

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

福岡大学工学部 学生員 ○山本峻司 正会員 山崎惟義・渡辺亮一・伊豫岡宏樹

1. はじめに

ホタルは昔から夏の風物詩として人々に親しまれ、日本人にとって一番身近な昆虫であった。かつてホタルは日本の河川や水路のいたるところで乱舞している姿を確認することができた。しかし、日本人にとっては馴染み深かったホタルも近年は都市部では見られなくなり、ホタルを見ることができる場所はごく限られた場所のみとなっている。都市河川で大きな問題となるのが夜間の人工照明の問題である。ホタルは一生を通して光を嫌う性質があるため、この問題を解決しなければホタルの再生は難しい¹⁾が、ホタルに影響のない色や照度が分かれば、街灯のランプを照射範囲が狭い LED 照明に交換するだけで影響が回避出来る。福岡大学葉草園内のビオトープ池には、2005 年 12 月に完成したホタル水路がある。この水路には、2006 年よりゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫を放流し、成虫が飛翔する姿を確認できている。この水路の周辺には人工照明があり、水路周辺で照度が低い箇所と高い箇所が混在している。今回の研究では、福岡大学ホタル水路におけるホタル幼虫に照明をはじめとした物理的環境条件が与える影響を調べることにした。



写真-1 左:ゲンジボタル幼虫 右:ヘイケボタル幼虫

2. 調査概要

(1) 夜間照度観測

福岡県内の実河川や水路で夜間の照度を測定した。観測地点はホタルの生息が確認されている場所 A~F の 6 地点、生息が確認されない場所 G~J の 4 地点の計 10 地点を対象とした。地点は餌となるカワニナの生息、さなぎのための土壌があるという条件を満たす場所を選択した。観測時刻はホタルがよく見られる時刻 20:00~21:30 とした。観測には、精度の高いデジタル照度計(custom 製 LX-1335)を用いた。

(2) LED 照明に対する幼虫の選好性実験

幼虫の光源の色および照度の影響を調べるための試験装置は、廃棄器材とダンボール箱を用いて作成し、地下水を導水することで人工水路とした(図-1)。幼虫の行動を調べる人工水路は、長さ 740mm、幅 270mm、高さ 290mm の廃棄器材を用い、LED 照明区と暗区(光源を入れた側を LED 照明区、光源を置かない側を暗区とした)の境を黒色の板で仕切り、容器の底面と仕切りの間に 10mm 程度の隙間を開け

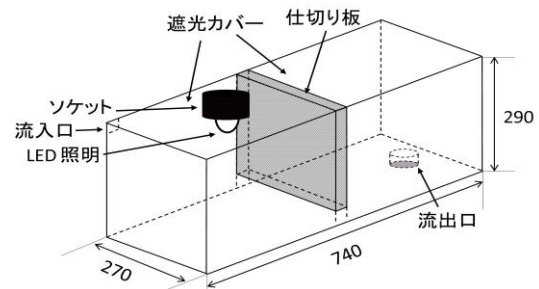


図-1 実験装置 (数字の単位は mm)

て両区をホタルが行き来出来るようにした。人工水路の流出口以外は、黒色のテープを貼って外部の光が入らないようにした。また、遮光用のカバーをダンボールで 2 つ作り、1 つは中心に電球ソケットを付けて光源の LED ランプをセットした。LED 照明区側の照度は使用する電球ソケットの高さを変えることで調整した。なお、LED 照明区側の照度は、人工水路の底面の中心の照度で代表させた。試験は、研究室裏の広場において人工水路を設置し、飼育しているホタル幼虫を無作為に 10 頭選び、LED 照明区に放す。光源を点灯し、1 時間後に暗区の蓋を開け、LED 照明区及び暗区に分布する幼虫の数を調べた。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試験を行った。LED 照明区の底面の照度は、デジタル照度計(custom 製 LX-1335)を用いて測定した。また、高さを変えたり、遮光材を用いたりすることによって照度を月明かり程度の 0.1lux、街路灯の近辺程度の 1.0, 5.0, 10.0lux に調節した。

(3) 福岡大学ホタル水路における物理的環境調査

福岡大学ホタル水路に生息するホタル幼虫を可能な限り捕獲し、主な河床材料、餌となるカワニナの分布、水面の夜間の照度を調査した。その後、水路を遮光シートで覆い、ホタル幼虫を放流し、数日後の水路におけるホタル幼虫の分布を調査した。対象区間は、ホタル水路をビオトープ池のある上流から約 1m ずつ区切った全 30 区間を対象とした。

3. 実験結果および考察

(1) 夜間照度観測

図-2 に各地点の夜間の照度の観測結果を示す。ホタルの生息している A~F の 6 地点の照度は 0.06~0.76lux であった。B 地点の照度は 0.76lux と突出した値であったが、木が照明を遮っているため、こ

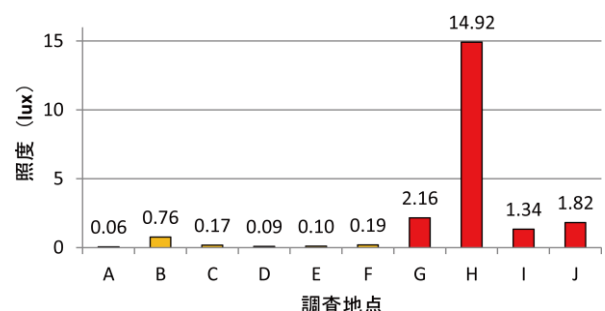


図-2 夜間照度観測結果

の程度の夜間照度であればホタルへの影響は少ないと考えられる。生息地は木などの光を遮る障害物があり、暗闇に近い場所があるという共通点があった。一方、ホタルが生息していない G~J 地点の夜間照度は 1.34~14.92lux と高い値を示した。これらの地点は川沿いの道路に街灯やガソリンスタンド等があり、照明を遮る物が無いため高い夜間照度を示したと考えられる。0.76~1.34lux の範囲で生息条件の境界があると考えられるが、B 地点と I 地点は離れたところに街灯などの光源があるものの、2 地点の違いは照明を遮る障害物があるかどうかであった。ある程度離れた街灯から届く照明の照度は 1.0lux 前後であるため、街灯と生息地の距離はある程度離れておく必要もある。障害物を設置するより街灯を無くすことが一番早い改善策だが、市街地などでは難しい。そこで、ランプを換えるだけであれば難しくないため、LED 照明の影響について幼虫を用いて実験を行った。

(2) LED 照明に対する幼虫の選好性実験

図-3 に 6 色の LED 照明の影響について、LED 照明区に残った幼虫の数の割合を示した。縦軸に残った幼虫の数の割合、横軸に照度を示した。また、バーチャートで誤差範囲を示し、Dunnnett 法により多重比較を行い検討した結果を示す。¹⁾ LED 照明を点灯しない状態で LED 照明下に幼虫を放した結果、生息地の最大照度 0.76lux に近い 1.0lux ではどちらも赤・橙色に影響を受けにくかった。しかし、感受しないといわれる青色を避ける傾向が得られた。ホタルは太陽光を特に嫌う為、紫外線に近い青色を避けたのではないかと考えられる。また、過去の研究室における研究では室内において室温を一定に保った環境下で実験を行ったところ、同様の傾向が得られている。²⁾ 今回の実験では自然環境に近い条件で行ったため、実際に福岡大学ホタル水路で物理的環境条件が与える影響について調べた。

(3) 福岡大学ホタル水路における物理的環境調査

図-4 に発見したホタル幼虫の数と水面の夜間の照度を示す。幼虫は上流から 7m までの区間で 15 頭発見できたが、それ以降の区間では発見できなかった。カワニナは上流では 30~40 匹前後、下流では 40~50 匹前後生息していた。餌としては十分な数が生息しているため、カワニナの分布による影響はないと思われる。幼虫を発見した区間の主な河床材料は砂であった。過去の研究室における研究で、幼虫は外敵から身を守る、または日光を避けるために砂に潜るため、礫より砂の多い場所を好むことが分かっている。³⁾ しかし、砂のある区間でも幼虫を発見できたのは主に上流であったことから、底質より優先して幼虫に影響する要因があると考えられる。水面の夜間の照度を測定したところ、上流・下流は周囲の木が照明を遮り照度が 0.1lux 以下であり、十分に生息できると考えられる。中流では木々の隙間から照明が漏れて水面に届くため、上流・下流と比較して僅かに照度が高い。照度の低い下流で幼虫が発見できなかったのは、中流の照度が高く下流に移動できない、または下流の主な河床材料が細礫であり、照明を避けるために潜れないためではないかと考えられる。

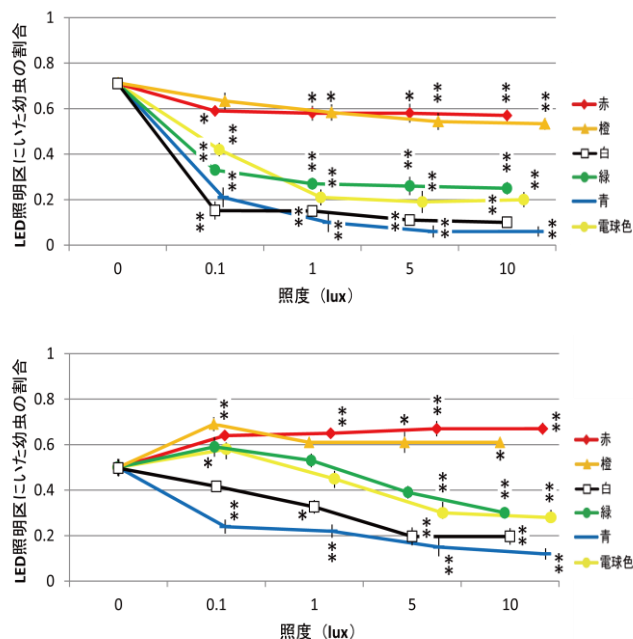


図-3 ホタル幼虫に対する各色の LED 照明の影響
(上：ゲンジボタル，下：ヘイケボタル)
(誤差範囲は平均±SE，*：5%有意，**：1%有意)

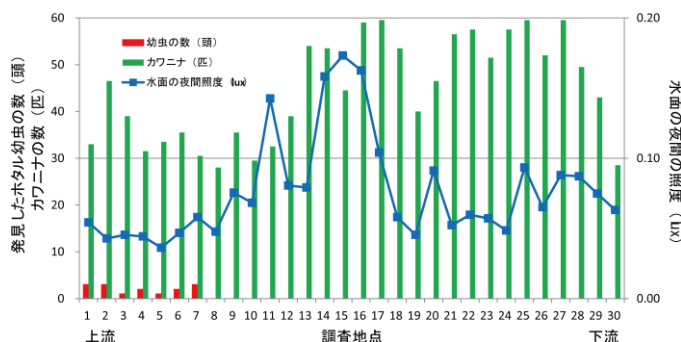


図-4 ホタル水路における幼虫とカワニナの分布と
水面の夜間の照度

4. まとめ

夜間の照度を測定したところ、生息地での最大照度は 0.76lux であった。生息地の周辺に照明がある場合はある程度距離を設け、木などの障害物で照明を遮り、照度を少なくとも 1.0lux 以下にする必要がある。また、人工水路における照明に対する幼虫の選好性は、過去の研究室における研究と同様の傾向が得られたため、街灯には青色より赤・橙色の使用が推奨される。ホタル水路において餌となるカワニナは十分に分布しているため、カワニナの分布に関しては幼虫に影響は無いと考えられる。

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 No.1, pp1-7, 2009.2.
- 2)奥屋大洋他：ゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫の捕食行動に LED 照明が与える影響に関する研究，平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 CD-ROM, VII-46, 2012.3.
- 3)山下安啓他：ゲンジボタル幼虫の実河川における生息適地に関する研究，平成 20 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 CD-ROM, VII-42, 2009.3.