

バフンウニの飼育と変態の観察

中 島 洋

神奈川県立綾瀬高校

A Way of Rearing and Observing the Metamorphosis of *Hemicentrotus pulcherrimus*.

Hiroshi NAKAJIMA

KANAGAWA PREFECTURAL AYASE SENIOR HIGH SCHOOL

はじめに

ウニの幼生はプランクトンである。受精してから約1カ月間、植物プランクトンを食べて成長する。しかし、その体そのまま成長してウニになるのではない。プランクトンのある時期に、ウニ原基の形成が始まり成長を続け、幼生の腕・繊毛帯等をも吸収してウニの姿になるのだ。幼生の体内からウニがその本来の姿をあらわす現象がウニの変態である。

野口⁴⁾は、困難とされてきた後期幼生の飼育方法を考案し、変態の観察に成功した。しかし、①攪拌装置が大型であること、②飼育水の換水に手間がかかることなど、一般の学校で実現するのはやや困難な方法である。

筆者は、簡単な工作と有り合わせの装置を用いてバフンウニの後期幼生の飼育を行い、変態の観察に成功した。この方法と、観察結果について報告する。

材料と方法

1)産卵・放精・受精

材料のバフンウニは1993年11月28日、逗子海岸の潮間帯下部で採集し、ワカメとシラスを与えて飼育してあったものを1994年1月24日に使用した。放卵・放精には、電気刺激を用いた。

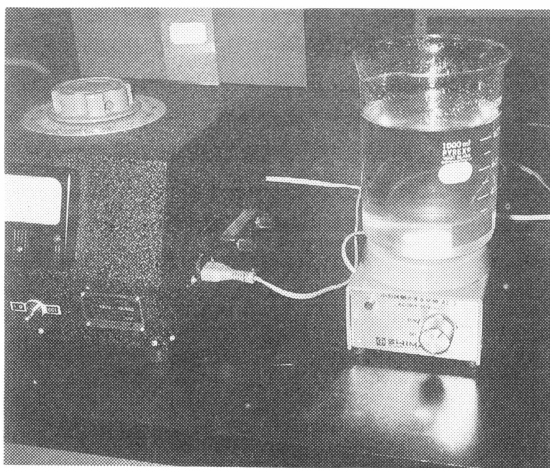
2)攪拌

1000mlビーカーにバフンウニの受精卵を、密度が

5個/ml以下になるように、薄めて入れた。このビーカーをマグネチックスターラーに乗せ、攪拌した(第1図)。ただし、そのままでは回転が速すぎるのでスライダックを接続し、電圧を50V程度まで下げ、2~3回転/秒になるように調節した。

3)換水

プラスチック製の500mlビーカーに鋸で窓を開け、外側からネット(ミュラーガーゼ XX13)を取り付けた(第2図)。このネット付きビーカーを、幼生を飼育している1000mlビーカーに沈めて引き上げると、1回で全体の1/5にあたる200mlの排水ができる。この方法で週に1回、500ml程度の量を排水し、新しい濾過海水を加えた。



第1図 攪拌装置



第2図 換水器

4) 餌の培養

Chaetoceros gracilis を Miquel-Allen の培地を基本にして、高野³⁾の処方に従い珪酸ナトリウムと EDTA を加えたもの（以下、MAT 培地と略称）を用いて、20℃、2000lux の条件で培養した。

第1表 MAT 培地の製法

● Miquel-Allen の培地

A 液	KNO ₃	100 g
	KBr	2 g
	KI	1 g
	D. W.	1000ml
B 液	Na ₂ HPO ₄ · 12H ₂ O	25 g
	CaCl ₂ · 6H ₂ O	12.5 g
	HCl conc	12.5 g
	D. W.	500ml

海水1000mlにA液2ml, B液1ml添加

- これに、Na₂SiO₃ 100ml, EDTA 10mgを添加後、70℃、20分加熱、放冷後沈殿除去。

5) 餌の与え方

Chaetoceros gracilis がよく増えたもの(10⁶ cells/ml程度)を培地ごと20mlずつ週2回与えた。

6) 水温

水温調節は特に行わなかった。従って、室温の変化に伴って日中は15℃前後まで上昇し、夜間は5℃前後まで下がった。

観 察 結 果

①原腸形成とプルテウス幼生（受精後1～7日）

受精後1日で、原腸胚期に発達した原腸の先端は前方に傾いて伸び、ここに間もなく口が開く。原口は肛門になる。

偏光板を通して見ると、骨ができてるのがわかる。ではじめの骨格は3方向に突起を伸ばすのでテトラポットの形に似ている。原腸の左右にできた、この1対のテトラポットの骨格が突起を伸ばして体を支え、腕を成長させる。口が開いた壁面は前方に傾きながら長くなり、ここからさらに2本の腕（前側腕）が伸びる。

この、4本の腕を持つ幼生が4腕のプルテウスで、受精後5日で腕は長く伸び、消化管はくびれて、食道、胃、腸の区別がはっきりしてくる。

②後背腕の形成（受精後7～12日）

受精後5日目から餌を食べ始めた4腕の幼生は大きくなるだけでなく形にも変化が現れる。まず、左右側面に生じた膨らみが次第に前方に伸び、2本の腕（後背腕）になる。

後背腕ができて腕の数は6本になる。この幼生が6腕のプルテウスである。

③口前腕と繊毛帯の形成（受精後10～16日）

口の前縁には、餌を口に運ぶための繊毛が並んでいる。この左右の両端に生じた膨らみが前方に伸びてゆく。この腕（口前腕）を持つ幼生が8腕のプルテウスである。

口前腕が形成されるこの時期は、繊毛帯が形成され発達する時期でもある。まず口後腕の付け根に生じた繊毛帯は腹面から次第に広がり背面でつながる。後背腕の付け根にも繊毛帯が生じ、背面から広がって腹面でつながる。こうして2本の繊毛帯ができあがる。

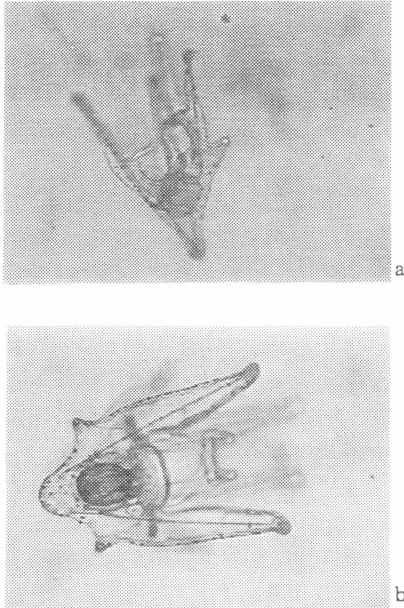
④ウニ原基の形成（受精後10～16日）

まず、幼生の左脇腹にあたる部分の表皮がへこみ始める。この陥入が羊膜陥で、次第に深くなって内部は袋状（羊膜腔）になる。

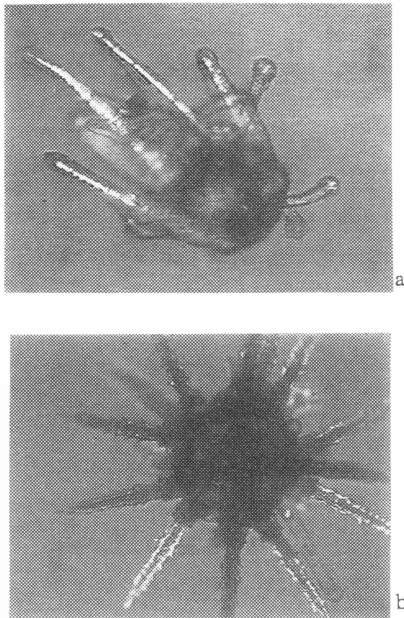
同じ頃、胃の左手に袋（水腔）が形成される。

羊膜腔の先端は広くなり、水腔におおい被さるようになる。

羊膜腔と水腔をあわせてウニ原基と総称される²⁾が、その理由はここにウニの器官の主要な部分である管足や棘などが形成されてゆく¹⁾からである。



第3図 a 6腕プルテウス幼生
b 8腕プルテウス幼生



第4図 a 変態直後の幼生 b 稚ウニ

⑤管足と棘の形成 (受精後16~25日)
羊膜腔と水腔は接して厚くなり、5条の放射状の膨らみができる。これが伸びて第一管足になる。

第一管足は、やがてゆっくり動き始める。そして、ウニ原基の中で棘が外側に向かって伸び始める。

偏光板を通して幼生を前方から観察すると棘の確認ができる。また、右側面を見ると骨格が網目状に広がった生殖板が見える。

⑥変態 (受精後25日頃)

左側面の内側で動いていた第一管足と棘は外に出て動き出す。これが、ウニの変態である。

変態を終えたものを稚ウニという。こうなると遊泳力が小さくなって底に沈む。しばらくの間は、管足で吸着するだけでなく繊毛を動かして泳ぐことも多い。

⑦ 稚ウニ (受精後30日頃から)

稚ウニはしばらくすると、棘を広げて5本の第一管足を使い歩行するようになるので、幼生の腕は左側面を下にした結果、稚ウニに背負われた形になる。

歩き始めた稚ウニの下の面(腹面)の中央には間もなく口が開き歯が成長する。上の面(背面)には肛門が開く。こうして、変態を境にして、幼生と稚ウニの間には、腹背軸に90度の転換が起きたことになる¹⁾。

ほどなく、幼生の腕は吸収され、腕や繊毛帯も見えなくなる。

幼生の腕の吸収を終えた稚ウニの体型は5放射相称である。歩帯には、はじめ1本ずつの第一管足しかないが、後に、第一管足を挟んで2本の第二管足を生じ、管足の総数は15本となる。また、先端が双状の棘(幼生型棘)が各歩帯には2本ずつ、背面には10本程度ある。間歩帯には上段に1本、中段に2本、下段に1本の棘が並んでいる。

考 察

1)材料確保の方法

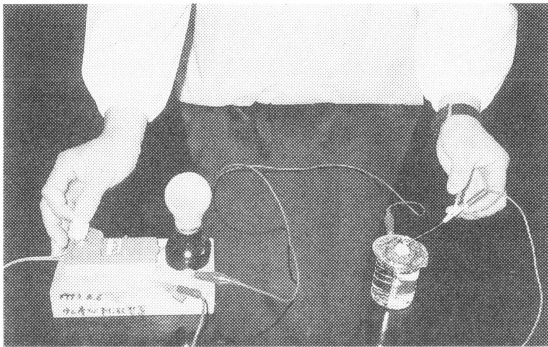
バフンウニの産卵期は、一年で最も水温が低い1月から3月頃である。このシーズンの磯での採集は容易ではないため、筆者は11月に採集しておき、産卵期までの数カ月間を水槽内で飼育した。餌は乾燥ワカメとシラス干を、週1から2回適量(翌日に食べ終えている程度)与えた。水温は15℃以下にならぬようにヒーターで保温した。その結果、1月から3月までいつでも実験に使うことができた。

この方法では4月になってからでも実験が可能で

ある。筆者が飼育した50個体ほどのバフンウニの場合、飼育を始めた11月から5カ月以上の期間に全く起こさなかった自然放卵・放精を、4月中旬になって開始した。(この幼生もまた変態まで成長させることができた。)このことは1学期のはじめに採卵可能なウニを用意できることを意味し、年度当初の授業計画を考える上で都合がよい。

2) 放卵・放精の誘発方法

口器を切除し塩化カリウムで刺激する方法は、最も広く用いられているが、使用したウニはすべて死ぬため、多数の材料を必要とする。アセチルコリンを口器周辺に注射する方法では、この欠点は少ないが、期待どおりの効果が得られないことがある。その点、電気刺激の方法は確実であるだけでなくウニに与える損傷も少ないようで、死ぬものはなく繰り返し放卵・放精させることができた。しかも、生殖細胞に対する薬剤の影響がなく、安全性の高いことも電気刺激の利点である。筆者は、交流100V電源から60Wの電球で0.6A以下に電流を落として2から3秒間、感電刺激する装置を用いた(第5図)。



第5図 電気刺激装置

3) 攪拌の方法

エアレーションによる攪拌方法もあるが、幼生の遊泳力の小さい時期は底にたまることが多く、よい条件とは言いがたい。それに対し、スターラーによる攪拌では、常に幼生が浮遊しており、発生に異常が起きにくいと考えられる。

4) 換水の方法

あんどん(塩ビの枠などにネットを張ったもの)

からサイホンで排水する方法を、より簡略化したものが、ネット付きピーカーによる方法である。これは、片手で操作できる上、排水のスピーカーや量の調節が容易であるから、ネットにかかった幼生を傷つけることも少ないと思われる。

5) 餌の培養方法

トーマ血球計測板を用いて、培養密度の変化を測ったところ、移植時の密度が 10^4 cells/mlの場合、移植してから約1週間で 10^6 cells/mlに達し、これをピークに減少してゆくことが多かった。一度、増殖率が低下したものは、新しい培地に移植しても増えない場合が多い。安定期に入る前の分裂の盛んな時期は刺毛が脱落していない若い細胞が多い³⁾、これを新しい培地に移植することが培養のこつのようなのである。(慣れてきて、色の濃さで密度の見当がつくようになれば、その都度、密度を測定する手間が省ける。)筆者は、100mlフラスコを数本用意して週1から2回継代を行い、よく増えたものを用いて給餌した。

温度と照度の調節方法は、ヒーターで20℃にたもつ温室の外部に60Wの電球を置き、照度が2000luxになる距離から照明を続けた。原株は、東京大学理学部附属臨海実験場(油壺)より譲り受けた。

6) 水温

保温装置は使用せず、室温(5から15℃)で十分だったが、20℃程度に維持すればより成長が速いので、変態までの観察がより短期間に行える。

適 要

スターラーによる攪拌と、自作のネット付きピーカーによる換水により、バフンウニの幼生を飼育し、後期幼生の変態と稚ウニの成長を観察することができた。

引用文献

- 1) 石川・野口. 1988. 海産無脊椎動物の発生実験 122-174 培風館
- 2) 岡崎嘉代. 1988. 無脊椎動物の発生 下 386-395 培風館
- 3) H. TAKANO 1967 Rearing experiment of Brine Shrimp on diatom diet, Bull, Yokai, Reg. Fish. Lab., No.52
- 4) 野口政止. 1978. ウニの変態“変態の生物学” 89-1 15 岩波書店