



令和2年4月3日

プレスリリース

公立大学法人兵庫県立大学

学習院大学

解禁時間: 令和2年4月9日 午前3時(日本時間)

プラナリアの摂食行動の謎、解明される

【研究成果のポイント】

- ・摂食器官である咽頭は、脳からの指令が無くても自立的に運動し、餌を選択して摂取することが可能
- ・咽頭の特定のタイプの神経細胞が働くことで、適切な餌を選択可能
- ・咽頭の神経系は、脳に指令を送ることで個体の摂餌誘引行動も制御可能

【概要】

体をどんなに切られても、再生できる不死身で不思議な生き物『プラナリア』。実はプラナリアには、もう1つ不思議な現象が知られています。それは、摂食器官(口と咽頭)が我々ヒトとは異なり、頭部ではなく胴部に存在していることです。そのために、プラナリアは咽頭を体外に出して摂食するという特徴的な行動を示します。これまでの研究から、プラナリアの頭部にある脳が、摂食行動の制御において中心的な役割を担っていることが明らかになっています。一方で、摂食時における咽頭の運動制御機構は未だ謎のままでした。今回、兵庫県立大学・大学院生命理学研究科の梅園良彦教授と学習院大学・理学部生命科学科の井上武助教を中心とした共同研究グループは、実験モデルプラナリアとしてナミウズムシを用いて、体から取り出された咽頭が、まるで“生き物”のように行動できることを発見し、咽頭の神経系が摂食行動の制御において中心的な役割を担っていることを世界で初めて明らかにしました。本研究成果は、動物の多様な形態と行動の進化を理解する上で大変重要な発見であり、米国科学雑誌『*Science Advances*』に2020年4月8日(アメリカ東部標準時間午後2時)に掲載されます。

【研究の背景】

ナミウズムシは、左右相称の体を持ち、体の進行方向最前端にある頭部には、神経細胞が集中して脳および感覚器官を形成しています。一方で、摂食器官である口および咽頭は、一般的な左右相称動物とは異なり、頭部ではなく胴部に存在しています。ナミウズムシは適切な餌に近づく(摂餌誘引行動)と、咽頭を口から体外に出して餌を探し、取り込むという特徴的な摂食行動を示します(図1)。これまでの井上助教らによる研究成果から、脳が個体の摂餌誘引行動を制御していることがわかっていました。一方で、摂食時における咽頭の運動制御機構については不明のままでした。我々は、咽頭の運動も脳によって制御されていると信じて疑いませんでしたが、体の前端にある脳がどのようにして胴部にある咽頭に正確な餌の場所を認識させているかを説明することは非常に困難であったため、発想を転換することにしました。

【研究手法と成果】

そこで、理化学研究所の林哲太郎研究員と梅園研究グループは、咽頭が自立的に運動して餌を発見・捕捉している可能性について検討することにしました。そのために、咽頭を体から取り出し、餌である牛レバーへの反応を調べたところ、咽頭は単独でも牛レバーに近づいていって捕捉できることがわかりました。また、牛レバーにナミウズムシが嫌いなターメリックを混ぜておくと、取り出された咽頭は牛レバーを認識して近づいていったにも関わらず、決して捕捉しないこともわかりました。驚いたことに、体から取り出された咽頭は器官であるにも関わらず、まるで“生き物(個体)”のように餌を選択して異なる行動を示したのです。次に、遺伝子機能阻害実験によって、咽頭の自立的な摂食行動の制御にはどのような神経伝達物質を産生する神経細胞が関わっているかを調べました。その結果、咽頭の摂餌誘引行動には、アセチルコリンを産生するコリン作動性神経細胞およびオクトパミンを産生するオクトパミン作動性神経細胞が働くこと、また、咽頭の摂餌忌避行動には、ドパミンを産生するドパミン作動性神経細胞およびセロトニンを産生するセロトニン作動性神経細胞が働くことがわかりました(図2)。興味深いことに、これら4種類の神経細胞は、咽頭の進行方向先端の摂食部位に集中して存在していました。最後に、摂食行動におけるオクトパミン作動性神経細胞の役割を個体レベルで調べました。その結果、脳のオクトパミン作動性神経細胞は個体の摂餌誘引行動には必要ないこと、一方で、咽頭のオクトパミン作動性神経細胞は個体の摂餌誘引行動に必要であることがわかりました。すなわち、咽頭は脳へ指令を送ることで個体の摂餌誘引行動を制御していることが強く示唆されました(図3)。

【この研究の社会的意義と今後の展望】

地球上の生き物は、形態および行動を多様化することで様々な環境に適応し、進化してきました。共同研究グループは、左右相称動物の形態と行動の多様性を関連づけている神経回路を同定することに成功しました。今回の成果は、高度に情報処理能力が発達した末梢神経系がモジュールとして機能することで、動物の複雑な行動の制御を器官単位で自立的に分業化できることを意味しています。我々は、このモジュール効果が動物界に見られる驚くほど多様な形態の進化と密接に関連していると考えています。将来、この仮説に基づいて、象の巧みな鼻の運動制御機構が解明される日が来るかもしれません。

論文情報

DOI: 10.1126/sciadv.aaz0882

タイトル: The pharyngeal nervous system orchestrates feeding behavior in planarians

著者: Mai Miyamoto, Miki Hattori, Kazutaka Hosoda, Mika Sawamoto, Minako Motoishi, Tetsutaro Hayashi, Takeshi Inoue, Yoshihiko Umesono

雑誌: *Science Advances*

掲載日: 2020年4月8日 (アメリカ東部標準時間午後2時)

問い合わせ先

●兵庫県立大学・大学院生命理学研究科 教授 梅園良彦

Tel: 0791-58-0186, E-mail: yumesono@sci.u-hyogo.ac.jp

●学習院大学・理学部生命科学科 助教 井上武

Tel: 03-5992-1262, E-mail: takeshi.inoue@gakushuin.ac.jp

機関窓口

●兵庫県立大学播磨理学キャンパス経営部 次長兼総務課長 中谷忠彦

Tel: 0791-58-0101, Fax: 0791-58-0131, E-mail: u_hyogo_harima@ofc.u-hyogo.ac.jp

●学習院大学広報センター 課長 圓谷勝利

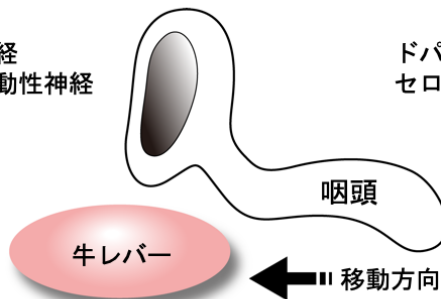
Tel: 03-5992-1008, Fax: 03-5992-9246, E-mail: koho-off@gakushuin.ac.jp



図1:ナミズムシの摂食行動。ナミズムシは胸部にある管状の咽頭を体外に出して先端部から餌を捕捉し、全身に存在している腸管内に取り込むことで栄養を摂取している。丸印(破線)は咽頭の基部と体の接合部位。

摂餌誘引行動

コリン作動性神経
オクトパミン作動性神経



摂餌忌避行動

ドパミン作動性神経
セロトニン作動性神経

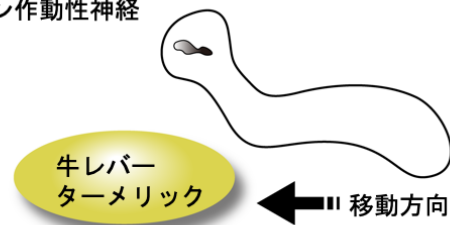


図2:咽頭の自立的な摂食行動に必要な咽頭の特定のタイプの神経細胞。コリンおよびオクトパミン作動性神経細胞の働きを阻害された咽頭は、牛レバーがどこにあるかわからず近くができない。ドパミンおよびセロトニン作動性神経細胞の働きを阻害された咽頭は、嫌いなはずのターメリック入りの餌を誤って捕捉する。

摂餌誘引行動

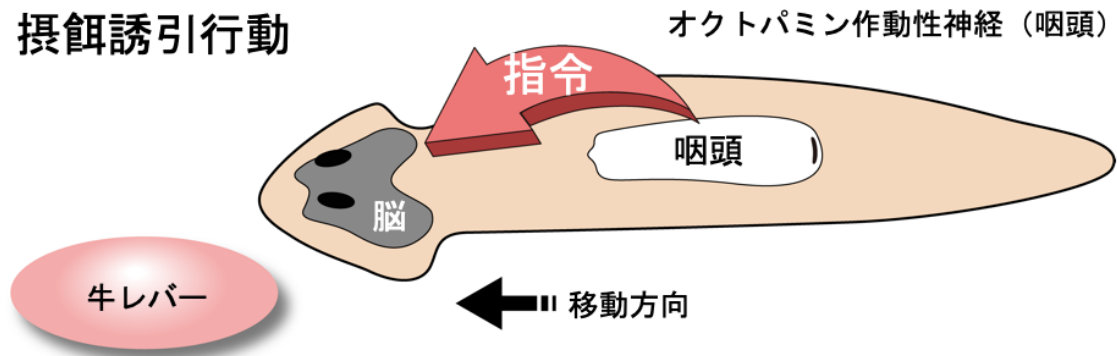


図3: 咽頭は脳に指令を送ることで個体の摂餌誘引行動を制御している。

【用語解説】

プラナリアの咽頭

主に筋肉細胞からなる管状の摂食器官。筋肉の収縮・弛緩を巧みに制御することによって、3次元的に複雑な運動をすることが可能。他に、同様の構造・運動機能を持つ器官としては、タコの触手・象の鼻・ヒトの舌などが知られている。

神経伝達物質

シナプス前細胞とシナプス後細胞間で情報を伝達する物質。シナプス前細胞は神経伝達物質を合成するための酵素系を発現している。シナプス後細胞は神経伝達物質の受容体を発現している。オクトパミンはノルアドレナリンの無脊椎動物におけるホモログ。