

ヒメジャコ養殖基盤の開発Ⅱ (シャコガイ増養殖技術開発事業)

久保弘文^{*1}, 横山智光^{*2}, 久貝幸作^{*3}, 高吉正信^{*4}, 井上 顕

Studies for the Development of Artificial Base for Boring Giant Clam (*Tridacna crocea*) Culture II

Hirofumi KUBO^{*1}, Norimitsu YOKOYAMA^{*2}, Kosaku KUGAI^{*3},
Masanobu TAKAYOSHI^{*4} and Ken INOUE

サンゴ礁岩盤に代わる人工養殖基盤を用いたヒメジャコの養殖技術開発を目的とする。前年に引き続き、流し込み法および振動圧縮成型法により製作した一体型養殖基盤とポット式養殖基盤を用いた養殖試験を実施した。一体型基盤はマグホホワイト+カキ殻+カキ殻粉を配合し、タカセガイ育成礁内で育成した。成長は1,058日間で陸38.3 $\mu\text{m/day}$ 、沖36.7 $\mu\text{m/day}$ となり、天然サンゴ上で育成した場合と差が無かった。生残率は1,058日までで70~76%であった。沖側は地盤高が高く、食害はほとんど見られなかったが、陸側では地盤高が低いため、食害が確認された。

パイコンによる基盤部と流し込みによる中詰部の2層構造からなるポット式基盤では、生残率が306日経過時点で平均94~99%といずれも高く推移した。成長は306日時点で平均60.0 $\mu\text{m/day}$ に達し、天然サンゴ307日時点の38 $\mu\text{m/day}$ と比較して、約1.5倍速かった。しかしポット式の中詰部は当初、軟質の配合としたにも関わらず、306日時点で水中硬化が認められた。硬化は水和反応による化学的な結合の結果であり、水中で硬化が進みやすいことから、一部の基盤を陸揚げして基盤の硬化状況について検討した。その結果、基盤内部がモース硬度計の4度を示し、蛍石と同レベルまで硬化し、ヒメジャコの育成上成長阻害をもたらす可能性が考えられた。そのため化学的な硬化阻害を目的として塩類および糖類を添加した基質を用いて海水浸漬試験を実施した。

目 的

前年に引き続き、サンゴ礁岩盤に代わる人工養殖基盤を用いた養殖技術の開発を目的とする。

本研究に際し、タカセガイ育成礁を用いた試験では農林水産部漁港漁場課からご理解とご支援を、基盤設置やヒメジャコ定着の諸作業では恩納村漁協貝類生産部会の協力を頂いた。記して謝意を表する。

材料及び方法

本年度は継続調査の必要な以下の試験区について報告する。

・天然サンゴ基盤区：人工基盤の成長の良否を比較するための指標として川平保護水面の大潮時に干出するハマサンゴ上に3区設置した。基盤形態は天然サンゴの切り出しのため、不定型であるが、それぞれ20~30cm角大の重方形で、1区36個、2区24個、3区37個を人工基盤とほぼ同

様の埋め込み間隔で、定着させた。なお、天然サンゴ基盤区は天然サンゴ埋め込み時の食害の有無を確認するため、食害防止網を設けなかった。

・タカセガイ育成礁試験区：沖縄セメント中城工場で、一体型養殖基盤とポット式養殖基盤を流し込み法および振動圧縮成型法により製作した。試験に使用するタカセ礁は恩納村谷茶沖リーフ上に設置されている50基の内から中央の4基を選定した。タカセ礁は沖側と陸側に25基づつ2列に並べられており、沖側は波当たりが強く、陸側はやや弱い。また礁の干出程度も設置場所の地盤高や地面の傾き方により異なる。そのため、比較試験として、沖と陸両方の列から、それぞれ干出度合いが異なる場所に分けて設置した。各試験区には食害防止網を10cmと5cm角の2種類の鋼製格子網を、高ナットを溶接したオールアンカーで、収容後300日経過を目処に固定した。各基盤の構造や設計図等については前報に詳述したので重複記述を避ける（久保

*1 Email:kubohrfm@pref.okinawa.lg.jp

*2 寄神建設株式会社

*3 沖縄セメント工業株式会社

*4 株式会社 ミヤコン

ほか,2007)。

結果と考察

・天然サンゴ基盤区 試験は2004年6月から2007年4月までの1,030日間実施した。成長は3区とも酷似した推移を示し、約3年弱で平均49~54mmであった。村越(1994)によるハマサンゴ上での成長は2年で平均12mmの種苗が約50mmに達しており、今回の結果はそれより明らかに遅かった。村越(1994)は干出する環境で成長が遅くなる傾向のあることを指摘しており、本設置場所が大潮時に干出する地盤に設定したことで、成長差がでた可能性がある(図1)。なお、1,030日間の日間成長量は平均39.4 μm であった。生残率はそれぞれ49~64%に低下した(図2)。天然サンゴに穿孔して成長したヒメジャコがどの程度の大きさ(時期)まで食害を被るかについては殆ど知見がない。今回の試験結果では1区は25mm程度に達した時点(約300日)で捕食されたが、残り2区は40mm程度に達した時点(約600日)以降も漸減し、いずれにおいてもサンゴ基盤の破壊と魚類による咬み痕が観察されたことから、魚類による食害と考えられた。水産業改良普及センターの2007年度聞き取り調査によると、県下一円の漁協で実施されている地撒き式養殖の平均生残率は平均25%極めて低く、その低下原因の一つが食害によると考えられている。ヒメジャコを高密度かつ集約的に養殖する場合、食害防止網等による食害対策は必須と考えられる。

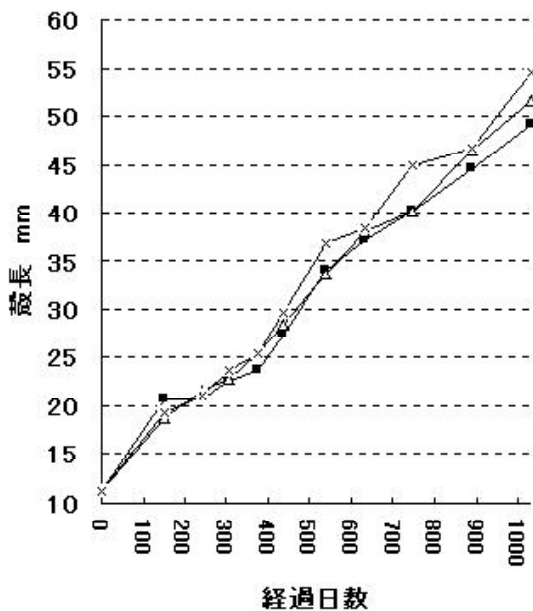


図1 天然サンゴ基盤区の成長推移

・タカセガイ育成礁試験区

育成礁における人工基盤試験は2005年3月から2007年2月の間、5回にわたって実施した(表1)

(第1回次: 流し込み方式養殖基盤)

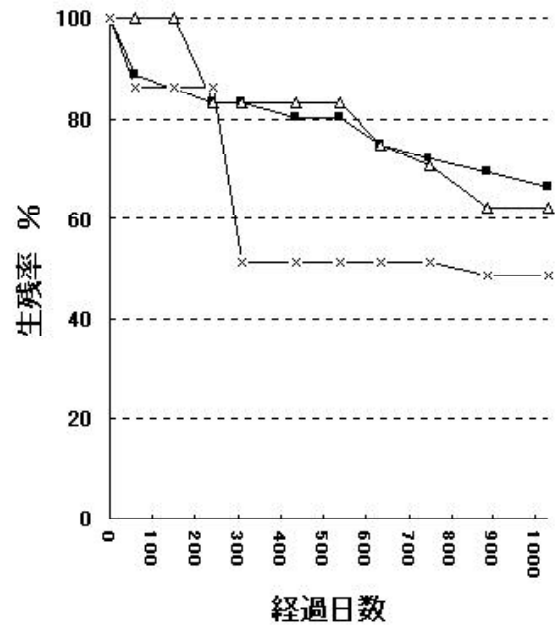


図2 天然サンゴ基盤区の生残推移

マグホホワイト+カキ殻(6mm粉末)+カキ殻粉をベースに起泡剤を混合して製作した基盤を沖側の干出高+65cmと陸側の干出高+25cmの2升到16枚ずつの計32枚を設置した。両区には比較のために左右8枚ずつに対して、それぞれ5cmと10cm角メッシュ食害防止網を設置した。なお、種苗は前兼久漁港構内の水深約50cmのモズク種付け水槽内において約1週間定着後、沖出しした。

成長は干出度合いの少ない陸側の方が、沖側と比べ良かった。日間成長量は562日間で陸48.4 μm 、沖41.5 μm と差がでたが、1,058日間では陸38.3 μm 、沖36.7 μm となった。この理由は陸側で大成した個体が食害を被った結果、見かけ上、平均値が小さくなったことによると考えられる

(図3)。生残は沖側、陸側共に設置後約100日経過までに80%まで低下し、その後は安定した。1,058日までの生残は沖76、陸70%であった(図4)。沖側は地盤高が高く、食害がほとんど見られなかったが、陸側では地盤高が低いため、10cm角メッシュ部において、ハリセンボンによる食害を被ったこと、育成礁内の周辺の一部の基盤上にサンゴ砂礫が外部より入り、堆積したこと等で平均生残率が低下した。なお沖側では一部の基盤で肉食巻貝サツマボラによる食害で、平均生残率が低下した。

(第2, 3回次: バイコン方式養殖基盤)

前年度、バイコンは高い圧力をかけて締め固めることで、基盤が硬くなり、物理的成長遅延を認めたため、今年度は試験継続を中断した。育成中のヒメジャコは基盤より取り出して、スリット式養殖基盤へ移動した。

(ポット式養殖基盤) ポット式基盤はバイコンによる基盤部と流し込みによる育成層の2層構造となっており、基盤にはヒメジャコ最終育成サイズの65mm×40mmの穴が

表1 タカセガイ育成礁試験区における各試験回次

試験回次	試験礁 干出高cm	人工基盤タイプ および設置枚数()	試験開始	最終 記録日	飼育期間	最終生残率 (平均)%	日間成長 $\mu\text{m/day}$	日間成長 対象期間
1	+70	流し込み:MgOY(16)	2005MAR22	2008FEB08	1058	76	38.3	1058
	+136	流し込み:MgOY(16)	2005MAR22	2008FEB08	1058	72	36.6	1058
2	+106	パイコン:MgOY(11)	2005NOV16	2007JUN27	588	62	39.3	588
	+102	パイコン:MgOY(10)	2005NOV16	2007JUN27	588	74	39.6	588
3	+106	ナチュロック:MgOY(2)	2006APR18	2007JUN27	435	78	44.8	435
		流し込み(3cm穴):MgOY(1)	2006APR18	2007JUN27	435	79	59.3	435
		流し込み(通常穴):MgOY(1)	2006APR18	2007JUN27	435	75	46.0	435
		パイコン:MgOY(2)	2006APR18	2007JUN27	435	71	38.9	435
4	+98	ポット式:基盤部MgSOY:中詰め部MgOY:(6)	2007MAR19	2008JAN26	306	94	58.8	306
		ポット式:基盤部MgSOY:中詰め部MgS(5)	2007MAR19	2008JAN26	306	99	60.5	306
		ポット式:基盤部MgSOY:中詰め部MgPE(2)	2007MAR19	2008JAN26	306	94	61.3	306
		ポット式:基盤部MgSOY:中詰め部MgOY(8)	2007DEC04	2008FEB08	66	91	-	-
		ポット式:基盤部MgSOY:中詰め部MgOY(18)	2008FEB08	-	-	-	-	-
5	+102	スリット式中間育成基盤(10)	2007MAR19	2008MAR07	227	8.6	57.5	227

Mg:マグホホワイト, S:白砂, OY:カキ殻粉末, PE:カルシウムペレット,

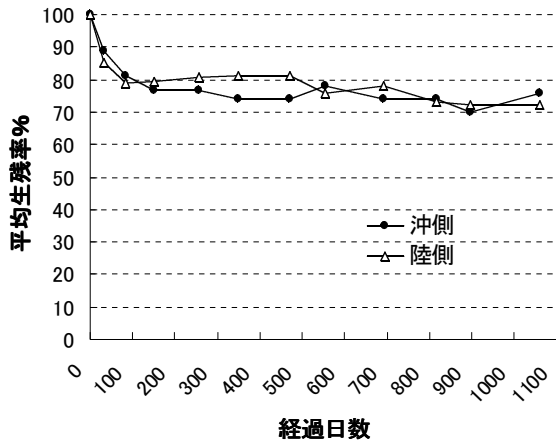


図3 第1回次タカセ礁における養殖試験（成長）

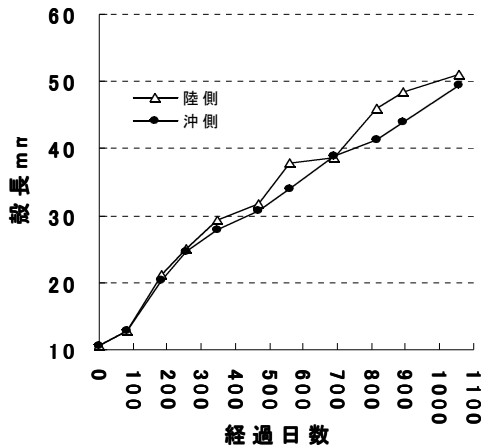


図4 第1回次タカセ礁における養殖試験（生残）

開けられている。この穴に中詰め部として軟質のマグホホワイト・カキ殻粉末または白砂の育成層を流し込む。育成層はこれまでと同様に種苗の埋め込み穴を設けてあり、種苗はこの層で育成される。ポット式基盤は3回にわたって設置したが、後半の2回は設置後日数が少なく、結果が出ていないので、1回目のみについて報告する。

1回目は計14枚で、配合比率についてはマグホホワイト10：白砂15：カキ殻粉末5のものが5枚、残り9枚がマグホホワイト10：カルシウムペレット15：カキ殻粉末5とした。育成層はマグホホワイトとカキ殻粉、または白砂を超貧配合の1：3.4から通常配合の2：3.4まで段階的に設定した5区ずつの計10区と、残り4区を類似配合でマグホホワイトとカルシウムペレット、カキ殻粉末と白砂混合区とした。すべての育成層に25mmの埋め込み穴を設け、平均10.6mmのヒメジャコ種苗を陸上水槽で1週間定着させ、2007年3月19日にタカセ礁へ沖出しした。

生残率は306日経過時点でカキ殻粉末を中詰め部に使用した基盤が平均94%、白砂の基盤が99%、カルシウムペレットの基盤が94%でいずれも非常に高く推移した。当初、生残率が平均生残率88%と低く計数されたが、これは一つの埋め込み穴に2個以上誤って入ったものを1として計数したことによる。その後、これらの種苗を開いている穴に移動させたので、見かけ上生残率が上昇したが、元の数実は実際は変わっていない。

成長については25mmの埋め込み穴に10mmの種苗を入れたため、育成初期に穴を削るストレスが無く、急速に成長した。しかし、穴と貝のサイズが合っていないため、その開いた隙間にウグイスガイ科の二枚貝ミドリアオリガイが新規着底し、多数発生してきた。ミドリアオリガイは14枚中10枚で確認され、1基盤あたり10穴内外（約30%）に発生が確認された。その結果、155日経過時点でミドリアオリガイの発生した穴にいる貝とそれのない貝の成長は、前者は平均 $20.7 \pm 1.6\text{mm}$ 、後者では $25.2 \pm 2.57\text{mm}$ と有意な差が出た。ミドリアオリガイは貝殻の最外縁にタンパク質とカルシウムから成る殻皮層を有し、ヒメジャコの酸溶解に抵抗できるため、ヒメジャコの成長を阻害したと考えられる。初期の高成長を目論んでやや大きめの25mmの埋め込み穴を開けた場合はミドリアオリガイのような生息場所を競合する貝の対処を十分に行う必要が成長はいずれの材質も今のところ、有意な差はなく、306日時点で平均 $60.0 \mu\text{m/day}$ に達し、天然サンゴ307日時点の $38 \mu\text{m/day}$

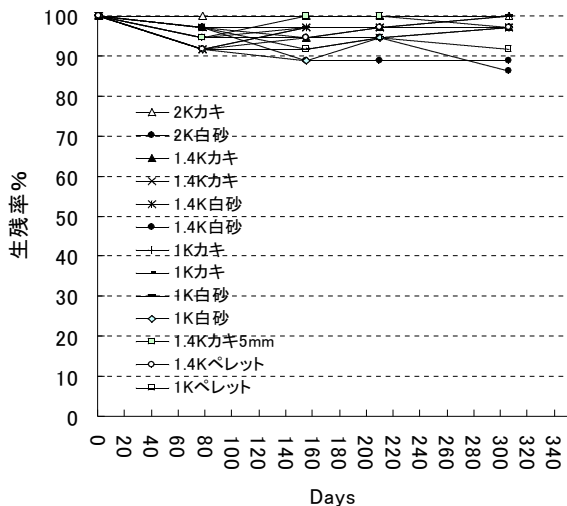


図5 ポット式養殖基盤(1回目)の生残推移

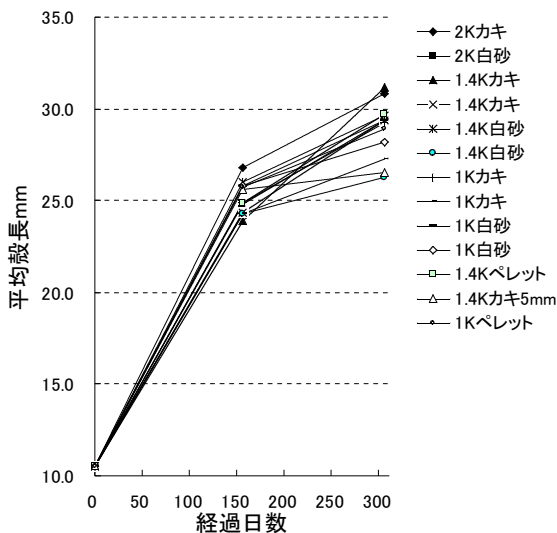


図6 ポット式養殖基盤(1回目)の成長

と比較して、約1.5倍速かった。しかし、埋め込み穴が25mmタイプで初期成長が促進されたことから、まだ成長を論議するには日が浅いと考えられ、今後、長期的に観察する必要がある。なお、ポット式の育成部には当初、かなり軟質の素材配合としていたにも関わらず、306日時点の硬度を確認したところ、明らかに水中硬化が進行していた。セメント系、非セメント系いずれの固化剤においても硬化は水和反応による化学的な結合であるため、水中で硬化が進みやすい性質を有する。土木技術でもセメント構造物の硬度を確保するためにわざと水中にて硬化を進行させる「水中養生」という技術もある。固化は急激な水和反応による場合、短時間に終息するが、緩慢な水和反応では終息せず、長期的に硬化が進行する。よって軟質配合では水和反応が遅く、その後、極めて緩慢に水和反応が進み、最終的には想定外の硬化が進行した可能性がある。こうした

現象はこれまでの流し込み基盤でも同様に生じてきた可能性があるため、一部の基盤を陸揚げして、沖縄セメント工業の試験室において、モース硬度計による簡易測定を実施し、基盤内外の硬化状況について検討した。その結果、流し込み方式による基盤(約1050日経過)およびポット式基盤育成部(306日経過)では、いずれも内部は蛍石と同等の4.0まで硬化していた(外側の硬度が貝殻と同等の2.5度であった)。この硬度は明らかにサンゴ礁岩質(2.5度)より硬度があり、ヒメジャコの成長阻害を生じる可能性が高い。この課題を受け、化学的に硬化阻害が可能かどうか、一定の配合下で、塩類および糖類を添加した12サンプルを用いた海水浸漬試験を実施した(表2)。なお、配合はこれまでの試作の中で比較的成型が良好であった配合比(Mg 1 : OY 0.7 : S 0.3)を用いた。現在、長期的な硬化が阻止できるかどうか、海水中への浸漬試験を継続実施中である。60日までの結果では全体的に硬度が低かったものの、その後、急激に硬度が上昇している状況が観察された。93日までの経過では様々なサンプルの多くが硬度3.5~4と芳しくない結果であった。しかし、海水原水を溶媒とした場合は硬度2.5と貝殻同等で推移し、今後に期待が持てた。本養殖基盤は基盤単価を抑えるために育成層の基質埋め込み作業を漁業者自ら実施してもらうことを考えている。こうした点でも海水は漁業現場における練り混ぜ作業上、好都合な溶媒である。

表2 塩類等溶媒別硬度比較

溶媒	硬度	93日経過
		60日経過
海水原水	1以下	2.5
海水 50%	1以下	4
海水 25%	1	4
塩水 7%	1	3
塩水 3.5%	1	4
ショ糖 7%	1以下	2
ショ糖 3.5%	1	3.5
黒糖 7%	1以下	1.5
黒糖 3.5%	1	3.5
黒糖 1.75%	1.5	4
海水+黒糖 7%	2.5	1.5
海水+黒糖 3.5%	2.5	3.5

(スリット式中間育成基盤)

基盤10枚を干出高102cmの陸側のタカセガイ育成礁に設置し、2007年7月24日に平均30.0±3.40mmのヒメジャコを基盤あたり50個体/枚収容して中間育成をおこなった。生残率は設置後35日までに26%まで急落し、その後安定し、227日後は18%であった。生残率急落の原因は35日目観察時に多量の破壊された死殻が散見されたことから、食害であると考えられた。本基盤は中間育成を目的としているため、扱う貝が3cm大と大型貝であったが、食害防止

網をすぐに設置しなかったため、食害を被った。急落後（収容後1ヶ月）に食害防止網を設置した結果、生残率の低下は大幅に減少した(図7)。よって当初より食害防止を図れば、高水準に生残する可能性がある。成長は平均 $30.0 \pm 3.4 \text{ mm}$ の中間育成種苗が、227日後に平均 $43.0 \pm 4.9 \text{ mm}$ となり、日間成長量は $57.5 \mu \text{ m/day}$ であった。同サイズの貝が流し込み基盤で穿孔しながら成長した場合は良好な事例でも $41 \mu \text{ m/day}$ であり、スリット板での中間育成はより高成長であった。ただ、これまでのケージ養殖等と同様に、穿孔していないために天然貝とは異なった殻形

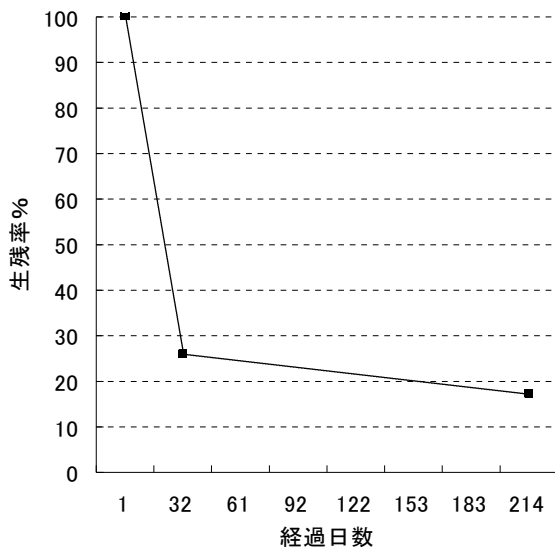


図7 スリット式中間育成基盤での生残率推移

態、特にヒレの発達や殻全体がおにぎり型へ変形することが懸念される。

今後の課題

事業レベルで人工基盤養殖を展開させるためには単に生残・成長が良好であるばかりではなく、採算面で成り立たせることが条件となる。そのためには人工基盤を低コストで大量生産すること、天然貝に引けをとらない質の人工養殖貝の作出及び高成長の維持を果たさなければならない。現在、振動圧縮成型法により、7cmの育成部を25個有した30cm角タイプのポット式養殖基盤部の低コスト大量生産に成功した。基盤部の大量安定生産の目処がたったことで、今後は育成部の再現性のある良質配合の探求に集中して取り組む必要がある。

文 献

- 独立行政法人農業工学研究所水田整備研究室,2002：土壤硬化剤マグホホワイト. 16pp
- 久保弘文, 横山智光, 久貝幸作, 高吉正信, 岩井憲司, 2007：ヒメジャコ養殖基盤の開発. 平成18年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書. 235-248
- 沖縄県水産業改良普及所,1988：別冊 ヒメジャコ放流ドリル法の留意点と各地区の放流状況 20.
- 村越正慶,1994：石垣島, 川平湾におけるヒメジャコの成長と放流場所の検討. 水産増殖 42(3), 403-409.
- 全国沿岸漁業振興開発協会, 1996：平成7年度特定地域沿岸漁場開発調査. 沖縄県地域調査報告書. 224