

## イトマキヒトデにおける採餌に依存した成体原基の形成機構について

村田 あかり (筑波大学 生物学類) 指導教員: 和田 洋 (筑波大学 生命環境系)

### 背景と目的

ウニやヒトデといった棘皮動物の多くは、左右相称の幼生から五放射相称の成体へ変態することが知られている。棘皮動物の幼生には採餌型の種と非採餌型の種が存在する。採餌型の幼生は自力で餌を食べることによるエネルギーが成体原基の形成に必要なものに対し、非採餌型の幼生は成体原基の形成に採餌を必要とせず、消化管などが退化している種も多い。棘皮動物の共通祖先は採餌型の発生様式をとっていたと考えられ、複数の系統で採餌型から非採餌型への進化が独立に起こったことがわかっている。しかし、採餌に依存しない原基形成が可能となった具体的な進化プロセスはまだ明らかになっていない。非採餌型種は採餌型種と比べて卵のサイズが大きい傾向にあるため、非採餌型種は卵に蓄積されたエネルギーを利用して成体原基を形成していると考えられていた。しかし、非採餌型種のウニの卵サイズを人工的に縮小した実験を行なったところ、問題なく変態が進行することがわかった(1)。このことから、採餌型と非採餌型の違いは卵サイズの増大のみではなく、ほかに何らかの進化的変化が起こっていることが示唆された。発生様式が進化した過程を明らかにするためには、成体原基の形成を制御する遺伝子ネットワークを解明したうえで、採餌・非採餌で比較する必要がある。そこで、本研究では採餌型種であるイトマキヒトデ *Asterina pectinifera* を用いて、原基形成を制御する遺伝子を探すことを目的としている。

まず、過去の研究よりヒトデの原基形成を制御していると推測される3つの候補遺伝子 FoxO/4E-BP と Ependymin について機能解析を行なった。ウニを用いた研究から、転写因子 FoxO とその下流遺伝子 4E-BP は餌の量が少ないほど発現が高まり、また餌を十分に与えた幼生でも 4E-BP を強制的に発現させると原基形成が抑制されることがわかっている(2)。このことから、FoxO/4E-BP は飢餓ストレスに応答して原基形成を抑制する働きがあるのではないかと考えられている。また、採餌型ヒトデと非採餌型ヒトデの雑種幼生を用いた実験から、Ependymin 関連遺伝子が原基形成に必要な候補遺伝子の1つとして挙げられた。Ependymin はナマコの臓器再生中に発現が高まることがわかっており、棘皮動物の成体組織の形成に関わっていることが期待される(3)。

さらに、成体原基形成に関わる遺伝子を探るため、餌を与えた幼生と与えなかった幼生について比較トランスクリプトーム解析を行なった。

### 結果・考察

<餌の有無による FoxO/4E-BP 発現パターンの比較>

イトマキヒトデのビピンナリア幼生について、餌を与えた個体と与えなかった個体でそれぞれ FoxO と 4E-BP の Whole mount in situ ハイブリダイゼーションを行い、空間的発現パターンを比較した。その結果、FoxO、4E-BP 共に胃壁での発現が見られ、餌の有無による発現パターンの違いは確認できなかった(図1)。

このことから、FoxO/4E-BP は飢餓ストレス下でヒトデの成体原基形成を抑制していないと示唆される。

<Ependymin の機能解析>

Epd の機能を阻害する TALEN mRNA をイトマキヒトデの卵に注入し、幼生の原基形成に現れる影響を観察した。その結果、Epd の配列に変異が入っていることは確認できたが、原基形成の異常は見られなかった。変異が入らなかった細胞が存在したために成体原基が形成された可能性も否定できないが、この結果は Epd がヒトデの成体原基形成の開始に必要なではないことを示唆する。

<トランスクリプトーム解析による候補遺伝子探索>

イトマキヒトデの幼生 48h、7dpf (餌あり)、7dpf (餌なし) 各2バッチから total mRNA を抽出し、トランスクリプトーム解析によって遺伝子発現を比較した。結果については卒業研究発表会で公開する。

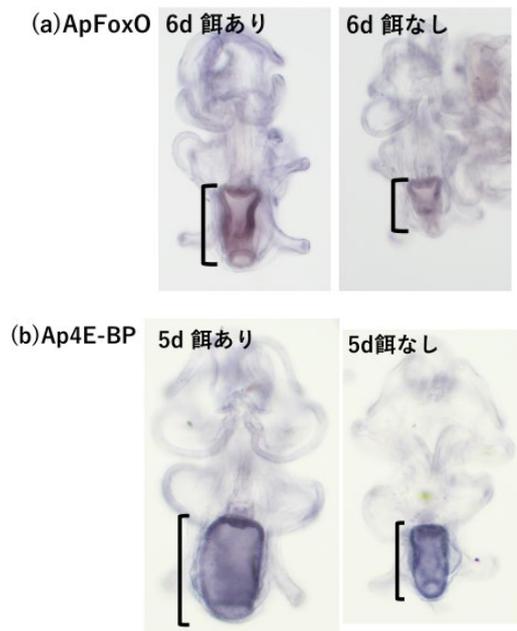


図 1 イトマキヒトデのビピンナリア幼生における In situ ハイブリダイゼーション結果  
(a) 6日目幼生における FoxO の発現パターン  
(b) 5日目幼生における 4E-BP の発現パターン

### 引用文献

1. J. D. Allen, C. Zakas, R. D. Podolsky, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **331**, 186–197 (2006).
2. T. J. Carrier, B. L. King, J. A. Coffman, S. Cove, *Biol. Bull.* **228**, 171–180 (2016).
3. E. C. Suárez-Castillo, W. E. Medina-Ortiz, J. L. Roig-López, J. E. García-Ararrás, *Gene* **334**, 334, 133–143 (2004).