

# シラヒゲウニ種苗生産

大城信弘\*

## 1. 目的

放流技術開発研究用種苗（殻径1cm）5万個体の生産。なお本事業は資源増大技術開発事業と合わせて行った。

## 2. 方法

### 1) 親ウニ養成

平成6年2月3日採卵の人工種苗8個体、平成11年5月26日採卵の人工種苗50個体、平成11年7月9日採卵の300個体を、2.75kl（5m×1m×0.5m）FRP槽で流水・通気で飼育した。

2.75kl槽はオープニング約8mmのトリカルネット（品番N-23）で、底から15cm高で2.1m長の二重底仕切を設け、内径13mmのエンビパイプに10cm間隔で径0.8mmの穴を空け（以後パイプ通気）縦一列で通気した。給水量は概ね10回転/日で週に1～2回全水排水での水槽掃除を行った。

餌料は平成11年5月群、平成6年2月群は主に天然海藻、平成11年7月群は池内生産した不稔性アナオサ（以後アオサ）を給餌した。5月群と7月群は同一槽で5月群を水槽上部に、7月群を下部に収容し、2月群は別槽に収容した。

### 2) 幼生飼育

今年度は4回の幼生飼育を行った。これらの採卵から幼生飼育の概要を以下に記す。なお今年度は、昨年度まで種苗生産を行なった飼育室は屋根の明かり取りの部分の一部が昨年の台風で破れ、雨風の吹き込む状態となり、その為、一部の幼生飼育を除き、整備途中の新飼育室を使用した。

(1) 採卵・孵化：平成12年6月29～30日、9月6～7日、10月2日、12月5日の4回、いずれも生殖巣部懸濁刺激による誘発採卵を行った。得られた卵は0.5klポリカーボネート槽でパイプ通気を行って孵化させた。

(2) 幼生飼育：孵化幼生の飼育は1kl、0.5klポリカーボネート水槽及び8klFRP水槽（2m×5m×1m）で行った。餌料は*Chaetoceros*（以後キート）を投餌し、2～3日毎に50～90%の換水を行った。また概ね10日毎に全量換水を行った。1kl水槽は暗室に設置し日中の照度は50lux程度であった。8kl水槽は60%遮光のポリカナミ下の明所に設置し、上部をベニヤ板で覆った。

1回次は1kl水槽4槽で1槽は回転翼、3槽はパイプ通気で飼育水を攪拌した。2回次は全てパイプ通気で1kl水槽9槽、0.5kl水槽4槽を使用した。3回次は1kl水槽10槽、8kl水槽1槽を使用し、1kl水槽1槽は回転翼で他はパイプ通気とした。4回次は1kl水槽1槽と8kl水槽2槽を使用し、前者は回転翼、後者パイプ通気とした。

(3) 餌料培養：*Chaetoceros* や *Navicula ramosissima*（以後ナビキュラ）の元種は、3リットル及び5リットルのフラスコ、30リットルのポリカーボネート水槽を用いて培養した。いずれも液体培養で、フラスコはオートクレーブで120℃20分間処理を行い、30リットル槽は100ppm次亜塩素酸ナトリウムで一昼夜処理後、チオ硫酸ナトリウムで中和して用いた。

肥料は、フラスコ1リットルあたり硝酸カリウム1g、リン酸二ナトリウム0.1g、メタ珪酸ナトリウム0.2g、クレワット32を0.1g、Lシスチン1mg、ビタミンB12を1μg、ビタミンB1塩酸塩を5μg、Dビオチン（ビタミンH）を0.1μg及びストレプトマイシン硫酸塩（以後マイシン）を10mgの割合で用いた。30リットル槽はマイシンを除きこれの50～100%濃度で、硝酸カリウムに代えて硫酸や尿素を用いる場合もあった。

フラスコ培養は肥料分を加えた後にオートクレーブ処理をし、30リットル槽は次亜塩素酸ナトリウムを中和後肥料分を添加した。

\*現在の所属：沖縄県水産試験場普及センター本部駐在

### 3) 採苗

1 回次は 4 水槽とも幼生飼育水槽内での変態誘発を行った。7 月 27 日からナビキュラを添加し、8 月 2 日にネットで濾し取った幼生を、ネット毎 100mM 塩化カリウム海水溶液に 5 分間の浸漬処理を行なった。処理後 1 槽はアオサを 500 g 投入し、他の 1 槽にはチロキシン 50 mg を添加した。その後 8 月 10 日までの間に全水槽に 1 槽あたり 30 ~ 100 mg のチロキシンを添加した。8 月 17 日に稚ウニを波板入りの 8kl 水槽に移した。

3 回次は、1kl 水槽 10 槽のうち、5 槽分の幼生は 11 月 1 ~ 2 日に別途準備したナビキュラを着生させた波板入りの 8kl 水槽 2 槽に収容した。残り 5 槽と 8kl 水槽分は 1 回次と同様に幼生飼育槽内で変態誘発を行った。また 8kl 槽は 10 月 30 日に 2 槽に分槽した。幼生槽内変態は、10 月 31 日に飼育槽内にナビキュラを添加し、又冷凍保存アオサを 1kl 槽に 300 g、8kl 槽に 800 g 投入した。8kl 槽のアオサは一部は槽内に直接投入したが、その殆どは 2 cm 目のタキロンネット (40 × 80 cm) で挟んで槽内に吊した。ナビキュラはその後も添加を続け、8kl 槽は 11 月 4 日にもアオサを追加した。その後 1kl 水槽は 11 月 20・22 日に稚ウニを別の 8kl 水槽 2 槽に移した。

また 11 月 12 日には変態誘引の確認のため、飼育槽の幼生を飼育水毎 5 リットル柄付きビーカーに取り、一方に冷凍保存アオサを投入し、他方はコントロールとし 2 日後の変態率を調べた。

### 4) 稚ウニ養成

稚ウニは 8kl 水槽で流水・通気下で飼育した。1・3 回次の 1kl 水槽からの稚ウニは波板入り水槽で飼育したが、3 回次の 8kl 幼生飼育水槽の当初は波板無しで飼育した。飼育水は砂濾過海水を使用した。8kl 幼生飼育水槽区の初期は、幼生飼育と同様にフィルター濾過海水を流水紫外線照射処理し、週に 1 回換水した。

各水槽とも予め、ナビキュラを増殖させ餌料とし、その後もナビキュラ元種や肥料分を添加した。また時折、水槽底の汚れをサイホンで除去した。

3 回次の 8kl 幼生飼育水槽内変態稚ウニは途中水面上に飛び出しや干出が増えたので他槽に分槽した。稚ウニの剥離は、水深を下げ、干出した部分に 100mM 塩化カリウム海水溶液をかけ、手で回収した。その後も各槽

で水面上へ飛び出しが見られ、水槽内で生産したアオサ等を水槽上面の縁に沿って給餌した。

アオサ等の給餌後、稚ウニの死亡が相次いだので、予備的な大型藻及び配合飼料の給餌試験を行った。2 月 1 日に、2 mm 目の網を取り付けた 37 × 53 × 24 cm (高) のプラスチック籠 4 個に、各 25 個体、殻径 5 mm 以上の稚ウニを収容し、それぞれにホンダワラ類、オキナワモズク、オゴノリの一種、冷凍保存アオサを投入し 2 週間後の生残を調べた。また 3 月 1 日には 1 × 1 × 0.5 m の 2 mm 目ネット籠に稚ウニ 200 個を収容し、生オキナワモズクを、3 月 2 日には同様に 300 個体を収容し、通称イトモズクを、3 月 11 日には 200 個体を収容し日本農産製ウニ用配合餌料 1 号を投餌し、途中餌が無くならないように餌を追加し、それぞれ 2 週間後の生残数を調べた。

### 5) 中間育成

稚ウニは、殻径 1 cm 程度を目処に、各水槽から直接手で剥離し、径約 8 mm 目のトリカルネットで二重底とした 8kl 水槽に順次収容し、池内生産したオゴノリやアオサ、ヒジキ、アオサ及び天然海藻を給餌し、流水下通気で飼育した。

## 3. 結果及び考察

### 1) 親ウニ養成

平成 6 年 2 月群は平成 12 年 2 月の 8 個体から平成 13 年 2 月は 5 個体が生残している。平成 11 年 5 月採卵群は平成 11 年 10 月 12 日に平均殻径 24.6 mm の 50 個体で開始し平成 13 年 2 月 1 日現在 39 個体が生残している。7 月群は平成 12 年 2 月 18 日に 300 個体でスタート後 6 月 28 日に 100 個体を間引きし、さらに生殖巣の割り出しその他で 20 個体使用し、平成 13 年 2 月 1 日現在 140 個体が生残している。

これまでの飼育で、年に 2 割程度が死亡しているが、5 月群は 6 月 29 日の産卵誘発までは 48 個体が生残し、産卵誘発作業後に斃死が多かったため、取り扱いによるダメージが斃死の原因と考えられる。

また 7 月採卵群は当初はアオサを一週間後も少々水槽内に残る量を目処に、週に 1 回給餌していたが、お互いに噛り合う個体も多く、この間の斃死が多かった。この間の 2.1 m<sup>2</sup> に 300 個体は密度が高い可能性がある

たので、100 個体間引きし、アオサも 1 ~ 2 日で食い尽くす程度を週に 1 ~ 2 回の投餌としたところ死亡は減少した。

平成 6 年 2 月群は餌不足等十分に管理出来ない面が有り、8 個体中 3 個体が死亡したが、少数とは言え 7 年とかなり長期の飼育も可能なことが明らかとなった。今回は当初、長期飼育を目的としたものではなく、丁寧な管理を行えば生残率をもっと高まると考えられ、今後天然での資源動態解析等の参考となろう。

ウニは、水槽替えや産卵誘発などの取り扱い後に死亡する傾向があり、それらの作業で傷つくのが一因と考えられる。今後、親ウニでも塩化カリでの剥離や、ウニをひっくり返さ無い等、丁寧な扱いを試みると共に、水槽底の汚れを効率良く掃除する飼育環境対策も必要であろう。

## 2) 幼生飼育

**採卵・孵化:** 結果を表 1 に示した。6 月 29 日採卵群は午前中で角形 0.5kl 水槽に收容し、16 時 30 分に殻を割り取り出した精巢で懸濁刺激した。当日は 22 時

まで反応が無く、換水後止水・通気で保持し、翌朝に産出卵を確認した。卵数は 250 万粒と推計され、0.5kl 水槽 1 槽に收容し、230 万個体が孵化した。9 月 6 日も同様に精巢で懸濁刺激を行い、1 個体が少々精子を放出したが産卵に至らず、翌朝に産出卵を確認した。卵の一部は既に孵化しており、0.5kl 水槽 3 槽に收容した。

10 月 2 日の採卵は刺激後、主に放卵個体を別 0.5kl 水槽に移し、精子を添加して産卵させ、0.5kl 水槽 5 槽に收容して孵化させた。12 月 5 日の採卵は野外採集個体を角形 0.5kl 槽に收容したが、特に誘発刺激を加えずとも放精放卵が行われ、放精個体を取り出し、精子濃度を下げ、雌はそのままで産卵させた。卵はネットで回収し、1kl 水槽 5 槽に收容し孵化させた。

今年度は池内飼育個体と天然採取個体を使用した。前半 1・2 回次は得難く、後半 3・4 回次は容易であった。天然では秋期が産卵盛期と考えられ、池内でも同調した可能性も考えられる。より採卵を確実にする為には、飼育ロットを増やす必要があろう。

表 1 採卵概要

回次	月/日	使用ウニ数	ウニ由来	採卵数(万)	孵化数(万)	孵化率(%)	備考
1	6/29-30	31	人工種苗 平成11年5月	250	230	92	正常 50%
2	9/6-7	8	天然	1936	1936	100	
3	10/2	13	人工種苗 平成11年5月	4882	3112	100	一部廃棄
4	12/5	8	天然	1750	1078	100	一部廃棄

**幼生飼育・採苗:** 生産概要は表2に示した。1 回次は約 50 万個体が八腕後期幼生に達した。しかし稚ウニへの変態不良で、ナビキュラ添加や塩化カリ処理でも変態しなかったため、チロキシン処理を行い、8 月 17 日に 7.8 万個体の稚ウニを 8kl 水槽に收容した。

2 回次は、16 ~ 17 日目に急減し飼育を中止した。3 回次は 1kl 水槽 3 槽の叉棘形成個体 20 万個体(そのうち沈着直前幼生 8 万個体)を 11 月 1 日に 8kl 水槽 No. 6 水槽に收容した。今回の 8kl 槽は前出のトリカルネットで二重底とし、その上に波板を設置した。また 11

月 2 日には 1kl 水槽 2 槽の叉棘個体 12 万個体(直前幼生 6 万個体)を通常の 8kl 水槽 No. 5 波板水槽に收容した。

残りの幼生は飼育槽内変態とし、1kl 水槽 5 槽は 11 月 2 日の時点で叉棘個体 19.5 万個体(直前 12 個体)で、変態後の 11 月 20 日にアオサについた稚ウニ、平均殻径 0.5 mm の 5 万個体を 8kl 水槽 No. 7 水槽に移し(二重底)、11 月 22 日に残りの稚ウニ 3 万個体を別 8kl 水槽 No. 3 水槽に收容した。8kl 槽は 11 月 24 日にアオサに付いた稚ウニ 2.8 万個体、平均殻径 0.6 mm を

8kl 水槽 No. 2 に収容した。残りは元槽内 (8kl No. 9 及び 8kl No. 10) 養成とした。

4 回次は 8kl 水槽が 1 ヶ月後に急減し、1kl 水槽も約 100 万個体の生残はあるが、発育が遅く、四腕期的形態～叉棘を生じた個体までばらつきが大きい為、飼育を中止した。

今回の浮遊幼生飼育では、2 回次と 4 回次がほぼ全滅した。1kl 槽では通常 50 万個体程度の収容であるが、今回は 100 万個体程度とほぼ倍であった。同様に 8kl 槽でも、生産された 3 回次は 186 万個体の収容に対し、4 回次は 400 万と 526 万で倍以上の密度であった。他回次と比べると、幼生の収容密度が高かったことが斃死の主因と考えられる。

従来の飼育でも、沈着前では 1kl 水槽では 10～20 万個体に収斂しており、シラヒゲウニでは高密度飼育は弊害があると推察される。但し 4 回次の 1kl 水槽は生育にばらつきはあるものの、1 ヶ月後でも 100 万個体が生残していた。最適密度は飼育条件に依って異なると考えられるが、何れにせよ現在の飼育条件下では、低密度飼育が無難であろう。

採苗は浮遊幼生を波板 8kl 水槽 2 槽に収容した区では、一槽は稚ウニが殆ど観察されず、別槽も、水面上からの観察では数千個体と見積もられた。8kl 水槽はナビキュラを増殖させて用いているが、ナビキュラでは変態誘起効果が弱いと推測される。

一方、幼生飼育槽内変態とした 1kl 水槽は、変態誘

因には主にアオサを使用した為、ナビキュラよりは増えてはいるが、変態稚ウニ数は前述の通り少ない。

槽内変態の 8kl 水槽は昨年度に変態率の高かったアオサ+ナビキュラで時間をかけ変態を誘起した。直接の変態数は計数していないが、3 回次の稚ウニの殆どがこの水槽からのものであることを考え合わせると、かなり高かったものと予想される。

5 リットル柄付きビーカーでの変態試験は、アオサ入りが 92 個体がほぼ稚ウニ状態で、2 個体が管足の出た幼生であるのに対し、アオサ無しは稚ウニ、管足個体共に観られず、アオサの変態誘因効果は明らかであった。これに示されるように、変態には内因性要素と外因性要素が必要であるが、今年度は全般的に変態率が低かったため、変態誘因物質の欠如などの外因性要素ばかりでなく、内因性要素の不足も考えられる。

飼育容器に関しては、これまでは 0.5kl や 1kl 水槽で、8kl の大型容器での生産は今回が初めてである。大型槽の使用は、一槽当たりの生産数の増大と飼育作業の効率化・簡素化を試みたものである。今回の 4 回次は全滅したが、1kl 水槽でも同様であり、その原因は水槽の大きさによるものではない。今後、より大型な水槽での生産も可能と考えられ、飼育槽の数を少なくすることで、自動給餌等、幼生飼育のシステム化も行い易いと考えられる。また FRP 槽をベニヤ板で覆ったもので、従来の様に特には暗室は必要とせず、生産の場の拡大が見込まれる。

表2 生産概要

回次	収容日	水槽	収容数(万)	餌濃度(干/ml)	水温(°C)	経過	備考
1	7月1日	1kl 4槽	15	1.5-33.0	25.2-29.4	8/17、7.8万→8kl	廃棄
2	9月7日	1kl 8槽	810	2.0-5.0	25.7-28.5	16-17日目、急減	廃棄
		0.5kl 4槽	240	4.0-10.0	//	//	廃棄
3	10月3日	1kl 10槽	529	2.0-4.5	24.0-28.5	殻径1-10mm	
		8kl 1槽	186	1.0-4.8	//	約6万生残	
4	12月7日	1kl 1槽	150	2.0-5.0	19.8-23.0	30日目、100万生残	廃棄
		8kl 2槽	926	1.5-3.5	//	27-30日目、急減	廃棄

**餌料培養:** 今年度は総じてキートの培養が不調で、特に 3 回次は、同時に用いた 14 個の 30 リットル槽で多いときには 12 個が途中で落ち使用不能であった。そ

の為、静置保存中の *Chaetoceros calcitrance* を培養し使用すると共に、*Chaetoceros gracilis* を寒天培地で二度再分離し使用した。再分離後の培養状態はやや改

善されたが、1～2ヶ月間の培養維持には至っていない。

培養不調の原因は不明であるが、一部のキートにはアメーバー状生物の混入が見られた。但しアメーバー状生物の混入でのキートの減少は緩やかで、キートの培養不調の直接の原因とは考えられない。また同生物の混入したキートをそのままウニ幼生に投餌したがその為と思われる悪影響は見られず、むしろそれらを用いた3回次がウニの生残は高かった。純粋な藻類単独よりも、若干動物質が混じた方が良い可能性がある。

今後珪藻の再分離を進めると共に、餌料藻の探索を行い、複数種の餌料藻を準備し、培養を安定させることが必要と思われる。

### 3) 稚ウニ養成

表3に稚ウニ養成の概略を示した。1回次の稚ウニ7.8万個体を収容した8kl水槽No.8は、11月には3千個体が生残していたが、1月12日に少量のアオサを、1月15日にやや多めのアオサを投入した処、17日に大量死が生じ、ほぼ全滅した。

3回次の種苗生産で、稚ウニ5.8万個を移した、8kl水槽No.2と3は、稚ウニ収容前に換水したところ、珪藻が著しく減少したので、ウニ収容前の11月21日に、前出の硝酸カリ組成肥料100g相当を添加し、止水通気とした。稚ウニ収容後も同状態で珪藻の増殖を図っていたが、27日には稚ウニが全滅した。

肥料分の悪影響も考えられるが、予め飼育水をピーカーに取り、室内でテストした稚ウニには変調は認められ無かった。また22日に収容した水槽は24日の夕刻まで異常は認められず、直接の肥料分の影響は考え難い。

一方、ピーカーでテストした幼生飼育室は薄暗く、8kl水槽の設置場所は約60%遮光で、25・26の両日は晴天であった。恐らくは明るさに、肥料分が加わり、珪藻が急激に増殖し、水質に何らかの悪影響を及ぼした可能性が高い。

同様に元槽の8kl水槽No.9、10や、分槽した8kl水槽No.2・3・4・13槽は1月4日から22日にかけて、干出防止に池内培養のアオノリを主体にヒジキやホンダワラ類を少量投餌したところ、23日から大量に死亡した。これらの、表面からの計数での生残数を表-3に纏めた。波板入り水槽の計数は誤差が大きいが、生残数は収容

時の20～30%程度で、殻径2～30mmで総計3万個体程度と推計された。

死亡原因は今のところ不明である。1月4日に飼育水を濾過海水から生海水に変えたが、生海水はかなり泥が含まれていた。その悪影響も考えられるが、8kl水槽No.8でもアオサの多量投入までは異常が見られず、泥が主因とは考えられない。アオサの投餌ではこれまでもしばしば大量死が生じており、アオサの投餌が原因となった可能性が高い。

一方、アオノリ類ではこれまで、その為と考えられる死亡は観察されていない。また今回使用した量は、水槽の縁沿いに少量である。珪藻飼育時も大量死が生じており、或いは藻類の種類を問わず、共通した要因の可能性もある。幼生飼育もふくめて、これらの死亡には、疾病の可能性もあるが、今後の原因究明が必要である。

その原因究明の一つとして行った、大型藻投餌試験の4籠では2月13日の終了時点ではホンダワラ区、オキナワモズク区、オゴノリ区がそれぞれ17個体、冷凍保存アオサ区が20個体の生残であった。死亡個体の中には明らかに干出で死亡したものもみられ、その為、餌料による生残の差は不明であった。いずれにせよ、8kl槽で生じた急激な死亡は、今回の実験では見られなかった。

その結果をうけ、冬場に大量に入手できるものとしてモズクでの再試験をネトロンネット籠で行ったが、2週間後の終了時点で、オキナワモズクでは死亡が見られず、イトモズク、配合飼料ではそれぞれ2個体の死亡であった。この間取り扱いによる影響を避けるため、ウニの計測はしていないが、成長は明らかであった。

モズクは試験中痛みやすい傾向にあったが、養殖で大量に生産されており、収穫直後のものを使用するなど、用い方の工夫によっては、種苗の量産時の、付着珪藻から大型藻への繋ぎの餌に用いることも可能であろう。

### 4) 中間育成

今年度は、波板飼育の段階で1cm以上の大きさまで養成しており、中間育成は一部大型個体で開始した程度で、未だ殆ど行われてない。

表3 稚ウニ養成概要

收容日	8kl槽No.	ウニ状態	收容数/万	水槽状態	経過	備考
8/17	8	稚ウニ	7.8	波板直置	全滅	アサ給餌後全死
10/3	9	孵化幼生	12(分槽後)	波板無	約3千	幼生飼育より
10/30	10	後期幼生	24	波板無	約7千	9より分槽
11/1	6	後期幼生	20(8)	二重底	生残無し	1kl槽3槽より
11/2	5	後期幼生	12(6)	波板直置	1~1.5千	1kl槽2槽より
11/20	7	稚ウニ	5	二重底	約1万	1kl槽5槽アサより
11/22	3	稚ウニ	3	波板直置	11/27全滅	1kl槽5槽底より
11/24	2	稚ウニ	2.8	トリ加ネット板	11/27全滅	8klアサより
12/22-28	2	稚ウニ	1.3	波板直置	2~3千	8kl-9・10より
12/19-22	3	稚ウニ	1.3	波板直置	2~3千	8kl-9・10より
12/28-1/12	13	稚ウニ	1.1	波板直置	1~1.5千	8kl-9・10より
1/18	4	稚ウニ	0.5	波板直置	1~1.5千	8kl-9・10より