

[調査報告]

ビオトープ構築の試み

Preliminary Studies on Construction of Biotope

西 隆行*、谷口三紀生*、立石康彦*、宮原哲也*

Takayuki NISHI*, Mikio TANIGUCHI*, Yasuhiko TATEISHI*, and Tetsuya MIYAHARA*

【要 約】 世界各地で自然環境の保全・復元の方策が論じられる中、その手法の一つとしてビオトープの構築が注目されている。本研究では、当センター別館3階屋上に水辺ビオトープを構築し観察することで、その基礎データを収集した。

本ビオトープは、「基礎部分（水場）のみ」、「自然環境（植物等）の移入」、「各種設備（流水装置等）の設置」と段階的に構築を行ったが、段階が進み環境が複雑になるにつれて、トンボ類をはじめとして本ビオトープを生活の場とする動物類も多く観察された。また、移入したメダカも順調に生息数を伸ばしたこと等からも、本ビオトープは動物類の生活場所として、ある程度の機能を果たしたものと考えられた。

しかしながら、本ビオトープで、ある特定の種が増加する現象もみられたことから、生態系としてバランスのとれたビオトープを構築するためには、食物連鎖を考慮した移入種の選定や多様な植物相の導入等が不可欠であると思われた。

キーワード：ビオトープ、生態系、自然環境の復元、メダカ、トンボ類

1. はじめに

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、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」と定義される。

本研究は、ビオトープに関する全般的な基礎データの収集を目的として、平成11年度より実施しており、本稿ではこれまでの結果について報告する。

2. 実施方法

2.1 構築したビオトープ

本研究では、水辺ビオトープ²⁾として約2m×2mの池を、当センター別館3階屋上に構築した。

池は、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た上で30cm程度の深度を確保し、底部にセンター近隣の河川から採取、又

は市販されている砂、石等を敷き詰め、水道水を注入し、水深は15cm程度になるように調整した。また、池内に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。

池内の植物は、センター近隣に存在する河川や池等から移入した。

動物は、意図的に池内に持ち込むことを避けているが、土砂や植物の中に混入していた動物については、これを排除しなかった。なお、例外として、研究目的でメダカを池内に放流した。



図-1 構築したビオトープ

* (財)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

2.2 ビオトープでの調査内容

ビオトープでの調査は、以下の①～④を基本として行っている。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して行った。

- ①ビオトープ内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、移入種の生息状況
- ④ビオトープの維持・管理手法

なお、調査期間は1999年10月から2001年7月までの1年10ヶ月である。

ビオトープの調査は、概ね以下の流れに沿って行い、設備の設置や動植物の移入が終了した後(2000年5月以降)は、ビオトープに対して手を加えなかった。

人為的な移入種は、ビオトープの状態を勘案して決定した。

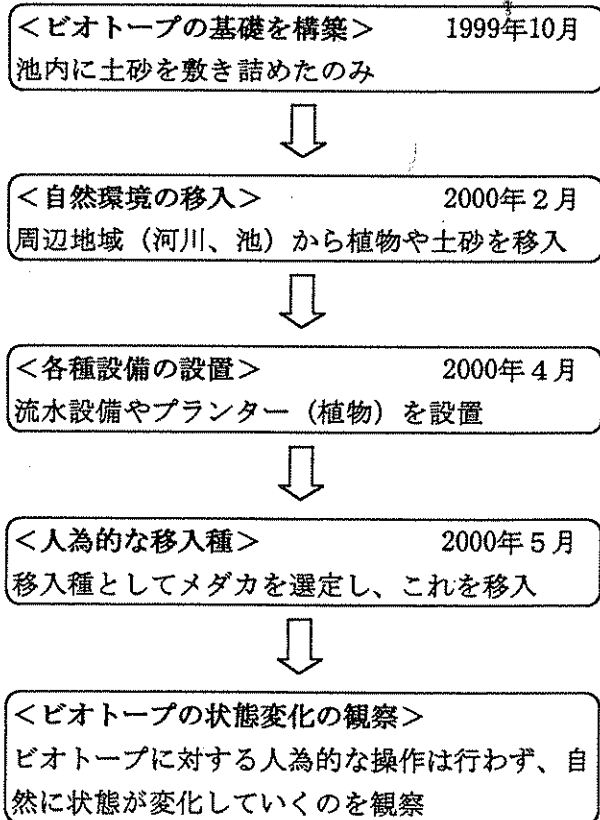


図-2 ビオトープ調査の流れ

3. 観察結果

3.1 結果の概要

3.1.1 動物

ビオトープの観察は、「ビオトープの状態推移」、「ビオトープに生息・生育する動植物、また、訪れる動物」に注意して行った。

現在までにビオトープ内で目視により観察した動物は、昆虫綱のトビケラ類幼虫、ユスリカ類幼虫、カ類幼虫、ガガンボ類幼虫、トンボ類幼虫、昆虫以外ではエビ類、カニ類、ミズ類、ヒル類、マキガイ類等である。また、人為的に移入した動物は、硬骨魚綱のメダカ *Oryzias latipes* である。

外部の環境から訪れた動物としては、昆虫綱のトンボ類、ハエ類、カ類、甲虫類(テントウムシ類やコガネムシ類)、アリ類、また、クモ綱のクモ類等を確認した。また、鳥類としてはカラス類が頻繁に池に訪れた。

なお、ビオトープ内に生息する動物について、個体を採取し、種類を同定したものを表-1に示す。

表-1 ビオトープ内の動物(同定種)

<p><昆虫綱></p> <p>ギンヤンマ <i>Anax parthenope julius</i></p> <p>オオシオカラトンボ <i>Orthetrum triangulare melania</i></p> <p>コシアキトンボ <i>Pseudothemis zonata</i></p> <p>トビムシ目の1種 <i>Collembola</i> sp.</p> <p>ガガンボ科の1種 <i>Tipulidae</i> sp.</p> <p><マキガイ綱></p> <p>サカマキガイ <i>Physa acuta</i></p> <p>カワニナ <i>Smisulcospira libertina</i></p> <p>ヒメモノアラガイ <i>Austropeplea ollula</i></p> <p><甲殻綱></p> <p>ポドコバ目の1種 <i>Podocopa</i> sp.</p> <p><ミズ綱></p> <p>イトミミズ属の1種 <i>Tubifex</i> sp.</p> <p><硬骨魚綱></p> <p>メダカ <i>Oryzias latipes</i></p>
--

*昆虫のトンボ類は何れも幼虫の脱皮殻を同定

3.1.2 植物

ビオトープ内の植物は、周辺地域の河川や池からオオフサモ *Myriophyllum brasiliense*、オオカナダモ *Egeria densa*、ホソムギ *Lolium perenne*、ホテイアオイ *Eichhornia crassipes* 等 を移入した。また、これ以外ではショウブ *Acorus calamus*、イグサ属の1種 *Juncus sp.* を移入した。ホテイアオイは冬期に全て枯れたが、他の植物は順調に生育した。

藻類は、ビオトープに植物を移入した時とほぼ同時に出現したことから、河川や池等から持ち込んだ土砂、植物等に付着していたものと考えられる。アミミドロ等を中心とする藻類は調査期間を通して繁茂したが、水面のほぼ一面を覆い池内の流水が阻害される様子がみられた場合は、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。

表-2 ビオトープ内の植物 (同定種)

オオフサモ <i>Myriophyllum brasiliense</i>
オオカナダモ <i>Egeria densa</i>
ホソムギ <i>Lolium perenne</i>
ホテイアオイ <i>Eichhornia crassipes</i>
ショウブ <i>Acorus calamus</i>
イグサ属の1種 <i>Juncus sp.</i>

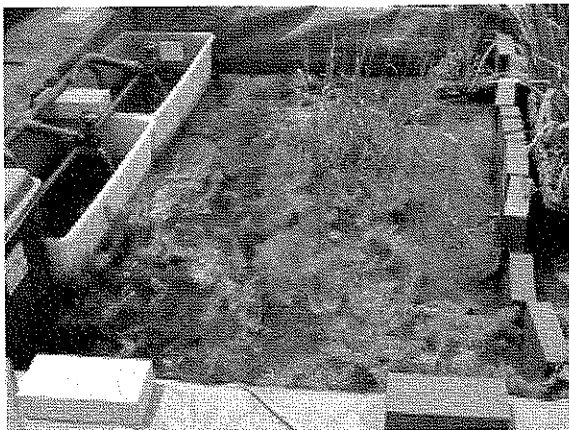


図-3 ビオトープ内の植物

3.2 ビオトープの状態

3.2.1 ビオトープの水温・水位

ビオトープ内の水は、経日的に水温及び水位測定を行った (2000年3月~2001年6月)。

各月での水温の平均温度は7.1℃ (2001年1月) ~32.2℃ (平成年7月) で推移した。

また、各日での水温の最高は36℃ (2000年7月21日)、最低は1℃ (2001年1月15日) と、35℃の差がみられた。

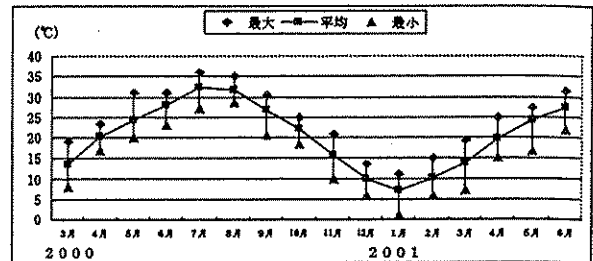


図-4 水温の変動状況

平均的な水位 (底面から水面までの距離) は、多少の変動がみられたが、概ね15cm前後であった。なお、天候、漏水等により、水位が極端に減少した場合、水道水を補充することで対応した。

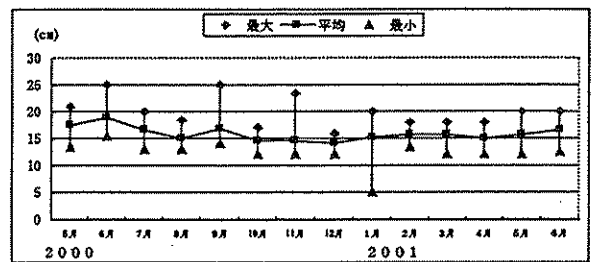


図-5 水位の変動状況

3.2.2 ビオトープの水質

① pH、電気伝導率

ビオトープ内の水質については、比較的簡易に測定でき、かつ、水質の変化を把握しやすい項目である pH、電気伝導率を選択し、定期的に測定した。

調査期間を通しての平均値をみると、pH は8.9、電気伝導率は16.7mS/mであった。pH は河川水の平均値 (6.97)³⁾ と比較すると、ややアルカリ性に傾いているが、その原因の一つとして、繁茂した藻類による炭酸同化作用が考えられる。電気伝導率は日本の河川平均値 (10.5mS/m)⁴⁾ とほぼ同程度であった。

表-3 ビオトープの水質 (pH、電気伝導率)

項目	n数	平均	最小~最大
pH	17	8.9	7.9~9.79
電気伝導率 (mS/s)	17	16.7	10.9~25.4

②水質汚濁指標項目

BOD、COD、浮遊物質等、一般的な水質汚濁指標項目に関するビオトープ内の水質は表-4のとおりである。

水質の特徴をみると、近隣河川である御笠川と比較して、CODが高い濃度を示した。CODは、水中に含まれる有機物量の指標となるものだが、藻類や植物が多量に繁茂し、これらが腐敗した結果、水中の有機物量が増加したものと考えられる。

3.2.3 ビオトープの維持・管理

ビオトープの基本構造は、ビニールシートをブロックで固定し、そこに水を貯留したものである。ビニールシートは、量販店で購入した青ビニールシートを二重にして基礎部分としているが、「自然環境の移入」や「各種設備の設置」以降、ビニールシートに劣化が目立つようになり、所々で水漏れが発生した。防水テープを貼る等、可能な限り水漏れ対策は行ったが、漏水を完全に止めることはできなかった。

4. 考察

4.1.1 ビオトープ内の生態系

ビオトープ初期段階の、「ビオトープの基礎を構築」のみでは、鳥類や飛翔性昆虫類等が訪れることもなく、また、植物も根付かなかった。ビルの屋上という特殊性もあるため一概に判断することは難しいが、単なる水場だけの維持では、生態系という観点での効果はほとんど期待できないことを実証した。

この結果を受けて、「自然環境の移入」による効果をみるために、ビオトープ内にセンター近隣にある河川や池の土砂や植物等を持ち込んだ。移入後は、観察結果の概要で述べたように、各種動物が生息・生育している様子を確認した。

自然の河川や池等が持つ環境を、別の環境（この場合は本ビオトープ）に移入した場合、もとの自然環境が保有する生態系を、ある程度再現できるものと考えられる。しかしながら、時間の経過とともに、その環境に適した種のみ（マキガイ類、ユスリカ類幼虫等）が多量に繁殖する現象もみられた。次に、「各種設備の設置」や「人為的な移入種」による効果をみるために、メダカの放流や植物の導入を行った結果、ある特定種のみがビオトープ内で多数を占めるのではなく、それまでよりも多くの種類がみられようになった。

ビオトープ内にバランスのとれた生態系を構築

表-4 ビオトープの水質

調査項目	ビオトープ			御笠川
	2000.4.12	2000.8.9	2001.7.11	2000.2.4
採取日	2000.4.12	2000.8.9	2001.7.11	2000.2.4
外観	淡黄色混濁	微黄褐色 微白濁	微黄褐色 微濁	微黄色微濁
臭気	藻類臭	石油臭	微腐敗臭	腐敗臭
電気伝導率 mS/m(25°C)	17	19	7.1	29
pH	8.2	9.6	7.6	7.9
BOD (mg/l)	3.7	1.3	1.6	2.5
COD _{Mn} (mg/l)	13	8.8	13	4.8
浮遊物質 (mg/l)	4	<1	15	3
溶存酸素 (mg/l)	8.8	10.6	9.5	12
塩化物イオン(mg/l)	20	18	2.0	24
全窒素 (mg/l)	1.5	0.4	0.1	1.6
全りん (mg/l)	0.05	0.01	0.02	0.10

備考) ①2000.4.12は各種設備の設置前

②2001.7.11は降雨後に採取

するには、多様な植物相を設けることや動物の住みかとなる環境の整備、また、捕食者と被食者の関係等の食物連鎖を考慮した移入種の選定を行うことが必要と考えられる。

4.1.2 ビオトープと外部環境との連続性

ビオトープ内の空間のみでも、生態系として機能することを確認したが、外部環境と連続性がなければ、生態系として極めて貧弱であり、閉鎖的なものとなる。そこで、本ビオトープの様な水場を生活空間とし、また、移動能力の高い「トンボ類」に着目し、指標種とすることで、本ビオトープが生態系的に外部環境とどう繋がっているかをみることにする。

トンボ類については、「自然環境の移入」や「各種設備の設置」以降の、2000年6月から成虫がビオトープ付近を飛んでいるのを目撃した。また、ビオトープ内においても、同年7～9月にかけてトンボ類幼虫の脱皮殻を20体程度確認した。これらは、ビオトープの構築時期を考慮すると、「自然環境の移入」の際の土砂や植物に混入していた可能性も考えられる（トンボ類の卵も含む）。しかしながら、この時期から更に約1年を経過した後の2001年5月～6月も、トンボ類幼虫の脱皮殻を20体程度確認した。トンボ類は、幼虫の期間が一般的に1年⁶⁾といわれていることを考えると、外部から訪れたトンボ類が本ビオトープ内で産卵し、それらが羽化した可能性が高いものと考えられる。

トンボは、センター近隣で普通にみられる昆虫である。水場や植物等を整備することにより、ビルの屋上という特殊な環境でも、産卵や生活のための環境として利用することを確認した。

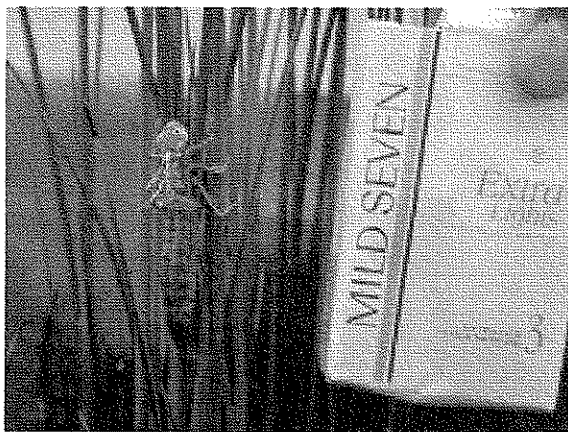


図-6 ギンヤンマ幼虫の脱皮殻



図-7 羽化したてのオオシオカラトンボ

4.1.3 人為的な動植物の移入によるビオトープへの影響、移入種の生息状況

ビオトープ内に構築される生態系に関する問題点の一つとして、「自然環境の移入」のみでは、ある特定の種が多量に繁殖する可能性が生じることは前述のとおりである。本ビオトープにおいては、ユスリカ類が多量に発生したため、その捕食者たりうる「人為的な移入種」として、近年、環境中の個体数が減少する傾向にあり、環境省の選定するレッドリストで絶滅危惧Ⅱ類⁶⁾に選定される等希少性が高く、また、ビオトープの規模も勘案することによりメダカを選定した。なお、メダカはセンター近隣の池で捕獲した。

ビオトープに放流したメダカ（雄1匹、雌1匹）は、活発に産卵を行い個体数も著しく増加した。季節により、個体数に変動があるものの、2001年6月の時点で20匹近くの個体数を確認した。

メダカの増加に伴い、ユスリカ類幼虫は減少したことから、メダカはユスリカ類幼虫の捕食者として機能したものと考えられる。また、逆にトンボ幼虫類等、小型魚類を捕食する動物の被食者としての機能も考えられる。

メダカは水草、藻類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⁷⁾であるが、最大水温差36℃、また、冬期には水面が凍る等、決して好条件とは言えない本環境でも、生息が維持されたことから、メダカの環境に対する適応性の高さが伺える。本ビオトープの様に、小型の閉鎖系水域では、メダカは、食物連鎖の要としての役割も期待される。

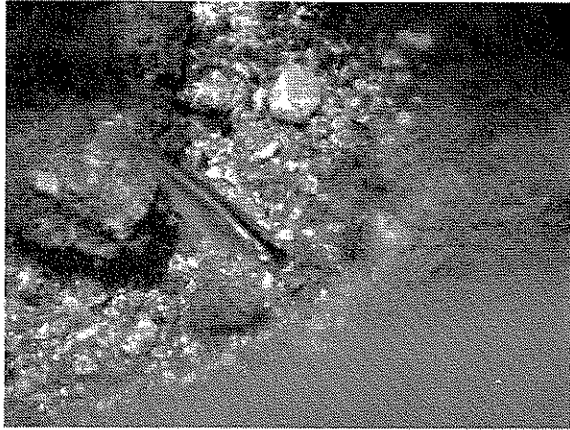


図-8 ビオトープ内を泳ぐメダカ

4.1.4 ビオトープの維持・管理手法

一旦、構築したビオトープは、その意味合いからも、可能な限り手を加えないことが理想的である。本ビオトープも、「各種設備の設置」以降、手を加えない方針としたが、構造的な問題（ビニールシートの破れによる漏水）、生物的な問題（特定種の繁殖）等により、ある程度人手を加えることが不可欠であった。

構造的な問題は、耐久性のある資材を用いることにより対応できると考えられるが、藻類の繁茂等の生物的な問題が発生した場合には、それを除去する等の対策が必要である。

5. 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2年に渡り観察した。

図-2に示す「ビオトープ調査の流れ」に沿って各段階でのビオトープの状況を見ると、初期段階の「ビオトープの基礎を構築」のみでは、ビオトープ内の生態系や外部環境との連続性にほとんど変化はなかった。以降、「自然環境の移入」、「各種設備の設置」、と進むに従い、ビオトープ内を生活の場とする動物の存在や、トンボ類の様に外部から当地に訪れ産卵する動物がみられるようになった。また、「人為的な移入種」についても、当地に放流したメダカ一組（雄・雌）が、順調に個体数を増やし続け、2001年6月の時点で10～20匹程度が活動していた。この様に、環境条件を多様にすることや、適切な移入種を選定するこ

とが、バランスのとれた生態系を構築する上での重要な要素になると思われる。

近年、ビオトープの概念も浸透してきており、各地でその存在もみられるようになった。しかしながら、ある程度、自然が残存している場所での構築が多いことも事実である。今後は、自然の少ない都市部におけるビオトープ、中でも、都市緑化の手法として注目されつつある屋上緑化に関連した形での構築事例が増えることは十分に予想される。その際には、本研究は貴重なデータになりうるものと思われる。

以上のように、自然環境という事象に対し、手探りで研究を行ってきたが、その複雑さには戸惑うばかりである。しかしながら、ビオトープ等の手法を通じて、少しでも多くの自然環境に関するシステムを究明し、人間が自然との共生を一步でも進められることを望むものである。

謝 辞

本研究を行うに当たって、水質分析に協力していただいた分析試験課、また、生物の同定に協力していただいた東日本支局環境生物課の各位に謝意を表すものである。また、本研究は、当センター研究奨励金制度による助成を受けて実施された。

参考資料

- 1) 自然環境復元研究会編（1993）：ビオトープ—復元と創造—，信山社サイテック，pp20
- 2) 自然環境復元研究会編（1994）：水辺ビオトープ—その基礎と事例—，信山社サイテック，pp1～6
- 3) 矢部 禎昭（1997）：生活と水質Ⅰ.水（546号），月刊「水」発行所，pp38
- 4) 矢部 禎昭（1997）：生活と水質Ⅱ.水（553号），月刊「水」発行所，pp40
- 5) 浜田 康（1991）：土佐のトンボ，高知新聞社 pp14
- 6) 環境省（1999）：汽水・淡水魚類レッドリスト
- 7) 宮地 傳三郎，川那部 浩哉，水野 信彦（1994）：原色日本淡水魚類図鑑，保育社