

生物保全のための松本市庄内ホタル水路調査

—水路移転 10 年後の動植物相について—

松原梨咲¹・藤山静雄¹・上條慶子²・内田知志³・井上智之¹

¹ 信州大学理学部生物科学科, ² 松本市庄内, ³ 信州大学大学院工学系研究科

On the fauna and flora in and on its bank of the Shonai Firefly Creek in Matsumoto after ten years of its construction —perspective of effectiveness of environmental reconstruction and its management—

L. Matsubara¹, S. Fujiyama¹, K. Kamijo², T. Uchida³ & T. Ioue¹

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Shinshu University; ² Shonai, Matsumoto, ³ Graduate School of Shinshu University

Ten years have passed since the construction of the Shonai Firefly Creek, which was to preserve the Heike firefly (*Luciola lateralis*) populations from the disappearance of the habitats in the course of city planning in the suburbs of Matsumoto City. The fauna and flora of inside and the banks of the creek were observed to examine the effects of environmental conservation measures practiced at the remove, and the management of the area followed. The bio-diversities of both fauna and flora were maintained relatively high, but invasive species were recorded at some extents. Although the creek is located in near downtown, the natural habitat has been relatively well conserved, and the current management should be maintained in the future.

キーワード：ホタル水路，動植物相，ビオトープ，生物保全，生物多様性

Keywords: fauna, flora, biotope, biological conservation, the Shonai Firefly Creek

はじめに

松本市庄内ホタル水路は 2003 年に市内庄内地区の都市開発に際し、地区内の水田脇の水路に生息していたヘイケボタル(以後ヘイケと略称)を残すために庄内北公園の一角に作られたホタルのための水路である。この水路は一般のホタル水路とは違い、「ホタルも棲める良い自然」のスローガンのもとに作られた。移転前の生息地のホタル幼虫だけでなく、水生動物、周囲の植物、泥、等、環境ごと水路に移転させた日本のホタル水路としては前例のない特徴ある水路である。この移転の状況については上條ら(2005)が詳しく報告した。

仮移転後、2006 年にこのホタル水路を守るために「庄内ほとると水辺の会」が結成された。その後この水路は「松本の原風景を残す」を合言葉に

それまで維持されてきた自然に配慮した管理が行われてきた。この管理が効果を見せ、移転されたヘイケの子孫の生息数は 2006 年以降徐々に増加し 2013 年度には年間延べ 9506 匹、最大発生日で 1386 匹のヘイケ成虫が観察された(藤山, 2014)。本水路は保全生物学的視点から維持管理されている。

Trombulak *etal.*(2004)は、保全生物学では、生物のもつ重要な 3 つの側面を維持することを目指しているとしている。その側面とは、①生物システムにみられる多様性(生物多様性)、②それらのシステムの構成・構造・機能(生態的完全性)、そして③回復力と時間を超える耐久能力(生態的健全性)である。これらの視点で生物を保全し、復元するためには様々な取り組みが必要となる。

このホテル水路は、ヘイケを残したいという市民の要望によってできた。都市開発に伴う住・商用地化の中で、その中心部に作られた水路であるので、ホテルを維持、存続をどのようにして図るかが大きな課題となっていた。松本市による多自然型水路工事計画に組み込まれたが、一般の多自然型水路の考えはヘイケの保全を目指す水路には適用が難しく、基本計画への多くの修正が必要であった。この点については上條ら（2005）を参照されたい。

本水路建設では生物保全に十分配慮するため、水路周辺への工事の悪影響をできるだけさけることとし、仮移転中の水路内工事はできるだけしないよう部分的な石垣積にとどめた。その結果、大過なく2008年3月に水路工事は終了した。さらに、2009年度には隣接の庄内北公園全体が完成した。その間、水路管理や周辺の自然環境維持では、豊かな植生を維持するため、園内の植物の落ち葉を水路敷地内にしくなど、水路周辺の自然循環を豊かにするために特別の配慮が払われてきた。

ここは特定種保護を目的とした復元水路ではあるが、以上のように対象種だけに注目するのではなく、周囲の環境にも十分に目を向けて保全活動を行ってきた。

こうした新しい考えに基づく復元工事や維持管理法による保全事例であるため、今回の調査は10年後の現状を評価点検し、今後、さらに改善が必要である部分については、長期に良いホテル水路が持続していくように改善を図りたいという思いに基づいている。

この調査では特定種を含めて動、植物相を調べ、この管理区域内の生物多様性の実態を概観し、生物学的な面からこの水路の保全管理について評価点検する。調査日が合計2日と限られ、調査時期が秋で開花時期でない植物が多く同定の不可能な種もあったので不十分ではあるが、水路建設後10年後の姿を残しておくという意味においても重要なので報告する。この結果を基に動物相については奥村ら（2011）、奥村・藤山（2013）の調査結果と、植物相については移転時（上條ら，2005）と2011年の調査結果を関連させて比較し、現状を点検した。

材料と方法

水路の生物相調査は奥村・藤山（2013）にしたがって図1に示したように上流・中流・下流に分けて行った。この調査では水路内、及び水路敷地内の陸上の植物と水生動物を対象とした。調査は2011年11月5日と2013年10月14日に行った。図2、図3に調査当日の概観を参考に示した。植物については、図1に上、中、下流の範囲で示した陸上部でそれぞれに生育している個体を直接、現地で確認し、同定した。また一部サンプルは研究室に持ち帰り同定した。水生動物についても同様に図1に示した番号の位置に約10×20cmのコドラートを上、中、下流に順に2、3、2合計7個もうけ、その場所の泥を網ですくいとった。それ

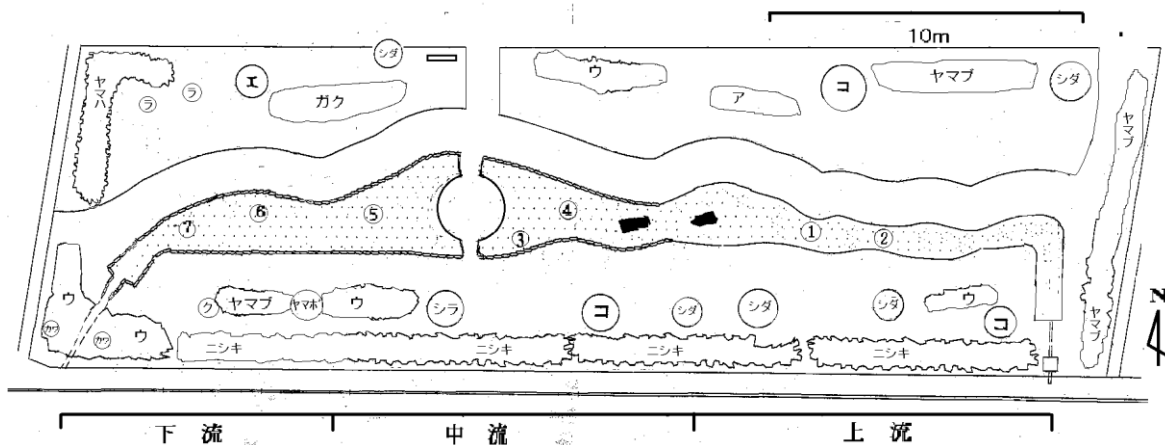


図1 庄内ホテル水路の概要。右が上流側。図下のスケールは上流、中流、下流の位置を、図中の小点を付した部分は水路を、水路の右端、左端の屈曲部は順に、本河川からの水取り入れ口、本河川への排水暗渠を示す。水路中の番号は水生動物の調査地点を、図中の円のエ、カ、ク、コ、シダ、シラ、ヤマボ、ラ、の字は順に植栽されたエノキ、カワヤナギ、クヌギ、コナラ、シダレヤナギ、シラカシ、ヤマボウシ、ライラックの位置を、波型長方形内のア、ウ、ガク、ニシキ、ヤマハ、ヤマブは順に植栽されたアジサイ、ウツギ、ガクアジサイ、ニシキギ、ヤマハギ、ヤマブキを示す。水路に隣接する空白部は植生のある土の通路部である。本水路の周囲は通路部を除き、金網フェンスで囲まれている。本水路敷地の北側は公園、南側は横まくり水路、東西方向は道路に接する。



図 2 調査地概観。水路下流部から上流を望む。人が見える位置が、中流の中州の位置を示す。



図 3 調査地風景。中州手前から低い位置から上流方向を望む。中央、青緑色のバケツが見える部分が中洲の位置、その左方向の青い寒冷紗敷かれた土手の上に見えるのが庄内ほたるの会のモットーの書かれた看板である。

を、水を張ったバット内に少量ずつあげ水生昆虫を目視で探し出して同定し計数した。一部は研究室に持ち帰り同定した。同定にあたっては、引用文献中の*を付した図鑑に従い和名、学名を記載した。

表 1 採集された水生動物リストと水路内の位置

動物分類群	種名(学名)	上流		中流			下流	
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
節足動物門 昆虫綱	甲殻綱 サワガニ(<i>Geothelphusa dehaani</i>) 新*			1				
	フロリダマミズヨコエビ(<i>Crangonyx floridanus</i>)**	2	5				1	1
	トンボ目 オニヤンマ幼虫(<i>Anotogaster sieboldii</i>)	2	1					
	カメムシ目 マツモムシ(<i>Notonecta triguttata</i>)						1	1
	コウチュウ目 ヘイケボタル幼虫(<i>Luciola lateralis</i>)	5	5	8		2	10	15
	ハエ目 ユスリカの幼虫(<i>Chironomidae</i> sp.)	2						
	ハエ目 アブの幼虫(<i>Tabanidae</i> sp.)						1	1
	トビケラ目 トビケラの幼虫(<i>Trichoptera</i> sp.)	17	19		7		1	
軟体動物門 マキガイ綱	コモチカワツボ(<i>Potamopyrgus antipodarum</i>)**	2		1	1			
	カワニナ(<i>Semisulcospira libertine</i>)		4				1	
扁形動物門 三岐腸目	プラナリアの一種(<i>Tricladida</i> sp.)			1				1
環形動物門 貧毛綱	シマイシビル(<i>Erpobdella lineata</i>)		1				1	4
	イトミミズの種類(<i>Tubificida</i> sp.)	2			1		1	

*新: 今回の調査で新たに確認した水生動物 **外来種(国外外来種のみを含む)

植物の同定は、引用文献中の**の付した図鑑に従い和名、学名を記載した。その他、この時期では見つからない植物について、月 1 回行う水路作業時の調査において観察されたものを一部追加記録した。

結果 と 考察

今回の水生動物調査では表 1 のように、7 綱 13 種が確認された。比較的多様な動物が生息していた。今回の調査結果は、2009 年の奥村ら (2010) が記録した種数 15 からは減少しているが、これは調査地点数が 15 から 7 へと半減していることが大きいと思われる。種別に見ると、今回はヘイケ幼虫の生息密度は 2012 年の結果 (奥村・藤山, 2013) と比べ 5 倍以上に大きく増加し、2013 年が日最大成虫発生数 1386 匹と非常に高い密度であった (藤山, 2014) ことを反映していると言える。同様に、カワニナの生息密度も増加した。その他の水生昆虫や貧毛綱も比較的多かったが、これらはヘイケ幼虫の餌になることが知られており (藤山, 2009) ホタルの餌環境としては十分な状況にあると言える。

サワガニ、プラナリアが確認されたことは、この水路の水質が比較的良好であることを示していると思われる。一方シマイシビル、イトミミズなどが採集されたことは、そこが泥底など汚れの大きい場所であることを示す。これらは前回も採集されているが、他のヒル、すなわちナミシビルやヒラタビルは今回は見られていない。なお、シマイシビルの生息密度は、2009 年当時に比べると 4 分の 1 以下、ユスリカ幼虫の密度も 5 分の 1 程度に大きく減少している。このことと前述のサワガニ、プ

表2 記録された植物リストと水路内の位置

植物分類群	種名(学名)	上流	中流	下流	備考
トクサ科	スギナ(<i>Equisetum arvense</i>)		○	○	
ドクダミ科	ドクダミ(<i>Houttuynia cordata</i>)	○	○	○	
アブラナ科	オランダガラシ(<i>Nasturtium officinale</i>)		○		外来種*
バラ科	ヤマブキ(<i>Kerria japonica</i>)	○		○	植栽
マメ科	ヤマハギ(<i>Lespedeza bicolor</i>)			○	植栽
	ツメクサ(<i>Spergula japonica</i>)			○	
	シロツメクサ(<i>Trifolium repens</i>)		○		外来種
	ムラサキツメクサ(<i>Trifolium pratense</i>)		○	○	外来種
タデ科	イヌタデ(<i>Polygonum Blumei</i>)		○	○	
	エゾノギシギシ(<i>Rumex obtusifolius</i>)	○	○	○	外来種
	ミゾソバ(<i>Persicaria thunbergii</i>)	○	○	○	
カタバミ科	カタバミ(<i>Oxalis corniculata</i>)		○		
フクソソウ科	ゲンノショウコ(<i>Geranium thunbergii</i>)	○	○	○	
モクセイ科	ライラック(<i>Syringa vulgaris</i>)			○	植栽
アジサイ科	ウツギ(<i>Deutzia crenata</i>)		○	○	植栽
	アジサイ(<i>Hydrangea macrophylla</i>)	○			植栽
	ガクアジサイ(<i>Hydrangea macrophylla</i> f. normalis)		○	○	植栽
ニシキギ科	ニシキギ(<i>Euonymus alatus</i>)	○	○	○	植栽
ミズキ科	ヤマボウシ(<i>Benthamidia japonica</i>)			○	植栽
セリ科	セリ(<i>Oenanthe javanica</i>)	○	○		
アサ科	エノキ(<i>Celtis sinensis</i>)			○	植栽
ブナ科	クヌギ(<i>Quercus acutissima</i>)			○	植栽
	コナラ(<i>Quercus serrata</i>)		○		植栽
	シラカン(<i>Quercus myrsinifolia</i>)		○		植栽
ヤナギ科	カワヤナギ(<i>Salix gilgiana</i>)			○	植栽
	シダレヤナギ(<i>Salix babylonica</i>)	○	○	○	植栽
アワゴケ科	ミズハコベ(<i>Callitriche verna</i>)		○		
オオバコ科	オオバコ(<i>Plantago asiatica</i>)		○		
シソ科	イヌゴマ(<i>Stachys japonica</i> var. <i>intermedia</i>)	○	○		
	ヒメオドリコソウ(<i>Lamium purpureum</i>)		○	○	外来種
ゴマノハグサ科	オオイヌノフグリ(<i>Veronica persica</i>)				外来種
	カワヂシャ(<i>Veronica undulata</i>)	○	○		
キク科	オオアレチノギク(<i>Conyza sumatrensis</i>)		○	○	外来種
	セイヨウタンポポ(<i>Taraxacum officinale</i>)		○		外来種
	ノコンギク(<i>Aster ageratoides</i>)		○		
	ヒメムカシヨモギ(<i>Erigeron canadensis</i>)		○	○	外来種
	フキ(<i>Petasites japonicus</i>)	○			
	ヨメナ属(<i>Kalimeris</i> sp.)	○			
	ヨモギ(<i>Artemisia vulgaris</i>)	○	○		
オモダカ科	オモダカ(<i>Sagittaria trifolia</i>)		○		
ヒルムシロ科	エビモ(<i>Potamogeton crispus</i>)		○	○	
サトイモ科	ショウブ(<i>Acorus calamus</i>)	○	○		
ウキクサ科	ウキクサ(<i>Spirodela polyrhiza</i>)		○		
ユリ科	ヤブカンゾウ(<i>Hemerocallis fulva</i>)		○	○	
アヤメ科	ノハナショウブ(<i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i>)	○		○	
ショウガ科	ミョウガ(<i>Zingiber mioga</i>)		○		
カヤツリグサ科	アゼスゲ(<i>Carex thunbergii</i>)	○		○	
イネ科	イチゴツナギ(<i>Poa sphondylodes</i>)		○	○	
	イネ科(<i>Gramineae</i> sp.)	○	○		
	エノコログサ(<i>Setaria viridis</i>)		○		
	クサヨシ(<i>Phalaris arundinacea</i>)		○	○	
	メヒシバ(<i>Digitaria ciliaris</i>)		○	○	

*外来種 (国外外来種のみを含む)

ラナリアの生息を考慮すると、この場所は徐々にきれいになりつつあると判断される。

今回初めてサワガニが採集されたことは大変興味深い。本種は小林（2000）によれば名前の通り河川上流部のきれいな水のある溪流の石の下などに主に生息する種で、きれいな川の指標となっている。この水路自体は市街地にあるが、直線距離にして 500m 程度の所に山地があることから周辺の山間部から流下してきた可能性が高い。本種は、今回の調査以外でもみられており、また当水路には本種の生息に適する石積の堤があることから定着していると考えられる。

ヘイケ幼虫は、今回の調査では水路全体に分布しており、水路内の場所間の片寄りほとんど見られない。このことはヘイケ幼虫の下流部の生息密度が過去に比べてかなり増加したことを示す。すなわち、2009 年の調査ではヘイケ幼虫は上流部に圧倒的に偏って分布し、下流部ではごく低密度であった（奥村ら、2010）。この点について奥村・藤山（2013）は、中・下流部でヘイケ幼虫が少ないのは、そこにシマイシビルが多く生息していてヘイケ幼虫と餌をめぐる競争をおこし、ヘイケ幼虫が駆逐されているからであると考察している。その後、シマイシビルの生息密度が下がり、ヘイケ幼虫の生息密度が増加している。今回の調査でも、シマイシビルの生息密度が低く、ヘイケ幼虫の生息密度は前回よりも更に増加していた。これはシマイシビルの生息密度がより低下した状態で維持されているため、競争圧の下がったヘイケ幼虫の生息密度がさらに増加したと考えれば、奥村・藤山(2013)の考察を支持すると言える。

筆者らはこのことに加え、成虫の移動分散が小さいことも場所間の生息密度の片寄りに影響していると推定する。その理由として、2012 年度までは成虫密度は上流部が最も高く、中流部が中程度、下流部は極低かった。羽化後の成虫の移動の定量調査はまだ行ってはいないが、成虫期における夜の活動時間帯の観察では、飛翔個体は、観察される個体数に対して数パーセント以下とかなり低い。2012 年秋では下流部の幼虫密度は大いに増加したが、まだ上流部の 3 分の 1 程度であった。翌 2013 年夏のヘイケ成虫は水路全域で見られるようになったが、下流部では上中流部に比べまだかなり少なかった。今回の幼虫調査では幼虫はほぼ全域で同程度の生息密度になっていた。したがって 2014 年度の成虫発生場所間の片寄りがなくなっているかどうか注目される。成虫を上中下流に分けて生息密度調査をすれば、成虫の移動分散の大きさや地域間の生息環境の相対的良さを評価できるだろう。

国外外来種としてフロリダマミズヨコエビとコ

モチカワツボが記録されたが、これらの種は移転当時には記録されていなかった種で、近年大いに問題になっている要注意種である。特にコモチカワツボを食したゲンジボタルで発光等への悪影響が大きな問題となっている(阿部, 2012)が、ヘイケボタルでの影響は長谷ら（2013）による実験では幸いに見られていない。とは言え、今後注意を要する。

表 2 に植物相の調査結果を示す。30 科 52 種が記録された。このうち、植栽種は 14 種で、図 1 に示したように公園という位置づけにあるため面積的には比較的広い部分を占めている。

調査季節が秋なので記録された種は実際の生育種よりもかなり少ないが、それでも 52 種が見られたことはこの植生の多様性は高いと言えるだろう。この中にはカワヂシャのように長野県の準絶滅危惧種となっている種やヤブカンゾウなどもあり、松本の原風景に近い環境を再現するという当初の意図は活かされていると言えるだろう。

水路内に生育していた植物についてみると沈水植物としてはエビモ、ミズハコベ、抽水植物としては、オランダガラシ、カワヂシャ、オモダカ、浮遊植物としてウキクサが、湿地に生える植物は 10 種を超え、水路環境であることから水生植物や湿地性植物が多い。沈水植物や抽水植物が比較的多いことから移転水路としては安定していると言えるだろう。但し、流速が比較的遅いことから春から秋には浮遊性のウキクサの増殖が激しい。これは水路管理時のウキクサ除去作業により悪影響は防がれている。こうした管理の結果、ここの水生植物の多様性が保たれている現状は、一つの問題点と言える。

他の問題点としては、市街地の草地の常であるように外来種がかなり多いことが挙げられる。今回の調査では調査された 52 種のうち 9 種であった。これに対し水路移転当時は上條ら(2005)によれば、2003 年の本水路作成前後では、植物として 48 種が記録され、このうち 20 種が帰化種であった。

今日まで「庄内ほたると水辺の会」では、この水路内に生育する自生種と競合し、それらを駆逐するなど生物保全に支障をきたす可能性のある種を中心に、冬季を除き月 1 回程度、会員が直接手で、時には草刈り機を用いて除草してきた。こうした除草効果により外来種が少なくなったと考えられる。外来種をすべて排除すべきという考えもあるが、周辺が市街地であること、草本植物に占める外来種の割合が比較的多いこと等を考慮すると、植生環境に大きな影響の出ない範囲で、在来種と上手に共生させていくことが必要であろう。

謝辞

この水路は、「庄内ほとりと水辺の会」の皆さんの努力とこれを認めて頂いた松本市公園緑地課のご支援により作られ、継続してきたものである。報告するにあたり、これらの方々、及び植物の同定の一部にご協力頂いた(株)環境アセスメントセンターの藤田淳一氏、これまでの調査にご協力頂いた信州大学の石田剛之、大崎順平、奥村知祥、小澤俊彦、黒川剛年、佐藤和樹、長谷亮、萩谷彬の各氏に感謝の意を表す。

参考文献

- 阿部宣男 (2012) ホタルのホンネ(本音) ホタル再生支援, 在来種マルハナバチの繁殖。
<http://hotaruabe.blog72.fc2.com/blog-entry-36.html>
- 朝比奈正二郎, 石原 保, 安松京三監修(1965). 原色昆虫大図鑑[第Ⅲ巻](蜻蛉・直翅・半翅・膜翅他篇). 北隆館. 東京.*
- 藤山静雄 (2009) シマミミズを餌にしたヘイケボタルの飼育の試み. 環境科学年報(信州大学). 31: 129-132.
- 藤山静雄 (2014). 平成 25 年度、庄内ホタル水路における保全活動報告. 信州大学地域戦略センターCOC 事業「ホタルもすすめる良い自然環境づくり」の地域実践活動と大学の自然教育活動の展開. 2-6
- 福田元次郎(1995). コンパクト版 15 原色昆虫図鑑 I. 北隆館. 東京.*
- 長谷亮・藤山静雄・上條慶子(2012) 外来種コモチカワツボがヘイケボタルの成長と発光に及ぼす影響. 環境科学年報(信州大学). 34: 106-109.
- 波部忠重, 伊藤 潔(1965). 原色世界貝類図鑑[I] <北太平洋編>. 保育社. 大阪.*
- 林 弥栄, 古里和夫, 中村恒雄(1991). コンパクト 4 原色樹木図鑑 I. 北隆館. 東京.**
- 日向愛美, 藤山静雄, 上條慶子 (2011). ヘイケボタル幼虫の生存と発光に及ぼす生息密度の影響. 環境科学年報(信州大学). 33: 79-84.
- 井上 浩, 岩槻邦男, 柏谷博之, 田村道夫, 堀田 満, 三浦宏一郎, 山岸高旺(1975). 植物系統分類の基礎. 図鑑の北隆館. 東京.**
- 石井 悌, 江崎悌三, 河田 党, 素木得一, 湯浅啓温(1976). 日本幼虫図鑑. 図鑑の北隆館. 東京.*

- 金田彰二、倉西良一・石綿進一・東城幸治・清水高男・平良裕之・佐竹潔(2007)日本における外来種フロリダマミズヨコエビの分布の現状. 陸水学雑誌, 68:449-460.*
- 上條慶子, 関口伸一, 藤山静雄, 山本雅道 (2005). 松本市庄内の都市計画に伴うヘイケボタル幼虫水路移転の試み. 環境科学年報(信州大学). 27: 75-81.
- 北村四朗, 村田 源(1961). 原色日本植物図鑑 草本編[Ⅱ]・離弁花類. 保育社. 大阪.**
- 北村四朗, 村田 源, 堀 勝(1961). 原色日本植物図鑑 草本編[Ⅰ]・合弁花類. 保育社. 大阪.**
- 北村四朗, 村田 源, 小山鐵夫(1964). 原色日本植物図鑑 草本編[Ⅲ]・単子葉類. 保育社. 大阪.*
- 小林哲(2000)河川環境におけるカニ類の分布様式と生態-生態系における役割と現状-. 応用生態工学 3 : 113-130.
- 沼田 眞, 吉沢長人(1968). 日本原色雑草図鑑. 全国農村教育協会. 東京**.
- 岡田 要(1965). 新日本動物図鑑[上][中][下]. 北隆館. 東京.*
- 奥村知祥, 藤山静雄 (2013). 松本市庄内ホタル水路におけるヘイケボタルの保全-水路中・下流域でホタル幼虫密度が低い原因の解析-. 環境科学年報(信州大学). 35: 76-84.
- 奥村知祥, 藤山静雄, 上條慶子 (2010). 松本市庄内ホタル水路の動物相、微環境とヘイケボタル幼虫の生息密度との関係. 環境科学年報(信州大学). 32: 103-111.
- 清水 矩宏, 森田 弘彦, 廣田 伸七(2008). 日本帰化植物写真図鑑-Plant invader600 種-. 全国農村教育協会. 東京.**
- 杉本順一(1979). 日本草本植物総検索誌<単子葉編>. 井上書店. 東京.**
- Trombulak, C.S., Omland, K.S., Robinson, J.A., Lusk, J.J., Fleischner, T.L., Brown, G., and M. Domroese(2004) Principles of conservation biology: recommended guidelines for conservation literacy from the education committee of the society for conservation biology. Conservation Biology, 15:1180-1190.
- 矢野 佐, 石戸 忠(1962). 原色植物検索図鑑. 北隆館. 東京**

*は動物で、**は植物で同定に参照した文献を示す。

(原稿受付 2014. 4. 18)