

# シラヒゲウニの種苗生産

大城信弘・本永文彦

## 1. 目的

放流技術開発研究用の放流種苗、殻径1cmの5万個体の生産。

## 2. 方法

### 1) 採卵

今年度は、いずれも誘発採卵で、野外から採取直後のウニ、或いは陸上水槽で養成したウニを用い4回の採卵を試みた。

第1回の5月26日の採卵は、天然採取ウニ23個体を用いた。採取約2時間後の収容直前に、一部の個体は卵・精子がにじみ出ており、角形500ℓ槽に止水・通気で収容し、特にはその他の刺激は加えなかった。産卵個体は別500ℓポリカーボネート槽に移し、精子を添加し産卵させた。

得られた卵はウニを取り出しそのままか、或いは分槽し、通気で孵化させた。通気は10cm間隔で径0.8mmの穴を開けた内径13mmのエンビパイプを水槽底を横断して設置し用いた(以下パイプ通気)。

第2回は7月8日～9日にかけて、天然採取ウニ37個体で行った。今回は割り出した生殖巣で懸濁刺激し、産卵個体は前回同様別槽に収容した。

第3回は10月18日に、前2回に使用したウニをその後陸上水槽で養成した28個体を用いた。今回も生殖巣部懸濁刺激を行ったが、産卵個体を別槽に移す他に、元槽で雄を取り出し、精子濃度を下げて産卵させ、その卵を60μmネットで回収する方法も併用した。

第4回は12年2月15日～16日にかけて、これまで使用したウニを引き続き養成したもの47個体、及び平成6年からの長期飼育ウニ8個体で、これまで同様に生殖巣部懸濁刺激を行った。

### 2) 種苗生産

#### (1) 浮遊幼生飼育

浮遊幼生飼育は、第一回生産は主に1kℓポリカーボネート槽9槽に、500ℓアルテミア孵化槽1槽を用いた。

幼生は当初一槽80万匹程度で収容し、底掃除を兼ねて間引き調整した。照度は日中は50～200lx程度とし、飼育水は3μm或いは10μmカートリッジフィルターで濾し、流水紫外線殺菌灯処理を行った。当初はさらに次亜塩素酸ナトリウム30PPM濃度で処理し、中和して用いた。又一部の槽は時折ストレプトマイシン硫酸塩を10～15PPM濃度で用いた。

攪拌は8槽はパイプ通気で行い、2槽は回転翼装置プラス通気を用いた。

換水はタモ網方式で水槽の外で幼生を受け、所定の量を抜き取った後、元槽に戻した。換水率は一週間後からは、概ね30～70%であったが、水槽の状況によって、時折100%換水を行った。

餌料は主に3ℓ・5ℓフラスコ或いは30ℓポリカーボネート槽で培養したChaetoceros gracilisを(以下キート)用いたが、一部の槽はDunaliera tertiolectaを(以下ドゥナリエラ)500～1000個/ℓ濃度で併用給餌した。キートは当初1000個/ℓから徐々に濃度を高め八腕後期には15000個/ℓ程度とした。但し1kℓ-1槽は取り上げ前一週間は20000～40000/ℓ濃度で添加した。

第二回生産は、1kℓ槽10槽、500ℓアルテミア孵化槽1槽を使用し1kℓ槽2槽は回転翼、他槽はパイプ通気とした。また他に500ℓの予備槽を設け、一部幼生の補充を行った。収容幼生数は一槽50万匹程度とし、飼育水は次亜塩素酸ナトリウム処理を行わず、他は前回同様である。照度は1kℓ槽は前回同様で、500ℓ槽は5000lxに達するやや明るい場所とした。

餌料はキートを主としたが、一部濃縮ナンクロロプシス、海洋酵母、生クロレラV12、ドゥナリエラの単独或いは、併用給餌の餌料価試験を行った。

第三回生産は、1kℓ槽10槽を使用し、8槽はパイプ通気、2槽は回転翼プラス通気とした。幼生は一槽50万匹を目処に収容したが、他に4kℓ槽にもストックし、生残の悪い1kℓ槽の入れ替えを行った。再収容後は換水時にストレプトマイシン硫酸塩を10PPM濃度で添加した。

餌料は主にキートを3000~40000個/ℓ濃度で投餌したが1kℓ-6は地先海水から分離した鞭毛藻を、1kℓ-7はキートにドゥナリエラを200~300個/ℓ濃度で併用給餌した。換水は不定期であるが概ね1~2日に1回、50~70%を行った。

第4回種苗生産は1kℓ槽5槽でパイプ通気でを行った。2槽は次亜塩素酸ナトリウム処理海水を中和して用い、他の2槽は0.2μmの精密濾過処理水を用いた。餌料はキートを主体に3槽はドゥナリエラを、1槽は鞭毛藻の一種を時折添加した。

## (2) 採苗

第1回生産の採苗は、1kℓ6槽は予め*Navicula ramosissima*(以下ナビキュラ)を発生させた屋外槽に、叉棘形成~管足発現個体までの発育段階をずらして、各水槽毎に収容した。

他の3槽は約200gの不稔性アオサ(以下アオサ)、及びナビキュラを少量投入し、変態を誘起し、その内の2槽はアオサ投入2日後に屋外槽へ収容し、1槽は全個体の変態終了後に屋外槽に収容した。

屋外槽は2.75kℓ(5m×1m×0.5m)FRP槽に、45cm×45cmの波板10枚組のホルダーを22個、或いは98cm×32cmの波板10枚組のホルダーを11個設置し、縦に1列或いは2列のパイプ通気を行った。

飼育は幼生が浮遊している間はネットによる換水で幼生を戻し、着底後は流水飼育とし、時折珪藻増殖用に肥料及び珪藻元種を添加した。

以後の採苗は、全て浮遊幼生飼育槽内での変態としたが、第2回は、稚ウニ及び管足で付着している幼生を屋外2.75t及び4kℓ(5m×1.2m×0.7m)FRP槽に収容した。変態誘起は一部はアオサ、2槽ではチロキシンを用いた。

第3回は、ナビキュラ及びチロキシンで変態を誘起し稚ウニを2.75kℓ槽3槽に収容した。第4回は浮遊幼生の飼育途中で廃棄した。

## (3) 中間育成

稚ウニは殻径5mm程度以上を適時波板から手で剥離し、2.75kℓ槽及び4kℓ槽に設置した1m×1m×0.5mのトリカルネット籠或いはトリカルネットで二重底とした2.75kℓ槽に収容し、主に天然生海藻を与え、流水・通気で飼育した。週に2~3回水槽底の糞や残餌を、サイホン

や全排水して掃除した。

## (4) 餌料培養

キートやナビキュラの元種は3ℓ及び5ℓのフラスコ、30ℓ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、30ℓ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、フラスコはℓ当たり硝酸カリウム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B<sub>12</sub>を1μg、ビタミンB<sub>6</sub>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を10mgの割合で用いた。30ℓ槽はこれの50%~100%濃度で、硝酸カリウムに代えて硫酸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し、30ℓ槽は次亜塩素酸ナトリウムを中和後肥料分を添加した。

ドゥナリエラや鞭毛藻の一種はフラスコで培養し、オートクレーブ処理後に、主にノリマックス前期用をℓ当たり1ℓ添加する他、前出の肥料を用いて培養した。

屋外槽でのナビキュラの培養はウニの収容前は硫酸組成の肥料を前出の20~40%濃度で使用し、珪藻の発生具合によって追加した。ウニの収容後は硝酸カリウム組成の肥料を、時折前出の5%濃度で添加した。但し屋外槽はビタミン類はB<sub>12</sub>のみで、ストレプトマイシン硫酸塩は除いた。

アオサは主に屋外4kℓ槽で、1分間1ℓ程度の微流水・通気で生産し、肥料は週に1回、硫酸200g、過磷酸石灰20g、クレワット32を20g添加した。

## 3) 出荷

剥離は直接手で行い、前もって計数したウニを、海藻をクッションにして、コンテナに収容し、無水で行った。

## 3. 結果

### 1) 採卵

採卵結果は表-1に示した。第一回採卵は7個体が産卵し、推定卵数5381万粒で500ℓ槽4槽、1t槽2槽に収容し孵化させた。孵化は産卵親を入れたままの水槽の3366万粒を収容した500ℓ一槽は孵化率約50%であったが、他はほぼ100%であった。

第2回採卵は、8日当日は1個体が僅かに放精したのみであった。9日に再度懸濁刺激し、2個体が放卵した。産卵はウニを別槽に收容するとすぐに止まり、得られた卵は600万粒と200万粒であった。600万粒は1t槽10槽に收容し、推定孵化率97%、200万粒は500ℓ1槽でほぼ100%の孵化であった。

第3回採卵は10個体余が産卵し、初めの5000万粒は500ℓ8槽で孵化させたが、残りは産卵数確認の為ウニを收容した角形500ℓでそのまま收容した。推定総産卵数は2億粒余で、孵化に用いた5000万粒はほぼ100%の孵化であった。

第4回採卵は、生殖巣部懸濁刺激を行ったが当日は放精・放卵共に観られず、換水後止水・通気で收容した。翌朝、長期飼育ウニで2450万粒の産出卵があり、500ℓ2槽に移し孵化させ、孵化率はほぼ100%であった。

## 2) 種苗生産

第一回生産概要は表-2に示した。1kℓ No.2槽は22日目に丸まり・赤化し、急激に死亡し、廃棄し、後No.1槽より分槽した。No.1槽も3日後に同様な症状となり、全換水した。次亜塩素酸ナトリウムの影響が疑われたので、以後次亜塩素酸ナトリウムの使用は中止した。500ℓアルテミア孵化槽は2週間目頃から減り始め、23日目で全滅した。No.5槽は28日目に回転翼のNo.8槽に移した。

採苗は1ℓフラスコでアオサを用い、変態具合を観ながら、又棘形成以後の各段階で波板水槽に收容した。各槽の状態は表-1に示した。No.1水槽は幼生数が5万個体となった時点で、アオサ、ナビキュラで1kℓ槽内で変態させ4.5万個体の稚ウニで波板水槽に收容した。

第二回は濃縮ナンノ区、生クロレラV12区、酵母の単独給餌区は殆ど成長が認められず、19~21日目で全滅した。ドゥナリエラ給餌区は八腕期に達する個体もあったが29日目で全滅した。これらの空いた1t槽2槽に、500ℓ予備槽より幼生を再收容し、No.4槽は22日目に生残数が10万個体程度となった時点で、500ℓアルテミア孵化槽の幼生を統合した。

採苗はNo.7を除き、33日目から1kℓ槽内にナビキュラを添加し、39日目にNo.1、2、4、10槽にアオサを100~300gをケージに入れて吊した。

9月2日にチロキシンをNo.3に15mg、No.8槽に30mg添加した。又9月3日にNo.8・No.2槽に50mg、No.7槽に100mg

添加した。No.2、No.8槽は全換水後、9月6日に再度チロキシンを50mg添加し、その後順次波板水槽に移した。

取り上げ時の状態等は表-3にしめしたが、チロキシン処理区は棘が少ない等、不完全気味な個体が多かった。

三回次の結果は表-4に示したが、殆どの水槽で全滅し、予備の4t槽から再收容した。特にNo.9槽は再收容2日目で再度全滅し、再々收容した。

その後、再收容時或いは換水時にはNo.6槽を除き、ストレプトマイシン硫酸塩を10~15PPM濃度で添加した。

No.6槽は地先海水から分離した茶褐色の鞭毛藻の一種を投与し、35日目には生残数は10万個体で僅かではあるが又棘を形成した個体が出現したが、37日目ではほぼ全滅した。

No.7槽は初回はドゥナリエラを投餌したが、14日目で急滅し、翌日には全滅した。その後4kℓ槽より幼生を補充し、キートの投餌で再飼育した。

採苗はナビキュラを11月7日に発育の進んだNo.1、7槽、11月24日にチロキシ25mgをNo.5槽に添加した。その後ナビキュラを11月29日、12月1日、12月6日に全槽に添加した。

その後12月7日に0.1モル塩化カリ溶液で剥離し、波板水槽3槽に移したが、稚ウニは全槽で約6.9万個体であった。

第四回次は1kℓ槽4槽で、各槽90万個体の幼生を收容したが、途中通気が弱まり、一槽が無通気状態となり3月9日に全滅した。

その後4月8日の時点で飼育を中止したが、全槽で52万個体の生残で、その内又棘個体が4.6万個体あり、一部稚ウニへの変態が始まっていた。この間水温は15.8℃~22.5℃で、殆どは20℃以下であった。

屋外の稚ウニ飼育では、9月22日~23日にかけて台風18号が来襲し、数日間飼育水の濁りが取れず、その後急激に死亡した。順次全排水し飼育槽の底掃除を行ったが、厚い所では泥が1cm余も堆積していた。

その内、死に殻の最も多い槽を2mm目で篩い殻を計数した処、約2.5万個と推計された。殻は崩れて計数不能なもの、池内に残ったもの、篩から落ちた小型なもの多数あり実数はその倍以上はあると見積もられた。

中間育成では、一回次は8月23日~9月24日の間に5.2万個体を順次波板より剥離し、その後9月10日に殻

径17.6mm平均を15270個体、10月12日に23.9mmを19000個体、11月18日に23.9mmを2600個体、計36870個体を出荷した。この間の波板剥離からの生残率は70.9%であった。

二回次は9月27日～12月4日の間に、計5.5万個を剥離し、11月18日に殻径23.9mmを13810個体、12月24日に20mmを5040個体出荷し、剥離からの生残率は34%であった。

この間流れ藻が渚に打ち上がったホンダワラ類や、不稔性アナアオサを投餌した籠ではウニの大量死が生じた。特に5000個体収容の1m×1m籠から2.5m×1mの二重底に10月21日に移した事例で、前出のホンダワラを投餌した処、翌日には半数程度が死亡した。

三回次は、波板飼育での稚ウニの生残が少なく、途中で飼育を中止した。

#### 4. 考察

##### 採卵

今年度は、これまでと種々手法を変えて行った。まず採卵は、種苗生産に卵質の影響が無いかを観る為、採卵は全て誘発で行った。これまでも誘発採卵は行われているが、種苗生産に用いられた例は少ない。

しかし今年度の結果から見る限りでは、従来の切り出し・KCL刺激法で得た卵と大差は無い。これは種苗生産はその他の多くの要素が関係している事に依ろう。すなわち、切り出し・KCL刺激法でも受精率、孵化率等をチェックし質的に十分な卵が得られている為と考えられる。

採卵を誘発で行うか、切り出し・KCL刺激法で行うかは作業性に拘わる。切り出し・KCL刺激法では作業時間がほぼ確定しているのに対し、誘発では採卵されない場合もある。

但し誘発でも予め数個体を割り出し、生殖巣の発達具合を確認すれば、採卵されるかどうかの予想は容易である。

卵が得られた後には切り出し・KCL刺激法では、数回の洗卵作業が行われるが、誘発卵では一回か、場合によっては無くてもよく、かなり作業が簡素化される。

また誘発卵は孵化率が高く、1個体当たりの産卵数も千万個台が殆どであり、切り出し・KCL刺激法での卵が

選別廃棄されるのと比べ、かなり良質で安定しているものと考えられる。

誘発では同一個体を繰り返し使用する事が出来、今後の育種等にも利用されよう。

##### 洗卵・孵化

これまでは、採卵法との関連もあり、卵は暫くはバットで静置・換水作業を数回行い、その後500ℓ槽に移し、時折人力による攪拌或いは微通気又は微通気プラス回転翼攪拌による孵化を行っていた。

今回はネットによる洗卵・分槽のみで、最初から通気による攪拌であったが、孵化率も高く、特に悪影響は観られなかった。この事により、採卵後の作業・待ち時間が大幅に減り、洗卵・孵化作業がかなり簡素化された。

##### 浮遊幼生飼育

今年度は使用可能な回転翼装置が2基のみで、他は通気に依る攪拌とした。その際に攪拌効率を高める為、水槽底を横切つてのパイプ通気とした。

結果は現在行っている、1kℓ槽一槽当たり10万個体程度の変態稚ウニ数であれば、通気による生産でも行いうる事が示された。但し幼生飼育には種々の要因が絡まり、通気のみの影響を抽出するのは困難である。今回は幼生が沈殿しない出来るだけ弱い通気とした。その為、他でのエアの使用状況に因って通気が止まったり、或いは逆に急激に強くなる場合があった。

その為と思われる死亡も観られ、最適な通気・攪拌量は不明で、今後の課題であるが、今の所攪拌条件からは幼生を水槽底に沈めてはいけない事が推察される。但し、幼生の沈殿は、幼生の活力が落ちたから沈殿したのか、沈殿した為活力が落ちたのかは明らかでは無い。おそらくは両方が共に生じているのであろうが、幼生の沈殿が本来の状態とは考え難い。何れにせよ、通気は他に左右されない、独立したシステムが安全であろう。

餌料試験では、海洋酵母、生クロレラV12、濃縮ナンノクロロブシスでは成長は殆ど観られず、ドゥナリエラ、鞭毛藻の一種では数は少ないものの八腕期に達するものもあった。

これらは予備的な試験で、餌料濃度等最適な条件下で行われたものではない。しかし前三種は殆ど成長が観られないことから、餌料の過不足では無く、栄養価に

依るものと考えられる。

ドゥナリエラ、鞭毛藻の一種では投餌濃度等は今後の課題である。特に今回の鞭毛藻は地先海水から分離したもので、常時遊泳する種でなく攪拌が弱いと水槽底に沈殿した。その為、給餌量が充分であったか疑問である。

但し両種とも、八腕期に達した個体数は少なく、又棘形成に到ったのは鞭毛藻の一種で僅かであり、キートより餌料価が劣るのは明らかである。ドゥナリエラの給餌では、キートと比べ幼生の腕が明らかに太くなり栄養成分の違いが推測される。このことから、これらは単独給餌では無理があるが、キートとの併用で栄養素の補填の可能性は高い。特にキートを十分に摂食・消化出来るまでの初期には有効であろう。

第3回の種苗生産はキートの高濃度餌料を試験したが、殆ど生産されなかった。過去5年間の生産概要を表に示したが、れまでも投餌濃度が2万細胞/ℓに達した平成10年度等では、殆ど生産されて無く、高濃度給餌は弊害があると考えられる。勿論表は細かな給餌密度試験等を行ったものでは無く概括的あるが、全体的な傾向を見るには十分であろう。高密度給餌の弊害の原因は今の処不明であるが、八腕期に10万細胞程度の高密度に給餌すると、チロキシン処理と同様な、棘が退縮し赤く丸まる現象が生じる。この事からは体内ホルモン等に影響しそのバランスを崩している可能性が示唆される。

勿論、給餌密度は幼生の密度、発育段階、水温、換水率、照度等で異なり、一概には言えない。しかし、平成8年度に最高密度6千細胞の給餌でも57.7%とこれまでの最高率で八腕後期幼生に達している。一方2万細胞に達した10年度はかなり生残が悪く、その他の要因が絡むとしても、これらのことから、現在の一槽当たり10～20万個体の八腕後期幼生で、換水率50%、暗所飼育の条件下では、キートの給餌密度は八腕後半でも1.5万細胞程度に抑える方が無難であろう。

第4回は低水温期の飼育を試みたが、飼育が長期に及び途中で中止した。但し成長は遅いとは言え又棘形成も行われており、この水温範囲内では水温が直接生死に拘わる要因とは考えられない。今後幼生の飼育技術が向上すれば、当地では冬季の常温飼育も可能で

あろう。しかし作業上は高水温期が飼育期間も短く効率的である。

### 採苗

これまでの採苗は不安定で、チロキシンや塩化カリウムの使用で対応されてきた。これらには幼生の発育ステージとの絡みが無いかを再度チェックする為、第一回生産は又棘形成～稚ウニまで発育ステージを違えて屋外槽に収容した。

屋外槽はナビキュラを発生させてもちいたが、表-2に示されるように又棘形成個体のみの区は殆ど取り上げに至らなかった。表-2は直接に変態稚ウニ数は計数されてないが、取り上げ数でも代用され、目視観察でも同様な傾向であった。

稚ウニへの変態はウニ原器の発達を目安にしているが、表-2の1k ℓ No.6の様に、ウニ原器が十分に形成されていると考えられる管足が外に飛び出た区でも得られたウニは僅かである。変態には適期があり、ウニ幼生が過齡的状态となり、変態し得ずに死亡した可能性もある。

一方でこれはナビキュラでの変態誘因力が弱い可能性もあるが、屋外槽への収容前に1ℓビーカーを用いアオサでの変態率をチェックしており、その時点でもほぼ同様であった。稚ウニへの変態は表-3の1k ℓ -9・10の例に示される様にチロキシンで著しく改善されていることから、変態ホルモン等の蓄積不足が考えられる。但し、今回のチロキシン処理区はその後の取り上げ数は僅かであった。

これまでもチロキシンや塩化カリ処理では多数の稚ウニが得られているが、その割には最終取り上げ数は少ない。稚ウニ飼育にも様々な要因が絡まり、一概には言えないが、強制的な変態で十分に発達していない稚ウニが含まれている可能性が高い。

表-2の1k ℓ -9は槽内で一週間をかけ、アオサとナビキュラでの変態を試みたが、5万個体の八腕後期幼生から4.5万個体の稚ウニが得られ、殻径5mm以上で1.8万個体を取り上げ、方法に依っては薬品に依らずとも十分に生産されることが示された。

これらからすると稚ウニへの変態は適期に限られ変態ホルモンの充実と共に、変態を誘起する物質がセットになって効果を発揮すると考えられる。

今回の2回次からは、全て幼生飼育槽内での変態と

した。幼生の発育が巧く同調し、一斉に変態し得る場合は従来の変態直前幼生を屋外・採苗槽に収容する方法で十分であるが、幼生の発育差が大きい場合には今回の様に幼生飼育槽内での変態等、発育差を考慮した手法が必要であろう。

#### 中間育成

中間育成はネトロンネット籠や二重底水槽で生海藻を投餌して行った。育成中時折大量死が生じた。大量死は飼育籠に多量に海藻が入っている場合、及び水槽底に著しく残餌や排泄物が堆積している場合に多い。海藻では痛んだ海藻やアオサを投餌したときに死亡が多い。

これらの現象から海藻が多過ぎて、籠内の水通しが悪くなり、酸欠を招いた可能性が高く、特にアオサはその形状から水通しを妨げやすいと考えられる。

しかし時には海藻密度が低くても死亡する場合があります、特にアオサで目立つ傾向にある。アオサではトゲ抜け症が知られており、アオサの毒性に依るものと考えられ、その使用方法の検討が必要である。

表-5に過去5年間の生産結果概要を示した。第一回剥離後に、再度稚ウニ飼育槽に戻すものや、中間育成まで一貫して同じ水槽で行ったものもあり、一概に比較は出来ないが、中間育成での生残率は概ね22%~78%である。

今年度は全て直接手による剥離としたが、その後の生残率が最も高かったのは塩化カリによる剥離が行われた9年度である。しかし今年度の手による剥離は、8年の塩化カリの剥離より生残率は高く、このことから剥離手法よりもウニのサイズや中間育成の管理等の影響が大きいと考えられる。但し今年度は手による剥離でも水槽内から直接軽く剥離される個体のみを回収した。

また、生残率が低いのは前出の大量斃死が生じたときで、剥離の影響が主因とは考え難い。大量死はほぼ毎年度観られ7年度には、81,540個体を中間育成中、アオサを給餌した1槽が全滅し、最終取り上げは21,000個に止まり、10年度には出荷用に取り上げ、一時ストックした籠で2~3日で大量斃死が起こり1.5万個体から5千個体余に減じる等が生じている。今年度も前述の通りである。

これらの原因の一つとして餌料藻、飼育方法の他に

疾病も疑われるが、これまでの処、本県では幼生飼育時を含め、疾病については調べられてない。しかし今の所、疾病を前提に対策する事が必要である。今年度も一部マイシンやエルバージュを使用した但其の効果は不明であった。

これまでの試験結果では、中間育成の餌料藻としてはヒジキが最も優れているが、生産期が冬場の一時期に限られ、生産量も極めて少ない。次いでホンダワラ類が挙げられるが、季節により生産量にむらがあり供給出来ないことも多い。又現在のウニ生産数でもそれに供給する海草類の入手に難があり、今後のウニ量産を賄う程の生育は望めない。また配合餌料の使用も可能であるが、頻繁な水槽掃除が必要となり、餌料コストも高い。これらの打開策の一つとして、稚ウニ飼育槽でそのまま放流サイズまで養成することが考えられる。

稚ウニ飼育槽で引き続き養成した9年度の4k ℓ 槽(6 m<sup>2</sup>)7槽では、殻径9.3mmで4.38万個体を取り上げ、生産密度は0.5~3.8千個体/m<sup>2</sup>で平均1.3千個体/m<sup>2</sup>であった。これからすると、殻径10mmであれば、飼育密度を千個体/m<sup>2</sup>程度に下げることにより、槽内で発生する餌料に少量の追加を行うだけでも生産は可能と思われる。

出荷は、無水で海藻と共に行ったが、特に悪影響は認められなかった。しかし出来るだけ平面的な収容とした為、かなり多くの容器を要したので、今後本格的な大量輸送にはさらに工夫が必要である。

#### 5. 参考文献

- 仲盛 淳・大城信弘 1997. シラヒゲウニの種苗量産。平成7年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 p23~28
- 仲盛 淳・大城信弘 1998. シラヒゲウニの種苗量産。平成8年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 p17~21
- 仲盛 淳・他 1999. シラヒゲウニの種苗量産。平成9年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書p14~20
- 島袋新功・石垣 新 2000. シラヒゲウニの種苗量産。平成10年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 p23~25
- 仲盛 淳 1999. シラヒゲウニ。平成7~9年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書p沖1~沖23

表-1 採卵概要

回次	誘発日 年月日	使用ウニ	ウニ数	産卵雌	採卵数 万粒	使用卵数 万粒	受精率 %	洗卵	孵化法	孵化数 万個	孵化率 %
1	11/5/21	天然	23	3	5381	1609	100	ネット	パイプ 通気	1609	100
2	11/7/9	天然	37	2	800	800	100	ネット	パイプ 通気	782	98
3	11/10/18	1、2回次 使 用ウニ	27	14?	21944	5000	100	ネット	パイプ 通気	5000	100
4	12/2/16	人工種苗 6年2月3日	8	2+	4450	450	100	ネット	パイプ 通気	450	100

表-2 一回次幼生飼育概要

水槽	1t-8	1t-7	1t-6	1t-9	1t-2	1t-5	1t-3	1t-4	1t-1	5007
収容日	5/23	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
収容数/万	74	85	53	69	74	53	75	58	56	52
飼育法	回転	パイプ	パイプ	パイプ	回転	パイプ	パイプ	パイプ	パイプ	パイプ
餌料 *	Ch	Ch	Ch+Du	Ch	Ch+Du	Ch	Ch+Du	Ch	Ch+Du	Ch
Ch餌料濃度	1-15千	1-15千	1-15千	1-15千	1-15千	1-15千	1-15千	1-15千	1-40千	2-18千
殺菌剤					マイシン				マイシン	エルパーージュ
経過					廃棄 再収容				2に分槽	6/14廃棄
取上日	6/18	6/21	6/22	6/23	6/23	6/24	7/4	7/4	7/9	
全取上数/万	9.8	10	22	20.3	20.1	15	25	15	4.5	
叉棘個体/万	8.7	10	6	13.3	12.3	8	11	8	5	
状態	2万個体 変態可	底に変 態中多	底に変 態中多	管足 8.6万	叉棘個 体のみ	管足4 万	一部稚 ウニ	一部稚 ウニ	全 稚 ウニ	
屋外槽	2.7-15	2.7-14	2.7-13	2.7-12	2.7-8	2.7-6	2.7-7	2.7-9	2.7-5	
取上日	8/23-26	8/27- 9/16	8/27- 9/7	8/27- 9/20		8/24- 9/3	9/8	8/27- 9/20	8/24- 9/21	
取上数/万	11488	3948	1897	5672	0	110	3335	7514	18105	

\*Ch:Chaetoceros gracilis Du:dunaliella tertiolecta

表-3 二回次幼生飼育概要

水槽	1t-1	1t-2	1t-3	1t-4	1t-5	1t-6	1t-7	1t-8	1t-9**	1t-10	7、8、9
収容日	7/9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	
収容数/万	60	60	60	80	60	40	60	80	60	80	60+
飼育法	パイプ	回転+	パイプ	パイプ	パイプ	パイプ	パイプ	回転+	パイプ	パイプ	
餌料 *	Ch+Du	Ch+Du	Ch+Du	Ch + ナン	Ch+ 酵母	Du	濃縮 ナン	生クロレ ラV12	海洋 酵母	Ch	Ch
餌料濃度 千/mL	Ch4-20 Du0.5-2	8-24 0.5-2	4-40 0.5	4-30 10-20ml	8-20 2-6g	1.5-6	10-30 ml	10-30 ml	4-6g	4-24	
経過				7/30追 加30万		8/6 廃棄	7/29 廃棄	7/26 廃棄	7/28 廃棄		浮遊幼生 を統合
取上日	8/27	8/17	9/10	8/27	8/27				8/27	8/18	9/10
取上数/万	16.8	8.6	17.6	2.8	0.8				1.5	15	13.7
状態	稚ウニ 6.4万	稚ウニ 管足 半々	殆ど 稚ウニ	稚ウニ 0.7万	殆ど 管足				稚ウニ 1万	殆ど 稚ウニ	殆ど 稚ウニ
屋外槽	2.7t-11 4t-3	2.7t-8 2.7t-2	4t-6	4t-2	2.7t-4				2.7t-4	2.7t-3 2.7t-6	4t-7
取上日	10/9- 11/17	9/27- 12/4	11/19	11/17	11/9- 11/15				11/9- 11/15	9/27- 12/4	11/19
取上数	3736+ 2978	5383+ 15740	400	363	4582 1t-9含				4582 1t-5含	10181+ 11796	240

\*Ch:Chaetoceros gracilis Du:dunaliella tertiolecta \*\*1t-9は2より8月17日再収容

表-4 三回次幼生飼育概要

水槽	1t-1	1t-2	1t-3	1t-4	1t-5	1t-6	1t-7	1t-8	1t-9	1t-10	予備4t
収容日	10/19	10/20	10/19	10/19	10/19	10/19	10/19	10/19	10/19	10/19	10/21
再収容日	11/6	11/2	11/2	11/23	11/14		11/7	10/28	11/7-9	11/4	
初収容数/万	60	130	60	50	50	60	60	60	60	60	800
飼育法	パイプ	回転+	パイプ	パイプ	パイプ	パイプ	パイプ	回転+	パイプ	パイプ	パイプ
餌料 *	Ch	Ch	Ch	Ch	Ch	鞭毛藻	Ch+Du	Ch	Ch	Ch	Ch
餌料濃度 千/ml (再収容)	6-22.5 (7-30)	4-11.2 (7-15)	4-11.2 (7-15)	4-11.2 (7-15)	4-11.5 (7-18)	4-12	4-11.2 (7-15)	4-11.2 (7-15)	4-11.2 (7-15)	4-11.2 (7-15)	6.2-9
殺菌剤	マイシン	マイシン	マイシン	マイシン	マイシン		マイシン	マイシン	マイシン	マイシン	
経過	再収容	再収容	再収容	再収容	再収容		再収容	再収容	再収容	再収容	各槽へ
取上日		12/7		12/7	12/7		12/7	12/7	12/7	12/7	
取上数	0	11800	0	500	4100	7 0	2000	6800	900	45000	
状態		稚ウニ		稚ウニ	50%稚ウニ		稚ウニ	稚ウニ	稚ウニ	稚ウニ	



表-5 種苗生産結果(平成7年~11年)

年 度	7	8	9	10	11 *
幼生飼育方法	回転翼	回転翼	回転翼	回転翼 エアストーン	パイプ通気 一部回転翼
① 幼生数・万	1256	679(1138)	464(700)	4000	2200
② 八腕後期・万	108	324	153	54	166
③ 稚ウニ・万	95	43.2	137	-	69.7
変態誘発法	塩化カリ	塩化カリ チロキシン	塩化カリ	一部塩化カリ	一部海藻 一部チロキシン
④ 第一回剥離・万	11.5	17.1	9.9	1.2	10.7
⑤ 取り上げ数・万	3.76	6.35	7.72	0.27	5.57
後期幼生率					
②/①%	8.5	47.7(28.4)	32.9(21.8)	1.3	7.5
稚ウニ変態率					
③/②%	87.9	13.3	89.5	-	41.9
第1回剥離率					
④/③%	12.1	39.5	7.2	-	15.3
最終取り上げ率					
⑤/①%	0.29	0.93(0.55)	1.66(1.1)	0.006	0.25

( )内は密度調整前

\* 11年度は1・2回次のみ

表-6 幼生飼育概要

年度	回次	開始日 月/日	使用水槽	幼生数 万/槽	飼育法	室温 ℃	餌料 *	投餌量 千/mL	換水法	換水率
7	1	7/11	0.5t2槽 1t1槽	21,36 22	回転翼	常温 25~27	濃縮キート	1~15	ストレーナー	2~3日毎 50~100%
	2	8/22	1t10槽	30~40	回転翼	25~27	濃縮キート	1~15	ストレーナー	毎日 20~40%
	3	12/6	1t10槽	20~100	回転翼	25~27	濃縮キート	1~15	ストレーナー	毎日 20~40%
8	1	7/18	1t10槽	20~57	回転翼	常温	キート	1~6	タモ方式	2~3日毎 40%
	2	11/29	1t4槽	40~80	回転翼	常温	キート	1~10	タモ方式	2~3日毎 40%
9	1	8/6	1t10槽	35~75	回転翼	常温	キート	1~10	タモ方式	2日毎 40~50%
10	1	6/23	1t10槽	135	3個 回転翼	常温	キート	1~20	タモ方式	2~3日毎 40~50%
	2	8/28	1t7槽	90	2個 回転翼	常温	キート	1~20	タモ方式	2~3日毎 40~50%
	3	9/2	1t7槽	48	3個 回転翼	常温	キート	1~20	タモ方式	2~3日毎 40~50%
	4	10/15	1t8槽 アルテミア槽2	103	4個 回転翼	常温	キート	1~20	タモ方式	2~3日毎 40~50%
	5	11/10	1t4槽	76	2個 回転翼	常温	キート	1~20	タモ方式	2~3日毎 40~50%
	6	2/5	1t3槽 アルテミア槽2	70	3個 回転翼	常温	キート	1~20	タモ方式	2~3日毎 40~50%
11	1	5/23	1t9槽	66~106	2個 回転翼	常温	キート 一部ドウナ	1~10	タモ方式	主に2日毎 50%
	2	7/10	1t6槽 0.5t4槽	60~80	2個 回転翼	常温	キート 一部ドウナ	2~20	タモ方式	主に2日毎 50%
	3	10/19	1t20槽	40~80	2個 回転翼	常温	キート 一部ドウナ	6~45	タモ方式	主に2日毎 50%
年度	回次	開始日 月/日	遮光	変態誘発	飼育日数	幼生数 万個体	八腕後期 万個体	後期率 %	稚ウニ数 万個体	採苗率 %
7	1	7/11	晴天5万lx	塩化カリ	23~31	179	6.4	3.5	3.2	50
	2	8/22	50lx以下	塩化カリ	25~30	306	104.3	34	91.8	88
	3	12/6	50lx以下		14~20	771	0	0		
8	1	7/18	50lx以下	塩化カリ チロキシン	29~30	459	265.3	57.7	28.4	10.7
	2	11/29	50lx以下	塩化カリ チロキシン	32	220	59	26.8	1.1	1.8
9	1	8/6	50lx以下	塩化カリ	34~38	463	152.7	32.9	137	89.7
10	1	6/23	50lx以下		28	1350	9	0.6	—	—
	2	8/28	50lx以下		29	1350	9	1.4	—	—
	3	9/2	50lx以下		28	336	18	5.3	—	—
	4	10/15	50lx以下		40	1030	12	1.1	—	—
	5	11/10	50lx以下		43	304	4	1.3	—	—
	6	2/5	50lx以下		49	350	0.1	0.02	—	—
11	1	5/23	20~200lx	一部・海藻	27~48	597	81.8	13.6	—	—
	2	7/10	20~200lx	一部・海藻 チロキシン	39~63	560	77.1	13.7	50+	64.8+
	3	10/19	20~200lx	一部 チロキシン	50	1043	—	—	7	—

\* キート: *Chaetoceros gracilis* ドウナ: *Dunaliella tertiolecta*