

昆虫の「死んだふり」メカニズムの専門書を出版

～国内研究者を中心に擬死について包括的に解説～

ポイント

- ・擬死（死んだふり）の誘発に寄与するセンサーを特定。
- ・擬死の維持には脳が必要と判明。
- ・筋負荷を減らす反射が、対捕食者戦略へと組み込まれた可能性。

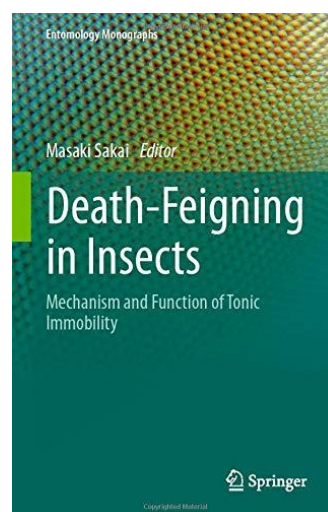
概要

北海道大学電子科学研究所の西野浩史助教らの研究グループは昆虫の擬死についてのモノグラフを出版しました。

動物の中には予期しない強い刺激を受けると、突然身動きひとつしなくなるものがあります。この行動は擬死（いわゆる死んだふり、死にまね）と呼ばれています。

昆虫の擬死については、日本で精力的に研究されてきた経緯があり、国内研究者を中心に、この風変わりな行動のしくみや生存上の意義について包括的に解説したモノグラフ（岡山大学・酒井正樹 名誉教授編集）を出版しました。西野浩史助教は2章分（第7,8章）を担当し、擬死の生理メカニズムについて他章との比較の観点から解説しています。

なお、本成果は、2021年5月1日（土）（電子書籍版）公開の Entomology Monographs 誌（シュプリンガー社、シリーズエディター：沼田英治 京都大学名誉教授）に掲載されました。



擬死中感覚刺激に対する反応性が低下しているため、上下逆さまの不自然な状態でも覚醒しないコオロギ（左）と今回出版された書籍（右）

【背景】

昆虫の擬死については、日本で精力的に研究されてきましたが、その不可思議な行動のメカニズムに関する専門書はありませんでした。動物の中には予期しない強い刺激を受けると、突然身動きひとつしなくなるものがあります。この行動は擬死（死んだふり）、またはフリーズと呼ばれます。この行動は多くの行動学者の興味を引いてきましたが、そのメカニズムや機能的意義についてはほとんど知られていませんでした。そこで、研究グループは今までの研究成果をまとめ、シュプリンガー社からモノグラフを出版するに至りました。

そのうち、西野助教は擬死の神経機構についての2章を担当したので、その研究成果について紹介します。

【研究手法】

本研究にはフタホシコオロギを用いました。フタホシコオロギは沖縄を含む亜熱帯に生息している体長3センチほどのコオロギです。成長が速いことから、ペットの餌のみならず、近年は人間用の昆虫食としての注目を集めています。方法として感覚器の微小破壊、神経染色、自由行動下での細胞外記録を組み合わせて使用しました。

【研究成果】

フタホシコオロギは前胸部を側面から軽く圧迫したり、背中を上から押さえたりするなどの拘束刺激によって、簡単に擬死を誘導できます。不動状態は約3分続きます。擬死中は感覚刺激に対する反応性が低下するため、不自然な状態でも覚醒しません（p.1 図）。

自然環境下では逃避時に狭い場所をみつけて潜りこもうとするときに動きが制限されても、同様の行動が起こります。体の一部が見えている状態でも不動化するため、捕食者に見つかりにくくする機能があるようです。

次に擬死がどのような刺激を受けると誘発されるのかについて調べました。コオロギは拘束されると、そこから逃れようと、一過性の関節固定下の筋収縮、すなわち、等尺性収縮（isometric contraction）が起きていました。

等尺性収縮は負荷の大きな収縮で、アイソメトリック運動で知られます。私たちが重い荷物を持ち上げようとするとき筋肉の震えを感じますが、コオロギの筋肉でも同様に筋肉の震えが生じます。コオロギの肢の内部にはこの震えをモニターする感覚器（弦音器官*¹）があり、これが刺激されると直ちに筋収縮の抑制、すなわち運動停止が起こること、弦音器官を外科手術で除去してしまうと擬死が起こりにくくなることを確認しました。

擬死の維持には頭部の中にある脳が不可欠でした。脳を冷やすと直ちに擬死から覚醒することから、脳が全身の不動状態を司令していることがわかりました。ショウジョウバエでは脳内にある特定の神経が活動している間だけフリーズが起こることが示されています（並木重宏による第10章参照）。

擬死の種間比較を行ったところ、長時間不動化するのはいずれも動きの遅いフタホシコオロギだけで、エンマコオロギは押さえつけると、一時的に不動化しますが、手を離すとすぐにジャンプしたり走ったりして逃げました。このように、危機に直面したときに擬死を選択するのか、逃避を選択するのかは、昆虫の逃避戦略と密接な関係があるようです（詳細については本間 淳による第3章、宮竹貴久による第4章参照）。

一方、我々にも馴染み深いクワガタムシやテントウムシなどの甲虫、ガなどは捕食者の接近にともなう振動や音などで落下をして擬死します（図1右）。これらの擬死の誘発においても基質振動や音

を受容する弦音器官が重要です（詳細は中野 亮による第5章，高梨琢磨・小島 渉による第6章参照）。

拘束による擬死は動物界に広く見られるため，筋負荷やエネルギー消費を抑える運動停止が基本機能としてあると思われます。この不動化が長く続くようになった背景には，視野内の動くものだけを攻撃する捕食者（両生類，は虫類，鳥類など）の目くらしとして生存上有効に機能するようになったことがあります。

以上，拘束による擬死も遠方でおこる擬死にも振動受容という共通項があることがわかりました。擬死の進化の一端には捕食者をいち早く検出するためのセンサーの発達があるのでしょう。

【今後への期待】

擬死は動物催眠とも呼ばれるように，覚醒レベルの変化，特有の筋緊張の維持など様々な神経科学の諸問題を含んでいます。フタホシコオロギの遺伝子レベルの研究は目覚ましく，今後，擬死に関わる遺伝子，機能分子が明らかになることが期待されます。

論文情報

7章

論文名 Tonic Immobility in a Cricket: Behavioral Characteristics, Neural Substrate, and Functional Significance. (コオロギの擬死：行動特徴と機能的意義)

著者名 Hiroshi Nishino and Masaki Sakai

8章

論文名 Tonic Immobility in a Cricket: Neuronal Underpinnings of Global Motor Inhibition (コオロギの擬死：広範な運動抑制の神経基盤)

著者名 Hiroshi Nishino

雑誌名 Death-feigning in Insects : Mechanism and Function of Tonic Immobility (生物学のモノグラフ)

D O I 10.1007/978-981-33-6598-8

公表日 2021年5月1日(土)(電子書籍版公開)

お問い合わせ先

北海道大学電子科学研究所 助教 西野浩史(にしのひろし)

T E L 011-706-2596 メール nishino@es.hokudai.ac.jp

U R L <https://www.es.hokudai.ac.jp/labo/nishino/>

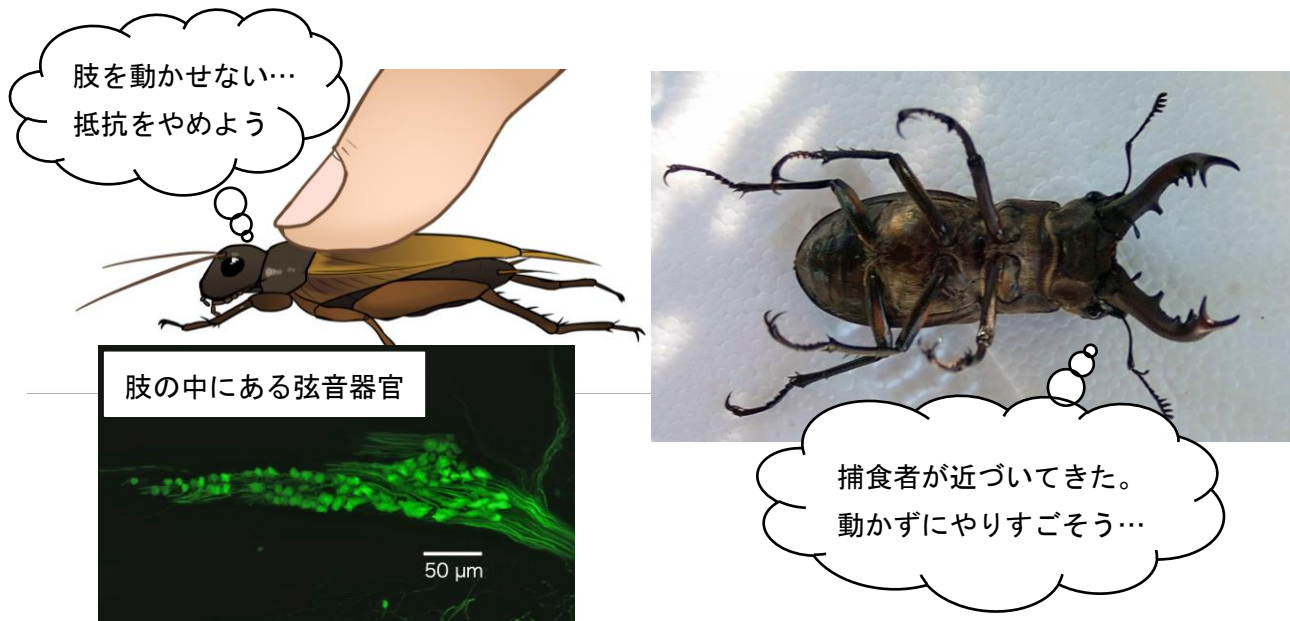
<https://www.youtube.com/channel/UCyPUBf6ysfnlJNjdt-ebPxQ>

配信元

北海道大学総務企画部広報課(〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】



【用語解説】

- * 1 弦音器官・・・節足動物の体節内において関節の位置や運動、振動をモニターする自己受容器。通常は多数の感覚細胞からできている。昆虫の音を受容する鼓膜器官はこの弦音器官が特殊化したものである。

参考 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=C2I5QOUZeto>