

マツノマダラカミキリ食害木内の照度*1

吉田成章*2

キーワード：マツノマダラカミキリ, 幼虫, 材内, 照度, 小型センサ

I. はじめに

マツノマダラカミキリ幼虫期の生態解明のために、温度や日長との関係が解析されてきた。光については、日長について論じられてきた（上田明良, 1999ほか多数）が、材内の光の強さについて論じられたことはない。富樫（1989）が指摘するように幼虫の日長反応だけでなく材内の光環境について明らかにしておく必要がある。

II. 材料と方法

マツノマダラカミキリ幼虫が蛹室で越冬している時期と食害をしている時期を想定し小型の照度センサーで測定した。測定に用いたセンサはNJL7502L（JRC製）で、分光感度特性が人間の視感度特性に近い照度センサである。使用した回路は図-1のとおりで、2つの照度センサ素子を用い、負荷抵抗（RL）には明るいときの測定用に503Ω、暗いときに100KΩの抵抗を用いた。電圧（Vout）測定には、METEX社のデジタルマルチメーター（M-3850D）を使用して電圧を記録し照度に変換した。

このセンサのデータシート（新日本無線, 2010）から、センサ素子の形状を図-2、分光感度特性を図-3、指向性を図-4に示した。センサ電極の絶縁とセンサ後方からの光の侵入を防ぐた

めに素子の下部分約1mm、電極とケーブルの接続部分とケーブルを約9cm程度黒色の熱収縮チューブで被覆した。また、必要に応じて黒色の絶縁テープで隙間を埋めた。

蛹室内の幼虫期を想定した光の測定に用いたマツ材は直径12cm～16cm、長さ約20cmのマツ材線虫病枯損木5本で、樹種ははっきりしないが、樹皮はアカマツに近かった。枯損時期は2009年である。試料丸太の小口から木部に樹皮と平行に直径4.8mmのドリルで約5cmの深さまで穴を開け（写真-1）、この中にセンサを入れて照度を測定した（測定方法A）。深さは木部表面からドリル孔面までをミリ単位で測定した。5本の調査木のうち2本は樹皮が剥がれていた。樹皮のある3本については、樹皮がついたままで測定し、その後樹皮をはいで同様の場所を測定した。測定日は2010年5月13日である。このセンサは正面での指向性が高い（図-4）ことから樹皮と平行にセンサを入れた

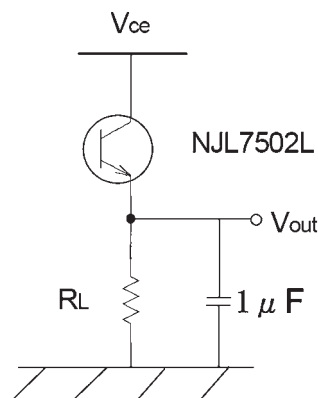


図-1. 使用電気回路

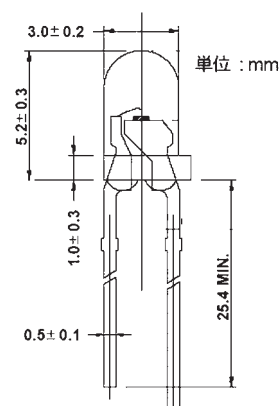


図-2. センサ素子の形状

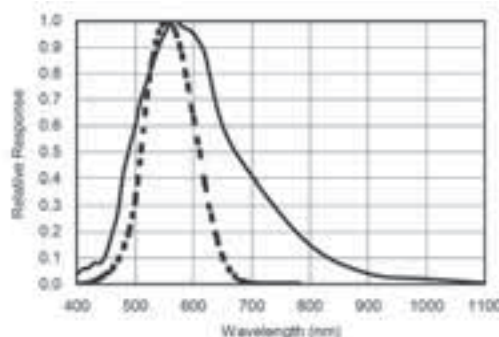


図-3. 分光感度特性（点線は人間の分光感度特性）

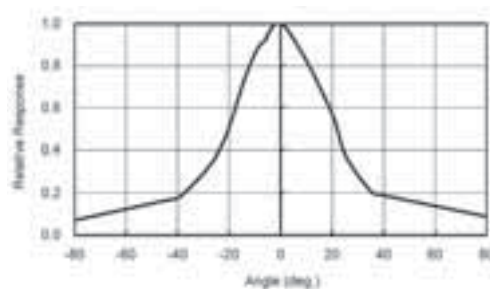


図-4. 感度指向性

*1 Yoshida N: Illuminance in the log infested with *Monochamus alternatus*.

*2 福岡県筑後市古島5-1 Kojima 5-1, Chikugo, 833-0035

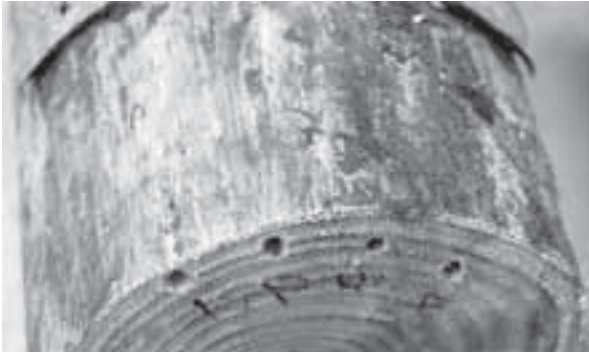


写真-1. 測定方法Aの木口のドリル穴

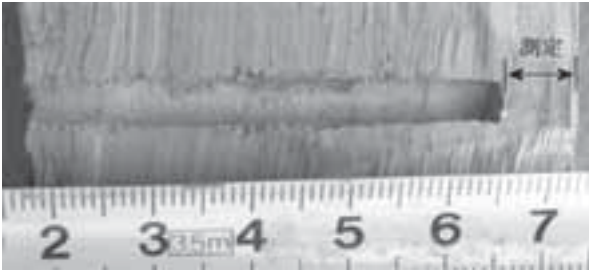


写真-2. 測定方法Bの割材後のドリル穴



写真-3. 測定方法Cの断面模式図

場合、樹皮側からの光が過小評価されることになると考え、センサが樹皮面に対して直角になるような方法でも測定をした。2010年9月24日に樹皮を剥がした枯損丸太を縦半分に割り、材の内側から樹皮側に向かってドリルで穴を掘りセンサを挿入して測定した(測定方法B)。測定後に材を割ってドリル孔先端部分の樹皮側からの深さを測った(写真-2)。

幼虫食害期の光の測定には、室内でマツノマダラカミキリ成虫に産卵させた直径約3~12 cm、長さ約20~50 cmのマツ丸太13本を用いた。樹種はクロマツである。産卵時期は2010年8月11日から19日であった。測定したのは9月10日でまだ食害中であり、一部で穿孔が始まっていた。

測定は、丸太の樹皮を押しして食害部分を確認、その部分に向けて小口から樹皮直下の木部に直径4.8 mmのドリルで穴を開け、食害痕に到達したことを確かめて、虫糞をドリルの穴からできるだけ排出し、センサをいれた(測定方法C)。測定はセンサを食害痕内で動かしもっとも高い値を示す場所の数値を測定値とした(写真-3)。樹皮の厚さは木口で幼虫の食害を受けていない位置をノギスで計測した。

光の測定には、晴れた日を選び、解放空間でも同時に照度を測定した。

表-1. 樹皮のあるなしでの照度

深さ (mm)	照度 (Lux)		
	樹皮なし	樹皮あり	樹皮あり / なし
5	4.01	0.05	1.1%
6	2.89	0.03	1.0%
5	2.36	0.02	0.7%
7	0.56	0.02	3.8%
3	4.24	0.03	0.7%
3	0.03	0.01	26.1%
2	1.84	0.07	3.7%
2	1.11	0.06	5.5%

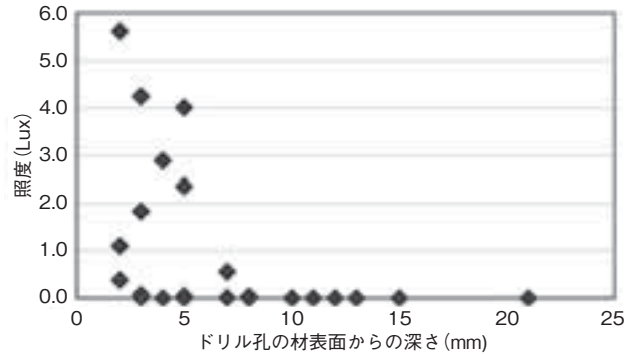


図-5. 測定方法Aでのドリル孔面の深さと照度

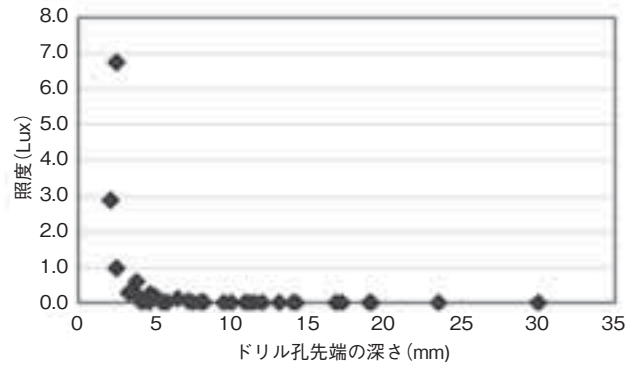


図-6. 測定方法Bでのドリル孔先端の深さと照度

Ⅲ. 結果と考察

使用した測定システムの精度はセンサ、ケーブル、デジタルマルチメーター、気温、遮光性能を含めた全体として300 μV程度と判断されたので100 KΩの負荷のとき、0.3 mV以下(照度換算で0.01 Lux)については測定限界とした。

測定方法Aでは粗皮がない場合、3 mm以上の深さでセンサーの測定限界になる測定孔があった。照度が検出されるのはおおむね8 mm以下の深さであり、2 mmの深さで照度は10 Lux以下である(図-5)。同時に測定した解放空間での照度は12000~13800 Luxであり、相対照度は0.1%以下であった。樹皮をはずして測定したときセンサーの測定限界以上の照度が得られた測定孔について、樹皮があった場合と比較すると表-1になる。測定限界付近の数値で高いものがあるが、樹皮があることによって照度は1/10以下になった。なお、樹皮は食害後時間がたっていることから薄くなっている場所があり、厚さは指標となりにくい、ノギスでの測定では、0.25~1.9 mm程度であった。

測定方法Bでも深さ7 mm以下で照度が高くなり、測定法Aと

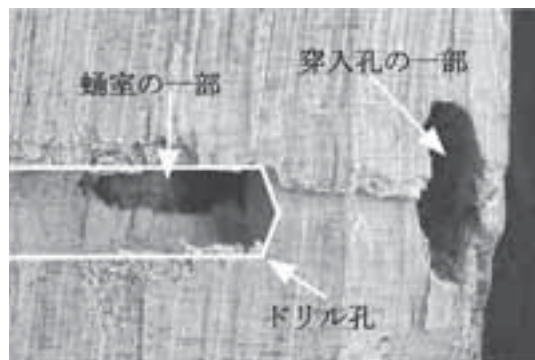


写真-4. 蛹室の一部に達したドリル孔

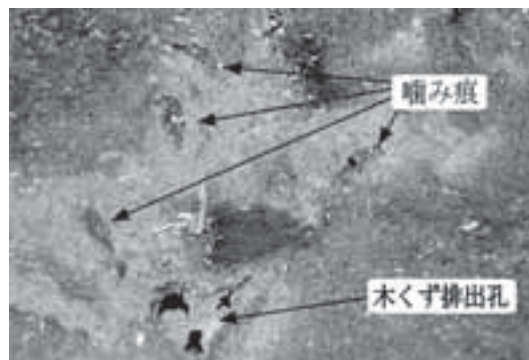
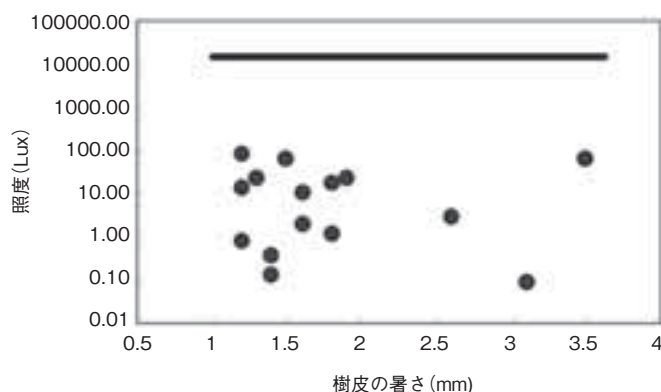


写真-5. 食害された樹皮の内側の噛み痕と木くず排出孔

図-7. 測定方法Cでの樹皮厚と食害痕内の照度
(実線は解放空間の照度)

大きく変わらなかった (図-6)。同時に測定した解放空間での照度は13900~14800 Luxであり、測定法Aと同様に2 mmの深さの相対照度は0.1%以下であった。

越冬期の蛹室は50 mm以上の深さにあるものもあり、その中にはほぼ暗黒状態であると推定される。蛹室は穿入孔を通して外界に通じているが、曲がっていることと木くずが詰められていることから、光が穿入孔を通して蛹室まで到達することはないと考えられる。測定方法Bで30個の測定孔のうち1つが偶然に蛹室に達していた (写真-4)。このドリル孔の深度は12 mmで照度は測定限界以下であった。一例ではあるが、穿入孔を通して光が到達していないと判断された。枯損して時間がたたなければ粗皮が剥がれることはほとんどないので、かなり浅い蛹室でもほぼ暗黒状態であると推測された。

測定法Cでは、樹皮の厚さとの関係は見られなかった。照度の最大値は100 Lux近くであり、木部の中に比べ10倍以上の数値となった (図-7)。この調査時の解放空間の照度は12900~15000 Luxであった。相対照度は1%程度である。食害痕内でセンサを動かすと数値が大きく変動した。この原因をさぐるため、樹皮を剥がして日光にかざしたところ所々に樹皮が薄くなった場所が見られた。この場所には産卵痕に似た紡錘状の噛み痕がみられた (写真-5)。幼虫によって付けられたものと判断された。観察した範囲ではこの噛み痕は樹皮が薄くなってだけで完全に表面まで穴が開いているものはなかった。噛み痕のほかに木くずの排出孔が見られた。この排出孔は、木くずをとり除くと完全に

外界に開いているが、数は多くなく1食害痕に対して1か所程度であった。ただし、排出孔の数は多数の観察によるものではない。

日長を考えると明暗を分ける光強度を知る必要があるが、月の光が一つの目安になると考えられる。2010年9月23日月齢14.7の日の22時雲がかかっていないときの月の光を測定すると約9 Luxであった。月の光によって日長が左右されないためには10 Lux近傍に明暗の境があるとして仮説をたててみると次のようになる。快晴でも森林内の暗い場所では100 Lux以下の照度になることが想定される。その場合樹皮下の食害痕内では1 Lux以下となるので、天候や場所によって幼虫が感じる日長は大幅に異なることになる。外に開いている木くず排出孔で光を感じていれば、比較的安定した日長を感じることができると考えられる。すなわち、越冬前の樹皮下を生息場所としている期間、幼虫は直射が当たるような場合は樹皮を通して光を感じている。朝夕や日陰の状態では、虫糞や木くず排出孔を通して積極的に外界の光を感じているとすると、森林の中の多様な光条件で日長に正確に反応することが説明できる。材内に穿入し蛹室で越冬に入れば暗黒状態になり日長に反応できなくなる。

今回の調査では人間と同程度の光の波長の範囲で、0.01 Lux以上を対象とした。波長のより広い範囲、より低い照度等について検討する必要があるが、波長の長い赤外の部分は温度との関係が強くなると考えられ、波長の短い紫外の部分は、簡単な布で遮断されるので、可視域より容易に遮蔽されると考えられる。このことから、今回の調査法で光の問題はおおむね解決されたと考える。しかし、幼虫が可視光以外に反応していることが分かれば、赤外、紫外ともに専用のセンサが存在することから今回と同様の調査によって関係は把握することができる。0.01 Lux以下の照度の測定は、より高性能の計器と周到な遮光対策、温度の制御をすれば測定可能である。

この調査に当たり枯損木を提供いただいた井筒屋化学産業㈱とマツの生丸太を提供いただいた佐賀県林業試験場に厚く御礼申し上げます。

IV. 引用文献

- 新日本無線 (2010) 半導体インフォメーション。
 富樫一巳 (1989) 応動昆 33 : 1-8。
 上田明良 (1999) 森林応用研究 8 : 165-168。

(2010年10月23日受付; 2011年1月11日受理)