

居住環境における水景ビオトープ創出に関する設計・施工技術

Planning and Executing Technique for Waterscape Biotope Creation in Living Environment

須藤 哲* 小木曽 裕** 山之内 隆** 小河原孝生*** 古賀 健一*
 Satoru SUTOH* Yutaka KOGISO** Takashi YAMANOUCHI** Takao OGAWARA*** Kenichi KOGA*

1. はじめに

環境共生の時代と言われる今日、生物生息空間の保全・再生や、生きものとのふれあい空間の整備等、公園緑地に限らず、多くのビオトープが整備されている。また、近年の傾向として住宅団地等、都市部の身近な空間の環境整備でも、生物生息空間の保全・再生や身近な自然とのふれあいを求める都市生活者のニーズに対応するため、ビオトープが盛り込まれるケースが増えてきた。

本来、ビオトープは生物が生息する生態系空間を人為的に再生、創出するものである。近年整備されている住環境におけるビオトープは、人間の生活空間と生物の生態空間が近接する点で一般的なビオトープとは異なり、利用する居住者の安全性や快適性ととも、見た印象の良い審美性も求められる。本報告書では、住環境におけるビオトープを団地ビオトープと呼称する。

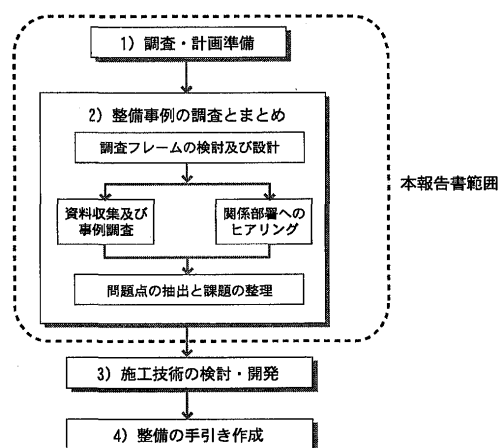
団地ビオトープは、短期、中期、長期と誘致目標種を設定し、生態環境を優先した整備を行う一般的なビオトープと違い、人に身近な自然を再生し利用者が生物とふれあえる環境を提供することを目的としているので誘致目標は短期、中期程度である。

団地ビオトープの水景ビオトープは、自然水系とは縁の切れた閉鎖水系であり、規模的な制限もある。また、人に身近な水系であるため生物生息環境としての水質の維持だけでなく、審美的な観点からの水質維持が必要である。本報告書における水景ビオトープは、団地ビオトープにおける水景ビオトープを示す。

しかし、住環境におけるビオトープは、従来の多自然型工法や他のビオトープの手法を応用したもので、設計や施工レベルでのこれまでの実績はまだ試行錯誤の段階で、応用可能な技術的ストックとして整理されるまでには至っていない。

このような背景から、独立行政法人都市再生機構では、団地ビオトープにおける造園技術の一般化を目的とし、近年整備された団地ビオトープの調査を行い、水景ビオトープに関する問題点の整理と設計及び施工技術の検討・開発を行い、技術マニュアルとしてとりまとめた。

以下にフローを示す（図－1 参照）。



図－1 マニュアル作成のフロー

本稿は、技術マニュアルのバックデータとなる近年整備された団地ビオトープの調査結果と、水景ビオトープに関する問題点を整理したものである。

2. 調査のフレーム・方法・概要

整備事例の調査は、調査の視点を明らかにし調査対象及び調査項目を設定するとともに、水景ビオトープの調査方法の検討、設定を行った。

(1) 調査のフレーム

調査の最終的な目的である水景ビオトープに関する施工技術の一般化のためには、整備事例の現地調査内容が重要となる。現地調査の事前に団地の概要や設計図など、情報収集を行って目的に合致した調査項目の設定と調査フォーマットの作成を行った。

また、施工の前提となった設計の目的や設計意図が反映されたものであるかどうかや、施工時並びに供用後の維持管理の問題点など、基礎資料や現地調査で読みとれなかった要素を把握するために、関係技術者へのヒアリング調査を行った。

調査全体のフレームは以下の通り（図－2 参照）。

* (株)戸田芳樹風景計画

** (独)都市再生機構

*** (株)生態計画研究所

*Yoshiki Toda Landscape and Architect Co., Ltd.

**Urban Renaissance Agency

***Eco-Planning Research Co.,Ltd.

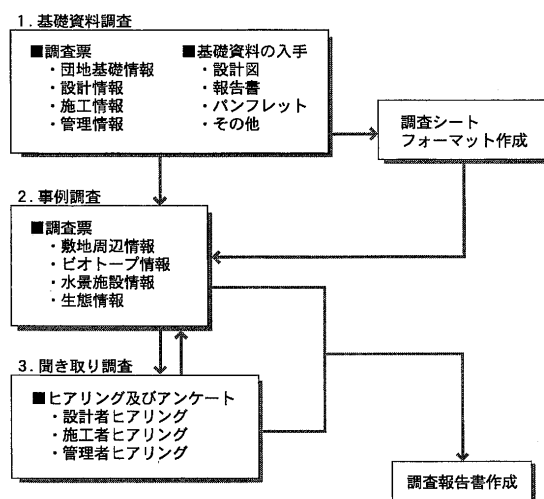


図-2 調査のフレーム

(2) 調査項目と調査方法の設定

1) 基礎資料調査

設計図書及びパンフレット等の基礎資料を入手し、団地及びビオトープの概要の把握を行う。調査項目は以下の内容とした。

a) 調査項目

- ①団地基礎情報：団地名称、地域地区、面積、住戸数など
- ②設計情報：担当部署、設計期間など
- ③施工情報：施工期間など
- ④管理情報：管理部署、管理形態など

b) 入手資料

- ①設計図コピー（CAD含む）
- ②団地及びビオトープに関するパンフレットその他の公開資料

2) 事例調査

事前に入手した基礎資料を基に調査シートを作成し、事例の現地踏査を行い、水景ビオトープの実態を把握した。

a) 調査項目

- ①敷地周辺情報：
 - ・団地周辺の土地利用概況
 - ・周辺緑地及び水系の状況
- ②ビオトープ情報：
 - ・ビオトープの配置と規模
 - ・団地内周辺環境とのつながり
 - ・ビオトープのタイプ（複合型、樹林地型、草地型、水系型）
- ③水景施設情報：
 - ・水景の形状（流れ標準幅員×延長、池面積×最大水

深）

- ・水景の詳細構造（タイプ、標準断面、延長）
- ・水景設備の概況（水源、補給水、循環等設備システム、排水方法など）
- ・水質（透明度、臭気、藻類の発生状況、パケットテスト）
- ④生態情報：
 - ・植生（水辺植栽、護岸植栽、水生植物）
- ⑤現況写真：
 - ・生物（誘致種と移入種の確認）

b) 確認事項

- ・設計図と現状の際の確認
- ・設計意図が現状に反映されているかどうかの確認
- ・水質維持や生態の定着など当初の目的が反映されているかの確認
- ・護岸等水景施設及びその他施設の老朽化や破損の状況の確認

3) ヒアリング調査

また、事例調査を補完するために、設計や施工及び維持管理に従事した関係技術者へのヒアリングも合わせて行った。

a) 機構技術者ヒアリング

- ①維持管理項目の確認：
 - ・護岸部の草刈り・除草
 - ・落ち葉及びゴミの除去
 - ・アオミドロ除去
 - ・水の入替え清掃（浚渫）
 - ・施設補修及び改修実績（老朽化など）
- ②項目別維持管理手法及び時期
- ③住民参加による維持管理実績の有無
- ④利用者の苦情の有無と内容
- ⑤居住者及び周辺住民の利用実態：
 - ・散策、鑑賞
 - ・子供の水遊び
 - ・釣りや捕獲行為の有無
 - ・生態観察
 - ・学校教材及び環境教育施設としての利用
 - ・人為的な生態放流の有無（魚類、水生昆虫など）
- ⑥設計に対する意見及び要望：
 - ・施設の耐用年数や維持管理上の問題の有無
 - ・植栽に関する意見（導入樹種、配植、植栽密度など）

b) 設計者ヒアリング

- ①設計意図の確認：
 - ・基本設計及び実施設計説明書の入手
 - ・項目別設計意図及び概要の確認

②生態に関する確認：

- ・生態基礎調査の有無
- ・誘致目標種の設定状況
- ・移入種の有無

③植 栽：

- ・導入樹種及び選定の理由
(水辺植栽、護岸植栽、水生植物など)

④水景施設に関する確認：

- ・水景タイプと規模の選定理由
- ・護岸構造の選定理由
- ・池底及び流床素材の選定理由
- ・水深設定の根拠
- ・防水素材の設定理由
- ・水源及び循環システム
- ・水源の選定理由
- ・補給水量算定根拠
- ・浄化システム設定理由

(3) 調査対象地

整備事例の調査は東京及び神奈川に所在する都市再生機構の8団地について行った。以下に調査団地と概要を示す(表-1参照)

表-1 整備事例の調査対象団地

団地名	竣工年月	団地タイプ	ビオトープタイプ	ビオトープシステム分類	ビオトープ規模
サンヴァリエ桜堤	平成11年	市街地型	拠点型	雨水掛け流し型	3000 m ²
グリーンプラザひばりが丘	平成12年	市街地型	拠点型	循環降雨補給型	1420 m ²
プロムナード東伏見	平成13年	市街地型	拠点型	井水掛け流し型	2500 m ²
レーベンスガルテン山崎	平成14年	郊外型	拠点型	井水掛け流し型	750 m ²
アーベインビオ川崎	平成14年	都心型	ネットワ-ク型	循環降雨補給型	1150 m ²
三鷹台地	平成15年	市街地型	拠点型	循環降雨補給型	2730 m ²
コンフォール菅仙谷	平成15年	郊外型	ネットワ-ク型	循環雨水減水補給型	930 m ²
ひばりが丘パークヒルズ	平成16年	市街地型	拠点型	循環井水希釈型	2300 m ²
多摩平の森	平成16年	市街地型	拠点型	循環降雨補給型	500 m ²

3. 調査結果と問題点の抽出

調査のまとめは、周辺環境とのかかわり等の視点からの解析も行っているが、本報告書では水景ビオトープに関する施工技術の一般化に直接的に関わる施設、構造について掲載する。

(1) 水のシステム

水景ビオトープの水の供給システムは以下のように分類された(図-3参照)。

掛流し型は供給する水源が雨水と井水の2タイプが見られたが、水源が安定して潤沢に供給される必要がある。大容量の貯水槽が必要な雨水利用タイプは、開発範囲に限られる団地においては適したタイプとはいえない。また、井水利用のタイプも現在自治体によっては揚水制限があり、必要水量を汲み上げられなくなると想定

される。

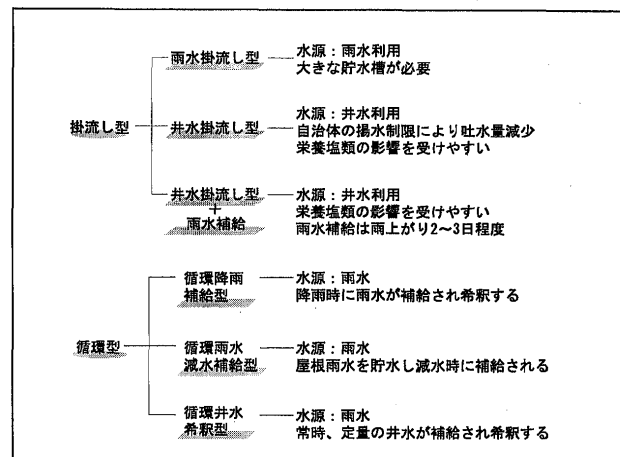


図-3 水の供給システムのタイプ

循環型は、限られた水量を効率よく活用する手法である(図-4参照)。特に、循環降雨補給井水希釈型は、蒸発量が多く雨水だけでは水量が不安な夏場などでも定量の水の補給がなされる理想的なタイプである。

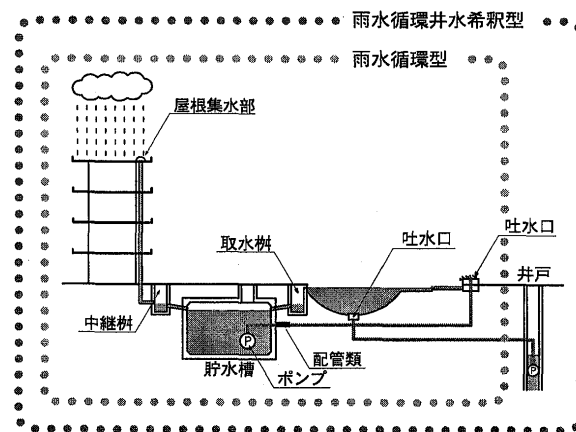


図-4 水の供給システム模式図

循環雨水減水補給型は、生態的な面での維持には有効と思われるが、減水時の美観の面で難があり減水時の景観的な配慮が必要である。

循環降雨補給型は、降雨がそのまま補給水となるシンプルなシステムであり、水景ビオトープの減水量と降雨量との関係から貯水量を算定すると掛流し型の貯水槽に比べ小さな貯水槽でよい。

今後の水景ビオトープの水システムを考える上では、循環降雨補給井水希釈型が理想ではあるが、常時井水が確保できるとは限らないため、循環降雨補給型を基本として理想的な水システムを確立していく。

(2) 水施設の構造

1) 池床の構造

池床の防水は基本的に防水シートを用いた遮水であった。特に竣工が早い団地の池床構造は、シートの上に防水保護層として発生土や荒木田土などを覆土したタイプで、これは一般的なビオトープや多自然工法に用いられ

る手法である。設計者ヒアリングからも団地における水景ビオトープの事例がなかったため、従来の工法を参考にしたとの回答も得られた。この手法は施工の精度や人為的要因などにより漏水する可能性が考えられ、現に調査でも漏水の指摘や水がないといった状況も見られた。

竣工が若い団地は、それらの実情を踏まえ設計されているため、シートの下にコンクリートが打設され、漏水の可能性が低くなったと考えられる。

2) 護岸の構造

護岸の構造は、調査で石護岸、丸太護岸、芝護岸など6タイプが見られた。

護岸の構造は、池床の構造により決定されていた(図-5参照)。

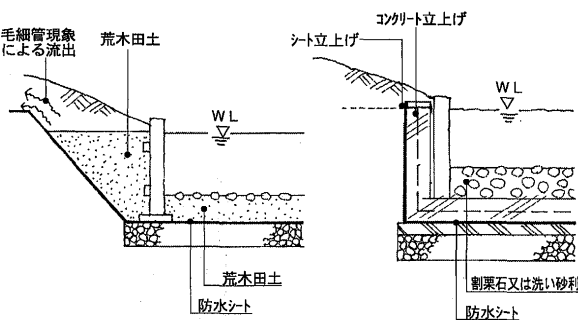


図-5 護岸の構造模式図

池床構造が荒木田土の場合は、防水シートの護岸の立ち上がりがコンクリートのように垂直にあげることができないため、護岸に擦りついて法勾配に合わせて立ち上げていた。その結果として、水際の護岸と護岸背面の防水シートとの間に湿地状のエリアができ、水際の植生的にも生態的にも効果的である。しかし、循環の場合のように水量がシビアな場合は、そのエリアからの水の損出が考えられ保水性のない循環型には不向きであり、掛流し型にのみ有効な構造である。

池構造がコンクリートの場合は、防水シートはコンクリートの立ち上がりに沿って立ち上げることが可能であるため、護岸際で防水シートを収めることができ、水のロスを最小限にとどめることができる。

現地調査では、丸太を使った護岸も含め破損は見られなかった。しかし、芝護岸は、水際まで芝がはげ、土が露出していた。これは、芝護岸が緩斜面で水際まで近づきやすいため、人の立ち入りを禁じているにもかかわらず人が無断で立ち入ってしまうために起きていた。芝生護岸の破損は、構造の問題ではなく、人の利用モラルの問題と施設利用ルールの課題といえる。

(3) 水質

整備事例調査の際、対象団地の池、流れそれぞれで、採水、水温、色、臭気、浮遊物質の状況、アオミドロ等藻類の発生状況、生息生物、生育植物の確認などを行っ

た。採水した水は、持ち帰り簡易な水質検査を行った。水質検査は、市販のパック試薬を用いた。水質検査を行った項目は以下の表に示す(表-2参照)。

表-2 水質基準表

記号	名称	調査方法	説明	許容値
COD	化学的酸素消費量	常温KMnO4酸化法	水中にある物質が酸化剤によって酸化や分解される時に消費される酸素量のこと。	5mg/l以下
NH4	アンモニウム	4-nd フェノール青比色法	食べ物のかす、樹木落葉、窒素分等の有機物から分解、溶解されてアンモニウムになる。アンモニウムが酸化されて亜硝酸になり、さらに亜硝酸が酸化されて硝酸になる。 アンモニウム→亜硝酸→硝酸	TOTAL 1mg/l
NO2	亜硝酸	2,4-ジニトロフェニルアミン比色法		
NO3	硝酸	還元と2,4-ジニトロフェニルアミン比色法		
PO4	リン酸	酸量法	食べ物のかす、樹木落葉、窒素分等の有機物から分解、溶解されて溶解リン酸になる。	0.1mg/l
PH	水素イオン濃度		ph1~14で表現される水中の水素イオンの量。	5.8~8.6

※上記の基準値は、国交省より出された「排水再利用・雨水再利用システム計画基準・同解説」に記載されている雨水利用水の水質基準と環境庁より告示された「水質汚濁に係る環境時基準について」内の生活環境の保全に関する環境基準、及び東京都水道局の水質基準より許容値を設定した。

調査の結果、団地ビオトープにおける以下の主要な問題点が抽出された。以下に調査票を示す(表-3参照)。

表-3 ビオトープ調査表

ビオトープ水質調査 (濃度単位mg/L (=ppm))										
調査日	2005.5.13		2005.5.13		2005.5.14		2005.5.14		2005.5.14	
調査地	サンヴェリイ板橋 (池部)	グリーンパザ (池部)	グリーンパザ (下池)	プロムナード東伏見 (下池)	レーベンスガルテン山崎 (上池)	レーベンスガルテン山崎 (下池)	レーベンスガルテン山崎 (上池)	レーベンスガルテン山崎 (下池)	アベニビオトープ (1号池)	アベニビオトープ (2号池)
COD	8以上	8以上	8以上	8以上	8以上	8以上	8以上	8以上	8以上	8以上
NH4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
NO2	0.02以下	0.5	0.02以下	0.02以下	0.02	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下
NO3	1以下	10	1以下	1以下	1	1以下	1以下	1以下	1	1
PO4	0.05	0.1	0.05	0.75	0.1	0.5	0.1	0.2	0.05	0.05
PH	7.8	8.5	7.4	8.0	7.6	8.0	7.8	8.0	7.6	7.6

調査日	2005.5.14				2005.5.13				2005.4.7				2005.5.13			
調査地	アベニビオトープ (池部)				三鷹台団地 (上池)				コンフォール管仙谷 (池部)				ひばりが丘パークヒルズ (下池)			
COD	8以上	4	4	4	4	4	4	4	8以上	8以上	8以上	8以上	0	0	0	0
NH4	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.19	0.19	0.19	0.19	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下
NO2	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.02以下	0.2	0.2	0.2	0.2
NO3	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	1以下	45以上	45以上	45以上	45以上
PO4	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05以下	0.05以下	0.05以下	0.05以下
PH	7.4	7.8	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.8	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8

事例調査した団地の水質は、生物が住む上では問題がない水質であった。しかし、中にはCODやPO4の値だけ極端に高い値を示した検体もあった。CODは、蒸発散による減水、小雨、無降雨等の渇水によるサイクルの滞りや日当たりがよく水深が浅く水温が上昇しやすい構造により高い値になったのではないかと考える。また、PO4は、池際の土露出部周辺からのリン分の流入により高い値になったと考えられる。

水の濁りの見られる池や若干ではあるが異臭のする池などもあり、水質は水量、水温、天候、水のシステム、構造などとの、複合的な関係性から決まってきたと考える。

(4) システムと構造と水質の関係性

1) 構造と水温、水深

- ・現在の池の水深では、藻類が発生する
- ・年間を通じ水温が変わらない井水の補給は有効である
- ・部分的に深みを設けるなどで水温の上昇の緩和を図る

今回調査した水景は、最大水深400mmでほとんどが300mm以下である。水深が浅いと池全体の水温が上昇し、アオミドロ等藻類の発生の大きな要因となっている。池全体の水温を上昇させないためには、部分的に深みを設け、水温の低い所をつくり、水の対流を促す必要がある。ただ、深みを作るには、団地ビオトープであるため、利用者の安全性の確保という問題が発生する。

また、水温を下げる有効な方法として井水の補給が考えられる。井水は年間を通じて水温が一定であり、雨水のように無降雨時に補給できないことはなく、年間を通じて一定量の補給が可能である。

2) 日当たりと水質

- ・池の水温上昇と藻類の発生を抑えるためには、日陰が必要不可欠

今回調査した水景は、一部を除き日当たりのとても良い立地環境であった。そのため晴天の場合は、直接水面に日光が差しこみ水温を上昇させ、アオミドロ等藻類の発生に適した環境となっている。一部、プロムナード東伏見の下池とアーベインピオ川崎の1号棟水盤は、直接光が差し込む環境下ではなく、アオミドロの発生は見られなかった。また、水温に関してもアーベインピオ川崎の測定結果では、日陰の1号棟水盤と日なたの駐車場棟水盤で温度差が2～3℃ある。

このことから、池の水温上昇と藻類の発生を抑えるためには、日陰を設けることは有効である。

3) システムと水質

- ・常時稼働するシステムの構築
- ・水量の安定供給

今回の調査が3月～5月の少雨期に当たり、水質調査の結果でもCOD値が多く、団地で許容値以上の高い値を示した。この結果は、水を動かすシステムが止まってしまったり、十分な水量が流されていないといった水のサイクル（掛流し、循環）システムがうまく稼働していないためと考える。

コンフォール菅仙谷のように無降雨期間にシステムが止まっても生態環境が維持できるようにシュミレーションを行い、止まることを想定した事例も見られるが、人の生活環境に近い団地ビオトープの場合は生態的配慮だけでなく、審美性“見た目の美しさ”、修景的な側面も重要な要素と考える。

そのため、今後は必要水量の安定供給と天候、供給水量、システムのバランスのとれた水の止まらないシステムの構築が望まれる。

4) システムと構造

- ・防水シートは設ける

- ・防水保護層に荒木田土を用いた生態に配慮した構造は潤沢に水を確保できる場合に限る
- ・使用できる水量が限られる場合は、コンクリートを使用した堅牢な構造とする

今回の調査した水景は、全て防水シートを用いた遮水であった。また、荒木田土を防水保護層に用いた事例で水質悪化や漏水によりコンクリート打設のものに変わっている。このことから、荒木田土を利用した池、流れ構造は潤沢な水を確保できる掛流し型のシステムで活用すべきと考える。また、水量の限られた循環型の場合は、使用箇所を制限して用いる必要がある。

循環型の池、流れ構造は、利用できる水量が限られており、水のロスの少ない構造である必要がある。

4. まとめ

事例調査から得られたさまざまな結果や問題点から、水量、水質、天候、システム、構造といった要素が複合的に関係しあい良い要因や悪い要因を創出していることがわかった。さらに、団地ビオトープの場合は、生態環境と人の生活環境が近接しているため人為的な影響も考慮しなければならない。

(1) 今後の対応

1) 人為的影響

団地ビオトープでは、自然と触れ合う機会の少ない子供などが、不用意に護岸部や水辺に立ち入る可能性が高い。過度な護岸部への立ち入りは、踏圧による護岸植生の損失と、この結果による生物の生息域の減少につながる。裸地化した護岸は景観的にも見苦しく、団地ビオトープの目的を損なう可能性が高い。また、水際の攪乱による水性植物のダメージや、ゴミの投棄や金魚などのペットの放流、カルガモなどへの定着した生物への給餌など、モラルの問題が発生する可能性もある。

水景を導入する際は、生け垣や低木の寄せ植え、柵の導入などによる物理的な人の立ち入りの制御の他、解りやすい解説サインなどの導入によって団地ビオトープに対する理解を促すなどの対応が必要と考えられる。

2) 安全性

団地ビオトープに水景を導入する際、安全性確保の観点から水深を極力浅く整備する傾向がある。これは、子供の立ち入りに対する配慮や、浸透貯留槽などの地下工作物の制約によることが多いが、結果として水生植物の導入種の幅が制限されたり、水温上昇と直射日光の透過によるアオミドロの発生につながってしまう。

水景を導入する際は、安全性と水質維持のバランスに配慮し、人の立ち入りに対する物理的対策の強化と、安全が十分確保されたエリアでの深みの確保に対応した対流促進による水質の維持、水面に適度な陰をつくる高木

や中低木の植栽を適宜組み合わせる必要が
ある。

3) 素材の選定に対する配慮

ビオトープは本来的には生物の生息空間の形成を目指し、自然素材の積極的導入による多孔質環境の創出が望ましいとされている。しかしながら、団地ビオトープでは、耐用年数の短い木製品などの導入が、施設の機能を短期間で失い、結果として維持管理への負担増加や機能の損失に繋がってしまう可能性が高い。また丸太護岸など、水際への木製品の導入は、整備後短期間で腐食が進行し、護岸部の土砂が水中に流れ出すことも予想される。石材などの恒久素材を使用するか、生態に影響のない防腐処理を施した耐久性のある木材の使用が望ましい。

水景ビオトープでは、防水材や水生植物の植栽基盤として、粘性土や発生土を使用することが多い。これは自然環境の構造に習ったものであるが、団地ビオトープの水景のような閉鎖水系下では、シルト分の流出によるSSの増加や土壌中の養分による富栄養化の要因となる可能性が高い。団地ビオトープでは、配水方式や水景の規模に併せ、これらに対応した素材として、砂質土や砂利などの養分を含まない土壌素材の導入を検討する必要がある。

4) 水量と水質の維持に対する配慮

団地ビオトープの水景規模は、ビオトープの敷地規模とのバランスなど、主に意匠的な理由から設定される場合が多い。団地ビオトープの水景では、雨水及び井戸水が主な水源である場合が多く、ともに量的な制約があり、水景規模とのバランスが保てなければ、水景の維持は困難なものとなる。水景規模の設定に当たっては、生態的な要求が低い場合、確保可能な水源の量に応じた規模設定を行うことが重要である。一方、生態的な要求が高く、雨水だけでは水景規模がまかなえない場合は、必要に応じて、井戸水の導入を検討することが望ましい。

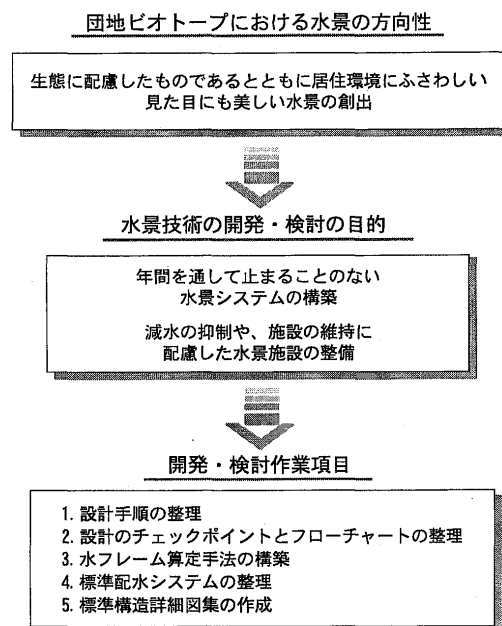
また、水景ビオトープの護岸部では、水辺植栽の基盤確保や水分条件の異なった多様な環境確保の観点から、護岸から引きをとった防水層を設ける場合が多い。このような護岸構造は、植生や生息環境の多様性が確保できる反面、毛細管現象による水の損失につながる可能性が高い。水源の量的制約がある場合は、防水性の高い堅牢な護岸構造の検討が必要である。

(2) 団地ビオトープにおける水景技術開発へ向けて

事例調査から、団地ビオトープにおける水景施設の整備の方向性として、生態に配慮したものであるとともに、居住環境にふさわしい、見た目にも美しい水景の創出と、その維持が重要な課題であることが明らかとなった。

水景技術の開発・検討にあたっては、これらのことを踏まえ、年間を通して止まることのない水系システムの構築と、減水の抑制や、施設維持に配慮した水景施設の整備が課題となる。

開発・検討作業では、今後進める設計や施工への応用を踏まえ、実際の設計手順を整理するとともに、水景導入に当たって必要となるチェックポイントや、水源を有効に活用するための水フレーム算定手法、諸条件や設計意図が反映された配水システム及び詳細構造の開発・検討が望まれる（図－6 参照）。



図－6 団地における水景ビオトープの方向性

謝辞

最後に、本報告に関し、ヒアリング等ご協力頂いた設計事務所の方々に感謝の意を表する。