

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 科学研究費助成事業

## 研究成果報告書



平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26440178

研究課題名(和文) トウヨウミツバチの集合フェロモンの研究

研究課題名(英文) Study on the aggregate pheromone of Apis cerana

研究代表者

菅原 道夫 (Sugahara, Michio)

神戸大学・理学研究科・理学研究科研究員

研究者番号：30709374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000 円

研究成果の概要(和文)：キンリョウヘンの2成分がニホンミツバチのroyal jelly に存在するという知見を得ることが出来た。ボルネオと台湾から持ち帰ったトウヨウミツバチのroyal jellyから多量の2成分の存在を確認できた。さらに、ニホンミツバチで確認されている2成分の混合物に対する誘引効果が、ボルネオと台湾のミツバチで確認できるかを現地でテストした。2地域のトウヨウミツバチは誘引効果が見られたが、サバミツバチはセイヨウミツバチ同様に誘引効果が見られなかった。  
この結果は、これまで知られているミツバチの系統分類を支持するものであると思われる。

研究成果の概要(英文)：It was possible to obtain the knowledge that the two components of Kinryouhen exist in royal jelly of Japanese bee. Royal jelly of the honey bee brought back from Taiwan and the Borneo .we were able to confirm the presence of a large amount of two components. In addition, we tested the attractiveness to a mixture of two components that confirmed by bee Japanese bees, to Borneo and Taiwanese honeybee. The attractiveness effect was seen in two honey bees in the two regions, but the attracting effect was not seen in the sabahoneybee as well as the yoropeanhoneybee.  
This result seems to support the systematic classification of honey bees known hitherto.

研究分野：生物学 基礎生物学 動物生理・行動

キーワード：ニホンミツバチ キンリョウヘン ローヤルゼリー フェロモン

## 1．研究開始当初の背景

ミツバチ属は現在9 種が知られている。その中で、セイヨウミツバチは、ヨーロッパとアフリカに、トウヨウミツバチは、アジアにその分布域がある。共に閉鎖空間に巣を作り、温帯域に適応し進化して種が形成されたとされている。これまでミツバチの研究は、主にセイヨウミツバチを研究材料にして進められてきた。特にFrisch によるミツバチダンスの解明は有名な研究である。また、昆虫の行動はフェロモンの果たす役割も大きい。これまで、女王フェロモン、集合フェロモン、警報フェロモン等の研究もセイヨウミツバチを材料として解明されてきた。一方、トウヨウミツバチには、形態・行動面では類似性が多く存在するもののセイヨウミツバチに見られない現象が知られており、中でも申請者らによる研究によって「ニホンミツバチがハチ球(下図)を作り、捕食者であるスズメバチを殺す」しくみの解明( Sugahara et.al 2009,2012 )、



**開放巣に作られたスズメバチを閉じ込めるハチ球。**

「キンリョウヘンにニホンミツバチの分蜂群が集結する」誘引成分の解明( Sugahara et.al 2013 )がなされた。これらの研究から、セイヨウミツバチとトウヨウミツバチ(ニホンミツバチ)には行動、生理学的側面に多くの違いが見られるのではないかと考えられている。キンリョウヘンの花は、ニホンミツバチを特異的に集結させる(下図)。



**キンリョウヘンに集結したニホンミツバチの分蜂群**

申請者の先行研究により、この誘引成分は、3-HOAA (3-hydroxyoctanoic acid) と10-HDA (10-hydroxy-(E)-2-decenoic acid)であり、これらは単独では効果がなく、混合物として初めて効果を示すことが明らかとなった( Sugahara et.al 20134)。この成分は、トウヨウミツバチの大顎腺に存在することが知られていたが、フェロモンとして機能しているとは考えられていなかった

( Keeing.et.al.20016 )。

## 2．研究の目的

この2成分がハチの群れを誘引することが明らかになったので、ニホンミツバチの集合フェロモンと同一成分であろうと考えられるが、次の2点が未解明である。

(1) ハチの体内でこれら2成分が合成されている直接的な証拠がまだない。

(2)ハチから分泌され集合フェロモンとして機能しているという証明がまだない。この2点が明らかになれば、セイヨウミツバチにない、トウヨウミツバチ特有なフェロモンの存在を初めて同定できることになる。加えて、トウヨウミツバチと共に分布する東洋ラン(シンビジュウム属)はそれに模した物質を出すことにより効果的な受粉・受精をする戦略を共進化させた可能性を考察でき、フェロモンを受粉・受精戦略に植物が利用した初めての事例として報告できることになる

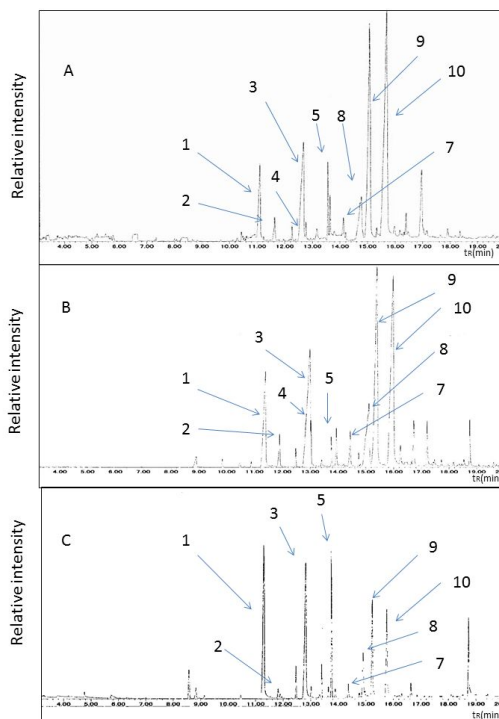
## 3．研究の方法

(1) ニホンミツバチの働き蜂の仕事の変化と、

それに対応する大顎腺内の2成分（3-HOAA と 10-HDA ）の存在量変化から、2成分がフェロモンとしての機能していることを考察したい。さらに、ローヤルゼリー中での2成分の存在量を測定すると共にローヤルゼリーの誘引効果を明らかにしたい。(2) 分蜂群が巣から飛び出し一時的に集結したとき、その群れから発散している気化成分を捕捉し、分析し、2成分が集合フェロモンとしての機能していることを証明する。(3) ハチを群れから隔離し、重水素でラベルした糖を食べさせ、ラベルした3-HOAA と10-HDA の存在を検出することで、これらが体内で合成され、フェロモンとして機能していることを証明する。

#### 4. 研究成果

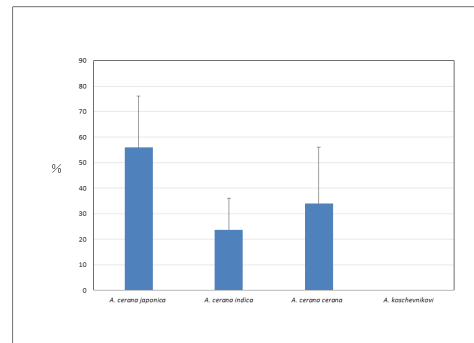
キンリョウヘンの2成分がニホンミツバチの royal jelly に存在するという知見を得ることが出来た。



上の図 A. ニホンミツバチ、B.台湾のトウヨウミツバチ、C.ボルネオのトウヨウミツバチのGC-MS 1.3-HOAA, 10. 10-HDA

ボルネオと台湾から持ち帰ったトウヨウミツバチの royal jelly から多量の2成分の存在を確認できた。

さらに、ニホンミツバチで確認されている2成分の混合物に対する誘引効果が、ボルネオと台湾のミツバチで確認できるかを現地でテストした。

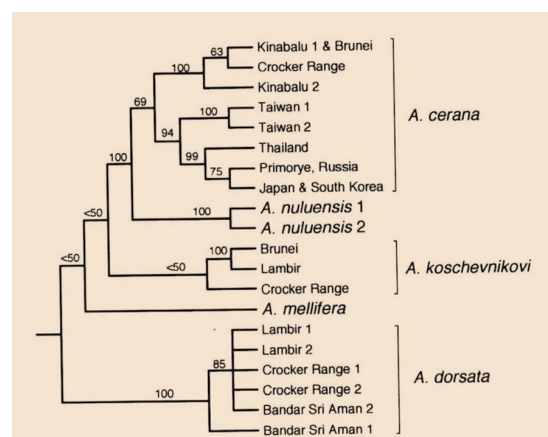


上の図 誘引テストの結果

左から、ニホンミツバチ、ボルネオのトウヨウミツバチ、台湾のトウヨウミツバチ、サバミツバチを示す。

2地域のトウヨウミツバチは誘引効果が見られたが、サバミツバチはセイヨウミツバチ同様に誘引効果が見られなかった。

この結果は、これまで知られているミツバチの系統分類(下の図)を支持するものであると思われる。



上の図 田中によるミトコンドリアDNAから得られた系統図。トウヨウミツバチ(A.cerana)とサバミツバチ(A.koschevnikovi)は、遠い位置にあり、セイヨウミツバチ(A.mellifera)とサバミツバチが近い距離にあることが示され

ている。

## 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 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

菅原 道夫、 「 Microenvironment maintenance mechanism (temperature and relative humidity) of the brood area in an artificial open nest of *Apis cerana japonica*. 」日本動物学会、2016年、11月14 - 19日、沖縄

菅原道夫、 「ニホンミツバチの2亜種もキンリョウヘンの成分に誘引され、ローヤルゼリーに2成分が存在した」日本動物学会、2015年、9月17 - 19日、新潟

Michio Sugahara、 「Royal jelly of *Apis cerana japonica* acts as a bee-attracting pheromone 」 International Union for the Study of Social Insects, 13-18 July 2014, Queensland Australia

菅原道夫、 「ニホンミツバチは自身の Royal jelly だけでなく、セイヨウミツバチの Royal jelly にも誘引される」日本動物学会、2014年、9月11 - 13日仙台

〔図書〕(計 1 件)

菅原道夫、東海大学出版部、比較ミツバチ学 2015、155

## 6．研究組織

(1)研究代表者

菅原 道夫 (Sugahara Michio)

神戸大学・大学院理学研究科 研究員

研究者番号：30709374