

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24年 5月24日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21658083

研究課題名（和文） 音響的手法によるコナジラミの行動攪乱に関する基礎研究

研究課題名（英文） Basic Study on Behavior Disturbance of Whitefly by Acoustic Means

研究代表者

水谷 孝一（MIZUTANI KOICHI）

筑波大学・システム情報系・教授

研究者番号：50241790

研究成果の概要（和文）：

コナジラミ類の生態を利用し防除に応用する上での基礎的な検討を行った。コナジラミ類が配偶行動の際に音を発することを利用し、これに近い音を照射することで個体に与える影響を検討した。まずコナジラミの音響モニタリング装置を作製し、コナジラミの発生音の特徴を明らかにした。続いて測定した calling sound を人為的にコナジラミの成虫に照射することで攪乱を試みた。その結果、Calling sound を人為的に照射時したときにコナジラミが積極的に応答していることが確認された。この結果から、コナジラミ類に由来する発生音には同種の個体に対して一種の攪乱作用がある可能性が考えられる。

研究成果の概要（英文）：

This research is about a basic study to prevent damage of crop from crop-damaging insect, especially whitefly. To initiate mating behavior, the whitefly communicates each other by acoustic signal of small amplitude. By radiating communication signal to whitefly artificially, disturbance of behavior of whitefly, which results in failure of mating, is expected. We measured the acoustic signal of whitefly for mating and evaluated its characteristics. Then, we radiated the sound of whitefly artificially to whitefly. The obtained results suggest that the radiation of the sound seems to have some effects on whitefly.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	0	1,300,000
2010年度	1,100,000	0	1,100,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,000,000	180,000	3,180,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学、農業環境工学

キーワード：センシング、施設園芸、昆虫、農薬、音響振動

1. 研究開始当初の背景

農業において古来より農業害虫（以降「害虫」と呼称する）は深刻な問題であり、その対策は重要な課題となっている。農場ではまとまった面積内で単一、あるいは少数種の農

作物を栽培することが一般的であるため、それを栄養補給源とする生物にとって、農場は格好の餌場となり繁殖場となる。特に形態が小さく移動能力があり繁殖力が強い害虫は広く農業に悪影響を与えてきた。

害虫の防除法として最も広く用いられている手法が化学農薬を用いる手段である。化学農薬を用いた防除法は少ない労力で一定の効果を得られるため、近年では多くの研究がされ、実用化に至っている。しかしながら、化学農薬は人間、畜産動物、水産物、周辺の植物等に悪影響を与える場合があり、今日ではその仕様について法律で厳しい制限がされている。また、特定の化学農薬を使い続けることで、化学物質に耐性を持つ種が出現することもあり、新たな被害をもたらす場合もある。そのため、近年では化学農薬以外の防除法の検討も多く行われている。例えば、害虫が特定の色に反応する習性を利用して一箇所に誘引する手法が実用化されている。

昆虫にはセミ科やコオロギ科に知られるように、音を発することで個体同士が交信をしているものが多く存在する。害虫の中でもこの習性を持つものが確認されており、特にコナジラミ類に同様の習性が報告されている。このコナジラミ類は、日本国内の至る所に分布し多くの農作物に被害を及ぼしている害虫である。コナジラミ類には既存の化学農薬が効かない亜種も数種確認されており、決定的な防除法が確立されていない。このコナジラミ類に対して、化学農薬や生物農薬を使用しない音を用いた新たな防除法を確立できれば非常に有益であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、コナジラミ類の生態を利用し防除に応用する上での基礎的な検討を行うことである。コナジラミ類が配偶行動の際に音を発することを利用し、これに近い音を照射することで個体に与える影響を検討する。期待できる成果として、calling soundの照射による繁殖の妨害、音源への成虫の誘引、もしくは音源からの忌避が考えられる。

3. 研究の方法

コナジラミ類の発生音を防除に応用するためには、その発生音を解析し特徴を知ることが重要となる。そこで、コナジラミ類の発生音を実際に測定する。本研究では、特に配偶行動の際に生じる calling sound の測定を試みる。続いて、複数の個体の calling sound を解析することで、calling sound に共通した特徴を明らかにする。最後に、コナジラミの個体に向けて人為的に発生した calling sound を照射することで、行動の攪乱を試みる。

4. 研究成果

まずコナジラミの音響モニタリング装置を作製した。コナジラミの発生音は微小であり、かつ長期間に亘って観測を行う必要がある。そこで、高感度マイクロホンと A-D コン

バータを接続し、PC 上で長時間の収録と音響波形の解析が出来る装置を構成した。また、外部雑音の影響を抑制するために、測定環境を無響室内とした (図 1)。

測定装置を用いてコナジラミの 7 生体から発生音を観測した。その結果、(1)0.1 秒程度の非常に短い信号と、(2)0.5 秒程度の信号が主に観測されたため、この 2 つの信号について解析を行った。なお、(1)と(2)に相当する信号の一例をそれぞれ図 2、図 3 に示す。まず信号(1)について得られた特徴は以下の通りである。

- ① ある周波数を基音としその倍数の成分に約 1.5 kHz 以下でピークが見られる
- ② 基音は個体によって異なる
- ③ 継続時間は共通して約 0.1 秒間である
- ④ 特定の個体が発する音は一種類である
- ⑤ 数十秒おきに繰り返し発するという周期的な特徴を持つ

また、個体に因らず波形の継続時間は 0.1 秒間、音圧は 0.5-3.0 mPa であった。周波数成分においてはおよそ 200 Hz を基音とした倍音構造をとっており、同一の個体間では全て共通した倍音構造を持つことが確認できた。

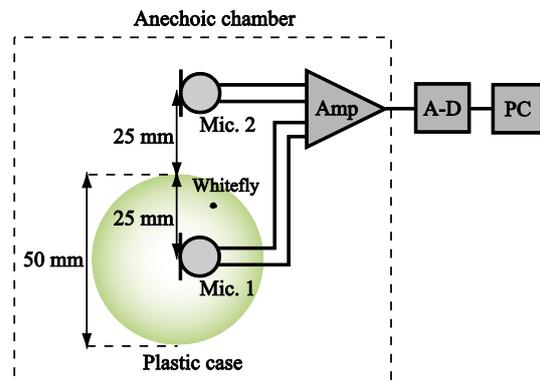


図 1：測定装置・測定環境

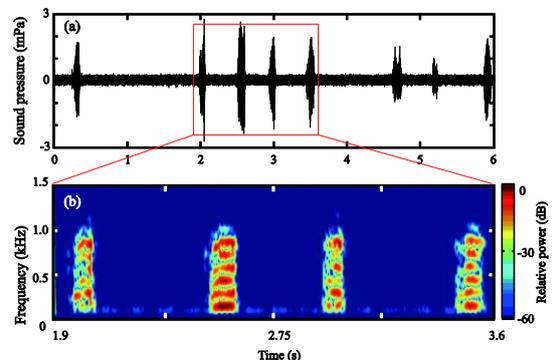


図 2：観測された信号の一例(1)

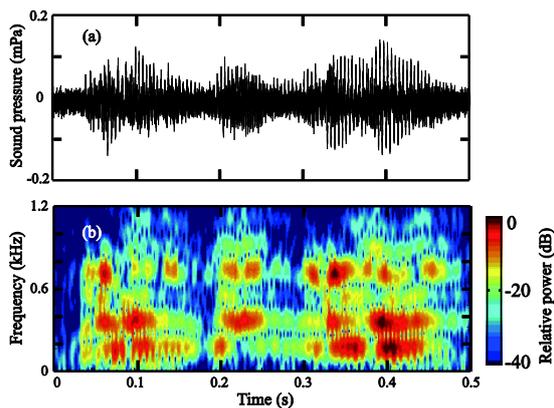


図3：観測された信号の一例(2)

続いて信号(2)について得られた特徴は以下の通りである。

- ① 信号(1)と同様、ある周波数を基音としその倍数の成分に約 1.5 kHz 以下でピークが見られる
- ② 基音は個体によって異なる
- ③ 継続時間は共通して 0.4-0.5 秒間である
- ④ 特定の個体が発する音は一種類である
上記の特徴より、信号(2)は信号(1)と本質的には同じ種類のものと考えられ、calling sound の一種であると結論づけた。

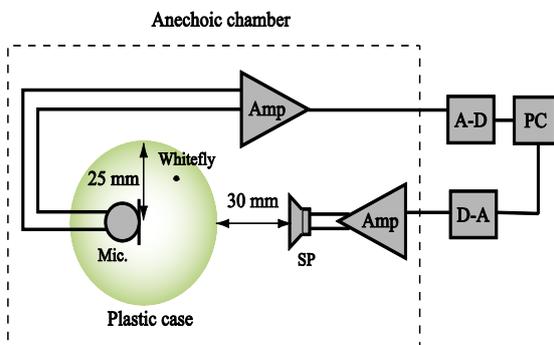


図4：行動攪乱のための実験装置

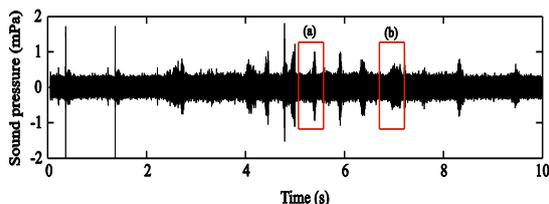


図5：観測された信号の一例
(a):人為的に照射した calling sound
(b):コナジラミが発した calling sound

表1：照射音に対するコナジラミの応答頻度

個体	照射信号	応答頻度
(A)	Calling sound	99
	正弦波	62
(B)	Calling sound	258
	正弦波	219
	無し	148

続いて測定した calling sound (信号(1)) を人為的にコナジラミの成虫に照射することで攪乱を試みた。実験装置を図4に示す。前頁に示した高感度マイクロホンとA-Dコンバータを接続し、PC上で長時間の収録と音響波形の解析が出来る装置に加え、人為的に信号を照射するためのスピーカを設置している。

評価方法として、人為的な信号に対する応答頻度に着目した。照射する信号は、前頁で測定された信号(1)の一つである。6秒間に亘り calling sound が存在し、その後4秒間に亘り無音区間が存在する信号をケースの中に入れたコナジラミの個体に繰り返し照射した。なお、無音区間は実際に測定された calling sound の最大インターバルに基づいている。そして、この間にコナジラミの個体が発生した音をマイクロホンで測定した。なお、ケース内の個体が発生した音と人為的な信号は周波数の個体差を利用して区別している。

観測された信号の一例を図5に示す。人為的に照射した calling sound に対してコナジラミが応答する頻度に着目する。コナジラミ二個体(A),(B)それぞれに(1) calling sound を照射した場合、(2)正弦波を照射した場合、(3)何も照射しない無音の場合、単位時間あたりに個体が発生した信号の頻度を表1に示す。この結果に示されるように、(A),(B)の両個体において、calling sound 照射時が最も多く発生音が確認できている。この結果から、コナジラミ類に由来する発生音には同種の個体に対して一種の攪乱作用がある可能性が考えられる。ただし、サンプル数が不十分なため、照射信号に対する応答頻度に有意な結果が得られているわけではない。今後は対象とする個体の数を増やすことで、さらに結果の妥当性について検討していく必要がある。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計2件)

- (1) 谷浦良祐, 海老原格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 石井雅久: "コナジラミ類の求愛音の測定と定量的評価," 2011年度農業施設学会次大会講演要旨集, P-17, pp. 121-122,

丸亀町レッツホール（香川県）（25 August, 2011).

- (2) 谷浦良祐, 海老原 格, 水谷孝一, 若槻尚斗, 石井雅久: "コナジラミ類発生音の定量モニタリング," 2010年度農業施設学会次大会講演要旨集, P-9, pp.135-136, 新潟大学駅南キャンパス（新潟県）（30 August, 2010).
<優秀ポスター賞受賞>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水谷 孝一 (MIZUTANI KOICHI)
筑波大学・システム情報系・教授
研究者番号：50241790

(2) 研究分担者

若槻 尚斗 (WAKATSUKI NAOTO)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号：40294433

海老原 格 (EBIHARA TADASHI)
筑波大学・システム情報系・助教
研究者番号：80581602

石井 雅久 (ISHIII MASAHISA)
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究所・主任研究員
研究者番号：10343766