

駿河台大学キャンパス内におけるビオトープの 創生とヘイケボタル導入

土 方 幹 夫
伊 藤 雅 道

1. はじめに

駿河台大学キャンパスには裏手の丘陵地（加治丘陵）から自然の流水が流れており、これを利用して水辺ビオトープを比較的容易に創生できるという条件に恵まれている。また、こうしたビオトープを媒介として学生の環境教育や地域社会との連携などの多様な活動の展開が期待できる。そこで著者らは、本学学生課、NPOなどと協力し、2008年よりビオトープの創生と有効な利用を目指し、活動を行っている。本報告はその概要を報告するものである。

ビオトープ概念の変化

ビオトープ (biotope) の語は元は生態学分野で生物の生息場所を表すやや漠然とした用語としてハビタート (habitat) とほぼ同様の意味で用いられていたが、1980年代頃よりドイツでこの語を人工的な自然再生事業の意味で使うようになり、日本でもこの語の独語流の読み方である「ビオトープ」の語をそのまま同様の意味で用いているようである（杉山・福留編、1999）。さらに最近では人工的に再生された自然のうち特に池やせせらぎなど水環境を中心として設計されたものを取りわけ「ビオトープ」と呼ぶことが多くなり（村上・木下、2006）、森林や草原などに対してはこの語はあまり使われていない。本報告でも最近の傾向に倣い、キャンパス内の水流を中心として生物多様性の再生を目指して人工的に創成した場所に対して「ビオトープ」の語をあてることとする。

本学キャンパスにおけるビオトープ創生の基本的考え方

本学のビオトープの要となる水流は大学敷地の森林の中を流下してきたもので、ビオトープを流下した後調整池に注いでいる。そこで、水流を中心として池～ビオトープ～源流と付近の水源林を相互作用で関連づけられ

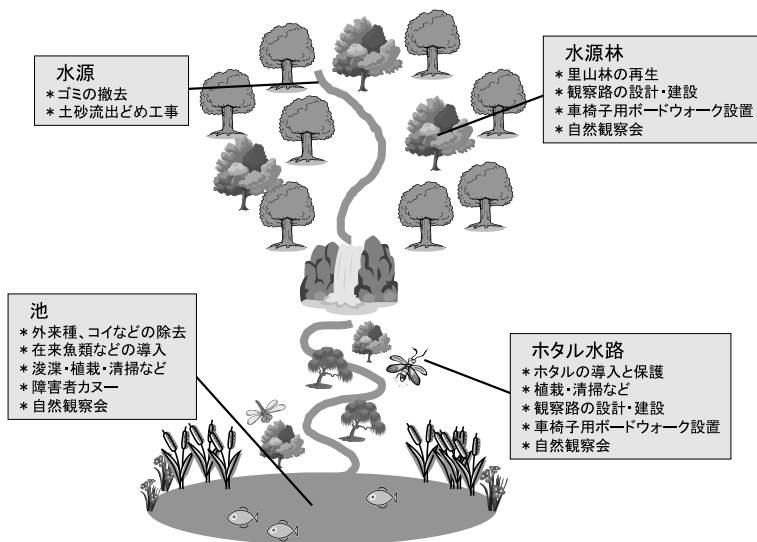


図1 駿大ビオトープを中心とした自然再生事業のマスタープラン。

た一体のもの、すなわち生態系として管理を行なうことが必要である。そこで著者らは流域全体の生態系管理のマスタープランを策定し(図1)、水流の水源となる森林の管理、水源の確保、ビオトープ創生、調整池の管理等を一体的に行なうことにし、そのもっとも重要な一環としてビオトープの創生と管理を行なうこととした。これは環境管理上のためだけでなく、自然の色々な要素はそれぞれ関連しあって生態系として機能していることを本学学生に環境教育を通じて学んでもらいたいとの教育上の目的も大きい。

ホタル導入の意義

ビオトープ創生の目的は生物多様性が全体として豊かになることを目指しているが、本学ビオトープではとくに本学学生、教職員、近隣の一般市民により自然再生についての関心や興味を持っていただくことを考慮し、象徴的な意味でホタルの導入を行ない、これを基本に生物多様性の再生を目指してゆくこととなった。ホタルを対象に水辺環境を再生させる試みは最近学校や地域を中心に日本各地でさかんに実施されており(大場、2004)、技術的な手法もかなり確立しつつあることも大きな理由である。山間の傾

斜地から流下してきた小水流が大河川流入（入間川）までのごく狭い面積の間緩傾斜地を流れる、という環境の特性から考えて「里山集落周辺のホタル飛び交うせせらぎ環境の再生」が本学ビオトープの基本目標である。また、この特性から山間の水流を好むゲンジボタル (*Luciola cruciata* Motschulsky, 1854) より、水田や集落周辺のせせらぎを好む（大場、1986；三石、1996）ヘイケボタル (*Luciola lateralis* Motschulsky, 1860) 導入がより適切と考えた。

2. ビオトープの位置と環境

ビオトープは駿河台大学飯能キャンパスに位置し（35°49′48.0″N、139°20′6.2″E）、標高は約100mである。大学敷地外の丘陵地に源を発する沢が敷地のほぼ中央部を南北に流下し、最後は石組みの急斜面を流れてキャンパスに流下している。この流下地点から調整池に注ぐまでの約90mの間水流は幅約2.5mのコンクリートで固められた直線的な水路を緩やかに流れる。水路の周辺は右岸が駐車場、左岸がゴルフ練習場となっており、左岸にヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. & Zucc.) の杜令樹1本が生育する他はほとんど草地である。この水路をビオトープの創生場所とした。これを以下駿大ビオトープと表記し、一般的な意味でのビオトープの語と区別する。

また、流下する沢の流域は加治丘陵とよばれる丘陵地帯で、主な植生はヒノキ、スギ (*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don) を主体とする人工林と、コナラ (*Quercus serrata* Murray) を主体とする落葉広葉樹二次林、いわゆる雑木林である。沢はほぼ森林内を流下するが、市道が横断する地点（大学敷地の南端）で不法投棄ゴミが水流中及び周辺に見られた。

駿大ビオトープ創生に先立って水路の水質を測定したところ、亜硝酸塩0.02mg/l、硝酸塩0.3mg/l、アンモニア0.2mg/l、溶存酸素量（DO）10mg/l、pH6.7となり、ホタル生息に大きな障害はないことがわかった。

3. ビオトープの創生および維持管理

駿大ビオトープは2008年9月から本格的な造成を開始し、翌2009年3月までには大まかな形を整え（図2A）、同年3月下旬にはヘイケボタル幼虫とその餌動物であるカワニナ（*Semisulcospira libertina* (Gould, 1859)）の放流が開始された。

このビオトープを造成するにあたっては、目的とするヘイケボタルの導入を想定し、下記のようなポイントに留意しながら作業をおこなった。

駿大ビオトープ造成のポイント

1) 水流の水質の保持

駿大ビオトープに流下する沢は前述したように水質に大きな問題はなかったが、上流域の観察によって水路際に多くの不法投棄ゴミが残された場所がある事がわかった（市道が沢を渡る地点の周辺）。このため、2009年6月に2回に分けてこうしたゴミの除去をおこなった。

2) 溶存酸素量の確保

ホタル類および餌となるカワニナは水中の十分な溶存酸素を必要とする（飽和に近い値がよいとされている）（村上・木下、2006）。このため、まず水路に多量に堆積した泥を重機と人力により除去した（図2B）。これは泥が分解する過程で多くの水中の酸素を消費してしまい、溶存酸素量を低下させることが予想されたためである。

本学のキャンパスに沢が流入する際、石とコンクリートで固められた急斜面を流下するため、自然の流水にある程度酸素が溶け込むことは予想されたが、さらに1) ビオトープの最上流部に堰を作り、堰から水が落下する時に酸素が溶け込むようにし（図3A）、2) ビオトープの水流を屈曲させ適度に岩を配列することで水流に泡が発生し酸素が溶け込みやすいようにした（図3B）。

3) ホタル上陸場所の確保

ゲンジボタル、ヘイケボタルなどの水生ホタル類は幼虫の時期を水流中で過ごすか、蛹になる前に陸に上がり、水流のすぐ脇の土中にもぐって蛹化する（中根・大場、1981）。このためホタルが容易に上陸し蛹化するため



図2 駿大ビオトープの概要と造成のポイント（その1）
（撮影者はすべて伊藤雅道）。A、大まかな形ができあがった駿大ビオトープ全景（撮影2010年6月）、
B、重機を導入し、水路の泥を除去（撮影2008年9月）。



図3 駿大バイオトープの概要と造成のポイント（その2）
（撮影者はすべて伊藤雅道）。A、水路上部の石組みの堰（撮影2010年6月）、B、石を配置した水路（撮影2010年6月）。

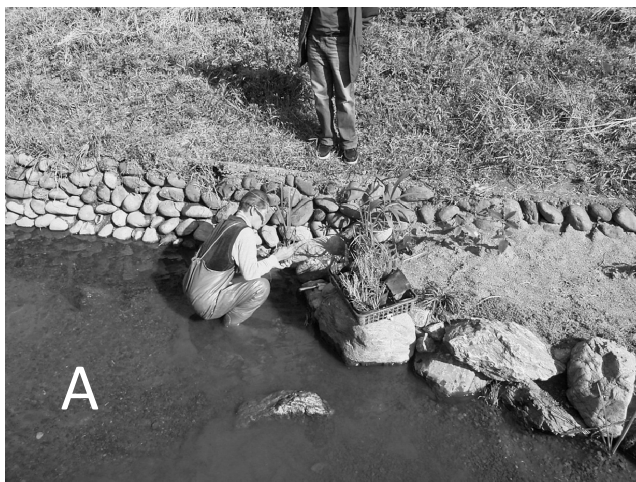


図4 駿大ビオトープの概要と造成のポイント（その3）
（撮影者はすべて伊藤雅道）。A、上陸島への草本の植栽（撮影2008年10月）、B、水路際に植栽されたロウバイ（撮影2009年3月）。

の上陸島を造成した（図4 A）。

4) ホタル成虫の休息場所の確保

ホタル類の成虫は夜行性で夜間に発光しながら飛翔するが、飛翔能力は低く頻繁に休息する。また、昼間はほとんど休息する。このためホタル成虫の休息場所の確保が必要で、1) 水路際の草刈りを禁止し、2) 水路に沿ってツツジ (*Rhododendron* sp.) とロウバイ (*Chimonanthus praecox* (L.) Link) の若木を植栽し（図4 B）、3) 上陸島にも草本類を植栽した（図4 A）。

5) 大型底生魚の除去と侵入制御

駿大ビオトープの水流が注ぐ調整池には大型の底生魚であるコイ (*Cyprinus carpio* (Linne, 1758)) が多数生息していたため、水位の高い時などにビオトープに侵入しホタル幼虫が生息する底質を攪乱する可能性があった。そこで、水路と池との間に網を設置し、コイがビオトープに侵入しないようにするとともに、調整池中のコイを捕獲して除去した。しかし、2011年3月の段階ではまだ数頭のコイが生存しているのが確認された。

ホタルを放流した2009年3月以降はその生活に大きな影響が出ないように考慮しながら駿大ビオトープの維持管理を行なった。主な実施事項、頻度、時期などは下記の通りである。

駿大ビオトープの定常的維持管理

1) 上陸島や水路の補修

集中豪雨により上陸島が破損したり、生育していた植物が流されたり、水路の流路が変化することがある。ヘイケボタルおよびカワニナを放流する3月中旬より前にそれらの補修を毎年行なっている。時期は概ね3月上旬。また4月には上陸島や水路際に草本類の植栽を行なっている。ヘイケボタル成虫の休息場所、風の少ない飛翔空間の確保などが目的である。

2) 水路の清掃

ヘイケボタルが概ね上陸を終了する時期に、水路の清掃を行なう。ゴミを除去するとともに過剰に繁殖した藻類（主にアオミドロ類 *Spirogyra* spp.）も除去している。時期は5月下旬から6月中旬。

3) 堰の清掃

降雨時に沢の上流より土砂や落葉が堰に流れ込んで堆積している。これらはその分解により多くの酸素を消費し、水中の溶存酸素量を低下させるため、上記と同じくヘイケボタルが上陸している時期に除去を行なう。

4) 流域森林の管理

駿大ビオトープに流下する沢の流域にあたる本学敷地内の森林の管理を行なう。なるべく本来の里山林が長期的に維持されるように常緑樹、生長不良の針葉樹などを除去する。これにより水量や水質が安定すると考えられる。時期は12月～3月上旬。

4. ホタルの導入と観察会の開催

駿大ビオトープの大まかな完成を待って、2009年3月中旬にヘイケボタルの餌となる巻貝、カワニナの放流をおこなった。約2kg（約2,500頭）であった。同年3月下旬にはヘイケボタルの終令幼虫約1,000頭を放流した。ヘイケボタルは所沢市で人工繁殖されている個体群で遺伝的な攪乱の可能性はほとんどないと考えられる。その後翌2010年、2011年にも同じ時期にほぼ同様の量のカワニナとヘイケボタル幼虫を放流している。カワニナは生きた植物体から落葉、藻類など植物質のものなら何でも食べるが、主要な食物と考えられる藻類の確保のため、毎年（2009年～2010年）6月に周囲の河川から小型魚（アブラハヤ *Phoxinus logowskii steindechneri* Sauvage, 1883、ウグイ *Tribolodon hakonensis* (Günther, 1880) など）を20頭前後捕獲して放流した。2011年春にはこうした小型魚の稚魚が多数目撃されるようになった。小型魚の排泄物が岩の表面や底質の藻類の生育を促進し、カワニナは食物資源となり、ひいてはヘイケボタルの食物資源であるカワニナの安定的な供給につながる。

カワニナは比較的低水温を好むとされ、27℃が生存限界とされる（村上・木下、2006）。駿大ビオトープの上部（堰の下）と下部（調整池合流地点付近）で2010年の夏期にデータロガーを用いて水温を測定したところ、上部は定常的に27℃を越えることはなかったが、下部では時折越える日が

あり、直射日光でビオトープ内の水流が短時間で水温が上昇することが示された（伴内、2011）（図5）。ヘイケボタルの生息は上部の方がより適切であることがわかった。

ヘイケボタルは5月上旬頃より蛹化のための上陸を開始する（三石、1996）と考えられるが、本学ビオトープでは2009年、2010年ともに6月中旬から7月上旬にかけて成虫の発光が確認され、放流した幼虫は順調に蛹化、羽化を行なったことが確認された（伴内、2011）（表1）。

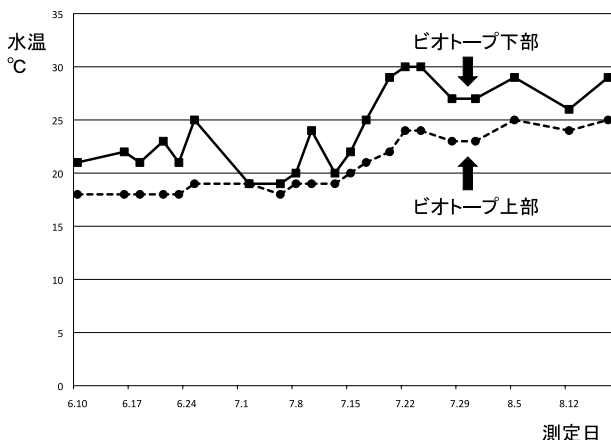


図5 駿大ビオトープの2010年6月～8月の日最高水温の推移（伴内、2011をやや改変）。ビオトープ上部は堰から3mほど下流、ビオトープ下部は池への合流地点付近。

表1 駿大ビオトープにおける2009年及び2010年のヘイケボタル成虫の確認日と確認頭数。

2009年		2010年	
月日	確認頭数	月日	確認頭数
0612	1	0611	6
0613	2	0619	16
0616	2	0622	6
0617	5	0624	1
0619	1	0626	2
0703	2	0703	1

これらの結果をうけ、2009年6月25日と26日、2010年6月16日には本学学生課主催で本学教職員、学生、一般市民を対象としてホタルの観察会を開催した。まず著者や学生ボランティアらがスライドでホタルの生活や特性について説明し、続いて参加者全員で駿大ビオトープに移動し、ホタルの観察を行なった。観察会には小学生やその父母らも多く参加し、ホタルの発光と飛翔の様子を楽しんだ。こうした観察会は今後もホタルの成虫発光の時期には毎年実施していきたいと考えている。

5. これからの課題

これまでの駿大ビオトープの造成過程で明らかになった問題点について整理したい。

1) 水路の水量の安定

駿大ビオトープの水流は流域の面積が狭いこともあって、水量は安定せず、降雨の後はかなり水量が増え、逆に夏の乾燥期には減少が著しい。渇水期には上水を供給できるように水道栓は設置してあるが、増水した場合が問題で、集中豪雨で上陸島や水路が破損した例もある。極端な増水の場合に水流をある程度バイパスできるような流路があることが望ましい。また上流の沢に土石の流下をある程度食い止めるための砂防ダムを設置することも必要である。

2) 夜間照明の遮蔽

駿大ビオトープ右岸には駐車場があり、左岸には野球、ゴルフの練習場があり、ともにヘイケボタル成虫期に午後9時前後まで夜間照明の点灯がある。照明はホタル成虫の繁殖行動には影響を与えるとされている（東京ゲンジボタル研究所、2004）。点灯の停止は問題が大きく困難だが、ビオトープ周辺の植栽を増やすことにより照明の遮蔽を効果的に行なうことは可能である。また、最近では夜行性昆虫への影響が少ない周波数の照明装置も開発されており（日経エコロジー編、2009）こうした機器の導入も検討課題である。

6. 謝辞

駿大ビオトープの創生と維持管理にあたって、友石安彦理事長をはじめとするNPOホタルの会のメンバー、(有)しなのガーデンの伊藤孝代表、雷光一郎長をはじめとする駿河台大学学生課職員、駿河台大学環境ボランティアの多数の学生諸君、伴内啓太氏をはじめとする2009年度および2010年度経済学部伊藤ゼミ学生諸君には多くのご助言とご協力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 大場信義『ホタルのコミュニケーション』東海大学出版会、1986年。
- 大場信義編著『だれでもできるホタル復活大作戦—はくらの町にホタルがもどってきた』合同出版、2004年。
- 杉山恵一・福留脩文編『ビオトープの構造—ハビタット・エコロジー入門』朝倉書店、1999年。
- 東京ゲンジボタル研究所『ホタル百科』丸善、2004年。
- 中根猛彦・大場信義『ホタルの観察と飼育』ニュー・サイエンス社、1981年。
- 日経エコロジー編『世界に乗り遅れないための生物多様性読本』日経BP社、2009年。
- 伴内啓太「天覧山および駿大構内ビオトープにおけるホタル類（コウチュウ目ホタル科）の発消長」駿河台大学経済学部2010年度卒業論文、2011年。
- 三石暉弥『ヘイケボタル—人里の可憐な昆虫』ほおずき書籍、1996年。
- 村上光正・木下一成『きれいな水でホタルをとばそう—自分で作るビオトープ』パワー社、2006年。