アコヤガイ (*Pinctada martensii*) のタンク内人工飼育

小林新二郎・結城了伍*

(富士真珠株式会社・研究部)

Artificial Breeding of Pearl Oyster, *Pinctada martensii* in Tanks

SHINJIRO KOBAYASHI and RYOGO YUKI

Artificial breeding of Japanese pearl oyster, *Pinctada martensii* was carried out, following the culture method devised by Prof. T. Inai and others of Onagawa Fisheries Laboratory of Tohoku University, and successful settling of spat was obtained.

The development of larvae is illustrated in Figs. 1—9. Shell size at the time of umbo-development was 90—110 μ in height and 100—110 μ in length. Settling occurred when larvae reached 170—200 μ in height and 200—250 μ in length.

In Tank No. c—1 with a capacity of 8,000 litre, it was possible to obtain over 137 thousands of spat, 17.1 per cent of the number of straight hinge veligers set free at the start. The records of cultures are summarized in Tables 2—5.

I. 緒 論

二枚貝の人工飼育に関する研究は古くから各国に於て種々行われているが、大型タンクを利用して大量の種苗生産を行つた例は少い。その代表的なものとしては、英国に於て COLE, H. A. ⁽¹⁾ 及 HUGHES, E. ⁽²⁾ が *Ostrea edulis* に就いて行つた研究、又国内に於ては 東北大学女川水産実験所の マガキその他のタンク採苗についての研究 ⁽³⁾⁽⁴⁾ をあげることが出来る。

吾々は、人工飼育によるアコヤガイの種苗生産の実用化と、更に進んで、優良品種の育成を計る目的で、女川水産実験所の人工飼育法に依り、1949 年三重県志摩郡 浜島町県立水産試験場内に新設された 4 個の大型タンクと旧水族堂用濾過槽を改造した 2 個のタンクとを用いて飼育試験を行い、その結果稚貝の採苗に成功した。本報に於ては同年度の飼育試験経過を報告し、併せて本試験で明かにされたアコヤガイ仔虫の後期発生に於ける変態過程に就いて記述する。

報告にあたり、御指導御教示を賜つた東北大学今井丈夫教授、研究に便宜を与えられた水産庁及三重県水産試験場、並に実験に協力された研究部各位に篤く感謝の意を表する。

II. 実験方法

飼育方法は女川水産実験所法 ⁽⁴⁾ に準じて行い、仔虫の餌料としての無色鞭毛虫 *Monas* sp. も同実験所で分離した萬石 No. 34 ⁽³⁾ の分譲を得て之を用いた。

人工飼育に使用したタンクはコンクリート製で Table 1 にその番号及容積等を示した。飼育用海水は砂礫及木炭層よりなる面積 1.52×1.72 m、深さ 2.30 m の濾過タンクで濾過し、沈殿槽(面積 1.72×1.00 m、深さ 2.30 m)を経てタンクに注入した。之に充分繁殖した *Monas* 培養を移植し、それが繁殖して海水

* 小林 真珠養殖の研究 X 昭和 26 年 8 月 1 日受理 (印刷費負担)

1cc に 1,000 以上の数を維持するよう適時培養を追加し、又有機施肥の目的で葡萄糖を与えた。

このように準備の出来たタンクに、人工授精に依つて得られた D 型仔虫をタンク容積に応じ、海水 10 cc に 1 個体の割合でタンクに移し飼育を開始した。人工授精は健全な仔虫を得るため、多数の母貝を用いて成熟した卵を採取し、容積 500 cc のペトリ皿でアンモニア海水 (pH 8.6) 中で行った。水温は 28°C 前後に保つた。授精してから約 5 分後に濾過海水で 10 回以上くりかえし卵を洗浄し、過剰の精虫及アンモニアを除去した後、容積 8—10 l のガラス容器に移した。次いで、3—3.5 時間後に胚胞期となつて浮上を開始したが、その際成る可く早期に浮上したものを集めて容積約 80 l の水がめに移し、D 型仔虫となるのを待った。かくて授精後 15—19 時間で D 型仔虫に達したが、水がめ中の高密度による悪影響を考慮して、D 型に達した仔虫は成る可く早くタンクに移すよう注意した。

タンクの上には天幕を張つて雨水の注入を防止すると共に水温の調節を計り、更に又光線量を調節して硅藻、緑藻等の繁殖を加減した。尚、16 メッシュの真鍮製金網戸でタンク全面をおおい、蚊の幼虫の侵入を防いだ。

Table 1. Tank Number and Capacity

Tank Number	Dimension in metre	Depth in metre	Capacity in litre
A-1, A-2	3.55 × 3.60	1.60	20,000
B-1 B-2	3.55 × 2.65	1.60	15,000
C-1, C-2	2.45 × 1.75	1.95	8,000

タンク A 及び B は 1949 年 5 月に竣工したもので、飼育試験当時はまだ竣工後経過日数が少いため、コンクリートよりのアルカリ溶出が甚しかつた。セメントよりのアルカリ溶出は、その量がたとえ僅かでも仔虫の発育に悪影響を及ぼすことについては、女川タンクに於て既に明かにされており、それは小型タンク程甚しく、水替え等を行わずに使用し得るようになるには少くとも 4 年間の経過日時を必要とするとされている。⁽⁴⁾ この影響を出来るだけ少くするための対策として、始めにタンク容積の約 3/4 迄海水を入れて飼育を開始し、以後 1—2 回にわけて海水を追加して全量を充たし、更に又飼育中 1 回全量の 1/5 程度の水替えを行つた。水替えに際しては仔虫の流出を防ぐため、内径約 15 cm の土管の 1 端にミューラーガーゼ No. 13 を張り、之をタンク中に垂下して内径 1 cm のゴム管で自動サイホン式に徐々に排水を行つた。

C タンクは旧水族室用の濾過槽を改造したもので、アルカリの溶出は認められなかつたが、水量に比し表面積が狭い上に水深が大きいためか飼育水の pH の下降が起り、培養タンクとしては不適當であつた。しかし、1 部の実験に於ては雨天以外の日中は天幕を除いて光線量を多くすることにより、水質の保持並に仔虫の成長が順調に行われた。

飼育は止水状態で行き、日に 4 回の攪拌を行つた。飼育期間中、水温、pH、Monas 量は毎日、仔虫の成長及密度は隔日、塩素量、溶存酸素量及び硅藻類の発生量は随時測定を行つた。仔虫が附着変態期に達した場合附着器としてカキ殻及棕櫚皮を垂下して採苗を行つた。

II. 実験結果及考察

(1) 飼育成績とその条件

1949 年 7 月下旬より 9 月上旬にわたり、前記の如く各タンクの性状に応じて特別な操作を行つて人工飼育を試みた結果、稚貝の採苗に成功した。しかし、試験の結果は極めて不均一で成績不良の例も少くなかつた。之等の飼育例をことごとく記載することは煩雑となるので、主な例 2—3 を Table 2 にまとめて示した。

表中 Culture No. 1 は恐らくアコヤガイ仔虫の典型的な成長を遂げたものと推察される例であるが、之に比べると Culture No. 2 及 4 に於てはその成長が極めて緩慢であると共にその斃死も甚しかつた。而して、このような差異を生ずるに到つた原因を検討して見ると、両者とも水温、塩素量、Monas 量等は好適な

Table 2. Records of Breeding Experiments

Culture Number	2	4	1
Tank Number	A—1	B—1	C—1
Culture Period	August 3 September 3	August 4 — 29	July 20 August 13
Number of Larvae set free in Tank	2200,000	1500,000	800,000
Results of Culture			
Estimated Number of Full-grown Larvae	36,000	39,000	137,000
Percentage to Original	1.6	2.6	17.1
Minimum Duration of Larval Stage in Days	28	22	17
Tank Water Condition			
Temperature °C	25.9—28.2	26.6—28.8	26.4—28.2
Chlorinity ‰	17.68—18.26	18.24—18.55	17.25—17.82
pH	8.18—8.51	8.18—8.50	8.10—8.30
Amount of <i>Monas</i> inoculated, in cc.	2,000 (0)	1,000 (0)	1,000 (0)
Amount of Glucose added, in grams (Date of Enrichment)	10 (0)	500 (2) 10 (2)	1,000 (16) 5 (7)
<i>Monas</i> Population per cc.	200—2,000	600—4,300	600—4,000
Volume of Filtrated Sea Water added, in litre (Date)	4,000(Aug. 8)	1,900(Aug. 8) 2,000(Aug. 10)	
Volume of Tank Water exchanged, in litre (Date)	5,000(Aug. 13)	4,000(Aug. 13)	

条件にあつたと思われるが、コンクリートよりのアルカリ溶出による飼育水の pH の上昇は、A 及 B タンクに於ては甚しかつた点よりみて、主として pH の上昇に基く水質の影響が最も大きかつたのではないかと推察される。Culture No. 1 及 4 の飼育経過の詳細をそれぞれ Table 3 及 4 に示した。A 及 B タンクを使用した他の例に於ても、途中僅かの水替えでは容易に pH の上昇を抑えることが出来ず、仔虫の全滅或は殻長が 160 μ 前後に到つて仔虫殻が不正型となり、附着の大きさに達し得ない場合等に直面した。

次に、C タンクに於て、雨天以外の日中は天幕を除き光線量を出来るだけ多く与えて飼育 (Culture No. 1) した結果は、終日天幕を張つて光線量を少くした場合 (Culture No. 6) に比較すると遙かにより成績を示した。両者の差異を Table 5 に示したが仔虫の成長、斃死などに顕著に現われている。水温 *Monas* 量等は両者とも著しい差は見られなかつたが、植物性プランクトンの繁殖が前者に於て遙かに多かつたことは注目し得る。恐らく天幕を除くことによつて適当な光線量——植物性プランクトンの或程度の繁殖——仔虫の発育に好適な水質と云ふ 1 連の条件が生み出され、それが前者の好結果をもたらしたものと考えられる。尚、Culture No. 1 に於ける飼育期間前半の飼育水の pH が No. 6 と違つて低下せずに保持されていることは上記の考察を裏書しているように思われる。勿論、これは特殊な形のタンク C に就いての結果であり、考察であつて、他のタンクに就いては現在云々し得るだけの資料は得ていない。

附着期仔虫の出現と共に、カキ殻及棕櫚皮を表層に垂下し稚貝の採苗を行い、仔虫の大半が附着した後、濾過海水を流して蓄養を行つた。採苗結果は附着器よりは却つてタンク壁面、特に底に近い暗い面への附着の多かつたことは、後述の附着変態期仔虫に認められた負の趨光性と関連するものと考えられる。今後はこの性質を利用して有効な採苗法を考案したいと考えている。

Table 3. Breeding Record of Culture No. 1
(Larval growth in this Culture seems to be typical.)

Date	Water Temperature °C	pH	Density of <i>Monas</i> per cc.	Larval growth (size of shell in μ)		No. of Larvae in thousands	Percentage of Umbo Larvae	Percentage of Full-grown Larvae
				Shell Height $\times$ Length (Average of 20)	Maximum size of Lar- val shell in sample			
Jul. 20	—	—	—			800		
21	27.5	8.20	1,500	65.5 $\pm$ 1.99 $\times$ 78.8 $\pm$ 1.37	80 $\times$ 89			
22	27.2	—	—					
23	27.3	—	—	68.2 $\pm$ 0.77 $\times$ 78.5 $\pm$ 0.69	74 $\times$ 87			
24	28.2	8.25	1,200					
25	27.7	8.30	—	75.9 $\pm$ 1.75 $\times$ 86.6 $\pm$ 1.30	87 $\times$ 94	920	0	
26	27.7	8.29	1,200					
27	27.6	8.25	—	80.2 $\pm$ 1.69 $\times$ 92.1 $\pm$ 1.61	93 $\times$ 102	804	5	
28	27.5	8.27	700					
29	26.8	8.28	600	92.0 $\pm$ 2.16 $\times$ 103.4 $\pm$ 2.01	109 $\times$ 116	804	60	
30	26.8	8.27	1,600					
31	26.8	8.28	3,600	104.0 $\pm$ 3.11 $\times$ 114.0 $\pm$ 3.09	131 $\times$ 144	256	85	
Aug. 1	26.5	8.27	3,700					
2	26.4	8.26	3,800	132.0 $\pm$ 5.05 $\times$ 143.3 $\pm$ 6.47	162 $\times$ 178	248	100	
3	26.5	8.25	4,000					
4	26.7	8.18	3,000	146.5 $\pm$ 5.39 $\times$ 158.3 $\pm$ 6.25	178 $\times$ 202	190		0
5	27.2	8.21	1,800					
*6	27.6	8.22	1,300	155.9 $\pm$ 4.44 $\times$ 171.0 $\pm$ 4.96	189 $\times$ 210	174		5
7	28.2	8.22	1,100					
8	27.7	8.20	1,000	178.8 $\pm$ 4.96 $\times$ 190.7 $\pm$ 5.89	234 $\times$ 261	140		26
9	27.7	8.20	1,200					
10	27.5	8.20	1,900	178.9 $\pm$ 5.48 $\times$ 193.2 $\pm$ 6.19	236 $\times$ 267	124		30
11	27.3	8.10	800					
12	27.7	8.20	1,100	185.2 $\pm$ 3.36 $\times$ 200.5 $\pm$ 4.84	203 $\times$ 225	116		48
13	28.3	3.20	3,000					
**14	28.3	8.20	1,900			16		

* Collectors were hung down.

** Filtrated sea water was let into the tank in running state.

(2) 仔虫の發育経過

充分に成熟した卵を用い、アンモニア海水 (pH 8.6) 中での人工授精の結果は 85—95 % の授精率であつた。授精後卵の洗浄を充分に行ふことによつて健全な D 型仔虫が得られた。アコヤガイの初期発生に就いての観察は、既に 2—3 の報告の外、小林⁽⁵⁾によつて報告されている。しかし、いまだ附着変態期迄の仔虫の發育過程の報告はなく、D 型以後の後期発生は全く不明であつたが、本飼育試験によつて仔虫の發育及変態過程が明かにされた。前述の如く、Culture No. 1 に於ける仔虫殻の成長は極めて順調であつて、相

Table 4. Breeding Record of Culture No. 4
(In this culture, alkaline diffusion from the concrete-wall was hard.)

Date	Water Temperature °C	pH	Density of <i>Monas</i> per cc.	Larval growth (size of shell in μ)		No. of Larvae in thousands	Percentage of Umbo Larvae	Percentage of Full-grown Larvae
				Shell Height $\times$ Length (Average of 20)	Maximum size of Larval shell in sample			
Aug. 4	—	8.18	—	$58.3 \pm 0.07 \times 72.6 \pm 0.03$	61×74	1,500		
5	27.8	8.21	1,500					
6	28.1	8.25	1,400	$67.4 \pm 0.38 \times 76.6 \pm 0.48$	77×78			
7	28.2	8.25	700					
8	28.0	8.28	1,000	$71.9 \pm 0.37 \times 83.2 \pm 0.78$	74×87	1,738		
9	27.9	8.28	900					
10	27.8	8.28	1,000	$76.6 \pm 0.85 \times 87.5 \pm 0.68$	86×94	1,214	0	
11	27.7	8.30	1,700					
12	27.7	8.32	1,700	$78.9 \pm 1.56 \times 89.4 \pm 1.33$	99×102	1,067	5	
13	28.8	8.33	1,500					
14	28.7	8.32	2,200	$81.5 \pm 1.58 \times 90.3 \pm 1.52$	100×102	655	10	
15	28.6	8.32	1,700					
16	28.3	8.35	2,400	$90.1 \pm 2.34 \times 96.8 \pm 2.08$	110×116	288	35	
17	28.0	8.35	4,300					
18	27.3	8.40	1,900	$112.4 \pm 2.27 \times 120.5 \pm 2.74$	131×144	228	95	
19	27.1	8.42	600					
20	27.8	8.42	1,400	$129.3 \pm 2.71 \times 137.7 \pm 3.18$	147×158	167	100	
21	28.1	8.45	1,000					
22	28.2	8.43	1,400	$138.7 \pm 3.14 \times 146.0 \pm 2.72$	167×168	153		
23	28.7	8.45	1,500					
24	28.3	8.43	1,200	$146.7 \pm 2.60 \times 158.5 \pm 3.48$	162×176	167		0
*25	28.3	8.45	1,200					
26	27.7	8.48	700	$150.5 \pm 3.05 \times 165.3 \pm 3.11$	189×218	106		10
27	27.5	8.50	1,100					
28	27.1	8.49	900	$166.2 \pm 2.58 \times 180.4 \pm 3.01$	191×218	106		15
29	26.6	8.47	1,200					
**30	27.0	8.43	1,100	$170.2 \pm 2.56 \times 186.8 \pm 4.63$	189×207	30		40
31	27.1	8.38	700					
Sep. 1	27.0	8.35	400	$161.7 \pm 2.59 \times 175.6 \pm 2.57$	186×215	15		5

* Collectors were hung down.

** Filtrated sea water was let into the tank in running state.

当の個体差はあるが、恐らくアコヤガイ仔虫の典型的な成長を示したものと思われる。この飼育例に基づくアコヤガイ仔虫の後期発生は次の如くである。

初期 D 型仔虫殻 (Fig. 1.) は殻高 55—65 μ , 殻長 70—79 μ である。D 型に達した仔虫は、マガキ仔虫

Table 5. Result of Experiments, Cultured under different Light-intensities, in Tank C.

Culture No. & Tank No. (Date Culture started)	No. 1. C-1 (July 20)				No. 6, C-2 (July 21)			
Days of Culture	Water Temp. °C	pH	Larval shell-size* Height × Length μ	Number of Larvae	Water Temp. °C	pH	Larval shell-size* Height × Length μ	Number of Larvae
0	—	—	58.3 × 72.6	800,000	27.5	8.25	58.2 × 72.6	800,000
1	27.5	8.20	65.5 × 78.8		27.2	—		
2	27.2	—			27.1	—	64.0 × 76.3	
3	27.3	—	68.2 × 78.5		27.1	8.25		
4	28.2	8.25			27.3	8.25	68.9 × 79.7	973,000
5	27.7	8.30	75.9 × 86.6	920,000	27.5	8.20		
6	27.7	8.29			27.2	8.22	73.6 × 82.8	482,000
7	27.6	8.25	80.2 × 92.1	804,000	27.2	8.22		
8	27.5	8.27			26.9	8.20	71.7 × 82.5	459,000
9	26.8	8.28	92.0 × 103.4	804,000	Owing to the high mortality the culture was impossible			
∴	∴	∴	∴	∴				
Oxygen, Percentage of Saturation (Date measured)	108.2 (July 26, a.m. 8.30) 117.4 (—, p.m. 3.30) 99.6 (— 31, a.m. 8.00)				92.5 (July 26, a.m. 8.30) 94.1 (—, p.m. 3.30)			
Number of Phytoplankton, in litre (Date sampled)	4.300 (July 26) <i>Nitzschia seriata</i> 90 % <i>Thalassiothrix nitzschioides</i> 5 The Others 5				60 (July 26)			

Culture No. 1 Throughout the experiment, the tank was not covered by canvass.

Culture No. 6 Covered by Canvass throughout the experiment.

(* Average of 20 individuals)

に於ける観察⁽³⁾と同様、数時間後には簡単な消化管の完成と面盤による盛な游泳と共に、摂餌が行われる。発生早い個体では 7 日目頃より Fig 2 の如く直線であつた蝶鉸部に円味が加わつてやや楕円形となり、殻高 90—100 μ, 殻長 100—110 μ で殻頂を隆起する。殻頂の隆起が行われる迄の成長は極めて緩慢であるが、Figs. 3 及 4 の頃には極めて速くなり、发育の良い個体は 17 日目には完全に成長した附着変態期仔虫 (Fig. 5) に達し、次いで附着を開始した。附着変態期に達した仔虫は時に游泳もするが、良く発達した足で匍匐運動をする。此の時期に於て負の趨光性が認められた。附着の際には固型物の凹部に座を求め、3—4 本の足絲を分泌して固着する (Fig. 6)。仔虫は着生生活に移ると游泳当時とは異つた粗い稜柱質の介殻を形成する故、附着時の原殻は Figs. 7 及 8 の如く、附着後数日間は明かに判別することが出来る。このような個体を測定した原殻の平均は殻高 $193.12 \pm 1.88 \mu$ × 殻長 $214.52 \pm 1.90 \mu$ で、之が附着の行われる殻の大きさと考えられる。尙、観察し得た游泳仔虫の最大形は $236 \mu \times 267 \mu$ であり、原殻の最小形は $174 \mu \times 203 \mu$ であつた。

附着後の稜柱質介殻の分泌は極めて旺盛で、時に 6 時間で 20 μ 以上成長した個体も観察されたが、殻高 300—500 μ 程度の稚貝の成長は 1 日平均 30—40 μ であつた。その後蝶鉸部両辺の介殻は次第に張り出し (Fig. 8.), 殻高 400—500 μ でアコヤガイ母介に似た形態 (Fig. 9) となる。真珠質を最初に分泌す

Developmental stage of *Pinctada martensii*

Figure 1. Straight hinge stage larvae, shell height $55-65\ \mu$ shell length $70-79\ \mu$, 20 hours after fertilization. **2.** Early umbo-stage larvae, (1) $110 \times 117\ \mu$, (2) $104 \times 115\ \mu$, (3) $112 \times 117\ \mu$ 7–10 days old. **3.**—**4.** Umbo-stage larvae, 3. (1) $133 \times 145\ \mu$, (2) $133 \times 149\ \mu$, 13 days old; 4. (1) $160 \times 175\ \mu$, (2) $170 \times 178\ \mu$, (3) $157 \times 162\ \mu$, 15 days old. **5.** Full-grown larva, $193 \times 218\ \mu$, 17 days old. **6.** A young shell, attaching to a pebbles by byssus-threads. **7.**—**9.** Early young shells, 7. $290 \times 377\ \mu$, prodissoconch $174 \times 232\ \mu$, 40 hours after settled; 8. $348 \times 464\ \mu$, prodis. $174 \times 218\ \mu$, 3 days after settled; 9. $506 \times 667\ \mu$, 7 days after settled.

る仔虫殻の大きさは未だ明かでないが、殻長 2 mm 前後の稚貝には既に明かに認められた。

游泳仔虫 (Figs. 1—5) の介殻は殻頂隆起以後、左殻が僅に膨みを持つ程度でほぼ同形同大であるが、附着後 (Figs. 7—9) は母介にみられる如く右殻の足の部位に顕著な凹部が認められるようになる。

尙、カキの人工飼育に於て、100—120 μ を境として仔虫の成長に段階があり、その段階の移り変わり目に高い死亡率の認められる事実より、此の時期はカキ仔虫の発生に於て変態の重要な時期として指摘されているが⁽³⁾⁽⁴⁾、このような時期がアコヤガイ仔虫に於ても前記仔虫の成長及 Table 3 に示した斃死の状況より 90—110 μ に存在することが認められる。

IV. 摘 要

(1) 無色鞭毛虫の 1 種 *Monas* sp. がアコヤガイ仔虫の餌料としても好適であり、それに依つてタンク内での人工飼育の可能であることが判つた。

(2) 新設のタンクに於ては、飼育水の条件は良くなかつたが、約 36,000—39,000 の仔虫を附着期迄育成することが出来、稚貝の採苗も出来た。古いタンクは水量に比し表面積狭く、その上水深が大きいいためか pH の下降があり、培養タンクとしては不適當であつた。しかし、この特殊なタンクにあつては、光線量を多く与え植物性プランクトンの繁殖を或程度促すことにより水質の保持、並に稚貝の採苗が出来た。その数は約 137,000 個で初めに放養した仔虫の 17.1% に当る。

(3) アコヤガイの後期発生に於ける変態過程が明かにされた。即ち、殻頂の隆起は殻高 90—100 μ 、殻長 100—110 μ に於て見られ、附着は殻高 170—200 μ 、殻長 200—250 μ で行われる。附着迄の最短日数は水温 26.4—28.2 $^{\circ}\text{C}$ に於て授精後 18 日であつた。

(4) 附着期間近い仔虫には負の趨光性のあるのを認めた。

(5) カキの場合と同様にアコヤガイ仔虫に於ても 90—110 μ の殻頂隆起の前後に重要な変態の存在が認められた。

文 献

- (1) COLE, H. A. : 1936. Fishery Investigations, Ser. II, XV, (4).
- (2) HUGHES, E. 1940. Jour. of the Marine Biol. Assoc. of the United Kingdom, XXIV, (2), 543—548.
- (3) 今井丈夫・畑中正吉 1949. 東北大学農学研究所彙報, I, 1.
- (4) IMAI T., M. HATANAKA, R. SATO, S. SAKI & R. YUKI 1950. Tohoku Jour. of Agricultural Research, I, 1. 69—86.
- (5) 小林新二郎 : 1948. 採集と飼育, X, 9.