

平成22年6月11日現在

研究種目：基盤研究(C)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19580197  
 研究課題名（和文）シロアリの振動シグナルを用いたコミュニケーション制御に関する研究  
 研究課題名（英文）Studies on communication control methods using vibrational signals 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）：シロアリが特に危険と感じる刺激を受けたときに起こす、頭部を基質に打ち付ける tapping 行動および体軸方向に体をゆする tremulation 行動を高速度ビデオカメラで記録し、各々の振動パターンを種間および階級間で解析・比較した。その結果、シロアリの種類により振動パターンが大きく異なること、ファンクションジェネレータで模倣・作製したイエシロアリ固有の振動パターンを他種のシロアリに投与すると、行動攪乱を生じることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：We focused on tapping (head bumping) and tremulation (especially back and forth movement) behaviors in four species of termites. These were analyzed using a high-speed video camera, to compare the differences among species. Tremulation and tapping behaviors are found to be species-specific. A termite was disturbed by the vibrational pattern of the other termite, which were synthesized with a function generator.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林学・林産科学・木質工学

キーワード：シロアリ、振動シグナル、振動行動パターン、コミュニケーション、社会性昆虫

## 1. 研究開始当初の背景

木造建築物を何十万匹にも及ぶ「集団」で加害するシロアリは、樹木中の二次代謝成分などの多様かつ微量な化学物質や光・空気の流れ・振動などの物理的な刺激を常に受容している。そしてこれらの刺激から餌や巣のありか、敵／仲間といった様々な情報を瞬時に処理し、巣仲

間どうして情報伝達（コミュニケーション）しあうことにより、統制のとれた「社会」を形成している。

シロアリは目が未発達なため、光の強さ以外は視覚による情報が得られない。従って、シロアリにおける情報伝達（コミュニケーション）方法は（1）ケミカル・コミュニケー

ション と (2) フィジカル・コミュニケーション とに 大別される。ケミカル・コミュニケーションは警報・道しるべ等のフェロモンや体表炭化水素を利用した方法である。一方、フィジカル・コミュニケーションは、自分の体を前後に震わせたり (=tremulation 行動)、地面に頭を打ち付けたり (=tapping 行動) して生じる、近傍の空気や地面の微小な振動を利用した方法である (図 1)。

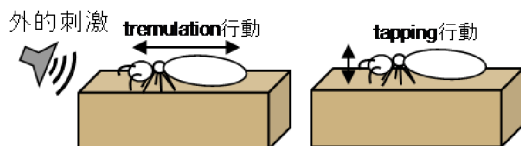


図 1 シロアリの自己振動行動

しかし、社会性昆虫として知られるシロアリにおいて、各個体を受容した情報をどのように他個体に伝達するか という個体間のコミュニケーションについては、未解明な点が多い。特に、微小な振動を利用するフィジカル・コミュニケーションに関しては、外的刺激の種類によってどのように周波数等を使いわけて振動シグナルを発生しているか という点さえも分かっていない。

そこで、シロアリの振動シグナルによるフィジカル・コミュニケーションの仕組みが理解できれば、その振動パターンを利用したシロアリの「集団」行動のかく乱や制御が可能となる と考え、本課題を立案した。

## 2. 研究の目的

本研究では、シロアリが巣仲間とのコミュニケーションに用いる振動行動パターンを解析し、この振動行動パターンを人工的に合成し投与することにより、「集団」としてのシロアリの行動を制御することを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 供試シロアリ種としてネバダオオシロアリ、イエシロアリ、ヤマトシロアリ、アメリカカンザイシロアリを選定し、白色 LED 光を刺激とした場合に各個体が示す tapping 行動および tremulation 行動を、高速度ビデオカメラで撮影・記録するとともに、その振動行動パターンについて周波数や変位量を計測し、種間および階級間で比較した。

(2) ファンクションジェネレータでネバダオオシロアリ固有の振動パターンを合成し、他種のシロアリに投与して行動攪乱を生じるか検討した。

(3) 基質媒介の音・振動については、コンデンサーマイクروفोनや加速度ピックアップ、レーザードップラ振動計を用いて周波数、加速度等を記録した。

## 4. 研究成果

(1) ネバダオオシロアリ、イエシロアリ、ヤマトシロアリ、アメリカカンザイシロアリの 4 種のシロアリについて、各々 tapping および tremulation 行動における周波数および振動パターンを解析したところ、シロアリの種類により典型的な振動行動パターンが大きく異なることが明らかとなった。tremulation 行動に関しては、イエシロアリでは、外部刺激投与直後では 15~20 Hz の振動を 2.2 秒行い、これを繰り返した (図 2a)。ヤマトシロアリでは振動周波数はイエシロアリと同程度であったが、頭部の最大変位量がイエシロアリでは約 500  $\mu\text{m}$  に対して、ヤマトシロアリは約 100  $\mu\text{m}$  であった (図 2b)。アメリカカンザイシロアリは 1~2Hz 程度の前後の振動行動が中心であった (図 2c)。ネバダオオシロアリは、10~25 Hz の振動を 0.7 秒行い、これを 1 秒間隔で繰り返した ((図 2 d)。ネバダオオシロアリにおける tapping 行動 (図 3) は、tremulation 行動と同様に 15~20Hz の振動を繰り返すが、頭部の相対距離は tremulation 行動では行動開始時に大きく、その後小さくなるのに対して、tapping 行動では行動中ほぼ一定であった。また頭部相対距離は職蟻より兵蟻の方が大きい、振動パターンおよび周波数には明瞭な違いは認められなかった。また、アメリカカンザイシロアリでは tapping 行動が観察されなかった。

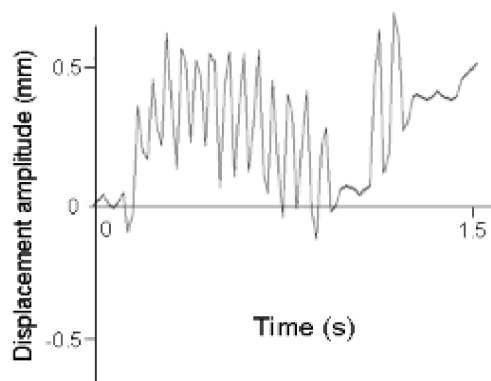


図 2a イエシロアリの tremulation 行動パターン

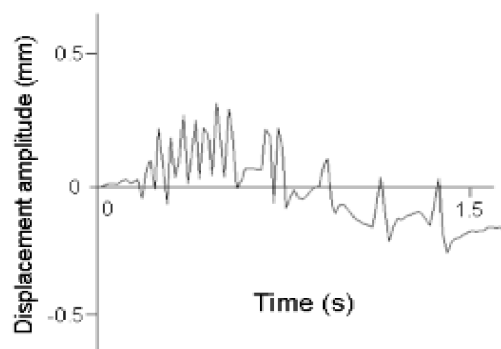


図 2b ヤマトシロアリの tremulation 行動パターン

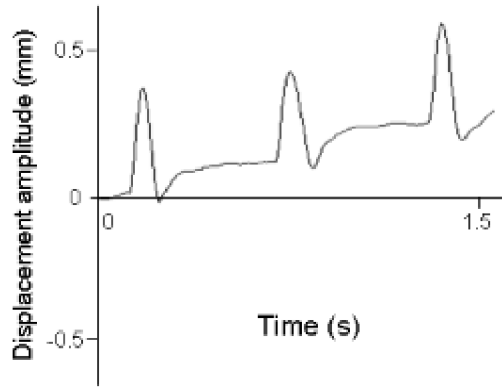


図 2c アメリカカンザイシロアリの tremulation 行動パターン

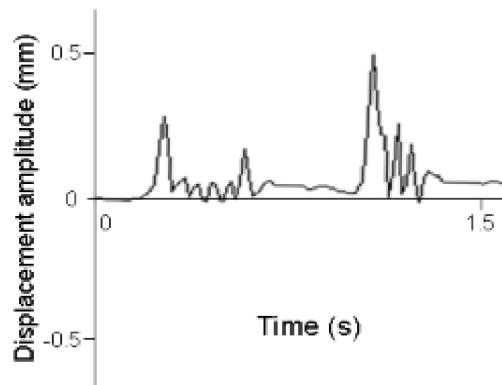


図 2d ネバダオオシロアリの tremulation 行動パターン

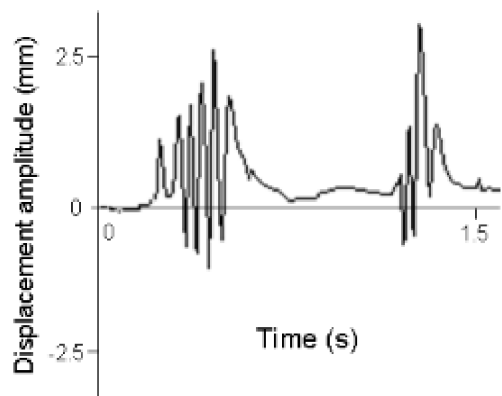


図 3 ネバダオオシロアリの tapping 行動パターン

表 各シロアリ種の tremulation 行動比較

シロアリ種	体長 (mm)		変位量 <sup>1)</sup> (mm)		主周波数(Hz)	
	W <sup>1)</sup>	S <sup>2)</sup>	W	S	W	S
ヤマトシロアリ	4.0	5.0	0.1	0.5	15-20	15-20
イエシロアリ	5.0	6.0	0.5	0.7	15-20	15-20
アメリカカンザイシロアリ	5.0	6.0	0.3	0.2	1.5	1.0
ネバダオオシロアリ	15.0	18.0	1.0	<sup>3)</sup> NA	15-20	<sup>3)</sup> NA

(2) イエシロアリを供試虫として、ファンクションジェネレータを用いてネバダオオシロアリ種固有の振動パターンを模倣・作製した。作製した擬似信号を振動子および木材を介して他種のシロアリにプレイバックすることにより、シロアリの行動が攪乱されることを明らかにした (図 4)。



図 4 イエシロアリに対するネバダオオシロアリ種固有振動パターンの投与による行動攪乱

(3) ネバダオオシロアリを供試虫として、加速度ピックアップおよびレーザードップラ振動計を用いて、各種振動信号を伝達する基質 (木材) 側の振動特性を計測したところ、1~1.3 kHz に特異的周波数ピークが計測された。次に、ネバダオオシロアリの tapping 行動を CCD カメラで観察・記録するとともに、頭部を基質にたたきつけることで生じる tapping 音を高感度コンデンサーマイクロフォンで録音し、tapping 音の周波数解析を行った (図 5a, b)。その結果、基本周波数は約 1 kHz であることが示された。

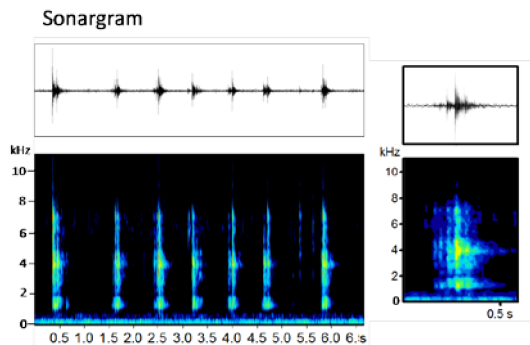


図 5a ネバダオオシロアリの tapping 音に関する周波数解析結果 (sonargram)

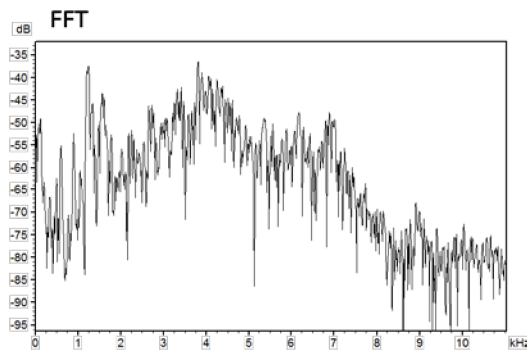


図 5b ネバダオオシロアリの tapping 音に関する  
周波数解析結果 (FFT 解析)

本研究の成果の一部について、特許出願 (名称: 振動により害虫を防除する方法) を行った。これらの内容はシロアリの行動特性を利用した、環境配慮型の新たなシロアリ対策法の開発に寄与するものと考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

- ① Wakako Ohmura、Takuma Takanashi、Yoki Suzuki、Behavioral analysis of tremulation and tapping of termites、Sociobiology、査読有、54、2009、269-274

[学会発表] (計 9 件)

- ① Wakako Ohmura、Takuma Takanashi、Yoki Suzuki、Behavioral analysis of tremulation and tapping of termites、The 6<sup>th</sup> Conference of the Pacific Rim Termite Research Group、2009 年 3 月 3 日、全日空ホテル (京都市)
- ② 大村和香子、高梨琢磨、鈴木養樹、大谷英児、シロアリの振動コミュニケーションに関する研究(II)-ネバダオオシロアリの警報行動解析-、第 59 回日本木材学会研究発表要旨集、2009 年 3 月 15 日、松本大学 (松本市)
- ① 大村和香子、高梨琢磨、鈴木養樹、シロアリの振動コミュニケーションに関する研究(I)、第 20 回日本環境動物昆虫学会年次大会要旨集、2008 年 11 月 17 日、京都大学 (京都市)

[図書] (計 1 件)

- ① 大村和香子, 他、エヌ・ティ・エス、昆虫ミメティックス、2008、762-768

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: 振動により害虫を防除する方法  
 発明者: 高梨琢磨、大村和香子、大谷英児、久保島吉貴、森輝夫、小池卓二、西野浩史  
 権利者: 独立行政法人森林総合研究所、電気通信大学、北海道大学  
 種類: 特許  
 番号: 特願 2009-208413  
 出願年月日: 2009 年 9 月 9 日  
 国内外の別: 国内

#### 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

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

鈴木 養樹 (SUZUKI YOKI)  
 独立行政法人森林総合研究所・木材特性研究領域・室長  
 研究者番号: 90353739