

危機回避行動を感覚ニューロンが調節するしくみを解明

～痛覚神経細胞の発火パターンが回避行動を選択している～

1. 背景

多くの動物は、外敵による攻撃や紫外線への暴露など様々な有害刺激にさらされています。ショウジョウバエの幼虫も例外ではなく、野外では天敵である寄生蜂の攻撃を受けています。寄生蜂に襲われた幼虫は、歩行速度を急上昇させる“ダッシュ行動”や、寝返りを繰り返すような“スピン行動”をとって寄生蜂の攻撃をかわして生き延びます。いずれの回避行動も、全身の体表に張り巡らされた痛覚神経細胞が活動することが引き金となっています。しかし、どのようにして2つの行動パターン（“ダッシュ”と“スピン”）を個体が選択しているのか、これまでよくわかっていませんでした。

2. 研究手法・成果

まず、有害刺激にさらされたときの痛覚神経細胞の応答を精密に比較することが重要だと考えました。そのために、感覚ニューロンに局所的な刺激を与え、生理的な応答を高い精度で解析できる観察装置を準備しました。この装置は、赤外線レーザーを備えており、有害な高温刺激をたった一個の痛覚神経細胞に与えることが可能です。この装置を使って様々な強度の高温刺激を与える実験をおこなったところ、ある温度以上の高温刺激を与えたときに、通常の「連続的な発火」に加えて、特徴的な「繰り返し群発発火」が発生することを見つめました（図右側中段）。さらに、この「繰り返し群発発火」が、細胞内のカルシウム濃度の一時的な急上昇によってうまく調節されていることを、細胞レベルで示しました。加えて、最新の遺伝学と光遺伝学とを利用して、痛覚神経の発火パターンを人為的に操作したところ、「繰り返し群発発火」を発生することが、実際にスピン行動の選択に拍車をかけていることを示しました。このように、同一の感覚ニューロンが、刺激の強さ（温度の高低）に応じて質的に異なる発火パターン（「連続的な発火」と「繰り返し群発発火」）を臨機応変に作り出すことを通して、個体の行動パターン選択（ダッシュとスピン）を柔軟に調節していることが初めて示されました。

3. 波及効果

農作物に被害を与える様々な食害昆虫も、天敵から身を守るために適切な回避行動をとることが知られています。これらの食害昆虫を防除するために天敵昆虫の導入が進められていますが、これまでのところ必ずしも成功しているとはいえません。食害昆虫の回避行動パターンを詳しく調べることで、より効率的な防除計画を立案することが可能になるかもしれません。

4. 今後の予定

痛覚神経細胞が、刺激の強さに応じて「繰り返し群発発火」を作り出すしくみを、分子・細胞のレベルで解明することをめざします。さらに、「繰り返し群発発火」が、中枢神経系でどのように情報処理されて個体のスピン行動に結びつくのかについても興味を持っています。さらに、食害昆虫などの他種の昆虫についても、回避行動パターンと痛覚神経細胞の発火パターンとの間に因果関係がみられないか検証を進めていきます。

《用語解説》

痛覚神経細胞：傷害を与える「侵害性刺激」を受容する感覚ニューロン

発火パターン：神経細胞の活動電位が生起する時系列パターン

光遺伝学：光によって活性化されるタンパク分子を遺伝学的手法を用いて特定の細胞に発現させ、その機能を光で操作する技術。

本研究成果は、英国科学雑誌「**eLife**」でオンライン公開されました。

(日本時間 2016 年 2 月 16 日 0 時)

【書誌情報】

[DOI] <http://dx.doi.org/10.7554/eLife.12959>

Shin-Ichiro Terada, Daisuke Matsubara, Koun Onodera, Masanori Matsuzaki, Tadashi Uemura & Tadao Usui

“Neuronal processing of noxious thermal stimuli mediated by dendritic Ca²⁺ influx in *Drosophila* somatosensory neurons”

eLife 2016;10.7554/eLife.12959 Published February 15, 2016

痛覚神経 “クラス IV ニューロン”

