多量に繁茂してきた。池内に自然に発生する現象に対しては、基本的に手を加えないが、藻類が水面のほぼ一面を覆う程繁茂し、池内の流水が阻害される様子がみられたため、流水を損なわない程度に取り除くことでこれに対応した。なお、繁茂する藻類や水草の枯死体は腐植質として動物の餌、住処になるため、全面的に取り除くことはしていない。

人為的な動物の移入によるビオトープへの影響をみるために、移入種としてメダカを選定し（池内にユスリカが多量に発生することも念頭においた）、5月末にメダカを一組（オス・メス）放流した。メダカは数日のうちに産卵を開始し、以降、数週間に渡って産卵が継続した。なお、ふ化した稚魚は順調に生育しており、6月末には数10匹程まで増殖した。なお、外観上であるが、ユスリカの発生は少なくなったようみえる。

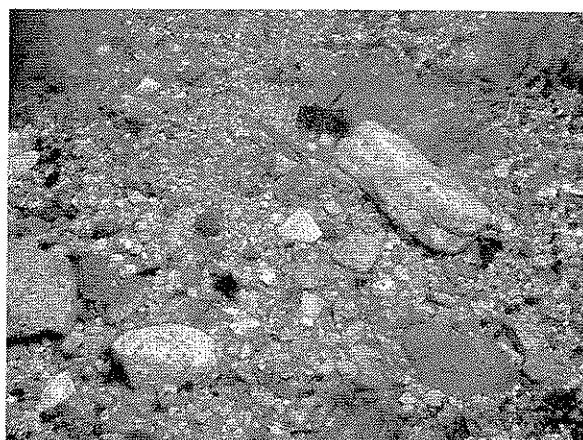


図-8 池内を泳ぐメダカ



図-9 繁茂する藻類

3.3 池水の状態

池水については、水温及び水位測定（水温は3月、水位は5月から開始、基本的には毎日、土日祝日は除く）、定期的な水質調査を行っている。

① 水温・水位

水温は夏に近づくにつれ上昇している。池は閉鎖系水域であるため、水温が上昇することは避けられない。しかしながら、夏期における水

温の急激な上昇により、池内の生態系に影響を及ぼす可能性もあるため、日よけの設置や定期的な水の補充を行う必要がある。

水位の平均は17~18cmである。天候、池からの漏水等により、水位に変動がみられるが、平均水位前後になるよう、定期的に水道水を補充している。

表-2 池の水温、水位 単位：°C（水温）、cm（水位）

月	水温			水位		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
3月	13.5	19.0	8.0	—	—	—
4月	20.2	23.5	17.0	—	—	—
5月	24.2	31.0	20.0	17.5	21.0	13.5
6月	28.1	31.0	23.0	18.9	25.0	15.5

備考) 水位は水面から池底部までの深さ

② 水質

4月調査時の池水水質をみると、BOD 3.7 mg/l、COD 13mg/l等と、やや汚れた水質となっている。池内に持ち込んだ御笠川からの土砂の状態が、そのまま反映されたためと考えられる。また、電気伝導率及びpHについては定期的な測定を行っているが、電気伝導率は

5.22の20.3mS/mをピークに徐々に減少していき6.26には11.9mS/mとなったことから、水質の改善が伺える。これに対し pHは9台後半で推移しており、大きくアルカリ性へと傾いている。藻類による炭酸同化作用が影響しているのではないかと考えられる。

表-3 池水の水質

調査項目	池(ビオトープ)							御笠川
採取日	H12.4.12	5.22	5.29	6.5	6.12	6.19	6.26	H12.2.4
外観	淡黄色混濁							微黄色微濁
臭気	藻類臭							腐敗臭
電気伝導率 mS/m(25°C)	17	20.3	19	16	15	14.3	11.9	29
pH	8.2		9.59		9.5	9.42	9.79	7.9
BOD (mg/l)	3.7							2.5
COD _{Mn} (mg/l)	13							4.8
浮遊物質量 (mg/l)	4							3
溶存酸素 (mg/l)	8.8							12
塩化物イオン (mg/l)	20							24
全窒素 (mg/l)	1.5							1.6
全りん (mg/l)	0.05							0.10

3.4 研究結果の総括

① 第1段階 ビオトープの基礎

研究期間中を通して、池の外観上の変化はほとんどなく、また、植物の生育もみられなかった。動物が池内を生活・生息の場として利用している様子もなく、外部から飛来するものも確認されなかった。

このように、屋上という環境では、単なる水場のみを維持しても生態系という観点での効果はほとんど期待できないと思われる。

このような場所（屋上）に生態系を構築するためには、外部環境を人為的に導入する等の方向付けを行うことが必要であると考えられる。

② 第2段階 河川環境を導入したビオトープ

第1段階の結果を受けて、ビオトープ内にセンター近隣にある御笠川の河川環境を導入した。導入した環境は河川の底砂・石、沈水植物（オオフサモ）である。

外部環境を導入することで、その環境がもとから保有していた生態系を、ある程度再現できることを確認した。しかしながら、導入後、そ

のビオトープに適した種のみ（例えば、貝類、ユスリカ等）多量に繁殖することが確認されたため、バランスのとれた生態系を構築するには、池内を更に多種多様な環境とすることや、捕食者等の食物連鎖を考慮した導入種の選定やそれらが誘因されやすい周辺環境の整備を行う必要があると考えられる。

③ 第3段階 流水装置、飼育設備を導入したビオトープ

ポンプを用いて水を循環させることで、池内に流水状態を構築した。また、ショウブ、ホソムギ、オオカナダモ等の植物を池内に移植することで、より多様な環境とした。

池水の状態は、第2段階時に発生した池の濁りはみられなくなった。これは流水装置による影響と思われる。また、より多くの植物類を移植することにより、池内に多様な環境を構築した結果、第2段階でみられたものより多くの動物類が確認された。また、副次的な効果として大量の藻類が発生しており、藻類内を生活・生息環境とする動物（ガガボ、ヒル等）も確

認された。

ビオトープにおける魚類の活動状況をみるとために、池内にメダカを放流したところ、活発に産卵を行い個体数も著しく増加した。メダカは、水草、藻類等が繁殖している水環境であれば、比較的悪い条件でも生存可能であるが³⁾、順調に個体数が増加したのをみても、本池はメダカの生息・繁殖に非常に適した環境であると考えられる（なお、メダカに餌を与えることは行っていない）。

4. まとめ

段階的にビオトープを構築し、その状況の推移を約半年に渡り見守ってきた。

「ビオトープ：生物の生息する空間」という観点で、本研究において構築した池をみた場合、外部環境から導入した特定の動物（貝類、メダカ等）にとっては、生活・生息するための生態系として十分に機能することが確認された。しかしながら、多種多様な動物が生息できるようビオトープとはなり得ていないため、適切な食物連鎖の導入を含めて、よりバランスのとれた生態系を構築する必要がある。

また、現時点においては、ビオトープ外の動物が当地を恒常的な生息・生活環境の場としたことは確認されなかったため、外部地域との連続性を如何に成立させるかについて、今後検討する必要がある。

水質、水温とビオトープ内生態系との関連性は、まだデータが十分でないため判断できないのが実状である。現段階では、水質が悪化した様子はみられないが、今後も水質調査を行い変化がみられた際にはその影響因子を把握する必要がある。

ビオトープの維持・管理については、ビオトープ内で自然に発生した現象については、基本的な部分では手を加えないが、藻類が池の一面を覆うほど増殖する等、維持・管理に対して何らかの影響が予測される場合はこれを除去する等の対策を講じた。ビオトープは、一旦構築した後は自然の

状態に任せ維持していくことが理想的であるが、ある特定の種のみ繁殖することのない生態系とするために、適切な管理が必要な場合もあると思われる。また、維持・管理上の問題点としては、池を構成するビニールシートに劣化がみられたことが挙げられる。ビニールシートは基幹となるものであるため、選定時には耐用性を重視する必要があると実感した。対応策は、現在検討中である。

以上のように、現時点での研究結果のみでは、他事例に応用できるような基礎データの収集はまだ十分ではないと考えられる。本研究は四季を通じてデータを収集する必要があるが、昆虫類（成虫）が活発に活動する夏期及び秋期のデータが十分でないため、今後は重点的にこの時期に研究を行う必要がある。また、夏期の暑さがビオトープにどの様な影響をもたらすかも、興味深い課題である。

現在も、手探りの状態で研究を進めているが、今後についても継続してビオトープを研究し、少しでも多く自然環境のシステムを究明できることを望むものである。

5. 謝 辞

本研究を行うに当たって、環境科学部環境対策課の宮原氏、助言をいただいた環境工学部計画検査課の内山氏、また、生物の同定に協力していた東日本支局環境生物課の皆様に感謝の意を示します。

6. 参考資料

- 1) ビオトープ－復元と創造－、自然環境復元研究会編、信山社サイテック、PP20
- 2) 水辺ビオトープ－その基礎と事例－、自然環境復元研究会編、信山社サイテック、PP1～6
- 3) 原色日本淡水魚類図鑑、宮地傳三郎、川那部浩哉、水野信彦、保育社、pp273～275