

アオウミウシを卵から成体まで育てることに世界で初めて成功

アオウミウシを実験室内で卵から成体まで育て、本種の幼生の着底過程、幼若体への変態過程、幼若体の成長過程の観察に成功しました。着底後の成長過程は、外部形態の変化に基づいて、9つのステージに分類されました。実験室内におけるイロウミウシ科の幼生から成体までの飼育は、世界初の報告です。

ウミウシ類は巻貝の仲間で、大半の種は卵から孵化した直後は、貝殻を持つプランクトンとして海を漂って生活します。成長過程では、岩礁や海底などの上に着底し、変態して貝殻を失い、浮遊生活から底生生活に移行します。しかし、アオウミウシやシロウミウシなどの特に色鮮やかな体色を持つイロウミウシ科では、実験室内で卵から成体まで育てた例がなく、着底後から成体に至る過程は謎に包まれていました。

本研究では、アオウミウシ (*Hypselodoris festiva*) の成体を採集し、実験室内で飼育して産卵させました。その約6日後、1つの卵塊からは数千個体以上の浮遊幼生が孵化しました。この幼生に微細藻類を与えて飼育したところ、約3週間後、幼生に眼点などが形成され、着底し変態が起きました。変態過程で幼生は貝殻を脱ぎ捨て、底生生活へと移行しました。幼若体は成体の餌である海綿動物を食べて成長し、この過程で青や黄色からなる鮮やかな体色模様が完成し、触角、エラ、肛門などの成体の主要な器官が形成されていきました。

観察した体色形成や器官形成過程に基づいて、本種の着底後の成長過程を変態期2ステージ、幼若体期7ステージの計9ステージに分類しました。これによって、外見上の特徴から本種の個体の成長段階が同定可能となり、本研究がイロウミウシ科の発生学的研究の指標になると考えられます。イロウミウシ科では従来、幼生や幼若体、成体の適切な飼育条件が不明でしたが、本研究の飼育法は他種においても応用可能であり、水族館展示などの商業利用においても貢献することが期待されます。

研究代表者

筑波大学生命環境系

中野 裕昭 准教授

林 牧子 生命地球科学研究群生物学学位プログラム 博士後期課程3年

研究の背景

ウミウシ類は軟体動物門腹足綱に属する巻貝のうち、海産で、貝殻が退化、消失した仲間です。ウミウシ類のなかの裸鰓目（らさいもく）^{注1)}イロウミウシ科^{注2)}の仲間は、色鮮やかな体色を持つことが特徴で、磯の生き物として身近なアオウミウシやシロウミウシなどが含まれます。成体は岩礁などを這って生活し、海綿動物を餌としますが、卵から生まれたばかりの幼生は海中を漂いながら、植物プランクトンを食べて成長します。幼生や、幼生が着底・変態して生じる幼若体はとても小さいため、卵から成体に至るまでの成長過程を野外環境で観察することは困難です。また、餌となる海綿動物の種の特定や採集・維持も容易でなく、イロウミウシ科のウミウシを実験室内で卵から成体まで育てた例もありませんでした。従って、着底後の成長過程で起こるとされる鮮やかな体色や成体の主要な器官の形成過程は不明でした。

研究内容と成果

本研究では、筑波大学下田臨海実験センターの立地と海水供給設備等を活かし、アオウミウシ（図1）を採取し、実験室内で卵から成体まで育てることに成功しました。そして、着底後の成長段階を9つのステージに分類しました。

まず、野外での観察や飼育下での摂餌行動観察等によって、アオウミウシの成体の餌となる海綿動物を特定しました。この海綿動物を用いて実験室内で成体を飼育したところ、卵塊（複数の卵が塊状になっているもの）が得られました（図2）。産卵から約6日後、1つの卵塊から数千個体以上の、体長約0.1mmほどの浮遊幼生が孵化しました（図3）。これらの幼生を攪拌装置付きの飼育容器で、微細藻類を与えながら飼育したところ、約3週間で眼点などが形成されました（図4）。この段階で、成体の餌である海綿動物と同じ容器に入れると、着底・変態が促されました。外見上の特徴に基づいて、変態期は、着底し貝殻を脱ぎ捨てる M1 と、触角の形成が始まる M2 の2つのステージに、また、その後の幼若体期は、J1～J7 の7つのステージに分類されました。J1 では触角を動かせるようになり、外套膜に骨針が、そして腹側には幼若体の肛門が観察されました（図5）。J2 では幼若体の外套膜の後端に外套膜腺（MDF）^{注3)}と呼ばれる外敵から身を守るための化学物質を貯蔵する組織が形成されました。J3 では外套膜に青と黄の色素沈着が見られるようになり、J4 では体の背側後方に肛門突起が形成され、その中心に成体の肛門が形成されました。J5 ではMDFが外套膜の前方の側面にも見られ（図6、7）、J6 では触角が紡錘形となり、J7 では黄色の斑点が出現しました（図8）。そして、約6ヶ月後には、交接と産卵が確認され、成体となりました。

今後の展開

アオウミウシは磯でも採集可能であり、身近な生物です。しかし、研究者人口が少ないことやその実験室内での飼育方法や発生過程の観察方法が確立されていないことから、本種やその仲間であるイロウミウシ科についての学術的な研究は進んでおらず、発生、生態、分類などに関して、今でも多くの未解明な点が残されていました。そのような中で、本研究では、世界で初めてイロウミウシ科の卵から成体までの飼育に成功し、イロウミウシ科の成長過程や発生に関する新たな知見が得られました。また、本研究は浮遊幼生期を持つ海綿食のウミウシ類としても、卵から成体まで育てた初めての報告であることから、その手法は、アオウミウシと同じく海綿食であるイロウミウシ科の他種にも応用可能であり、今後のイロウミウシ科の研究に貢献することが期待されます。

参考図

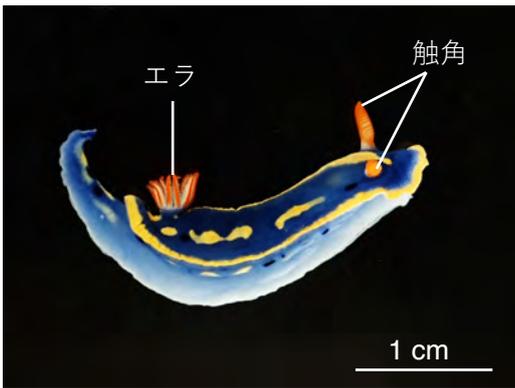


図1 アオウミウシの成体



図2 産卵の様子(中央の白色部分が卵塊)

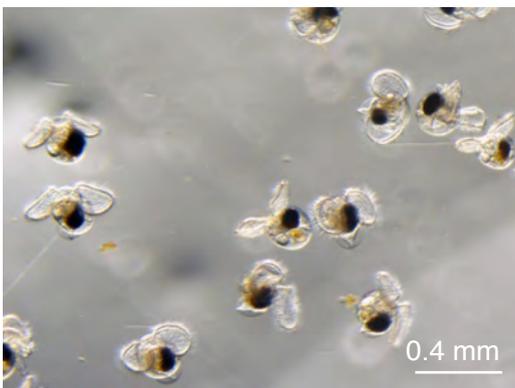


図3 アオウミウシの幼生



図4 アオウミウシの幼生 (眼点の形成後の個体)

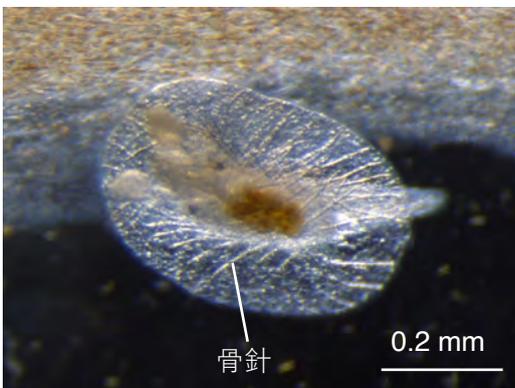


図5 ステージ J1 の幼若体

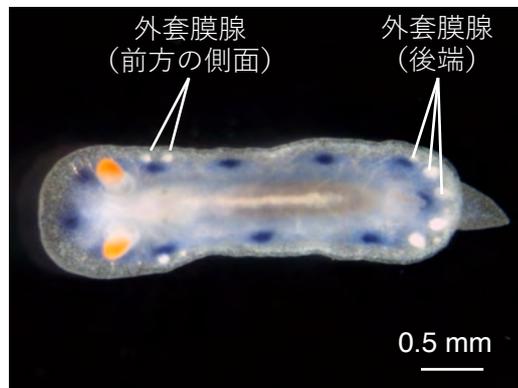


図6 ステージ J5 の幼若体



図7 ステージ J5 の幼若体と餌の海綿動物

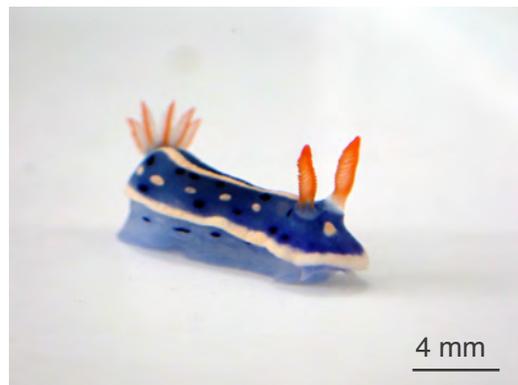


図8 ステージ J7 の幼若体

用語解説

注1) 裸鰓目 (らさいもく)

広義のウミウシ類は、アメフラシなど多種多様な仲間を含むが、その中でも狭義のウミウシ類として知られるグループ。成体は貝殻を持たず、えらを持つ種では、えらは体外に露出する。目内には枝鰓亜目とドーリス亜目の2つの亜目があり、形態学的に多様な仲間が世界中に約 2,500 種以上いる。枝鰓亜目にはメリベウミウシやミノウミウシの仲間が含まれ、ドーリス亜目に含まれるアオウミウシやシロウミウシとは見た目も大きく異なるが、これらの裸鰓目の仲間は同じ共通祖先から進化してきたと考えられている。

注2) イロウミウシ科

明るい体色を持つことが特徴の裸鰓目ドーリス亜目のウミウシ類。現在、世界中で 16 属 398 種が知られる。ほとんどの種は潮下帯に生息するため、スキューバダイビングやスキンドайビングによって観察することが一般的であるが、アオウミウシ、シロウミウシ、サラサウミウシ、コモンウミウシ、リュウモンイロウミウシなどは、季節によって日本の磯でも観察可能である。

注3) 外套膜腺 (MDF, mantle dermal formations)

外敵に対する忌避物質などを貯蔵する組織。外套膜における配置はアオウミウシを含む *Hypselodoris* 属では、種を分類するための特徴の一つでもある。

研究資金

本研究は、科研費による研究プロジェクト (19H03279、24K02082) および JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2124 の一環として実施されました。

掲載論文

【題名】 Staging of post-settlement growth in the nudibranch *Hypselodoris festiva*.
(アオウミウシの着底後の成長過程のステージ分け)

【著者名】 Makiko Hayashi and Hiroaki Nakano

【掲載誌】 *Scientific Reports*

【掲載日】 2024 年 7 月 21 日

【DOI】 10.1038/s41598-024-66322-4

問い合わせ先

【研究に関すること】

中野 裕昭 (なかの ひろあき)

筑波大学 生命環境系 (下田臨海実験センター) 准教授

URL: <https://sites.google.com/site/hiroakinakanolab/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp