

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2012～2013

課題番号：24880019

研究課題名(和文) イエシロアリの病気感染抵抗行動に見られる情報伝達機構

研究課題名(英文) Signal transduction in disease resistant behaviors in *Coptotermes fimosanus*

研究代表者

柳川 綾 (Yanagawa, Aya)

京都大学・生存圏研究所・助教

研究者番号：70628700

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：本課題における取り組みから、複眼は退化し単眼しか持たないために視力の極端に低いシロアリが、generalistの匂いに対して、他の昆虫より100倍から1000番ほど敏感な化学物質受容器を有していることを明らかにした。その結果、菌由来揮発成分においては、シロアリに忌避である物質一物質を見つけた。さらに、病原菌シグナルとネストメイトシグナルでは、病原菌シグナルの方が優勢であることを明らかにした(以上、論文投稿中)。また調査の過程における成果より、国内国際学会における葉っぱ用及び論文発表を行った。

研究成果の概要(英文)：The GC/MS analysis had been conducted to identify the odor signals from entomopathogenic fungi, and the 4 main chemicals were identified. With these chemicals, we revealed that termites could be super sensitive to general chemical signals in the environment. One of the chemicals induced aversion in termites. Also in the interaction among nestmates and pathogen related odor, it was indicated that pathogenic odor is a stronger key signal than nestmate odor. It means, safety is very important for them.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学

キーワード：昆虫病理

## 1. 研究開始当初の背景

天敵微生物を用いた生物的防除資材の導入は、これまで、化学農薬に代わる環境負荷の少ない害虫管理の一つとして、研究室レベルではその可能性が大きく示唆されてきたにもかかわらず、なかなか一般普及にいたらなかった。その理由の一つとして、害虫として駆除の対象となるシロアリなどの社会性昆虫の社会的衛生行動や、生態系内での昆虫と菌の関係が未解明であることがあげられる。これは昆虫病原性微生物を利用した生物的防除資材の開発には欠かせない知識である。昆虫病原性糸状菌を用いた総合的病害虫管理 (integrated pest management: IPM) はデンマークなど環境保全大国で導入に成功しているものである。温暖で湿度も高い我が国は、北欧の国々よりもこうした防除資材の導入に向いていると思われるが、これまでコストの面や即効性の低さから、開発および導入にあまり積極的でなかった。本研究により昆虫の行動による生体防御機構が明らかになれば、安価で効果の大きい散布法などを研究する上で重要な知識を得ることができる。以前の研究で、真社会性昆虫であるシロアリにおいて、病原菌からでる匂いのシグナルが、生体防御行動とも言える衛生行動に大きな影響を与えていることが示唆されていたことから、イエシロアリ触角上感覚毛が有する神経細胞について調査し、病原菌由来揮発性物質のシグナルとしての重要性や知覚の仕組みについて掘り下げたいと思い、イエシロアリの病気感染抵抗行動に見られる情報伝達機構についての研究を開始した。

## 2. 研究の目的

具体的な目的としては以下の4点を挙げている。

菌由来匂いシグナルを受けた際の生体防御行動から菌に対する知覚を調査

菌暴露直後の集団内行動変化および暴露後を菌から隔離し、その後菌由来物質の知覚情報のみを受け取った集団に見られる行動を調査

菌由来匂いシグナルのうち、情報伝達の要になっている菌由来物質を同定

生物的防除における、微生物生物的防除資材に応用可能な知覚情報伝達阻害について検討

## 3. 研究の方法

GC/MS 分析により同定された、菌由来揮発成分を用いて、Y 字管テストを用いて、忌避や誘引を調査し、標準化学物質においてどの程度微量の濃度まで知覚できているかを調査した。

菌暴露直後の集団内行動変化および暴露後を菌から隔離し、その後菌由来物質の知覚情報のみを受け取った集団に見られる行動を調査

病原菌を超純水に一晩浸漬し、病原菌由来表面化学物質の回収を行った(溶液 A)のうち、菌そのものと化学シグナルしか含まない溶液 A を接種した際の、シロアリの行動変化について調査。

菌由来匂いシグナルのうち、情報伝達の要になっている菌由来物質を同定

GC/MS 分析により、菌由来揮発成分の分析を行った際に同定された化学物質を用いて、Y 字管テストを用いて、忌避や誘引を調査した。結果に合わせて、ネストメイトや緩衝剤(ろ紙)などを含有する際のシロアリの反応を観察した。

生物的防除における、微生物生物的防除資材に応用可能な知覚情報伝達阻害について検討

キイロショウジョウバエを用いて衛生行動に関する実験を行い、本研究で病気抵抗行動として特に注目しているグルーミング行動に特に深くかかわる化学受容器について関連遺伝子を探索した。

また、文献を調査し、今後の実験性の方向について課題を立てた。

## 4. 研究成果

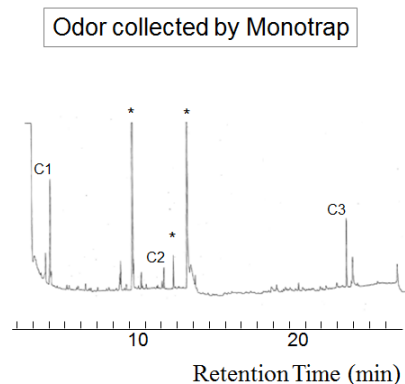


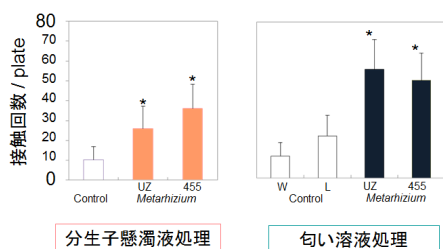
図1 *B. brongniartii* 由来揮発成分の GC/MS 分析の結果

本課題における取り組みから、複眼は退化し単眼しか持たないために視力の極端に低いシロアリが、generalist の匂いに対して、他の昆虫より 100 倍から 1000 番ほど敏感な化学物質受容器を有していることを明らかにした。その結果、菌由来揮発成分においては、シロアリに忌避である物質一物質を見つけた。さらに、病原菌シグナルとネストメイトシグナルでは、病原菌シグナルの方が優勢であることを明らかにした。GC/MS の分析結果(図1および表1)およびシロアリの匂いシグナルによる行動変化についての結果を示す(図2)。(以上、論文投稿中)

表 1

モノトラップにより吸着できた(活性炭)菌由来物質の平均量 (n = 3)

	3-Octanone	3-Methyl-1-butanol	1-Octen-3-ol	3-Octanol
<i>I. fumosorosae</i> K3	3.24 ng/ml	-	1.18 ng/ml	-
<i>I. fumosorosae</i> 8555	1.98 ng/ml	-	8.25 ng/ml	-
<i>B. brongniartii</i> 782	9.24 ng/ml	-	5.02 ng/ml	2.09 ng/ml
<i>B. bassiana</i> F1214	10.58 ng/ml	0.33 ng/ml	7.58 ng/ml	0.33 ng/ml
<i>M. anisopliae</i> 455	9.82 ng/ml	-	9.03 ng/ml	-
<i>M. anisopliae</i> UZ	0.20 ng/ml	-	7.89 ng/ml	-

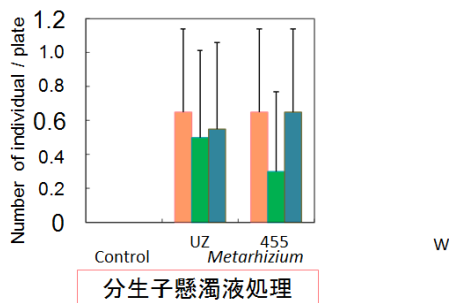


1プレート中の接触回数(15分)

図 2

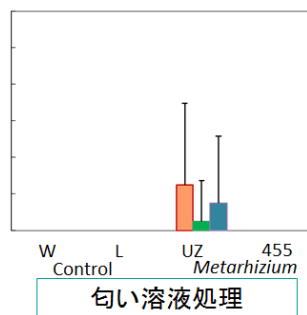
菌そのものと、揮発成分を含む溶液をシグナルとして処理した際の衛生行動の増強

また、衛生行動指定これまで重点的に調査してきたグルーミング行動に加え、攻撃行動およびカンニバリズムについても調査し、昆虫病原性糸状菌によっては、香気成分中にシロアリの攻撃行動を増強する匂いを含む菌が存在することを示唆した(図3(a)(b))。



- 攻撃 : 処理虫の存在により増加.
- 共食い : 処理虫の存在により増加.
- 埋葬 : 処理虫の存在により増加.

図 3 (a) 1 匹分生子処理中が存在する時のネストメイトに見られる行動変化



- 攻撃 : 処理虫の存在により増加.
- 共食い : 変化なし.
- 埋葬 : 変化なし.

図 3 (b) 1 匹匂い溶液処理中が存在する時のネストメイトに見られる行動変化

衛生行動そのものを視覚的に追った試験は、病原力が強い菌が、シロアリによって忌避されやすいこと、また、相互グルーミング行動による表皮上病原菌除去率は、個体レベルでは忌避度の高い菌株ほど、効率的に除去されていることが明らかになった。

さらに、ショウジョウバエを用いた実験で、低分子揮発性化学物質だけでなく、高分子の化学物質もシグナルとして働いていること(図3) Gr 遺伝子がグルーミング行動の誘導に深くかかわることも明らかになった(論文投稿中)。

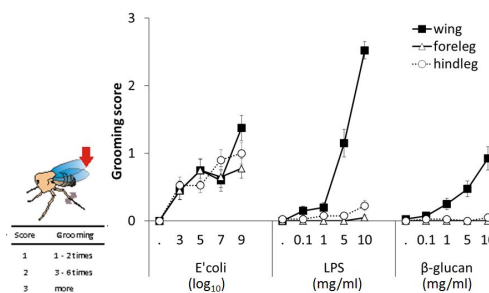


図 3

ショウジョウバエでは味覚刺激によって大腸菌および菌由来水溶性高分子から行動を誘導

加えて、本研究で病気抵抗行動として特に注目しているグルーミング行動について、神経生理学的な面及び生態学的知見を含む病理学的な総論を、アメリカ、ロシアの著名な異なる分野の人々と協力して文献を調査し、国際誌に総論を発表することができた。

## 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 2件)

1, Zhukovskaya, M., Yanagawa, A., Forschler, B.T. (2013) review: Grooming behavior as a mechanism of insect disease defense, *Insects* 4: 609-630.  
doi:10.3390/insects4040609

〔学会発表〕(計 4件)

1, Yanagawa, A., Guigue, A., Marion-Poll, F. Bitter and bacterial compounds stimulate wing taste sensilla and trigger grooming behaviour in *Drosophila*, European Symposium for Insect taste and Olfaction XIII, Villasimius, Italy, (24, Sep 2013)

〔図書〕(計 2件)

1, 柳川 綾・吉村剛 第6章1節 1.3.3. マイクロ波殺虫剤, 最新 マイクロ波エネルギーと応用技術, 産業技術サービスセンター (印刷中, 2014年発行予定)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

柳川 綾 (YANAGAWA Aya)  
京都大学・生存圏研究所・助教  
研究者番号: 70628700