

不稔性アナアオサ餌料導入による シラヒゲウニ親ウニ養成および種苗生産 (栽培漁業センター生産事業)

紫波俊介*, 岩井憲司, 伊藤寛治*1, 諸見里聰, 島袋誠菜, 木村基文, 玉城英信

シラヒゲウニ *Tripneustes gratilla* の種苗生産においては親ウニ飼育管理の負担が大きく、中でも餌料の確保が重要である。親ウニ飼育には、ホンダワラ類等の褐藻類や、アナアオサ等の海藻だけでなく、餌料が不足することからシマグワ等の陸上植物等多様な餌料を用いている (岩井, 2020)。そして採卵一か月前からは多くの健全な卵を得ることを目的とし、身入りが多くなるホンダワラ類 (與那嶺ほか, 1998) を主とした大型褐藻類を中心に給餌している。

しかしホンダワラ類は主に天然物を採集したものや、購入したものをを用いるため、台風等により供給が不安定であり (池田ほか, 2008), また費用や時間的なコストがかかる。

一方、不稔性アナアオサは水槽内で増殖するため、いつでも採集する事が出来、海水を常時使用する当センターでは安定的かつ安価に生産出来る。また陸上植物は残餌が水槽環境を悪化させるためほぼ毎日掃除を行うが (大城ほか, 2014) 不稔性アナアオサは水槽環境を悪化させることは少なく、掃除頻度の減少や大量給餌による労力の軽減が見込まれる。しかしながらアナアオサはとげ抜けを伴う疾病を招く (與那嶺ほか, 1995) (鹿児島県水産技術開発センター, 2016) との報告があることから、注意して親ウニの状態を観察しながら給餌されている。

本試験では不稔性アナアオサと従前の手法であるホンダワラ類を餌料として与えた親ウニを用いて種苗生産の比較を行い、安定的で簡便な種苗生産方法を検討する。

材料および方法

不稔性アナアオサは、北谷漁業協同組合が養殖した藻体を提供してもらい、当センター屋外水槽にて砂ろ過海水を掛け流し培養・増殖し、使用した。ホンダワラ類は宜野座村漁業協同組合より天然藻体を7月3日に購入し、同センター屋外水槽で砂ろ過海水を掛け流して畜養したものをを用いた。

(1) 親ウニの養成

同じ餌、水槽にて飼育したシラヒゲウニを用い、不稔性アナアオサのみを与える不稔性アナアオサ給餌区、ホンダワラ類のみを与えるホンダワラ給餌区を設け、採卵まで給餌を行った。飼育はウニ棟内 10kL 水槽にネトロンネットカゴを設置して濾過海水をかけ流して (4 回転/日) 行った。シラヒゲウニは 2017 および 2018 年度に生産したものをを用い、それぞれの区で 30 個体 (2017 年度産 9 個体, 2018 年度産 21 個体) ずつ飼育した。媒精に用いた雄親は沖縄島北西部より採集した個体を用い、不稔性アナアオサのみを給餌した。両区とも飽食するよう、十分な量を給餌した。給餌する際海藻は、カゴにて十分水を切り計量した。

(2) 採卵

採卵は、0.5 モル濃度の KCL 海水を 1 個体あたり 0.5mL 親の口器周囲部に打注し、海水を満たしたピーカーにて採集する「KCL 打注法」で行った。KCL 打注法で放卵・放精しなかった親は、口器除去法 (口器を除去した後同 KCL 海水を 20~50mL 殻内に注ぎ込む) により放卵放精を確認し、雌雄を判別した。

素早く大量に放卵したと判断したものから、卵を 10 区の 30L パンライトに収容し、媒精した。卵は各試験区毎に 1 個体分の 2017 年度産親由来、4 個体分の 2018 年度産親由来を媒精した。媒精は、精子で白濁した海水を約 50 倍に希釈した液を用いた。卵を収容した水槽を緩やかに攪拌しながら、希釈した精子を計 5mL 速やかに添加した。5 分経過した後 100mL の希釈した精子を追加した。媒精は、放卵・放精後 30 分までの間に行った。

KCL 打注法で得られた卵は、ピペットにて 0.5~1mL 採集後適宜希釈し、万能投影機にて卵を計数し、この作業を各サンプルにつき 3 回繰り返した。卵計数は媒精に用いた卵のみに対して行い、受精後計数した。

(3) 幼生飼育

*E-mail : shiwato@pref.okinawa.lg.jp

*1 現所属 : 水産課

得られた受精卵から、幼生飢餓飼育試験および種苗生産（紫波ほか，2021）を行った。幼生飢餓飼育試験は、雌親別に30Lパンライトに収容された日齢0の卵および幼生から、10千個体を取上げ、1Lビーカーに精密濾過海水と共に収容した。その後1Lビーカー上部を食品用ラップにて封じ、培養棟室内にて静置し室温にて飼育した。幼生の観察はピペットにて十分にビーカー内を通気および攪拌した後、3mLを時計皿に移し、万能投影機にて生存している幼生数を計数し、この作業を1Lビーカーにつき3回行った。

（4）中間育成

幼生飼育パンライト別に採苗した一部の稚ウニもしくは幼生を5kL水槽に収容し、従前の種苗生産方法にて飼育した。残りの稚ウニもしくは幼生は20kL水槽にて種苗生産を行った。

結果

（1）親ウニの養成

給餌区別飼育は2019年7月5日～8月26日まで53日間実施した。給餌前後のシラヒゲウニ平均殻径は、不稔性アナアオサ給餌区は57mmから66mm、ホンダワラ類給餌区は56mmから66mmへ成長したが、両区において飼育期間中には大きな違いは無かった（表1）。この間給餌した不稔性アナアオサは21,715g（個体あたりの給餌量13.4g/day，平均給餌間隔6日）、ホンダワラ類は38,387gと（個体あたりの給餌量23.7g/day，平均給餌間隔6日）、不稔性アナアオサはホンダワラ類の57%の給餌量であった。両区とも給餌回数は9回で、平均給餌間隔は6日であった。

表1 親ウニ飼育結果

| 給餌区 | 個体数 | 給餌量 (g) | 平均殻径 (mm) | | 個体あたりの給餌量 (g/日) | 給餌回数 | 平均給餌間隔 (日) |
|----------|-----|---------|-----------|------|-----------------|------|------------|
| | | | 開始時 | 53日後 | | | |
| 不稔性アナアオサ | 30 | 21,715 | 57 | 66 | 13.4 | 9 | 5.9 |
| ホンダワラ類 | 30 | 38,387 | 56 | 66 | 23.7 | 9 | 5.9 |

（2）採卵

採卵は8月26日に行った。採卵に供した雌親の数とKCL打注法により産卵した数は不稔性アナアオサ給餌区16個体中15個体（94%）、ホンダワラ類給餌区は17個体中13個体（76%）と、不稔性アナアオサ給餌区の方が放卵率が高かった（表2）。

表2 親収容状況とKCL打注法による採卵結果

| 給餌区 | 性別 | 採卵年度 | 個数 | 平均殻長 (mm) | 放卵個体数 | 放卵率 (%) | 総放卵量 (千粒) | 個体あたりの平均放卵量 (千粒) |
|----------|----|----------|----|-----------|-------|---------|-----------|------------------|
| 不稔性アナアオサ | 雌 | 2017 | 4 | 82 | 3 | 75% | 3,900 | 975 |
| | | 2018 | 12 | 61 | 12 | 100% | 23,597 | 1,966 |
| | | 総数もしくは平均 | 16 | 67 | 15 | 94% | 27,497 | 1,719 |
| | | 2017 | 5 | 76 | | | | |
| | | 2018 | 9 | 61 | | | | |
| ホンダワラ類 | 雌 | 2017 | 7 | 77 | 6 | 86% | 1,728 | 247 |
| | | 2018 | 10 | 62 | 7 | 70% | 3,305 | 331 |
| | | 総数もしくは平均 | 17 | 68 | 13 | 76% | 5,033 | 296 |
| | | 2017 | 2 | 75 | | | | |
| | | 2018 | 11 | 61 | | | | |
| | | 総数もしくは平均 | 13 | 63 | | | | |

給餌区別の放卵数を図1に示す。放卵数は不稔性アナアオサ給餌区の方がホンダワラ給餌区よりも多く、殻径が小さい2018年度産の方が多い傾向があった。（表3）

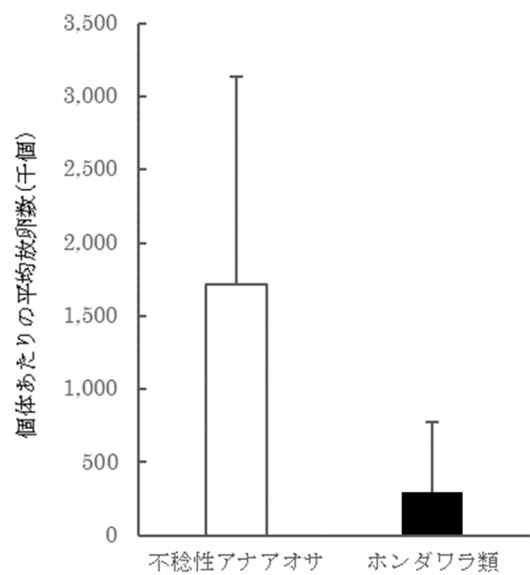


図1 給餌区別1個体あたりの平均放卵数

不稔性アナアオサ給餌区の総放卵数は27,497千粒で個体当たりの平均放卵数は1,719千粒、ホンダワラ類給餌区の総放卵数は5,033千粒で個体あたりの平均放卵数296千粒と、一個体当たりの平均放卵数は、不稔性アナアオサ給餌区がホンダワラ類給餌区の5.8倍であった。

雌の採卵と受精卵の30Lパンライト収容結果を表3に示す。一部を30Lパンライトに移し、媒精を行った。採卵翌日（日齢0）の発生率は不稔性アナアオサ給餌区が平均90.7%（59.9～100%）、ホンダワラ類給餌区が平均93.5%（77.6～98.8%）であった。発生率と一個体当たりの平均放卵数により算出した、一個体より得られる平均ふ化幼生は、不稔性アナアオサ給餌区が1,559千個体、ホンダワラ区が277千個体であった。

表3 採卵と30Lパンライトへの収容結果

| 給餌区 | 雌親採卵年度 | 殻径(mm) | 放卵量(千個) | 30Lパンライト番号 | ふ化率(%) | | |
|----------|--------|--------|---------|------------|--------|---|------|
| 不稔性アナアオサ | 2017 | 76 | 1,515 | a | 96.9 | | |
| | | 81 | 1,800 | - | | | |
| | | 86 | 585 | - | | | |
| | | 84 | 0 | - | | | |
| | 2018 | 61 | 1,950 | - | | | |
| | | 62 | 192 | - | | | |
| | | 59 | 3,125 | - | | | |
| | | 61 | 33 | - | | | |
| | | 62 | 192 | - | | | |
| | | 72 | 1,600 | - | | | |
| | | 60 | 3,367 | - | | | |
| | | 57 | 1,025 | - | | | |
| | ホンダワラ類 | 2017 | 86 | 75 | | - | 85.4 |
| | | | 72 | 161 | | - | |
| | | | 70 | 300 | | - | |
| | | | 67 | 480 | | f | |
| 2018 | | 84 | 683 | - | | | |
| | | 93 | 0 | - | | | |
| | | 70 | 30 | - | | | |
| | | 61 | 0 | - | | | |
| | | 66 | 0 | - | | | |
| | | 68 | 1,025 | g | 98.8 | | |
| | 56 | 75 | - | 94.4 | | | |
| | 69 | 1,783 | - | | | | |
| | 69 | 180 | h | | | | |
| | 56 | 117 | i | | 77.6 | | |
| | 61 | 50 | j | | 95.7 | | |
| | 59 | 75 | - | | | | |
| | 57 | 0 | - | | | | |

(3) 幼生飼育

① 幼生飢餓飼育試験

幼生飢餓飼育試験を8月27日から9月13日(日齢0から17)まで実施した。試験区iは幼生が少なかったため、本試験は実施しなかった。

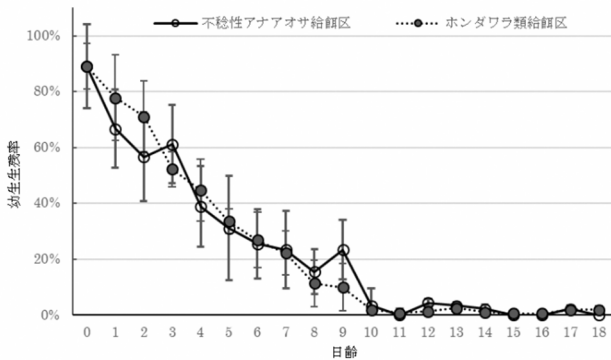


図2 幼生飢餓飼育試験における雌親給餌区別幼生生残率の推移

生残率は日齢1および2に減少率が大きいものが多く、日齢9にはすべて10%未満となった。給餌区ごとの平均生残

率をみると、日齢1では不稔性アナアオサ給餌区が60%、ホンダワラ類給餌区71%と、11%の差があったものの、全体的にはほぼ同じ動きで減少していった(図2)。

② 種苗生産

種苗生産に用いた浮遊幼生飼育には1kLパンライトを用い、それぞれ幼生400千個体ずつを目標に1kLパンライトへ収容(ト:160千個体,チ:108千個体)し、8月27日から9月23日(日齢0から27)まで飼育した(表4,図3)。

表4 種苗生産における雌親給餌区別幼生飼育結果

| 給餌区 | 1tパンライト | 幼生数(千個体) | | | | 生残率(%) | 由来 |
|----------|---------|----------|-------|------|------|--------|----|
| | | 日齢0 | 日齢12 | 日齢19 | 日齢25 | | |
| 不稔性アナアオサ | イ | 400 | 300 | 170 | 50 | 12.5 | a |
| | ロ | 400 | 360 | 383 | 387 | 96.7 | b |
| | ハ | 400 | 333 | 230 | 213 | 53.3 | c |
| | ニ | 400 | 257 | 173 | 7 | 1.7 | d |
| | 合計 | 1,600 | 1,250 | 957 | 657 | | |
| 平均 | 400 | 313 | 239 | 164 | 41.0 | | |
| ホンダワラ類 | ホ | 400 | 253 | 203 | 97 | 24.2 | f |
| | ヘ | 400 | 27 | 27 | 17 | 4.2 | g |
| | ト | 160 | 170 | 80 | 20 | 12.5 | h |
| | チ | 108 | 117 | 87 | 40 | 37.0 | ij |
| | 合計 | 1,068 | 567 | 397 | 173 | | |
| 平均 | 267 | 142 | 99 | 43 | 16.2 | | |

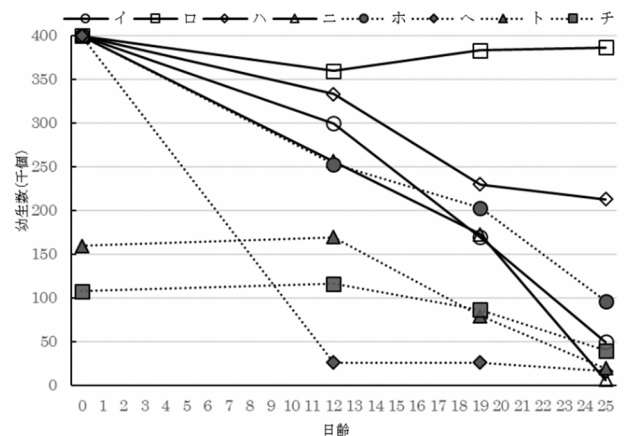


図3 種苗生産における雌親給餌区別幼生数の推移

生残率が低かったeは廃棄し、個体数が少なかったiおよびjは同じパンライトに収容した。不稔性アナアオサ給餌区は合計1,600千個の幼生を収容し、稚ウニもしくは幼生657千個を採苗し飼育水槽に収容した。ホンダワラ類給餌区は合計1,068千個の幼生を収容し、稚ウニもしくは幼生173千個を採苗し飼育水槽に収容した。不稔性アナアオサ給餌区は生残率は41%と、ホンダワラ類給餌区16%の2.5倍であった。

(4) 中間育成

5kL水槽にて飼育を行った結果を、表5に示す。5kL水槽では、9月23日から12月17日(日齢27から112)の

86日間飼育し、取り上げたものは一部出荷した。不稔性アナアオサ給餌区は5kL水槽4台にて合計67千個の稚ウニもしくは幼生を收容し、ウニ28千個を取上げた。採苗率は42%、平均殻径は7.5mmであった。うち平均殻径8mm以上の水槽から0.4千個体を出荷した。ホンダワラ類給餌区は5kL水槽4台にて合計77千個の稚ウニもしくは幼生を收容し、ウニ35千個を取上げた。生残率は45%、平均殻径は6.9mmであった。

表5 5kL水槽での飼育結果

| 給餌区 | 水槽 および 由来 | 收容 個数 | 取上 個数 | 生残率 (%) | 平均 殻径 (mm) | 備考 |
|----------|-----------------|----------|----------|------------|------------------|----|
| 不稔性アナアオサ | イ | 20,000 | 10,338 | 51.7 | 7.0 | |
| | ロ | 20,000 | 7,599 | 38.0 | 8.4 | |
| | ハ | 20,000 | 10,096 | 50.5 | 6.8 | |
| | ニ | 7,000 | 402 | 5.7 | 19.7 | 出荷 |
| | 合計 | 67,000 | 28,435 | | | |
| | 平均 | | | 42.4 | 7.5 | |
| ホンダワラ類 | ホ | 20,000 | 10,967 | 54.8 | 6.0 | |
| | ヘ | 17,000 | 5,302 | 31.2 | 11.0 | 出荷 |
| | ト | 20,000 | 13,946 | 69.7 | 6.1 | |
| | チ | 20,000 | 4,802 | 24.0 | 6.9 | |
| | 合計 | 77,000 | 35,017 | | | |
| | 平均 | | | 45.5 | 6.9 | |

考察

(1) 親ウニの養成

親飼育において、両区の成長には大きな違いは無く、給餌間隔も同じであった。給餌量が不稔性アナアオサはホンダワラ類の57%と少量であり、餌不足に陥ることも無かった。両給餌区とも親の斃死は無く、棘抜け症も発症しなかった。

ウニ1個体当たりの不稔性アナアオサ給餌量は従前の約6割だった。与那嶺ほか(2000)でも不稔性アナアオサの給餌はホンダワラの15.8%~62.6%と少ない量であり、給餌作業が軽減されることが分かった。本試験では棘抜け症対策として、不稔性アナアオサを大量に給餌しなかったが、今後大量給餌でも棘抜け症が発症しないのであれば、さらなる給餌作業の軽減が可能となるだろう。

(2) 採卵

両給餌区の比較について、KCL打注法により放卵する割合は不稔性アナアオサ給餌区が94%とホンダワラ類給餌区より18%高かった。また1個体当たりの平均放卵数は不稔性アナアオサ給餌区がホンダワラ類給餌区の5.8倍と多く、さらに、雌親1個体より得られると推定される平均ふ化幼生

は1,559千個体とホンダワラ類給餌区の5.7倍に達した。以上により、今回の結果では採卵について不稔性アナアオサ給餌区の方が優れていた。

口器除去法は親を必ずへい死させるが、KCL打注法は親を次回採卵に再利用することが可能である。そのため、手間のかかる親飼育において、飼育個体数を減らすことが可能となり、給餌量や掃除の頻度を減らし、より簡易に飼育することが可能となる。今回KCL打注法で不稔性アナアオサ区がアナアオサより優れていたが、一方、与那嶺ほか(2000)では身入りは不稔性アナアオサ給餌よりホンダワラ給餌が多いと報告されているのは興味深い。今後身入りを含めたKCL打注法反応の調査を検討したい。

本技術の種苗生産導入について、当センターの2018、2019年度生産目標は、採卵時に4,000千個体のふ化幼生を得ることを目標としていた。本試験での不稔性アナアオサ給餌区の雌親1個体より得られるふ化幼生数は1,559千個体であり、これは母親3個体のKCL打注で生産目標を達成できる放卵量であり、本技術導入により種苗生産が可能かつ改良されると思われる。

(3) 幼生飼育

幼生の活性指標として実施した幼生飢餓飼育試験結果は、両区ともほぼ同じ推移を示した。その中で種苗生産における幼生飼育において給餌を始める日齢1の生残率に関しては不稔性アナアオサ給餌区が60%とホンダワラ類給餌区(71%)より11%低い。幼生飼育への適性が少し劣る可能性があった。しかし、実際の種苗生産での浮遊幼生飼育結果は、不稔性アナアオサ給餌区の生残率は41%と、ホンダワラ類給餌区(16%)の2.5倍と不稔性アナアオサ給餌区が大きく優れていた。浮遊幼生飼育は同じ親、飼育方法でも生残結果にばらつきが大きい為(栽培漁業センター、未発表)、今回の種苗生産結果は必ずしも幼生の性質のみに起因するわけではないと思われる。5kL水槽での中間育成結果において、両区の生残率にはほとんど差が無かったことから、両区の受精後の生育には大きな差は無いと思われる。

本技術の種苗生産導入について、当センターの2018、2019年度生産目標は、幼生飼育は水槽8基に幼生を收容密度500千個体/kLにて收容し、計4,000千個体から1,200千個体以上の稚ウニもしくは幼生の生産(採苗率30%)を計画していた。本試験では通常種苗生産時の半分の4水槽

を用いて、1水槽あたり目標の80%の収容密度40千個体/kLにて収容し、計1,600千個体から657千個体以上の幼生または稚ウニを生産（採苗率41%）し、目標を達成できた。よって本技術導入による種苗生産は可能と思われる。

（4）中間育成

両区の飼育結果に大きな差は無かった。

本技術の種苗生産導入について、当センターの2018、2019年度生産目標は、中間育成期は20kL水槽を用い、収容密度5千個体/kL以上にて収容し稚ウニもしくは幼生を100千個体以上収容し、平均殻径10mm以上のウニを0.4千個体/kL（採苗率8%）以上取り上げること为目标としていた。

今回の試験では通常の容積の1/4の5kL水槽に稚ウニもしくは幼生を平均5.4千個体/kL収容し、採苗率は平均殻径7.5mmだったものの42%に達し、一部出荷に供した。今回平均殻径10mm未達となった理由は、ホンダワラ類給餌区の水槽と取り上げ時期を一致させること、他試験区に使用すること、および当センターの種苗生産労務削減である。種苗出荷先からの問題点指摘もなく、また、20kL水槽に入れた稚ウニもしくは幼生も同様に成長し、出荷したことから、本技術導入による種苗生産は可能と思われる。

・その他

飼育水槽より取り上げた後の種苗は、一時屋内水槽に設置したネットカゴ内に収容する。カゴでの種苗飼育時は、中間育成時に比べ飼育面積に対してウニが高密度になり、互いの棘で傷つけてしまう可能性がある。また、天候不良により配付出来なくなり、数日～10日ほど延期する場合は、ウニが傷ついてしまう可能性が高くなり、また餌も不足するため、健全な種苗が出荷出来なくなる可能性が高くなる。不稔性アナアオサを給餌すると、飼育面積の増加に伴い飼育密度が低くなり、同時に餌不足も解消され

る。出荷の際にも、カゴに直接管足を付ける個体が少なくなり、管足を傷つけることが少なくなる。また不稔性アナアオサがウニとウニの間を仕切る為、輸送中に互いの棘で傷つけることが妨げられると思われる。

上記より、不稔性アナアオサの餌料導入は、当センターの種苗生産目標を十分に達成出来るものであり、従前の手法より親育成を安定的で簡便にすることが分かった。さらに種苗出荷時に利用することにより出荷前後の種苗の建苗性にも貢献すると考えられた。

文 献

- 岩井憲司, 2020 : 2018年のシラヒゲウニ種苗生産. 平成30年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 29, 40-41.
- 與那嶺盛次, 新里喜信, 大隅大, 鈴木啓容, 1998 : ウニ餌料藻類増殖試験. 平成8年度沖縄県水産試験場事業報告書, 83-89.
- 池田浩二, 島袋新功, 南洋一, 渡慶次賀考, 2008 : シラヒゲウニの種苗生産. 平成17年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 16, 33-37.
- 大城信弘, 大畑幸広, 渡嘉敷幸世, 2014 : シラヒゲウニの種苗生産, 平成24年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 23, 29-35.
- 與那嶺盛次, 仲盛淳, 大城信弘, 岸村晶, 1995 : シラヒゲウニの種苗生産. 平成6年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書 7, 15-21.
- 鹿児島県水産技術開発センター. シラヒゲウニ種苗生産マニュアル. 2016 : 平成27年度鹿児島県水産技術開発センター事業報告書, 303-306.
- 紫波俊介, 岩井憲司, 伊藤寛治, 島袋誠菜, 諸見里 聡, 山本隆司, 2021 : 2019年のシラヒゲウニ種苗生産, 平成31年度 沖縄県栽培漁業センター事業報告書 30, 40-42.