

単波長 LED 光源に対するヘイケボタル幼虫の忌避性に関する研究

福岡大学 工学部 学生員○池田崇寛 正会員 渡辺亮一・伊豫岡宏樹・浜田晃規・山崎惟義

1. はじめに

ホタルは豊かな自然環境のシンボルとしてホタルの保護や定着の試みが全国各地で盛んに行われている。しかし、都市河川でホタルの各成長段階に対応した生息環境を復元させるのは難しく、成功した例は多くないのが現状である。ホタルは水辺環境で完全変態を行う生き物で、幼虫期に水中、さなぎ期に土中、成虫期に陸上を生息域としているためにそれぞれの空間で生育条件が満たされなければ生息することができない。よって、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いえる。しかし、人間が生活する場とホタルが生育する環境は、基本的に整合性を持たない。ホタルの減少要因の一つである水環境は近年改善されているが、街灯や自動車などの人工照明による問題は残されている¹⁾。そこで我々は、ホタルが感受しにくい波長の光があるならば、それを街灯などに用いることにより、人間のための照明機能を維持しながらホタルの生息環境を保護できるのではないかと考えた。過去の研究においてホタル幼虫に影響する物理的環境要因は底質より水面照度が大きく影響していることが分かっている²⁾。また、赤色より青色の光による影響が大きいことも明らかになっている¹⁾²⁾。しかしこれらの研究は、水槽を用いた実験や室内における実験から得られた結果である。本研究では、より実際の河川環境に近い環境下で実験を行うため、屋外に人工水路を作成し実験を行った。本研究では、単波長 LED を用いた波長の違いによるヘイケボタル幼虫への影響を明らかにすることを目的としている。



写真-1 ヘイケボタル幼虫

よって、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いえる。しかし、人間が生活する場とホタルが生育する環境は、基本的に整合性を持たない。ホタルの減少要因の一つである水環境は近年改善されているが、街灯や自動車などの人工照明による問題は残されている¹⁾。そこで我々は、ホタルが感受しにくい波長の光があるならば、それを街灯などに用いることにより、人間のための照明機能を維持しながらホタルの生息環境を保護できるのではないかと考えた。過去の研究においてホタル幼虫に影響する物理的環境要因は底質より水面照度が大きく影響していることが分かっている²⁾。また、赤色より青色の光による影響が大きいことも明らかになっている¹⁾²⁾。しかしこれらの研究は、水槽を用いた実験や室内における実験から得られた結果である。本研究では、より実際の河川環境に近い環境下で実験を行うため、屋外に人工水路を作成し実験を行った。本研究では、単波長 LED を用いた波長の違いによるヘイケボタル幼虫への影響を明らかにすることを目的としている。

2. 実験概要

実験装置は、コンクリート製 U 字側溝を用いて作成した (図-1・2)。幼虫の光源の色による影響を調べる実験装置は、地下水を導水する水路を作成した。水路は、長さ 780cm、幅 14cm、高さ 15cm の両端と端から 300cm を発砲スチロールで塞ぎ、水深を 10cm で保つためにそれぞれの発砲スチロールにオーバーフロー用の穴をあけ、穴には幼虫が逃げないようにネットで保護した。光源には、株式会社キーストーンテクノロジーの LED ライト・トルネード ACE を赤色・青色それぞれ 3 つずつ用いた。赤色 LED (TOR-E26-3X1W-R) の発光波長は 625nm、青色 LED (TOR-E26-3X1W-b) の発光波長は 465nm である。また、

照度に変化を付けるために光が直接当たる 0~100cm 区間は何もせず、100~200cm 区間は 60%遮光シートで覆い、200~300cm 区間は 100%遮光した。照度の測定には、株式会社 CUSTOM 製のデジタル照度計 (LX-1335) を用いた。照度を測定した位置は、光源からの距離が 0・50・100・150・200・250・300cm での水面照度を測定し、それぞれの位置での最大照度をその位置での照度として採用した。実験は研究室裏の広場にて行い、実験に用いたヘイケボタル幼虫は、福岡大学薬草園内のホタル水路にて捕獲したヘイケボタルを実験室内で飼育し産卵させ、孵化後はカワニナを餌として与え、約 5 カ月間飼育したものの中から無作為に 20 頭選び、人工水路に放した。ヘイケボタルを放つ位置は、端から 300cm で区切った区間の光源からの距離が 50・100・150・200・250cm の位置に 4 頭ずつ計 20 頭放った。光源を点灯し、1 時間ごとに計 4 回幼虫の位置を確認した。人工水路には流速がほぼ無い状態で常に地下水を流して実験を行った。

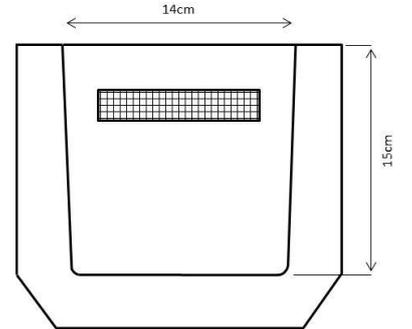


図-1 実験装置 (正面図)

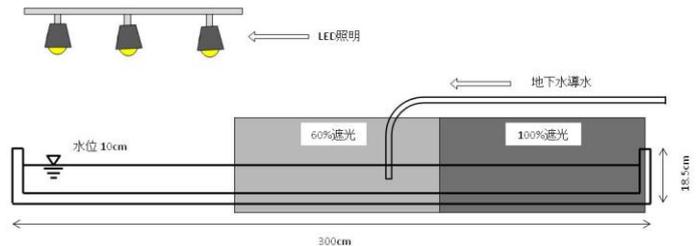


図-2 実験装置 (側面図)

3. 実験結果

ヘイケボタル幼虫に対する光源なし・赤色 LED・青色 LED の実験結果について、1 時間ごとにヘイケボタル幼虫の個体数、光源からの距離と照度を示す (図-2)。光源なしの状態を行った実験をケース 1、赤色 LED を点灯した状態で行った実験をケース 2、青色 LED を点灯した状態で行った実験をケース 3 とする。ケース 1 では、実験開始 1 時間後から 4 時間後まで幼虫の分布に顕著な偏りは見られなかった。ケース 2 では、照度が低くなる 200~300cm 区間に多く分布する傾向がみられた。ケース 3 では、ケース 2 の時同様照度が低くなる 200~300cm 区間に多く分布する傾向がみられた。その後、実験開始後 4 時間後の結果で次元分散分析を行った結果 $p < 0.05$ となり、実験条件による差が有

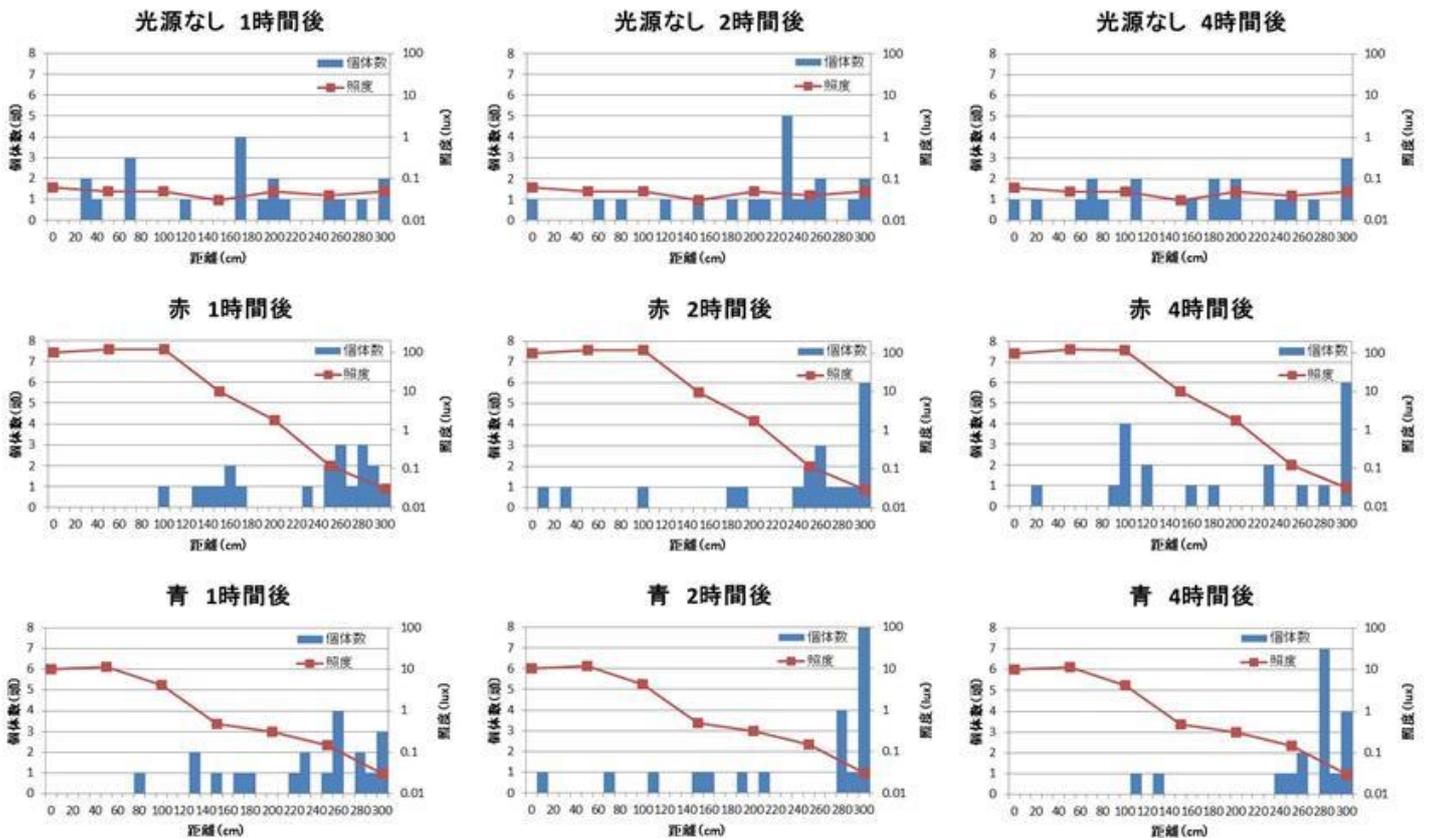


図 - 2 ヘイケボタル幼虫における光源と光源からの距離と照度

意であった。また、Bonferroni の方法による t 検定により多重比較を行ったところ、ケース 1 とケース 2 の分布には有意な差は認められなかったが、ケース 1 とケース 3 ($p < 0.05$) の分布には有意な差が認められた。よって、ヘイケボタル幼虫は赤色 LED の光よりも青色 LED の光を嫌う傾向が認められた。

4. 考察

今回の実験結果では、ヘイケボタル幼虫は赤色 LED より青色 LED を嫌う傾向がみられた。既存の研究成果として、実験室内でプラスチック製の水槽を照度のある側とない側の 2 つに区切り、幼虫を光源のある側に放ち、幼虫の分布を調べた実験結果では赤色 LED より青色 LED を忌避する報告がある¹²⁾。本研究結果でも、赤色 LED の光よりも青色 LED の光を嫌う傾向が認められた。また、ヘイケボタル幼虫の行動に影響する照度は、赤色については照度 40lux 以上、青色については照度 0.1lux 以上の照度で影響する報告がある¹⁾。本研究結果では、実験開始 4 時間後の結果をみると、赤色 LED を点灯した状態では、照度が低くなる 100~300cm 区間に多く分布する傾向がみられ、高い照度の光を嫌う傾向がみられた。青色 LED を点灯した状態では、

表-1 Bonferroni の方法による t 検定による 4 時間後の多重比較結果

p値	ケース1	ケース2
ケース2	0.7945	-
ケース3	0.0026	0.0558

照度が 0.1lux より低い照度の位置に幼虫の分布が多く、上記した既存の研究と同じような実験結果が得られた。

本研究では、より自然環境に近い条件で実験を行うために屋外に人工開水路を作成し実験を行った。それによって得られる結果は、実河川・水路においても同様と考えられる。したがって、街灯などの照明器具を用いる場合には、青色より赤色の使用が推奨される。照度の大小によっても影響がみられ、木などの光を遮る障害となるものを用いて照度をコントロールすることが望ましいと考えられる。

5. 今後の課題

今回の実験では、赤色 LED を点灯した状態と青色 LED を点灯した状態では、赤色 LED より青色 LED の光を嫌う傾向がみられた。今後は、ホタルへの影響の少ない照射条件を検討するために、様々な実験ケースで実験を行う必要がある。

参考文献

- 1) 宮下衛：ゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫に対する LED 照明の影響，土木学会論文集 G Vol.65 No1, pp1-7, 2009.2.
- 2) 山本峻司他：福岡大学ホタル水路におけるホタル幼虫に物理的環境条件が与える影響に関する研究，平成 24 年度土木学会西部支部研究発表会公演概要集，CD-ROM, V II-52.