

## 目 次

1	対象魚種名：シラヒゲウニ	沖 1
2	全体計画	沖 1
3	平成17年度事業結果要約	沖 2
4	平成17年度事業結果	沖 4
	(1) 種苗生産技術開発	沖 4
	1) 親ウニと採卵・孵化	沖 4
	2) 浮遊幼生飼育	沖 4
	3) 変態率向上	沖 6
	4) 稚ウニ飼育技術開発	沖 7
	(2) 中間育成技術開発	沖 9
	(3) 放流技術開発	沖 11
	1) 前年度放流分の追跡調査	沖 11
	2) 今年度の放流調査	沖 12
	3) 標識残存試験	沖 20
	(4) 関連調査	沖 22
	1) 放流場所の海藻被度調査及び底質調査	沖 22
	2) 天然ウニの生態解明	沖 24
	3) 漁獲実態調査	沖 26
5	参考文献	沖 27

担当者（※執筆責任者）

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| (1)・(2)種苗生産・中間育成技術開発 | 島袋新功・池田浩二※・渡慶次賀考<br>沖縄県栽培漁業センター |
| (3)・(4)放流技術開発・関連調査   | 玉城 信※・吉里文夫 沖縄県水産試験場             |

# 1 対象魚種名：シラヒゲウニ

## 2 全体計画

課題	技術開発、調査等の概要	17	18	19	20	21	到達目標
1.種苗生産 技術開発							
1) 親ウニと採卵・孵化	周年安定して採卵するための飼育方法を検討する。	◎	◎	◎	◎	◎	周年安定採卵
2) 浮遊幼生飼育	幼生の生残率の向上および作業の省力化を目指す。	◎	◎	◎	◎	◎	生残率 70%以上 微生物フロック対策
3) 変態率向上	安定した高変態率の実現。	◎	◎	◎	◎	◎	変態率 50%以上の健苗の安定生産
4) 稚ウニ飼育技術開発	適正な飼育密度および餌料珪藻の培養条件を検討。	◎	◎	◎	◎	◎	最適密度の決定 餌料珪藻の安定増殖
2.中間育成 技術開発	稚ウニ水槽での種苗の大型化、疾病対策、配合飼料の検討	◎	◎	◎	◎	◎	殻径 20mm 種苗 25 万個生産
3.放流技術 開発	放流直後の生残率を向上させるために放流環境、密度、サイズ、時期、保護網等の放流方法を検討する。  放流ウニの動態を知るために移動分散、成長等の追跡調査を行う。  放流ウニを再捕し効果を検討する。  標識方法を検討する。	◎	◎	◎			放流技術の確立 殻径 20mm・5 万個×5 地点放流 (回収率 20%) 事業効果の把握
4.関連調査	適正な放流環境を把握するための藻場の被度調査  天然ウニの加入量・時期、生息量、成長、生息環境等の潜水調査  天然ウニの漁業実態調査	◎	◎	◎	○	○	放流に関する漁業生態知見の把握 (放流技術開発に実践的活用)

### 3 平成17年度事業結果要約

#### (1) 種苗生産技術開発

##### 1) 親ウニと採卵・孵化

採卵数は 18,000 ～ 58,500 千粒／回で、3 回次共に幼生飼育に必要な 600 万個以上の孵化幼生が確保できた。親ウニは冬季 2 月でも常温飼育、付着珪藻給餌で養成して採卵・孵化幼生を十分に確保できることが明らかになった。

##### 2) 浮遊幼生飼育

3 回次で計 1565 万個の孵化幼生を収容し、浮遊珪藻 *C. gracilis* を 1 ～ 20 千 cells/ml 給餌して、採苗前幼生 781 万個(生残率 49.9%)を得た。

##### 3) 変態率向上

幼生の飼育環境を良好に保つようにした。

##### 4) 稚ウニ飼育技術開発

天然付着珪藻を餌料として供給した。

シラヒゲウニの殻径(L)と体重(W)は  $L=13.24 W^{0.3599}$ 、 $W=0.0008 L^{2.7483}$  の関係式が得られ、これを応用して種苗生産数を重量法で推定した。

#### (2) 中間育成技術開発

中間育成は陸上水槽で籠飼育を行った。餌料は天然海藻を使用し、189.9 千個体の種苗を生産した。

乾燥ワカメはホンダワラ同様に食いが良く、生残率 91.9%、増重率 2.0 等の高飼育結果を示した。本餌料は入手、保管、給餌等が容易で、今後のウニ種苗量産・中間育成餌料として使用を検討する

#### (3) 放流技術開発

稚ウニ放流後の主な減耗要因が食害であると推察された。特に、ハマフエフキ、セナスジベラ等の魚類が短期間に大量の放流種苗を捕食することが明らかになった。

ホンダワラ藻場での放流手法として保護網や平石投入は初期の生残率向上に効果があることが確認された。しかし、保護網撤去後は、周辺の隠れ場所が豊富であるか、食害魚が少ない場所でないと減耗は防止できないと思われた。

今帰仁漁協西側の浜沖合の放流事例 3 今-2 は放流 3 ヶ月後まで 1,400 個体が生残し、生残率 34 %を超え、放流事例 3 今-3 は放流 3 ヶ月後で 1,900 個体が生残し、生残率 31 %、放流 8 ヶ月後まで 660 個体が生残し、生残率 11 %を超え、従来にない好事例となった。この好事例の主な要因は放流地点周辺に食害魚が少なかったためであると考えられた。この地点は大型海藻は非常に少なく、ウニの餌の少ない場所と見られたが、成長もホンダワラ藻場に放流した事例に比べて特に悪くなかった。

今年度の好事例 2 地点は遠浅の沖合であり、ウニ漁解禁前に密漁が多く、その完全な防止は困難であると思われるが、漁期前に密漁のない他の場所に生存ウニを移動すれば充分漁獲対象になると考えられた。次年度にこの地点での放流試験の追試を行うとともに、今帰仁、宜野座両所において、新たな放流適地を探索する必要がある。

## (4) 関連調査

### 1) 海藻被度及び底質調査

宜野座地先のホンダワラ藻場と今帰仁漁協西側の浜の沖合の海藻被度、種類、底質を調査した結果、今帰仁の調査で放流事例 3 今-3 地点周辺の 1 月は、90 %を小型の雑多な藻類が薄く被っていた。このような環境の中でも他地点より高密度のウニ資源が維持できることが示された。

底質は、放流地点 1 宜周辺は 60 %岩盤、放流地点 2 宜周辺は 45 %岩盤、放流地点 3 今周辺は 70 ~ 85 %岩盤であった。

### 2) 天然ウニの資源量調査

放流好事例の 3 今-3 地点周辺の天然ウニを 9 月と 11 月と 3 月に調査した結果、平均殻径は近接地点に比べてやや小型であったが、生存密度は 0.38 個体/m<sup>2</sup> ~ 0.40 個体/m<sup>2</sup>と安定して高密度であった。この結果は天然ウニが生息しやすい場所は、放流種苗も生残しやすい場所でもあることを示唆した。

放流調査、海藻被度調査、天然ウニ調査の以上の結果から総合的に考察すると、ホンダワラ藻場にはシラヒゲウニの食害生物も豊富に生息する可能性が高く、その様な場所ではウニとそれらとの遭遇率が高いと考えられた。3 今-3 地点のように海藻被度が低く、餌料環境が乏しく見える場所であっても、シラヒゲウニは、雑多な海藻類を摂餌して生育可能であり、放流適地として最も重要な要素は食害生物(特に魚類)の生息密度の低さではないかと推察された。

### 3) 漁獲実態調査

今年度、今帰仁村海域のウニ資源は少なく、今帰仁漁協は、全面禁漁にしたため、水揚げ量は 0 であった。宜野座村海域でも同様にウニ資源の減少が認識されていたが、同漁協ウニ部会では、水揚げ量を確保するために例年の 2 ヶ月間の漁期を 6 ヶ月間に延長し、漁獲強度を高めた。しかし、漁獲量は 700 kg、漁獲個体数は 22 千個体と推定され、ここ数年中最も低くかった。今年の対照的な両漁協の対応が来年の漁獲量にどのように影響するのか、次年度調査したい。

## 4 平成17年度事業結果

### (1) 種苗生産技術開発

#### 1) 親ウニと採卵・孵化

##### 材料と方法

親ウニは5月26日に宜野座漁協から採卵用10個、測定用27個、計37個を購入し、海藻で被い湿潤輸送した。

採卵は濾過海水を満たした200mLビーカーに親ウニの生殖孔が浸るように下向きに静置し、塩化カリウム0.5Mol液を周口膜から3～6mL注入するKCl刺激法で行った。卵は媒精・流水洗卵後に回転可変式アジテーター付き1kL円形水槽(孵化槽)に収容し、微攪拌・通気で静置した。卵と孵化幼生は孵化槽から5mLの3回採水し検鏡・計数を行った。

採卵後の親ウニは2kL角形FRP水槽(100\*400\*50(60)cm)に収容し通気・流水飼育を継続した。親ウニは予め透明アクリル板90\*45cm\*5枚\*10組を投入し、天然付着珪藻を増殖させた水槽で飼育し、増殖した付着珪藻を摂餌するので特に海藻は給餌しなかった。養成した親ウニは再度の採卵に供した。

##### 結果と考察

本年度の親ウニは殻径80.3(71.6～91.7)mm、体重197.1(150.5～317.2)g、生殖巣20.6(11.1～36.4)gで、前年度の今帰仁村や本部町栽培漁業センター地先から採捕・採卵した親ウニより大型であった。

表1 採卵と孵化結果

ラウト	採卵 月/日	親数 個	産卵雌 個	採卵数 *千個	ふ化数 *千個	ふ化率 %
H17R1	5/27	10	3	58,500	94,330	161.2
H17R2	10/27	5	3	24,600	24,133	98.1
H17R3	2/6	10		18,000	17,460	97.0

採卵・孵化結果を表1に示した。採卵数は18,000～58,500千個/回で、3回次共に幼生飼育に必要な600万個(60×10槽)以上の孵化幼生が確保でき、親ウニは

冬季2月(H17R3)でも常温飼育、付着珪藻給餌で養成して採卵・孵化幼生を十分に確保できることが明らかになった。親ウニ飼育水槽の壁面やアクリル板が殆ど付着珪藻で色づいていたことから、親ウニは付着珪藻で養成でき生殖巣も十分に発達することが示された。

#### 2) 浮遊幼生飼育

##### 目的

浮遊幼生飼育は、採卵から採苗まで約30～40日かかり、その期間中毎日換水・給餌・観察などの作業を行っている。浮遊幼生飼育時に中間育成を平行して行う時期もあり、浮遊幼生飼育時の作業の軽減が求められている。そこで、換水および給餌の頻度を減らした幼生飼育が可能か検討する。また、平成15年度生産時から発生している微生物フロックの各種対策を検討する。

##### 材料及び方法

給餌量や換水率などの飼育方法はこれまでと同様の方法で行った。幼生飼育水槽は、回転数可変式アジテーター付きポリカーボネート製円形水槽1.0kL(以下、幼生飼育水槽)

を10～12基使用した。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12kl/hr；濾過膜孔径 $10^{-4}$ ～ $10^{-5}$ mm)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。冬季生産（2月採卵）では精密濾過海水を24℃に加温してから給水を行った。幼生飼育室は遮光し、エアコン2基によって室温を24～27℃で管理した。投餌する浮遊珪藻は耐高温性の*Ceatoceeros gracilis*を使用した。*C. gracilis*の投餌量は日令3から1,000cells/mlの濃度で給餌を開始し、1,000cells/ml/日で増加させ、20,000cells/mlを上限として投入した。換水は日令4（20%）から開始し、徐々に増加させ50%を最大とした。換水は、あんどん型換水器具（目合い100,200 $\mu$ m）を用いて行い、あんどん換水器具が目詰まりを起こす場合は飼育槽の交換と全換水を行った。幼生飼育密度は50万個体/1.0klで孵化幼生を収容し、密度調整は行わなかった。

浮遊幼生飼育の省力化として、週に一日無給餌無換水の日を設定して飼育した。

平成15年度から発生するようになった微生物フロックの対策として、種苗生産を開始する前に、精密濾過海水の給水管内を次亜塩素酸ナトリウム（30～100ppm）で滅菌した。また、防風網（目合2mm）を用いて作成した回収ネット（図1）を使用して、微生物フロックの除去を行った。

投餌する浮遊珪藻は耐高温性の*Ceatoceeros gracilis*を、室温25.0℃、光量4,000～15,000luxの培養条件で、3 $\ell$ 、5 $\ell$ フラスコ、30 $\ell$ パンライト、200 $\ell$ 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/ $\ell$ を入れ、120℃・20分でオートクレーブした物に、KW21を0.5ml/ $\ell$ 添加し種となる珪藻を入れ通気培養した。



図1 微生物フロック回収ネット

## 結果及び考察

本年度の浮遊幼生飼育の結果は表2の通りとなった。ラウンド2（10月）およびラウンド3（2月）の生残率とくらべて、ラウンド1（5月）の生残率は低かった。ラウンド1では日令7から微生物フロックの発生が確認され、その後採苗まで減少することがなかったのに対し、ラウンド2では日令4から微生物フロックの発生が確認されたものの、その後大量に増殖することなく減少し、最終的にはほとんどみられなくなった。また、ラウンド3では微生物フロックの発生は見られなかった。ラウンド1では、微生物フロックの発生によって換水器具が目詰まりをおこしたため、途中ホース換水方法を変更し、フロックの発生がひどい水槽に関しては全換水を行った。ラウンド2およびラウンド3では換水器具の目詰まりはなく換水方法も変更しなかった。ホースによる換水と全換水により幼生にダメージをあたえ、結果ラウンド1とラ

表2 浮遊幼生飼育結果

ラウンド	飼育日数	平均日数	収容数(万)	採苗前 幼生数(万)	生残率(%)
H17R1	49～62	57.8	600	169	28.2
H17R2	42～49	47.6	408.9	351.1	85.9
H17R3	44～47	45.6	556	261	46.9

ウンド2およびラウンド3の生残率に大きく差が生じたと考えられる。

幼生飼育省力化では、本年度のラウンド2およびラウンド3において、週一回の無給餌・無換水日を設定して種苗生産を行った。結果は平均飼育日数がラウンド2では47.6日、ラウンド3では45.6日と、平均的な飼育日数である30～40日より長くなったが、生残率はラウンド2で85.9%、ラウンド3では53.9%と高く、前年度に報告された異常個体や体表にダメージを受けた個体もほとんど出現しなかった。

### 残された問題点

本年度の幼生飼育では、昨年度に引き続いて微生物フロックが大量発生した。微生物フロックが発生すると、飼育環境の悪化に伴う斃死の他に、換水方法の変更などデメリットが多くなるため、種苗の安定生産および省力化という観点からも、有効な対策の検討が必要であり、次回生産時では微生物フロック発生の予防法および発生した場合の対策の開発を行う必要がある。

## 3) 変態率向上

### 目的

平成14年度から天然珪藻の使用することで、変態率は上昇したが、採苗水槽に移動した後の変態率についてはばらつきが生じている。ばらつきを抑えるため、状態良く飼育し変態率を高めることを目的とした。

### 材料及び方法

天然珪藻は肥料（硫安 30g/m<sup>3</sup>、過リン酸石灰 5 g/m<sup>3</sup>、クレワット 32 5 g/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、止水で通気培養した。

変態率は100ml ビーカーに精密濾過海水と指で剥離した天然珪藻を入れ、幼生を50～100個体収容し、5日後までの変態数から変態率を算定した。

### 結果および考察

本年度は合計3回の浮遊幼生飼育を行い、採苗時の変態率は、表3のとおりであった。ラウンド1では変態率が非常に低かったが、これは幼生飼育中に微生物フロックが大量に発生したことによる水槽環境の悪化、ホースを用いた換水による幼生へのダメージ、全換水の実施による環境変化などが原因であると考えられる。ラウンド2およびラウンド3では微生物フロックの発生が軽微であったことなどから、ラウンド1と比べて高い変態率が得られた。

表3 採苗時の変態率

ラウンド	変態率(%)		
	平均	最小	最大
R1	10.8	1.7	23.3
R2	22.5	16.7	34.0
R3	25.6	18	34.0

### 残された問題点

本年度に行った浮遊幼生の生産では、フロックの発生により様々な問題が起こり、

幼生の飼育および変態率などに影響を及ぼした。次回ラウンドでは、微生物フロック対策を講じる必要がある。

#### 4) 稚ウニ飼育技術開発

##### 目的

天然珪藻を用いることで高い変態率の確保が実現し、大量の稚ウニを得ることができるようになったが、飼育密度が高すぎる事による餌不足が起こり、成長不良や斃死が発生した。そこで、本年度は稚ウニの飼育における適正密度の検討を行った。

##### 材料と方法

稚ウニ飼育は波板を付着基として使用し、付着天然珪藻を餌料として供給した。今年度から、コペポダ対策として種板を用いる際、水道水で2～3分間淡水浴を行うほか、濾過海水の出水口に目合30 $\mu$ mのネットをかけることでコペポダの進入を予防を試みた。換水は採苗後3日目から開始し最終的には3回転/日まで増やした。換水開始日からロングトータル737を112.5g/m<sup>3</sup>で施肥した。そのまま1～2ヶ月間飼育し、餌料である付着珪藻が減耗した場合は稚ウニを剥離し、珪藻を培養した16k $\ell$ または8k $\ell$ FRP水槽に移槽した。波板からの稚ウニの剥離には、0.15mol/ $\ell$ 塩化カリウム溶液を使用した。

また、ウニ殻径1cm以上または餌料不足が生じたら取り上げ・篩選別(目合10.5mm)を行い、8mm以上のウニは中間育成に移し、8mm以下のウニは予め付着珪藻を増殖させた水槽へ再収容して稚ウニ飼育を継続した。

これまで取り上げ稚ウニは個々に計数、サンプル約50個の殻径を測定して種苗の生産数や平均殻径等の結果を求めたが、本年度はシラヒゲウニの殻径と体重を測定し、この関係式を応用して生産数を重量法で推定し、本作業の省力化を検討する。

##### 結果及び考察

本年度ラウンド1生産分と前年度の持ち越し分の取り上げ時における稚ウニの数と大きさを比較した(図2)。水温及び付着珪藻の状態に関しては2区の条件は若干異なるが、飼育密度が水槽当たり2万個体以下であれば平均殻径が8mm以上に成長する可能性が高く、1回目の取り上げの際に中間育成に移行可能なサイズ(8mm以上)を多数得られることがわかった(図3)。

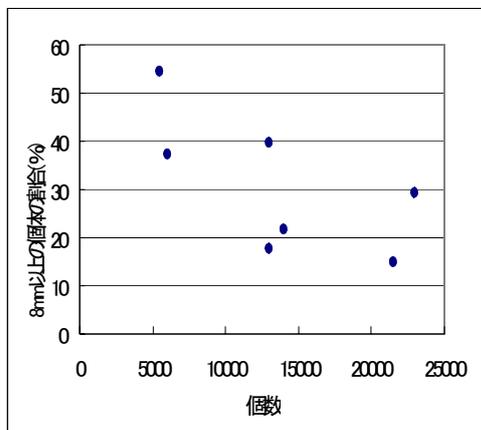


図2 飼育密度と平均殻径

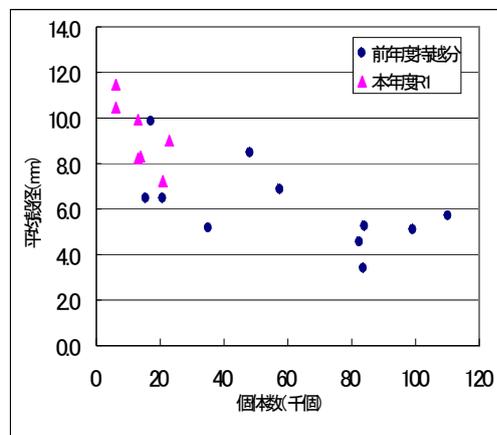


図3 飼育密度と8mm以上の個体の割合

本年度のラウンド2生産分の稚ウニ飼育中に、コペポーダ（図4）が大量発生した。コペポーダは、採苗後の流水飼育を開始して7～10日程で12面の採苗水槽の全面で発生した。食害の進行スピードは非常に速く発生後約1週間で、水槽中の天然珪藻のほとんどが失われた（図5）。食害によって餌が失われたため、餌不足が原因と思われる稚ウニの大量斃死が起り全面廃棄した。今回のコペポーダの大量発生の原因は現在究明中であるが、おそらく種板もしくは砂濾過海水経路で採苗水槽に入り込み、餌条件の良い水槽中で爆発的に増殖したと考えられる。

ラウンド3では、コペポーダ対策を施した水槽では明らかにコペポーダの発生が抑えられていることが確認できた。



図4 発生したコペポーダ



図5 食害にあった珪藻

シラヒゲウニの殻径2～42mm、595個体の殻径(L)と体重(Wg)を測定した結果(図6)

$$L=13.24 W^{0.3599} \quad (L=13.24 * \text{POWER}(W, 0.3599) \text{ Excel 関数})$$

$$W=0.0008 L^{2.7483} \quad (W=0.0008 * \text{POWER}(L, 2.7483)) \quad \text{の関係式が得られた。これから}$$

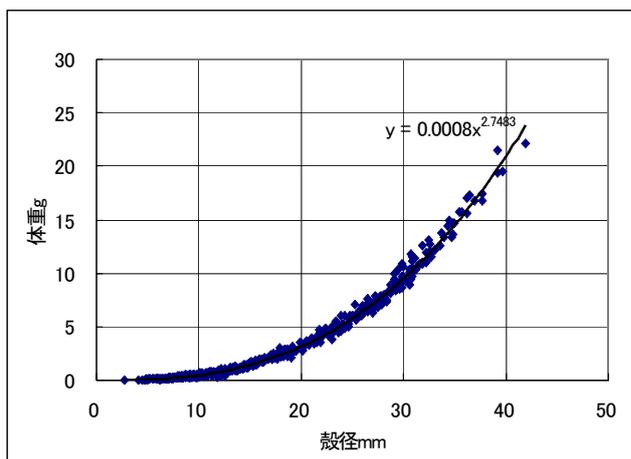


図6. シラヒゲウニの殻径 mm と体重 g

から種苗の個体数は取り上げ全重量とその内約サンプル50個の重量、個体数、最小・最大殻径を測定して平均体重を求め、全重量/平均体重で取り上げ個体数を計算する重量法で推定した(表4)。

#### 残された問題点

本年度は、ラウンド2生産分の稚ウニを用いて適正密度を検討するため、飼育密度の比較試験を行う予定であったが、コペポーダの大量発生に伴う稚ウニの大量斃死が起り、予定していた試験を行うことができなかった。来年度もコペポーダの発生原因を究明するとともに、種板の洗浄や給水口にコペポーダを回収するためのネットをかけるなどの対策を行う予定である。また、適正飼育密度の比較試験も同時に行う予定である。

## (1) 中間育成技術開発

### 目的

中間育成時の餌として天然海藻を用いているが、冬期（11月～2月）は必要量の海藻を採集するのが困難であり、それ以外の時期も流れ藻が漂着していなかったり、台風時には採集自体が不可能になるなど、現状としては1年を通しての餌の安定供給は難しい。そこで、本年度は天然海藻の代わりとなりうる代替え餌料の検討を行った。

### 材料と方法

中間育成は陸上水槽で籠飼育（1.5m × 1.0m × 0.7m）を行った。餌料は天然海藻を使用し、4月～7月はカゴメノリ，ムラチドリを給餌し、8月以降はモク類を給餌した。飼育密度は1,000～2,000個体/籠を目安とし、給餌量は13～17mmでは1.0kg/籠/dayとし、17mm～20mmでは4.0kg/籠/dayとした。

生ホンダワラと乾燥ワカメを給餌して比較試験を行った。給餌量はウニ体重の20%をメドに与え始め、翌朝の残餌量に応じて加減した。

### 結果および考察

本年度は189.9千個体の種苗を生産した（表4）。約1～2ヶ月に1回の頻度で出荷を行い、1回の放流数は16.9千個から78.1千個体であった。

表4 平成17年度シラヒゲウニ生産数および生産サイズ

出荷回次	月日	出荷数(個)	殻径(mm)			種苗生産回次
			平均	最小	最大	
1	5月12日	2,700	29.7	20.0	41.9	H16R2
		6,500	17.8	12.2	25.4	
		6,500	17.8	12.2	25.4	
		400	50.0	23.8	78.6	
		800	10.8	8.5	14.4	
2	7月5日	16,000	15.6	7.1	34.9	H16R3
		18,000	15.4	7.7	28.6	
		15,000	18.2	8.0	36.0	
3	8月10日	2,000	18.0	14.4	48.9	H16R3
		4,000	18.6	13.4	50.3	
		6,000	21.3	12.6	52.6	
		33,900	24.6	12.1	46.0	
4	10月21日	31,900	24.4	10.9	42.4	H17R1
		46,200	13.7	3.9	24.0	
	合計	189,900	19.1	3.9	14.4	

現在中間育成用に主に給餌しているホンダワラと乾燥ワカメの餌料比較試験を行った（表5）。乾燥ワカメ（海水で戻すと約8倍に増重）はホンダワラ同様に食いが良く早朝投餌で夕方までに殆ど食い尽くされた。飼育期間中の給餌率は15.9%、1.6（19.7湿重換算）%で餌不足によるウニの共食いは観察されなかった。両餌料共に試験結果は良好で、特に乾燥ワカメは生残率91.9%、増重率2.0等の高結果を示し、入手、保管、給

餌等も容易であることから、今後のウニ種苗量産・中間育成餌料として使用を生産コストも含めて検討する必要がある。

表5 ウニ餌料比較試験

餌料試験区	収容9/28			給餌 <sup>14日</sup>		取り上げ10/13							
	個数	重量g	殻径mm	給餌量g	*給餌率	個数	重量g	殻径mm	生残率%	増径率	増重率	*(E)	*(F)
生ホンダワラ	2,000	1,260	11.2	3,680	15.9	1,488	1,650	13.8	74.4	1.23	1.31	10.60	9.44
乾燥ワカメ	2,000	1,260	11.2	570	1.6	1,837	2,520	14.9	91.9	1.33	2.00	221.1	0.45

\*給餌率% $=100 \times \text{給餌量} / (14 \times \text{重量g})$ 。 \*飼料転換効率(E)は飼育期間中の魚の増重量(G)同期間中の給餌量(R)とすると、 $E=100 \times G/R(\%)$ で表す。これは飼料100gによって何g増重したかを示す。

\*増肉係数(F)は $F=R/G$ で飼料係数・成肉係数・増肉率などともいわれ、単位増重量に必要なた餌料の量を意味しているため実用的である。

### (3)放流技術開発

#### 目的

シラヒゲウニを放流するための適切な環境、手法、時期等の条件を明らかにし、放流後の生残率、回収率を向上させ、放流効果を確認する。

#### 1)前年度放流分の追跡調査

##### 材料と方法

平成 16 年度の放流ウニについて追跡調査を行った。前年度放流回次の中で、宜野座漁港地先の 2 地点についてウニ漁解禁前にトランセクト・潜水調査法で調査し、ウニ採集後、中間骨のアリザリンコンプレクソン(以下「ALC」という。)染色痕の有無を蛍光顕微鏡で検鏡した。また、ウニ漁解禁時には、宜野座漁港地先で漁獲したウニの口器を漁業者から譲り受け、回収した口器中間骨を同様に確認した。

##### 結果と考察

宜野座のウニ漁解禁(7月1日)前の5月20日～5月30日に前年度、放流個体が確認された宜野座漁港地先の2地点延べ3回、計85個体を採集し、標識調査したが、標識個体は無かった。また、宜野座漁協ウニ部会漁業者の協力を得て、7月1日～8月24日に2,916個体分の口器を回収し調査した結果、標識個体が4個体確認された。前年度の宜野座漁港地先放流群の平均標識率(標識個体数/放流個体総数×100)は31.8%であったので、混獲率は、0.43%となった。宜野座漁協の今年度の漁獲量の詳細については後記するが、22千個が漁獲されたと推定されたため、これに混獲率を乗ずると、放流個体の推定漁獲個数は95個体となった。宜野座漁協では漁協を通さない直接販売がかなりあり、漁協が把握する漁獲量データ以上に実際の漁獲量は多いと考えられるため、放流個体の推定漁獲個数は、実際には上乘せがあると考えられるが、前年度のこの地域での放流個体総数が121千個体であったことからすると非常に低い回収率であった。前年度は台風等による散逸や移動の可能性も考慮し、放流地点周辺の狭い範囲の調査において放流個体が確認されなくても漁場全体のどこかに生残している可能性もあると考えられた。しかし、放流地点以外も含む漁場全体として放流個体が殆ど発見されなかったこの結果から、放流地点周辺での初期の減耗は、他所への移動によるものではなく、死亡による可能性が高いことが示唆された。

##### 残された問題点

前年度の放流初期の追跡調査では得られなかった部分を今年度の漁獲物調査で補う計画であった。しかし、宜野座漁協ウニ部会の協力が十分に得られず、回収できた口器数が少なかった。シラヒゲウニ放流に関する漁業者への啓発活動を今後も強化していく必要がある。

## 2) 今年度の放流調査

### 材料と方法

栽培漁業センターで生産したシラヒゲウニ種苗を5月から10月にかけて4回、15カ所に放流した。宜野座村漁港水路左右の礁原陸側のホンダワラ藻場内9カ所、今帰仁漁協西側の浜の沖合3カ所、同漁協と古宇利島との間2カ所及び古宇利島南東のシラヒゲウニ増殖場西側外縁岩盤底の1カ所に放流した（図7）。

放流数は19万個体であった。16.9万個体に主にALC標識を定法<sup>1,2)</sup>どおりにつけた。標識率は、39～100%で、全体では89%であった。放流種苗の平均殻径は、11～30mmで全体平均18mmであった（表6）。前年度の調査結果<sup>3)</sup>を踏まえて、今年度は、主に保護網（目合い30mm、10m×10m、ポリエチレン製）を使用し、隠れ場所となる平石（長径30cm、短径20cm、厚さ5cmの楕円）投入も試みた。放流ウニの追跡調査はトランセクト・潜水調査法及び全数計数で行い、殻径測定を行うとともに中間骨サンプルの顕微鏡観察で標識個体を確認し、天然ウニと識別した。

1回目は、5月12日に宜野座村地先ホンダワラ藻場内で放流した。この地点（この放流地点を以後「1宜」と示す。）は前年度の生残率調査、海藻被度調査、底質調査、天然ウニの資源量調査において、放流場所として適していると判断された場所であった。1宜地点では5タイプの放流を行った。平均殻径29.7mmの放流を1宜-1、平均殻径17.8mmの放流を1宜-2と1宜-3、平均殻径50.0mmの放流を1宜-4、平均殻径10.8mmの放流を1宜-5とした。保護網を使用する区（1宜-2）と使用しない区（1宜-3）を比較した（図8）。

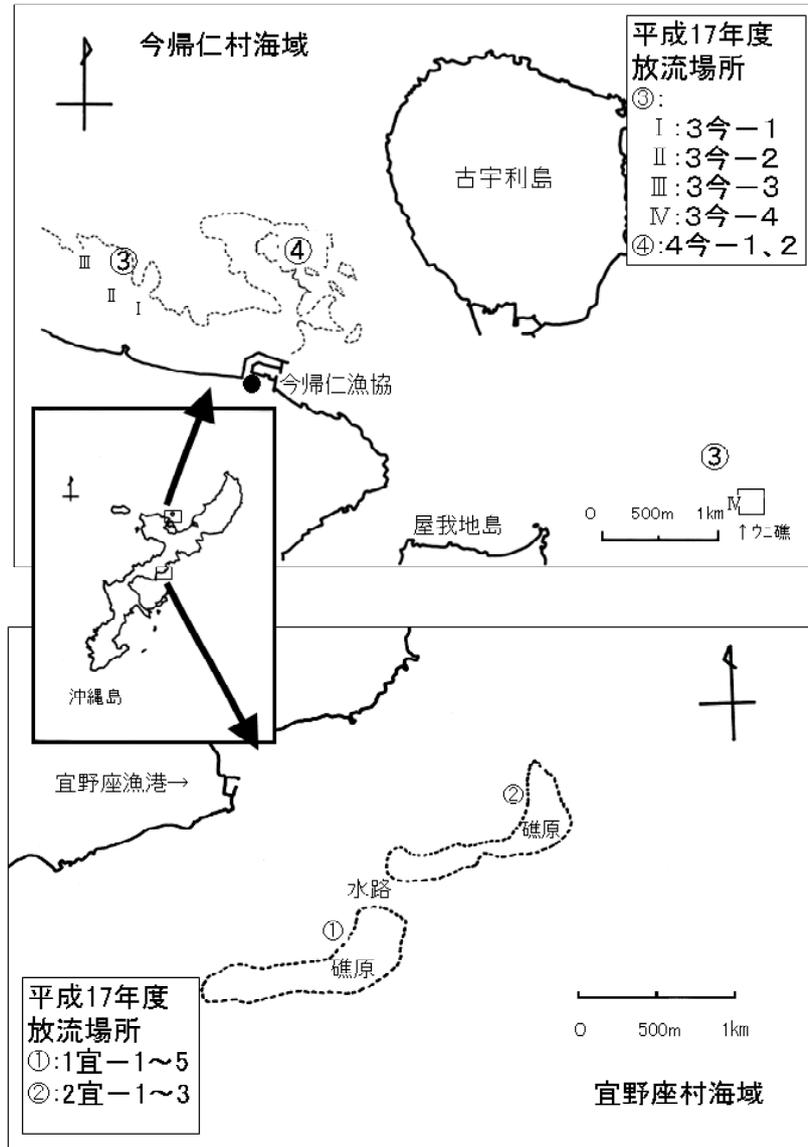


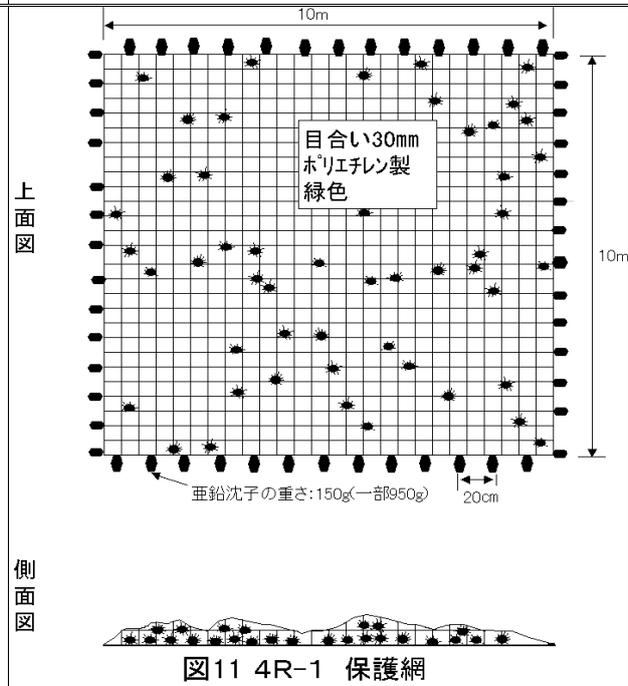
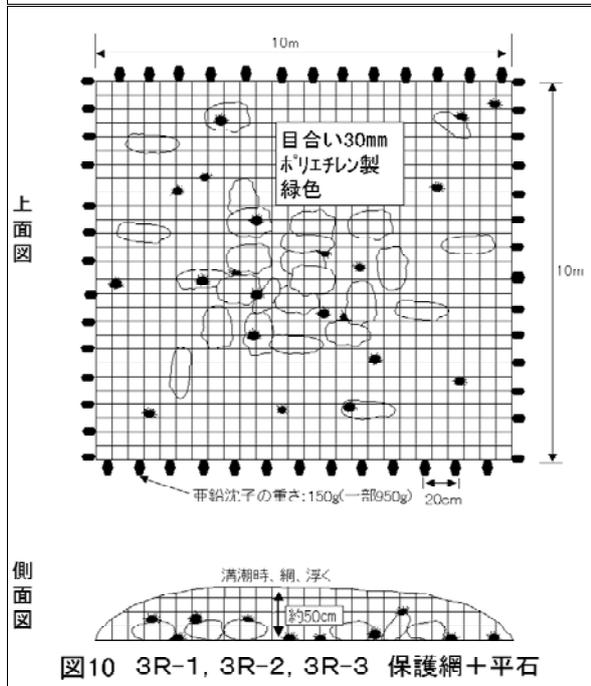
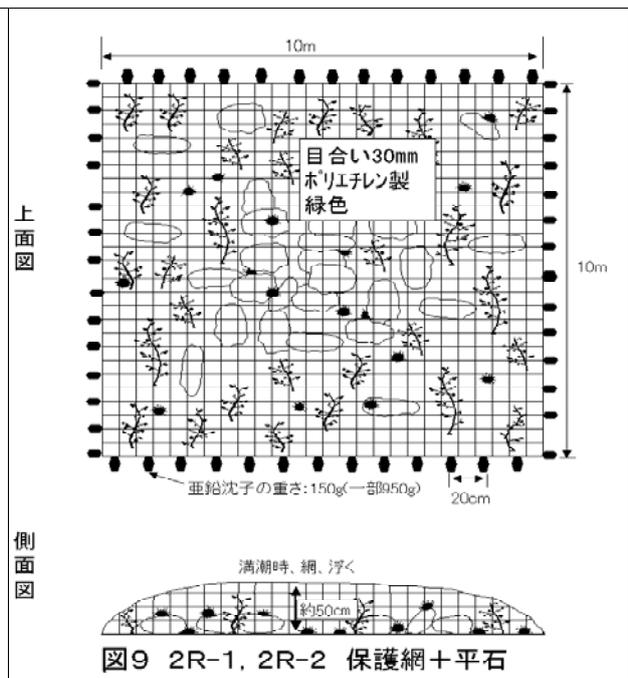
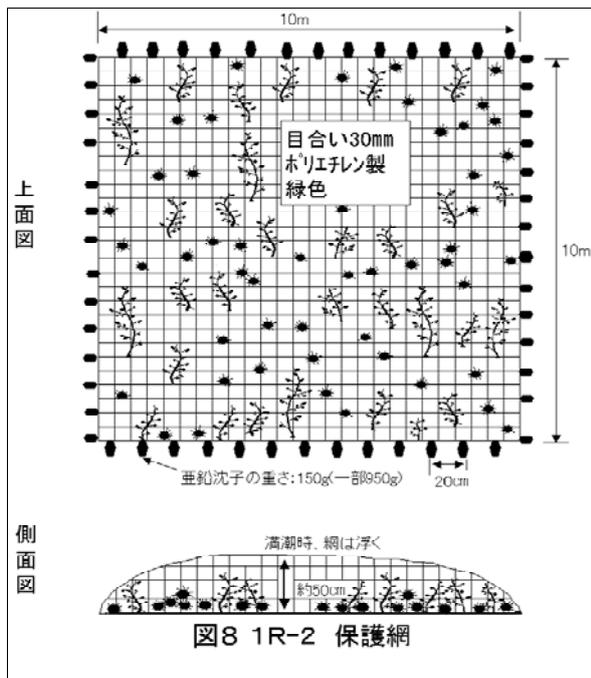
図7 シラヒゲウニ放流調査位置図

表6 平成17年度シラヒゲウニ放流実績

放流 回次	月日	放流 海域	位置	放流数 (個)	標識 個体数 (標識 率%)	殻径(mm) 平均 (最小~最大)	放流 面積	放流 密度 /m <sup>2</sup>	海藻 環境 ※1	底質 環境 ※2	保護 網	設置 期間	平石 投入
1宜 -1	5/12	宜 野 座	N 26° 28' 05.0" E127° 59' 56.4"	2,700	2,700 (100)	29.7 (20.0~41.9)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	27個	①	I			
1宜 -2	5/12	宜 野 座	N 26° 28' 04.8" E127° 59' 59.6"	6,500	6,500 (100)	17.8 (12.2~25.4)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	65個	①	I	○	2 週 間	
1宜 -3	5/12	宜 野 座	N 26° 28' 02.5" E127° 59' 57.6"	6,500	6,500 (100)	17.8 (12.2~25.4)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	65個	①	I			
1宜 -4	5/12	宜 野 座	N 26° 28' 04.2" E127° 59' 56.0"	400	0 (0)	50.0 (23.8~78.6)	4m× 4m= 16m <sup>2</sup>	25個	①	I			
1宜 -5	5/12	宜 野 座	N 26° 28' 04.4" E127° 59' 58.3"	800	800 (100)	10.8 (8.5~14.4)	2m× 2m= 4m <sup>2</sup>	200 個	①	I			
小計				16,900	(97.6)	20.1							
2宜 -1	7/5	宜 野 座	N 26° 28' 36.7" E128° 00' 33.3"	16,000	16,000 (100)	15.6 (7.1~34.9)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	160 個	②	I	○	2 ヶ 月	○
2宜 -2	7/5	宜 野 座	N 26° 28' 34.2" E128° 00' 34.3"	18,000	18,000 (100)	15.4 (7.7~28.6)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	180 個	②	I	○	2 週 間	○
2宜 -3	7/5	宜 野 座	N 26° 28' 32.9" E128° 00' 34.6"	15,000	15,000 (100)	18.2 (8.0~36.0)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	150 個	②	I			○
小計				49,000	(100)	16.3							
3今 -1	8/10	今 帰 仁	N 26° 41' 46.2" E127° 59' 19.5"	2,000	2,000 (100)	18.0 (14.4~48.9)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	20個	③	I	○	2 週 間	○
3今 -2	8/10	今 帰 仁	N 26° 41' 49.2" E127° 59' 11.5"	4,000	4,000 (100)	18.6 (13.4~50.3)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	40個	③	I	○	2 週 間	○
3今 -3	8/10	今 帰 仁	N 26° 41' 57.5" E127° 59' 05.0"	6,000	6,000 (100)	21.3 (12.6~52.6)	10m× 10m= 100m <sup>2</sup>	60個	③	I	○	2 週 間	○
3今 -4	8/10	今 帰 仁	N 26° 40' 58.1" E128° 02' 13.1"	33,900	13,100 (38.6)	24.6 (12.1~46.0)	10m× 50m= 500m <sup>2</sup>	68個	④	II			○
小計				45,900	(54.7)	23.4							
4今 -1	10/21	今 帰 仁	N 26° 42' 02.1" E128° 00' 04.9"	26,900	全数ALR で標識	24.4 (10.9~42.4)	10m× 30m= 300m <sup>2</sup>	90個	⑤	III	○	1 週 間	
4今 -2	10/21	今 帰 仁	N 26° 42' 00.6" E128° 00' 08.3"	5,000	全数ALR で標識	24.4 (10.9~42.4)	5m× 5m= 25m <sup>2</sup>	200 個	⑤	III			
4宜 -3	10/21	宜 野 座	宜野座漁港周辺藻 場の広範囲に船上 から種苗散布	46,200	全数ALR で標識	13.7 (3.9~24.0)	0.5km ×2km =1km <sup>2</sup>	0.05 個	①	I			
小計				78,100	(100)	18.0							
合計				189,900	(88.8)	19.1							

※1 ①:ホンダワラ主体、ウスユキウチワ、ジガミグサ ②:ホンダワラ主体、ウスユキウチワ、アミジグサ  
③:ウスユキウチワ主体、イバラノリ、アミジグサ ④:海藻少ない。イバラノリ等、少し  
⑤:海藻非常に少ない。イバラノリ等、少し

※2 I:岩盤主体、礫、一部砂地 II:岩盤のみ III:礫主体、一部岩盤、砂地



2回目は、7月5日に宜野座村地先ホンダワラ藻場内で放流した。この地点（以後「2宜」と示す。）は1宜地点と宜野座漁港水路を隔てた別の礁原内の藻場であった。この回次は保護網区を2区(2宜-1、2宜-2)、保護網未使用区(2宜-3)を設定し、放流密度を150個/m<sup>2</sup>～180個/m<sup>2</sup>と高密度にした。2つの保護網区の保護網撤去の時期を変え、2宜-2は放流16日後として、2宜-1は放流65日後まで保護網を設置し、比較した。更に、放流種苗の隠れ場所不足による減耗を防ぐ目的で、3区とも平石を投入し、放流区域内の1/3の面積(約30m<sup>2</sup>)を覆った(図9)。

3回目は、8月10日に大型海藻が無い今帰仁村海域で放流した。この地点（以後「3今」と示す。）は大きく2地点に分け、今帰仁漁協西側の浜の沖合3区及び古宇利島南東のシラヒゲウニ増殖場西側外縁岩盤底の1区に放流した。今帰仁漁協西側の浜の400～600m沖合の3区は、起伏の少ない平坦な岩盤域が広がる地域で、その中

で放流場所を設定する際に、ウスユキウチワが繁茂し、天然のシラヒゲウニ密度が比較的高い場所を選定した。放流後 16 日～ 19 日間保護網を用い、網内の約 30 m<sup>2</sup>を覆うように平石を投入した。保護網内への種苗の収容数を、2,000 個区(3 今-1)、4,000 個区(3 今-2)、6,000 個区(3 今-3)に設定して比較した(図 10)。古宇利島南東のシラヒゲウニ増殖場の西側外縁部の岩盤底には約 30 m<sup>2</sup>覆うように平石を投入し、その平石の下に放流した(3 今-4)。

4 回目は、主に今帰仁漁協と古宇利島との間に放流した。この地点(以後「4 今」と示す。)は、2つの礁原に挟まれた場所で底質は礫であった。保護網区(4 今-1)と保護網未使用区(4 今-2)を設定した。底質が礫・石であったため、両区とも平石投入はしなかった(図 11)。この回次の一部は、宜野座漁港周辺のホンダワラ藻場の広範囲に船上から撒いて放流した(4 宜-3)。

## 結果と考察

### 宜野座地先 1 回目

保護網を使用した 1 宜-2 以外の保護網未使用 4 区は、殻径の大小に拘わらず放流 7 日後で生残数 0～135 個体、生残率 0～2.1%に激減した。この期間、波浪は低く安定しており、減耗要因は散逸ではなく食害であったと考えられた。

1 宜-2 は、放流 15 日後に保護網を撤去し計数した結果、生残数 3,600 個体、生残率 55.4%で、明らかな保護網の効果が確認された。この保護網は、網裾部分に沈子を 20 cm 間隔で取り付けたため、隙間があり、小型の生物の侵入や、放流種苗の移動は可能であったが、保護網外には放流種苗は極めて少なかった。保護網内の種苗は主に露出もしくはホンダワラの葉、根元に高密度に生存した。しかし、保護網撤去後 24 日経過した放流 39 日後の計数では、生残数 41 個体、生残率 0.6%に減耗した。この期間の波浪も低く安定しており、減耗要因は散逸ではなく食害であったと考えられた。また、放流 7 日後以内に大きく減耗した他の 4 区と異なり、この区は放流 15 日後以降に減耗しているので、種苗の健苗性や放流環境への馴化に問題はなかったと考えられた。生存個体の殆どは平石の下に生存し、露出個体やホンダワラの葉、根元生存個体は無かった。平均殻径は 32 mmに成長していたが、平石の下に隠れた個体以外は食害に遭ったと考えられた。この区の底質は岩盤で、平石や礫は少なく、隠れ場所の不足が減耗要因であったと推察された。

### 宜野座地先 2 回目

2 宜-3 の放流 16 日後の計数では、生残数 723 個体、生残率 4.8%と低かった。この結果は、従来之地撒き手法に比べれば良く、平石投入が稚ウニの隠れ場所を増やす効果は認められたが、それだけでは不十分だと考えられた。2 宜-3 の放流 27 日後は、生残数 510 個体、生残率 3.4%、放流 42 日後は、生残数 150 個体、生残率 1.0%まで減耗し、放流 164 日後は生残個体を確認できなくなった。この区の平石投入による効果は放流後 1 ヶ月頃までは多少の効果が見られたが、ウニの殻径が大きくなり投入した平石の下では隠れ場所が不足し、他に移動すると、地撒き手法と大差なくなった。

2 宜-2 の放流 9 日後に保護網に侵入したハマフエフキ 2 尾を発見し、その内、全長 540 mm、体重 1,978 g の 1 尾を捕獲した。胃内容物 42 g を検鏡した結果、108 個の ALC

表7 シラヒゲウニ放流後生残状況

放流 回次	放流 年月日	放流数 (個)	調査 月日	経過 日数 (日)	推定 生残数 (個)	生残 率 (%)	調査面 積 (㎡)	確認 個体 数 (個)	調査 月日	経過 日数 (日)	推定 生残数 (個)	生残 率 (%)	調査面 積 (㎡)	確認 個体 数 (個)	調査 月日	経過 日数 (日)	推定 生残数 (個)	生残 率 (%)	調査面 積 (㎡)	確認 個体 数 (個)	
1宜-1	5/12	2,700	5/19	7	15	0.6	100	15													
1宜-2	5/12	6,500	5/27	15	3,600	55.4	100	24	6/20	39	41	0.6	100	10							
1宜-3	5/12	6,500	5/19	7	135	2.1	100	—													
1宜-4	5/12	400	5/19	7	2	0.5	25	—													
1宜-5	5/12	800	5/19	7	0	0	9	0													
2宜-1	7/5	16,000	9/8	65	500	3.1	400	10	12/16	164	75	0.5	400	15							
2宜-2	7/5	18,000	7/21	16	3,700	20.6	100	—	8/8	34	630	3.5	400	12	8/16	42	400	2.2	400	10	
2宜-3	7/5	15,000	7/21	16	723	4.8	100	11	8/1	27	510	3.4	400	10	8/16	42	150	1.0	400	10	
3今-1	8/10	2,000	9/27	48	166	8.3	400	14	10/5	56	160	8.0	400	12	11/29	111	0	0	400	0	
3今-2	8/10	4,000	11/9	91	1,390	34.8	31,400	11	4/1	234	108	2.7	31,400	1							
3今-3	8/10	6,000	9/16	37	2,000	33.3	35,168	52	11/8	90	1,890	31.5	31,400	13	3/31	233	665	11.1	31,400	6	
3今-4	8/10	33,900	8/19	9	2,000	5.9	500	—	12/2	114	0	0	500	0							
4今-1	10/21	26,900	11/4	14	679	2.5	1,256	—													
4今-2	10/21	5,000	11/4	14	10	0.2	25	10													
4宜-3	10/21	46,200																			

標識痕を有する中間骨が発見された。このことから、このハマフエフキは少なくとも放流種苗 22 個体以上を捕食したことが明らかになった。侵入発見の 2 日前の未侵入が確認されており、これは 40 時間以内の捕食数だと判明した。ハマフエフキが、放流種苗の食害生物となり、その捕食圧は大きいことが推察された。このように種苗を丸飲みにする大型魚以外に、小型魚のセナスジベラが、放流種苗の棘をついばみ、殻を破壊し孔を空け、臓器を食する現場が何度も目撃された。この区の保護網を撤去した放流 16 日後の生残数 3,700 個体、生残率 20.6 %で、生残数は 1 宜-2 と同等であり、保護網設置時の平石投入効果は特に認められなかった。保護網撤去後 18 日経過した放流 34 日後は、生残数 630 個体、生残率 3.5 %に減耗した。これは、同程度の経過日数の 1 宜-2 の結果に比べれば良好で、平石投入効果が保護網撤去後に確認されたが、放流 42 日後は、生残数 400 個体、生残率 2.2 %まで減耗し、放流 164 日後は生残個体を確認できなくなった。この区も平石投入による効果は放流後 40 日頃までは多少見られたが、2 宜-3 同様、その後は、平石投入効果は持続しなかった。

2 宜-1 は、保護網を 2 ヶ月間以上撤去しなかったため、他の 2 区のようにその間の計数はできなかったが、網の外から観察すると、放流種苗は 2 宜-2 の保護網撤去時と同等以上の高密度を維持していた。しかし、1 ヶ月経過しても放流種苗は平石の下だけではなく、露出する個体も多く、30 ㎡の平石面積では不足していると感じられた。台風によって保護網が大破し流失した直後の放流 65 日後に計数した結果、生残数 500 個体、生残率 3.1 %まで減耗していた。生残した放流種苗は、投入した平石の隙間に入りきれないサイズ(平均殻径 47.6 mm)に成長していたため、平石の下ではなく、ホンダワラの葉や根元に生存していた。隠れきれずに露出した放流ウニの多くが保護網大破後、食害に遭い減耗したと考えられた。更にその後、放流 164 日後は、生残数 75 個体、生残率 0.5 %まで減耗した。従来放流事例の中にあっては、平均殻径 67.8 mm までの生残結果としては良好な結果であった。しかし、保護網、平石投入の効果はウニが漁獲サイズ(殻径 80 mm)に達するまで持続しなかった。

宜野座地先のホンダワラ藻場での放流手法として保護網や平石投入は初期の生残率向上にある程度の効果が確認された。しかし、保護網撤去後や殻径 30 mm 以上に成長した後は、食害によって大きく減耗すると考えられた。ホンダワラ藻場内にはウニを

捕食する多くの魚類が生息している。しかし、保護網の規模を大きくし、強度を上げ、設置期間を延ばすことは困難である。放流初期の1ヶ月程度、網や平石で保護した後は、放流現場周辺の隠れ場所が豊富であるか、食害魚が少ない場所が放流適地だと思われた。今後、この何れかの条件を満たす場所を探索する必要があると考えられた。

今帰仁地先 3回目

今帰仁漁協西側の浜の沖合3区の放流ウニは、放流16日～19日後に保護網撤去する前から保護網外に移動し始めていた。ホンダワラ藻場と異なり、100㎡の保護網内では餌料不足であったためと考えられた。しかし、保護網外で高密度に生残していた。

3今-1の放流48日後の計数は、生残数166個体、生残率8.3%、56日後の計数は、生残数160個体、生残率8.0%で比較的安定して生残したが、111日後の計数では生残個体を確認できなかった。

3今-2の放流91日後、放流場所を中心に半径100m円の範囲内の計数では、生残数1,390個体、生残率34.8%、混獲率22.0%であった。これは、従来にない良好な生残状況であった。放流234日後、放流場所を中心に半径100m円の範囲内の計数では、生残数108個体、生残率2.7%、混獲率1.9%であった。

3今-3は、保護網撤去後18日後の放流30日後に保護網撤去跡周辺の高密度生残カ所が消失した。しかし、放流場所から40m～150m離れた場所に半径20m円の高密度分布場所6カ所が発見された。放流37日後、この高密度箇所及び放流場所を中心に半径100m円の範囲内の計数では、生残数2,000個体、生残率33.3%、混獲率13.1%であった。放流90日後には37日後の高密度カ所は消失していたため、放流場所を中心に半径100m円の範囲内の計数を行った結果、生残数1,890個体、生残率31.5%、混獲率13.3%であった。放流233日後には放流場所を中心に半径100m円の範囲内の

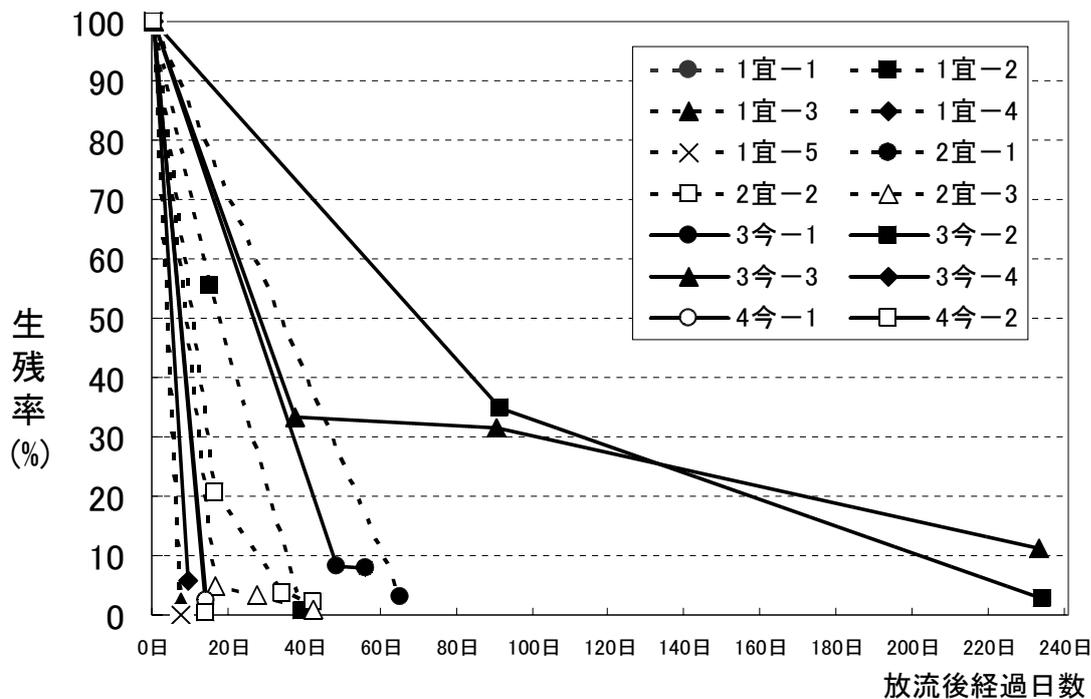


図12 放流後の生残率の推移

計数を行い、生残数 665 個体、生残率 11.1 %、混獲率 5.0 %であった。従来にない極めて高い生残率を示したと共に 6,000 個体/100 m<sup>2</sup> の高密度放流の成功事例となった。また、この区では、放流ウニは天然ウニに混じり集散し、放流地点から 150 m 以内にとどまっている可能性が示唆された。

この 3 今-2 と 3 今-3 の周辺の底質は平坦な岩盤が主体で、ウニの隠れ場所に適した大きな岩穴は少ない。平石や礫も少なく、ホンダワラ等の大型海藻も無い。生残したウニは、ウスユキウチワを少量被るか、殆ど露出していた。この 2 区は、他の地点に比べて、調査中に目撃する魚類の数が少なかった。即ち、餌料が乏しく、隠れ場所が少なくても、食害生物が少ない場所はシラヒゲウニの放流適地になり得るのではないかと推察された。

3 今-4 の放流 9 日後の計数で、すでに生残数 2,000 個体、生残率 5.9 %と減耗した。全ての生残個体は投入した平石の下にいたが、他の場所には確認できなかった。放流種苗数に対する平石投入量が不足していたと考えられた。その後、放流 114 日後には生残個体を確認することができなかった。この地点は、保護無しで生存し難い場所だと推察できた。

#### 今帰仁地先 4 回目

4 今-1 は、放流 14 日後に保護網を撤去し計数した結果、生残数 679 個体、生残率 2.5 %に激減した。同日に計数した 4 今-2 は、生残数 10 個体、生残率 0.2 %とほぼ全滅状態であった。4 今-1 は保護網内への平石投入をしなかったため、地面と保護網との隙間が無く、網が地面に密着しており、そのため、食害生物が網外から放流種苗を攻撃しやすくなっていたものと考えられた。これらの地点は、今帰仁漁協西側の浜の沖合地点(3 今-2、3 今-3)から 1.5 km しか離れていない位置にある。しかし、調査中の観察では、3 今-2、3 今-3 と異なり、魚類が大変多い場所であり、特に、ハマフエフキが数匹、近くを遊泳していたのが目撃された。このことが、減耗の最大の要因であったと考えられた(表 7、図 12)。

この結果からも、放流地点周辺の食害生物の多寡が放流後の生残に大きく拘わっていると考えられた。

次年度は、今年度発見した今帰仁漁協西側の浜の 400 ~ 600m 沖合地点での追試(更なる高密度、保護網の必要性)と同時に今帰仁村海域、宜野座村海域における新しい放流適地の探索を行う計画である。

放流後の成長を見ると、7 月 5 日に放流した 2 宜-1 の放流 164 日

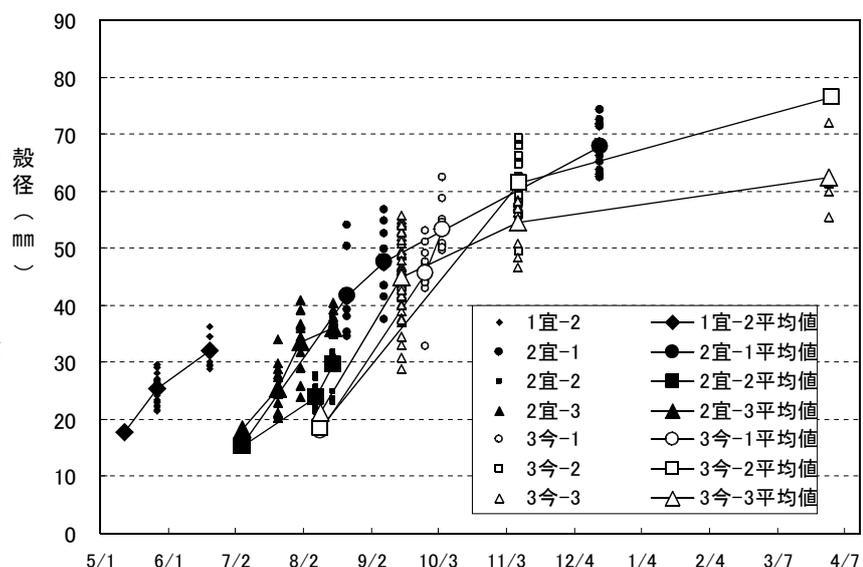


図13 シラヒゲウニ放流後の成長

後に殻径 70 mmを超える個体があり、平均では 67.8 mm に達した。今年度の宜野座村海域は、漁期が長く、12 月まで漁獲されていたため、80 mm を超える大型個体は漁獲された可能性があり、実際の成長はもっと良かったと推察された。

3 今の地点は前記したように大型海藻は非常に少なく、餌の量は少ない場所と考えられたが、放流後日数 37 日

～ 48 日の日間成長量を比較すると宜野座ホンダワラ藻場 0.54 mm/日、0.34 mm/日、0.43 mm/日、今帰仁 3 今 0.57 mm/日、0.64 mm/日で成長量は宜野座村海域ホンダワラ藻場に放流した事例に比べて悪くなかった。3 今地点の中で、生残数 1,890 個体、混獲率 13.3 %で、高密度に生残した 3 今-3 の放流 90 日後の成長は 0.37 mm/日、と鈍化したが、特別な成長悪化ではなく、問題はないと考えられた。3 今-2 の放流 234 日後の成長は 0.25 mm/日、3 今-3 の放流 233 日後の成長は 0.18 mm/日と極めて鈍化したが、これらと同等の経過日数における他の場所のデータが無く、比較できなかつたため、この鈍化が、餌不足に因るものとは判別できなかつた。(図 13、表 8)。

今年度の放流調査の結果、①稚ウニ放流後の主な減耗要因が食害であると推察された。特に、ハマフエフキ、セナスジベラ等の魚類が短期間に大量の放流種苗を捕食することが明らかになった。②ホンダワラ藻場での放流手法として保護網や平石投入は初期の生残率向上に効果が確認された。③しかし、保護網撤去後や殻径 30 mm 以上に成長した後は、周辺の隠れ場所が豊富であるか、食害魚が少ない場所でないか減耗は防止できないと思われた。④今帰仁漁協西側の浜沖合の 3 今-2、3 今-3 の 2 区は放流 3 ヶ月後まで 1,900 個体、1,400 個体が生残し、生残率 30 %を超え、従来にない好事例となった。3 今-3 は更に放流 8 ヶ月後まで 660 個体が生残し、生残率 10 %を超えた。⑤この事例の主な要因は放流地点周辺に食害魚が少なかったためであると考えられた。⑥この地点は大型海藻は非常に少なく、餌の少ない場所と見られたが、成長もホンダワラ藻場に放流した事例に比べて特に悪くなかつた。

### 残された問題点

今年度、非常に良い結果となった 3 今-2 と 3 今-3 の地点はホテルの砂浜の沖合で、干潮時には、砂浜から徒歩で行ける場所である。今帰仁漁協によるとウニ漁解禁前に潮干狩り等、遊漁による採捕が頻繁に行われており、その徹底した監視は困難である。

表8 放流後の日間成長量

放流 回次	放流 月日	放流 時殻 径 (mm)	放流後				
			経過日 数(日)	平均 殻径 (mm)	標準 偏差	平均 成長量 (mm)	平均 日間 成長量 (mm/日)
1宜-2	5月12日	17.8	15	25.5	2.5	7.7	0.51
			39	32.0	2.6	14.2	0.36
			48	41.7	6.5	26.1	0.54 ※
2宜-1	7月5日	15.6	65	47.6	6.2	32.0	0.49
			164	67.8	4.4	52.2	0.32
			34	23.8	2.5	8.4	0.25
2宜-2	7月5日	15.4	42	29.7	5.4	14.3	0.34 ※
			16	25.3	4.6	7.1	0.44
			27	33.5	5.7	15.3	0.57
2宜-3	7月5日	18.2	42	36.1	3.4	17.9	0.43 ※
			48	45.5	4.7	27.5	0.57 ※
			56	53.3	3.9	35.3	0.63
3今-1	8月10日	18.0	91	61.4	5.8	42.8	0.47
			234	76.5	—	57.9	0.25
			37	44.9	6.2	23.6	0.64 ※
3今-2	8月10日	18.6	90	54.6	3.9	33.3	0.37
			233	62.5	5.5	41.2	0.18
			90	54.6	3.9	33.3	0.37

今帰仁漁協ウニ部会は例年、漁期前に小形や身入りの悪い場所のウニを別の場所に移動しており、この地点のウニも、同様に漁期前に移動すれば充分漁獲対象になり得る。

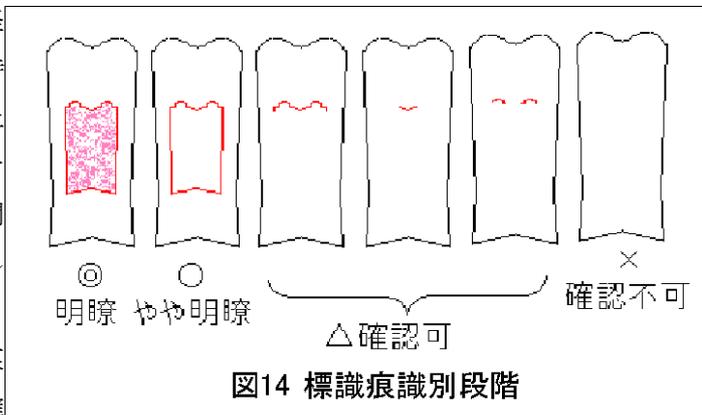
宜野座村海域のホンダワラ藻場周辺に食害魚が少ない場所が存在するか否かは不明である。今帰仁、宜野座両所ともに新たな放流適地を探索する必要がある。

### 3) 標識残存試験

#### 材料と方法

現在、放流ウニの標識には ALC が用いられている。しかし、ALC は高価であり、今後、ウニの大量放流を行う際に経費がかかりすぎる問題点がある。これの代替品として価格が ALC の 1/30 であるアリザリンレッド S(以下「ALR」という。)を利用できる可能性が示されているが、同時に浸漬条件の再検討の必要性も示唆されている<sup>4)</sup>。本試験では、浸漬濃度を変え、試験個体数を増やした。

ALR を 100ppm、200ppm になるように溶解した海水中及び対照区として従来使用している ALC50ppm 海水中に平均殻径 14.6 mm の稚ウニを 150 個体ずつ 2 時間収容し標識をつけた。ウニは陸上水槽内で飼育し、主にアナアオサを給餌し、1 ヶ月後～9 ヶ月後の中間骨における標識痕の持続性を検討した。各回、各区 20 個体ずつ(9 ヶ月目は 24 ～ 35 個体)検鏡し、標識痕の識別を「明瞭」、「やや明瞭」、「確認可」、「確認不可」の 4 段階に分けた(図 14)。



#### 結果と考察

標識痕確認率は、1 ヶ月後、ALC の 100 % 「明瞭」に対して、ALR200ppm は「確認可」以上 90 % で、ALR100ppm は「確認可」以上 70 % であった(図 15)。2 ヶ月後、ALC の「やや明瞭」以上 100 % に対して、ALR200ppm は「確認可」以上 85 % で、ALR100ppm は「確認可」以上 80 % であった。3 ヶ月後、ALC の「確認可」以上 100 % に対して、ALR200ppm は「確認可」以上 85 % で、ALR100ppm は「確認可」以上 80 % であった。4 ヶ月後、ALC の「確認可」以上 100 % に対して、ALR200ppm、ALR100ppm 共に「確認可」以上 70 % であった。9 ヶ月後、ALC で初めて「明瞭」が無くなり、「確認可」が 88 % になり、ALR200ppm は「確認可」以上 56 %、ALR100ppm は「確認可」以上 54 % まで減少した。

確認率の月別推移を薬品及び濃度別に見ると、ALC は、「明瞭」の比率が減少し、9 ヶ月目には「確認可」が多くなったが、100 % 確認可能であった。ALR200ppm は、「明瞭」は 3 ヶ月以降無くなり、4 ヶ月以降は「確認可」のみになり、それも 9 ヶ月目は約半分が「確認不可」となった。ALR100ppm は、1 ヶ月目から「やや明瞭」「確認可」で、常に ALR200ppm に劣り、4 ヶ月、9 ヶ月と漸次減少した。

本試験では、1m × 1m × 0.5m の籠内にウニを収容し、アナアオサを飽食量給餌し

たため、実際の放流個体より成長が良くなった。本試験の3ヶ月の平均殻径は放流事例の5ヶ月～7ヶ月に匹敵した(図16)。

殻径と中間骨長には正の相関関係がある<sup>5)</sup>ので、中間骨サイズも大きくなっており、その分だけ標識痕が確認し難くなり、確認率が低下した可能性が考えられた。しかし、ALR200ppm、100ppm共に明らかにALC50ppmと比較して標識残存率は低下していた。

### 残された問題点

標識残存試験は、飼育の際に給餌過多をなくし、天然海域と同等に成長するように再試験を行うとともに、ALRの浸漬時間を延長した試験区を設定し、残存率を高める必要がある。今年度の結果であるALR標識残存率約50%の値の再現性が今後の試験で見られれば、残存率を勘案したALRの標識への利用も可能であると思われたため、次年度に再試験を行いたい。

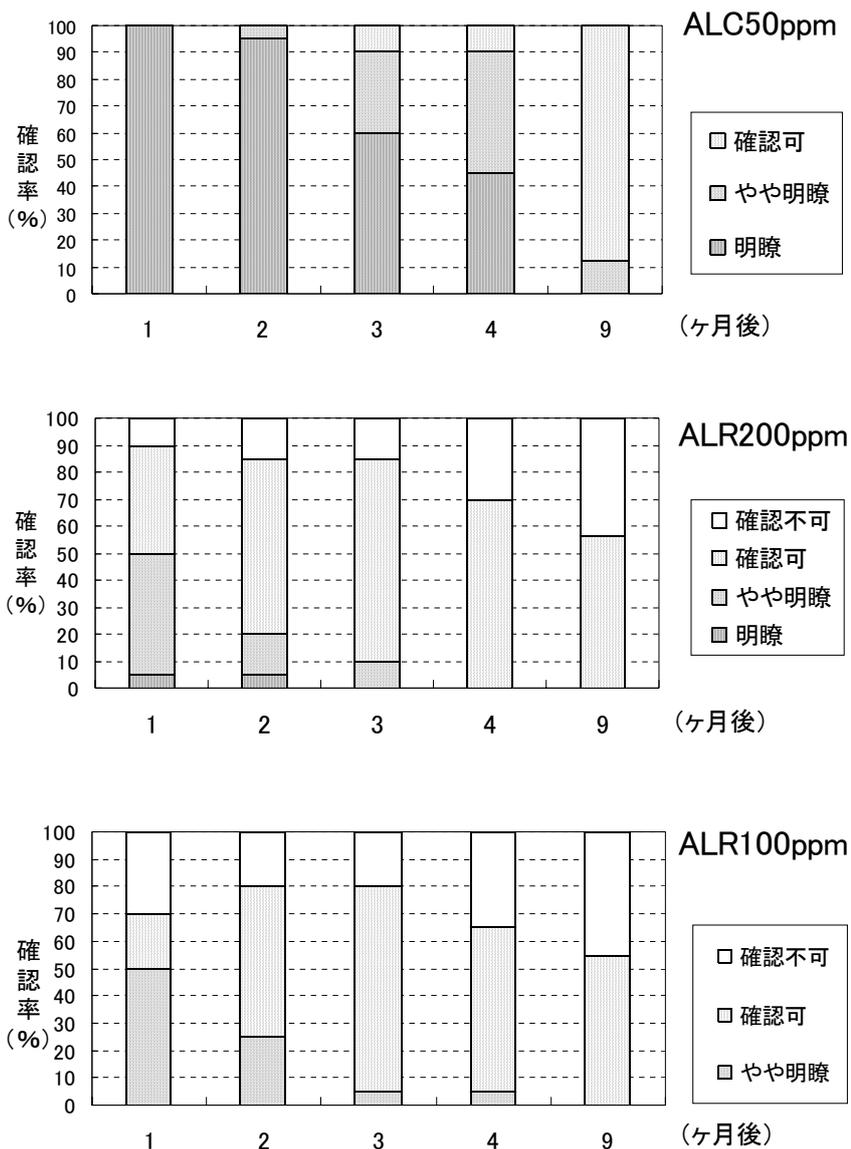


図15 標識痕確認率の推移

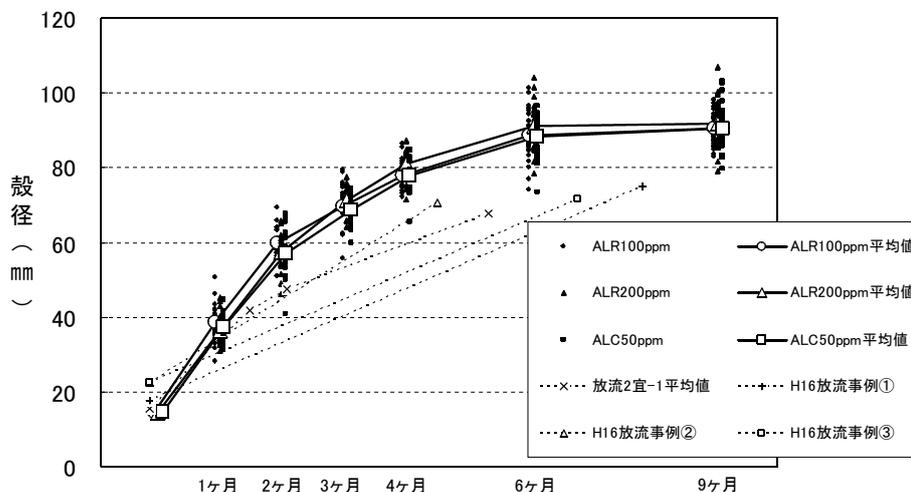


図16 標識残存試験に用いた個体の成長

### (3)関連調査

#### 目的

今年の放流場所である宜野座漁港地先のホンダワラ藻場及び今帰仁漁協西側の浜の沖合の海藻被度、海藻種類、底質、天然ウニの生存量および宜野座漁協の漁獲実態を調査し、放流技術の開発に資する。

#### 1)放流場所の海藻被度及び底質調査

##### 材料と方法

放流追跡調査を行っている宜野座漁港水路両側の礁原内側のホンダワラ藻場で1回目に放流した1宜地点周辺を4月に、2回目に放流した2宜地点周辺を5月と7月に、3回目に放流した今帰仁漁協西側の浜の沖合2カ所の内、3今-1周辺を12月に、3今-3周辺を1月に調査した。

調査中心点から東西南北の各方向100mトランセクト上に1㎡ステンレス方形枠を1m毎に設置し、潜水し、1地点50×4=200ポイントで海藻被度、海藻の種類、底質の調査を行った。ホンダワラ藻場の海藻被度は、Ⅰ：0%（海藻なし）、Ⅱ：0～25%（1/4未満）、Ⅲ：25～50%（1/4以上1/2未満）、Ⅳ：50～75%（1/2以上3/4未満）、Ⅴ：75～100%（3/4以上）の5段階に分け、海藻種類は、ホンダワラ類（タマキレバモク、ラップモク、その他）、ウスユキウチワ、アミジグサ、ジガミグサ、その他の海藻、5種に分類した。底質は、岩盤、礫・石、砂の3種に分類した。被度の段階及び海藻種類、底質種類の200ポイント中の比率を、調査地点の代表値とした。また、被度Ⅴのホンダワラ類を採取し、長さ、株数、藻体湿重量を測定した。ホンダワラ藻場の前年度と同じ地点（1宜）や同一礁原（2宜）について前年度結果<sup>6)</sup>とも比較した。藻場でない場所は、ウスユキウチワとその他の海藻に分け、Ⅰ：0%（海藻なし）、Ⅱ：薄い、Ⅲ：濃いに分類し、底質調査はホンダワラ藻場と同様に行った。

##### 結果と考察

宜野座村海域ホンダワラ藻場では、1宜地点の4月の海藻被度Ⅴが全体の50%を超え、同一場所を昨年調査したH16-3R（9月）の結果と比べても被度は高かった。その海藻内訳は90%以上がホンダワラ類で占められた（図17、図18）。

2宜地点の5月の海藻被度Ⅴが15%未満で低いが、同一礁原内を昨年調査したH16-2R（9月）と比べ海藻被度Ⅳが多く、高かった。種類ではウスユキウチワが20%、アミジグサ類・ジガミグサが10%を占めた。2宜地点の7月の海藻被度は5月に比べⅤが20%を超え、高くなり、ホンダワラ類が80%を超え、アミジグサ類がほぼ消滅した（図19、図20）。8月の調査が不足しているが、このことは、夏場のホンダワラ類の繁茂のピークを示した結果になった（図21、図22）。ホンダワラ被度Ⅴ地点の藻体の状況を調査した結果、1宜地点の4月は、114株/㎡、藻体長平均35cm（4～66cm）、湿重量8,352g/㎡で、2宜地点の5月は、212株/㎡、藻体長平均29cm（3～68cm）、湿重量8,388g/㎡で、2宜地点の7月は、69株/㎡、藻体長平均39cm（2～90cm）、湿重量6,188g/㎡と変化した。藻体長は長くなり、密度と湿重量は減少した。

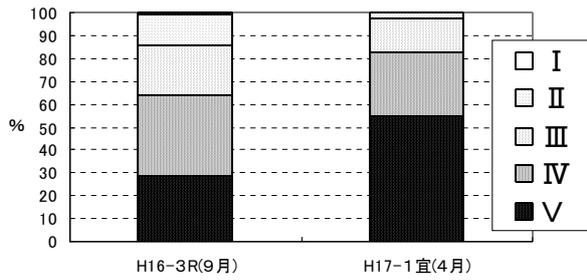


図17 H16-3R(9月)とH17-1宜(4月)の海藻被度の比較

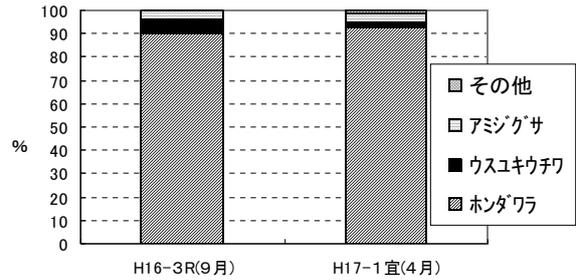


図18 H16-3R(9月)とH17-1宜(4月)の海藻種類別占有率比較

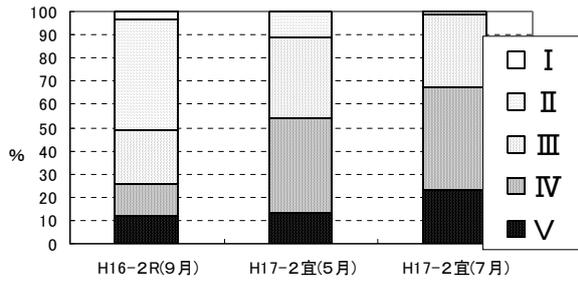


図19 H16-2R(9月)とH17-2宜(5月)とH17-2宜(7月)の海藻被度の比較

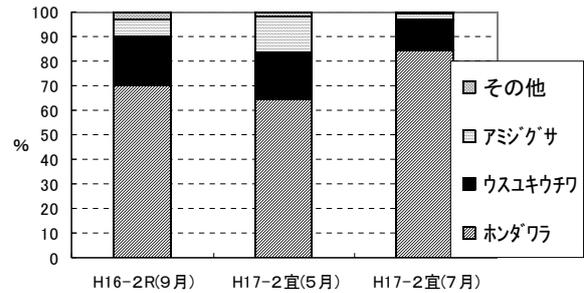


図20 H16-2R(9月)とH17-2宜(5月)とH17-2宜(7月)の海藻種類別占有率比較

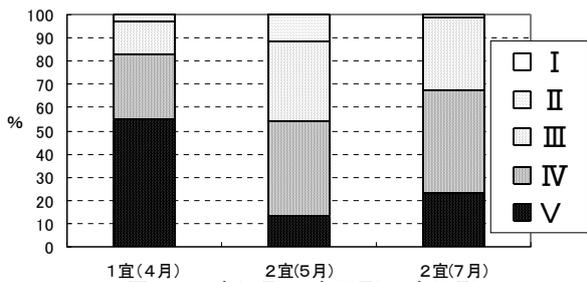


図21 1宜(4月), 2宜(5月), 2宜(7月)の海藻被度の比較

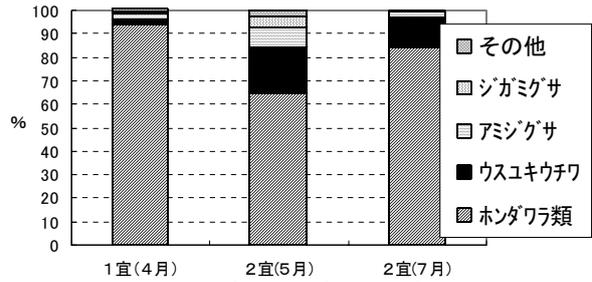


図22 1宜(4月), 2宜(5月), 2宜(7月)の海藻種類別占有率比較

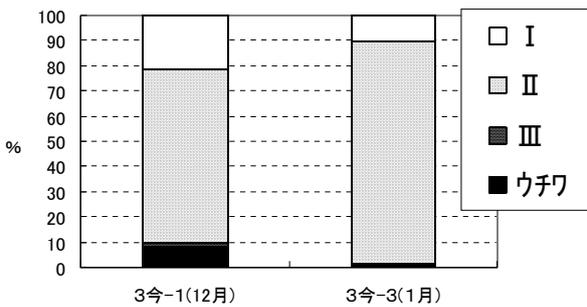


図23 3今の海藻被度比較

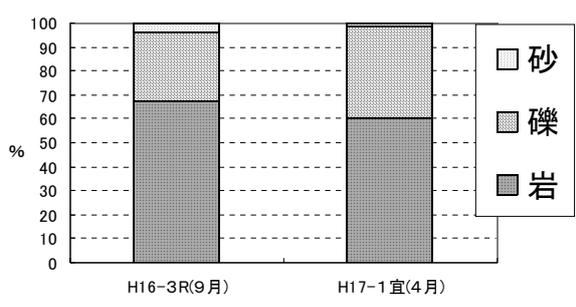


図24 H16-3R(9月)とH17-1宜(4月)の底質の比較

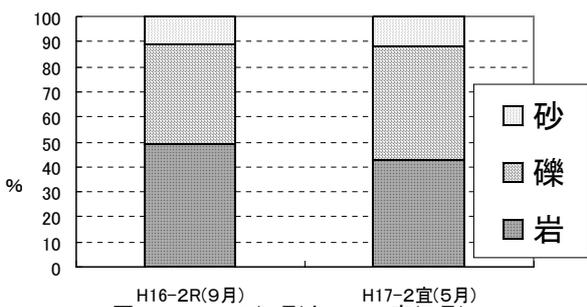


図25 H16-2R(9月)とH17-2宜(5月)の底質の比較

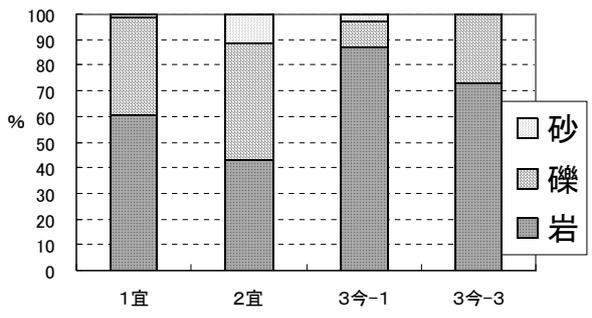


図26 1宜, 2宜, 3今の底質の比較

今帰仁村海域の調査で3今-1地点の12月は、ウスユキウチワは10%を占めるが残りの70%は小型の雑多な藻類が薄く被っていた。3今-3地点の1月は、ウスユキウチワも殆ど無く、90%を小型の雑多な藻類が薄く被っていた(図23)。この場所は今年度の放流好事例の現場である。このような餌料海藻の環境の中でも他地点より高密度のウニ資源が維持できることが示された。このことは、今後のウニ放流適地の選択に有意義な情報となった。

この海域で正式な調査は行えなかったが、種苗を放流した8月、台風接近後の9月、種苗追跡調査の11月にウスユキウチワの繁茂状況の変化が感じられた。次年度に、このウニ放流の適地と考えられる現場の被度情報を蓄積する必要があると考えられた。

底質は、1宜地点が60%岩盤、残り礫・石でH16-3Rと同じ結果であった(図24)。

2宜地点も45%岩盤、礫・石45%、砂10%でH16-2Rと同様であった(図25)。3今-1地点は岩盤が85%を超え、3今-3地点は岩盤が70%を超えた。宜野座のホンダワラ藻場では岩盤の比率が、海藻被度と比例したが、今帰仁村海域では岩盤上に小型海藻が薄く生えているだけであった(図26)。

### 残された問題点

今後は、同一地点の被度及び占有率の季節変化を更に詳しく観るとともに、湿重量の調査頻度を高め、藻場の環境把握に努める必要があると考えられた。

## 2)天然ウニの生態解明

### 材料と方法

放流地点の天然ウニの生息状況を把握するために、宜野座村地先の放流地点(1宜、2宜)を5月と12月に、今帰仁漁協西側の浜の沖合3カ所(3今-1、3今-2、3今-3)を9月、11月、3月、4月に、古宇利島南東のシラヒゲウニ増殖場西側外縁(3今-4)を12月に調査した。1宜地点、2宜地点の5月の調査は、前年度放流分の追跡調査の際に、他の調査は今年度の放流追跡調査の際に、標識個体以外を天然ウニとして計数、測定したので、調査面積は、放流追跡調査と同様である。調査面積が1,000 m<sup>2</sup>~2,826 m<sup>2</sup>は全数計数し、半径100mの円(31,400 m<sup>2</sup>)、200m四方(40,000 m<sup>2</sup>)の場合は100m×1m×4本(及び8本)の調査幅から天然ウニ資源量を推定した。また、任意抽出したウニの殻径測定も行った。

### 結果と考察

1宜地点は、宜野座村海域ホンダワラ藻場内で、ウニ漁解禁前の5月に調査した。生息密度0.05個体/m<sup>2</sup>で、これは前年12月の同一場所の調査結果<sup>7)</sup>と等しかった。平均殻径は73mmから80mmに成長していた。

2宜地点は、同ホンダワラ藻場内で、ウニ漁解禁前の5月、漁期間中の12月に調査した。解禁前は生息密度0.08個体/m<sup>2</sup>で、前年8月の漁期間中の同一場所の調査結果0.07個体/m<sup>2</sup>と同等で、平均殻径は63mmから73mmになっていた。漁終了間近の12月は、0.03個体/m<sup>2</sup>に激減し、平均殻径は69mmになった。漁獲圧による生息数の減少であると考えられた。

3今-1地点は、今帰仁漁協西側の浜の沖合で、9月と11月に調査した。9月は0.21個体/m<sup>2</sup>、11月は0.26個体/m<sup>2</sup>と高密度で、平均殻径は62mmから70mmに成長した。

3今-2地点は、上記3今-1地点と250m離れた場所で、11月と4月に調査した。11月は0.16個体/m<sup>2</sup>、4月は0.18個体/m<sup>2</sup>と3今-1地点より低密度で、平均殻径は70mmから73mmにやや成長した。

3今-3地点は、上記3今-2地点と350m離れた場所で、9月と11月と3月に調査した。9月は0.38個体/m<sup>2</sup>、11月は0.39個体/m<sup>2</sup>、3月は0.40個体/m<sup>2</sup>と極めて安定して高密度であった。平均殻径は、53mmから66mmに成長したが、近接2地点に比べて小型であった。この地点は、天然ウニ資源だけではなく、放流種苗も高密度に生存する場所であり、この結果は天然ウニが生息しやすい場所は、放流種苗も生残しやすい場所でもあることを示唆した。

3今-4地点は、12月に調査した。今年度は今帰仁漁協の禁漁中であり、シラヒゲウニ増殖場西側であるにも拘わらず0.03個体/m<sup>2</sup>と低く、放流種苗の生残率の低さと同調した。ウニ生残に不適な場所であることが明らかになった(表9)。

以上の天然ウニ調査からも今年度放流3今-3地点が放流場所として適していることが判明した。放流調査、海藻被度調査、天然ウニ調査を総合的に考察すると、ホンダワラ藻場には他の生物も豊富に生息し、それらの中にシラヒゲウニの食害生物が存在する可能性が高く、ウニとそれらとの遭遇率が高まるのではないかと考えられた。ホンダワラ藻場は、シラヒゲウニ放流場所として適地ではなく、3今-3地点のように海藻被度が低く、餌料環境が乏しく見える場所であっても、シラヒゲウニは、雑多な海藻類を摂餌して生育可能であり、放流適地として最も重要な要素は食害生物(特に魚類)の生息密度の低さではないかと推察された。特に、人工種苗を放流した直後は、天然では希な高密度になる期間が続く。その期間が、放流種苗にとって最も危険な時期である点から考えて、食害生物との遭遇率を如何に下げると言うこと、つまり、その様な場所を発見することが今後、重要であると思われた。

### 残された問題点

今年度、今帰仁漁協は、ウニ漁期前の事前調査で、シラヒゲウニ資源が例年に比べて1/10程度に激減していることに危機感を持ち、自主的な全面禁漁に踏み切った。今

表9 ウニ放流場所における天然ウニ資源量調査

調査場所	調査月日	推定生息個数(個)	推定面積(m <sup>2</sup> )	生息密度(個/m <sup>2</sup> )	調査面積(m <sup>2</sup> )	殻径平均(最小~最大)(mm)	備考
1宜(宜野座)	2005/5/23	2,000	40,000	0.05	400	80.2 (39.4~92.1)	H16-3R放流場所 ホンダワラ藻場 ウニ漁期前
2宜(宜野座)	2005/5/30	3,250	40,000	0.08	800	73.1 (19.5~87.9)	H16-2R放流場所 ホンダワラ藻場 ウニ漁期前
	2005/12/16	53	2,120	0.03	2,120	69.4 (59.6~88.8)	H16-2R放流場所 ホンダワラ藻場 ウニ漁期中
3今-1(今帰仁)	2005/9/27	340	1,600	0.21	160	61.6 (42.5~88.7)	藻場無し 海藻少 ウニ禁漁期間
	2005/11/28	730	2,826	0.26	2,826	70.3 (61.1~83.6)	
3今-2(今帰仁)	2005/11/9	4,900	31,400	0.16	400	69.6 (58.0~81.0)	
	2006/4/1	5,740	31,400	0.18	1,600	73.6 (59.4~85.4)	
3今-3(今帰仁)	2005/9/16	13,300	35,168	0.38	1,280	52.7 (31.6~84.8)	
	2005/11/9	12,300	31,400	0.39	800	57.8 (45.8~69.0)	
	2006/3/31	12,635	31,400	0.40	1,600	65.6 (51.4~82.9)	
3今-4(今帰仁)	2005/12/2	26	1,000	0.03	1,000	81.8 (73.6~93.9)	藻場無し ウニ増殖場 ウニ禁漁期間

帰仁村海域の3今-3地点は9月から3月まで高密度に生息していた。このことが、今年度の禁漁措置とどのように関連しているのか、次年度もこの場所の天然ウニの生息量調査を継続して行う必要がある。

### 3) 漁業実態調査

#### 材料と方法

今年度の今帰仁漁協のウニ水揚げ量は、自主的な全面禁漁としたことから、0であった。そのため、宜野座村海域についてのみの調査になった。宜野座村漁協からセリに出荷されたシラヒゲウニの身入り調査とシラヒゲウニ出荷量から、調査海域のシラヒゲウニの漁獲個体数を推定した。ウニ漁獲量(生鮮むき身重量 kg)は名護漁協のセリ資料と漁協の直売資料を集計した。ウニ1個体あたりの生殖巣重量は、宜野座漁協で出荷された100gトレイのむき身カウント調査から求め、その数値でウニ漁獲量を除してウニ漁獲個体数を推定した。

#### 結果と考察

宜野座村海域は、7月12日と8月26日に10トレイを調査し、ウニ1個体あたりの生殖巣重量は31.6gと計算された。漁協からの資料では今年の漁獲量は700kgであった。漁獲個体数は、22

千個体と推定された。ここ数年の中では最も低く、2000年のレベルまで低下した(図27)。

シラヒゲウニは1年で漁獲対象になる。両海域に共通した今年の資源量の低下は、2004年、過去最多年間15個の台風接近によって着定稚ウニが減少し、そのことが原因ではないかと推察された。

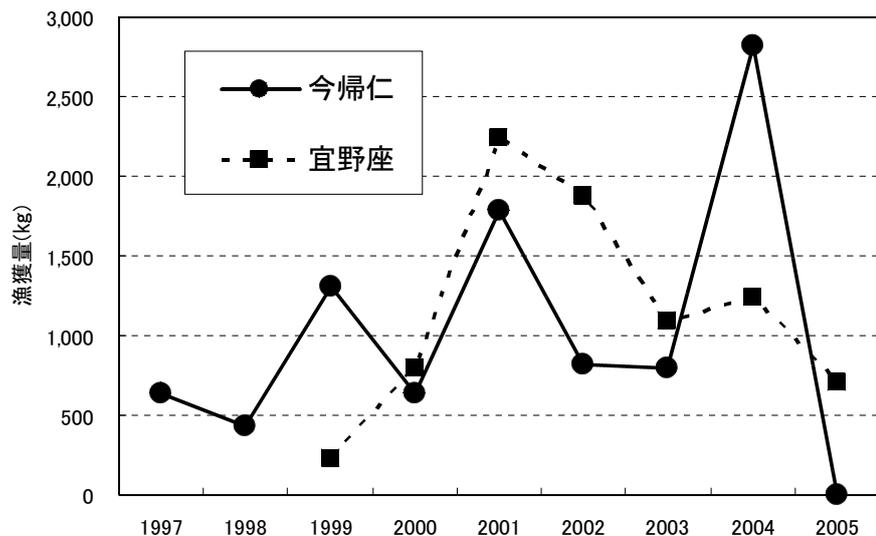


図27 今帰仁漁協と宜野座漁協のシラヒゲウニ漁獲量の推移

#### 残された問題点

今年の宜野座村海域でも今帰仁村海域と同様にウニ資源の減少が認識されていた。しかし、宜野座漁協ウニ部会では、今帰仁漁協とは正反対に、水揚げ量を確保するために例年7月～8月(2ヶ月間)、昨年7月～9月(3ヶ月間)の漁期を極端に延長し、7月～12月(6ヶ月間)にし、漁獲強度を高めた。今年の対照的な両漁協の対応が来年の漁獲量にどのように影響するのか、次年度調査したい。

また、宜野座漁協の水揚げの内、かなりの量が加工業者へ直接販売され、漁協が全

量を把握できない点は今年も改善されなかった。そのため、実際の漁獲量は、もっと多かったと予測できた。今後も漁協並びにウニ漁業者に啓発活動を行い、正確な漁獲量の把握に努めたい。

## 5 参考文献

- 1) 渡辺利明、他(2000)：平成7年度－11年度放流技術開発事業総括報告書(定着性グループ)。沖縄23－沖縄25.
- 2) 渡邊庄一(2003)：アリザリン・コンプレクソンおよびテトラサイクリン塩酸塩によるアカウニの中間骨標識。平成14年度長崎県水産試験場研究報告第29号，9－14.
- 3) 玉城 信、他(2005)：平成16年度栽培漁業技術開発事業報告書・地先型定着性種(暖海域グループ)。沖19pp.
- 4) 猪狩忠光、他(2004)：平成15年度資源増大技術開発事業報告書・地先型定着性種(暖水域グループ)。鹿9pp.
- 5) 渡辺利明、他(2002)：平成13年度資源増大技術開発事業報告書・地先型定着性種(暖水域グループ)。沖ウニ17pp.
- 6) 玉城 信、他(2005)：平成16年度栽培漁業技術開発事業報告書・地先型定着性種(暖海域グループ)。沖19－沖21.
- 7) 玉城 信、他(2005)：平成16年度栽培漁業技術開発事業報告書・地先型定着性種(暖海域グループ)。沖22－沖23.