



Studies on Mechanisms Regulating Metamorphosis of Ascidian

著者	MATSUNOBU Shohei
発行年	2017
その他のタイトル	ホヤの変態を制御するメカニズムの研究
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2016
報告番号	12102甲第8121号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00147743

氏名	松延 祥平		
学位の種類	博 士 (理学)		
学位記番号	博 甲 第 8121 号		
学位授与年月日	平成 29年 3月 24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Studies on Mechanisms Regulating Metamorphosis of Ascidian (ホヤの変態を制御するメカニズムの研究)		
主査	筑波大学教授	博士 (理学)	笹倉 靖徳
副査	筑波大学教授	理学博士	稲葉 一男
副査	筑波大学教授	理学博士	沼田 治
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	丹羽 隆介

論 文 の 要 旨

本論文は、ホヤの変態のメカニズムについて解析を行ったものである。論文は大きく2部構成になっており、前半ではホヤの1種カタウレイボヤの幼生が、ふ化後のどの段階で変態の各種イベントを実行するかを発生及び生理学的な観点から調べている。ホヤ幼生はふ化後すぐには変態することができず、ふ化後の時間経過により成熟することで変態する能力を獲得する。また変態イベントの開始後、一定の時間をかけてそれらのイベントを完了する。松延氏は固着および尾部吸収という2つの主要な変態イベントに注目され、ビデオ撮影と統計処理を基に固着能力の獲得時間、尾部吸収能力の獲得時間、尾部吸収の誘導に十分な固着継続時間、尾部吸収を完了するのにかかる時間を測定された。具体的には、ふ化後約4時間で幼生は固着能力を獲得し固着するようになる。ただし実際にそれぞれの個体が固着するタイミングは、幼生が遊泳して固着場所に到達する時間が個体ごとに異なるため、その時間よりも遅く、また個体毎に大きくばらつく。尾部吸収能力の獲得時間はふ化後約11時間50分で、固着の時間に非依存的に決められる。尾部吸収開始から完了には約1時間かかる。これらの情報はホヤの変態メカニズムを解明するために必須となる基礎情報である。またこの一連の研究の過程で、ホヤ幼生が固着した経験を何らかの仕組みで記憶することで尾部吸収を開始することが明らかになった。このことは、尾部吸収能力を獲得する前の幼生を一過的に固着させる実験において、これらの固着経験を有した幼生が尾部吸収能力を獲得すると同時に尾部吸収を開始したことから判明した。この記憶を通じた尾部吸収の開始は、固着刺激が尾部吸収をトリガーするメカニズムの解明につながる重要な情報である。

後半では、尾部吸収を開始させるメカニズムをより具体的に解明した研究が展開されている。幼生の持つ神経系に着目し、その神経系を構築するグルタミン酸作動性ニューロン、GABA作動性ニューロン、コリン作動性ニューロンが尾部吸収の開始に必須であることが、それらのニューロンそれぞれの機能に特異的に必要とされる遺伝子をゲノム編集技術でノックアウトすることを通じて明らかにされている。特にGABA作動性ニューロンは抑制性の神経であり、このニューロンが運動神経であるコリン作動性ニューロンを抑えることにより、幼生の運動が「停止」することが尾部吸収を開始させるという、これまでになかった新しいメカニズムが

本論文により提唱されている。このことは、幼生の運動に必要な筋肉活動をトロポミオシンのノックアウトにより阻害したり、逆に筋肉活動をオプトジェネティックスの技法を用いて強制的に引き起こすなどの実験により裏付けられている。一方で、この神経系の異常でも尾部吸収能力の獲得時間は野生型と変わらず、尾部吸収能力獲得のタイミングを決める機構は別にあると議論されている。この論文により提唱されたメカニズムは、ホヤの変態に留まらず、動物の変態一般において、幼生から成体が変わる際に見られる形態の変化と行動パターンの変化がどのように調和的に進行するのか、という大きな科学的疑問に1つの解答を与えるインパクトの強いものとなっている。また全体的に多角的に実験が進められており、示された仮説は十分納得のいくものである。

審 査 の 要 旨

ホヤの変態は古くからの研究対象であり、多くの研究結果が出されている。しかしながらその知識は断片的であり、メカニズムの全体像は不明なまま残されている。松延祥平氏は、ホヤの発生に残されたこの難問にチャレンジされ、数多くの重要な知見を得られた。論文の前半で記載された、カタユウレイボヤの変態イベントの能力獲得時間やイベントに必要な時間の詳細にわたる記載は、ホヤの変態メカニズムを解明する際に常に参照されるべき基盤的なものである。また、ホヤの幼生が固着した経験を記憶できることは、尾部吸収の開始メカニズムを解明するための大きなヒントとなる重要な情報である。さらに、尾部吸収の開始を制御する神経細胞種の同定と、幼生筋肉の運動の停止が尾部吸収のスイッチになっているという新知見は、ホヤの変態開始機構の理解を飛躍的に進めたものであり、また変態という動物一般的に見られる現象の普遍性をうかがい知る上でも重要なデータである。今後は、例えば筋肉運動停止がどのように尾部全体の吸収のスイッチになるのかなど、得られた知見を基にしてさらにそれらのメカニズムの詳細を解明され、変態の全体像を明らかにしてもらいたい。

平成29年1月30日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。