

## 論文審査の結果の要旨

氏名 木 矢 剛 智

セイヨウミツバチ (*Apis mellifera* L.) の働き蜂は、フリッシュによる発見で有名な「ダンスコミュニケーション」により餌場の位置を仲間に伝達する。帰巢した働き蜂は 8 の字を描く「尻振りダンス」を踊り、巣から餌場までの距離と方向を、それぞれ尻振りの時間と角度に変換して伝達する。ダンスコミュニケーションは、具体的情報を抽象的情報に変換して伝達する点で、「記号的コミュニケーション」と考えられる。しかし、比較的単純な脳をもつミツバチが、なぜこうした高度なコミュニケーション能力をもつのかは不明である。論文提出者は、このミツバチのダンスコミュニケーションの神経基盤の解明を目的として研究を行った。

論文提出者は、ダンスコミュニケーションの神経基盤を理解する上では、それに関わる脳領野を同定することが必要と考え、神経活動に応じて一過的に発現誘導される「初期応答遺伝子」をマーカーとして用いることで、ダンスを踊る働き蜂(ダンス蜂)の脳で活動的している領野の同定を計画した。修士課程で論文提出者は、ディファレンシャル・ディスプレイ法を用いたスクリーニングにより、*kakusei* と名付けた新規な初期応答遺伝子を同定した。*kakusei* の cDNA 配列には顕著な ORF が存在しないことから、その転写産物は非翻訳性 RNA として機能することが示唆されている。本論文は 2 章からなる。第一章では、*kakusei* を用いたミツバチ脳の活動マッピング実験系を構築し、ダンス蜂の脳において活動的な脳領野を同定したことを報告している。第二章では、ダンス蜂の採餌行動のうち餌場までの距離に関連する成分が、この神経活動と関連することを示している。

第一章ではまず、*kakusei* が脳の活動マッピングに適用可能か検証している。*In situ* ハイブリダイゼーション法の結果、麻酔から覚醒させることで働き蜂に神経活動を誘導すると、*kakusei* 転写産物は脳全域に誘導後 30 分をピークとして一過的に検出された。従って、*kakusei* は脳全域における神経活動を反映すると考えられた。さらに、暗順応させた働き蜂に光照射すると、視覚中枢である視葉において *kakusei* の発現が見られたことから、*kakusei* が生理的条件における神経活動のマーカーとして利用可能

であると考えられた。次にダンス蜂の脳での *kakusei* の発現を調べたところ、キノコ体（高次中枢）の一部の神経細胞（小型ケニオン細胞）で顕著に *kakusei* 発現細胞が増加していた。このことは、ダンス蜂の脳では小型ケニオン細胞選択的に神経活動が亢進していることを示している。またこの神経活動は、ダンスを踊る前の採餌蜂でも認められた。従って、小型ケニオン細胞選択的な神経活動はダンスの結果ではなく、その前段階である採餌行動と関連することが示唆された。一方、定位飛行（巣の周りを飛んで巣の位置を記憶する）をしている働き蜂では、キノコ体全体で *kakusei* 発現細胞が増加していた。従って、小型ケニオン細胞選択的な神経活動は採餌行動に特異的な行動成分と関連することが示唆された。

第二章では、採餌経験の違いがダンスに表現されることを利用し、採餌行動のどの成分が神経活動と関連するかを調べている。先ず、近い餌場から帰ったことを示す「円ダンス」を踊る働き蜂と、遠くから帰ったことを示す「尻振りダンス」を踊る働き蜂について、脳における *kakusei* の発現を調べたところ、前者のキノコ体における *kakusei* 発現細胞の数が有意に高かった。さらに、ダンスが示す餌場までの「距離」（尻振り時間）と脳における *kakusei* 発現量との関係を調べたところ、キノコ体における *kakusei* 発現量は、ダンスが示す「距離」と負に相関した。このことは、採餌行動の中で餌場までの距離に関連する成分が、キノコ体の神経活動と関連していることを示している。

ミツバチ脳の小ケニオン細胞は多くの一次感覚野から入力を受け、フィードバック回路を含む複雑な神経回路を形成する。ダンス蜂で見られた小型ケニオン細胞選択的な神経活動は一次感覚野における感覚情報の受容や処理ではなく、より高度な感覚統合を反映する可能性がある。本研究は、ダンスコミュニケーションに関連すると考えられる脳領野を同定した世界初の例であり、今後小型ケニオン細胞の神経投射やその役割を調べることでダンスコミュニケーション、ひいては記号的コミュニケーション能力の神経基盤の理解に貢献すると期待される。なお本論文は國枝武和、久保健雄との共同研究であるが、論文提出者が主体となって研究の立案、実験、論文作成を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。本論文は動物行動学、神経生物学の進展に大きく寄与するものであり、博士(理学)の学位を授与できると認める。