

的場高架橋工事におけるホタル生息環境保全の取り組み

Firefly Habitat Conservation in the Matoba Viaduct Construction Site

黒川 幸彦 YUKIHIKO KUROKAWA
東北支店 杉村 悟 SATORU SUGIMURA
土木設計部 紙永 祐紀 YUKI KAMINAGA
中部支店 田中 寛之 HIROYUKI TANAKA

生物多様性保全に対する取り組みの一環として、的場高架橋工事（静岡県浜松市）において、ホタルの生息環境保全に取り組んだ。ホタルの生息環境への影響を最小とした施工を行うとともに、橋梁下にホタルビオトープを設置し生息域の拡大を図った。また、環境意識の向上のために地元住民等と協働してホタル鑑賞会の開催や自然体験学習の場を設けるなどの活動を行った。追跡調査の結果、ホタルの生息環境に工事の影響がほとんどみられないことを確認した。

キーワード：生物多様性保全，ホタル，生息環境，ホタルビオトープ

As a part of its commitment to biodiversity conservation, fireflies habitat conservation on the Matoba viaduct construction site (Hamamatsu City, Shizuoka Pref.) was projected. The minimal impact due to the construction and the expansion of the habitat by a firefly biotope under the bridge were planned. In addition, we conducted the activities such as firefly watching and natural learning experiences with local residents and others to raise environmental awareness. No adverse effects on fireflies habitat by the construction were observed in the follow-up researches.

Key Words: Biodiversity Conservation, Firefly, Habitat, Firefly Biotope

1. はじめに

2008年に「生物多様性基本法」が制定され、2010年には生物多様性条約第10回締約国会議（COP10）が名古屋で開催されるなど、1993年の国際条約への加盟以来、生物多様性の保全に関して国家的な取り組みが行われている。民間の企業もこうした取り組みに参画することがより効果的であるとして、2009年には「生物多様性民間参画ガイドライン」が策定されるなど、生物多様性保全に関する取り組みは社会的な要請となってきた。

三井住友建設では社の方針として、生物多様性の保全を含めた自然保護活動に取り組んでおり、多くの工事現場で希少生物・植物の保存や環境保全活動の支援などを実施している。的場高架橋工事におけるホタル生息環境保全の取り組みはその一例である。

静岡県浜松市北区の引佐町を流れる的場川は、多くのホタルが見られる川として有名である。「的場高架橋他2橋（PC 上部工）工事」は新東名高速道路の浜松いなさジャンクションの中、この的場川に架橋される本線の

上り線・下り線、ランプ橋2橋の合計4橋梁を架設する上部工工事であるが、ホタルの生息環境保全が施工時の課題のひとつであった。

本橋梁については、河川環境への影響を低減できるプレキャストセグメントによる張出し架設工法¹⁾が採用され、施工に際してはホタルの生態にも配慮して作業内容・工程を調整しつつ工事を進めた。また、ホタルビオトープを設置し生息域の拡大を図る環境保全策や、地元住民らと協働してホタル鑑賞会や自然体験学習などの環境啓蒙活動を展開した。こうした活動と併行してホタル等の生息状況に関する追跡調査を行ってきた。本稿では、2009年4月から約3年間実施してきたホタル生息環境保全活動の概要と追跡調査の結果を報告する。

2. ホタルの生態と的場川的环境

(1) ゲンジボタルの生態

的場川周辺には様々な生物が生息しているが、特にゲンジボタルが有名であり、その生息環境保全が課題とな

表-1 ゲンジボタルの生活史

形態	生息場所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
幼虫	水中												
蛹	土中												
成虫	植物上												
卵	水辺の苔												

表-2 ゲンジボタルの生息条件等

形態	生態	生息に適した条件
幼虫	・幼虫は9ヶ月水中で生活し主にカワニナを食する ・夜行性で昼間は小石の下や砂・土中にかくれている	・水質の安定した川で水深が浅い場所 ・餌となるカワニナが多い
蛹	・川沿いの土にもぐって土繭をつくって蛹化し、40-50日で成虫となる	・寄り州や土堤など水際に近いところに柔らかい土壌がある
成虫	・寿命は約1週間。日中は木や草の葉裏で休息 ・飛翔の高さ1~10m	・川岸に水田や樹林地または草地がある ・人工照明が直接あたらない
卵	・25-30日間で孵化	・川沿いの苔上に産卵 ・風通しがよく湿った場所

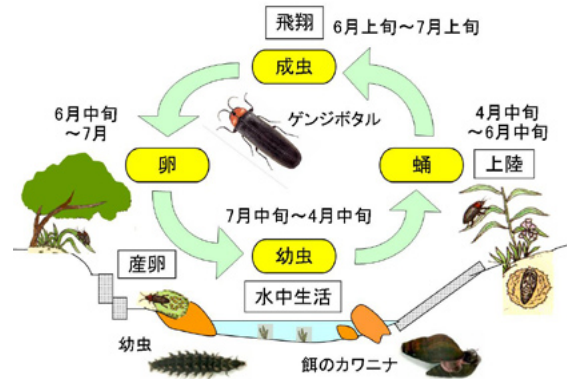


図-1 ゲンジボタルのライフサイクル

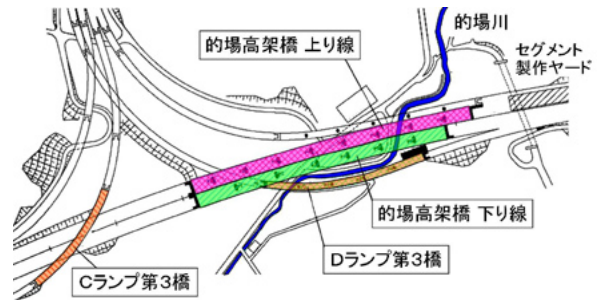


図-2 工事位置図

った。ゲンジボタルは生息する地方によって生態はやや異なり、飛翔の時期や明滅の仕方なども異なっている。

1995年度、1996年度の「第二東名高速道路引佐地区自然環境対策基礎調査報告書（日本道路公団静岡建設所浜松工事事務所，日本総研㈱）を参考に作成した的場地区に生息するゲンジボタルの1年間の生活史を表-1および図-1に、生息に適した条件等^{2),3)}を表-2に示す。

ゲンジボタルは6月から7月にかけて産卵し、産卵後約1月で孵化、幼虫は水中で約9ヶ月間にカワニナを餌として成長し、翌年の4月頃には水際の土の中で土繭を作り蛹となる（一部越年する）。6月には成虫となり、約1週間飛翔し交尾して水際の苔の上に産卵する。清流であれば生息の適地というわけではなく、表-2に示すような様々な条件が必要であり、ホタルの保全のためにはこうした生態や生息地の条件を考慮する必要がある。

(2) 的場川的环境

的場川は引佐町的場・四方浄地区を流れる延長約3kmの都田川水系の準用河川であり、中流の架橋地点付近では4~5m程度の川幅を有する河川である。的場地区は中山間地の水田地帯で、水田があることで河川の水量および水質が安定し、また、河川周辺の草刈や枝打ちが行われるため河川に十分な日照が供給されるなどの、農耕を中心とした人の営みと自然環境が一体となってホタルの生息に適した環境が作り出されている。また、上流側に石灰岩の露頭が見られホタルの餌となるカワニナの生息にも適した環境となっている。

的場川では、1999年~2000年の的場高架橋一期工事における橋脚の建設に伴い中流域の河川改修が行われた。

支川の改修や的場川の一部区間の流路変更に伴って、石積みや土の護岸からコンクリートブロック護岸の深い掘割型に改修された。多自然型護岸ブロックの採用、寄り洲の造成など環境への配慮が行われており、改修後9年以上経過し河川環境は安定してきている。

3. 工事概要

「的場高架橋他2橋（PC 上部工）工事」の工事概要を以下に示す。

- 工事名 : 第二東名高速道路 的場高架橋他2橋（PC 上部工）工事
- 発注者 : 中日本高速道路株式会社 東京支社 浜松工事事務所
- 工事場所 : 静岡県浜松市北区引佐町的場
- 工期 : 2009年4月21日~2011年8月16日
- 構造形式 : (上り線) PC9 径間連続箱桁橋 (下り線) PC7 径間連続箱桁橋 (Cランプ) PC4 径間連続箱桁橋 (Dランプ) PC5 径間連続箱桁橋
- 橋長 : 上り線403.5m, 下り線364.0m, Cランプ178.0m, Dランプ234.0m

図-2に位置図を示すが、的場川に架橋されるのは本線部上り線下り線とDランプ第3橋になる。河川から橋梁下面まで20m以上の空間が確保されており、ホタルの飛翔の阻害はない状況となっている。

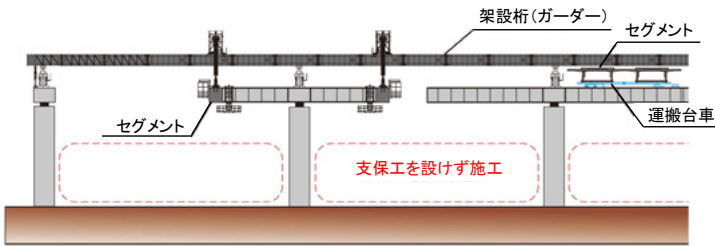


図-3 プレキャストセグメントによる張出し架設工法



写真-1 施工状況



写真-2 暗幕の設置状況



写真-3 自然体験学習

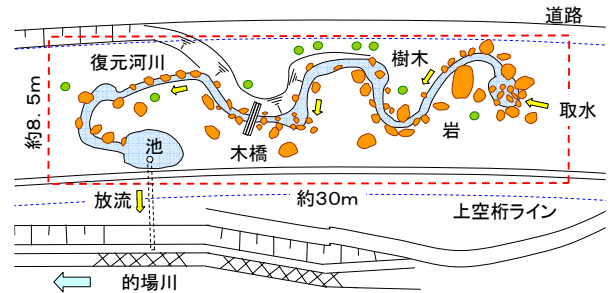


図-4 ビオトープ平面図

4. ホタル生息環境保全への取り組み

ホタルの保全活動については、河川整備などの活動や、ホタル鑑賞会などのイベントの開催あるいはホタルの幼虫を飼育箱で育成し放流するなどの活動が各地で盛んに行われている。しかし、ホタルの放流については他の地方からの持ち込みによる遺伝子のかく乱や飼育種による多様性の喪失などの問題があること、また、生態的なバランスを崩すため逆効果となる場合があるなど、実際のホタルの生息環境保全につながっていない例も多いようである³⁾。そこで、専門家である富士常葉大学環境防災学部・山田辰美教授に協力を要請し、その指導のもとに保全活動を計画し実施した。

的場川での生息環境保全の取り組みについては、①環境影響を抑制する施工方法、②環境意識向上に関する活動、③ホタルビオトープの設置を中心とし、中日本高速道路会社、地元自治会等と協働して活動を展開した。以下に詳細を述べる。

(1) 環境影響を抑制する施工方法

本橋の架設方法については、プレキャストセグメントによる張出し架設工法が採用された。支保工を用いない工法であるために河川周辺の空間を確保することが可能となり、ホタルの生息環境への影響を抑制することができる(図-3、写真-1)。

本線橋については、セグメントを橋台背面の本線土工部で製作、橋面上を台車にて運搬し架設桁を用いて架設した。Dランプ橋については、低床トレーラにてセグメントを運搬し既存の道路上からクローラクレーンにて架

設した。これにより、型枠・鉄筋組立てやコンクリート打設など、本来工事箇所が必要となる作業の大半を別の場所で行うことができ、工事箇所での作業が大幅に削減された。施工に際してはホタルの生態にも配慮し、ホタルの陸上での活動期の4月～7月の間は、生息範囲での作業は休止としながら施工を行った。6月からのホタル成虫の飛翔期間は人工照明がホタルの飛翔の阻害条件となるため、この期間は最も交通量の多い道路のガードレールに暗幕を張って、車のヘッドライトの明かりによるホタル飛翔への影響の抑止に努めた(写真-2)。

(2) 環境意識向上に関する活動

生息環境保全には地域の協力と環境意識の向上が不可欠であることから、的場川の定期的な清掃などの活動に参加するとともに、中日本高速道路株式会社、地元自治会、富士常葉大学、NPO法人「里の楽校」との協働により、毎年6月にホタル鑑賞会を開催した。また、今後の将来的な環境保全を担う地域の子供たちを対象とした自然体験学習の場を設け、富士常葉大学の学生らの指導の下にネイチャーゲームや草花遊びなどを行ったり、的場川沿いを散策しつつ子供たちに自然を体験学習させて、環境意識の向上を図る活動を行った(写真-3)。

(3) ホタルビオトープの設置

橋梁下の空間を利用して、Dランプ橋の橋脚の間、的場川に隣接する箇所山田教授デザインによるホタルビオトープを設置した。図-4に平面図を示す。

ビオトープは生態学的ネットワークの形成に寄与するコリドー(回廊)として、あるいは環境教育などの目的

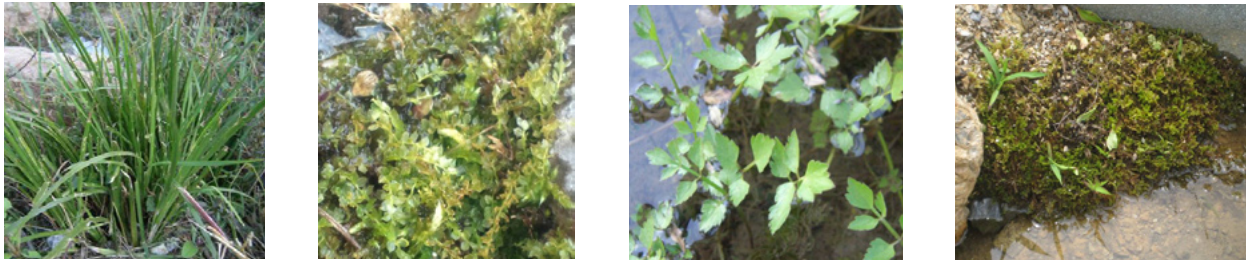


写真-4 移植した植物（左からセキショウ，ミズゴケ，セリ，コケなど）



写真-5 移植した生物（左からトノサマガエル，カワニナ，アカハライモリ，オタマジャクシなど）



写真-6 ビオトープの状況（左2010年2月，中央2010年6月，右2011年4月）



写真-7 ビオトープ説明看板



写真-8 ビオトープの全景（2011年6月）

で学校等に設置されることが多い⁴⁾が、今回のビオトープは生息域の拡大と産卵場所の増設が目的である。的場川の河川改修によって河川断面が変化し、蛹化するための寄り洲などが増水時に水没する状態が続くことなどを考慮し（4～5月の蛹化期間に増水した場合ゲンジボタルの発生数が減少する恐れがある）、産卵も可能な水辺環境の増設を図ったものである。全体面積は約30m × 8.5 m = 255 m²、ビオトープ内の復元河川は川幅約30～50cm、延長約45mで高低差は約50cm、水面の面積は約20m²である。

主としてゲンジボタル、およびカワニナの生息環境ということで復元河川を中心に、岩、樹木、草地を配置した形式である。復元河川の上流部は水の流れがはやい箇

所とし、中流部には落差部を設け下流部は流れがゆるやかな箇所として流末には池を配置している。復元河川の設置に際しては、流れの緩急をつける、落差部を設けるなどして溶存酸素を増やし、また、砂利を敷き石灰岩を水中におくなどホタルの幼虫と餌となるカワニナが好む環境としている^{2),3),4),5)}。

2009年12月にビオトープの造成を行い翌年2月に水源を設置（流量約30 l/分、河川から取水）するとともに、クレソン、セリ等⁵⁾、カワニナの食する植物と水辺の植物（セキショウ、ミズゴケ等、写真-4）を移植した。水道・地下水ではカワニナが栄養不足になることが多いとされているため⁵⁾、水源を的場川にすることで水質保持等の課題はクリアした。4月にはコケを移植し湿り気の

表-3 水質調査結果

調査項目	調査日	
	2009/2/11	2011/6/24
水温 (°C)	7.3~12.4	22.5~25.6
pH	7.0~7.4	7.2~7.8
溶存酸素 (mg/L)	11.3~12.4	7.9~10.3
電気伝導率 (mS/m)	5.8~16.7	5.3~14.1
濁度 (mg/L)	0.0~0.5	0.0~3.0
BOD (mg/L)	左7項目は、 2010/6/14採水 分析結果による	1.0
COD (mg/L)		2.7
カルシウム (mg/L)		12.9
塩素イオン (mg/L)		5.0
アンモニア性窒素 (mg/L)		<0.07
硝酸性窒素 (mg/L)		0.5
マグネシウム (mg/L)		2.5

ある産卵場所とし、さらに、鹿沼土などを混合した土壌で蛹化場所を設けた。また、的場川で捕獲したカワニナに加えて、カエル、イモリなど(写真-5)的場川に住む生物の移植を行い、ビオトープ完成後、ホタルの生態やビオトープ設置の目的などをわかりやすく説明した看板(写真-7)を設置した。

その後時間の経過とともに、移植植物などが繁茂し(写真-6, 写真-8)、カワニナ等も繁殖増加した。2011年6月には自然体験学習の一環として地元の小中学生の手によってビオトープ内に竹柵を設置するなど、環境活動の拠点とすべく工夫した。

5. 追跡調査結果

(1) 水質調査

的場川は水質の良好な小河川で、上流の石灰岩の存在によりカルシウムの含有が多く、ホタルの餌となるカワニナが多数生息している。的場川の水質調査結果の一部を表-3に示す。降雨による増水とともにpH、溶存酸素が低下するなど水質が一時的に変化することはあるが、おおむね水質は安定している。なお、工事による排水は別系統の水路よりの的場川に直接流れ込まない形となっており、水質への影響はない。

(2) 生息密度調査

工事によるホタル生息状況への影響の有無を把握するため、工事着手前から3年間、富士常葉大学の協力の下に生息密度調査を実施した。毎年2月中旬にホタルの幼虫とカワニナの調査を、6月初旬には成虫の調査を実施した。調査範囲は図-5に示す橋梁架設位置から上流にかけての10地点である。

調査方法は、コドラート(50cm × 50cm)を設置し、その中にあるゲンジボタル幼虫およびカワニナの個

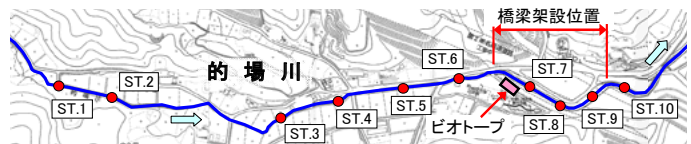


図-5 調査位置

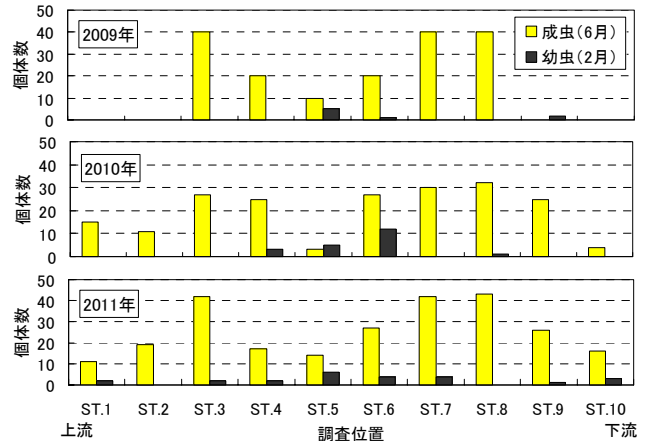


図-6 生息密度調査結果

体数を確認する方法に加えて、周辺個体数を調査する方法で行った。ホタル成虫の調査は、複数人の目視によりホタルの飛翔明滅する個体数をカウントする方法とした。ゲンジボタル幼虫と成虫の調査結果を図-6に示す。

調査の結果、ゲンジボタルの幼虫やカワニナは上流域よりも中流域で多数確認された。繁殖域は気象条件や河床の地形などで変化すると推測され、調査年度ごとに変化がみられる。また、成虫については、河川周辺はほとんどゲンジボタルであるが、一部にヘイケボタルも確認された。成虫の飛翔は架設工事中の橋梁直下になるST.7~ST.8の区域で最も多く確認されており、河川上の空間を確保した効果が現れていると考えられる。年度ごとに確認された個体数にバラツキがあるが、工事着手前と同等程度以上の個体数が維持されていると考えられ、ホタル保全の取り組みに一定の効果があつたと評価できる。

(3) ビオトープ内の生息状況ほかの調査

的場川での生息密度調査に合わせて、ビオトープ内でもホタル幼虫とカワニナの調査を実施した。2011年2月調査では、復元河川からゲンジボタルの幼虫固体を4匹確認し、6月の調査では成虫固体をメス2匹、オス4匹確認できた。ゲンジボタル幼虫については取水にともなって流入し定着したものと推定される。

また、ビオトープ内の気温や復元河川の水温等についても調査した。的場川からの取水であり水質等の問題は少ないが、流量が相対的に少ないため、夏季に水温が上昇しゲンジボタル幼虫やカワニナに影響を与えること²⁾が懸念されたためである。

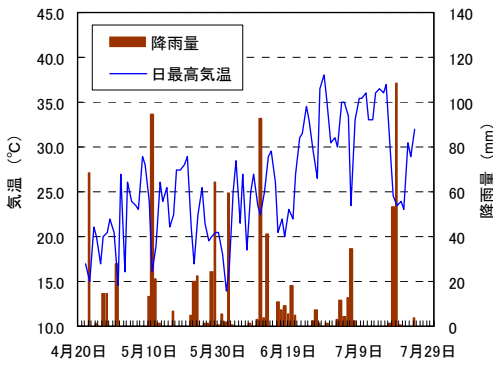


図-7 気温と降水量（2011年）

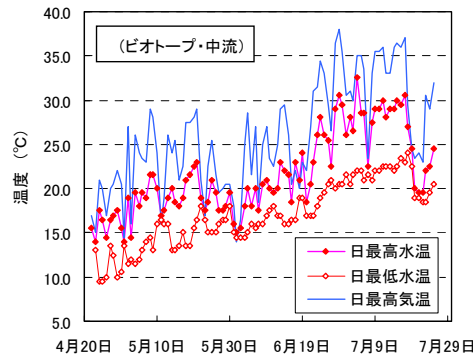


図-8 気温と復元河川の水温（2011年）



写真-9 ビオトープの現況（2012年6月）

計測期間は4月22日～7月25日の間で、2011年は6月後半から30℃を超える暑い日々が続き6月29日には38℃を記録している。図-7に気温と降水量を、図-8に復元河川の水温計測結果を示す。6月28日～7月17日の猛暑日には、復元河川の水温は午後の数時間30℃以上となっており、ゲンジボタル幼虫やカワニナへの悪影響が考えられた。しかし、2010年の夏季はさらに暑い日々が長期間続いていたがカワニナの繁殖が確認されており、ゲンジボタル幼虫の生息も確認された（2011年2月）ことから、一時的な高温による影響はホタル幼虫やカワニナにとって比較的小さいと考えられた。

（4）ビオトープの維持管理と今後について

ビオトープの設置から約3年が経過し、調査結果から、ホタル生息域の拡大という目的はおおむね達成できたと考えられる。ビオトープに関する課題のひとつは水の安定した供給と維持管理である。設置当初は水中ポンプを使用していたが、増水時にポンプが流されて停止したことがあり、今後の維持管理を考えると問題が多いため、2011年8月引渡し前に水源を自然流下に切替えて、流量も約40 l/分を確保する構造に改修した。また、落ち葉や枯れ草による取水口の閉塞や水の流れの阻害など想定されるため、ビオトープに関しては定期的な清掃など維持管理が必要である。

ホタルビオトープについては工事完了後も存置されるので（写真-9）、今後も地域の環境活動拠点として活用されてゆくことが望まれる。

6. まとめ

的場高架橋工事において、橋梁上部工工事の施工とともに的場川周辺のホタル生息環境保全に取り組んだ。工事に関しては環境影響を抑制する架設工法や、ホタルの生態に配慮した施工上の工夫を行うとともに、橋梁下にホタルビオトープを設置して生息域の拡大を図った。

さらに、中日本高速道路株式会社、地元自治会、富士常葉大学等と協働してホタル鑑賞会を開催するなどの環境保全啓蒙活動を展開した。追跡調査の結果、工事期間中のホタルの生息数の減少はなく、環境保全活動によって工事の影響を最小限に抑止できたと考えている。

今後の企業活動にこうした積極的な環境保全活動を展開してゆくことで、生物多様性の保全、豊かな自然環境の確保を目指したい。

謝辞：今回のホタル生息環境保全の取組みについて、ビオトープのデザイン・維持管理、生息調査、環境教育等につき、富士常葉大学山田辰美教授の御指導、協力をいただきました。また、福田宏江氏らNPO法人「里の楽校」の方々にも協力をいただきました。あらためて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 萩原直樹, 横塚裕和, 西村一博, 紙永祐紀：新東名高速道路 的場高架橋—プレキャスト工法による生物多様性保全—, プレストレストコンクリート, 第54巻2号, pp.66-73, 2012.3
- 2) 東京ゲンジボタル研究所：ホタル百科, 丸善, pp.46-51, 2004.5
- 3) ホタル百科事典（東京ゲンジボタル研究所 HP）：<http://www.tokyo-hotaru.com/jiten/hotaru.html>
- 4) 山田辰美編：ビオトープ教育入門, 農山漁村文化協会, pp.42-50, pp.202-208, 1999.3
- 5) 古川義仁：ホタル学, 丸善出版, pp.65-75, 2011.4