

特定地域沿岸漁場整備開発調査事業 ヒメジャコの増殖基盤環境開発 (概要)

村越 正慶・滝口 美香*

本調査事業は、全国沿岸漁業振興開発協会の委託を受けて実施した。

尚、調査結果は全国沿岸漁業振興開発協会より別途報告されるので、ここでは概要にとどめる。

今年度はヒメジャコの増殖基盤を開発する上で、これまで隘路となっていた本種の穿孔方法及び穿孔開始サイズ、穿孔基質の精査等の調査に重点を置き、調査を開始した。関連既往知見やこれまでの未発表資料等の整理も実施した。

また、これらを参考にし人工基質を一部試作して、現場増殖試験を実施中である。

本調査事業に際し、貴重な御助言や文献の提供を賜った岡山大学の川口二郎名誉教授、琉球大学教育学部の松田伸也助教授、電子顕微鏡による観察や分析の委託を快く引き受けて下さった琉球大学理学部の大森保助教授並びに伊佐英信助教授そして東北大学理学部の文部教官 井龍康文博士に、記して深く心から感謝申し上げる。

(1) ヒメジャコの穿孔方法及び穿孔開始サイズの 解明

1) 穿孔方法

① ヒメジャコの天然での穿孔状況を観察し、生息穴上縁外側や殻と殻とが接した時の接触部の磨滅、足糸開口部の外套縁、白膜の存在から殻の物理的作用は働かないと判断した。

② ヒメジャコを生息穴から取り出してコンクリートブロックと塩化ビニール樹脂盤上に置いた場合は、両者共足糸を出して定着する。実験終了後に貝を除去すると、前者にはくぼみ(研磨跡)が観察されたが、後者にはなかった。このことから化学的研磨による穿孔が考えられた。

③ 足糸開口部外套全体を切り取り、24時間冷蔵又は冷凍した後も、Neutral Redでごく薄い桃色に変色し、足糸開口部の外套組織に酸性物質を分泌する細胞の存在が示唆された。

2) 穿孔開始サイズ

① 「酸」分泌腺は足糸開口部の内ひだ基部内側に帯状にあり、殻長4mm以上の稚貝からは概ね認められた。これにより稚貝放流のサイズ決定の目安とする資料が得られた。更に琉球大学の伊佐英信助教授と電子顕微鏡での観察を行ったところ、殻長2mm稚貝の観察では半月状に肥厚はしていないが、外套膜上皮組織とは異染色性を示す組織・細胞塊が足糸開口部の両外套膜組織内に確認された。それらはメチレンブルーとトルイジンブルー染色では赤色を示し、他の部位との違いが明瞭であった。また、稚貝の貝殻の観察で、殻径約0.2mmと約1mmサイズの貝では、いずれも足糸開口部が発達していないが、殻径1.5mmサイズではその僅かな発達が観察された。更に殻径約2.5mmの個体ではその部分は更に発達を示し、軟体部では足糸が観察された。

(2) ヒメジャコ穿孔基質の精査

1) 天然基質の形状分析

石垣島、川平湾からヒメジャコが穿孔生息するハマサンゴ1種、キクメイシ2種の生体そして琉球石灰岩を3ヶ所から採取した。また沖縄本島具志頭からはアワイシ(碎屑石灰岩)を2系統入手した。

東北大学理学部の井龍康文先生と硬組織薄片標本を作成し、造礁サンゴは骨格標本と硬組織薄片から種類を同定した。

造礁サンゴの種類は、*Goniastrea favulus* (Dana, 1846); ヒメウネカメノコキクメイシ、*Porites*

*: 非常勤職員

australiensis Vaughan, 1918; ハマサンゴ、*Goniastrea retiformis* (Lamarck, 1816); コモンキクメイシであった。

造礁サンゴは、骨格内部が多孔質であった。

琉球石灰岩は、琉球層群サンゴ石灰岩で、岩石名：Framestoneであった。

琉球石灰岩は、造礁サンゴ、無節サンゴモ被覆性の底生有孔虫が互いに覆いあって枠組を形成していた。枠組の周囲は大まかには生物の骨格およびそれらの碎屑物からなる粒子が互いに接触して支持しあう状態にあった。基質構成粒子は造礁サンゴ、無節サンゴモ、底生有孔虫、軟体動物（二枚貝）、無節サンゴモ、ウニであった。堆積時に形成されたり、溶解によって生じた空隙には、ブロック状のセメントが生じていた。一部の骨格や粒子は本来の骨格が溶脱され、方解石により置換されていた。また溶解によって生じた空隙にはシルトが堆積しているのが認められた。この空隙堆積物では、石灰岩から離脱した生物の骨格片及び非石灰質碎屑物（石英）が、シルト質に混ざっているのが観察された。

アワイシ（碎屑石灰岩）は、岩石名：Grainstoneで生物骨格起源の粒子からなっており、現地性の造礁生物はみられない。構成粒子は互いに接触して支持しあう状態にあった。粒子と粒子の間の空間にはセメントが形成されているか、もしくは空隙が認められる。粒子の種類は底生有孔虫が最も多く、有節サンゴモがこれに次いだ。

後述の(3)-2)でセメントを主材料として作成した人工基質をアク抜き後、同様に形状分析をした。

2) 天然基質の化学分析

1) で入手した試料を琉球大学理学部の大森 保助教授と成分の化学分析をした。

試料は、強熱減量を測定した後、定法により、CaO、MgO、Na₂O、K₂O、SO₄そして酸不溶性残渣（シリカ）の成分含有量を測定した。

分析値は現生サンゴ試料（ハマサンゴ、キクメイシ）、琉球石灰岩、アワイシ（碎屑石灰岩）の概ね3群にグループングされる傾向を示した。

強熱減量（有機物とCO₂）は、41.26~44.49%であった。現生サンゴは44.14~44.49%を示し他の2群に

比較して多い値を示した。CaOは、49.14~52.64%の範囲にあり、その中で現生サンゴは51.66~52.08%を、琉球石灰岩は49.28~52.64%そしてアワイシ（碎屑石灰岩）は49.14と50.68%を示した。MgOは、現生サンゴで0.089~0.133%の値を、琉球石灰岩では2.165~4.014%そしてアワイシ（碎屑石灰岩）は、0.721と0.438%を示した。琉球石灰岩が高い値を示した。Na₂Oは、0.016~0.812%の値を示しその中で現生サンゴは0.661~0.812%を示し、他の2群に比較して多い値を示した。K₂Oは、0.070~0.343%を示した。SO₄は、現生サンゴで0.572~0.640%の値を、琉球石灰岩では0.192~0.257%そしてアワイシ（碎屑石灰岩）は0.110と0.125%を示した。現生サンゴが高い値を示した。酸不溶性残渣（シリカ）は、0.201~5.064%の値を示し、その中で琉球石灰岩は1.997~5.064%と、他の2群に比較してかなり高い値を示した。

後述の(3)-2)でセメントを主材料として作成した人工基質をアク抜き後、同様に化学分析をした。

(3) 人工基質の試作

1) 基質試作の事前試験

① 組成混合比率試験：セメントと2mm以下の海浜砂（生物源石灰質砂）の混合比率を1:0、1:1、1:3、1:5、1:10の5区で作成したコンクリートブロックの上にヒメジャコを置き、その後の基質側の接触面の変化を調べたところ、海浜砂の混合比を増加させると貝がつくる研磨跡の深さは深くなる傾向を示した。その傾向は1:5までは顕著であった。

また、別問題として1:10ではブロックの水中での補型が悪くなった。

② 使用海浜砂の塩酸処理残留率試験：使用海浜砂を塩酸で処理し、残留率を調べたところ、微細な砂状と泥状の個体が残る、その率は3~5%であった。

2) 試作基質

平成6年度に試作した人工基質の概略は以下の①~⑤であった。

①：ポルトランドセメント（以下セメント）1に対し海浜砂5の容積比に混合した縦40×横20×厚さ10cmのセメントブロック基質

②：セメント1に対し海浜砂7の同型同質基質

- ③：セメント1に対し海浜砂8の同型同質基質
- ④：セメント1に対し海浜砂7の同型同質の縦40×横20cm面に1cm間隔で直径3mmの穴を貫通させた基質
- ⑤：セメント1に対し海浜砂7の同型同質の縦40×横20cm面に1cm間隔で直径3mmの穴を貫通させた基質

(4) 人工基質でのヒメジャコの増殖試験

1) 天然基質での成長量

天然での成長等の資料を収集整理した。

① 沖縄はヒメジャコ分布の北限域にあたる。生息量は潮通しのよい礁原部側に多い。

② 殻長 (SL) と全湿重量 (W) との関係は

$$W(g) = 0.2495 SL (cm)^{2.9734} \quad (r=0.9734)$$

で表され、殻高 (SH), 殻幅 (SW) との関係には

$$SH(cm) = 0.6535 SL (cm) + 0.2612$$

$$(r = 0.9661)$$

$$SW(cm) = 0.5276 SL (cm) + 0.0010$$

$$(r = 0.9445)$$

の関係式が得られた。

③ 殻長 (SL) と穿穴長径値 (L) との間には

$$0 < L < 1.0cm$$

$$SL = 1.0464 L^{1.1828}$$

$$(n=11) \quad (r=0.8792)$$

$$1cm < L < 8.6cm$$

$$SL = 1.0853 L^{0.9658}$$

$$(n=54) \quad (r=0.9924)$$

の相関関係があった。

④ ヒメジャコの季節的成長は、水温の影響を強く受け、高水温期には高く、低水温期には低い傾向にある。成長は季節だけではなく、生殖場所の基質、水深等の影響も受ける。成長の比較的良好な場所の条件としては礁原部側で、大潮干潮時にも約5~10cm程度保水するマイクロアトール型のハマサンゴの死んだ場所であった。ハマサンゴと琉球石灰岩では前者の方が成長は良かった。

⑤ ヒメジャコの石垣島・川平湾で生息条件のよい個体の成長式は

$$SL = 14.55 (1 - e^{-0.0010 - 0.1635t})$$

れ、成長は殻長5~6cmまで早く、それ以降はゆるやかになる。

2) 天然基質への放流方法の検討

種苗生産をおこない、中間育成した稚貝を実際の漁場に放流するために、その放流方法とサイズについて検討した。放流基質は塊状ハマサンゴ、琉球石灰岩そしてその混合とした。放流方法は、3種類の方法を試みた。

地まき法：稚貝を限定した漁場の基質の上に、基質を無処理のまま散布する方法である（以下、地まき法）。

埋め込み法：マイクロアトール型の塊状ハマサンゴの死んだ部分や琉球石灰岩上に、稚貝の大きさより少し大きめの穴を予め開け、その穴に稚貝を1個ずつ入れていく方法である（以下、埋め込み法）。

折衷法：漁場の塊状ハマサンゴと琉球石灰岩の上にあらかじめ多くの穴を開けておき、その基質上に稚貝を散布する方法である（以下、折衷法）。

生残の状況からみて、地まき法は効果的な方法とは考えられない。広い範囲に小さな稚貝を放流した場合の効果は、特に低かった。

埋め込み法は生残が良く、特に基質がハマサンゴの場合に高かった。折衷法はおおまかには地まき法と埋め込み法の中間の生残を示した。

高い生残率を維持したハマサンゴへの埋め込み法の生残率は放流後3ヶ月目から安定し、1年目からはそれ程変化はなかった。成長は天然での成長と比較しても大きな差はなかった。

3) 人工基質での増殖試験例

人工基質法の試験の一つとしてセメントブロック法の試験を実施した。セメントブロック法とはセメントブロックを作成し、あく抜き後、放流サイズの貝を埋め込みで貝が安定するまで中間育成し、その後海へ出す方法である。1983年に実施したセメントブロックの材料は市販のセメントと生物由来物の多い海浜砂を用いた。配合はセメント1に対し、砂7の割合で混合した。建築用の小ブロック（縦19×横39×高さ10cm）の上に厚さ7cmに砂と混合したセメントを付着させた。

生存率は放流1年目で37.3%、2年目で29.2%で

あったが、3年目には2.9%と激減した。この原因は、セメントブロックに完全に穿穴出来なくなって殻幅が大きくなり、外から引っ張るととれるようになり、それで捕食されたと考察される。

4) 食害生物

食害生物に関する資料を収集整理した。

被食の例としては、モンガラカワハギ (*Balistoides conspicillum*) の胃内容物から貝殻が見い出された。また、ガンゼキボラ (*Chicoreus* sp.) による貝殻の穿穴も観察された。放流直後の稚貝をイソギンポ科 (Blennidae) の魚がつつき、稚貝は放流用の穴から外へ出されてしまった例もあった。

水槽内の観察ではアイゴ類 (*Siganus*) は、貝を横に倒して足糸開口部から軟体部を捕食しているのが観察された。オオギガニ (*Leptodius* sp.・甲長15~20mm) は、殻長1~2cmまでの小型貝では貝殻をそのまま割り、それ以上大きい貝の場合はアイゴ類と同様に横に倒して足糸開口部から攻撃をすることが多かった。ヒメジャコは、天然での場合、穿孔生息しているので、この足糸開口部からの攻撃は水槽実験の非穿孔条件下の特例と考えられた。

ツメタガイ (*Neverita* sp.・殻高9mm) は平均3.7mmのヒメジャコ稚貝を貝殻に穿孔してを捕食した。

このように稚貝にも親貝にも、害敵としては貝殻を割る種類、サンゴをかじる種類、そして貝殻に穴を開ける種類からの被食が考えられる。

Heslinga et al. は *Octopus* sp. の穴の前によくヒメジャコの殻が見られることから、タコによるその被害は大きいと述べている。両殻共破損がない場合は、基質との関係から実際の捕食について疑問が残るが、推測される捕食者の一つである。人工基質では考慮に入れるべき捕食者であると考えられる。

天然基質への新規着生貝や放流貝では、約1cm以降からその後の生残率は比較的よい。このことからヒメジャコへの捕食は穿孔が完全に完了するまでの期間に多く、その後は穿孔場所の条件によって、捕食者の攻撃をうける機会に左右されると推察される。

5) 人工基質での増殖試験

(3)の2)で試作した①~⑤の人工基質に加え、⑥ 碎屑石灰岩 (通称: 港川石) - 1、⑦ 碎屑石灰岩 (通称: 港川石) - 2、⑧ 石灰岩での増殖試験を豊見城村与根地先で予定している。一部は水試内陸上水槽でも試験を実施する。

試作した①~⑤の人工基質は、約20日間のアク抜き後、1基質 (縦40×横20×厚さ10cm) 当たり、殻長5~9mmのヒメジャコを10個体ずつ埋め込み、陸上水槽で育成後、試験礁1基に8基質ずつ設置する。

基質の良否判定は基質ごとの生残数と成長で行う。

使用する稚貝は水試八重山支場で平成6年7月28日に採卵され、29日に孵化し、種苗生産されたものを、平成7年2月7日に本場に搬入した。大きさは6.8~12.2mmの範囲で平均は8.8±0.9mmであった。

(5) 残された問題点

- ヒメジャコの穿孔方法、穿孔サイズの解明
- 穿孔基質の精査結果の人工基質への反映
- 多様な人工基質での試験