

論文審査の結果の要旨

| | | | |
|---|----------------|--------------------------|--------|
| 報告番号 | 博(生)甲第285号 | 氏名 | 甲斐 加樹来 |
| 学位審査委員 | 主査 副査 副査 | 岡田 二郎 山下 樹三裕 宮西 隆幸 | |
| <p>論文審査の結果の要旨</p> <p>甲斐加樹来氏は、2009年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に入学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に入学以降、環境科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、昆虫の歩行調節に関する生理学的研究に従事し、その成果を2012年7月に主論文「Central Mechanisms Controlling Locomotor Behavior in the Field Cricket <i>Gryllus bimaculatus</i> (フタホシコオロギにおける歩行調節の中枢機構)」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文1編(うち審査付き論文1編)、印刷公表予定論文1編(うち審査付き論文1編)、その他の論文1編(うち審査付き論文0編)を付して、博士(学術)の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2012年7月18日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2012年9月5日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>提出論文の内容は、神経生物学分野において多用されるフタホシコオロギ(<i>Gryllus bimaculatus</i>)を実験材料として、高次中枢(脳)による歩行調節の中枢機構について生理学的観点から調べたものである。動物の移動は、運動器官に時空間的に協調した活動を発生させて推進力を得る機能と、必要に応じて運動器官の活動を修飾し、自己を適切な移動先に導く機能により実現される。多くの動物において、運動器官のリズミクな出力は、中枢神経系に内在する中枢パターン発生器(周期的な運動出力を発生させるための神経ネットワーク)により形成される。中枢パターン発生器は、外部からの感覚刺激や、上位中枢からの司令によって活性化される。脳などの高次中枢は、様々な感覚入力を統合することで動物自身が置かれた状況に適した運動パターンを選択・発現し、それを維持・修飾している。しかし実際に行動遂行中の動物を用いて高次運動中枢ニューロンの電気活動と移動調節の関係を調べた研究はこれまで極めて少ない。甲斐氏はこの問題を明らかにするための実験系として昆虫の歩行に着目した。昆虫の神経系は比較的単純であり、構成ニューロンのサイズも大きいため、個々の細胞レベルで行動調節に関する議論が可能である。しかし一方で、昆虫のよ</p> | | | |

うな小動物において、行動の自由度が高い条件下で神経活動を記録するための方法論は確立されていなかった。以上の背景から、甲斐氏はまず自由歩行する昆虫の行動と高次中枢ニューロンの活動を同時記録するシステムを構築し（第一部）、次に両者の関係を解析し（第二部）、その結果をもとに個々のニューロンの歩行調節における役割とその細胞形態を調べた（第三部）。

第一部では、埋め込みワイヤ電極を用いた電気生理学的手法にファクトリ・オートメーション機器である画像センサを導入して、非拘束昆虫の中枢から神経活動の細胞外記録と歩行活動の計測を同時におこなうシステムを開発した。これにより、比較的広範囲にわたり動物の挙動を高倍率で撮影することが可能となった。また動物のターンにともなって自動回転するスリップリングの開発により、埋め込み電極リード線の振れが解消され、長時間にわたる神経活動記録が可能となった。

第二部では、第一部で開発したシステムを用いて、自発歩行中のフタホシコオロギの前大脳から歩行と関連した活動を示す33例のスパイクユニットを記録・解析し、それらの特徴付けを試みた。歩行時の発火頻度変化の特徴から、スパイクユニットの大部分は5タイプに分類された。また一部のスパイクユニット間において、歩行中と停止中で同期の程度が異なる現象、および脳の左右間での協調的発火現象を見出した。これら歩行関連ニューロンの多くは、体表面への機械刺激に対して興奮性応答を示した。スパイク活動記録部位は、前大脳のキノコ体および中心複合体の近傍に分布していた。

第三部では、歩行制御に関わるニューロンの活動様式、細胞形態、および投射領域を調べるために、トレッドミル上を拘束歩行するコオロギの前大脳に細胞内記録法を適用した。その結果、18例の局所介在ニューロンと3例の下行性介在ニューロンから電氣的活動と細胞形態を得た。スパイク活動と歩行活動を比較したところ、歩行速度、旋回角度、旋回加速度など種々の歩行成分との相関が明らかとなった。各ニューロンの細胞形態について解析した結果、局所介在ニューロンおよび下行性介在ニューロンともに中心複合体近傍の側副葉と呼ばれる領域に分枝を持つ例が多く見られ、この領域が昆虫の歩行調節において重要な役割を担っていることが示唆された。

以上のように本論文は、動物の歩行という最も基本的な行動を調節する高次中枢ニューロンの生体中における活動様式とその実体を明らかにした点で多大な学術的貢献と評価できる。

学位審査委員会は、甲斐氏の研究成果が神経科学、行動生理学、および無脊椎動物学の各分野において極めて有益であることと共に、同分野の進歩発展に貢献するところが大きいことを認め、博士（学術）の学位に値するものとして合格と判定した。