

奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅴ (沿岸域資源利用開発調査：ヤコウガイ種苗生産)

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，今村昭則

【目 的】

奄美海域の放流対象種として，地元要望が高いヤコウガイの種苗生産技術の開発を図る。

【方 法】

1) 生産試験

(1) 親貝

継続飼育していた平成22年9月搬入の親貝4個(♂3 ♀1)，平成24年9月搬入の親貝9個(♂5個，♀4個)に，新たに平成25年7月に搬入した親貝8個(♀8個)を加え，合計21個(♂8 ♀13)を採卵に使用した。飼育は1.8 m³ FRP角型水槽2基にそれぞれネトロン生簀(1.0×1.0×0.6 m)を設置して雌雄別々に収容し，培養アオサ，培養ミリン，天然イバラノリを中心とした生海藻を給餌した。飼育水はろ過海水のかけ流しで，水温が20℃以下になる12月上旬～5月中旬は，22～23℃に加温したろ過海水を使用した。

(2) 採卵・採精

親貝を8:30～13:00まで屋内で干出した後に，遮光した200 L水槽に雌雄別々に収容し，紫外線照射海水(フロンライザー4 L型)のかけ流し(35 mL/秒)により誘発した。放精の後，雌槽に精子液を添加して放卵を促進した。受精卵は，誘発槽から円筒形ネットを設置した100 Lポリカーボネイト水槽へサイフォンで取り出し，産卵が終了したら30 Lポリカーボネイト水槽に移して，デカンテーション方式で1回洗卵後，計数した。

(3) ふ化，浮遊幼生の飼育

500 Lポリカーボネイト水槽6基にネット(φ97 cm，深さ60 cm，目合60～90 μm)を設置し，受精卵をNO.1～2は100万粒/槽，NO.3～4は75万粒/槽，NO.5～6は50万粒/槽の割合で収容した。飼育水はろ過海水を15回転/日のかけ流しとし，無給餌で沈着前幼生まで飼育した。ネットの底掃除は毎日行った。

(4) 着底期飼育

3.3 m³ FRP角型水槽(5.0×1.1×0.6 m)3槽に，波板(45×45 cm)320枚/槽を設置して予め付着珪藻を着生させておき，10万個1槽，20万個2槽の合計50万個の幼生を採苗した。飼育水はろ過海水で，換水量は成長につれて1回転/日から10回転/日に増やした。水温が20℃以下になる12月上旬～は，22～23℃に加温したろ過海水を使用した。

また，付着珪藻不足対策として，飼育3ヶ月目より生海藻(培養ミリン)を併せて給餌した。

(5) 中間育成

10 mm以上に成長した稚貝は，波板から剥離して，1.5 m³または3.3 m³ FRP角型水槽に設置した

ネトロンカゴ（目合2mm）に収容し、配合飼料（コスモ海洋牧場株式会社製 特注品）を週3回給餌した。稚貝の成長に伴ってネトロンカゴは小（ $0.4 \times 0.4 \times 0.4\text{m}$ ）、中（ $0.9 \times 0.4 \times 0.5\text{m}$ ）、大（ $0.8 \times 0.8 \times 0.4\text{m}$ ）へ順次拡大した。カゴ内の残餌掃除は給餌前に週3回行った。飼育水はろ過海水の10～15回転／日のかけ流しで、水温が20℃以下になる12月上旬～5月中旬は22～23℃に加温したろ過海水を使用した。

2) 波板飼育時の餌料不足対策の検討

平成18年度から、付着珪藻不足対策として培養ミリンを併せて給餌することにより生残率が大幅に改善したが、更なる生残率の向上を目的に、アワビ用初期餌料 α -1（日本農産工業株式会社製）の給餌試験を行った。この餌料はパウダー状の餌料を寒天溶液に溶かし、波板や水槽壁面にスプレーで塗布するもので、アワビ波板飼育時の付着珪藻不足対策として開発されたものである。

200Lポリエチレンタンク2基に採苗に用いた波板を1組（ $45 \times 45\text{cm}$ 10枚）ずつ移設し、ヤコウガイの稚貝を各300個体収容した。1区は対照区とし、通常通り付着珪藻とミリンを給餌した。2区は付着珪藻とミリンに加え、1～2週間毎に α -1を給餌した。 α -1は、水槽内の水位を約10cm落とし、水面上に出てきた水槽壁面及び波板上部にスプレーで塗布し、しばらく放置して寒天が固まってから水位を戻した。また、あらかじめ両面に α -1をスプレー塗布しておいた波板1枚を投入した。試験は平成25年5月16日から8月14日までの3ヶ月間実施し、試験終了時に稚貝の個体数及び殻高を測定した。

3) 中間育成方法の検討

(1) 半閉鎖循環式飼育試験

冬季の斃死対策及び成長促進のため、斃死の少ない春季または秋季の水温（26℃）まで昇温させる事を目的に平成26年1月21日から半閉鎖循環式飼育試験を行った。500Lポリエチレンタンクを飼育槽とし、10月剥離群の中でも特に小型で活力が低い、いわゆる”ビリ”の稚貝（殻高約10mm）を1,736個を収容した小型ネトロンカゴ（ $0.4 \times 0.4 \times 0.4\text{m}$ ）を設置し、エアストーンで通気を行い、23℃の温海水を2回転/日注水した。飼育槽にはヒーターを設置し、1週間かけて水温を23℃から26℃へ徐々に上げていった。飼育槽の隣にはサンゴ片を敷き詰めた200Lポリエチレンタンクを濾過槽として設置し、ポンプで飼育槽の海水を13回転/日循環させた。餌は配合飼料（コスモ海洋牧場株式会社製 特注品）を3回/週給餌し、給餌前に残餌の掃除を行った。

(2) シャワー式高換水飼育試験

前年度試験で飼育水の詳細な水質検査を行った結果、アンモニア態窒素が3～5 $\mu\text{g} \cdot \text{at} / \text{l}$ 検出され、これがへい死要因の一つではないかと推測されたため、その対策として換水率を高くし水質悪化を防ぐ飼育方法を検討した。

1区は対照区として、1.5 m^3 FRP角型水槽に設置した目合2mmの小型ネトロンカゴ（ $0.4 \times 0.4 \times 0.4\text{m}$ ）にヤコウガイを収容し、ろ過海水を10～15回転／日かけ流す通常飼育を行った。2区及び3区はシャワー式高換水飼育とし、以下の2種類を実施した。

①直接収容（2区）

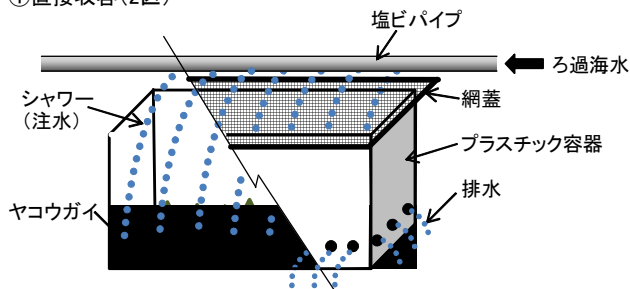
60Lのプラスチック容器側面に、水深が3cm程度になるよう排水用の穴を開けたものを飼育槽とし、ヤコウガイを直接収容した。

②カゴ収容（3区）

浅いプラスチック容器側面に、水深が 3 cm 程度になるよう排水用の穴を開け、そこにヤコウガイを収容したカゴを入れて飼育槽とした。

いずれも上部は網蓋で覆い、2.5 cm 間隔で小さな穴を開けた塩ビパイプをその上に配管し、ろ過海水（冬季は 22 ～ 23 ℃の温海水）を通水してシャワーのように注水し、300 ～ 500 回転／日のかけ流しにした。配合飼料（コスモ海洋牧場株式会社製 特注品）を週 3 回給餌し、給餌前には掃除を行って残餌や排泄物を除去した（図 1）。

①直接収容(2区)



②カゴ収容(3区)

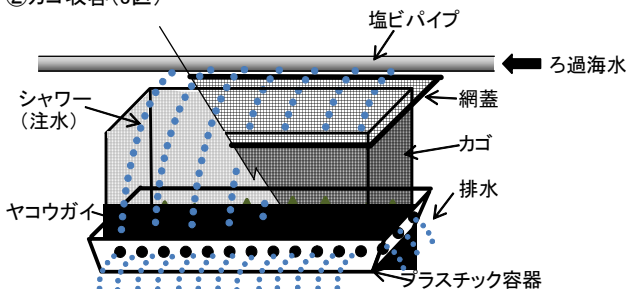


図1 シャワー式高換水飼育試験の模式図

試験は夏季と冬季の 2 回実施した。1 回目は、平成 25 年 6 月 6 日から 10 月 1 日まで実施し、平均殻高 19.64 mm の 8 月剥離群を 1 ～ 3 区に各 1,000 個収容した。2 回目は平成 26 年 1 月 21 日から 2 月 28 日まで実施し、10 月剥離群の中でも特に小型で活力が低い稚貝（殻高約 10 mm）を用い、飼育容器の底面積あたりの密度が同等になるように 1 区は 1,736 個、2 区は 1,953 個収容した。

4) 種苗生産マニュアルの作成

平成 25 年度をもって事業が終了したので種苗生産マニュアルを作成した。

【結果及び考察】

1) 生産試験

(1) 親貝

24 年度冬季に雌が多く斃死したことから、25 年 7 月に新たに雌 8 個を搬入した。冬季以外は摂餌も盛んで斃死も少なかったが、どの親貝もほとんど成長はみられなかった。

(2) 採卵、採精

採卵、採精結果を表 1 に示す。

10 月 21 日の 8:30 から干出し、13:00 から UV 海水で誘発したところ 15:45 に放精があり、その精子液を雌水槽に添加して放卵を促進した結果 1,178 万粒の受精卵を得、1 日で必要数の受精卵を確保できた。例年、放精があっても放卵までに 2 ～ 3 日かかることが多いが、今年度は雌貝を多めに更新した事が功を奏したと思われる。

表1 平成25年度ヤコウガイ採卵結果

回	年月日	水槽内 水温	使用親貝(個)		干出時間 (hr)	精子の 添加	放精	産卵数 (万粒)	収容水槽 No.	収容卵数 (万粒)	沈着幼生		採苗数 (万個)	備 考
			♂	♀							生残数(万個)	生残率(%)		
1	H25.10.21	24.9	8	13	4.5	—	○	1178	1	100	29.3	29.3	29.3	水槽NO.8, 2へ
									2	100	31.3	31.3	20.7	水槽NO.2, 10へ
									3	75	16.6	22.1	—	H25.10.25採苗
									4	75	12.0	16.0	—	
									5	50	18.0	36.0	—	
									6	50	22.0	44.0	—	
合 計								1178		450	129.2	28.7	50	

(3) ふ化、浮遊幼生の飼育

飼育結果を表 1 に示す。

受精卵を 100 万粒収容した No.1 ～ 2 水槽では 29.3 万個～ 31.3 万個（生残率 29.3 ～ 31.3 %），75 万粒収容した No.3 ～ 4 水槽では 12.0 ～ 16.6 万個（生残率 16.0 ～ 22.1%），50 万粒収容した No.5 ～ 6 水槽では 18.0 ～ 22.0 万個（生残率 36.0 ～ 44.0%）の沈着幼生を得た。生残率では 50 万粒収容した No.5 ～ 6 水槽が良いが，得られた沈着幼生数では 100 万粒収容した No.1 ～ 2 水槽の方が良い結果となった。

(4) 着底期飼育

沈着幼生を，10 万個×1 槽，20 万個×2 槽の合計 50 万個採苗した。採苗時は波板に大型珪藻が少なく小型珪藻が優占しており，餌料として適していたものと思われたが，その後ウミミズムシと思われる 3mm 前後の甲殻類が大量発生してその食害により珪藻不足となったため，例年より約 1 ヶ月早くミリン給餌を開始した。3 月末時点では剥離サイズに達していないので正確な数はわからないが，目視では例年より稚貝の生残が悪く，珪藻不足が影響したのではないかと思われた。

(5) 中間育成

① 23 年度採卵群

今年度に入ってからの中間育成の生残率は 82%と比較的良好で，最終的に 12,871 個生産し，平成 25 年 6 月～ 26 年 3 月に 12,820 個（平均殻高 26.21mm）を奄美群島 11 カ所に放流用種苗として搬出した（残り 51 個は試験用）。しかし，中間育成の全期間（剥離から出荷まで）の生残率は，前年度の高密度飼育試験で大量斃死した影響で 47%となった。

② 24 年度採卵群

25 年 8 月と 10 月に合計 19,450 個を波板から剥離し，ネトロンカゴにより中間育成を実施した。

8 月に剥離した個体群は，生残，成長とも良好であったが，10 月に剥離した個体群は，成長せず斃死する個体が多かった（表 2）。8 月剥離群は同じ採卵群の中でも成長が良い大型個体であり，10 月剥離群は残りの小型個体であるため，もともとの活力に違いがあると考えられるが，10 月剥離群は配合餌料を食べていない個体が多く見られたことから，摂餌量が減少する水温下降期に剥離したため配合餌料への切り替えがうまくいかなかったのではないかと推察された。このことから，剥離は水温が高い 9 月末までに終わらせ，水温下降期までに配合餌料への切り替えを済ませておくことが必要であると考えられた。

3 月末時点で約 16,570 個を中間育成中。

2) 波板飼育時の餌料不足対策の検討

試験終了時の測定結果を表 3 に示す。

生残率は 1 区（対照区）に比べ，2 区（ α -1 給餌区）の方が 14 ポイント高かった。このことから， α -1 を補助餌料として給餌することで生残率の向上が期待できることがわかった。一方，平均殻高は 1 区が 18.1 mm，2 区が 17.0 mm で 1 区の方が有意に大きかったが（ $p < 0.01$ ），これは生残率が低い分，飼育密度が低くなって付着珪藻が多く摂餌できたためと推察された。しかしながら，この時に 3.3 m² FRP 角型水槽で通常の波板飼育をしていた同じ採卵群は，大型群でも平均殻高 12.1 mm であり，当該試験で生産した稚貝は 1 区，2 区とも非常に大型になっていた。また，試験終了後ははく離

して中間育成を行ったが、当該試験で生産した稚貝はほとんど斃死せず、大型個体である 8 月剥離群よりも更に強健であった（表 2）。つまり、同じ水槽で同程度の成長だった稚貝の一部を α -1 給餌試験に供したところ、当該試験に用いた群だけ非常に成長が良く強い種苗になったという事である。

	剥離個体数	剥離後3ヶ月間の斃死個体数	斃死率
8月剥離群	10,154	121	1.2%
10月剥離群	9,296	2,303	24.8%
α -1試験群	346	2	0.6%

表3 α -1給餌試験(H25.5.16~H25.8.14)

試験区	α -1	個体数(個)	生残率	平均殻高(mm)
1	なし	152	50.7%	18.1
2	あり	194	64.7%	17.0

試験水槽は、天窓からの日光が当たる場所に設置していたため、水槽内部は一面に濃い茶色を呈しており、付着珪藻が十分に増殖している状況であった。このことから、ミリンや α -1 はあくまでも補助餌料であり、本来の付着珪藻をいかに潤沢に与えられるかで稚貝の健苗性が決まると推察された。そこで、採苗する幼生数を見直し飼育密度を下げる、ある程度成長したら飼育槽に調節しながら日光をあてて付着珪藻の増殖を図る、別水槽で付着珪藻を仕立てておいて分槽をするなど、付着珪藻を現状よりも多く給餌できれば、成長が早く強い種苗が生産できるのではないかと考えられる。

3) 中間育成方法の検討

(1) 半閉鎖循環式飼育試験

試験結果を表 4 に示す。

平成 26 年 1 月 21 日から試験を開始したが、2 区は徐々に斃死数が増加していき、1 区より

も明らかに生残率が低かったため 2 月 4 日で試験を終了した。斃死原因は、水槽の汚れや臭い等から判断して明らかに水質悪化であると考えられ、当飼育システムでは濾過が十分に機能しておらず、注水量、海水循環率、濾材の材質、濾過槽の規模等の見直しが必要であると考えられた。

表4 半閉鎖循環式飼育試験結果(個体数)

試験区	開始時	斃死数	生残数	生残率
1区 対照区(通常飼育)	1736	49	1687	97.2% a
2区 半閉鎖循環式飼育	1736	114	1622	93.4% b

※各項目末尾の異なる文字間で有意差があることを示す($p<0.05$)

(2) シャワー式高換水飼育試験

1 回目(夏季)の生残率の結果を表 5 に、成長の結果を表 6 に示す。2 回目(冬季)の生残率の結果を表 7 に示す。

大型個体である 8 月剥離群を用いた 1 回目の試験では各区の生残率に有意な差は見られなかったが(表 5)、成長は直接収容で高換水飼育を行った 2 区が有意に優れていた(表 6)。小型個体である 10 月剥離群を用いた 2 回目の試験では、通常飼育を行った 1 区よりも、直接収容で高換水飼育を行った 2 区の方が有意に生残率が高かった(表 7)。

このことからシャワー式高換水飼育は、ヤコウガイを直接収容して飼育することで、成長促進と、活力が低い小型群の斃死対策としての効果があることが示唆された。

シャワー式高換水飼育は、水槽内の飼育水を極力少なくすることで高換水にする手法であり、冬

試験区	開始時	終了時	生残率
1区 対照区	1,000	937	93.7% a
2区 直接収容区	1,000	954	95.4% a
3区 カゴ収容区	1,000	944	94.4% a

試験区	開始時	終了時	成長率
1区 対照区	19.64	23.22	118.2% a
2区 直接収容区	19.64	24.20	123.2% b
3区 カゴ収容区	19.64	22.50	114.6% a

試験区	開始時	生残数	生残率
1区 対照区	1736	1653	95.2% a
2区 直接収容区	1953	1890	96.8% b

※各項目末尾の異なる文字間で有意差があることを示す($p<0.05$)

季に温海水に切り替えて施設の注水量が減少しても高い換水率を維持できることから、これまでしばしば発生していた冬季の大量斃死対策として期待できる。

4) 種苗生産マニュアルの作成

放流サイズ（30mm）の種苗が年間 1 万個以上生産できる技術が開発できたので、別添のとおり取りまとめた。

5) その他

これまでの生産実績を表 8 に示す。

表8 ヤコウガイ生産放流実績

採卵年度	出荷年度	放流箇所	個数	サイズ	備考
H2	H3	1カ所	2,000	21.10	
H3	H4	2カ所	1,200	22.67	
H4	H4, 5	6カ所	17,360	9.08	
H5	H6	1カ所	1,000	17.19	
H6	H6, 7	2カ所	2,700	6.49	
H7	H7, 8	4カ所	9,665	8.09	
H8	H8	3カ所	9,000	13.07	
H9	H9, 10, 11	13カ所	12,571	17.36	
H10	H12	2カ所	564	23.91	
H10	H11	龍郷(中間育成)	100	8.9	試験用
H11	H12, 13	3カ所	2,553	23.25	
H12	H13, 14	7カ所	5,710	26.74	
H13	H14, 15	11カ所	5,050	25.72	
H14	H16	2カ所	450	26.24	
H15	H16	2カ所	812	27.10	
H16	H17, 18	10カ所	5,595	28.67	
H17	H18, 19	16カ所	6,143	23.41	
H18	H19, 20	28カ所	21,223	20.81	
H18	H20	漁場環境部	240	25.07	試験用
H19	H21	14カ所	11,500	26.23	
H20	H22	16カ所	13,000	28.56	
H21	H23, 24	11カ所	9,522	28.46	
H22	H24	11カ所	12,230	24.88	
H23	H24	かごしま水族館	51	8.00	試験用
H23	H25	11カ所	12,820	26.21	
H24	H26予定	—	—	—	
H25	H27予定	—	—	—	
生産計			163,059		
放流計			162,668		

(2) 近年の奄美群島におけるヤコウガイの水揚量および水揚金額の推移を図 2 に示す

地元での資源管理への取り組みもあって近年水揚量が増加してきており、当事業による一定の効果があつたと考えられる。

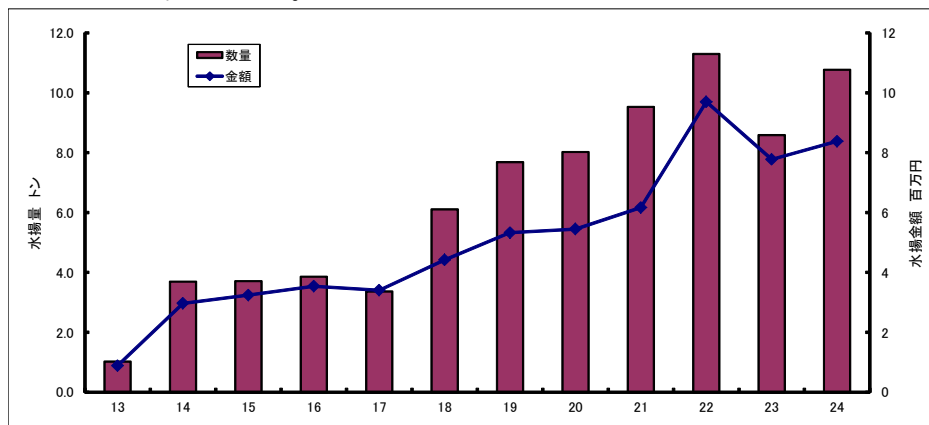


図2 奄美群島におけるヤコウガイの水揚量および水揚金額