

# シラヒゲウニの種苗生産

仲盛 淳\*1・大城信弘・玉城義史\*2

## 1. 目的

放流技術開発事業の適性種苗開発として、シラヒゲウニの放流用種苗(平均殻径10mm)を5万個体生産することを目標として種苗生産を行った。

これまでホンダワラ類やヒジキ類を餌料とした中間育成では良好な結果を得てきた。しかし、中間育成でも同一水槽を大部分使用する為、効率的な種苗生産が行えないこと、天然餌料に依存しているため、年によって十分量の確保や、天候不良から海藻採集できず餌料不足になったことがあった。また、1月から2月頃は適当な餌料藻類の生育量が減少しているため、中間育成を行うのが困難であった。

そこで、今年度は中間育成方法についても検討した。

## 2. 材料と方法

### 1) 採卵と孵化

**親ウニ** 平成9年7月中旬に当栽培漁業センター地先で採集し、屋外水槽(8.0×1.0×1.0m)内のポリエチレン製の籠(52×77×40cm、目合10mm)に収容後、ホンダワラ類を与えて飼育した。

**採卵** 親ウニを1個体ずつ口器除去およびKCl刺激を与え十分な量の卵が得られるまで行った。採卵容器には1ℓビーカーを使用した。得られた卵は洗卵で余分なKCl溶液を流し去り媒精に使用した。

洗卵は図1に示すような形で50μネットを30ℓハンライトにセットし、約10分間行った。ネットの上部は撥水性の布地で水面近くの卵が干出したり、一ヶ所に集まらない様に常に回転しているようにした。なお、この方法は浮遊幼生の飼育水槽の換水や採苗の時にも使用した。流量量は概ね20ℓ/分までとした。

**媒精** 洗卵の間、割り出した雄の生殖腺部よりしみ出した精子を $3 \times 10^8$  cells/ml程度に希釈して使用した。媒精は流水にした洗卵ネットの中に精子を滴下して行った。精子は内径4mmのシリコンチューブより1秒間に1~2滴程落ちるようにローラークランプで調整し、受精率に変化が生じなくなった時点で媒精を終了した。その後、約10分間の流水で余分な精子を流し去った。

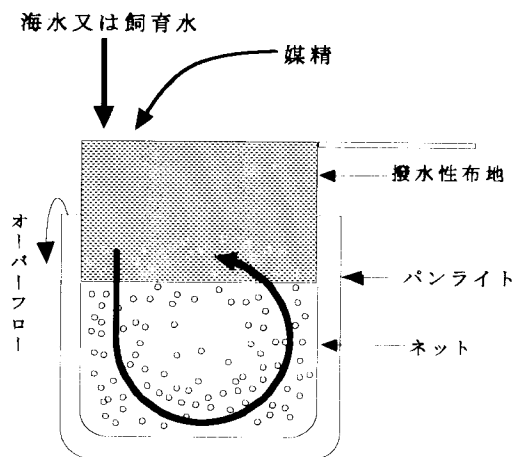


図1 洗卵・媒精及び換水ネット

**孵化** 受精卵は手付ビーカーですくい取り、浮遊幼生飼育室の回転飼育装置付き1tポリカーボネート水槽に収容し、微通気と回転飼育装置による攪拌を行い孵化を待った。翌日、孵化を確認し回転翼を止め無通気にし、孵化幼生を幼生飼育水槽へと分槽した。

### 2) 浮遊幼生飼育

**飼育水槽** 50lux以下の暗室内に回転飼育装置を取り付けたポリカーボネート製の1t円形水槽を10水槽設置し使用した。

**幼生の収容** 孵化幼生数の計数後、手付ビーカーですくい取り、各水槽当たり約70万個体を目処に収容した。その後、換水もかね日令6迄に40万個体程度にな

\*1 現在の所属:水産試験場八重山支場

\*2 現在の所属:農業試験場園芸支場(野菜研究室)

るよう密度調整を行った。

回転飼育装置の使用は幼生収容直後から行いエアーストーンにより水槽中心部から微通気を行った。

**餌料培養及び給餌** 餌料には *Chaetoceros gracilis* (以下、Ch.g)を使用し、表1に示す培地を用い培養した。給餌は日令2から開始し、日令10までの期間は0.1~0.3万cells/ml程度に抑え、その後、徐々に増やし、日令20以降は1.0万cells/mlまでとした。給餌密度は幼生を観察し、胃腔内のCh.gがわずかな場合は前日より

0.1万cells/ml増加させ、充滿している場合は前日と同量を与えた。

**換水** 換水はサイフォンに流量を調整できるように内径20mmのボールバルブを取り付けたホースで飼育水を抜き取り図1の方法で浮遊幼生を濾し取った。換水ネットには6腕期幼生迄は50 $\mu$  ネットで、8腕期幼生以降は100 $\mu$  ネットを使用した。換水率は40~50%で概ね二日毎に行った。

表1 餌料藻類の培養液組成

平底フラスコ用 (1 $\ell$ ・3 $\ell$ ・5 $\ell$ )	30 $\ell$ ポリカーボネイト水槽 200 $\ell$ アルテミア孵化槽	拡大培養 4t波板飼育水槽(有効水量3.5t)
<b>A液</b> 蒸留水 1000ml KNO <sub>3</sub> 72g KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 4.5g Na <sub>2</sub> -グリセロリン酸 10.5g Fe-EDTA 3.6g	<b>A液</b> 蒸留水 1000ml (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (農業用) 100g Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ・10H <sub>2</sub> O 18g クレワット32 18g	<b>A液</b> 水道水 70 $\ell$ (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (農業用) 7kg Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ・10H <sub>2</sub> O 1.3kg クレワット32 1.3kg
<b>B液</b> 蒸留水 1000ml Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ・9H <sub>2</sub> O 30g	<b>B液</b> 蒸留水 1000ml Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ・9H <sub>2</sub> O 90g ビタミンB <sub>12</sub> 2mg	<b>B液</b> 水道水 70 $\ell$ Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ・9H <sub>2</sub> O 6.3kg
<b>C液</b> 蒸留水 1000ml ビタミンB <sub>12</sub> 2mg ビオチン 1mg チアミンHCl 100mg	<b>C液</b> リマックス(前期用)	<b>C液</b> リマックス(前期用)
培養用海水1 $\ell$ に対しA、B、C液を1ml添加。	培養用海水1 $\ell$ に対しA、B液を1ml添加、C液を0.5ml添加。	一水槽当たりA、B液を3.5 $\ell$ 、C液を500ml添加。

### 3) 採苗・稚ウニ飼育

**飼育水槽** FRP製屋外4t水槽(5.0 $\times$ 1.2 $\times$ 0.85m)に透明のポリカーボネートまたは塩ビ製の波板(45 $\times$ 45cm)、20枚を1組としたホルダー20組を並べユスリカの侵入防止と光量調節のため防虫ネットと80%の遮光ネットをかけ使用した。浮遊幼生飼育の日令15頃から表1の培地と共に *Navicula ramosissima*(以下、Na.r)を止水、微通気で拡大培養を行った。幼生収容の前日には肥料成分を流し去るため全換水を行い採苗に使用し、稚ウニ着底後は2 $\ell$ /分程度の流水と微通気で飼育した。

**幼生収容** 浮遊幼生の70%以上が体外部に叉棘を出し、ウニ原基の発達が確認された浮遊幼生飼育水槽から50~60個体の浮遊幼生を100mM濃度のKCl溶液に5分間浸漬後、あらかじめNa.rを繁殖させた時計

皿(直径10mm)に収容し、24時間後の稚ウニ変態率を求めた。求めた変態率より水槽毎の着底可能な稚ウニ数を算出し、稚ウニ変態率が60%以上、または着底可能な稚ウニ数が10~20万個体になるのを日処に採苗を行った。

採苗は水槽内の幼生を全て100 $\mu$  ネットで濾し取り、100mM濃度のKCl溶液に5分間浸漬処理後、止水にした採苗水槽へ収容した。収容直後は幼生が均一に分散するように数分間の通気後、翌日まで静置した。

**餌料及び肥料添加** 稚ウニ着底後は1~2週間を日処に表2の栄養塩を添加し約一週間は注水量を半分とした。餌料不足と思われる水槽には表1の培地を用い3 $\ell$ フラスコ、30 $\ell$ パンライトまたは200 $\ell$ アルテミア孵化槽にて液体通気培養したNa.rを添加し、二日間停止水、微通気とし珪藻の付着を促し平均殻径5mmまで

飼育を行った。また、一部の水槽では肥料添加時に Na.rと共にナマコの種苗生産で用いられるリビックBW (理研ビタミン)を200~500g与え平均殻径10mmまで飼育を行った。

表2 栄養塩添加量(1水槽当たり)

KNO <sub>3</sub>	44 g
Na <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	8 g
ケワット32	8 g
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	39 g

**底掃除** 飼育水槽底面に排泄物や赤土等の沈積が増えてきたら水槽底面より排水し底面の沈殿物を流し去った。排水時に流出する稚ウニはネットで受け取り、再び飼育水槽に戻した。

#### 4) 中間育成

**取り上げ** 稚ウニの平均殻径が3~5mmを目処に取り上げを行った。取り上げにはKCl濃度を100mMに調整した海水を0.5t角形水槽(885×1025×670mm)に満たし0.5mm目合の振り網(880×1020×670mm)を張り、その中にホルダーごと波板を浸漬、振盪し剝離した。ホルダー以外に付着している稚ウニは前述したKCl溶液をジョウロでかけ流し、排水口よりネットで受けた。剝離後の稚ウニは2.8mm目合のフルイにかけ、フルイ目を抜ける個体は波板で再飼育を行い、残りを中間育成籠へ收容した。稚ウニのKCl溶液への浸漬時間は5分以内とし、順次取り上げ、サイズ分けを行った。

**中間育成水槽** ネットロンネット製籠(100×100×50mm)を屋外4t水槽にセットし使用した。通気は塩ビ管を格子状(90×120mm)に組み、飼育籠の全底面よりエアが上がるようにし、籠内の通しを良くした。籠上面からは30mm目合ネットロンネット(1.0×1.0m)で海藻の浮き上がりを押さえ、その上から注水を行った。注水には3mm程度の穴を開けた塩ビ管を田状に組みネットロンネットの上に設置し、注水量は概ね30ℓ/分とした。

**餌料** 知念村志喜屋地先より採集されたホンダワラ類(*Sargassum. sp*)を購入して与えた。

#### 5) 中間育成法検討飼育

これまで中間育成水槽は波板飼育と同じ水槽のため中間育成での使用数が制限され、餌料も天然採取に依存しているため、十分量が確保できないことがあり効率的ではなかった。そこで、海上での中間育成やウニ用配合餌料(鹿児島県栽培漁業センターより譲り受けた)について、利用の可能性を以下の飼育条件で検討した。

**陸上籠-配合餌料区:** 稚ウニを従来通りの中間育成籠に收容し、シェルターとして束ねたモズク網を一枚敷き詰め、配合餌料を与えた。

**陸上水槽-配合餌料区:** 目合4mmのネットロンネットで二重底にした0.5t角形水槽(120×75×55cm)に束ねたモズク網を四枚敷き詰め配合餌料を与えた。

**海上飼育-ホンダワラ区:** 生け簀に天井付き網(目合2mm、3.5×1×0.4m)を垂下しホンダワラ類を与えた。

**餌料及び掃除** 配合餌料は十分量を毎日与え、ホンダワラ類は飼育開始時に十分量を与え、追加は行わなかった。

陸上籠、陸上水槽では2~3日間隔で水位を落とし、余分な残餌等を海水でかけ流し掃除を行った。海上飼育では2週間に一度の割合で、網に付着した浮泥や藻類を掃除して水通しをよくした。そのとき、網全体を軽く揺すり網中の汚れを流した。

### 3. 結果及び考察

#### 1) 採卵と孵化

採卵結果は表3に示した。口器除去及びKCl刺激を行った親ウニは3個体で、1個体は雄であった。雌は2個体よりそれぞれ609万粒と5,160万粒採卵でき、前者は採卵数が少ないため生産には使用しなかった。

真円形に近い正常な卵は約88%で、それ以外は一回り小さいか形が歪で、洗卵により流し去り、約4,500万粒で媒精を行った。

媒精に使用した雄は2個体で、どちらの精子も活発な遊泳が確認された。媒精開始から10分後に受精率が87%となり、その後、変化はなかった。孵化水槽に收容した受精卵を計数したところ3,440万粒で、水槽へ移す時にネットに取り残しがあったと思われる。

収容翌日、孵化率は100%で実体顕微鏡による観察で孵化幼生が活発に遊泳しているのが確認された。浮遊幼生飼育水槽への分槽は70万個体を目処に行い、水面近くでパッチを作り遊泳している孵化幼生を手付ピーカーですくい取り、残りは廃棄した。

採卵と受精および幼生収容時の水温は27.8℃であった。

養成親ウニからの採卵でも全ての個体から十分な

量を採卵できるとは限らない。今回の採卵でも雄が出現したり、産卵数が少ない場合が見られた。しかし、天然ウニからの採卵は、波浪等の影響により既に放卵している場合があること、産卵終期に近付くにつれ卵成熟個体が減少するため大量のウニを確保する必要があることなどから養成親ウニを使用する方が良いと思われた。今後、養成親ウニの性成熟をコントロールできれば、より効率的な種苗生産が可能になると思われる。

表3 平成9年度親ウニと採卵・孵化状況

採卵月日	雌雄	殻径 (mm)	重量 (g)	採卵数 (万粒)	受精率 (%)	孵化水槽 収容数 (万粒)	孵化幼生数 (万个)	孵化率 (%)	備考
8月5日	♀	79.3	200	609	—	—	—	—	少採卵数の為、廃棄 廃棄
	♂	85.9	260	—	—	—	—	—	
	♀	87.8	290	5160	87	3440	3440	100	卵の12%が奇形 媒精に使用
	♂	76.5	160	—	—	—	—	—	
	♂	74.4	170	—	—	—	—	—	

2) 浮遊幼生飼育

換水はサイフォン取り付け付けたバルブを全開にした状態で行った。換水後も浮遊幼生に外見的な異常は観察されず、その後の飼育結果も良好であったことからネットを使用した換水法での悪影響は確認されなかった。

浮遊幼生飼育は8月6日より開始し、生産結果を表4に示した。全ての水槽で日令10迄には6腕期幼生となり、日令15から8腕期幼生が出現し、日令20では叉棘の形成が開始した。成長のはやい水槽では日令30ま

では3個の叉棘が観察され、体外部に管足を出している8腕後期幼生が観察された。

8腕後期幼生の出現増加が観察されたら、その出現率を調べ、70%以上であれば稚ウニ変態率を調べた。

No.1～5及びNo.8水槽の8腕後期幼生の出現率は平均78.3%で稚ウニ変態率は62.9%であった。No.6、7、9、10では日令38で培養したCh.gがなくなり、飼育の継続が不可能となったので採苗水槽に移した。No.6、7の変態稚ウニ数は10万個体以下であった。また、他の水槽に比べても8腕後期幼生数が少なく、成長が後

表4 平成9年度浮遊幼生飼育結果

水槽 番号	収容数 (万)	飼育 日数	採 苗 使 用 幼 生		生残率 (%)	8腕後期 *1 幼生出現率 (%)	変態 *2 稚ウニ数 (万)	変態率 (%)
			幼生 総数 (万)	8腕後期 幼生数 (万)				
1	35.0	34	31.5	26.0	90.0	82.5	16.2	62.3
2	42.0	36	34.7	29.3	82.6	84.4	18.7	63.8
3	37.0	38	35.0	26.9	94.6	76.9	10.0	37.2
4	42.0	36	40.3	26.7	96.0	66.3	16.5	61.8
5	75.0	34	25.8	21.4	34.3	82.9	18.5	86.4
6	45.0	38	41.1	—	91.3	—	0.8	—
7	43.0	38	52.5	—	98.8	—	7.5	—
8	42.0	36	27.6	22.4	65.7	81.2	16.2	72.3
9	53.5	38	46.8	—	87.5	—	12.1	—
10	49.0	38	46.4	—	94.7	—	20.5	—
合計と平均	463.5	—	371.7	152.7	80.2	78.3	137.0	62.9

\*1 (8腕後期幼生×100)/幼生総数

\*2 (変態率×8腕後期幼生数)/100

れていたもので、本来なら継続して幼生飼育が必要であったと思われた。

飼育水槽毎に成長差があったが、原因は分からなかった。今後、着底稚ウニの数を増加させるためには、安定した餌料供給が重要で、100~200ℓの水槽を用い大量に培養する必要があると思われた。

### 3) 採苗・稚ウニ飼育

採苗及び稚ウニ飼育結果は表5に示した。表の上段に示した水槽では平均殻径5mmまでの飼育を行い、下段に示した水槽では平均殻径10mmまで飼育したものである。

採苗には17水槽を用い、概ね7~10万個体を目処に収容し2水槽では4万個体を収容した。全ての水槽で収容翌日には稚ウニへの変態を確認した。

平均殻径5mmまでの生産結果は55.4千個体(平均

殻径4.8mm)を取り上げ、生産密度は1.9千個体/m<sup>2</sup>であった。No.11、12及び16、19の水槽では付着珪藻の増殖が悪く、餌料不足を起こしているようであった。これらの水槽では他の水槽に比べ成長や生残も悪く最終的には数十個体の生産となった。

平均殻径10mmまでの飼育では採苗後、35日(平均殻径3mm)頃からアオノリが自生し、餌料として有効であると思われたので飼育を継続した。結果は約4万個体(平均殻径9.3mm)の稚ウニを生産し、生産密度は1.3千個体/m<sup>2</sup>であった。餌料はアオノリの摂取が主でNa.r及びリビックBWは補助的な餌料となっているようであったが、単独で餌料価値があるかどうかは解らなかった。今回の好事例では生産密度が3.8個体/m<sup>2</sup>と非常に良いことから、アオノリを与えて生産数を増加させることが可能ではないかと考えられた。

表5 平成9年度採苗・稚ウニ飼育

水槽番号	飼育日数(日)	稚ウニ※着底数(千)	稚ウニ剥離数(千)	平均殻径(mm)	採苗率(%)	稚ウニ生産密度(千個/m <sup>2</sup> )
6	67	68.2	21.4	5.9	31.3	4.5
7	54	68.2	21.3	3.6	31.3	4.4
8	54	68.2	1.8	3.1	2.7	0.4
9	46	68.2	3.0	2.8	4.4	0.6
11	—	40.0	0	—	—	0
12	—	40.0	0	—	—	0
14	65	98.0	4.6	5.7	5.2	1.0
15	65	89.0	3.3	6.9	3.7	0.7
16	—	102.8	0	—	—	0
19	—	102.8	0	—	—	0
合計と平均		736.4	55.4	4.8	12.3	1.9
4	90	68.1	3.1	11.8	4.6	0.6
5	90	68.1	8.2	9.1	12.0	1.7
13	86	89.0	18.2	8.2	20.5	3.8
17	83	102.8	3.6	10.3	3.5	0.8
18	83	102.8	2.2	11.7	2.1	0.5
21	83	102.8	3.0	9.4	2.9	0.6
22	81	100.0	5.5	10.1	5.5	1.1
合計と平均		633.6	43.8	9.3	6.9	1.3

※表3で求めた稚ウニ変態率より推定

### 4) 中間育成

中間育成の結果は表6に示した。稚ウニの取り上げは100mM濃度のKCl溶液を剥離剤として使用した。この濃度はホルダーに付着した全てのサイズの稚ウニを剥離水槽の中で振るい落とすことが可能な濃度であった。また、剥離直後、この濃度で斃死は観察されなかった。

後藤ら(1990)が行った結果では2%以下の濃度ではアカウニには影響がないことが報告されており、K<sup>+</sup>モ

ル濃度で270mMに相当している。また、作業性やウニへの影響から0.4%(K<sup>+</sup>モル濃度で74mMに相当)が最も良いとし、水温の違いによる剥離に差はないとしている。Takahashi et al.(1987)が行ったK<sup>+</sup>モル濃度と生殖腺収縮について調べた結果では閾値は9mMから15mMで、100mMで最大収縮を起こすと報告し、後藤ら(1990)が行った結果でも同等の濃度で管足の最大収縮が認められている。今回、シラヒゲウニでは100mMを使用した。低濃度での剥離も可能と考えられ、使用

量の面からも適した濃度を把握する必要があると思われた。

中間育成に移すため取り上げた稚ウニは48,027個体(平均殻径5.1mm)で、終了時は35,827個体(平均殻径10.6mm)で生残率は74.6%であった。稚ウニ収容数

を約1万とした籠では生残率が48.6%と他に比べ低かった。約5千個体を収容した飼育籠での平均の生残率は82.9%で、最も良いものは99.0%であった。このことから、収容は5千個体前後で収容する方が適当であると思われた。

表6 平成9年度中間育成結果

飼育番号	収容数 (個体)	開始時 平均殻径 (mm)	生産数 (個体)	終了時 平均殻径 (mm)	生残率 (%)
1	4940	6.6	4892	9.4	99.0
2	4374	6.6	3511	10.7	80.3
3	4731	6.6	3583	10.4	75.7
4	5033	3.6	3938	9.9	78.2
5	4602	3.6	3131	9.5	68.0
6	11700	3.6	5686	9.9	48.6
7	1818	3.1	1313	10.6	72.2
8	6240	6.9	5638	13.4	90.4
9	4589	5.7	4135	14.0	90.1
合計と平均	48027	5.1	35827	10.6	74.6

### 5) 中間育成法検討飼育

飼育結果は表7に示した。「陸上水槽-配合餌料区」は従来の中間育成に比べると若干低かったものの最も生残率が良かった。この飼育では二重底とシェルターの間に殆どの稚ウニが蟻集しており、モズク網の間では殆ど観察されなかった。しかし、蟻集により大きな個体が小さい物を囓ることが観察されており、それらが生残率を下げの一因になると思われた。仲盛ら(1995)の中間育成で夜間には稚ウニが籠全体に分散しているのが観察されている。このことから、遮光を施すことで稚ウニがモズク網全体に分散し、生残率を向上させることが可能ではないかと考えられた。

「海上飼育-ホンダワラ区」では収容密度が1300個体/m<sup>2</sup>で生産密度が701個体/m<sup>2</sup>、生残率が53.5%であった。これは、従来の陸上での中間育成は平均で収容密度が5300個体/m<sup>2</sup>で生産密度が3900個体/m<sup>2</sup>、

生残率が74.6%であるのに比べ、底面積当たりの収容数が少ない割には生産数は少なかった。より効率的に陸上施設を利用して種苗生産を行うためにも海上での中間育成は有効であると思われるが、台風などの波浪対策や日詰まり防止等を始め、今回未実施の配合餌料給餌の可能性など今後の課題が多く残されている。

「陸上籠-配合餌料区」は最も生残率が悪く、5.7%であった。これは既存の器具を使用した中間育成であったが、飼育籠が掃除の時に干出させると自重を支えられないため、シェルターはモズク網一枚だけであった。稚ウニは飼育籠底面に蟻集し、囓られて死んでいる個体が多く確認されたことから、シェルターの投入量不足であったと思われた。

これらの結果から配合餌料を使用した中間育成の可能性を示唆したが、今後、更なる検討を行う必要があると思われた。

表7 中間育成法検討飼育結果

飼育形態	収容数 (個体)	平均 殻径 (mm)	終了時 個体数 (個体)	平均 殻径 (mm)	生残率 (%)	生産 密度 (個/m <sup>2</sup> )
陸上籠-配合餌料区	3402	6.9	194	11.6	5.7	194
陸上水槽-配合餌料区	3265	6.9	2198	11.0	67.3	2442
海上飼育-ホンダワラ区	4589	6.9	2455	8.6	53.5	701

#### 4. 参考文献

後藤政則・伊藤史郎・真崎邦彦,1990.塩化カリウムによるアカウニ稚ウニの麻醉剥離. 栽培技術研,19(1).p9-14.

Takahashi,N.and Takahashi,M.1987.Gonad Response to Calcium and a Comparison of the Effects of Calcium,Potassium,Acetylcholine and  $\gamma$ -Aminobutyric Acid on the Sea Urchin Gonad.Zoologic. sci.,4:441-446.

仲盛 淳・大城信弘,1995. シラヒゲウニの種苗生産. 平成7年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 p23-26.

仲盛 淳・大城信弘,1996. シラヒゲウニの種苗生産. 平成8年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 p17-21.