

# シラヒゲウニの種苗生産効率化試験と生産結果

南 洋一\*・大城信弘・福田将数・岩井憲司・渡慶次賀孝

## 1. 浮遊幼生飼育方法改良試験

### 目的

平成 18 年度においては、浮遊幼生飼育時に注水と排水を同時に 1 時間以上行う流水式全換水法を開発した。この方法は従来の飼育水槽を替える方法に比べ、浮遊幼生にダメージを与えない方法であり、大幅に浮遊幼生の生残率を向上させた。平成 19 年度においては、浮遊幼生飼育時に水槽の上面に蓋をし、外気を遮断する方法で微生物フロックを発生させずに飼育することに成功した。平成 20 年度はこれまでに技術開発した手法を使って浮遊幼生飼育を行い、結果を検証し、更に浮遊幼生飼育方法の改良を行う。

### 材料及び方法

幼生飼育水槽は、回転数可変式アジテーター付きポリカーボネート製円形水槽 1k $l$  (以下、幼生飼育水槽) を 5 ~ 6 基使用した。浮遊幼生の飼育に用いた飼育水は限外濾過装置 (処理能力 12k $l$ /hr; 濾過膜孔  $10^4 \sim 10^5$  mm) で濾過し、紫外線殺菌装置を通した海水 (以下、精密濾過海水という) を用いた。冬季生産 (1 月末採卵) では精密濾過海水を 25 °C に加温して給水した。幼生飼育室は遮光し、エアコン 2 基によって室温を 24 ~ 27 °C で管理した。幼生飼育密度は 25 ~ 80 万個体/k $l$  で孵化幼生を収容し、密度調整は行わなかった。

生産は合計で 3 回行った。幼生飼育室内の空気からの飼育水への微生物の混入の可能性を考え、飼育水槽の上面を蓋で覆い外気を遮断した (写真1)。あんどん型換水器具 (目合い 100  $\mu$  m) を用いて換水を行い、換水率は日令 2 から採苗まで毎日 50 % であった。また必要に応じて同時に注水と排水を 0.5 ~ 1 時間行う流水式全換水を行った。

餌料の浮遊珪藻は耐高温性の *Cheatoceros gracilis* を、室温 20.0 °C、光量 4,000 ~ 15,000lux の培養条件で、5 $l$  フラスコ、30 $l$  パンライト、200 $l$  アルテミア孵化槽を用いて、専用の浮遊珪藻培養室で拡大培養を行った。培養方法は、フラスコに精密濾過海水及びメタ



写真1 水槽の上面を蓋で覆った飼育水槽

珪酸ナトリウム 0.027g/ $l$  を入れ、オートクレーブで 120 °C・20 分間加圧滅菌したものを冷ました後に KW21 を 0.5ml/ $l$  添加し、種となる浮遊珪藻 (500 ~ 1,000 万 cell/ml のものを 1 ~ 2 滴) を入れて、通気培養した。*Cheatoceros gracilis* の給餌量は日令 3 から 1,000cells/ml の濃度で給餌を開始し、1,000cells/ml/日で増加させ、20,000cells/ml を上限として給餌した。

### 結果及び考察

浮遊幼生飼育の結果を表 1 に示した。生産回次 1 ~ 3 のいずれも微生物フロックは発生せず、幼生の大量へい死は起こらなかった。飼育水槽の上面を蓋で覆いをしたため空気中からの微生物の混入を防いだと考えられる (南ら 2007)。

平成 19 年度同様、今年度の浮遊幼生飼育試験でも、微生物フロックの発生原因は幼生飼育室の空気中にあると推察している。今後は水槽の上面に蓋をし、

\*現所属 (水産海洋研究センター)

外気を遮断する方法で微生物フロック対策を行うこととする。しかし、飼育水の汚れを見ながら状況に応じて、

流水式全換水 (南ら 2006) を行う方が良いと考えられる。

表 1 浮遊幼生飼育試験結果 (H20.7 ~ H21.2)

生産回次	水槽数	採苗まで日数	採苗時生存数 (万個)	生存率 (%)
1 (7/3 ~ 8/8)	5	35 ~ 36	400 → 239	59.8
2 (10/30 ~ 12/1)	6	28 ~ 32	250 → 212	84.8
3 (1/29 ~ 2/28)	6	29 ~ 30	300 → 150	50.0

## 2. サンゴモ類を用いた変態誘起試験\*

### 目的

シラヒゲウニの採苗後の変態率はバラツキがあり、採苗前にビーカーに入れて変態率確認試験を行ってから、一定以上の成績のものを採苗するにもかかわらず、取り上げ時に稚ウニがほとんど取れない場合もある。そこで、変態誘起物質を出すとされているサンゴモ類を使って、変態率向上を目指すための試験を行う。

### 材料及び方法

試験は 1kl パンライト槽での比較試験と、10mFRP 槽での実用試験を行った。

1kl パンライト槽での変態試験は、平成 20 年 11 月 27 日に 4 槽を用いて 4 つの試験区を設けた。それぞれ付着珪藻区、ホンダワラ区、天然採取サンゴモ区、網付着サンゴモ区である。付着珪藻区は培養付着珪藻を予め水槽内に発生させ、ホンダワラ区は浜に打ち上がったホンダワラの種類を、洗浄後 940g を直接投入した。天然採取サンゴモ区はミナミサンゴモ類を主体として 5.3 kg を 1 mm 目の網袋に入れて大型藻を除去し軽く洗浄後に吊り下げ、網付着サンゴモ区は水槽内でサンゴモが発生・生育した肥料設置用ネットを投入した。付着珪藻区以外の試験区には培養した付着珪藻を試験区毎に 2l 添加した。1kl パンライト槽は中央底部を横断してエンビパイプで通気を行った。11 月 27 日に推定 1.2 万個体の幼生を各区に投入した。天然採取サンゴモ区で使用したサンゴモは幼生投入の 2 日

後に取り出した。12 月 15 日に稚ウニを回収し、面積法で 1/4 を計数し、数を推計した。

10mFRP 槽は、20 年 12 月 1 日に、10 m × 2 m × 0.93 m (中央高) の FRP 槽 2 槽に波板を設置し、予め付着珪藻を発生させ、同一の 1kl 槽の 45 万個体の浮遊幼生を 2 等分し収容した。その後 1 槽はそのままコントロールとした区とし、1 槽は波板の上に 32.5kg のサンゴモを 1 mm 目のネットを貼り付けた 9 籠に分け、籠の上部は水面に出るよう設置した。使用したサンゴモは採取後台所用液体洗剤を海水で 30 倍程度に希釈した液に 30 分間沈積後更に 10 分間の淡水沈積を行い、海水で洗浄して用いた。着底変態後の水槽の水替え管理等は他槽と同様に行った。

### 結果

1kl パンライト槽での試験の変態・生残数は付着珪藻区が 1,160 個体で推定変態率 9.6 %、ホンダワラ区が 2,400 個体で 19.2 %、天然採取サンゴモ区が 4,900 個体で 40.8 %、網付着サンゴモ区が 2,560 個体で 22.7 %であった。

10mFRP 槽は、サンゴモ 9 籠区の稚ウニ数が多く、途中で波板列 3 列から 1 列を残し、1 列はコントロールとした区と、他の 1 列は別の珪藻区水槽の波板と入れ替えた。入れ替え前のコントロール区は 1,000 個体以下の生残と推定され、別槽は数百の生残と推定された。3 月 11 日にサンゴモ 9 籠区を平均殻径 13.0 mm で 8,872 個体、3 月 13 日にコントロール区を 12.1 mm の 9,623 個体、4 月 3 日に別槽を 14.2 mm の 4,848 個体を取り上げた。

\*本項は大城が実施した。

## 考察

今回の付着珪藻は、天然海水から単離したナビキュラ様の種を用いた。しかし水槽上面はユスリカ侵入防止の網で覆われている程度で、周辺から海水の飛沫が入り込み、藍藻やその他の藻の発生が観られ、純粋な比較は行えなかった。

1kl パンライト槽での試験では、付着珪藻区でも若干の稚ウニが得られたが、数が少なく珪藻自体の変態誘起では無く、発生した他物によるものと思われる。ホンダワラ区は、20%近い稚ウニが得られたが、それもホンダワラ本体での変態誘起では無く、他の付着物やバクテリアの影響と思われる。網付着サンゴモ区はホンダワラ区と同程度の効果であったが、サンゴモが膜状で、付着面積が 20 cm × 40 cm 程度と小さく、サンゴモの総量が少なかった為と考えられる。それに対し、天然採取サンゴモ区は珪藻区の 5 倍程度の稚ウニが得られ、他物を含めての効果であっても、サンゴモ本体の誘起効果が強かったものと判断される。

10m 槽では相互に波板を入れ替えてあり、正確な数は把握されない。しかし、入れ替え前の推定数でコントロール区を 1,000 個体とし、他槽を最大 500 個として差し引くとサンゴモ区由来は 21,843 個体で、コントロール区の 20 倍余の稚ウニ数となる。

今回は、1 槽 1 回のみでの比較であったが、他槽での最大数 6,862 個体と比べても、約 3 倍の生産数であり、その効果は明らかである。但し、用いた幼生数 22.5 万個体からでは 10%の歩留まりであり、1kl 槽での 40%の変態率からしても、未だ十分な歩留まりとは言えない。

ウニの安定量産には、用いるサンゴモの適種類や適正使用量の把握、用い方の工夫等が必要であるが、当面は今回の手法でも対処可能であろう。

ウニの変態にはジプロモメタンが有効とされるが、シラヒゲウニでは市販のジプロモメタンは未だ巧くは使われてないため、今回はジプロモメタンを生成するサンゴモの試験を行った。

シラヒゲウニは稚ウニへの変態率の低さが種苗生産の最大のネックである。これまで、付着珪藻生産時に自然に混入した他物による変態誘起物に頼った生産が

行われているが、より確実な手法を早急に確立する必要がある。

## 3. 稚ウニ養成及び中間育成

### 目的

天然珪藻を用いることで変態率の向上が実現し、大量の稚ウニを得ることができるようになった。一方、稚ウニを育成するには大量の餌が必要である。これまで中間育成時の餌として用いていた天然海藻は、冬期（11月～2月）は必要量の海藻を採集するのが困難であり、それ以外の時期も流れ藻が漂着していなかったり、台風時には採集自体が不可能になるなど、1年を通しての餌の安定供給は難しい。また、乾燥ワカメについてはコストがかかることと飼育水が汚れ易い等の問題がある。そこで平成 19 年度同様本年度も培養オゴノリの給餌による給餌による中間育成を行った。

### 材料及び方法

採苗及び稚ウニ飼育は波板を付着基として使用し、天然付着珪藻を餌料として供給した。飼育水槽は 20 kl 水槽であった。換水は採苗後 5 日目から開始し最終的には 2 回転/日まで増やした。換水開始日からエコロングトータル 313-70 を 500 ~ 2,000 g/15 kl で施肥した。コペポダの進入を防ぐため、換水開始日から 1 ヶ月間は精密濾過海水で換水を行った。そしてその後は濾過海水で換水を行った。

そのまま 2 ~ 3 ヶ月間飼育し、餌料である付着珪藻が食い尽くされる少し前に稚ウニを剥離した。この際、波板からの稚ウニの剥離には塩化カリウム溶液は用いず、手で剥離した。稚ウニの殻径は 8 ~ 15 mm で、これらは選別せずに中間育成槽に移した。

中間育成は陸上水槽で籠飼育 (1.5m × 1.0m × 0.7m、ネトロンネット製) を行い、餌料はオゴノリのみを給餌した。飼育密度は 500 ~ 2,000 個体/籠を目安とし、給餌量は 800 ~ 2,000 g/籠/day (湿重量) とした。

オゴノリは 10 kl 水槽 10 面で、大量培養した (写真 4)。オゴノリ培養水槽の換水は 1 回転/日で、換水開始日からロングトータル 313-70 を 500 ~ 1,000 g/9 kl で施肥した。

### 結果及び考察

表 2 ～ 5 に平成 19 年度に浮遊幼生飼育をし、波板水槽に採苗して平成 20 年度に出荷したものの波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況を示した。冬期に波板飼育を行った場合、飼育期間は通常より 1 ～ 2 ヶ月長い約 5 ヶ月を要したが、中間育成時の生残率は 76.3 ～ 99.8 % と好結果が得られた (表 2 ～ 3)。一方、3 月から波板飼育を始めたものは出荷までの飼育期間が 3 ～ 4 ヶ月と通常どおりであったが、中間育成時の生残率は 52.0 ～ 71.7 % とやや低めであった (表 4 ～ 5)。冬期に波板飼育を行った場合、生残率が良いという結果は平成 19 年度も同様であった。この理由は分からないが、今後、解明する必要がある。

表 6 ～ 8 に平成 20 年度に浮遊幼生飼育をし、波板水槽に採苗して平成 20 年度に出荷したものの波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況を示した。夏場に波板飼育を行ったものは浮遊幼生飼育が順調であったため、20kl 水槽 10 面に合計 232 万個と十分な数の幼生を採苗していた。しかしながら、3,420 個の稚ウニしか取り上げることができなかった。また、中間育成についても日数が 40 ～ 57 日間で生存率が 29.3 % というかなり低い結果を示した (表 6)。表 7, 8 は秋場に波板飼育及び中間育成を行ったデータである。このうち H21. 3. 19 に出荷した稚ウニの中間育成は日数が 9 ～ 16 日間で生存率が 57.4 % と低い結果を示した (表 7)。一方、H21. 3. 27 に出荷した稚ウニの中間育成については日数が 3 ～ 16 日間で生存率が 84.7 % と好結果を示した (表 8)。夏場に波板飼育を行ったものの取り上げ数が少なかった理由は採苗後幼生の稚ウニへの変態率が低かったこと等が考えられる。この理由の解明と採苗後幼生の稚ウニへの変態率の向上の技術開発が今後の課題である。

今回の中間育成の給餌は培養オゴノリのみで行った。10kl 水槽 10 面をフル稼働してオゴノリを培養 (写真 2) して中間育成の給餌に対応し、最大出荷数である放流回次 3 の 43,390 個 (16.2 mm) の生産に対応することができた。その結果、中間育成開始総数の合計 159,694 個 (表 2 ～ 8) に対して総生産数 110,359 個と 69.1 % (H19 年度は 73.9 %) の歩留まりを示した。中間育成日数は 3 ～ 57 日とばらつきがあり正確な比較データではないが、経験的に見た場合、培養オゴノリは天然海藻と比較して次の利点がある。シラヒゲウニの食いが良く、成長が早く、へい死が少ない。また、飼育水の汚れが少ないため底掃除の回数が少なくて済む。更に、自前で早く大量に培養できる等である。平成 19 年度の結果と合わせると省力化と低コスト化が図られる良い餌料であると考えられる。

生産されたシラヒゲウニ種苗はアリザリンコンプレクソンで染色し、沖縄本島北部今帰仁村海域に放流効果実証のため放流した。今年度はこの他に宜野座村海域にも放流した。今年度のシラヒゲウニ種苗総生産数は 110,359 個であった (表 9)。



写真 2 オゴノリの大量培養

表 2 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況 (採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H20. 5. 9)

飼育時期	水槽 NO	取上げ数	取上げ総数 (中間育成開始数)	出荷総数 (生残率%, 中間育成日数)
2008.12.4 ～ 4.17	E5	7,757	7,757	5,918 (76.3、23)

表 3 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況（採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H20. 5. 23）

飼育時期	水槽 NO	取上げ数	取り上げ総数（中間育成開始数）	出荷総数（生残率%、中間育成日数）
2008.12.4 ~ 4.17	E5	1,200	1,200	1,197 (99.8、37)

表 4 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況（採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H20. 6. 17）

飼育時期	水槽 NO	取上げ数	取り上げ総数（中間育成開始総数）	出荷総数（生残率%、中間育成日数）
2008.3.11 ~ 5.28	D16	6,345		
2008.3.11 ~ 5.30	D15	17,947		
2008.3.11 ~ 6.40	E7	11,465	60,530	43,390 (71.7、7 ~ 20)
2008.3.11 ~ 6.60	E11	18,662		
2008.3.11 ~ 6.10	E6	6,111		

表 5 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況（採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H20. 7. 11）

飼育時期	水槽 NO	取上げ数	取り上げ総数（中間育成開始総数）	出荷総数（生残率%、中間育成日数）
2008.3.11 ~ 6.19	E2	16,934		
2008.3.11 ~ 6.25	E3	6,842		
2008.3.11 ~ 6.26	E1	9,067		
2008.3.11 ~ 6.27	E9	1,466	42,111	21,913 (52.0、11 ~ 22)
2008.3.11 ~ 6.27	E8	2,953		
2008.3.11 ~ 6.30	E14	4,849		

表 6 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況（採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H20. 12. 16）

飼育時期	水槽 NO (採苗数、万个)	取上げ数	取り上げ総数（中間育成開始総数）	出荷総数（生残率%、中間育成日数）
2008.8.7 ~ 10.20	E14 (18)	1,141		
2008.8.8 ~ 10.21	E9 (27)	1,101		
2008.8.8 ~ 10.29	E4 (31)	373		
2008.8.8 ~ 11.6	E2 (24)	440		
2008.8.8 ~ 11.6	E1 (24)	365		
2008.8.7 ~ 11.6	E5 (18)	0	3,420	1,002 (29.3、40 ~ 57)
2008.8.8 ~ 11.6	E3 (31)	0		
2008.8.8 ~ 11.6	E6 (16)	0		
2008.8.8 ~ 11.6	E7 (16)	0		
2008.8.8 ~ 11.6	E8 (27)	0		

表 7 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況（採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H21. 3. 19）

飼育時期	水槽 NO (採苗数、万个)	取上げ数	取り上げ総数（中間育成開始総数）	出荷総数（生残率%、中間育成日数）
------	----------------	------	------------------	-------------------

2008.11.27 ~ 3.3	E5 (22.5)	6,549		
2008.11.29 ~ 3.4	E6 (25)	5,314	15,188	8,717 (57.4、9 ~ 16)
2008.11.29 ~ 3.10	E11 (25)	3,325		

表 8 採苗、波板飼育及び中間育成後の取り上げ状況（採苗、波板飼育→取り上げ→中間育成→出荷 H21.3.27）

飼育時期	水槽 NO (採苗数、万个)	取上げ数	取り上げ総数 (中間育成開始総数)	出荷総数 (生残率%、中間育成日数)
2008.12.1 ~ 3.11	B5 (22.5)	8,872		
2008.12.1 ~ 3.13	B10 (22.5)	9,623		
2008.11.27 ~ 3.23	E13 (24)	4,131	29,488	24,986 (84.7、3 ~ 16)
2008.12.1 ~ 3.24	B3 (16)	6,862		

表 9 平成 20 年度シラヒゲウニ放流数及び放流サイズ

放流回次	月日	放流数(個)	平均	殻径(mm)		放流海域
				最小	最大	
1	5月9日	5,918	20.90	8.20	35.00	宜野座村海域
2	5月23日	1,197	30.00	7.75	39.90	宜野座村海域
3	6月17日	43,390	16.20	5.90	28.40	今帰仁村海域
4	7月11日	21,913	21.20	7.40	36.35	今帰仁村海域
5	11月13日	3,236	39.40	22.00	67.20	宜野座村海域
6	12月16日	1,002	35.70	16.40	64.95	宜野座村海域
7	3月19日	8,717	20.30	9.05	31.65	宜野座村海域
8	3月27日	24,986	16.31	7.85	26.95	宜野座村海域
		110,359	18.80	5.90	67.20	

参考文献

- 南 洋一，大屋玲奈，鳩間用一，渡慶次賀孝.  
シラヒゲウニの種苗生産効率化試験. 平成 18  
年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書  
2006 ; 37-40.
- 南 洋一，福田将数，岩井憲司，渡慶次賀孝.  
シラヒゲウニの種苗生産効率化試験と生産結  
果. 平成 19 年度沖縄県栽培漁業センター事  
業報告書 2007 ; 35-38.