

# ミツバチ類の仲間認識

——個体間のコミュニケーションと社会性——

笹川 浩美

## ■研究のねらい

生物の社会性行動の仕組みとは？ミツバチ社会は、警報・集合・性誘引・女王物質など情報化学物質が多場面で同一空間に放出される「高度フェロモン社会」であるが、逃去時を除き、集団を構成する各個体は定型行動を示さない。

社会性昆虫のミツバチ類の社会をモデルに、可塑性に富んだ臨機応変な行動を調べ、社会性行動とその秩序の維持に関わる化学言語や認識物質を同定することにより、社会性行動の発現と秩序維持の仕組みを明らかにする。さらに、社会性と深く結びつく化学言語を明らかにし、ヒトを含めた脊椎・無脊椎動物の枠を超えた生物の社会性行動の原点を探る。

## 手法

行動生態学的手法を用いてミツバチ類の社会性行動（巣仲間・異物認識など）を観察するとともに、化学生態学的手法(GC, GC/MS, GCEAD, 生物試験)を用いて、社会性行動の解発・発現、集団の秩序維持に関与する情報化学物質（化学言語や認識物質）を同定した。さらに、働き蜂の社会性行動の転換(分業:働き蜂にみられる加齢に伴う仕事の転換)時の、生理状態の変化(内分泌)と社会性行動発現と個体間コミュニケーション・認識の変化を調べた。材料は、日本の固有種、ニホンミツバチ *Apis cerana japonica* Rad. (野生種)、セイヨウミツバチ *Apis mellifera* L. (家畜)、その他、アジアに生息するトウヨウミツバチ類を用いて実験を行った。

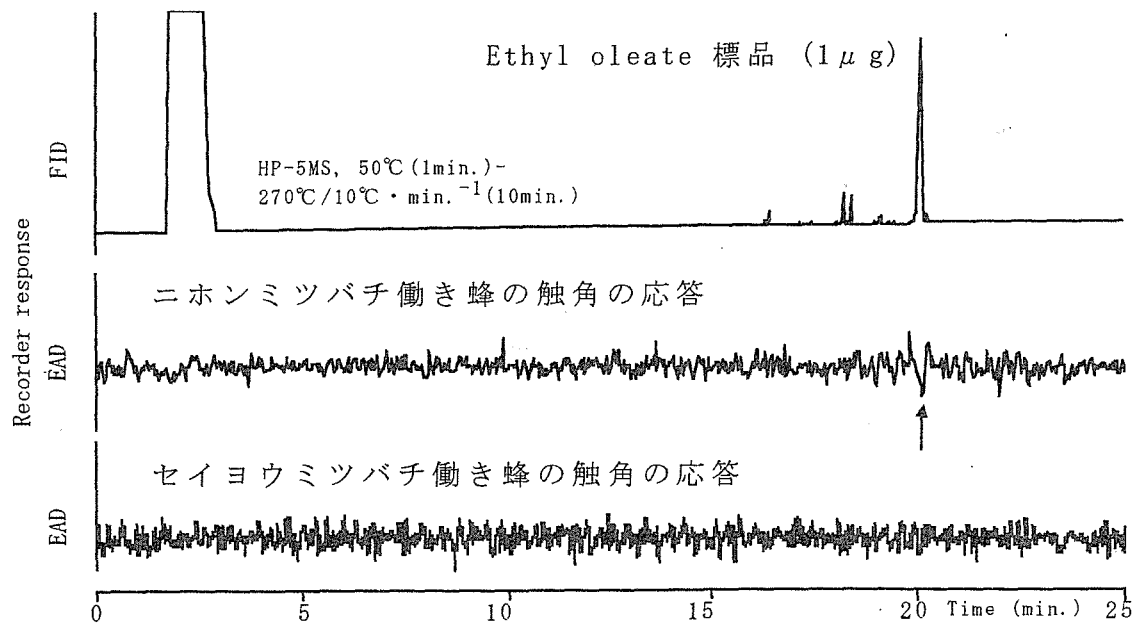
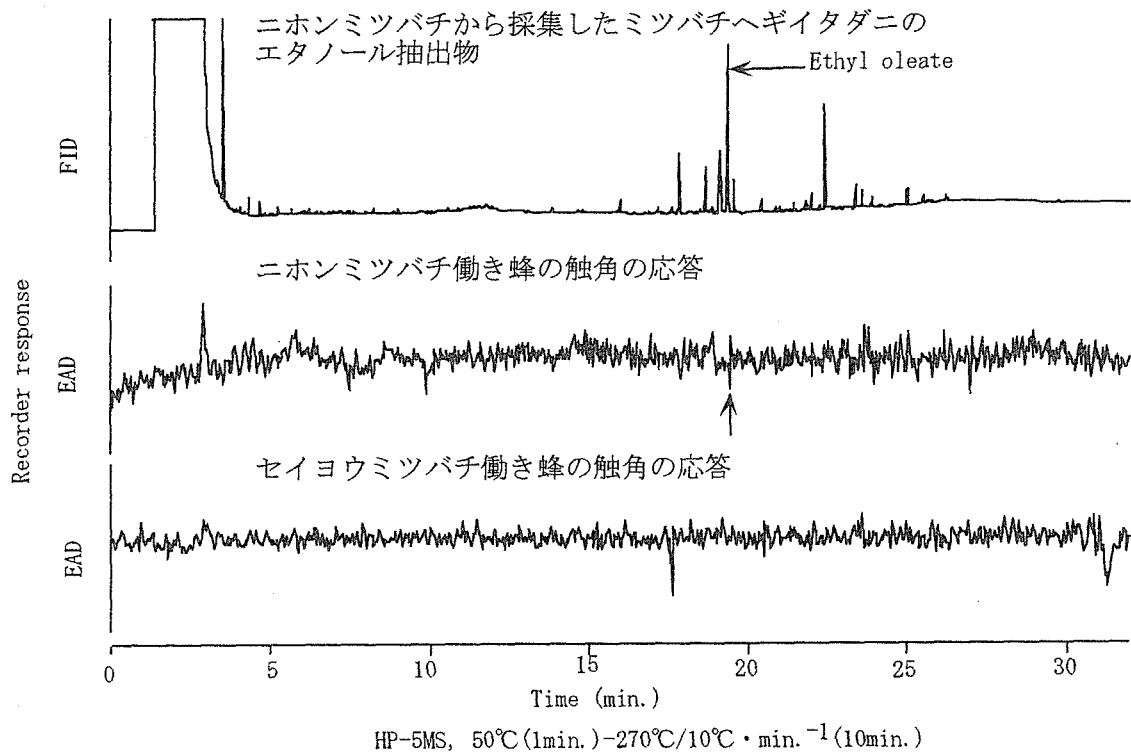
## ■研究成果

(1) 異物認識(寄生ダニ戦略):ニホンミツバチのダニに対する異個体間グルーミング行動を解発するダニ認識物質を同定した。若齢蜂は反応しないが、加齢に伴って反応し始め、敏感で執拗になる。一方、セイヨウミツバチはダニ物質に対し、触覚では応答するが行動は示さなかった。(2) ミツバチの巣仲間認識は柔軟性があり、他の昆虫で知られる体表炭化水素依存型の定型的な認識機構とは異なっていた。(3) 社会性行動を解発する化学言語は種で異なり、独自の化学言語で情報交換していることがわかった。ハチの行動発現は情報の受け手の状態や環境により異なった。(4) セイヨウミツバチ働き蜂は、ホルモン制御を受ける仕事の転換に伴い、花粉(食物)に対する行動と認識が、摂食する物質から貯蔵・運搬する物質へと変化することがわかった。

### 1. 異物認識(寄生ダニ戦略):

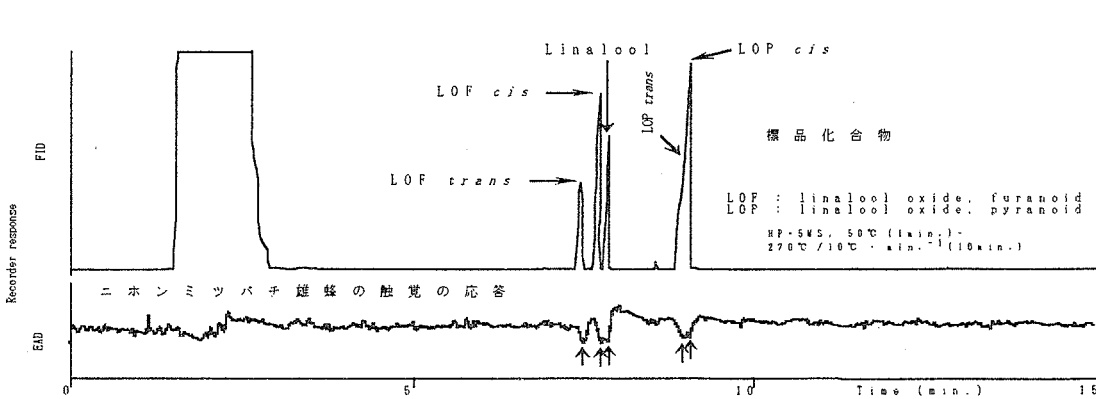
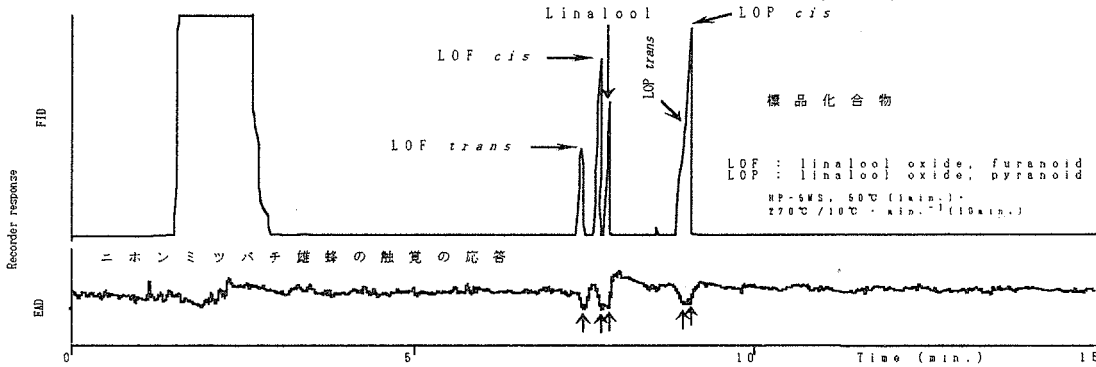
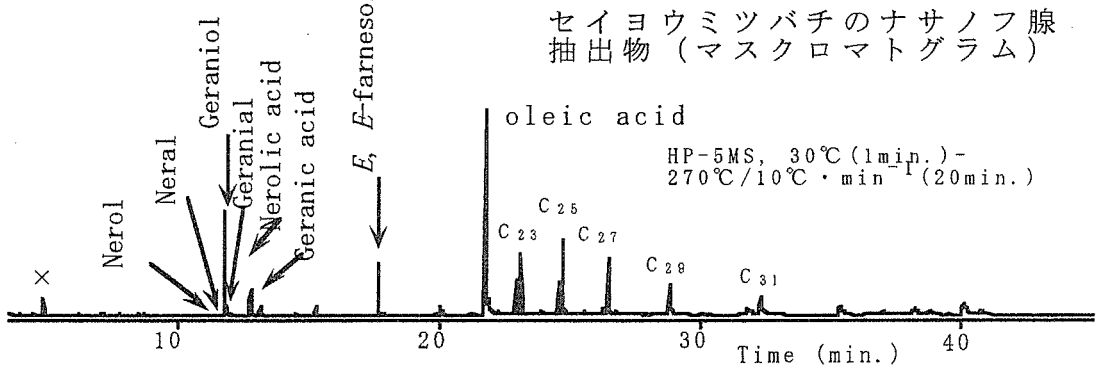
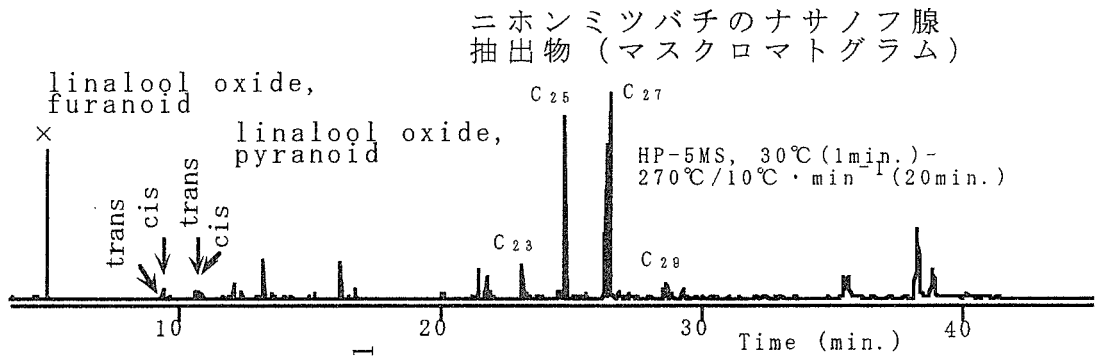
ニホンミツバチは、暗い巣の中でもダニの認識物質を手がかりに他個体に寄生したミツバチヘギイタダニ *Varroa jacobsoni* Oud. およびダニ由来の化学物質に対して、噛みとつ

で捨てるという異個体間衛生グルーミング行動を示すが、セイヨウミツバチは、ダニに対するグルーミング行動を起こさないことがわかった。社会性行動の一つである異個体間グルーミング行動を解発する異物認識物質(オレイン酸エチル)を世界ではじめて同定した。ニホンミツバチはダニと化学物質に対して、羽化直後および若齢蜂は反応しないが、加齢に伴って5日後には反応し始め、7日目以降、14・17日・外勤蜂は全ての個体が反応した。



2. 社会性化学言語：

トウヨウミツバチ類の情報化学物質をはじめて同定した。社会性行動を解発する情報化学物質すなわち化学言語について調べてみると、例えばナサノフ腺から放出される集合フェロモンは種によって全く異なることがわかった。種ごとに独自の言語を使って、個体間コミュニケーションや情報交換していることがわかってきた。異なる複数の化学物質が同一の社会性行動を解発する初めての例である。



### 3. 巣仲間認識：

ミツバチ類の巣仲間認識は柔軟性があることがわかった。社会性昆虫のハリナシバチ・アリ類をはじめ、他の単独性昆虫では体表炭化水素依存型の定型的な認識機構が知られているが、特にニホンミツバチの巣仲間認識には柔軟性のある臨機応変な行動が観察された。ミツバチの体表炭化水素組成は大変複雑になっているにもかかわらず、ハチの行動発現は情報の受け手の状態や環境により異なった。

### 4. 分業と認識の変化：

働き蜂には加齢に伴う分業(仕事の転換)がある。セイヨウミツバチ働き蜂の分業は、羽化後の加齢に伴って体内の生理状態が変化し、同時に仕事の内容(巣部屋の掃除、幼虫の育児、女王蜂の世話、餌の貯蔵、巣の増改築、巣箱の清掃、門番、蜜や花粉の採集など)10種以上の行動が連続的に変化するという、幼若ホルモン(JH)が制御する極めて特異的な現象である。

そこで社会性行動の転換(分業)時の、生理状態の変化(内分泌・神経系)と行動発現・認識の変化を調べた。セイヨウミツバチ働き蜂は、ホルモン制御を受ける仕事の転換に伴い、花粉(食物)に対する行動と認識が、摂食する物質から貯蔵・運搬する物質へと変化することがわかった。



加齢に伴う働き蜂の血中幼若ホルモン(JH)濃度と分業(仕事の転換)

多くの昆虫の行動が嗅覚依存型で定型行動を示すのに対し、以上の結果は、社会性昆虫であるミツバチ類は可塑性のある臨機応変な行動を解発する「知」を持つ可能性を支持すると考えられる。

今後は、社会性行動と関わる情報化学物質をさらに探索し、社会性と深く結びつく化学言語の脳-神経系での情報処理システムの解析-遺伝子基盤の関係を解明するなど、定型行動を示す単独性昆虫から進化した社会性昆虫を用いて、脊椎・無脊椎動物の枠を超えた生物の社会性行動の原点を探る。

#### ■成果リスト

- Sasagawa H. and Matsuyama S. (1998) The expression of social behavior and the mechanism of intra and inter specific recognition in social insects: Semiochemicals for controlling the social order in honeybees. "APIMONDIA" 160.
- Matsuyama S., Suzuki T. and Sasagawa H. (1998) Studies on semiochemicals in the Asian honeybees (*Apis cerana japonica*: ACJ, *A. c. cerana*: ACC, *A.c.indica*: ACD). "APIMONDIA" 152.
- 笹川浩美(1999) 特集「化学物質でつながる昆虫社会」“ホルモンが作るミツバチの分業システム” Biohistory 生命誌、JT 生命誌研究館 大阪 通巻 23 号、Vol. 7(1):8-9(1999)
- 笹川浩美(1999) 行動を制御する内的因子「ミツバチの社会性(分業)と幼若ホルモン」.  
“「環境昆虫学」-行動・生理・化学生態学” 日高敏隆・松本義明 編著 東京大学出版会 東京 pp. 592.
- 笹川浩美 ミツバチ働き蜂の(転職)、とらばーゆを制御するホルモン “ホルモンから見た生命” 日本比較内分泌学会 編 榊講談社 ブルーバックス (印刷中).
- Sasagawa H., and Matsuyama S. (1999) “Call a swarm for pollination!: The relationships between the oriental orchid (*Cymbidium floribundum* Lindl.) and the Oriental honey bee (*Apis cerana*)” Gordon Research Conference on Biology, Chemistry and Evolution of Floral Scent. The first Gordon research Conference (GRC), Oxford, U. K.
- Matsuyama S., and Sasagawa H., (1999) “Chemical language of domestic honey bees in Asia” Gordon Research Conference on Biology, Chemistry and Evolution of Floral Scent. The first Gordon research Conference (GRC), Oxford, U. K.

学会発表 [国内学会 25 件、うち招待講演 1 件、国際学会 41 件、うち招待講演 10 件(AAA, APACE, IUPAC, APIMONDIA など), 国外セミナー依頼講演 10 件]

その他 マスメディア等による紹介

- サイエンスランド “ハチ語を話すランの一計”  
読売新聞夕刊、1997(平成 9 年)11 月 20 日
- 香りのある蘭、“虫にとっての香り”・“キンリョウヘンとニホンミツバチ”  
自然と野生ラン、(榊新企画出版局、p. 43, p. 73, 1998 年(平成 10 年)2 月号
- “サイエンスチャンネル” AMAZON Techno Gallery 先端科学の冒険者たち 第 2 回、  
“ミツバチたちは においでおしゃべり” 1999 年(平成 11 年)6 月 26 日, 27 日, (各 30 分)