

水路環境とゲンジボタル成虫の増減

龍谷大学大学院理工学研究科環境ソリューション工学専攻

豊福 晋作

龍谷大学工学部教授・里山学研究センター研究スタッフ

遊磨 正秀

はじめに

ゲンジボタル *Luciola cruciata* は、失われつつある日本の伝統的な農村景観における象徴的な生物である。古くから夏の風物詩として人々の関心の高い種であり（東京ゲンジボタル研究所2004）、各地で実践的に保全及び回復事業が行われている。加えて生活史の段階に応じて陸上と水中の両方を生息場所として利用するため、生息には両方の環境の健全性と水陸間の移動可能性が要求される。ゲンジボタルとその生息環境の基礎となる知見として、生息に適した環境要因を把握することが課題となっている（横浜市公害研究所・横浜ホタルの会1986）。

ゲンジボタル成虫は、河川周辺に生息し、夜間に活動する。雄成虫は川面上を飛びまわりながら雌成虫を探索するために、川面上に探索飛翔のための空間が必要とされている（大場1988; 遊磨1993）。近年は、住居の明かりや防犯灯、あるいは自動販売機などの明かりが増加し、とりわけ都市近郊ではゲンジボタル成虫の生息に適した暗い空間が減少し、あるいはその生息域では夜間照明の増加による悪影響が指摘されている（大場1995; 中川1996; 大竹1997; 遊磨1993）。これらの複合要因により、本種の生息域が減少していると考えられている。

これまで多くの研究者が情報を蓄積してきており、一般的な生息環境に関する経験的、定性的な記述では、西日本と東日本で習性が異なることや地域による微妙な違いがあることから一義的な表現はできないと断った上で、卵や蛹には水際環境（法面の素材、勾配、土質など）、幼虫には水環境（水質、流速、底質など）、成虫には水系周辺環境（植生、土地利用、飛翔空間、照度など）が生息に影響をおよぼす主要な要因として指摘されている（大場1988; 横浜市公害研究所・横浜ホタルの会1986）。これらの要因のうち卵、幼虫、蛹の生息に影響をおよぼす水環境や水際環境は、野外調査や飼育実験を通じて詳しく検討されている（大場1988; 野比ホタル調査会1990）。一方、成虫の生息に影響をおよぼす水系周辺環境に着目した研究は少なく、成虫の生息に適した環境の把握と整備の重要性が指摘されている（遊磨1987）。

そこで本研究では、滋賀県大津市田上地域を流れる水路を調査地とし、2013年、2014年における調査から、研究例の少ない水系周辺環境を調査することにより、ゲンジボタル成虫の生息に適した環境要因を解明することで、今後のゲンジボタルの生息環境の保全に資することを目的とした。

調査方法

本研究では、大戸川を取水域とする滋賀県大津市田上地域を流れる水路を調査地として選定

した (Fig.1)。2013年5月初旬から中旬にかけて田上在住の方々からゲンジボタル成虫を確認した場所を聞き、29水路を調査対象に設定した。総延長3659mの複数の水路を、水路にかかる橋や、周辺植生の変化（樹木が生えている、植生高の長さや植被率に変化があるなど）や曲がり角を境として、80ブロックに分けた。

ゲンジボタル成虫の発生期は滋賀県南部では5月下旬から6月初旬である。そこで、2013年5月下旬からゲンジボタル成虫の予備調査を行い、6月6日から6月18日にかけて本格的なゲンジボタル成虫の個体数調査を行った。2014年では5月14日から7月2日にかけてゲンジボタル成虫の個体数調査を行った。1日で全水路を回ることができなかったため2日にかけて全水路の調査を行った。調査期間内で各水路について2013年に5回調査を行い、2014年に20回調査を行った。調査期間中は19時頃が日没であったため、その後30分以降から調査水路を回りきる深夜（23時頃）までとした。なお、調査日には、降雨および強風の日は認められなかった。ゲンジボタル成虫個体数は、ゆっくり歩きながら発光成虫を個体が重複しないように目視観察する方法を用いた。

環境の測定項目は水路左右岸の植被率（%）、水路左右岸の平均植生高（cm）、水路左右岸の最大植生高（cm）の3項目である。これらの項目について、1ブロックに対して10箇所（左岸5箇所、右岸5箇所の計10箇所）計測し、その平均値を各ブロックの値とした。

植被率については各年6月上旬に植物が地面をどれだけ覆っているかを5%単位で目視計測した。平均植生高については、平均的な高さの草本をランダムに数本選択し、メジャーで測定し、その平均値を用いた。最大植生高については一番高い草本を選択し、メジャーで測定した。植物はゲンジボタル成虫にとって休息場所や日中の隠れ家（遊磨1987）となるため項目の一つとした。

調査地の各環境要因については左右岸の最大値、左右岸の平均値を用いて解析を行った。

2013年、2014年で各ブロックにおけるピーク日のゲンジボタル成虫個体数に増減が見られた。1個体でも変化した場合、そのブロックの成虫個体数に増減が認められたものとした。その結果、20ブロックで 4.3 ± 3.9 匹（ピーク日個体数平均値 \pm 標準偏差）増加し、48ブロックで 11.1 ± 16.2 匹（ピーク日個体数平均値 \pm 標準偏差）減少し、12ブロックでは変化が見られなかった。各環境要因の比較を行うため、2013年、2014年で増加、減少したブロックごとに表を作成した (Table 1～2)。各年におけるブロック群の環境要因を比較するため、各年の値を用いてMann-WhitneyのU検定を行った。なお、変化が見られなかった12ブロックには両年も発生がなかったブロックが多く含まれていることから本稿では解析に用いなかった。



Fig. 1 調査地概要（太く示した水路が調査対象）

結果

各年ゲンジボタル成虫個体数

2013年6月6日～18日、2014年5月14日～7月2日のゲンジボタル成虫個体数の時系列変化をFig. 2、3に示した。ゲンジボタルは降雨時および降雨後に土中より地表へ現れる（勝野1996）。2013年5月28日に夕方から降雨が確認され、2013年5月28日の予備調査のとき、ゲンジボタル成虫を確認することができた。また、調査開始前の2013年6月5日より調査開始日の2013年6月6日の方が個体数を多く観察され、以後減少したことから、2013年6月6日をゲンジボタル成虫の発生ピークとみなした。2014年では成虫発生のピーク日は6月6日であった。両年とも6月下旬以後、成虫数は激減した。2013年ではピーク日に調査地全域で840匹観察されたが、2014年は349匹であった。

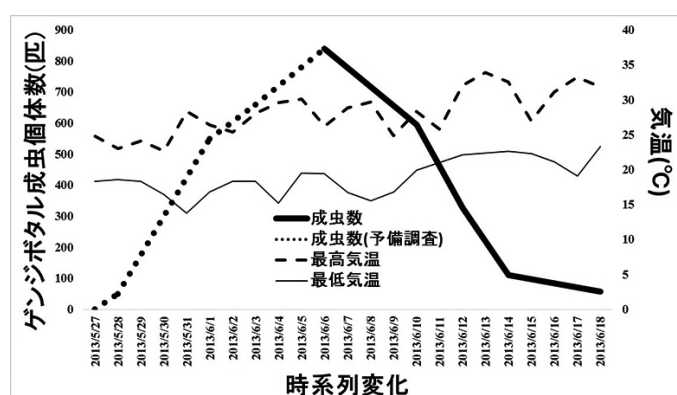


Fig. 2 2013年のゲンジボタル成虫数の季節消長

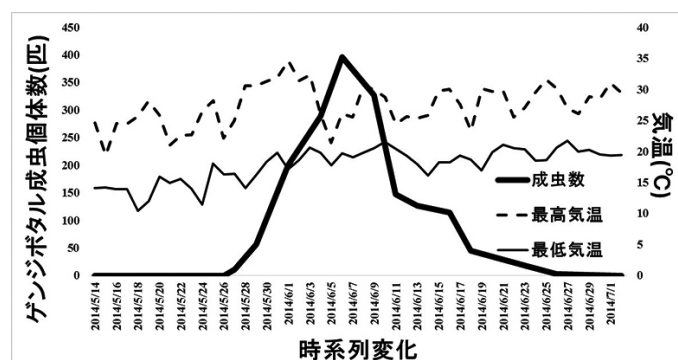


Fig. 3 2014年のゲンジボタル成虫数の季節消長

各年環境要因比較

全水路80ブロックのうち、20ブロックではゲンジボタル成虫個体数が増加していた。これらのブロックについて2年間の環境要因を比較したところ、植被率の左右岸最大、平均植生高の左右岸最大、平均植生高の左右岸平均、最大植生高の左右岸最大は2014年に有意に増加していた (Table 1)。

一方、ゲンジボタル成虫個体数が減少した48ブロックについて2年間の環境要因を比較したところ、植被率の左右岸平均、平均植生高の左右岸最大、平均植生高の左右岸平均、最大植生

高の左右岸最大、最大植生高の左右岸平均は2014年に有意に減少していた (Table 2)。

Table1 ゲンジボタル成虫が増加したブロックについての環境要因の経年比較

*はP<0.05、**はP<0.01、nsはP>0.05を表している (n=20)

環境要因	2013年環境要因		2014年環境要因		U検定
	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	
植被率 左右岸最大 (%)	74.0±19.0	83.4±15.5			*
植被率 左右岸平均 (%)	58.8±19.7	69.7±19.8			ns
平均植生高 左右岸最大 (cm)	42.7±22.5	55.9±17.6			*
平均植生高 左右岸平均 (cm)	33.3±18.3	44.1±14.7			*
最大植生高 左右岸最大 (cm)	58.9±28.0	70.5±19.5			*
最大植生高 左右岸平均 (cm)	45.9±22.6	53.4±15.7			ns

Table2 ゲンジボタル成虫が減少したブロックについての環境要因の経年比較

*はP<0.05、**はP<0.01、nsはP>0.05を表している (n=48)

環境要因	2013年環境要因		2014年環境要因		U検定
	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	平均値±SD	
植被率 左右岸最大 (%)	86.1±14.8	74.5±32.0			ns
植被率 左右岸平均 (%)	77.2±20.8	64.7±31.9			*
平均植生高 左右岸最大 (cm)	47.2±20.6	28.8±20.0			**
平均植生高 左右岸平均 (cm)	38.7±17.7	24.4±18.1			**
最大植生高 左右岸最大 (cm)	61.1±23.3	38.5±22.8			**
最大植生高 左右岸平均 (cm)	51.5±20.3	33.1±21.3			**

考察

2013年のピーク時のゲンジボタル成虫数は840匹であったが、2014年では349匹であった (Fig. 2、3)。このように減少した要因として二つの要因が考えられる。一つ目は2013年9月、滋賀県に上陸した台風18号による影響である。この台風により、調査地である田上地域が水没し (<http://www.pref.shiga.lg.jp/h/d-kanri/kikaku/happyou/files/h25-08.pdf>)、ゲンジボタル幼虫が流されてしまった可能性である。二つ目は調査地の水路工事による影響である。調査地では、素掘り水路が三面コンクリート水路に改修された場所や、その影響により草本を失った場所があった。これらの改変は、幼虫に対する生息場所や蛹化場所の悪化につながるとされており (勝野1982; 兵庫むしの会1967; 倉敷昆虫同好会1982; など)、さらに成虫は植物や草本を昼間の休息や夜間の休憩場所として利用する (遊磨 1987) ため、これら改変を受けた場所では、幼虫、成虫に適した水路環境が失われたと考えられる。

成虫が増加したブロックでは植被率の左右岸最大、平均植生高の左右岸最大、平均植生高の左右岸平均、最大植生高の左右岸最大が2014年に増加していた (Table 1)。ゲンジボタル成虫は植被率が80%以上、平均植生高が35cm以上になると発生する (豊福 2014) ことから、2014年の状態はこれらの条件を満たしており、その結果、とりわけ植物や草本を昼間の休息や夜間の休憩場所として利用するゲンジボタル成虫がこれらのブロックにおいて増加したと考えられる。

成虫が減少したブロックでは植被率の左右岸平均、平均植生高の左右岸最大、平均植生高の左右岸平均、最大植生高の左右岸最大、最大植生高の左右岸平均が2014年に減少していた (Table 2)。これらのブロックにおいては上記の豊福 (2014) が示した環境条件を満たしていなかったため、ゲンジボタル成虫が減少したと考えられる。

本調査では水系周辺環境を中心に解析を進めた。その結果、各年におけるゲンジボタル成虫の増減から、どのような環境下でゲンジボタル成虫が増減するかをある程度解明できた。本調査から水系周辺環境が増減することでゲンジボタル成虫数に影響することがわかった。このことより、ゲンジボタル成虫にとって水路周辺の草本が重要な環境要素であることが示唆された。

参考文献

- 大場信義 (1988) ゲンジボタル 文一総合出版、東京。
- 大場信義 (1995) ホタルと人工照明 (A2-3自然保護と昆虫研究者の役割VI (小集会))。日本昆虫学会第55回大会・第39回日本応用動物昆虫学会合同帯広大会講演要旨: 263。
- 大竹和男 (1997) 「ホタルと人工照明との相関関係」についてのアンケート報告. 全国ホタル研究会誌30: 27-30。
- 堀道雄・遊磨正秀・上田哲行・遠藤彰・伴浩治・村上興正 (1978) ゲンジボタル成虫の野外個体群 インセクタリウム 15 (6): 4-11.
- 兵庫むしの会 (1967): 兵庫県下のゲンジボタルの現状と問題点. 昆虫と自然、2 (3): 31-33.
- 勝野重美 (1996) ゲンジボタル幼虫の上陸について 信州大学教養部科学教室研究報告、1: 30-37.
- 倉敷昆虫同好会 (1982) 岡山県内ホタル生息調査報告 すずむし、(118): 1-15.
- 中川七三郎 (1996) ホタルの発生を妨げる夜間照明資料 新潟県ホタルの会会報 7: 7-8
- 野比ホタル調査会 (1990): 横須賀市野比のホタルの生態の生態と生息環境: 横須賀市博物館研究報告 (自然) 38、47-60.
- 東京ゲンジボタル研究所 (2004) ホタル百科. 丸善株式会社、東京。
- 豊福晋作 (2014) 大津市田上の水路におけるゲンジボタルの生息適地 龍谷大学理工学部環境ソリューション工学科 卒業論文
- 矢島稔・荻野昭 (1980) ホタル (観察の本3) 偕成社.
- 横浜市公害研究所・横浜ホタルの会 (1986): ホタルの生息環境づくり～技術マニュアル試案～: 横浜市公害研究所資料 No. 71, 121pp.
- 遊磨正秀 (1987): 人工水路のゲンジボタル成虫個体群: 遺伝 41 (3)、48-52。
- 遊磨正秀 (1993) ホタルの水、人の水、新評論、東京。