

氏名(本籍)	和田賢(三重県)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第3720号
学位授与年月日	平成17年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	Neurophysiological Studies on the Control Mechanisms of the Pheromone-Triggered Behavior in the Silkworm (フェロモンにより解発されるカイコガの行動制御機構に関する神経生理学的研究)
主査	筑波大学教授 理学博士 山岸 宏
副査	筑波大学助教授 医学博士 中谷 敬
副査	筑波大学助教授 理学博士 吉村 建二郎
副査	東京大学教授 理学博士 神崎 亮平

論文の内容の要旨

雄カイコガ (*Bombyx mori*) は、雌の放出する性フェロモンを受容すると、直進歩行、ジグザグターン、回転歩行からなる匂い源探索行動を発現し、雌に定位する。この一連の行動は、脳と胸部運動系を結ぶ下降性介在神経群である Group-I, II DNs (GI, II DNs) に含まれるいずれかの下降性介在神経が示すフリップフロップ的な神経応答が指令情報として機能することによって発現することが神経生理学的研究から示唆されている。本論文は、カイコガの頸運動神経の一つである cvl - NMN が制御する頸の動きが、歩行に伴う方向転換のタイミングと同期することに着目し、これを指標とすることで、匂い源探索行動が GI, GII に含まれる下行性介在神経によっていかに制御されるかを神経生理学的に明らかにすることを目的としている。また、この行動は視覚情報により修飾を受けることから、GI, II DNs は視覚情報により影響を受けることが予想されるので、視覚情報による下降性介在神経の修飾についても解析した。

本論文ではまず GI, II に含まれる各タイプの下降性介在神経から cvl-NMN への投射を明らかにするために、両神経を異なる蛍光色素で染色する二重染色法を新たに確立した。この手法を適応することにより cvl-NMN と GI, II DNs の接続関係を形態学的に調べ、3次元形態画像の詳細な解析から、GI, II DNs から cvl-NMN への情報の流れを分析した。その結果、フェロモン刺激に対してフリップフロップ応答を示す GII - A, D と cvl-NMN 間で分枝に多数のオーバーラップ (シナプスと考えられる領域) を観察した。また、一過性の興奮応答を示す GII - C, 持続性の抑制応答を示す GI - B でも多くのオーバーラップを観察した。これらの結果から、匂い源探索行動の指標となる cvl - NMN には、フリップフロップ応答、一過性の興奮応答、および持続性の抑制応答と異なる3つの神経応答が伝達されることを示した。先行研究と本研究を統合して解釈すると、フェロモンにより解発される一連の歩行パターンからなる匂い源探索行動は、次のような指令・制御機構により解発されることを結論した。すなわち、フェロモン刺激直後に起こる直進歩行は GII - C の一過性の興奮応答によって、それに続くジグザグターンと回転歩行は GII - A, D のフリップフロップ応答の指令により制御されることになる。持続性の抑制応答も、行動の指令・制御に関与する可能性がある

がその機能はまだ不明である。

GI, II DNs は光刺激に対して一過的な興奮応答を示したことから、光情報が GI, II DNs に直接、またはそれ以前の段階で統合されている可能性がある。GI, II DNs は視覚介在神経が多く投射する後方視覚中心 (POF) に入力領域を持つことを 3 次元形態画像の解析から明らかにした。そこで、この POF に着目し、POF に出力領域を持つ視覚介在神経 (VINs) の特定を行い、複数のタイプの VINs を同定するとともに、両神経が POF で空間的に重なることを確認した。また、両者の光刺激に対する神経応答はともに共通の一過的な興奮応答を示したことから POF において、フェロモン情報と複眼からの光情報が直接に統合される可能性があることを示した。

本研究により、カイコガのフェロモンにより解発される生得的行動である匂い源探索行動の指令・制御の神経制御機構の枠組みがはじめて明らかになるとともに、このような匂い情報処理系が光情報によっても直接修飾を受けることを明らかにした。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、昆虫の生得的行動の一つである匂い源探索行動の神経制御機構を、頸の動きを制御する運動神経の形態と活動に着目し、それに信号を伝達する下降性介在神経との関係を神経生理学的に分析することにより、はじめてその指令・制御機構を明らかにした。本研究では脳内において異なる 2 つのニューロンを同時に染色する新たな技術が要求されるが、その手法を独自に開発することにより本研究の目的が達成されたといえる。本研究の結果、両神経間における情報伝達の関係が明確化され、カイコガの匂い源探索行動は 3 種類の神経応答特性の異なる下行性介在神経により指令・制御されるという結論を得た。さらに、このような昆虫の嗅覚行動の指令系に視覚情報が直接関与し、神経応答を修飾することも示した。本研究はこれまでの昆虫の行動発現機構に関する知見を格段に進め、昆虫の生得的行動である匂い源探索行動の神経制御機構、さらにその修飾機構の解明に貢献した点できわめて高く評価できる。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。