

ホタルピオトープ創造技術

株式会社熊谷組技術研究所 門倉伸行

1. はじめに

ピオトープの創生に当たっては、失われた自然の復元、再生、創出を目的に、メダカやトンボなど、その地域に自生する動植物や希少動物などが生息できる環境づくりが行われている。当社でも、従来から都市開発や地域整備に当たっては、自然環境や生物が生息できる空間を復元、再生させることを実施してきており、さらに数年前からは失われた自然の象徴とも言えるホタルを指標生物にして、ホタルが棲めるピオトープづくりの取り組みを進めている。

ホタル育成に関する研究は、従来ホタル自体の生態が中心であったが、ホタルの生育条

件にはその餌となる貝（カワニナやモノアラガイなど）の生息が不可欠であり、ホタルピオトープの成立に極めて重要な役割を果たしている。ホタルピオトープでは、ホタルの卵～羽化まで、ホタルや餌となるカワニナが生息するに適した「水づくり」「土づくり」を基本に開発した技術である。本技術はグリーンパワー研究会が開発・特許保有している技術であり、その技術協力のもと実施している。

2. ホタルピオトープの特徴

2.1 ホタルの一生¹⁾

ゲンジボタルを例に、ホタルの生態について説明する。図1にゲンジボタルの一生を示す。

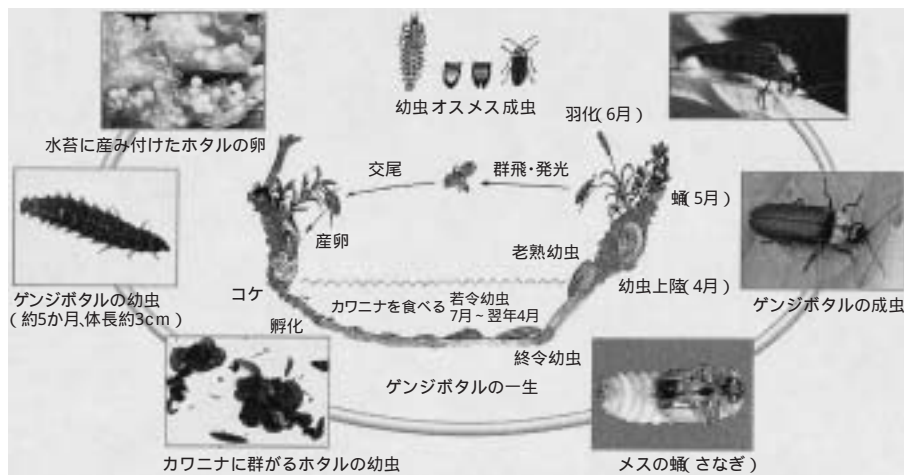


図1 ゲンジボタルの一生

ホタルの幼虫は、巻貝の一種であるカワニナの肉を溶かして食べる。一匹のゲンジボタルの幼虫が蛹（さなぎ）になるまでに、殻の長さが2mm～25mm程度の大きさのカワニナを24匹食べたという観察報告がある。さらに、幼虫は自分の体に合った大きさのカワニナしか攻撃できないため、ホタルの成長には膨大な数のカワニナの生息が不可欠である。カワニナは殻の成分が炭酸カルシウムであるので、カルシウムを多く含む水を好む。カワニナは雑食性であるが、一般的には珪藻類や枯れた葉、草を食べる。幼虫は、終齢になるまでおよそ10か月で6回の脱皮を行う。終齢幼虫は4月中旬頃、蛹になるために岸辺に這い上がり、土の中に潜り、土で繭を作り蛹化する。幼虫は、上陸後約40日で蛹になる。蛹化して10日目程度で羽化が始まる。羽化した成虫はしばらく土まゆのなかで休み、3～4日経った後の夜に地上に這い出てきて、飛び立つ。

2.2 ホタルの生息条件¹⁾

一方、ゲンジボタルの餌になるカワニナは、流れが緩やかで水深が浅い所から、溪流の流れが速く瀬の部分まで幅広く生息している。他には石灰岩層があり、日当たりがよく、珪藻類など植物プランクトンが多い、さらには落葉樹が多く落ち葉が流れの中に多くある、あるいはセリなどの植物が茂っているなどの特徴を持っている。すなわち、捕食者のホタルの幼虫は、被食者のカワニナの生息圏の一部で生息していると言える。

2.3 ホタルビオトープの特徴

前項の説明のように、ホタルや餌となるカワニナなどの生息には、ホタルの幼虫やカワニナなどが生息する「水」、及び幼虫が陸上に移動したのち生活し蛹になるための「土壌」

が重要であることがわかる。そこで、ホタルビオトープでは、ホタル育成用の用土に特徴をもたせ、ホタルの育成に適した水質の浄化・保持と用土としての必要機能を持たせた。

すなわち、水路の路床は、水質の総硬度を上げるためのゴロタ石、水質浄化を図るための珪砂および花崗岩、水質浄化と有効微生物の培養を図るための備長炭、水質を弱アルカリに保持し有効微生物の培養を図るための珊瑚砂等を配合した路床形成素材で形成している。さらに、路床にはアナカリス等の水草、クレソン、セリ等を植生している。

用土は、土壌、pH保持材、浄化材等で構成している。土壌は、赤玉土を主成分とし、pH保持材は珊瑚砂、浄化材には珪砂や備長炭を配合している。

また、水路内にはメダカを放流し、その糞によって藻類の発生を促し、藻類はカワニナやモノアラ貝の餌となる。ホタルの幼虫がこれらの貝を食すことで、食物連鎖が起きるような構造となっている。アナカリス等の水草は、光合成作用で二酸化炭素を吸収し酸素を供給し、水中の溶存酸素量を増大させる。

3. ビオトープへの適用事例

まず、当社技術研究所のビオトープにおいて、平成14年10月にホタル育成環境整備の改良工事を行い、ヘイケボタルの幼虫を放流した結果、翌年の平成15年7月には羽化が確認された。また、同年10月にゲンジボタルの幼虫を放流し、本年平成16年6月から7月にかけては相前後してゲンジボタルとヘイケボタルの羽化が確認できた。

その後、横浜市内の海洋関連公的研究機関の屋外公園、東京都庁都民広場での屋上緑化への適用を図っている。ここでは後者の二つの事例について紹介を行う。

表1 水質モニタリング結果

調査日	水温	pH	NO ₂ 亜硝酸 イオン	NO ₃ 硝酸 イオン	NH ₃ アンモニウム イオン	CO ₂ 溶存二酸化 炭素	GH 総硬度	KH カルシウム 硬度
	(℃)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(度)	(度)
2004/8/11	27.1	8.4	<0.15	0	0	1	4	3
2004/7/12	27.3	7.8	<0.15	0	0	3	4	3
2004/6/14	21.5	7.8	<0.15	0	0	3	4	3
2004/5/12	21.5	7.8	<0.15	0	0	3	4	3
2004/4/7	18.3	7.8	<0.15	0	0	3	4	3
2004/2/18	11.1	7.7	<0.15	0	0	3	4	3
2004/1/21	8.3	8.1	<0.15	0	0	4	3	3
整備工事前 2003/12/18	9.7	7.4	<0.15	0	0	3	3	3
整備工事後 2003/12/19	9.8	7.4	<0.15	0	0	3	3	3
ホタル生息 適合水質	6～25	7.0～8.3	0～0.15	0～50	0～0.15	3～6	5～15	2～8

注) <0.15は定量下限値以下であることを示す。



工事7か月後
写1 ホタルビオトープ整備工事後の状況(平成16年7月)

3.1 公的研究機関屋外公園(横浜市)

(1) ホタル生息空間の創造

ホタルビオトープを適用するため、平成15年12月に整備工事を実施した。工事は水路部及び水辺部を対象に整備を行った。整備面積は、せせらぎ部分で約8m²、土壌改良が約18m²である。整備工事終了後、カワナ及びクロメダカの放流を行った。ヘイケボタルの幼虫は翌年の平成16年4月と5月、カワナ稚貝が産

まれ世代交代を確認した後、に合計300匹の幼虫を放流した。

(2) 観察結果

整備工事後のモニタリングとして、工事の前後を含めた水質調査を実施した。表1に水質の結果、写真1に本年7月の状況を示す。整備工事前においても、ほぼ適合水質を満足していたものの、総硬度やpHが若干低かったが、徐々に改善されているのがわかる。ホタルの羽化の確認は現地の管理担当者に依頼し、7月の初旬に羽化を確認いただいた。7月12日には研究所内においてホタル鑑賞会を開催し、参加者から大変な好評を博したとのことである。

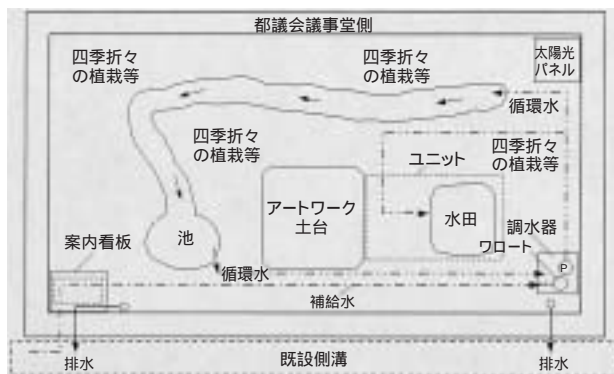


図2 都庁都民広場屋上ホタルビオトープ平面図

3.2 都庁都民広場屋上ピオトープ

(1) ホタル生息空間の創造

都民広場の屋上ピオトープは、平成16年に屋上緑化推進事業を啓発するモデルプロジェクトとして、都の公募に応募し、選定されたものである。従来の屋上緑化の目的である、景観の向上、ヒートアイランド現象の緩和、省エネルギーに加え、安らぎや癒しの場の提供を目的に、ホタルの成育を可能にした環境創造を目指したものである。

図2に屋上ピオトープのシステム図（平面図）、図3に断面図を示す。システムとしては、底盤にパーライトや備長炭を敷き詰め、その中に水を貯留することにより、常

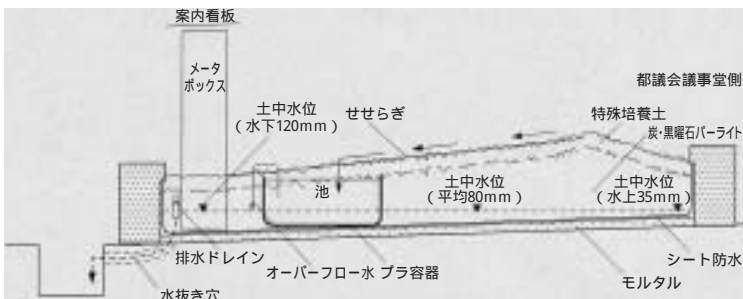


図3 都庁都民広場屋上ホタルピオトープ断面図



パーライト及び備長炭敷き



池構築



せせらぎ調整



水田への古代米植え付け



完成後の全景



せせらぎ・池（下流側）

写2 都庁都民広場屋上ピオトープ施工状況写真

に底面に豊かな水脈と空気層のある，自然と同様の環境を再現した構造を採用した。したがって，表層だけの水循環と比べ，高温期あるいは低温期においても水温の上昇・低下は抑えられ，生物や植生に対して温度影響を緩和する役目を果たしている。給水は調水器による自動給水とし，維持管理の容易化を図った。積載荷重は178.5kg/m²である。

ホタルの育成環境は，前項で示したものと同様の土壌・植生・生態系づくりを行っている。写真2に工事概要写真を示す。

(2) 観察結果

屋上ビオトープが平成16年4月末に完成し，約1か月植生や水質の観察を行った後，5月末にカワニナを放流した。ホタルの幼虫はカワニナの稚貝が産まれ，世代交代が確認された6月以降に放流した。本場所では背面にあるレストランが22:00頃まで営業しており，残念ながらその明るさのために，ホタルの羽化は確認できていない。なお，モニタリングは観察が主体であり，水質としては表2に示す気温，水温，亜硝酸イオンのみを測定した。

亜硝酸イオンは水質項目の中でも影響の大きい項目であり，水質悪化の評価指標として測定したが，すべて定量下限値であった。また，水温は気温の変動に追従せず，比較の変動も少なく，30℃を超える高い気温でも極端な水温上昇は見られなかった。

写真3に8月時点（8/25）の状況を示す。7～8月の異常な高温期を経たにも関わらず，植生の成長は極めて順調で，枯れている状況はまったく観察されなかった。また，カワニナの稚貝も無数に見られ，順調な成長が確認された。池ではクロメダカの稚魚も泳いでおり，生物の世代交代も順調に進んでいることが確認できた。

都民広場の屋上ビオトープは，夏場の高温期にはまったく日陰がなく，床面のコンクリ

表2 水質調査結果

調査日	気温 (℃)	水温 (℃)	亜硝酸イオン (mg/L)
5/6	18.0	17.0	<0.15
5/13	25.0	21.5	<0.15
5/25	23.8	19.6	<0.15
6/17	27.0	24.0	<0.15
6/24	35.0	28.0	<0.15
7/13	30.5	26.5	<0.15
8/25	27.0	26.5	<0.15

注) <0.15は定量下限値以下であることを示す。



せせらぎ・池（下流側）



池（クロメダカ稚魚）

写真3 屋上ビオトープ状況（平成16年8月）

ートからの照り返しもあり，都の担当者からは，水温上昇によって生物が死滅する懸念を指摘された。しかし，植生基盤の最下層までしみ込んだ水を循環させるシステムにより，水温上昇は見事に抑制され，異常高温が続いた夏場でも，カワニナやクロメダカは稚貝や稚魚を産み，順調に生育している様が観察された。

4. まとめ

ホタルピオトープに関して、ホタルや餌となるカワナなどの生態をもとに、ホタルピオトープ創造の考え方や構成の特徴をまとめた。また、ホタルピオトープの実施設への適用事例として、屋外公園及び屋上緑化への適用例を示した。

適用事例では、二つの事例とも植生の成長ならびに生物の世代交代が確実に行われることが確認された。とくに、カワナの新貝の大量発生とその後の順調な生育によって、ホタルの生育環境が短時間のうちに整う過程が極めて明確に観察された。横浜市内の公的研究機関では、研究棟と研究棟の合間の小さな中庭を活用して高度な自然環境を創生した事例で、ホタルの羽化・飛翔によって研究員の方々にひと時の安らぎと癒しを与えた好事例と言える。

ホタルピオトープはこれらの事例のほか

にも、事務所のロビーに適用する円形の「ホタルのせせらぎ」もあり、本社及び技術研究所において3年前から実施しており、一昨年ならびに昨年ともにホタルの羽化を確認している。失われた自然の象徴としてのホタル、その希少性という付加価値は極めて大きいと考えている。学校教育においては、まさに生きた環境教育の一環として位置付けられる。屋外でのピオトープ作りのみならず、教室や実験棟などの建築構造物への展開も期待される。今後、いろいろな場面への需要のすそ野を広げるとともに、自然復元の技術をアピールする格好の舞台として、ますますの広がりを期待する。

参考文献

1) 例えば、ホームページ：東京にそだつホタル、<http://members.jcom.home.ne.jp/hotaru-net/front.htm>など

工業科準教科書・実習書	
	定価 各1,800円
機械実習1 機械実習2 機械実習3 電気・電子実習1 電気・電子実習2 電気・電子実習3 土木実習1 土木実習2 建築実習1 建築実習2 工業化学実習1 工業化学実習2 工業管理技術 新版 情報技術基礎実習	
新版 テキスタイル製品	定価2680円
新版 テキスタイル技術	定価2680円
新版 カラーリング技術	定価2780円
新版 産業社会と人間	定価1200円
電子機械実習	定価2200円

☆定価(5%税込)は平成17年1月現在で表示しました。
☆定価は変更になることがありますので、あらかじめご了承ください。