

# シラヒゲウニの種苗生産

中田祐二<sup>\*1</sup>・金田真智子・渡慶次賀孝

## 1. 親ウニ養成

### (1) 目的

これまでの採卵は主に5月から11月に採卵を行い、生産後した種苗の放流は8月から3月に行っていた。しかし放流後の歩留まりが悪く、その要因として放流後の悪天候が指摘された。そこで平成15年度は荒天期を避け、比較的天候の穏やかな4月から10月に放流し、種苗生産もそれに合わせて行うこととなった。次年度からの本格的な生産時期の変更のため、冬季の親ウニ養成及び採卵試験を行った。

### (2) 方法

#### 1) 親ウニ由来

試験に用いた親ウニは加温飼育し海藻を給餌した区(加温海藻区)、加温飼育し配合餌料を給餌した区(加温配合区)、非加温で海藻を給餌した区(非加温区)、養成を行わず天然から採集した区(天然区)の4区を使用した。

親ウニの養成は平成14年12月12日から56日間行った。加温区は16%水槽、非加温区は8%水槽でカゴ(サイズ1.5m × 1.0m × 0.7m(h);トリカルネット(N-24目合い10mm;以下TNカゴとする)飼育をおこなった。加温区はボイラー(756KW × 2基)で加温を行い、0.5 / 3日で最高28℃まで昇温を行った。餌料は海藻区にはアナアオサ、イバラノリ、ウスユキウチワを、餌料区は日本農産ウニ3号を給餌した。

表1 加温養成試験養成結果

単位:(mm/g)

	加温海藻区		加温配合区		非加温区	
	平均殻径	平均重量	平均殻径	平均重量	平均殻径	平均重量
養成前	48.6	44.2	48.9	45.9	49.4	46.0
養成後	78.4	59.2	71.5	58.2	61.8	54.9
増加率	161.3%	133.9%	146.2%	126.8%	124.9%	119.4%
斃死数	1 / 21		1 / 21		0 / 21	

使用した親ウニは養成区では平成13年度3回次で生産した個体を使用した。養成前の親ウニはほぼ絶食状態で飼育した個体を使用し、生殖腺重量が体重量の1%程度の個体を使用した。天然区の親ウニは、平成15年2月4日に、宜野座村宜野座地先で採捕した個体を使用した。

### 2) 卵質の判定

採卵はKCl注射法で行った。採卵後の卵は、各区毎に採卵数の多かった5個体の卵数及び卵径を計測し比較した。得られた卵は媒精後に各区1㎡パンライト2面に収容した。24時間後に各パンライト毎に浮遊幼生数を計測し孵化率を比較した。

各区の奇形率は、各区を1㎡パンライト2面で飼育し、浮遊幼生飼育中の奇形数を計数してその平均を奇形率とし比較した。

### (3) 結果

養成を行った加温海藻区、加温配合区、非加温区の養成結果を表1に示す。養成による成長は加温海藻区、加温配合区、非加温区の順で良かった。養成期間の斃死は加温区で各1個体ずつであった。

養成した親ウニ3区と天然区の採卵結果を表2に示す。総採卵数及び1個体当たりの採卵数では天然区が最も高かった。親ウニの単位重量当たりの採卵数は加温配合区、加温海藻区、天然区、非加温区の順で高かった。

\*1 執筆担当者

表2 加温養成試験採卵結果

	使用親ウニ	産卵個体数	雌平均殻長	雌平均重量	総採卵数	採卵数 / 個体	採卵数 / 重量 1g
			(mm)	(g)			
天然区	20	8	90.81	285.25	53,404,000	6,675,500	23,402
加温海藻区	20	11	59.83	82.91	23,834,000	2,166,727	26,133
加温配合区	20	13	57.36	69.46	36,952,000	2,842,462	40,922
非加温区	21	7	54.04	61.57	2,520,000	360,000	5,847

表3 加温養成試験孵化率

試験区	ハ'ンライトナンバ'ー	採卵数	孵化数	孵化率	各区平均
天然区	No.1	24,933,333	30,533,333	122%	125%
	No.2	10,000,000	13,200,000	132%	
加温海藻区	No.3	7,466,667	4,866,667	65%	101%
	No.4	10,733,333	13,466,667	125%	
加温配合区	No.5	11,333,333	10,733,333	95%	102%
	No.6	20,800,000	22,133,333	106%	
非加温区	No.7	733,333	466,667	64%	148%
	No.8	666,667	1,600,000	240%	

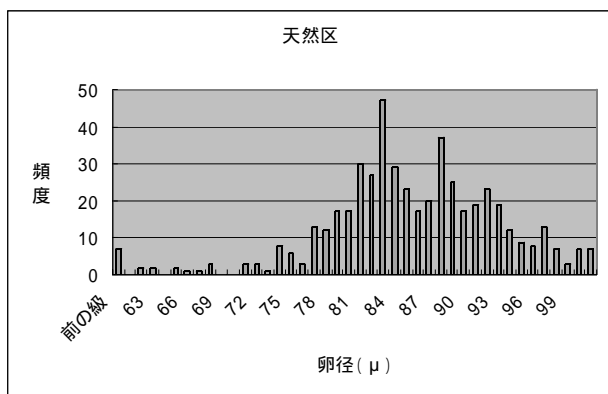


図1 天然区の卵径

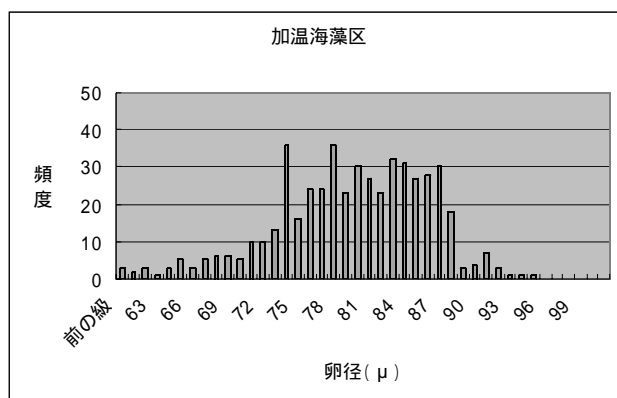


図2 加温海藻区の卵径

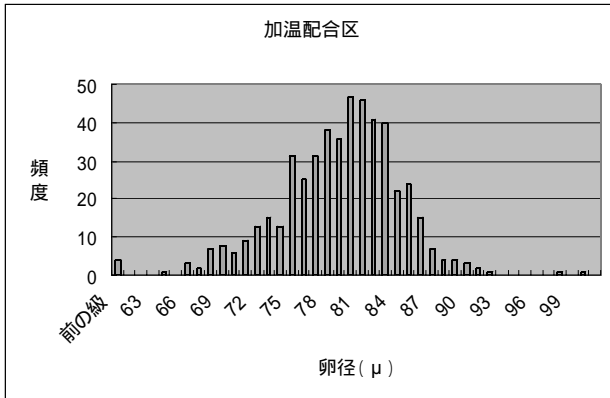


図3 加温配合区の卵径

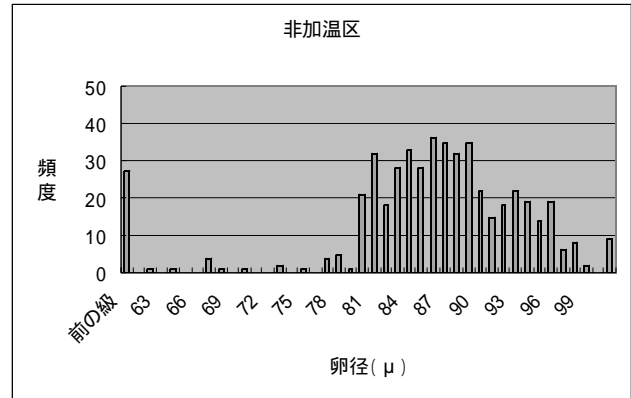


図4 非加温区の卵径

#### (4) 考察

天然区で 5,300 万個の卵が得られ、1 回の生産に必要な卵量 1,000 万 (50 万 × 養成飼育槽 20 面) 以上の卵が得られた。しかし、2 月は通常ウニの漁獲時期ではなく、この時期に天然のウニを得る事は難しい。よって漁期の最後に採捕したウニを、加温配合給餌で短期加温養成し冬季の親ウニとして使用する事が出来ると思われる。

#### (5) 残された問題点

加温飼育に関しては、浮遊幼生の奇形があるものの、ほぼ目処が付いたと思われる。今後奇形率を下げるために加温方法や餌料を検討する。また加温飼育によるコストを試算する。

## 2. 浮遊幼生飼育

### (1) 目的

平成 12 年までは、浮遊幼生飼育時の大量斃死が頻発し、その歩留まりは 0 ~ 50 % と低かった。この問題に対応するため、回転数可変式アジテータ (以下、アジテータとする) を備えた 1.0 m<sup>3</sup> 浮遊幼生飼育水槽 20 基、浮遊幼生飼育室、海水精密濾過装置を備えたシラヒゲウニ種苗生産施設を整備した。この施設の稼働により平成 13 年度は斃死が減少した。平成 13 年度はその施設で変態率向上を目的として、飼育密度・給餌密度の試験を行った。本年度は平成 13 年度に高歩留まり高変態率になった条件の再現性を確認した。

### (2) 材料と方法

#### 1) 浮遊幼生飼育

幼生飼育水槽は、回転数可変式アジテータ付き浮遊幼生飼育水槽 1.0 m<sup>3</sup> (以下、幼生飼育水槽) を 8 ~ 20 基使用した。幼生飼育水槽のエアレーションは直径 0.5mm の穴を 5cm 間隔であけた 13mm 塩ビ管を用いた。アジテータの回転数 (4 ~ 18 回転/分) とエアレーション (微通気 ~ 12 l/min) は浮遊幼生が沈殿しない程度にとどめた。浮遊幼生の飼育に用いる飼育水は限外濾過装置 (処理能力 10 m<sup>3</sup>/hr; 孔径 10<sup>-4</sup> ~ 10<sup>-5</sup>mm の限外ろ過膜) で濾過し流水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。幼生飼育室は遮光し、エアコン 2 基 (24 ~ 27 に設定) によって室温を管理した。

幼生収容密度は 50 万個体 / 1.0 m<sup>3</sup> で収容し、8 腕後期幼生が出現する頃までに 30 万 / 1.0 m<sup>3</sup> になるよう調整した。投餌する浮遊珪藻は耐高温性の *C. gracilis* を使用した。投餌量は日令 4 から 4,000 cells/ml の濃度で給餌を開始し、1,000 cells/ml/日 で増加させ、8 腕幼生が 50% を超える頃に最大 (20,000 cells/ml) となるよう調整し投入した。換水は日令 6 (20%) から開始し暫時増加させ 50% を最大とした。また、底面の汚れが目立つ場合は全換水を行い、飼育槽替えを行った。換水方法はあんどん方式 (目合い 100 μ) でおこなった。

#### 2) 餌料珪藻培養

投餌する浮遊珪藻は耐高温性の *C. gracilis* (養殖研究所由来) を使用した。室温 25.0、光量 4,000 ~ 15,000 lux の培養条件で、3 l、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珪酸ナトリウム 0.045g/ℓ を入れ、高圧蒸気滅菌器で 120 ・ 20 分で滅菌し、KW 2 1 0.5/ℓ で栄養添加し、100 ml フラスコで静地培養した元種を入れ通気培養した。

浮遊幼生期の餌料として使用した *C. gracilis* の培養方法は、フラスコに精密濾過海水及びメタ珪酸ナトリウム 0.045g/ℓ を入れ、高圧蒸気滅菌器で 120 ・ 20 分で滅菌し、KW 2 1 0.5 ml/ℓ で栄養添加し、100 ml フラスコで静地培養した元種を入れ通気培養した。また大量培養用に 30 ℓ パンライト及び 200 ℓ アルテミア孵化槽を使用し、次亜塩素酸ナトリウム 0.1 ml/ℓ で滅菌し、チオ硫酸ナトリウム 0.025g/ℓ で中和し、メタ珪酸ナトリウム 0.045g/ℓ 及び KW 2 1 0.5 ml/ℓ で栄養添加し通気培養を行った。植継は通気培養している 5ℓ フラスコから行い、原生動物のコンタミが多く見られる場合は、新たに 100 ℓ フラスコで静地培養した元種から拡大培養を行った。植継は 5 ~ 30 万 cells/ml で行った。また 200 ℓ アルテミア孵化槽では、コンタミの防止と培養日数の短縮のため、海水 150 ℓ で使用し、3 回次の生産では、200 ℓ アルテミア孵化槽 6 本を培養室外（屋内、照度・温度コントロールなし）で培養した。培養条件は光量子 180 ~ 240 μmolS-1m-2、温度 25 で培養を行った。

平成 12 年度の浮遊珪藻の培養は終始不調でその原因が元種として使用していた *Chaetoceros gracilis* に原生動物のコンタミが疑われたことから、本年度は養殖研究所由来の同種耐高温株を導入した。

### (3)結果

平成13年度で高密度飼育区は採苗率の低下が見られたが、本年度行った30万個体/1.0m<sup>3</sup>の浮遊幼生の飼育密度では、特に採苗率の低下は見られなかった。

給餌密度には4,000cells/ml ~ 20,000cells/mlの給餌濃度では2回次、3回次の採苗率はともに高歩留まりとなった。しかし、採苗までの日数は最小28日間から最大44日間までと開きがあった。

餌料珪藻は耐高温性の *C. gracilis* を、3ℓ、5ℓ 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順次拡大していく培養法を行い、全幼生飼育期間中に安定して *C. gracilis* を供給するこ

とができた(最大供給量 $4 \times 10^{11}$  cells/day)。

### (4)考察

今年度再現試験を行った、幼生収容密度30万個体/1.0m<sup>3</sup>、給餌密度4,000 ~ 20,000cells/mlの飼育条件、アジテーター飼育及び精密ろ過海水での換水と併せて、ほぼ浮遊幼生の飼育に関しては目処が付いたと思われる。餌料については、*C. gracilis* で問題なく飼育できるが、まだ浮遊幼生飼育日数のばらつきなどが見られ、浮遊珪藻の密度を計数して給餌する方法では、十分な量の接餌ができていない可能性があると思われる。

### (5)残された問題点

本年度使用したあんどん方式による換水は、各生産で水槽底面の汚れが発生した。平成13年度に使用したネット式換水(目合い100μ)ではこのような汚れは少なく、十分な水質改善が行われていたと思われる。ネット換水とあんどん換水を、水質の改善面から再評価する必要がある。

また、本年度の種苗生産でも浮遊幼生飼育期間が28 ~ 44日間とばらつきが発生した。種苗の成長にもばらつきがあり、変態までに必要な餌料が摂取できていない可能性がある。餌料を浮遊珪藻の密度だけでなく、餌の体積からも評価する必要がある。

## 3. 変態率向上

### (1)目的

シラヒゲウニではこれまでチロキシンや塩化カリウム(KCl)で変態誘発を行ってきた。しかし、変態率はにばらつきが多く、変態での大量斃死の事例も多かった。そこでこれまで採苗時に水槽に展開していた *Naviculla ramosissima* を天然珪藻群に換え、変態率向上を図った。

### (2)材料と方法

これまで採苗時に付着基質に展開していた付着珪藻は *N. ramosissima* (養殖研由来)であったが、本年度は水槽内に自然に発生する天然付着珪藻群(以後天然珪藻)を使用した。天然珪藻は肥料(硫安 30g/m<sup>3</sup>、過リン酸石灰 5g/m<sup>3</sup>、クレワット32 5g/m<sup>3</sup>、メタ珪酸ナトリウム 25g/m<sup>3</sup>)を溶かした水槽に種板を入れ、止水で通気培養し、照度は最大 7,000lux を目安に遮光した。また珪藻の付着が確認された、5 ~ 14日後からは流水下で培

養した。

採苗の目安は天然珪藻を薄く展開した 200 ml プラスチックビーカーに着底前幼生を 100 個体程度収容し、翌日の変態率が 30 % 以上となる事を確認し採苗を行った。

変態率を見るために、付着珪藻 *N. ramosissima* と天然珪藻を付着させた 200 ml プラスチックビーカーに、収容する幼生をサンプリングし 5 日後に稚ウニに変態した個体数から変態率を求めた。また、両珪藻の変態率を比較した。また、昨年度変態率の向上が確認された 0.5molKCl 浸漬処理法による変態誘発試験の再現実験を行った。

### (3)結果

表4 変態率試験結果

	A		B	
	KCl使用	KCl非使用	KCl使用	KCl非使用
<i>N. ramosissima</i>	3.13%	0.00%	1.12%	1.79%
天然珪藻	14.06%	51.42%	30.00%	31.82%

### (4)考察

天然珪藻については、当センターで種苗生産を行っているタカセガイでも高い採苗率を示しており、今年度シラヒゲウニで導入する事となった。昨年度培養が不安定であった天然珪藻だが、遮光を最大 7,000lux、施肥を昨年度の約半量にする事で、安定した天然珪藻の展開が可能となった。優先して出現する種は水温によって異なり、まだ未同定である。今後は水温毎に分離して主な種を同定する。

天然珪藻による採苗は、安定した変態率が得られ、

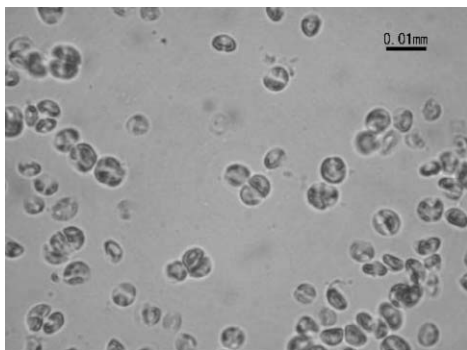


図5 26 帯の付着珪藻1

*N. ramosissima* と天然珪藻による変態試験の結果を表4示す。この中で天然珪藻は *N. ramosissima* に比べ高い採苗効果が確認された。

2 回次及び 3 回次で行った天然珪藻による採苗率は、2 回次 19.2% ( 10.0% ~ 31.8% )、3 回次 45.0% ( 17.3% ~ 84.2% ) となった。

平成 13 年度で高い変態誘発効果が認められた 0.5molKCl 浸漬処理法は、天然珪藻では変態率の向上は認められなかった。 *N. ramosissima* での採苗に KCl を用いた試験区では変態率の向上が見られた区があったが、大幅な向上は見られなかった。 KCl による変態誘発試験は、使う条件により採苗率に大きな変動が確認された。

1.0 m<sup>2</sup> パンライト 20 面で浮遊幼生を飼育した場合、100 万個体/回次の着底稚ウニを得る事が出来るようになった。しかし変態率が向上した要因については不明で、今後の課題となっている。

### (5)残された問題点

夏季の採苗については安定した結果が得られた。冬季に行われた採苗では、採苗時の幼生飼育水槽と稚ウニ飼育水槽の温度差が5度近くあり、ヒーターを使用しても2度の温度差があった。今後この温度ショックがどれほど採苗に影響が出るか調べ、次年度以降の採苗で、

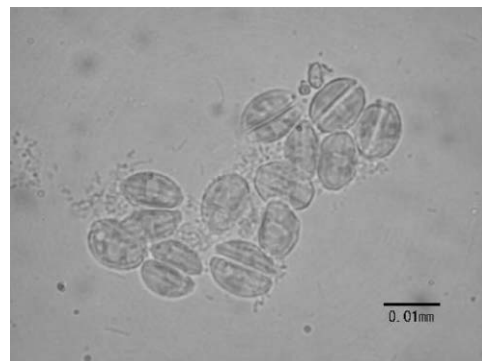


図6 26 帯の付着珪藻2

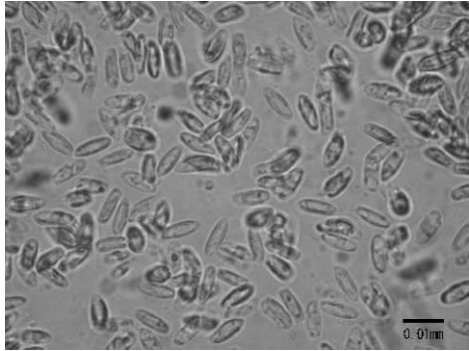


図7 26 帯の付着珪藻3

温度ショックを改善する方法を検討する。

今回の結果で天然珪藻を使用した採苗により、浮遊幼生の変態率の向上が確認された。そこで現在使用している天然珪藻の各種を単離し、それぞれの変態率を比較し、天然珪藻の変態率が高くなる要因を把握する。

#### 4. 稚ウニ養成技術開発

##### (1) 材料と方法

16 m<sup>2</sup> 水槽に付着基質(千葉方式波板、ホルダー式波板、トリカルネットホルダー)を設置し、天然珪藻を付着させ稚ウニの餌料とした。海水は砂ろ過開始を使用し、換水率は微換水から3回転/日までの間で調節した。付着珪藻の減耗が確認されたら、くみあいロングトータル

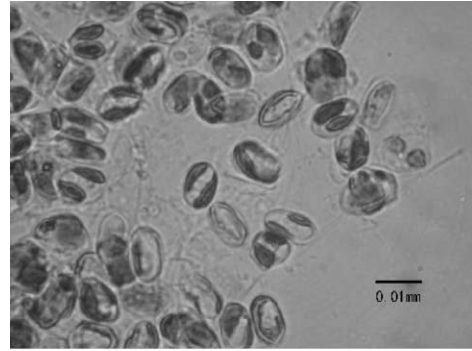


図8 26 帯の付着珪藻4

313 (全農) 100g/m<sup>2</sup> で施肥をおこなった。

また、追加給餌を目的とした付着珪藻の大量培養試験を行い、追加給餌方法を検討した。

##### (2) 結果

本年度は天然珪藻の導入により採苗率が向上し、結果高密度で1次飼育を行うこととなった。高密度区(最終取上 43,162・37,603 個体)では低密度区(最終取上 14,449・17,354)に比較し明らかな成長不良が発生した(図9)。ロングトータル 313 による施肥は、珪藻の回復に効果があったが、採苗後 50 日では再び付着珪藻が減耗した。その後も慢性的に餌料不足の状態が続いた。また高密度飼育区では、ハンドリング後の大量斃死が発生した。

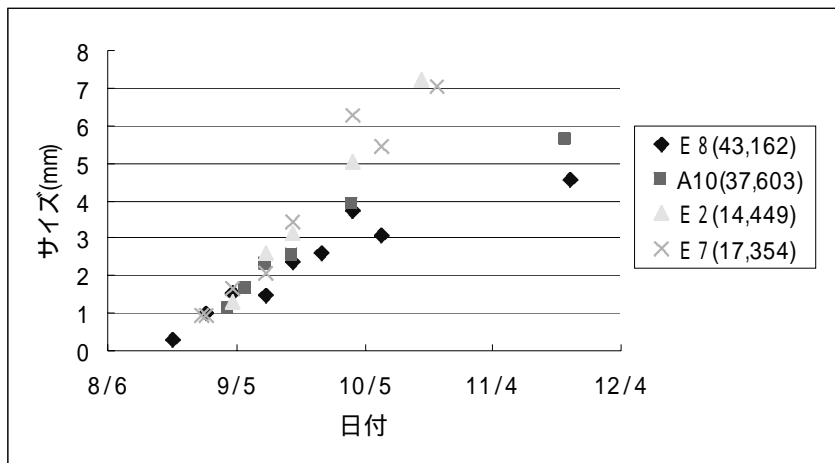


図9 稚ウニの収容密度と成長

*N. ramosissima* の追加給餌のため付着珪藻の高密度培養試験を行った。付着珪藻の培養時にこれまでの倍量(90g/m<sup>2</sup>)のメタ珪酸ナトリウムを使用することにより、これまでよりも高濃度での培養が可能となった。付着珪藻は壁に付着するまでの増殖速度は速く、これまででは壁に付着するまでの日数が5日以内であったが、施肥

量を変えることにより5日間以上浮遊状態での培養が可能となった。

付着珪藻の追加給餌は、予備的な試験として高密度培養した *N. ramosissima* を給餌した。しかしその後の検鏡で追加給餌した水槽内で *N. ramosissima* は確認できなかった。

### (3) 考察

本年度導入した天然珪藻は採苗率が高く、高密度で1次飼育を行う事となった。結果として本年度は餌料不足が原因と見られる斃死が各水槽で見られた。今後は16 m<sup>3</sup>水槽での適正な収容密度を把握するとともに、種苗がハンドリング可能サイズとなるまでの追加給餌方法を検討する必要がある。

今回収容密度の異なる水槽で、成長を比較した結果、図9にあるように最終取上数 17,000 個体/16 m<sup>3</sup>以下であれば成長不良が起こらない事が分かった。現在の飼育方法では最終取上数 17,000 個体/16 m<sup>3</sup>が適正な収容密度と思われ、今後稚ウニ飼育時の歩留まり等を考慮し、これ以上であれば分槽を行う必要がある。

本年度行った追加給餌の試験では *N. ramosissima* をよりに単離された付着珪藻の大量培養方法が可能となった。しかし *N. ramosissima* では稚ウニ飼育水槽に追加給餌しても再生産するには至らないと考えられた。

### (4) 残された問題点

追加給餌に関しては、天然珪藻を単離し、単離した天然珪藻を用いての大量培養・追加給餌を検討する。10 m<sup>3</sup>水槽ではコンタミなどからの培養不調が多く今後改善が必要である。追加給餌の方法に関して、追加した付着珪藻が流失しない給餌方法を検討する。

付着基質を現在3種類使用しているが、これらを評価し、歩留まりの高い基質に一本化する必要がある。

## 5. 中間育成

### (1) 目的

種苗放流調査に使用する稚ウニを殻径 5 ~ 7mm から放流サイズである殻径 20mm にするための中間育成技術として、一次飼育水槽での継続飼育、陸上水槽における大型カゴ飼育および、海上での網生簀を用いた中間育成手法の検討などを行い、中間育成中の疾病対策、配合飼料等の餌料の検討、稚ウニ餌料用の大型褐藻類の水槽内で培養し周年に渡って安定して供給する手法について検討を行う。本年度出荷した種苗については、放流サイズを 10mm としたので、中間育成を

行わなかった。平成 13 年度に生産した種苗については陸上水槽でのカゴ飼育で中間育成を行った。

### (2) 材料と方法

#### 1) 陸上水槽で行った中間育成

TN カゴを塩ビパイプで底上げした 8 m<sup>3</sup>水槽に 3 基設置して行った。換水率はろ過海水を 3 ~ 5 回転/日で行った。餌料はウニ用配合飼料(日本農産うに 3 号)を 120 g/2 日/カゴで給餌し、食べ残しの量を見て調整した。排泄物や食べ残しが目立つ場合はサイフォンで底掃除を行った。また、全体的に底にゴミが目立つ場合などは水槽替えを行った。

飼育密度は 2,000 個体/カゴで収容した。

#### 2) 海上カゴの作成

平成 14 年度ラウンド 3 の中間育成は陸上水槽での中間育成と平行して、海上小割りカゴによる中間育成を行った。海上飼育のカゴは、どぶ付けした金網(目合い 100mm × 100mm)をフレームとしてカゴ型(900mm × 1,050mm × 1,300mm)にし、その内側にトリカルネット(N-9;目合 3mm)を張った(図 10)。シェルターとして雨樋を田の字に 8 段組上げたものを各カゴに 4 つ設置した(図 11)。

### (3) 結果及び残された問題点

平成 13 年度 3 回次に生産した個体で中間育成中大量斃死が発生した。5 月末から 6 月までに 13,448 個体が斃死し、斃死が発生した群は全て廃棄した。薬剤の感受性試験を行いニフルスチレン酸ナトリウムで薬浴した群は斃死が止まり、細菌性の疾病が疑われたが、原因菌の特定には至らなかった。大量斃死の原因は不明で、今後は防疫対策を検討し、水平感染による大量斃死を防除する。

海上カゴでの飼育は 15 年 4 月から行う。ウニを入れないで沖出した状態での中間育成は目詰まりが激しく、今後改善の必要があると思われる。

次年度の中間育成時期は、例年沖縄では台風時期となる 4 ~ 10 月を予定している。海上カゴの強度や、カゴ内の種苗が台風能耐えるか検討する必要がある。

現在稚ウニ飼育では、3mm ~ 5mm サイズで餌料不



図10. 海上飼育カゴ

足が起こり歩留まりが悪い。今後これら小型サイズからの中間育成を検討する。

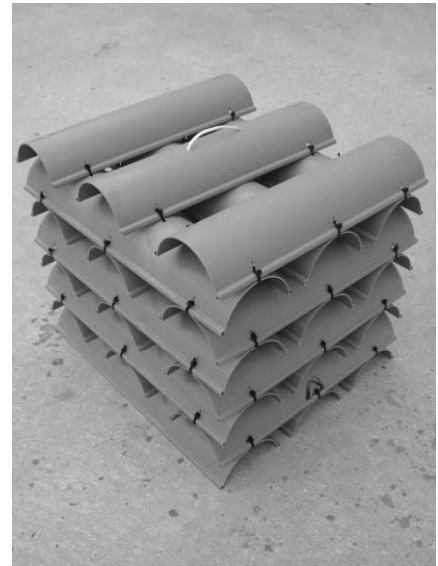


図11. 雨樋シェルター

## 6. 参考文献

<sup>1)</sup>中田祐二・島袋新功・他、2002：シラヒゲウニ：平成14年度・資源増大技術開発事業告書・地先型定着性種(暖水域)グループ、沖縄県・沖ウニ p1-16 .