

## 貝殻を利用した魚礁部材の改良とその効果

片山 貴之、加村 聡(海洋建設株式会社)、伊藤 靖、柿元皓(漁港漁場漁村技術研究所)

### 1. はじめに

我々は 1994 年以来、魚礁部材として養殖二枚貝類のマガキ、ホタテガイ、アコヤガイなどの貝殻を充填した直径 15cm の餌料培養基質を用いて、魚類や小型動物の増殖や蛸集に高い効果があることを実証してきた<sup>1)</sup>。また、その間に、循環型社会形成等の観点から廃棄物・リサイクル対策が全国的な運動として様々な分野で進められ、漁場造成においても積極的な貝殻利用が求められるようになってきた。

このような状況において、多種多様な貝殻をより多くの漁場造成、とくに魚礁部材として使用するためには、全国的に普及している直径 15cm の餌料培養基質を大型に改良し、貝殻使用量の増大を図る必要がある。しかし、基質を大型化することにより内部の透水性が損なわれたり、浮泥が堆積しやすくなると言ったことが考えられ、現在の 15cm の基質と同等の餌料培養効率を得られるような構造の検証が必要となる。

そこで、これらの要望に対応できるような魚礁部材(増殖基質)の改良を行い、その効果を検証したので報告する。

### 2. 直径 30cm の餌料培養基質の開発の経緯

1981 年から貝殻を利用したマガコ産卵礁の開発を行って以来、そのノウハウと岡山県との調査・研究等の中で直径が 15cm のメッシュパイプに貝殻を満充填し、空隙率が 82%程度となった部材が、魚類等の餌料である小型動物の増殖に極めて有効であることが明確となり<sup>2),3)</sup>、1994 年以降、直径 15cm の餌料培養基質を取り付けた施設が全国の沿岸域で行われる水産基盤整備事業に採用され、その効果が認められている。しかし、二枚貝養殖生産地からは、貝殻をさらに消費させる要望や製造作業の合理化などの要望がある。

そこで 1999 年に 2.0m × 2.0m × 0.5m の筐型貝殻ケースの中央部付近に直径 15cm、長さ 50cm のメッシュパイプにカキ殻を満充填した餌料培養基質(以下、テストピース)を縦に埋め込み、岡山県倉敷市釜島海域の既存試験礁に取り付けて定期的に引き揚げ、内部の小型動物を調べた。この埋め込んだテストピースは、上面と下面の直径 15cm で外部に露出しており、側面は貝殻の厚い層の中にある<sup>4)</sup>。その結果、貝殻の使用量、作業効率は大幅に増大したが、餌料培養効率の面で問題があった。長さ 50cm のテストピースを長

さ方向で三等分にして、内部を調べた結果、外面に接していた三等分中の上下面では、浮泥は少なく、魚類の重要な餌となる甲殻類が多く生息していたが、三等分中の芯部には、若干の浮泥が堆積し、環形動物が多くなっており、全体で見ると筐型貝殻ケース全体の単位堆積当たりの選好性餌料動物量(節足動物門軟甲類、環形動物多毛類)が大幅に低下していた(図 1)。

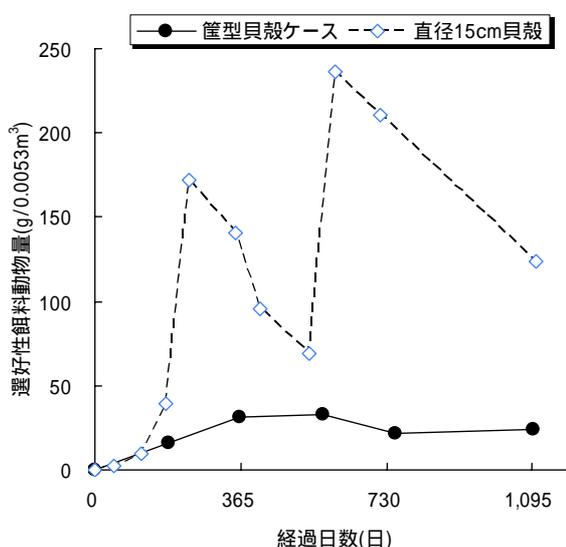


図1 筐型貝殻ケースと直径 15cm の餌料培養基質の選好性餌料動物量の経時変化  
H15 年度講演会で既報の図を改変

この結果から、この水域の環境下では、筐型貝殻ケースを大幅に改良することは困難であるが、16.7cm の 2 倍までの厚さにカキ殻を集積しても浮泥の堆積や小型動物の種や量的変化はないと判断した。

そこで既に全国的に普及して高い評価を得てきた直径 15cm の餌料培養基質を原型として、その太さを直径 30cm まで大きくする改良型の試験を行った。直径を 30cm まで大きくしても、餌料培養基質の側面はすべて外面に接していることから、海水の交流は筐型貝殻ケースに埋め込まれたテストピースと比較して大幅に大きい。その結果、強度の問題、取り付け方法の問題が生じて、直径 30cm の基質を以下のように変更した。

メッシュパイプには目合 30mm × 30mm の直径 4mm のポリエチレン製樹脂被覆鉄線を用いている(海水条件では、30 年以上の対応)。

基質の強度を向上するために端部や側面に鋼材を取り付け補強した。魚礁への取り付けは端部を溶接固定とした。

この改良によって、貝殻充填時の作業効率が向上し、同時に貝殻の使用量は、直径 15cm の基質と比べて、1 本あたりの直径 30cm の基質の容積は 4.0 倍に増大した。

この直径 30cm の餌料培養基質を筐型貝殻ケースの試験を行った釜島海域の既存試験礁の上面に取り付けて追跡調査を行った。



写真1 直径30cm 貝殻ケース(長さ1m)

### 3. 試験海域

試験は、1999 年に筐型貝殻ケースの機能試験を行った岡山県倉敷市釜島東地先(図 2)に沈設されている礁高 6m の貝殻試験礁(1996 年 3 月沈設)で実施した。本海域は水深約 19m の砂泥底で、1996 年 8 月の中潮時において貝殻試験礁上部(水深 14m)へ電磁流流速計(ACM-200PC アレック電子製)を取り付けて調査した連続流況観測結果では、概ね下げ潮時に北東方向に平均 17cm/秒、上げ潮時に南西方向に平均 13cm/秒程度の海流が観測されている。

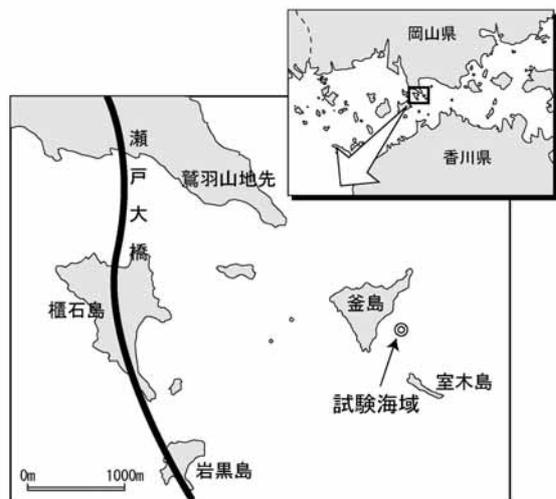


図2 試験海域

### 4. 試験対象

対象として新たに試験する直径が 30cm 長さ 30cm のポリエチレン樹脂被膜鉄線メッシュ製貝殻餌料培養基質(以下、直径 30cm 貝殻テストピース)と直径 15cm×長さ 30cm のポリエチレンメッシュ製貝殻餌料培養基質(以下、直径 15cm 貝殻テストピース)、及び同型のコンクリート製シリンダー(以下、平面形状テストピース)を準備し(図3中、下)、これら3種のテストピースを、2005 年 9 月、試験礁の中段平坦部(海底から約 4m)で往復流が直接当たる場所に設置した(図 4)。この水深帯には、既報の筐型貝殻ケースも設置されており、試験期間は異なるものの環境条件はほぼ同様であると判断した。

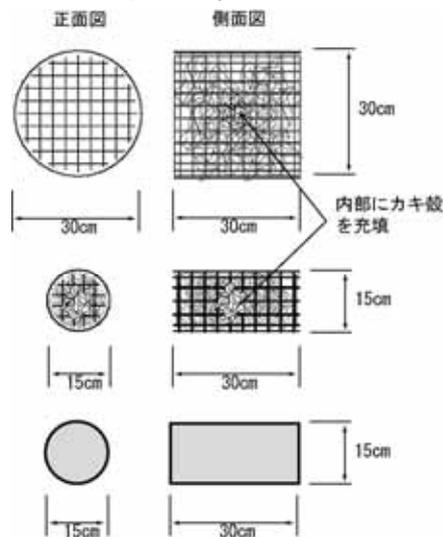


図3 テストピースの概略図(上:直径30cm 貝殻テストピース、中:直径 15cm 貝殻テストピース、下:コンクリート製平面形状テストピース)

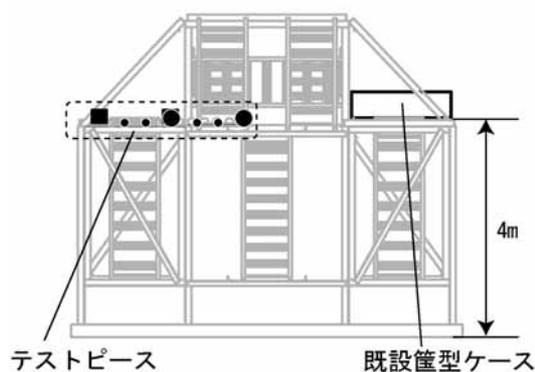


図4 テストピース取付状況の概略図

その後現在までに実施してきたいくつかの調査結果<sup>5)</sup>などから瀬戸内海における選好性餌料動物の安定初期と考えられているのが1年後以降であるので<sup>6)</sup>、これに従い1年後となる2006年9月を調査開始の基点とし、同12月、2007年4月、6月、10月の計5回、3

種類のテストピースを引き揚げた。これらの表面及び内部に固着・潜入する動物群の中で、餌料として価値が高い環形動物多毛類及び節足動物軟甲類(以下、選好性餌料動物)について分類、計数、計量を行い、既報で用いた筐型貝殻ケースと併せてそれぞれの餌料培養機能について比較、検討した。

### 5. 試験結果と考察

#### 1) 筐型貝殻ケースと直径 30cm 貝殻テストピースとの比較

直径 30cm 貝殻テストピースと筐型貝殻ケースにおける選好性餌料動物量の推移を図 5 に示す。

直径 30cm 貝殻テストピースにおける選好性餌料動物湿重量は、直径 15cm テストピース 1 基 (0.0053m<sup>3</sup>) 当たり換算したところ 52.3~89.0g を推移しているが、筐型貝殻ケースは 22.0~33.3g で、単位体積当たりの生物量は、直径 30cm 貝殻テストピースの方が 2.4~2.8 倍高いレベルを維持している。この結果は、2 つの貝殻基質の構造によるものであり、貝殻の集積度、流れなどの物理的環境条件や生息する餌料動物の外部との交流の容易さなどに起因するものと考えられた。

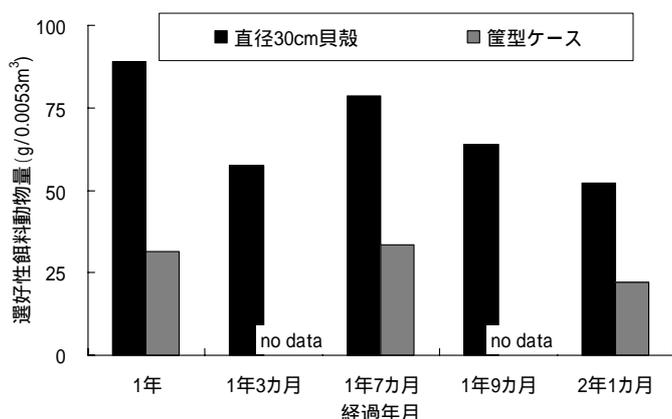


図5 直径 30cm 貝殻テストピースと筐型ケースにおける選好性餌料動物量の経時変化の比較

既報の筐型貝殻ケースについては1年3カ月、1年9カ月後に調査を行っていない

#### 2) 直径 15cm 貝殻及びコンクリート製平面形状テストピースと直径 30cm 貝殻テストピースとの比較

直径 30cm 貝殻テストピースと同時に引き揚げた直径 15cm 貝殻テストピース及びコンクリート製平面形状テストピースの選好性餌料動物の経時変化について、出現種数を図 6、湿重量を図 7 にそれぞれを示す。

出現種数は、直径 30cm 貝殻テストピースが 15~19 種、直径 15cm 貝殻テストピースが 13~17 種と比較的

安定して推移していたのに対し、コンクリート製平面形状テストピースでは、7~16 種と大きな変化を見せた。これは、貝殻基質が内部に複雑な空間を持つのにに対し、コンクリート製平面形状基質ではフジツボ類やホヤ類など他の小型動物群の生活空間を形成する役割を持つ動物群が季節変化で増減するためと考えられた。

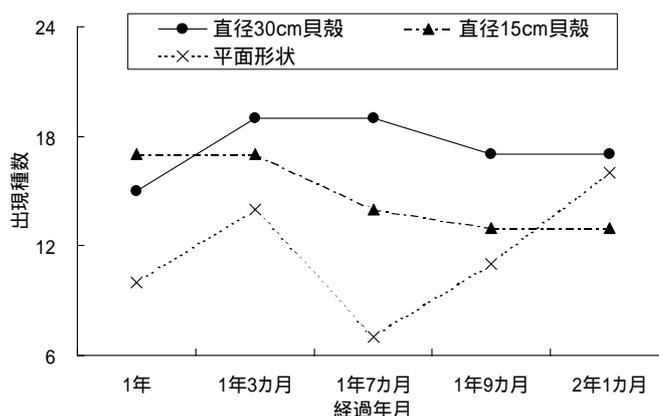


図6 各種テストピースにおける出現種数の経時変化

また湿重量は、直径 15cm テストピース 1 基 (0.0053m<sup>3</sup>) 当たり換算した結果、直径 30cm 貝殻テストピースが 52.3~98.0g、直径 15cm 貝殻テストピースは 65.6~122.1g、コンクリート製平面形状テストピースは 11.8~30.0g で、両貝殻テストピースは平面形状基質と比較して 1.7~7.4 倍多い結果となった。一方、直径 30cm 貝殻テストピースと直径 15cm 貝殻テストピースとの間には明確な差は見られなかった (*t*-test, *P* > 0.05)。

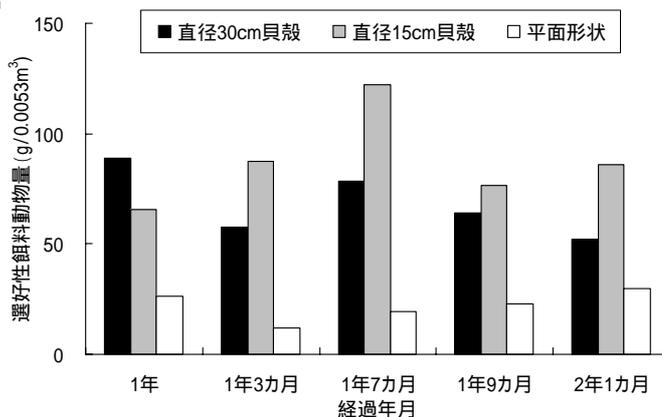


図7 各種テストピースにおける選好性餌料動物量の経時変化

動物量としてよく似た傾向を示した直径 30cm、直径 15cm 貝殻テストピース及びコンクリート製平面

形状テストピースについて、動物群毎の湿重量組成を図 8 に示す。両貝殻テストピースは、ともに十脚類が大部分を占め、次いで多毛類遊泳目という順になり、両貝殻テストピースの間には明確な差は見られなかった。

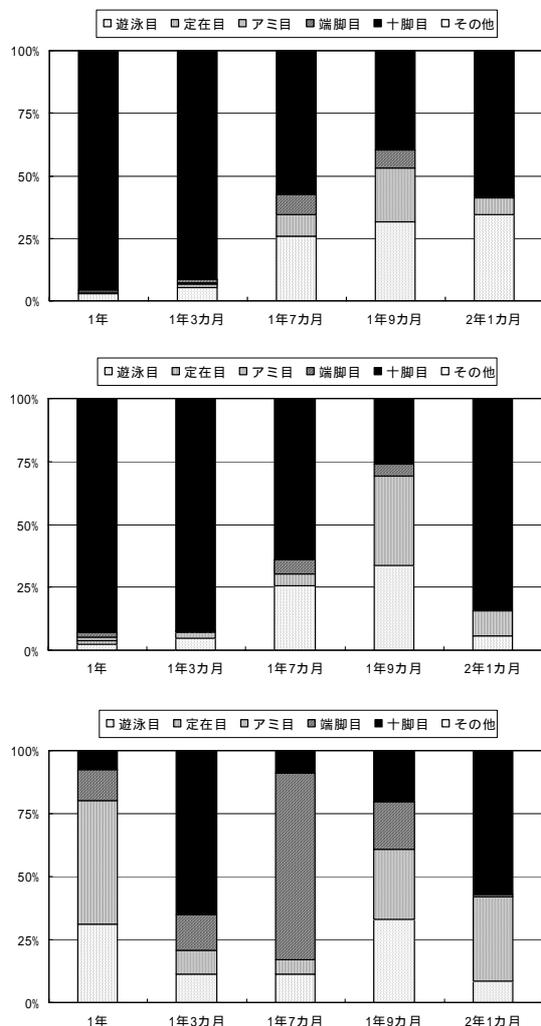


図 8 テストピースにおける選好性餌料動物群の構成(上:直径 30cm 貝殻テストピース、中:直径 15cm 貝殻テストピース、下:コンクリート製平面形状テストピース)

これら貝殻テストピースの類似度は、調査期間を通じて両貝殻テストピース間で  $C = 0.86 \sim 0.98$  と非常に高い値を示した(表 1)。またコンクリート製平面形状テストピースについては、特に沈設 1 年 3 カ月程度までは貝殻テストピースとの間で  $C = 0.51 \sim 0.69$  と比較的低い値で推移しているものの、その後、 $C = 0.93 \sim 0.99$  と高い傾向を示し、両貝殻テストピースの動物相に近づいた。このことからコンクリート製の平面形状テストピースも時間の経過と共に表面構造のみが変化し、それに応じた付着動物が着生

し、貝殻基質の動物相に近づくが、小型餌料動物の生息域が表面構造だけであることから、季節的に大きく変化することやその量も異なっている。

表 1 選好性餌料動物の類似度の推移

	1年	1年3カ月後	1年7カ月後	1年9カ月後	2年1カ月後
直径30cm貝殻-直径15cm貝殻	0.961	0.960	0.992	0.989	0.971
直径30cm貝殻-平面形状	0.604	0.686	0.961	0.971	0.957
直径15cm貝殻-平面形状	0.691	0.513	0.926	0.987	0.956

### 3) 試験結果の評価と今後の問題

前項までの結果から、直径 30cm の新しい基質は、現在、既に全国的に普及している直径 15cm で空隙率 82%程度の貝殻基質と同様で同等の餌料培養効果があることがわかった。また、先に述べたとおり、基質製作の効率化、貝殻の使用量の多さ、大型貝殻の利用による使用量の拡大など併せた効果が見込まれる。

魚礁の沈設海域は内湾、外海などの種々様々な環境要因の水域で実施されており、それぞれに環境に適応できる構造体が必要である。

これまでの試験では、少なくとも直径 30cm までの円筒形メッシュパイプにカキ殻を満充填したものであれば、浮泥の堆積、餌料生物量の減少などはないと考えられるが、諸種の環境要因、特に設置水域の流況条件と構造、特に貝殻の集積度との関係を明らかにして、さらに合理的で効率的な生物生産ができる構造を今後検討したい。

### 6. 引用文献

- 野田幹雄, 田原実, 片山貴之, 片山敬一, 柿元皓: 内部空間を持つ管状基質が無脊椎動物, 特に魚類餌料動物の加入に与える効果. 水産増殖 50(1), pp.37-46, 2002
- 田中丈裕: カキ殻による餌料培養. 「沿岸の環境学」(平野敏行 監修), フジ・テクノシステム, 東京, pp.1226-1240, 1998.
- 吉田創, 田原実, 片山貴之, 片山敬一: 貝殻を利用した餌料培養基質の特性-基質の表面積、空隙率と着生量との関係-. 平成 13 年度日本水産工学会講演論文集, pp.19-22, 2001.
- 藤澤真也, 片山貴之, 吉田創, 田原実, 片山敬一, 柿元皓: 貝殻を利用した餌料培養基質の特性. 平成 15 年度日本水産工学会講演論文集, pp.1-4, 2003.
- 片山貴之, 田原実, 片山敬一, 野田幹雄, 柿元皓: カキ殻餌料培養基質における餌料動物の付着量. 平成 11 年度日本水産工学会講演論文集, pp.151-152, 1999.
- 財団法人漁港漁場漁村技術研究所: 人工魚礁. 2004.

