

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月24日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22380099

研究課題名（和文） シロアリの走光性と視覚機能に関する研究

研究課題名（英文） Studies on the phototactic behavior and visual function of termites

研究代表者

大村 和香子（OHMURA WAKAKO）

独立行政法人森林総合研究所・木材改質研究領域・主任研究員

研究者番号：00343806

研究成果の概要（和文）：シロアリの（擬）職蟻および有翅虫の走光性の波長依存性について行動実験と複眼の分光感度の計測により比較・検討した。その結果（擬）職蟻は短波長ほど負の走光性を示すが有翅虫は短波長ほど正の走光性を示し、特にその傾向が紫外域で顕著であること、複眼の分光感度に関しては、有翅虫・擬職蟻ともに 520 nm（緑）と 360 nm（紫外）にピークが存在し、相対感度は擬職蟻では $360\text{ nm} < 520\text{ nm}$ 、有翅虫では $360\text{ nm} > 520\text{ nm}$ であることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We investigate the differences in phototactic behavior between pseudergates and alates. We also determined the spectral sensitivity of compound eyes based on electroretinogram (ERG) to clarify the relationship between the behavior and visual function. With decreasing the wavelength, negative phototaxis was found in the pseudergates, whereas, positive phototaxis was observed in the alates, and the tendency was remarkable at the UV irradiation. The spectral sensitivity of both pseudergates and alates of *Zootermopsis nevadensis* had the peaks at 360 nm (UV) and 520 nm (green), but the relative intensity was different (pseudergates : $360\text{ nm} < 520\text{ nm}$, alates: $360\text{ nm} > 520\text{ nm}$) .

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	9,500,000	2,850,000	12,350,000
2011年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2012年度	1,800,000	540,000	2,340,000
年度			
年度			
総計	13,600,000	4,080,000	17,680,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・木質科学

キーワード：シロアリ、視覚特性、走光性、階級、複眼

1. 研究開始当初の背景

シロアリの有翅虫は、結婚飛行のために巣から飛び出すと街灯などに集まる「正の走光性」を示し発達した「複眼」を有する。一方、木材を直接加害するシロアリの職蟻は、通常

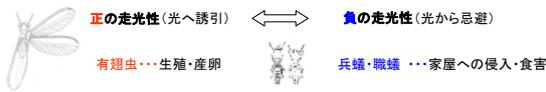
土壌や木材中の巣の中の暗所で生活し「複眼」は顕微鏡による外部形態観察からだけでは確認しにくく、従来は「職蟻には眼がない」と表現される場合もあり、機能も未解明である。

(1) 職蟻・兵蟻の視覚特性

職蟻は、光を嫌う「負の走光性」を示し、自らを保護するために土などで作った蟻道を形成し家屋へ侵入・加害する。またヤマトシロアリの近縁種については、紫外線が致死作用を示すことが知られている。しかし、紫外線といっても波長範囲は広く、また光の強さの影響が不明であり、行動を効果的に阻害する光波長・照度は正確には特定されていない。

(2) 有翅虫の視覚特性

イエシロアリの有翅虫では、波長400 nm 付近の比較的短波長の可視光線に多く集まると報告されている。しかし、この場合もシロアリを効果的に誘引するための光波長・照度は正確には特定されていない。



(3) シロアリの光受容サイト

昆虫は一般的に、ヒトの目にあたる器官として「複眼」を有する。ヤマトシロアリでは3齢幼虫になると複眼の原型が見られ、脱皮回数を増すごとに「複眼」の発達が認められる。職蟻や兵蟻は、有翅虫に比べて「複眼」は未発達であり、その未発達な「複眼」で光の強弱や波長の違いを判断することができるか否かは不明である。

(4) 昆虫の光反応性を利用した防除

例えば食品工場等での貯穀害虫対策や、農作地におけるヤガ等農業害虫対策として、各種昆虫の光に対する走性を利用した防除技術が実用化されつつある。シロアリ防除に関しては、紫外光を利用した防除法に関する特許が公開されている。しかし、紫外線では人間の目で照射状況が確認しづらい上に木材等材料の表層劣化を引き起こすことが懸念される。

2. 研究の目的

シロアリの各階級(女王・王、職蟻、兵蟻)ごとに、誘引・忌避を効果的に生じる光の波長および照度を明らかにするとともに、各階級の光受容サイトを複眼の発達と併せて確認し、シロアリの視覚特性を解明することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 複眼の顕微鏡観察

低真空走査電子顕微鏡を用いてシロアリの各階級の複眼の外部形態を観察した。

(2) 走光性行動実験

行動実験はすべて温度 23 ± 3 °C、相対湿度 65 ± 5 %R.H. の暗室内にて実施した。

① イエシロアリおよびヤマトシロアリ (擬)

職蟻および兵蟻を使った集団行動実験
スチロール製透明容器内にシロアリを投入し、単色化した光を容器の半分の面積が照射されるよう照射した(図1)。光が照射されている範囲に存在するシロアリの頭数の変化を経時的に計数し追跡した。

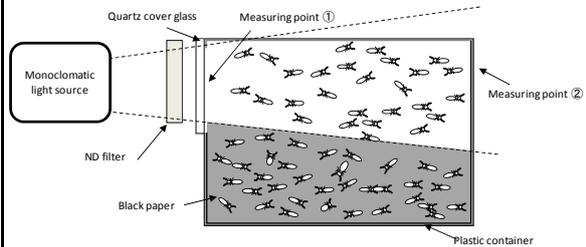


図1 行動実験概要(集団行動用)

② ネバダオオシロアリ擬職蟻の行動実験

アクリル製パイプ(内径7 mm×長さ200 mm)を用い、一端にシロアリ擬職蟻1頭を投入し、他端から各波長に分光した光を光ファイバを介して歩行開始と同時に照射を開始し、歩行距離ならびに進行方向を変える時点までの時間を計測した。

③ 有翅虫の行動実験

黒色無反射紙上に石英ガラス円筒(外径55 mm×高さ60 mm)を設置後、円筒内に有翅虫を1頭投入し、中央に直径10 mmの孔を設けた厚紙で上方を覆った。各波長に分光した光を、光ファイバから石英カバーガラスを介して円筒上方より照射し、一定時間内に光照射範囲に留まる時間ならびに光源に向かって飛翔する回数を計測した。

(3) 複眼の分光感度

各波長に分光した光をネバダオオシロアリ擬職蟻の複眼表面にガラス管電極(記録電極)を、腹腔内に銀ワイヤー電極(不関電極)をおき、複眼網膜電図(ERG)を導出した。等光子数に調整した単色光(300-740 nm, 半値幅=約10 nm)を20 nm間隔、10秒おきに照射し、網膜電位の振幅を測定することにより本種複眼の分光感度特性を決定した。

4. 研究成果

(1) 光受容部位の特定

走査電子顕微鏡を用いて複眼の外部形態を観察した結果、老齢のネバダオオシロアリ擬職蟻では、有翅虫と比較すると三次元的な隆起が乏しいものの複眼の明瞭な発達が認められ、複眼の視細胞レベルでの分光感度の測定および有翅虫と擬職蟻との比較が可能であることが示された(図2 a, b)。

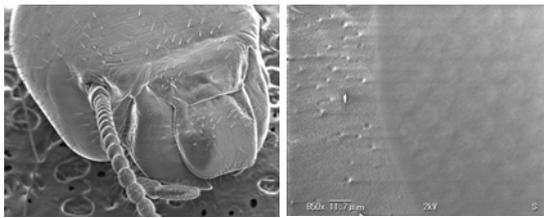


図2a ネバダオオシロアリ擬職蟻（有翅系統）の複眼

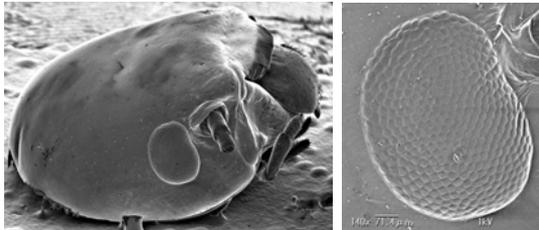


図2b ネバダオオシロアリ有翅虫の複眼

(2) 走光性の波長依存性～階級間および種間での相違～

(擬) 職蟻は短波長ほど負の走光性を示し、その傾向が紫外域で特に顕著であった(図3)。一方有翅虫ではどのシロアリ種も紫外域、特に 375 nm の光照射時に光源へ向かって最も多く飛翔し、光照射範囲への滞在時間も他波長帯と比較して最も長くなることを明らかにした(図4)。光源への単位時間あたりの飛翔回数については、イエシロアリよりもネバダオオシロアリで多い傾向を示すこと、走光性を示さないこととされるヤマトシロアリおよびアメリカカンザイシロアリの有翅虫でも、波長が短くなるほど光照射範囲内に滞在する時間が長くなることなどがわかった。

また検討したシロアリ種では(擬) 職蟻も有翅虫も長波長の可視光(赤色光)には顕著に反応しないことが明らかになった。

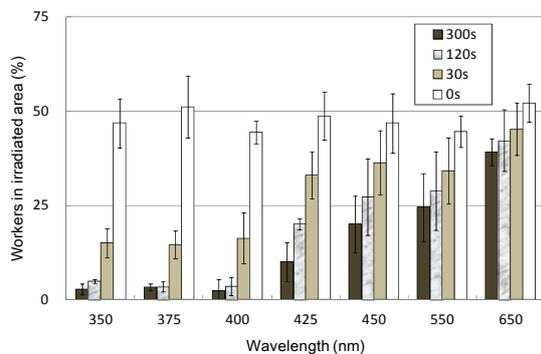


図3 イエシロアリ職蟻および兵蟻の集団としての走光性に対する波長の影響(照射時間による変化)

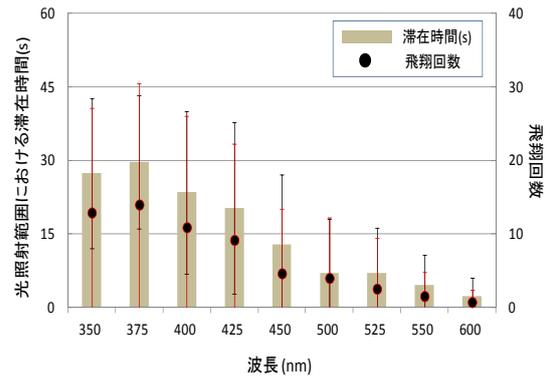


図4 イエシロアリ有翅虫(♀)の走光性に対する波長の影響

(3) 複眼の分光感度(ネバダオオシロアリ有翅虫・擬職蟻ともに 520 nm (緑)と 360 nm (紫外)にピークが存在し、有翅虫の場合には 360 nm の相対感度が 520 nm よりも高いのに対して、擬職蟻は 520 nm の相対感度の方が 360 nm よりも高かった。また 650 nm (赤)に対しては、有翅虫・擬職蟻ともにほとんど感度がなかった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

- ① 大村和香子、片岡厚、木口実：ヤマトシロアリの走光性に対する波長の影響、環動昆、査読あり、22(4)、2011、185-190。

[学会発表] (計 6 件)

- ① 大村和香子、片岡厚、木口実、伊藤優子、酒井佳美、築瀬佳之：シロアリの蟻道の光遮蔽性とその性状に関する研究、日本木材学会年次大会要旨集、79、2013年3月27日、盛岡。

- ② Wakako Ohmura, Motohiro Wakakuwa, Kentaro Arikawa, Masaru Hojo, Takuma Takanashi, Yutaka Kataoka, Makoto Kiguchi: Phototactic behavior and visual function between nymphs and alates of a termite, *Zootermopsis nevadensis* (Hagen), XXIV Abstracts of International Congress of Entomology, PS3M328, 2012年8月22日、Daegu, Korea.

- ③ Wakako Ohmura, Takuma Takanashi, Eiji Ohya, Youki Suzuki, Yutaka Kataoka and Makoto Kiguchi: Species-specific vibrational behaviors against photostimulation in termites, IUSI2010 Abstracts, 297, 2010年8月11日、Copenhagen, Denmark.

[図書] (計1件)

- ①大村和香子, 他 編著、海青社、シロアリの事典、2012、225-237.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大村 和香子 (OHMURA WAKAKO)

独立行政法人森林総合研究所・木材改質研究領域・主任研究員

研究者番号：00343806

(2) 研究分担者

木口 実 (KIGUCHI MAKOTO)

独立行政法人森林総合研究所・木材改質研究領域・室長

研究者番号：50353660

片岡 厚 (KATAOKA YUTAKA)

独立行政法人森林総合研究所・木材改質研究領域・チーム長

研究者番号：80353639

(3) 連携研究者

蟻川 謙太郎 (ARIKAWA KENTARO)

総合研究大学院大学・先導科学研究科・教授

研究者番号：20167232

高梨 琢磨 (TAKANASHI TAKUMA)

独立行政法人森林総合研究所・森林昆虫研究領域・主任研究員

研究者番号：60399376