

## ヨツアナカシパンモドキ(*Peronella rubra* Döderlein)の発生

小林輝己\*

棘皮動物は基本的に五放射相称の成体と、左右相称の幼生をもっている。棘皮動物門はウミユリ綱、ヒトデ綱、クモヒトデ綱、ウニ綱、ナマコ綱の5綱から成り、それぞれの幼生は、ドリオラリア、ピピンナリア、オフィオプルテウス、エキノプルテウス、オーリクラリアと呼ばれている。ウミユリ綱を除く他の幼生は、一般に餌を摂りながら、数週間、海中を遊泳した後、変態、着底する。

発生の報告されている棘皮動物の中には、前述のような幼生とは異なる形態のものがある。それらは特にヒトデ類に顕著であり、大型の富栄養卵から発生した幼生は、餌をとらず、一週間前後で変態を完了する。この発生様式は「直接型」と呼ばれている。

発生の最もよく知られているウニ類においても、直接型発生の種がいくつか知られている。本邦産ウニ類では、これまでに4種の直接型発生が報告されている。今回観察に成功したヨツアナカシパンモドキは直接型の発生を行うウニの一種であり、本邦産ウニ類では5例目の報告である。

### 材料と方法

ヨツアナカシパンモドキ(*Peronella rubra*)は、棘皮動物門、ウニ綱、タコノマクラ目、カシパン科に属し、ヨツアナカシパン(*Peronella japonica*)とは同属の*Peronella*属に属す。本種は、本邦沿岸の砂地の海底に埋没して生息し、*P. japonica*とは生息域が重なっている。*P. rubra*は外部形態からも*P. japonica*と酷似している。*P. japonica*の特徴は、成体は暗赤色、肛門が殻の周辺付近に位置する、花紋が明瞭、最大殻径85mm、などである。これに対して、*P. rubra*では、成体は鮮やかなオレンジ色、肛門が口と外縁の中間にある、花紋が不明瞭、最大殻径65mm、などの特徴から区別される。

材料のヨツアナカシパンモドキは、石川県七尾市鷺浦観音崎、水深15m付近の海底からスキューバ潜水によって採集した。材料は1989年7月2日、1990年7月24日、29日に採集した。採集したヨツアナカシパンモドキは水槽中で数日間飼育した後、KCl法によって採卵、採精を行った。卵はピーカーの底に沈むのを待って、濾過海水で3回洗った後、媒精し、19~20℃においてその発生を観察した。なお本種の生殖期は、7月下旬から8月上旬であり、雌雄異体、外部形態からの雌雄の判別はできない。

さらに、KCl法によって得たヨツアナカシパンの卵と精子を用いて、ヨツアナカシパンモドキとヨツアナカシパンの種間雑種の発生を観察した。

\* 910-02 坂井郡丸岡町篠岡23 福井県立丸岡高等学校

## 結 果

ヨツアナカシパンモドキの発生における Time Table を図 1 に、また発生過程の模式図を図 2 に示す。本種の卵は不透明な白色で直径は約 $340\mu$ である。受精膜は媒精後すぐに形成され始め、約20分で完成する。完成した受精膜は脆弱で、卵表面からの高さは $40\mu$ 前後である。今回の観察における受精膜形成率は91%であった。卵表面には不明瞭な透明層が存在する。媒精後、90分で第一分裂が起こる。胚は約4時間後に16細胞期に至るが、この時の割球には大きさの区別が見られず、同形同大の割球にみえる。割球の大きさに初めて差が生じるのは32細胞期であり、植物極に8つの小割球が見られる。この小割球は、卵割が進むにつれて区別できなくなる。今回の観察における初期卵割の進行率は82%であった。

128細胞期頃には胚の中心に明らかな卵割腔が見られるようになる。細胞は次第に小さくなって、胞胚壁を形成する。媒精後、13時間で皺胞胚期に入り、その9時間後、皺は消失し再び滑らかな表面にもどる。本種は中空胞胚から始まる皺胞胚期を経る。後期胞胚の直径は約 $400\mu$ である。

媒精後23時間で胚の回転運動が始まり、やがて孵化して遊泳胚となる。今回の観察における孵化率は約75%であった。媒精後約30時間で、植物極側から卵割腔内へ間充織細胞が侵入し、その10時間後、原口の陥入が始まる。初期囊胚は、極軸方向に伸びた楕円球形となる。この時の長径は $530\mu$ 、短径は $380\mu$ である。本種の囊胚は動物極方向へ遊泳し、進行方向に対しては、反時計回りの回転運動をする。

媒精後48時間で骨片形成が始まる。骨片は、最初は三ツ矢型で、その後成長とともに樹状となる。骨片を生じる頃、胚は再び球型になり、骨片形成の約2時間後、幼生 arm の形成が始まる。原口をはさむように2本の arm が生じるが、やがて原口は閉じて外部からは見えなくなる。また、閉口はしない。arm は内部を支持する骨片とともに成長し、最大長は $400\mu$ に至る。arm が完成すると幼生は体部を下にし、arm を水面に向けて遊泳する。

媒精後約5日間で変態が始まる。幼生体部内に稚ウニの骨格が形成され、やがて10本前後の棘が幼生体部のふくらんだ面をつきやぶるように出現する。arm は先端から崩壊するように退縮し、やがて消失する。変態を完了した稚ウニの体部は、やや楕円形で長径は約 $430\mu$ である。完成直後の稚ウニの体表面には約15本の棘と、数対の管足が存在する。変態が完了するのは媒精から約6日後である。今回の観察における変態率は73%であった。

時 間	胚 の 状 態
0	媒精 19~20℃
0:20	受精膜完成
1:30	第一分裂 (2細胞)
2:30	第二分裂 (4細胞)
3:20	第三分裂 (8細胞)
4:05	第四分裂 (16細胞)
4:40	第五分裂 (32細胞)
8時間	桑実胚
12時間	初期胞胚
13時間	皺胞胚始まる
22時間	皺胞胚終わる
23時間	回転運動始まる
25時間	孵化
40時間	原口陥入始まる
50時間	arm 形成始まる
2.5日	幼生 arm 完成
5日	変態開始
6日	変態完了

図 1 ヨツアナカシパンモドキの発生

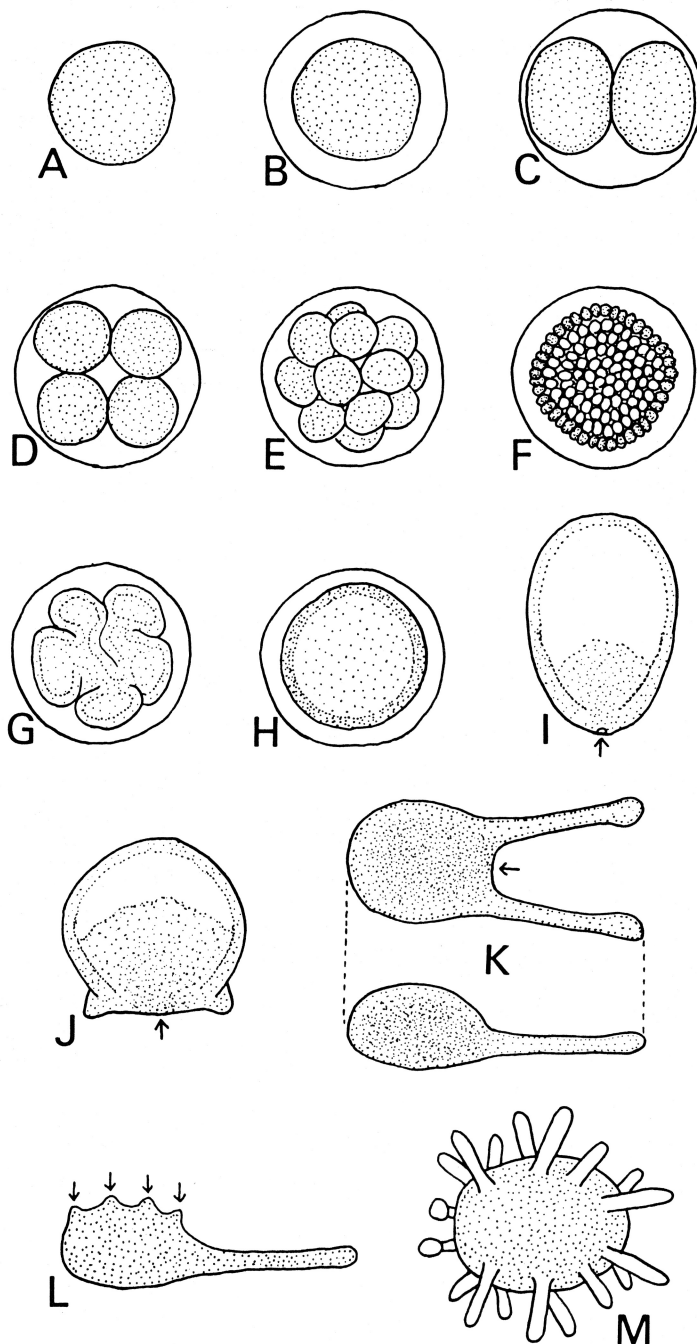


図2 ヨツアナカシパンモドキの発生模式図

- A ; 未受精卵      B ; 受精卵      C ; 2細胞期  
 D ; 4細胞期      E ; 16細胞期      F ; 初期胞胚  
 G ; 鰓胞胚      H ; 後期胞胚      I ; 囊胚 (矢印 : 原口)  
 J ; arm形成開始 (矢印 : 原口)  
 K ; 幼生 (上 : 背面図, 下 : 側面図, 矢印 : 原口)  
 L ; 変態期 (矢印 : ウニ原基による突出)  
 M ; 稚ウニ (背面図)

ヨツアナカシパンとヨツアナカシパンモドキの種間雑種における受精膜形成率，初期卵割率，変態率を図3に示した。ヨツアナカシパンの卵にヨツアナカシパンモドキの精子を媒精したものは，受精膜形成率，初期発生率はともに高率であったが，卵割が進行するだけで卵割腔を形成せず，やがて全滅した。これに対して，ヨツアナカシパンモドキの卵にヨツアナカシパンの精子を媒精したものは，受精膜形成率，初期発生率にかなりの低下がみられたものの，35%の胚が幼生を経て稚ウニへと変態した。その発生の過程は，ヨツアナカシパンモドキと全く同じであるが，時間的にやや遅れる傾向がみられた。

卵 \ 精子	ヨツアナカシパン <i>P. japonica</i>	ヨツアナカシパンモドキ <i>P. rubra</i>
ヨツアナカシパン <i>P. japonica</i>	81% 72% 69%	79% 70% 0%
ヨツアナカシパンモドキ <i>P. rubra</i>	61% 42% 35%	91% 82% 73%

図3 *P. japonica*と*P. rubra*の種間雑種における各発生段階への到達率  
 { 上段；受精膜形成率  
 中段；初期発生率  
 下段；変態率

### 論 議

一般にウニ類は，直径100~200 $\mu$ の卵をもち，16細胞胚は8つの中割球，4つの大割球，4つの小割球より構成される。また皺胞胚期をもたず，のう胚期より形成される骨片は，幼生骨格を構成し，6~8腕の食餌型幼生—プルテウスを経て変態し，稚ウニになる。この間数カ月を要する。

本種は，卵径340 $\mu$ ，等割による16細胞胚，皺胞胚期をもつ，2腕の幼生，幼生は餌をとらない，1週間で変態を完了する，といったウニの典型的な発生とは異なる特徴をもっている。本種と類似した発生は，本邦産ウニ類の中では，ミナミバクダンウニ(Parks, 1989)，イイジマフクロウニ(Amemiya, 1979)，リュウキュウフクロウニ(仮称)(Amemiya, 1989)，ヨツアナカシパン(Okazaki, 1954)で報告されているが中でも本種の発生は，ヨツアナカシパンと極めて類似している。これは，この両種が系統上極めて近縁であることに関係があると思われる。

*Peronella*属2種の幼生は，幼生骨格を有し，幼生はarm(腕)を有する点で，退化型プルテウスであると考えられる。*Peronella*2種は他のウニとくらべても，大型の卵をもつ(*P. rubra* ; 340 $\mu$  , *P. japonica* ; 300 $\mu$ )。これは，卵黄が豊富なためであり，幼生が餌をとらないことと関連性があると思われる。

他の3種(キダリス目1種，フクロウニ目2種)は，卵がさらに大型で(700~

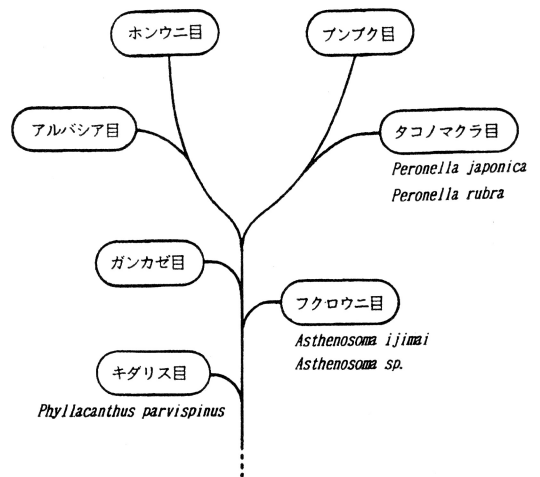


図4 ウニ類の系統樹と直接型発生の分布



1200 $\mu$ ), 幼生が骨片や arm を形成しない, などの点でさらに特徴的である。

現在考えられているウニ綱の系統樹を図4に示す。ヒトデ類では発生のタイプと系統関係がよく研究されている。(Oguro, 1989)が, ウニ類では直接型発生の種が比較的少ないために, 十分な考察が行われていない。今後の直接型発生のウニの報告が望まれるところであるが, 現在までに知られた5種を系統上から見ると, 偏在せずに分布していることがわかる。また, ウニの中でも原始的だとされるキダリス目, フクロウニ目に3種の典型的な直接型発生が存在することは, 大変興味深い。今後, キダリス目, フクロウニ目の発生はもちろん, 発生のほとんど知られていないマンジュウウニ類やタマゴウニ類の観察に努める必要がある。

ヨツアナカシパンとヨツアナカシパンモドキの種間雑種では, ヨツアナカシパンモドキの卵にヨツアナカシパンの精子を媒精したときにのみ良好な結果が得られた。この両種は同一生息域を持つが, ヨツアナカシパンモドキの生息密度はヨツアナカシパンの約百分の一程度である。また両種の生殖期は一致している。今回の観察のみで判断することはできないが, 自然界でもこの様な種間雑種が生じている可能性がある。このことについては, 今後も交雑実験を繰り返してゆくつもりである。

本研究を進めるにあたり, 材料の採集を快く許可くださった石川県七尾市鶴浦漁協関係者の方々に, また, 研究に対して適切な助言をくださった富山大学, 小黒千足教授と小松美英子博士, および金沢大学能登臨海実験所, 鈴木範男教授に深く感謝する。

## 要 約

- ・ウニの一種, ヨツアナカシパンモドキの発生を観察した。その発生はヨツアナカシパンと極めてよく似た直接型であった。本邦産ウニ類では5例目の直接型発生の種である。
- ・ヨツアナカシパンとヨツアナカシパンモドキの種間雑種を試みた。その結果, ヨツアナカシパンモドキの卵にヨツアナカシパンの精子を媒精したものでは, 発生率の低下はみられたものの, 稚ウニにまで至るものが多数みられた。

## 文 献

- Amemiya, S. and T. Tsuchiya. 1979. Development of the echinothurioid sea urchin *Asthenosoma ijimai*. *Mar. Biol.* 52:93-96.
- Hyman, L. H. 1955. *The Invertebrates: Echinodermata*. McGrawHill, New York.
- Mortensen, T. H. 1937. Contributions to the study of the development and larval forms of echinoderms. III. *Kgl. Dan. Vidensk. Selsk. Skr. Naturvid. Math. Ser.* 97(1):1-65.
- Oguro, C. 1989. Evolution of the Development and Larval Types in Asteroids. *Zool. Soc. Japan* 6:199-210
- Okazaki, K. and K. Dan. 1954. The metamorphosis of partial larvae of *Peronella japonica* Mortensen, a sand dollar. *Biol. Bull.* 106:83-99.

Parks, A. L., B. W. Bisgrove, G. A. Wray and R. A. Raff. 1989.

Direct Development in the Sea Urchin *Phyllacanthus parvispinus* (Cidaroidea): Phylogenetic History and Functional Modification. *Biol. Bull.* 177:96-109.

Williams, D. H. C., and D. T. Anderson. 1975. The reproductive system, embryonic development, larval development and metamorphosis of the sea urchin *Heliocidaris erythrogramma* (Val.) (Echinoidea: Echinometridae). *Aust. J. Zool.* 23:371-403.