

N-12 雨水を水源とする生態系保全型屋上ビオトープの開発

群馬高専・専攻科環境工学専攻 ○安田大介、田中祐介、青井透

1.はじめに

今年の夏は史上有数の酷暑であったとされている。特に首都圏ではヒートアイランド現象が顕在化しており、東京都では平成13年4月から、一定規模以上の敷地を有する建築物を対象に、屋上等の緑化が義務づけられている。本研究室で長く検討をすすめている屋上ビオトープは、シート防水の屋上に20cm程度雨水を貯水し、水循環と植栽により生態系の保全をはかっているが、この方法は生態系の復元以外にも夏期には冷房効果が期待されるために、屋上緑化の一種とも見なせるわけであり、幅広い普及が期待される。

本屋上ビオトープシステムの概要については一部発表済みである¹⁾が、その後の長期運転により、種々の改良を実施し、システムとして完成に近づいたので、最近の近況を報告する(平成15年6月にはNHK"おはよう日本"でも放映された)。

2.屋上ビオトープの概要と最近の試み

屋上ビオトープは、実験室の屋上の排水ドレインの位置をかき上げし、水を張った深さ20cm程の浅い人工池である。容積は18m³、床面積は91m²(表1に仕様一覧を示し、図1に平断面図を示す)である。水源は雨水と補給用の水道水であるため、植物や動物が育つための栄養が含まれていない。そのため、肥料としてリンや窒素、カリを加えることで、適度に水を汚して植物性プランクトン生育の条件をつくり、水質の安定化を図った。水は循環ポンプによって常時循環し、魚の隠れ場を作るために季節に応じてヒシ・ミント・セリなど様々な植物を植えた(写真1)。

植物を投入することの利点としては、稚魚や昆虫のえさ・隠れ場になることや、葉の色で屋上の水の栄養状態が推測できることなどがあげられる。夏期上昇する水温対策として、3年前(2001年)にポンプで揚水し散水するクーリングタワーが設置されており、夏期の運転により水温の上昇を抑えている(<30℃)。

長期間運転すると、植物の腐敗物や魚の糞等で大量の底泥が発生し、成育環境悪化を招くので、底泥を除去するための試みとして、循環ポンプで汲み上げた循環水を、セリやミントの根に通してろ過し、固形分を除去する底泥除去装置を昨年春に設置した。また、水中ポンプを密閉容器に収納し、掃除機のように底泥だけを吸引できる底泥スqueeper²⁾を新規に開発し、適宜使用することで、過剰な底泥の蓄積を防止することを試みた。今年は、屋上ビオトープに

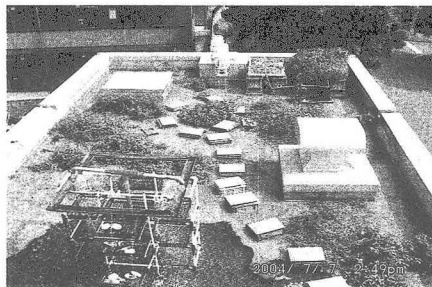


写真1 夏期の屋上ビオトープ外観

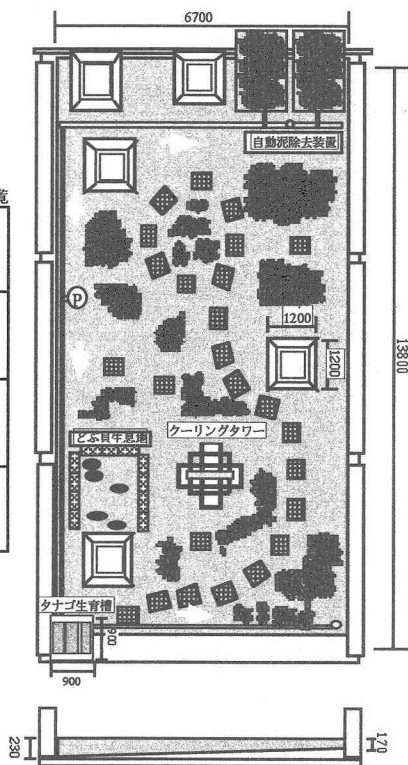


図1 屋上ビオトープ平断面図

表1 屋上ビオトープ仕様一覧

屋上ビオトープ水槽	
寸法	13.6×6.7×0.2m
有効容量	18m ³
床面積	91m ²
循環ポンプ	
ツルミOMU-2 ノンクログ型	
150w, 0.15m ³ /分×2mAq	
日循環回数	12回
タナゴ生育槽	
寸法	0.9×0.9×0.4m
有効容量	0.32m ³
DT	6min
クーリングタワー (夏季使用)	
揚水ポンプ	
ツルミOMU-2 ノンクログ型	
150w, 0.15m ³ /分×2mAq	

よる夏期室内の冷房効果を把握するために、水温・気温・1階2階の室温を継続的に測定し、冷房効果についても検討したので報告する。

3. 現在の運転状況

3-1 生態系 屋上ビオトープに生息している主な生物は、タイリクバラタナゴ、カラスガイ、モロコ(クチボソ)、メダカ、ヨシノボリ、ザリガニである。その中でも、クチボソ、ヨシノボリ、メダカ、ザリガニは、繁殖を続けており、生態系として定着しつつある。また、タナゴ類の長期育成を目指し、タイリクバラタナゴにはタナゴ育成槽を別途に設置した。タナゴ類は、カラスガイなどの二枚貝に産卵し繁殖するため、砂場を作り二枚貝(カラスガイ、ドブガイ)の育成にも着手している。しかし、貝の人工的な育成条件がまだ確立できず、定着にはいたっていない。

3-2 植生と施肥 水生植物として、夏期には暑さに強いミント・ヒシ、冬期には、寒さで枯れないセリやクレソンを優先し、その他にもスイレン、アサザなどの水生植物が生育している。写真2に屋上ビオトープで育成する植物群を示した。図2に示すように、セリやミントは、PP製の苗箱を複数段重ねた置き台を作りその上に設置している。本ビオトープはシート防水の排水口をかさ上げし、水を張ったところに、このような移動式の植物や足場を設置した簡単な構造である。このような屋上ビオトープを都市部に多数設置すれば、水生昆虫の回廊(コリドー)が形成され、トンボなどが都会に戻ってくることが可能となる。また、魚の餌となる植物プランクトンを発生させるために、施肥を行っている。しかし、今年の猛暑で、浮き草が大量に発生し、施肥による栄養塩が、奪われてしまうという課題も残した。

3-3 水質の管理 ビオトープには植物の順調な育成のために、定期的に有機配合肥料を投入し、植物やプランクトンの栄養源として、程よくよごれた水づくりを目指した。様々な施肥配合を検討した結果、有機配合肥料(N:P:K=1:1:1)を約1ヵ月ごとに1kg投入することで水質が安定した。しかし、今年の夏の猛暑では、植物の成長が著しく、特に浮き草が大量発生した。このような場合、Pは濃度的に安定していたが、Nの濃度が低下した。表2に今年6月後半～8月後半までの屋上ビオトープ水質を示す。窒素濃度が低下した場合には、硝酸アンモニウムを3～4日間隔で、定期的に投入し、窒素成分を補充した。また、浮き草の発生は、水面を被覆してしまいDOが減少したため(表2:7月後半)、浮き草は定期的に除去した。

夏期の水温上昇対策としては、クーリングタワーを運転した。図3にH16年7月下旬のビオトープ水温データを示したが、表より水温は22℃～29℃の範囲にあり、最高水温を30℃以下に抑えられた。また、上方から水を散水させるので、ビオトープの酸

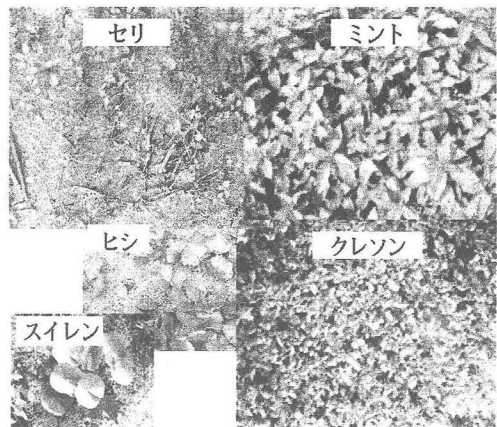


写真2 屋上ビオトープで生育する植物

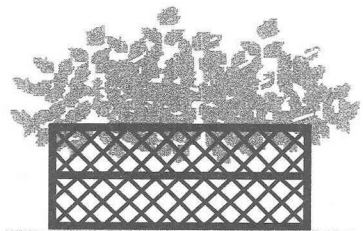


図2 水生植物栽培の立体構造

表2 屋上ビオトープ夏期水質と施肥状況

単位	pH	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	DO mg/l	(1) kg	(2) kg
6月後半	7.1	1.7	0.5	7.9	6.8	2	1
7月前半	7.2	1.3	7.9	5.2	5.6	4	0
7月後半	6.0	4.9	7.5	1.4	3.6	5	0
8月前半	7.4	0.4	9.9	2.6	6.0	3	1
8月後半	7.9	2.5	6.0	3.0	7.1	3	0

(1) 硝酸アンモニウム(NH₄NO₃)

(2) 有機ベレット(N:P:K=1:1:1)

肥料投入

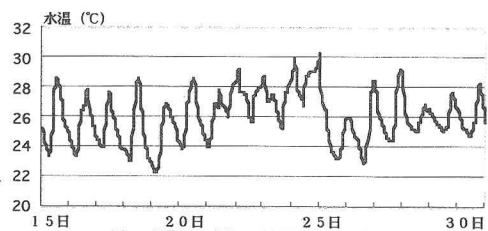


図3 夏期のビオトープ水温変化(7月下旬)

素不足を解消する効果も発揮している。

3-4 夏期の室内冷房効果 冷房のない実験室の各室温を測定することにより、屋上ビオトープの冷房効果を評価した。表3に各測定点の気温の比較を、図4はH16年8月13日の各温度経時変化を示す。表3の温度は、真夏日の10時～16時までの気温の高い時間帯のみを対象にしている。表3より、外気温に比べビオトープ直下にある実験室1Fでは、半月の平均で約2℃～5℃低下していた。また1Fと2Fでは、図4からも分かる通り、一定して約1℃の差が見られた。今年の夏は記録的な猛暑であったにもかかわらず、1F室温は、平均で約30℃程度で

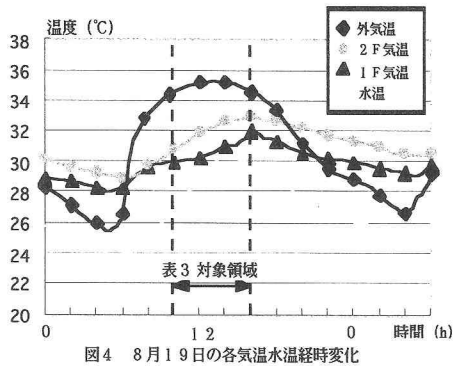


表3 夏期各月の各地点気温水温(昼間)の比較

	単位(℃)	1F	2F	外気温	水温
6月後半	平均	28.7	29.4	33.7	30.1
	Max	31.5	33.3	37.3	62.5
	Min	26.5	27.0	29.5	24.6
7月前半	平均	30.2	30.3	34.6	26.9
	Max	35.2	35.7	39.7	30.0
	Min	26.4	26.5	28.4	21.8
7月後半	平均	30.5	31.3	32.4	27.1
	Max	32.4	33.4	35.0	29.2
	Min	27.0	27.7	27.5	23.6
8月前半	平均	30.2	31.1	32.5	27.4
	Max	31.7	32.8	35.0	29.8
	Min	28.9	29.2	28.7	24.5
8月後半	平均	30.3	31.3	33.0	28.2
	Max	32.0	33.0	34.9	29.9
	Min	28.1	28.2	30.0	25.5

あり、このことから、室内温度の低下は屋上ビオトープの大きな特長であるといえる。

3-5 排泥方法の工夫 循環ポンプで組み上げた水を、セリやミントの根に通すことで、水に含まれている泥を自動的に除去する排泥装置を設置した。実際に泥除去装置の効率を知るために通過前と後でSS濃度を計った。調査方法は流入部と流出後の試料を80mlずつ採取し、10分間遠心機にかけ上澄みを取り除き、沈殿した底泥を乾燥させ重量を計った。その結果を表4に示す。入口SSと出口SSでおよそ2500mg・SS/l濃度が下がり、底泥が確実に除去されることが分かった。また、図5に示すように、除去された泥は植物の根(ネット状に広がる)に捕捉されているので、植物ごとロール状に巻き取ると地面に落下するようになっており、除去された泥と植物は良質の堆肥となる。

表4 底泥除去装置SS濃度

	SS濃度 (mg/l)
流入前	3200
流出後	710



図5 排泥装置で巻き取られた底泥と水耕植物

4.まとめ

屋上をコンクリートや防水シートのままに放置すると、夏期には屋上の温度は気温より15℃以上上昇するが、水を張った屋上ビオトープの場合には、最高水温を30℃以下に抑えることができた。また室温は、室外気温に比較して夏期の日中で2～5℃程度低下できることが分かった。

屋上ビオトープの夏期の水質については、概ね2kg/週の肥料投入により、窒素濃度は10mg/l以下に保持され、健全な水質を維持できることが分かった。蓄積する底泥については、新しく設置した二つの底泥除去装置により、除去できた。

生態系としては、蝶やトンボは定着し、メダカからクチボソまでの魚類は繁殖が確認されたが、二枚貝を産卵に利用するタイリクバラタナゴは、二枚貝の定着が達成されていないために減少傾向にあり、今後課題を残している。

参考文献

- 1) 青井 透(2002)ため池改修工事での生き物の回収・退避と校内屋上ビオトープでの生態系の定着、環境施設、No.90,pp73-79
- 2) 田中祐介、安田大介、青井 透(2004)校内浄化槽膜分離水を原水とした小川ビオトープによる処理水の循環利用と豊かな生態系の保全、第41回環境工学研究フォーラム講演集(投稿中)