

# 都市域における水循環指標としての ホタル生息可能域に関する研究

浜田 晃規<sup>1</sup>・渡辺 亮一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 福岡大学助教 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈八丁目19-1)  
E-mail:hamadateruki@fukuoka-u.ac.jp (Corresponding Author)

<sup>1</sup>正会員 福岡大学教授 工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180 福岡市城南区七隈八丁目19-1)  
E-mail:wata@fukuoka-u.ac.jp

本研究の対象とするゲンジボタルは昭和30年頃までは至るところの河川や水路で確認することができた。しかし現在、ゲンジボタルの生息場所は都市域にはほとんど残されておらず、その姿は見られなくなってきている。その原因としては、宅地造成や農地転用などが挙げられ、結果としてホタルの棲める環境は少なくなってしまった。福岡市都市部にはホタルが自生する緑地が残されており、この緑地について照度計、水位計、雨量計を設置し、緑地内の物理環境を調査した。都市域は流域の大部分が不浸透で覆われており、降雨は下水道を通して速やかに海へ流下する水循環機構を有しており、従来水循環機構は失われているのが実情である。そこで本研究では都市域のホタルの生息環境として重要となる湧水に注目し、流域の水循環の指標とすることを目的に調査を行った。

**Key Words :** fireflies, Genji firefly, water cycle, urbanization, spring water, ground water

## 1. はじめに

本研究の対象とするゲンジボタルは昭和30年頃までは至るところの河川や水路で確認することができた。しかし現在、ゲンジボタルの生息場所は都市域にはほとんど残されておらず、都市部では姿が見られなくなってきている。その原因としては、宅地造成や農地転用などが挙げられ、結果としてホタルの棲める環境は少なくなってしまった。ホタルは幼虫期に水中、蛹期に土中、成虫期に陸上を生息域としているため、それぞれの空間で生息条件が満たされていなければ生息することができないと言われている。このことから、ホタルは水辺環境の総合的な指標となる生き物であると考えられている<sup>1)</sup>。ホタルの生息環境を復元するという事は、その流域全体の環境復元のパロメーターとなると思われる。また、流域全体に生息環境の可能性を考えると湧水の出現が必須であるため流域の水循環が適切に行われているかの指標となりうると考えられる。

## 2. 研究の目的

福岡都心においてゲンジボタルの自生が確認される地点が存在する。そこは市の保全緑地となっており、2年前より生息環境調査が本研究室により行われている。



図-1 研究対象流域

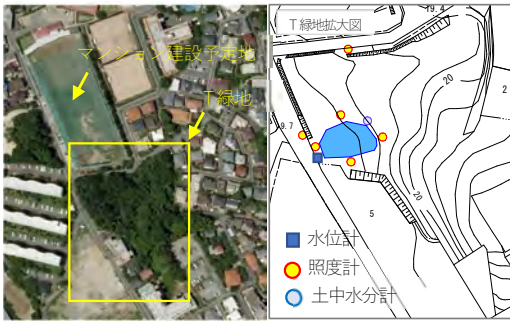


図2 研究対象緑地およびマンション建設予定地



写真-1 研究対象緑地



写真-2 毎年ホタルの飛翔が確認される湧水湿地

この生息地では年間を通じて湧水が確認でき、水質や水温が安定していること、樹木や地形による有効な遮光効果が先行調査で確認されている<sup>2)</sup>。

ホタルが自生するには様々な要因があると考えられるが、本研究では湧水に注目し、適切な地下水涵養地と湧水できる沢の存在が重要な役割を果たしていると考えた。福岡市をはじめ日本の都市域は山地を侵食して形成された沖積平野が多く、都市化が急速に進む昭和30年代頃までは里山が多く残され、それとともに沢やため池も多く存在していたことがわかる。



図-3 対象流域の土地利用変化  
(左:昭和31年, 右:平成19年)

表-1 対象流域の土地利用変化

地目	昭和31年		平成19年		地目別増減率 (%)
	面積(km <sup>2</sup> )	割合(%)	面積(km <sup>2</sup> )	割合(%)	
山林	16.74	60.7	9.50	34.4	-43
ため池	0.47	1.7	0.25	0.9	-47
宅地	2.18	7.9	17.66	64.0	+710
農地	8.21	29.7	0.19	0.7	-98
流域面積	27.60		27.60		

都市化が進んだ流域では流域の大部分を不浸透域が占めており、福岡市を流れる都市河川の流域に占める不浸透域の割合は7割に達する。このように都市化が進んだ地域の水循環機構としては、流域に降った雨は速やかに雨樋や排水路を通じて地下に張り巡らされた下水道に流下し河川へと流入したのちに海へと注ぐ。そのため降雨が地下に浸透し、地下水の涵養ができず地下水位の低下や河川の平常時の流量不足といった問題が生じている。そこで、対象緑地を含む福岡平野を流れる樋井川流域内のホタル生息地を含めてホタルの生息可能域を推定することで本河川の水循環の状況を検証した。

### 3. 研究手法

研究は、まず当該の保全緑地での降雨データと湧水の水位を比較することで降雨と水位が連動していること、また近傍の地質図および隣接するマンション建設時のボーリングデータより同一地層であると判断し、保全緑地上方の丘陵地が涵養地で保全緑地の湧水が同一の水循環系であることと推定した。他のホタル生息可能域の推定は、5mメッシュ標高データから沢地形を抽出するとともに市内のボーリングデータより地下水位を調査し、G

I S上にプロットし地下水面を作成した。これらの沢と地下水面を比較することで湧水の可能性を評価した。

### (1) 観測調査

対象緑地では2020年11月より現地において照度計や水位計、土中の水分量を計測する機器及びロガーを設置し、緑地内の明るさや湧水量を観測している。照度の調査地点は、ゲンジボタルの飛翔が確認された緑地内にある湿地を取り囲むように北、東、南、西の4地点と、緑地外の道路沿い北、西の2地点を対象としている、また、水位の調査地点は、緑地内にある湿地下流の湧水の流出地点としている(図-2)。また、雨量計は緑地に隣接するマンション建設現場内の開けた場所に設置した。

### (2) 沢地形と地下水位による湧水の可能性評価

沢地形の抽出には国土地理院基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュDEMをGISソフトにて表示し、等高線が集中する沢地形を樋井川流域について抽出した。また、地下水位については一般財団法人国土情報センターのボーリングデータから得られる孔内水位をGISソフトを用いて地図上にプロットし、2次元地下水位データを作成した。この地下水位と地盤高の標高差を計算することで湧水の可能性を調べた模式図を図-4に示す。



図-4 湧水可能性調査の模式図

### (3) 水温の分布調査

水温に関しては、樋井川周辺を生息地の選定対象としていることから、本研究では水温について近隣河川の標高と福岡市の気温から水温を推定した。まず気温との関係について全国20河川の水温と気温の年変化の状況により、河川の類型を上・中・下流型に分類し、月平均水温 $t_w$ と月平均気温 $t_a$ の関係は次のようになることが明らかになっている<sup>3)</sup>。

$$\text{上流型: } t_w = 1.95 + 0.78t_a$$

$$\text{中流型: } t_w = 3.01 + 0.82t_a$$

$$\text{下流型: } t_w = 3.30 + 0.92t_a$$

次に標高との関係について、樋井川の最大標高は約160mであり、平均気温・最高気温・最低気温ともに冷却作用を示すが、年間を通して $-0.6^\circ\text{C}/100\text{m}$ 程度でほとんど変動はみられないことがわかっている<sup>4)</sup>。図-5に福岡市の平均気温、図-6に対象流域である樋井川本川の河床高を示す。

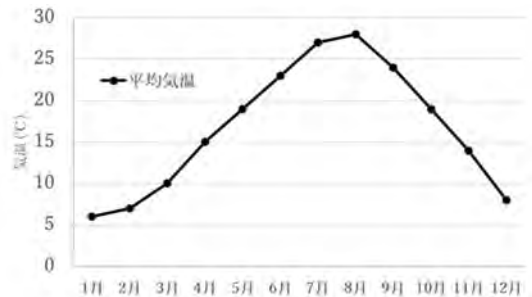


図-5 福岡市の平均気温

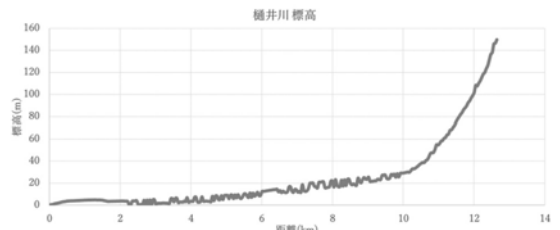


図-6 樋井川の河床高

以上より、ホタルの生息可能域の選定として次の項目に注目した。

- ①地盤高と地下水位の差(湧水の可能性)
- ②緑地の有無(遮光機能)
- ③山地斜面や谷などに位置しているか(沢の有無)

照度に関しては既往の観測結果から保全林は遮光が可能であることが示されている。よって選定した地点において、既に樹木などで覆われている場合は、生息地として高いポテンシャルを有していると考えられる。

## 4. 研究結果

水温について調査結果を図-7に示す。既往の研究により、ホタルが生息するにあたって影響が小さくなる水温は $10\sim 25^\circ\text{C}$ ということが明らかになっている<sup>3)</sup>。樋井川の水温は大部分が生息可能領域内に含まれており、上流の夏場、中流・下流の冬場を除いて条件を満たしていることが分かった。

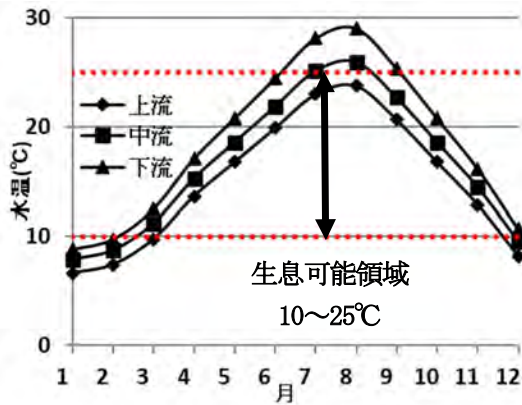


図-7 樋井川の推定水温

以上の条件等を踏まえ、すでにホタルの飛翔が確認されている対象緑地を除き、新たなホタルの生息地としてのポテンシャルを有している地点として16か所を選定した。選定した地点を図-8に示す。

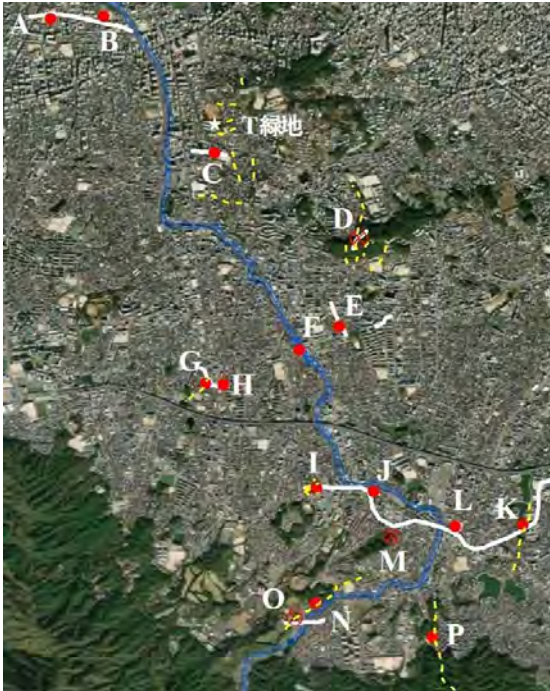


図-8 樋井川流域ホタル生息可能域候補地点

図-8において実線は湧水の可能性が高い部分、破線は沢が流れている可能性が高い部分を表している。また、それぞれの地点の条件について表-2にまとめた。GWLについては、地盤高と地下水位の差がマイナス、すなわち既に湧水している可能性が高い場合は◎、0~1mの場合は○、1m以上の場合は△と表記している。

表-2 生息可能候補地点での評価結果

	GWL	緑地	沢
A	◎	×	×
B	◎	×	×
C	◎	×	○
D	◎	○	○
E	◎	○	×
F	◎	×	×
G	△	○	○
H	◎	○	×
I	△	○	○
J	◎	×	×
K	○	○	○
L	◎	×	×
M	◎	○	○
N	△	○	○
O	◎	○	○
P	○	○	○

今回の調査において前述した条件①~③を十分満足していることからホタルの生息地として最もポテンシャルを有しているのは地点D、M、Oということが分かった。緑地がない地点については現在、住宅地や学校などの施設として利用されている場所であった。よって樹木などによって遮光できる環境を整備することができれば、ホタルの生息地として十分可能性があるということが明らかとなった。

## 6. 結論

福岡市は現在、全国20の政令指令都市の中で人口増加数・人口増加率が最大である<sup>6)</sup>。しかし、今後は全国的に少子高齢化に伴い人口は減少傾向になると推測されている<sup>7)</sup>。よって現在は利用されている住宅や公共施設が今後利用されなくなる可能性は十分に考えられる。このような土地を涵養地に戻すなど今後の土地利用次第ではホタルの生息環境は再生可能であり、適切な水循環機構を再構築していくことも可能となると考えられる。また、こうしたホタル生息地可能域やホタルの自生が確認されることは地下水の涵養、湧出、それに伴う植生の繁茂など水循環や動植物の生息環境の指標となると考えられる。

## 参考文献

- 1) 遊磨正秀：河川環境と生物，pp. 530-534，環境技術，23 卷 9 号，1994.
- 2) 渡辺亮一, 浜田晃規. 都市中心部に取り残されたゲンジボタルの生息環境保全に関する研究. 環境システム研究論文発表会講演集 pp.67-72.2021
- 3) 生田理弘, 大熊孝, 大川秀雄, 神立秀明, 中村一郎. 河川水温と気温等の相関に関する研究-信濃川水系魚野川を例に-. 水文・水資源学会誌第 4 卷 1 号. pp.39-45.1991
- 4) 首藤治久, 杉山順史, 泉浩光, 岡建雄. 土地利用形態と気温形成に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, pp.49-56.1996/1
- 5) 篠原功太. ゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫の生息行動に照度が与える影響. 福岡大学工学部社会デザイン工学科卒業論文. 2010/2
- 6) 福岡市ホームページ. 福岡市推計・登録人口(最新)登録人口推移表.  
<https://www.city.fukuoka.lg.jp/soki/tokeichosa/shisei/toukei/jinkou/jinnkousokuhou.html>
- 7) 総務省統計局. 第 2 章人口・世帯 2-1 人口の推移と将来人口. <https://www.stat.go.jp/data/nihon/02.html>

(Accepted August 22, 2022)

## STUDY ON POSSIBLE HABITAT AREA OF FIREFLY AS WATER CYCLE INDEX IN URBAN AREA

Teruki HAMADA, Ryoichi WATANABE

Genji fireflies, the target of this study, could be confirmed in rivers and waterways everywhere until around 1955. However, at present, there are almost no habitats for Genji fireflies left in urban areas, and they are disappearing. The reasons for this are the development of residential land and the diversion of agricultural land, and as a result, the environment in which fireflies can live has decreased. In the urban area of Fukuoka City, there are still green areas where fireflies grow wild, and we installed illuminance meters, water level gauges, and rain gauges on these green areas, and investigated the physical environment in the green areas. Most of the watershed in the urban area is covered with impermeable water, and rainfall has a water circulation mechanism that quickly flows down to the sea through the sewage system. As a result, the water circulation mechanism that the basin had is actually lost. Therefore, in this study, we focused on spring water, which is important as a habitat for fireflies in urban areas, and investigated it with the aim of using it as an indicator of water circulation in the basin.