



Title	Action selection in the escape behavior of crickets [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	佐藤, 和
Description	担当 : 理学部図書室
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(生命科学)
Dissertation Number	甲第14396号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/82027
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Nodoka_Satoh_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（生命科学） 氏 名 佐藤 和

審査担当者	主査	教 授	小川 宏人
	副査	教 授	水波 誠
	副査	准教授	相馬 雅代

学 位 論 文 題 名

Action selection in the escape behavior of crickets
(コオロギの生得的逃避行動における戦略選択)

博士学位論文審査等の結果について（報告）

外敵の接近から素早く逃げる逃避行動はあらゆる動物に普遍的にみられる生得的行動である。逃避行動は神経行動学の対象として広く研究され、その神経メカニズムの解明も進んでいる。一方で、動物は複数の異なる逃避行動を持つことが多く、逃避行動を状況に応じて適切に選択することは、逃避を成功するために有効である。しかし、それぞれの行動がもたらす利益や、捕食者の接近を示す刺激特性と行動選択の関係については不明な点が多い。

本論文は、動物がどのように異なる逃避行動を選択するのかを明らかにすることを目的として、フタホシコオロギ (*Gryllus bimaculatus*) の逃避行動の詳細な解析と、行動時の電気生理学的計測を行ったものである。コオロギは腹部末端に尾葉と呼ばれる気流感覚器官をもち、短い気流刺激に対して刺激源からすばやく遠ざかる逃避行動を示す。佐藤氏は、コオロギが逃避行動として running または jumping という明確に異なる二つの運動を示すことを発見し、これらの運動の行動学的利益や行動選択の刺激依存性、さらにそれぞれの行動における上行性・下行性神経信号の機能を明らかにした。

本論文の第一章では、running と jumping の逃避行動がそれぞれどのような行動学的利点を持つかを検証した。高速度カメラで逃避行動を計測し、移動速度や移動方向などの運動パラメータを定量的に解析・比較した結果、jumping では running よりも速く長距離を移動できるうえ、jumping においても running と同様に正確に刺激の反対側に移動していた。次に、running には、「連続して捕食者に攻撃されたときでも柔軟に対応できる」という別の利点があるのではないかと予想し、短い間隔で与えた二回の気流刺激に対する逃避行動を調べた。その結果、一度目の刺激に対して jumping した場合よりも running した場合の方が、行動中に与えられた二度目の刺激に対して高頻度で応答した。したがって、running は jumping に比べて「行動の柔軟性」という行動学的利点をもつことが示唆された。すなわち佐藤氏は、動物が生得的な行動においても、将来の生存確率の上昇を利益として行動を選択していることを示した。

第二章では、running と jumping がどのような刺激特性に基づいて選択されるかを調べた。コオロギに「角度」、「流速」、「持続時間」の異なる気流刺激を与え、行動選択の割合を解析した。その結果、逃避行動の選択は気流刺激の「流速」だけでなく「持続時間」に伴って変化し、刺激の流速が高いほど、持続時間が長いほど jumping が選ばれやすいことがわかった。ほかの動物では逃避行動の選択が危機刺激の「速度」に基づくことが示唆されているが、その他の刺激特性が行動選択に及ぼす影響は不明であった。佐藤氏は刺激の複数の特性がそれぞれ行動選択に用いられていることを初めて明らかにした。

第三章では、気流刺激に応じて逃避行動を選択し、運動を制御するための神経機構に着目した。

章の前半では、尾葉入力的一次中枢である最終腹部神経節から脳や胸部神経節へ感覚情報入力を運ぶ上行性信号、あるいは脳から胸部神経節へ運動司令出力を運ぶ下行性信号を部分的に遮断する実験を行った。脳・胸部・腹部の神経節をつなぐ腹側縦連合神経束を異なる位置で切断して上行性／下行性信号を遮断し、逃避行動における各高次中枢の機能を調べた。第4-最終腹部神経節間または脳-胸部神経節間で縦連合を片側だけ切断した結果、胸部神経節への両側性の上行性信号入力があれば下行性信号が片側だけでも running することができたが、jumping には脳への両側性の上行性信号入力が必要であることがわかった。この結果は、選択する行動によって、脳への感覚情報が両側性で必要かあるいは半側性でも可能かが異なること示しており、今後脳内の感覚-運動連関回路を探索する上で重要な手掛かりを提供した。さらに第三章後半では、running と jumping に先行して脳から送られる下行性信号を細胞外記録して、jumping の際には running より行動開始直前に急激な下行性信号の活動増加が生じることを見だし、脳で決定された選択結果に基づいて異なる運動司令が胸部神経節に送られていることを確認した。残念ながらそれぞれの行動に特有な神経活動ユニットを特定することはできなかったが、今後脳内の下行性ニューロン活動をターゲットとして、最終的な行動選択出力を同定できる道筋がついた。

これを要するに、佐藤氏は、生得的な行動の中でも定型的と考えられていた逃避行動においても、動物が刺激内容によって異なる複数の行動を選択しうることを、その選択は両側性上行性信号に基づいて脳内で決定され、下行性神経として胸部へ伝送されることを明らかにした。脳内に存在する逃避行動選択の神経メカニズムの解明には今後のさらなる研究が必要だが、佐藤氏の緻密な行動実験による膨大なデータはそのための基盤となる有用な研究成果であり、行動選択の意思決定に関する神経行動学上の貢献は大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（生命科学）の学位を授与される資格あるものと認める。