

屋上ビオトープに関する研究

その2 施工後3年間のモニタリングと維持管理に関する調査



三浦 寿幸 *1

岩崎 哲也 *2 宮本 徹 *3
 浦田 裕司 *4 栗木 茂 *1
 篠崎 徹 *1 八十島治典 *1
 小山 大介 *5 神野 兼次 *6

概 要

本報告は「人と自然のふれあい」をテーマとしたアメニティ型屋上ビオトープに関する調査の続報である。前報ではアメニティ型屋上ビオトープの概要と、ビオトープの設置が室内に及ぼす熱的効果の検証結果について報告した。本報告では、竣工後3年間の各種モニタリングおよび維持管理に関する調査について述べており、それらの結果は以下のように要約される。

モニタリングにより、本屋上ビオトープにおける昆虫等の生物の誘致・定着を確認した。また、池の水質の経年変化や、採用した太陽光・風力発電システムと雨水利用システムの運用実績を定量的に把握した。

除草は、ビオトープを植栽の目的にあわせて5つの管理エリアに区分するとともに、普通除草管理、選択除草管理、放置管理の3つの除草管理方法を定め、エリアごとにそれらのいずれかの方法によって手作業で行った。その結果、調査期間平均の歩掛として、普通除草管理 0.10H/m²、選択除草管理 0.07H/m²、放置管理 0.05H/m² を得た。

A Study on Rooftop Biotope

Part 2 The Results of Various Types of Monitoring and the Investigation of Maintenance for Three Years after the Completion of the Biotope

Toshiyuki MIURA *1 Tetuya IWASAKI *2
 Tooru MIYAMOTO *3 Yuuji URATA *4
 Shigeru KURIKI *1 Tooru SHINOZAKI *1
 Harunori YASOSHIMA *1 Daisuke OYAMA *5
 Kenji JINNO *6

This is the second report about the investigation of the amenity-type rooftop biotope. An outline of this rooftop biotope and the measuring result of its effect on the indoor thermal environment were described in the first report. In this report, the results of various types of monitoring and the investigation of maintenance for three years after the completion of the biotope are described, and are summarized as follows.

With the monitoring, an invitation and fixation of creatures such as insects were confirmed at this biotope. In addition, the water quality of a pond, the operative results of a rainwater utilization system, solar photovoltaic power and wind turbine power generation system were grasped quantitatively.

The biotope was divided into five management areas according to the purpose of each planting. The three weeding methods chosen were a normal weeding method, a selecting weeding method and a method in which the area was basically left alone. The manual labor based on the appropriate one with the three weeding methods was performed at the five management areas.

As a result, it was shown that the average quantities per unit of weeding for an investigation period were 0.10H/m² (normal weeding method), 0.07H/m² (selecting weeding method), 0.05H/m² (left alone method).

*1 戸田建設(株) 技術研究所 *2 (財)練馬区都市整備公社 *3 戸田建設(株) エンジニアリング部

*4 戸田建設(株) 東北支店建築工事部技術課 *5 戸田建設(株) 東京支店建築設計室

*6 戸田建設(株) 千葉支店建築工事部設備課

*1 Technical Research Institute, Toda Corp. *2 Nerima Urban Development Corporation *3 Engineering Dept., Toda Corp.

*4 Tohoku Branch, Toda Corp. *5 Tokyo Branch, Toda Corp. *6 Chiba Branch, Toda Corp.

屋上ビオトープに関する研究

その2 施工後3年間のモニタリングと維持管理に関する調査

三浦 寿幸^{*1} 岩崎 哲也^{*2}
 宮本 徹^{*3} 浦田 裕司^{*4}
 栗木 茂^{*1} 篠崎 徹^{*1}
 八十島治典^{*1} 小山 大介^{*5}
 神野 兼次^{*6}

1. はじめに

前報¹⁾では、アメニティ型屋上ビオトープモデル施設の概要と屋上ビオトープの設置が最上階の室内に及ぼす熱的効果の検証結果について報告した。本報では、竣工後3年間の各種モニタリング結果、および除草などの維持管理に関する調査結果について述べる。

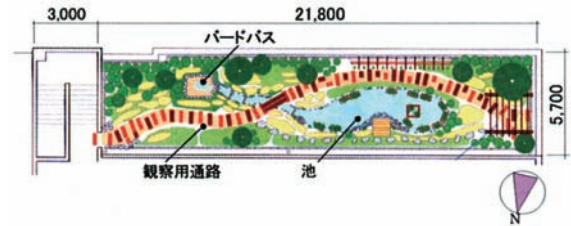


図-1 屋上ビオトープ平面図

2. 屋上ビオトープの植栽植物

図-1に本屋上ビオトープの平面図、写真-1に竣工時の外観写真を示す。ビオトープ全体の設置面積は約105m²（短辺方向約5m、長辺方向約21m）である。植栽基盤は、耐根シート、排水パネル（発泡ポリスチレン製40mm厚）、透水シート、人工軽量土壌、畑土で構成し、土壌厚は約300～400mmを確保した。竣工年の5月から1年間の季節的变化を写真-2～7に、植栽植物の一覧を表-1に示す。高中木7種類（12本）、低木17種類（99本）、地被類22種類、水生植物8種類、野菜&ハーブ16種類のほか、県内の畦道から採取した雑草も植えた。これらではできるかぎり関東地方産のものとし、昆虫や小鳥が好み、花が咲くもの及び実のなるものを多く選定した。また、池にはヒメダカ、ヌカエビ、カワニナを放流した。



写真-1 2002年3月（竣工時）

3. 調査概要

竣工（2002年3月末）後、来訪する昆虫、草本の発生状況、池の水質などの調査を3年間行った。各年度の調査実施月を表-2に示す。各月の調査は1日で行った。6月～9月は毎月調査を行う予定であったが、この期間の調査がなされていない月は予定日が雨天で日程調整がつかなかった場合である。

昆虫の調査は昆虫類の出現を定性的に把握することを目的とし、視認及び任意採取法によって行った。採集による個体数の減少に配慮し、種の同定は可能な限り現地で行ったが、現地での同定が困難な一部の昆虫類については捕殺して室内に持ち帰り同定した。調査日に鳥類の来訪はなかったが、一部監視カメラで記録された鳥類について同定を行った。また、池の水質の調査は、pH、EC（電気伝導度）、COD（化学的酸素要求量）について行った。

除草は調査日に手作業で行い、その作業内容、作業時間、除草量を記録するとともに、除草した草本植物を室



写真-2 2002年5月



写真-3 2002年7月



写真-4 2002年10月



写真-5 2002年12月



写真-6 2003年2月



写真-7 2003年5月

^{*1} 戸田建設(株) 技術研究所 ^{*2} (財)練馬区都市整備公社 ^{*3} 戸田建設(株) エンジニアリング部
^{*4} 戸田建設(株) 東北支店建築工事事務課 ^{*5} 戸田建設(株) 東京支店建築設計室
^{*6} 戸田建設(株) 千葉支店建築工事事務課

表-1 植栽植物一覧

【高木】	種名	本数	【地被類】	種名	ポット数	【水生植物】	種名	ポット数	
7種類 12本	エゴノキ	1	22種類 671ポット	アガパンサス	15	8種類 89ポット	カンガレイ	3	
	ガマズミ	2		アザミ	10		キシヨウブ	6	
	ソヨゴ	2		アスチルベ	20		クレソン	5	
	ネズミモチ	1		アヤメ	10		コガマ	6	
	フジ	3		インギク	10		スイレン	4	
	モッコク	2		オカトラノオ	20		セキショウ	40	
	ヤブツバキ	1		カラナデシコ	70		ミノハギ	5	
		ギボウシ		60	フキ		20		
【低木】	種名	本数					【野菜&ハーブ】	種名	ポット数
17種類 99本	アオキ	6			クレマチス・アソシエーション	2	16種類	カモミール	20
	アベリア	7			クレマチス・ブルーライト	2		カレブプラント	5
	カラタチ	4			クレマチス・モンタナール・ヘンズ	2		ラベンダー	20
	コクチナシ	3			シバザクラ	60		レモングラス	10
	ムラサキシキブ	9			シャガ	35		ローズマリー	10
	サンショウ	3			スイセン	20		シソ	10
	サツキツツジ	13			センリョウ	20		ニンジン	5
	ヒドラツツジ	14			マンリョウ	20		パセリ	5
	ニシキギ	2		ヒガンバナ	50	その他			
	ネコヤナギ	3		フイリアマドコロ	20	ゴギョウ			
	ハコネウツギ	3		ヘデラ・ヘリックス	5	アメジストセージ			
	ピラカンサス	6		ベニシダ	10	カラナデシコ			
	ブッドレア	10		ホトギス	10	ホトケノザ			
	ブルーベリー	6	【陸道の雑草】	ムスカリ	200	タイム、ナズナ			
	マサキ	1		ギシギシ		ハギ、ハコベ			
	ヤツデ	5		カタバミ					
	ヤマハギ	4		セイヨウタンポポ					
			エノコログサ						

表-2 調査実施月 ○:実施月 △:昆虫、水質のみ

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
2002年		○		○	○	○	○	○			○	
2003年		○	○		○	○	○		△			
2004年	○		○	○	○			○				○
2005年		○										

内に持ち帰って種の同定を行った。また、毎時刻の外気温度や日射量、雨量のほか、1日単位での植栽基盤への灌水量および雨水利用システムによる貯水量、池の循環ポンプ電力量、太陽光・風力発電システムによる供給電力量をあわせて実測した。

4. 調査結果

4.1 昆虫、鳥

3年間の調査で確認された昆虫の一覧を表-3に示す。総数は9目54科110種であった。図-2は目別の種数を比較して示したもので、チョウ目、カメムシ目、ハチ目が上位を占めており、以下、コチョウ目、ハエ目、バッタ目、トンボ目、カマキリ目、ハサミムシ目の順となっている。これらのうち、ハサミムシ科やアリ科、ミノガ科などに属する種は、緑化基盤の表層に敷いた畑土と一緒に持ち込まれた可能性もある。

また、池内では毎年、ギンヤンマやショウジョウトンボなどのヤゴが確認されており(写真-9)、こうした生物が飛来、定着していることが確かめられた。

鳥類は常時監視しているわけではないが、ジョウビタキ(写真-10)、シジュウカラ、ヒヨドリ、スズメ(写真-11)、ハシブトガラスなどがWEBカメラによって確認、撮影されており、これらは水深の浅い小川やパーパスに水を求めてやってくるようであった。

4.2 除草管理

4.2.1 除草管理方法

本屋上ビオトープの除草は緑地面積もさほど大きくないので、動力を用いた機械を使用せず、すべて手作業で行った。これは、こうした規模の屋上ビオトープの管理者自らが除草管理を行う場合を想定し、管理上のおおよその目安を得るためである。本研究における「人と自然とのふれあい」をテーマとしたビオガーデン的屋上ビオトープでは、除草はそれぞれの植栽の目的に沿った管理方法にするのがよいとの考えから全エリアで同じようにするのではなく、図-3に示す5つの管理エリアに区分し、それぞれを表-4に示す3つの異なる除草方法で管理した。ここでは、こうした除草管理方法を「植栽目的別除草管理」と呼ぶことにする。庭園エリアとハーブエリアでは植栽した植物以外の雑草をすべて除去(普通除草)、野草エリアと水辺エリアでは大きく成長した草本やイネ科やキク科の繁殖力旺盛な草本を中心に除去した(選択除草)。そして、雑木エリアでは基本的に放置する考えだが、通行の障害になるほど大きく成長、繁茂したものと除草時の判断で特に除いたほうがよいと判断されたものだけを除去することとした(放置管理)。これらの除草作業には枯れ草や花殻の除去、低木の簡単な剪定も含まれている。

除草作業は昆虫や池の水質などの調査にあわせてコアメンバー3名で行ったが、時季によっては補助が1~2

表-3 確認された昆虫一覧 (2002年5月~2005年5月)

目名	科名	種名	目名	科名	種名	
トンボ	イトトンボ	アジアイトトンボ	ハチ	ハバチ	ハダチ	
		クロスジギンヤンマ			キアシオガタガリハバチ	
	トンボ	ギンヤンマ		ツチバチ	キンケハラナガツチバチ	
		ショウジョウトンボ		アリ	ハラナガツチバチ	
		シオカフトンボ			クロオアリ	
		コノシメトンボ			クロキマアリ	
		ナツアカネ			トビイロアリ	
		アキアカネ			ベッコウハチ	
		ノシメトンボ			ドロボハチ	
		カマキリ			カマキリ	ハラビロカマキリ
コカマキリ	フタモンアシナガハチ					
バッタ	コオロギ	ハラオカメコオロギ	アサバチ			
		ミツカドコオロギ	サシガハチ			
		マダララス	ナミツチスガリ			
		エンマコオロギ	ハキリバチ			
		ツツレサセコオロギ		オオハキリバチ		
	マツムシ	アオマツムシ	マツシ	コシアトハチバチ		
				キリキリス	ヤブキリ	
	ハッタ	ツチイナゴ	ハネナガバシバッタ	ミツバチ	セイヨウミツバチ	
					ハサミムシ	ハサミムシ
	ハサミムシ	ハサミムシ	ハサミムシ	ハエ	ハチアブ	ムシキアブ
ハゴロモ	ハゴロモ	アシナガバエ				
セミ	アブラセミ	ツクツクホウシ	クロヒラタアブ			
			クロヒラタヨコハイ			ホヒラタアブ
オオヨコハイ	オオヨコハイ	オオヨコハイ	ヒメヒラタアブ			
アメンボ	ヒメアメンボ	マツモムシ	キイロミホヒラタアブ			
			マツモムシ			シマハチアブ
ホソヘリカメムシ	ホソヘリカメムシ	マルカメムシ	ハチアブ			
ヘリカメムシ	ヘリカメムシ	ツチカメムシ	アシナガハチアブ			
マルカメムシ	マルカメムシ	カメムシ	オオハチアブ			
ツチカメムシ	ツチカメムシ	チョウ	クロバエ			
カメムシ	アカスシカメムシ		ハマキガ	トウキョウキンバエ		
コウチュウ	ゲンゴロウ		ヒメゲンゴロウ	ミノガ		
				アサナガコガネ	セセリチョウ	
	コガネムシ		セマダラコガネ	マメコガネ	ダイミョウセセリ	
					ヒラタハナムグリ	イモジセセリ
					コアハナムグリ	チャバネセセリ
					ナナホシテントウ	アゲハチョウ
	ナミテントウ		ヒメカメノコテントウ	ツヤケシハチカミキリ	ミヤマカラスアゲハ	
					ゴマダラカミキリ	キアゲハ
	カミキリムシ	ウリハムシ	クローリハムシ	チミアゲハ		
				コフキウムシ	シロチョウ	
ハムシ	クローリハムシ	コフキウムシ	モンシロチョウ			
			コフキウムシ	ルリシジミ		
ゾウムシ	コフキウムシ	コフキウムシ	ベニシジミ			
			コフキウムシ	ヤマトシジミ		
ゾウムシ	コフキウムシ	コフキウムシ	タテハチョウ			
			コフキウムシ	ヒメアカタテハ		
ゾウムシ	コフキウムシ	コフキウムシ	キタテハ			
			コフキウムシ	アカタテハ		
ゾウムシ	コフキウムシ	コフキウムシ	スズメガ			
			コフキウムシ	ホシホウジャク		
ゾウムシ	コフキウムシ	コフキウムシ	シャチホコガ			
			コフキウムシ	チャドクガ		
ゾウムシ	コフキウムシ	コフキウムシ	マイマイガ			
			コフキウムシ	ヒメシロモントウガ		
9目	54科	110種				



写真-8 キアゲハ



写真-9 ギンヤンマ

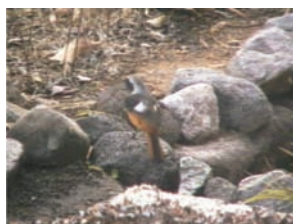


写真-10 ジョウビタキ

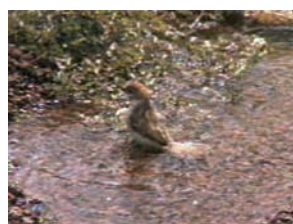


写真-11 スズメ

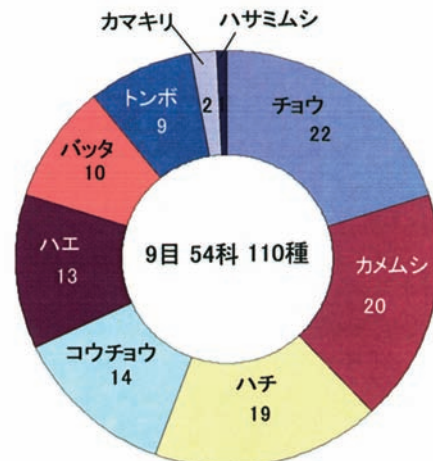


図-2 確認された昆虫の目別種数

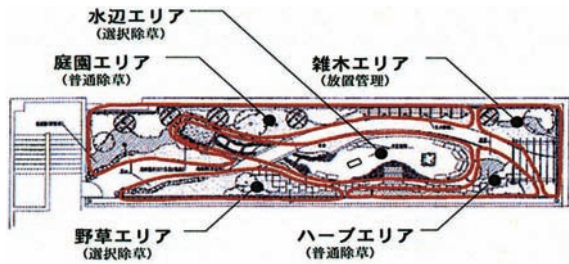


図-3 除草区分

表-4 除草管理方法

管理方法	内容	管理エリア
普通除草管理	植栽された植物以外はすべて除去する。	庭園エリア ハーブエリア
選抜除草管理	大きく成長した草本や、繁殖力が強いイネ科やキク科の草本を中心に除去する。	野草エリア 水辺エリア
放置管理	基本的に放置するが、特に大きく繁茂している植物や現場の判断で特に気になる植物を除去する。	雑木エリア

名加わった。なお、中高木の剪定、施肥（1～2回/年）についてはこの除草管理と別に行っている。

4.2.2 除草に要した作業時間、除草量

図-4にエリアごとの延べ除草作業時間と灌水量、外気温度、降雨量、図-5に除草量の推移を示す。除草量の測定は除草植物を詰め込んだポリ袋（40リットルと70リットル）の個数をカウントする方法によった。袋詰めは、基本的に袋が破れない程度に押し込むように毎回同じようにして行った。

2002年の夏は他の年に比べて平均気温がやや高かった。また、2004年の10月の降雨量が多いのは台風による影響である。灌水方法は、野草エリアが後述する雨水利用による方法で、他のエリアはしみ出しパイプを土中に埋設してタイマーによって自動灌水する方法である。図中の灌水量は、しみ出しパイプによって灌水した実測値であり、2002年に比べて2003年や2004年は灌水量を意識的に抑えた管理としている。

除草作業時間の推移の傾向は除草量のそれと近似していることがわかる。全体的な傾向として、野草エリアの作業時間がおおよそ竣工1年目ぐらいまで大きいとその後減少傾向にあること、逆に水辺エリアは竣工2年目あたりから徐々に作業時間が大きくなる傾向にあることがわかる。水辺エリアの作業内容には池のアオミドロ（写真-12）や落ち葉などの除去作業、その際の貝類やヤゴの選別作業も含んでおり、これらの作業時間が徐々に増えているためで、図-5に示す水性植物の除去量の傾向からもその様子が推察できる。また、冬は作業時間が相対的に少ないが、枯葉の処理作業に割く時間が多くなっている。

表-5に除草した植物を管理エリアごとに一覧にして示す。ハサミムシエノコログサやヒメシバ、カヤツリグサ、ナガバギシギシなどのように、どこのエリアでも除草されているものはこの地域で注意すべき除草管理対象植物といえる。なかでもヤハズソウはかなり強力に繁茂する状況であり、これによって失われた植物も少なくない

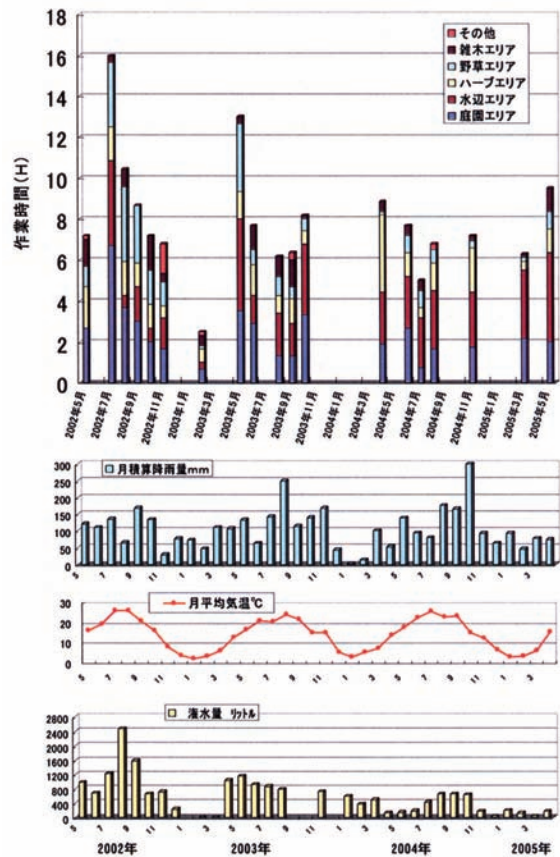


図-4 除草作業時間と灌水量、外気温度、降雨量の推移

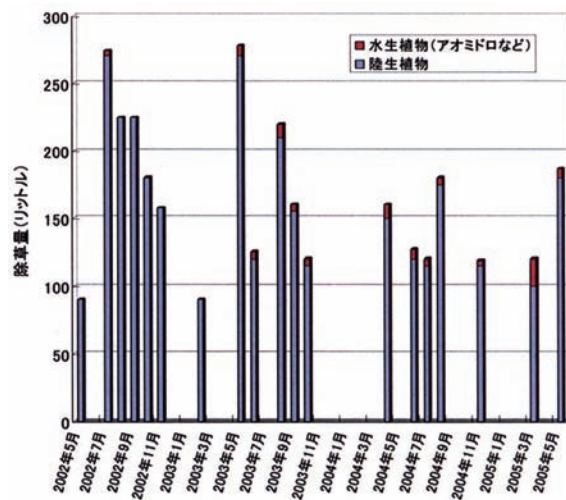


図-5 除草量の推移

いと考えられる。また、放置管理とした雑木エリアは除草種数は多いが、除草量としては少ない。

図-6に全エリアを平均した単位面積あたりの除草作業時間（以後、除草作業歩掛と呼ぶ。）を示す。2002年の値がやや大きめになっているが、これは竣工1年目ということで田んぼの畦道から持ち込んだ雑草のほか、畑土や植栽植物の土と一緒に持ち込まれた雑草の種が発芽したものの除草作業も含まれていると考えられる。2年目以降は、徐々に淘汰され、落ち着いてきているようにみうけられる。図-7に各管理エリア別の除草作業歩掛を示す。2004年4月のハーブエリアの作業時間が大きいのは、ハーブ類の剪定に時間を要したためである。除

表-5 除草植物一覧 (2002年5月~2005年5月)

科名	種名	除草場所					科名	種名	除草場所					
		庭園	ハーフ	野草	水辺	雑木			庭園	ハーフ	野草	水辺	雑木	
トクサ科	スギナ	○		○			アブラナ科	マメゲンバイナズナ		○				
イネ科	スズメノテッポウ					○		タネツケバナ		○				
	カモジグサ					○		イヌガラシ	○					
	ネズミムギ	○	○	○	○	○		スカシタゴボウ			○			
	ホソムギ					○		ナズナ		○			○	
	イヌムギ	○		○		○		ハラ科	ヘビイチゴ		○			
	スズメノカタビラ	○	○			○		マメ科	メドハギ	○				
	オヒシバ	○		○		○		ヤハズソウ	○	○	○	○	○	
	エノコログサ	○	○	○	○	○		カラスノエンドウ	○	○	○	○	○	
	アキノエノコログサ		○	○	○	○		スズメノエンドウ	○	○	○	○	○	
	キンエノコロ	○						ツルマメ	○			○	○	
	ヌカキビ			○				ヤブマメ				○		
	オオクサキビ	○	○					シロツメクサ	○	○	○		○	
	コメヒシバ	○	○					コメツブツメクサ	○				○	
	メヒシバ	○	○	○	○	○		コメツブウマゴヤシ		○			○	
	アキメヒシバ	○	○					カタバミ科	カタバミ	○	○	○	○	○
	イヌビエ			○	○			トウダイグサ科	エノキグサ	○			○	
	コブナグサ			○					ニシキソウ	○			○	
チヂミザサ			○					コニシキソウ	○	○	○	○		
カヤツリグサ科	ヒメクグ					○	ブドウ科	ヤブガラシ	○				○	
	コゴメガヤツリ	○	○				アカバナ科	メマツヨイグサ	○	○	○	○	○	
	カヤツリグサ	○	○	○	○	○	モクセイ科	トウネズミモチ	○			○	○	
ツクサ科	チャガヤツリ	○	○	○	○		ムラサキ科	キュウリグサ	○	○				
	ツクサ	○	○	○	○	○	シソ科	ヒメオドリコソウ				○		
ユリ科	ノビル					ナス科	イヌホオズキ	○	○	○	○	○		
アヤメ科	ニワゼキショウ	○	○		○	○	アメリカイヌホオズキ		○					
ラン科	ネジバナ	○					ゴマノハグサ科	トキワハゼ	○					
ドクダミ科	ドクダミ	○		○	○			タチイヌノフグリ	○	○	○	○	○	
クワ科	クワクサ			○				オオイヌノフグリ	○	○	○	○	○	
タデ科	カナムグラ		○			○	オオバコ科	オオバコ		○	○			
	ギシギシ	○					アカネ科	ハクソカズラ	○	○	○	○	○	
	ナガバギシギシ	○	○	○	○	○		ヤエムグラ		○				
	イシミカワ					○	キク科	ハハコグサ	○	○	○	○	○	
	サナエタデ	○	○	○				チチコグサ	○	○	○	○	○	
アカザ科	ハルタデ	○	○					チチコグサモドキ	○					
	ハナタデ					○		ハルジオン		○	○	○	○	
	イヌタデ	○	○	○	○	○		ヒメジョオン	○	○	○	○	○	
	シロザ	○	○	○	○	○		オオアレチノギク	○			○	○	
	アカザ	○	○	○				ヒメムカシヨモギ	○	○	○	○	○	
ヒユ科	コアカザ			○				ノボロギク	○					
	ケアリタソウ			○				ヨモギ	○	○	○	○	○	
ヤマゴボウ科	ホソアオゲイトウ			○				タカサブロウ				○	○	
	アオビユ	○			○			アメリカセンダングサ					○	
ツルナ科	ヨウシュヤマゴボウ	○		○	○		コセンダングサ				○	○		
スベリヒユ科	ザクロソウ	○		○			センダングサ			○				
ナデシコ科	スベリヒユ			○				ノアザミ	○					
	オランダミミナグサ	○	○	○	○			セイヨウタンポポ	○	○	○	○	○	
	ウシハコベ			○				ノゲシ	○	○	○	○	○	
	コハコベ	○	○			○		オニタビラコ					○	
	ハコベ	○	○	○	○			ハキダメギク	○	○				
	ノミノフスマ	○		○				セイイタカアワダチソウ	○		○		○	
								オオアワダチソウ					○	
31科							103種		66	56	50	45	52	

(H/m²)

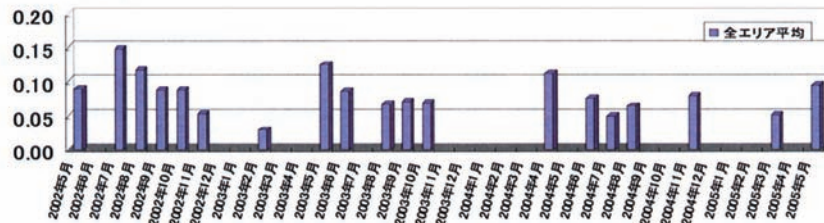


図-6 全エリア平均の除草作業歩掛

(H/m²)

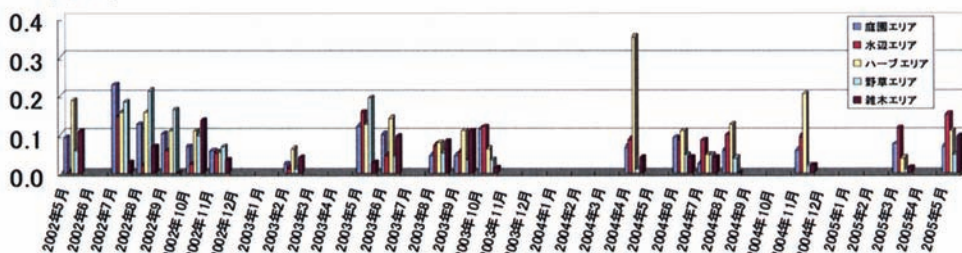


図-7 各管理エリア別の除草作業歩掛

表-6 期間平均除草作業歩掛 (H/m²)

普通除草管理		選択除草管理		放置管理
0.10		0.07		0.05
庭園エリア	ハーブエリア	野草エリア	水辺エリア	雑木エリア
0.08	0.12	0.07	0.07	0.05



写真-12 池のアオミドロ 2003.05

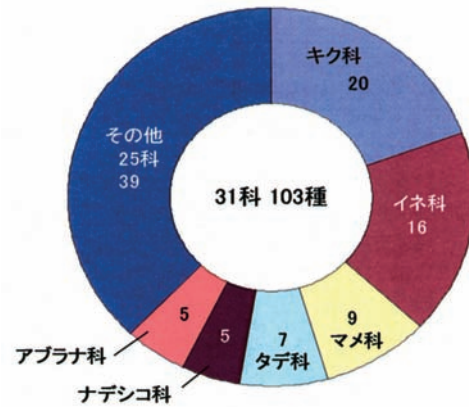


図-8 除草植物の科別推移

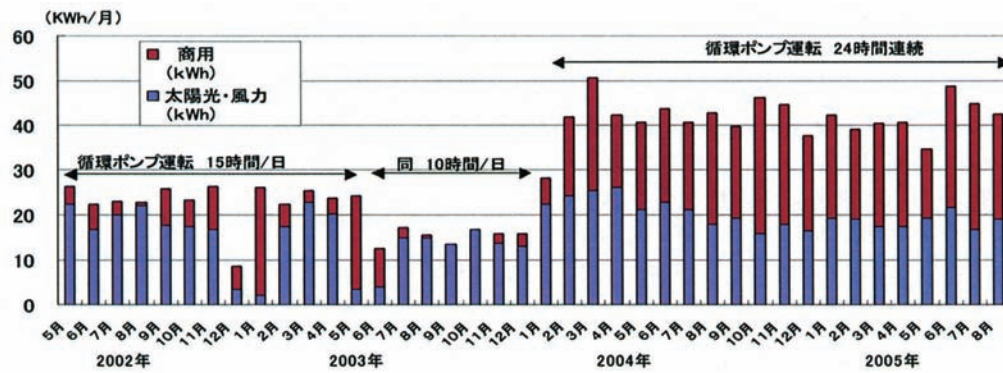


図-9 循環ポンプ電力消費量の推移

草作業歩掛は夏に大きく冬に小さいが、この期間の平均値を表-6に示す。普通除草管理で0.10H/m²、選択除草管理で0.07H/m²、放置管理で0.05H/m²という結果が得られている。これらの数値を比較する適当な文献がみあたらないが、敢えて文献²⁾の植物管理工事歩掛における「芝生管理工、人力除草」の数値と比べてみると、普通除草管理が文献²⁾の雑草状態「密」、選択除草管理が同「中間」、放置管理が同「疎」の歩掛とほぼ対応する結果であった。(1人工=8時間として換算)

4.3 太陽光・風力発電システムと池の水の循環に要した電力量

採用した発電システムは風力発電機(定格400W、風速12.5m/s)1台と太陽電池モジュール190Wh、6台(1,140Wh/日平均)とコントローラー、バッテリーで構成され、正弦波インバーターを介して交流100Vに変換し、負荷側に電力供給されるものである。蓄電量が不十分であれば商用100V電源に自動的に切り替えられる。負荷は池の循環ポンプ(100V-1A)である。循環ポンプは、池の水を土中埋設配管を通してバードバスに汲み上げるためのもので、水はバードバスから小川を経由して池に戻される。

図-9に池の循環ポンプ消費電力量の推移を示す。循環ポンプの運転時間は2002年5月~2003年5月が15時間/日、2003年6月~2004年1月中旬が10時

間/日、それ以降が24時間/日である。積算電力量は毎朝、目視によって記録したため、月末から翌月にかけて休日が続く場合などには正確に1ヵ月分の積算値となっていない月もある。また、全体の消費電力量が大幅に小さな月や太陽光・風力発電による電力量の消費がかなり小さな月があるのは、発電システムの調整等で運転を止めていたためである。

運転時間を10時間と短くしても気象条件の関係で負荷の100%が本発電システムで賄えるわけではないが、24時間運転時でおおよそ40~60%程度の負荷を分担できることが確かめられた。

4.4 池の水質

池の中央部の表層水(水深約5~10cm)を対象に、pH、EC、CODの測定を行った。測定結果の推移を図-10に示す。ECは2002年の夏ぐらいまで40前後の値を示していたが、その後、変動はあるものの徐々に値が低下し、2005年の5月には28程度となっている。CODは夏に大きく冬に小さな値となる傾向がみられるが、2003年の夏は気温が他の年よりも低めだったためかCODの数値も相対的に低くなっている。初年度の数ヵ月間のEC、CODの値が大きめになっているのは、周囲の植栽土から雨水とともに流入する養分や池底に敷いた粘土や水中に置いた水生植物用のプランター内の土壌から溶出した養分も影響していると推察される。また、

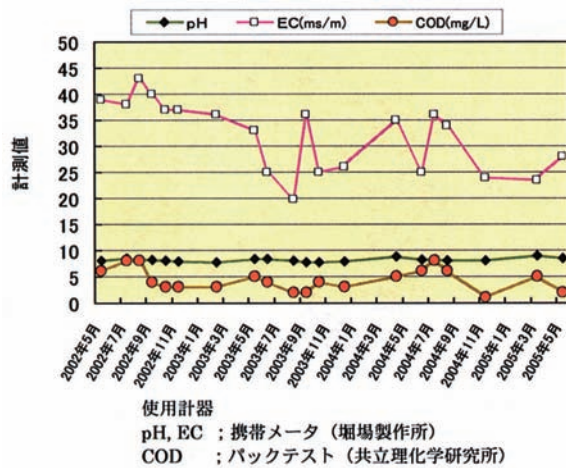


図-10 池の水質測定結果の推移

pHは調査期間中の最大が9.0、最小が7.7、CODは同じく最大が8、最小が1であった。

なお、各指標の測定は循環ポンプが運転されている時間帯で行っているが、前述の通り測定期間中の循環ポンプ運転時間はまったく同じ条件ではない。循環ポンプの運転により、ポンプ自体に付属するフィルターで汚れが除去され、さらにバードバス下部の木炭を敷き詰めた部位を通る際にも汚れが除かれる。1日の循環ポンプ運転時間の長さがどのように影響するのかも知りたいところだが、10時間/日運転から24時間/日運転に切り替えた2004年2月中旬あたりに着目すると、少なくともその後で水質が大きく改善されているという結果にはなっていないことがわかる。

4.5 雨水利用システム

本システムは池や小川の水域に降り注ぐ雨によって池の水位が上昇し、オーバーフローとしてドレインに排水される前にその余剰水を緑化基盤土壌内の貯水・灌水タンクに導入し、土壌に水分を供給するものである。システム概要を図-11に示す。貯水・灌水タンク(L900×W200×H150)の蓄水容量は18リットル/個であり、これを12個連結して野草エリアの土壌内に埋設した。タンクの上面には毛細管現象で土壌に給水する仕組みが備えられている。

実測は2004年2月より行った。タンクへの回収雨量は池水オーバーフロー給水装置とタンクとの間に設置した流量計、降雨量は隣接する建物の屋上に設置した雨量計により測定した。図-12に2004年2月～9月の結果を示す。降雨量の多い月ほど回収雨量も多いことが確認できるが、6月の回収水量はなかった。これはまとまった雨が降らなかったためと考えられる。1ヵ月あたりの回収水量は9月が最大で481リットルであった。池や小川の水域への降雨量に対する回収水量の割合は9月の20%が最大となっている。残りの降雨は池の水位調整幅の中で吸収される分、および池水面から蒸発で失われる分となる。

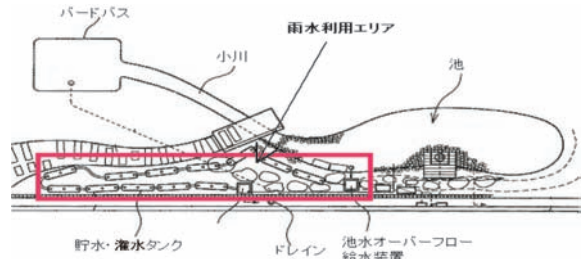


図-11 雨水利用システム

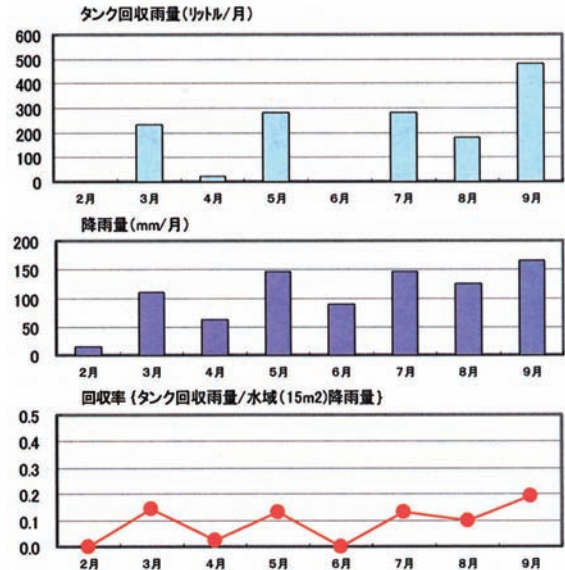


図-12 貯水・灌水タンクの回収雨量 2004年

5. おわりに

アメニティ型屋上ビオトープモデル施設の竣工後3年間の調査結果を報告した。本モデル施設には毎年多くの見学者が訪れて好印象を持っていただいているが、その視覚的な面ばかりでなく、小川を流れる水の音や鳥の声なども人にやすらぎ感を与えてくれている要因のひとつと思う。昨今、数多く施工されているセダムや芝などの薄層屋上緑化と比較すると、本屋上ビオトープの生物の誘致・保全効果や熱的效果等の優位性は言うまでもないが、こうした人の心理的側面においてもそれらにはない貴重な価値を持ち合わせていると考える。その検証は今後の課題としたい。

【文献】

- 1) 三浦、石田、篠崎、神野、浦田、宮本、小山、「屋上ビオトープに関する研究 その1 アメニティ型屋上ビオトープの概要とビオトープの設置が室内に及ぼす熱的效果の検証」戸田建設技術研究報告 第31号、2005年
- 2) 改訂 公園・緑地の維持管理と積算、編者 公園・緑地維持管理研究会 平成6年9月9日改訂、p.340