

ヨツアナカシパン自然集団に見る、進化のプロセス

遠藤 愛 (筑波大学 生物学類)

指導教員：和田 洋 (筑波大学 生命環境系)

背景・目的

現在多様な形態の生物があるのは、進化のプロセスで新奇形態を獲得してきたからである。ではこの新奇形態はどのようにして生まれるのだろうか。その重要な機構の一つとして、「発生のゆらぎ」が鍵であると考えられている。発生過程には多少の遺伝的変異や環境変動などの攪乱には動じず正常な形態を作り出す、緩衝作用が知られている。そのため発生過程は、成体の適応度に影響を及ぼさず、かえって変異が蓄積することを許容しているといえる。この緩衝作用の副産物として発生過程はゆらぎ、この内から新奇形態を創り出す発生機構の変化が生じるという進化のプロセスが、これまで考えられてきた。

そこで本研究は、「発生のゆらぎ」は存在するか、あるとすればその実態はどんなものかを検証することを目的とし、ヨツアナカシパン *Peronella japonica* に着目する。ウニの仲間は胚操作が行いやすいことから、発生学的研究を牽引してきた。本種はウニでの発生学的知見を利用できるのに加え、中間型直接発生という独特の生活史に由来する二つの点で、「発生のゆらぎ」の検証に適している。

一つは、プランクトン性で生息域を広げる段階である幼生期が、近縁種に比べて短いことである。間接発生型のウニの幼生期が数カ月であるのに対し、本種の直接発生型幼生は 3 日もあれば変態してしまう。よって同種内での長距離の交流が制限されるため、地域集団の存在が期待される。

二つには、幼生形態にかかる選択圧が比較的低いと考えられることである。本種は 2 腕のプルテウス幼生 (図) をつくるが、幼生期に摂餌することは無い。主に採餌効率を上げるための器官であるプルテウス腕を、摂餌しないにも関わらず痕跡的に形成しているのだと考えられている。よって幼生腕の存在意義は低いと考えられ、特に幼生腕形成に関わる遺伝子発現などに変異を蓄積しているのではないかと期待される。



ヨツアナカシパンの成体 (左) と、受精後 48 時間の 2 腕のプルテウス幼生、scale bar 200 μm (右)。

本研究の目的は、「発生のゆらぎ」を定量的に検証することである。卒業研究では主に、今後発生過程を比較するのに適している、遺伝的隔離が生じている地域集団の選定を試みた。

方法

棘皮動物門ウニ綱のヨツアナカシパン (*Peronella japonica*) を用いて以下の研究を行った。

1. 野外集団の採集

日本沿岸 5 地点 (石川県能登島、千葉県館山、静岡県下田、広島県向島、沖縄県本島) において、シュノーケリング又は調査船でのドレッジ採集を行った。

2. ヨツアナカシパンの地域集団の探索

上記の 5 地域の個体群について、①ミトコンドリア核ゲノムの COI、②核ゲノムの幼生骨形成に関わる遺伝子 *alx1* のイントロン領域を用いて分子系統解析を行い、国内のヨツアナカシパンの集団構造の把握を試みた。

3. 地域集団間での発生過程の変異の探索

各地域集団のヨツアナカシパンを実験室内で飼育することで発生環境を揃えた。地域ごとに人工授精を行い、幼生骨形成に重要な時期を中心に受精後数時間おきに固定胚を作製・観察した。

結果・考察

ミトコンドリアゲノム COI は種内で高度に保存されていた。*alx1* イントロンにはハプロタイプと見られる 2 型 (S/L) が存在していた。ハプロタイプ比は沖縄では L 型しか見られず、他地域は沖縄に近いほど L 型の割合が大きい傾向が見られた。

発生過程の観察から、本種の幼生形態はひどく奔放であることが分かってきた。腕の数が増減するような変異体が見つかってきている。これはヨツアナカシパン幼生形態への選択圧が低く、「発生のゆらぎ」の検証に適していることを示唆するものである。

今後の課題・展望

今後ミトコンドリアの非コード領域を対象に加えて、分子系統解析を進めていく。

遺伝的隔離が生じている地域集団を選定し次第、これらの固定胚について幼生骨形成に関わる遺伝子の発現パターンを調べる。幼生骨形成遺伝子はアメリカムラサキウニで主に研究が進められ、約 30 もの遺伝子からなるネットワークが明らかになり各遺伝子の機能が解析されている。本研究ではヨツアナカシパンでこれらと相同な遺伝子の発現パターンを地域集団間で比較する。遺伝子の時空間的発現パターンについては *In situ hybridization* 法を用い、mRNA の分布を染色し観察する。遺伝子の発現量についてはトランスクリプトーム解析を行い、幼生骨形成に重要な各ステージで発現している RNA を網羅的に比較する。