

# 砂泥域における根魚を対象とした増殖礁の蝟集効果

江藤 拓也・佐藤利幸・中川浩一・長本 篤  
(豊前海研究所)

## The Fish Gathering on Fishing Reef for Bottom Fish in Sandy Mud Area

Takuya ETOU Toshiyuki SATOU Koichi NAKAGAWA and Atushi NAGAMOTO\*  
(Buzenkai Laboratory)

豊前海域は海底が平坦で軟泥質のために、これまでメバルやカサゴなどの根魚はあまりみられない。しかし、漁場造成<sup>1)・3)</sup>などにより、人工磯が増えたことで、近年、根魚を始めとする漁獲量が増加している<sup>4)</sup>。

根魚は市場価値が高く、しかも安定して漁獲されるようになれば、漁家経営の安定・向上や漁業活力向上として期待できる。

根魚資源増大のための増殖場造成を目的として、使用する増殖礁の選定を行うには、餌となる付着物を増やすために増殖基質を備えることが不可欠である。

豊前海のかき養殖では、多くが殻付きで出荷されているものの、製品の不具合や加工等により、カキ殻が毎年排出されている。そこで、かねてからかき養殖漁業者から、カキ殻の再利用について要望を受けており、今回、カキ殻を増殖基質とした増殖礁の効果について検討した。

## 方 法

### 1. 試験増殖基質調査

#### (1) 試験基質

基質試験は、図1に示す築上町地先で行った。

試験に用いた増殖基質は、1辺30cmの立方体で、A増殖基質（カキ殻数十枚をFRP製ネットで覆ったもの）とB増殖基質（カキ殻数十枚を空間を多くするため水分量の多いコンクリートで固めたもの）をそれぞれ4個ずつ作成した。

全ての増殖基質をFRP板に固定し、潜水により過去に設置した魚礁の上面に固定した。設置は、'04年2月

13日に行った（図2）。

回収は、設置後1ヶ月（'04年3月15日）、3ヶ月（5月15日）、6ヶ月（8月15日）、1年（'05年2月3日）に潜水により実施し、2種類の試験基質をそれぞれ目合1mmのネット袋にいれ回収した。その後、実験室に持ち帰り、基質を解体して付着物を全て取り出した。付着物の同定・計数は、（株）日本海洋研究所に委託した。

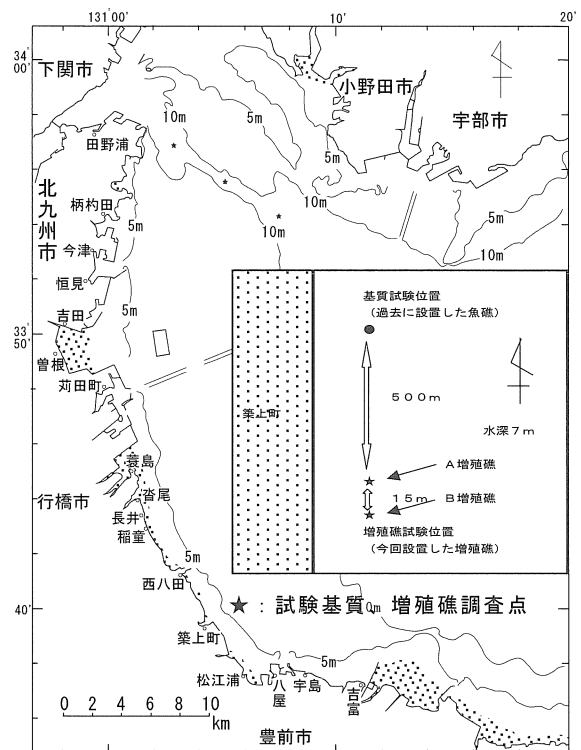


図1 調査対象海域図

\* 現水産振興課

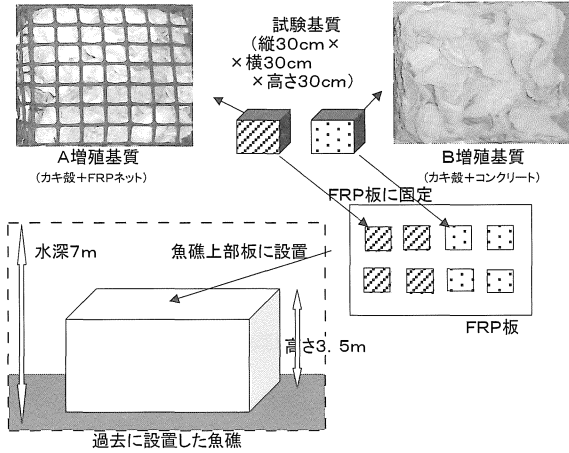


図2 増殖基質試験図

## (2) 食性調査

試験基質に付着した付着物が当該海域の根魚の餌料となるのかを検討するためにメバル、カサゴの食性調査を行った。

'04年10月から'05年3月にかけて、毎月1回、行橋市蓑島漁協の刺網漁業者が苅田町沿岸域の人工護岸で漁獲した幼～成魚のメバル、カサゴをそれぞれ約50個体買い上げ、全ての胃内容物を取り出し、その中で形状が確認できる個体のみを10%のホルマリンで固定した。

同定・計数は、(株)日本海洋研究所に委託した。

## 2. 試験増殖礁調査

試験に用いた増殖礁は、カキ殻をFRPのネットで覆った基質を備えたA増殖礁(シェルナース3.5型:海洋建設社製)とカキ殻をコンクリートで固めた基質を備えたB増殖礁(シーポリスE3型:日鉄建材社製)の2基である。その構造は図3に示すとおりである。

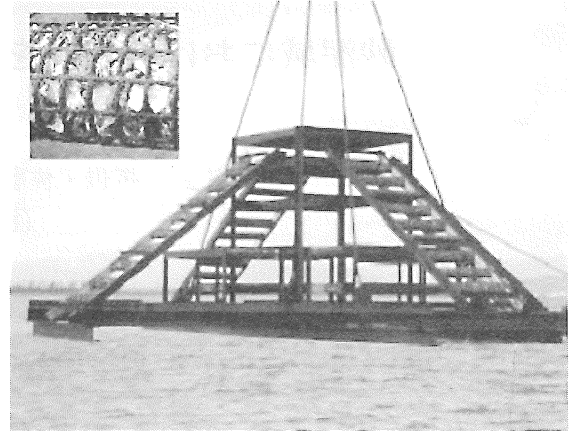
沈設は'05年2月13日に図1に示す築上町地先で行った。両増殖礁の効果を比較するために、増殖礁間を15m離して沈設した。

### (1) 潜水観察

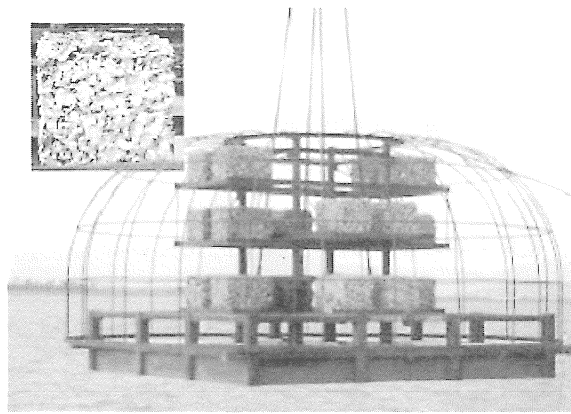
豊前海では、春季に多くの魚類の幼魚が沿岸域で生育する。そこで'05年6月15日と'06年6月9日に潜水によりA、B増殖礁の魚類の蝟集状況の観察を行い、蝟集魚の種類、大きさ、数量を把握した。同時に増殖礁の破損や埋没等の設置状況を観察した。

### (2) 試験操業

A、B増殖礁で、それぞれ魚かごと刺網による漁獲調査を行った。



高さ 3.5m 縦×横 9m×9m 重量 6.7t  
A増殖礁 (カキ殻+ネット)



高さ 3.0m 縦×横 5m×5m 重量 7.0t  
B増殖礁 (カキ殻+コンクリート)

図3 使用した試験増殖礁

魚かご調査では、使用した魚かごは長さ1.2m×幅0.6m×高さ0.5mのかまぼこ型で、数は1個ずつとし、設置期間は'06年6月9日から13日の4日間とした。

刺網調査は、高さ4.5mの三重網を用いた。刺網は'06年6月21日の夕方設置し、22日の早朝に取り上げた。

## 結 果

### 1. 増殖基質調査

#### (1) 試験基質

経過月ごとの付着物の湿重量と種類数を図4に示した。

湿重量は、A、B増殖基質ともに1ヶ月後は1g以下であったが、6ヶ月後急激に増加し、1年後には、A増殖基質で227.7g、B増殖基質で166.3g出現した。種類数は、1ヶ月後、A増殖基質で12種類、B増殖基質で2種類であったが、その後、両増殖基質ともに増加し、1年後には、A増殖基質で25種類、B増殖基質で36種類出現した。

砂泥域における根魚を対象とした増殖礁の蝟集効果

表 1 1年経過後の付着物の種類数と湿重量

| 門      | 綱     | 種名                          | 項目          | A増殖基質 |        | B増殖基質 |        |
|--------|-------|-----------------------------|-------------|-------|--------|-------|--------|
|        |       |                             |             | 個体数   | 湿重量    | 個体数   | 湿重量    |
| 海綿動物   | 普通海綿  | DEMOSPONGIAE                | 普通海綿綱       |       |        | +     | 0.00   |
| 刺胞動物   | 花虫    | Actinaria                   | イギンチャク目     | 4     | 0.01   | 8     | 0.08   |
| ひも形動物  | ヒモムシ  | Lineus geniculatus          | ミサキヒモムシ     |       |        | 1     | 3.39   |
| 軟体動物   | ミカガイ  | Mitrella bicincta           | ミカガイ        | 1     | 0.03   |       |        |
| 環形動物   | ゴカイ   | Hermilepidonotus helotyus   | サンバチゴカイ     | 1     | 0.18   |       |        |
|        |       | Nonparahalosydna pleiolepis | ナカバチゴカイ     | 2     | 0.42   | 1     | 0.04   |
|        |       | Lepidonotinae               | フサバチゴカイ亜科   | 2     | 0.02   | 1     | 0.01   |
|        |       | Harmothoe sp.               | (ウロコムシ科)    | 9     | 0.84   | 5     | 0.67   |
|        |       | Sigalionidae                | ノリウロコムシ科    | 4     | 0.15   |       |        |
|        |       | Nectoneanthes latipoda      | ナカバチゴカイ     |       |        | 1     | 0.00   |
|        |       | Nereis multignatha          | マサゴゴカイ      | 1     | 0.01   | 17    | 1.66   |
|        |       | Nereis neoneanthes          | ヤスリゴカイ      |       |        | 4     | 0.73   |
|        |       | Cirriformia sp.             | (ミスヒキゴカイ科)  |       |        | 1     | 0.09   |
|        |       | Amphitritinae               | (フサゴカイ科)    |       |        | 1     | 0.11   |
| 節足動物   | 甲殻    | Janiridae                   | ウミミズムシ科     | 8     | 0.01   | 4     | 0.00   |
|        |       | Stenothoe sp.               | (ウテソコムシ科)   |       |        | 1     | 0.00   |
|        |       | Jassa sp.                   | (カマキリソコムシ科) | 1     | 0.00   |       |        |
|        |       | Corophium sp.               | (トウカムシ科)    |       |        | 1     | 0.00   |
|        |       | Caprella californica        | トウカムシ科      |       |        | 2     | 0.01   |
|        |       | Alpheus bisincisus          | フサミズテウボウムシ  | 2     | 0.86   | 3     | 3.65   |
|        |       | Alpheus edwardsii           | イトウテウボウムシ   | 2     | 0.54   |       |        |
|        |       | Alpheus sp.                 | (テウボウムシ科)   | 4     | 0.39   | 2     | 0.31   |
|        |       | Athanas sp.                 | (テウボウムシ科)   |       |        | 2     | 0.04   |
|        |       | Lysmata vittata             | アサシマムシ      | 61    | 6.13   | 168   | 19.55  |
|        |       | Pisidia serratifrons        | フサミズテウボウムシ  | 1088  | 128.20 | 1264  | 87.14  |
|        |       | Dromiidae                   | カキカミ科       | 1     | 0.01   |       |        |
|        |       | Gaillardielus orientalis    | ウツカガミ       |       |        | 1     | 2.03   |
|        |       | Macromedaeus distinguendus  | シロウツカガミ     | 35    | 17.36  | 6     | 3.36   |
|        |       | Medaeops granulosis         | スエビカガミ      | 6     | 6.31   | 1     | 0.19   |
|        |       | Pilumnus minutus            | ヒメウツカガミ     | 2     | 0.28   | 2     | 0.63   |
|        |       | Sphaerozium nitidus         | スエビウツカガミ    | 1     | 0.02   | 17    | 7.82   |
|        |       | Xanthoidea                  | ウツカガミ上科     |       |        | 2     | 0.09   |
| 触手動物   | コケムシ  | Bugula neritina             | フサコケムシ      | +     | 0.02   | +     | 0.15   |
|        |       | Bugulidae                   | フサコケムシ科     |       |        | +     | 0.01   |
|        |       | Cabereidae                  | イガコケムシ科     |       |        | +     | 0.04   |
|        |       | Cheilostomata               | 唇口目         | +     | 0.01   | +     | 0.02   |
| 棘皮動物   | ウツカガミ | Ophiactidae                 | ウツカガミ科      | 41    | 0.42   | 17    | 0.19   |
|        |       | Ophiothricidae              | トウカガミ科      | 74    | 60.70  | 33    | 23.45  |
| 原索動物   | ウツカガミ | Ascidia sydneiensis         | スズキムシ       |       |        | 1     | 2.57   |
|        |       | Ascidacea                   | ウツカガミ綱      |       |        | +     | 0.01   |
| 脊ついで動物 | 硬骨魚   | Parablennius yatabei        | イギンボ        | 2     | 4.77   | 3     | 5.71   |
|        |       | Omobranchus elegans         | ナベカ         |       |        | 2     | 2.52   |
|        |       | 合計                          |             | 1352  | 227.69 | 1572  | 166.27 |
|        |       | 種類数                         |             | 25    |        | 36    |        |

注：+は群生性種を、0.00は0.01g未満を示す。

表 2 根魚の胃内容物と増殖基質の付着物との関係

| 門    | 綱     | 種名                         | 項目         | メバル<br>胃内容物 | カサゴ<br>胃内容物 | A<br>増殖基質 | B<br>増殖基質 |
|------|-------|----------------------------|------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| 軟体動物 | ミカガイ  | Arca boucardi              | コノトコトイ     |             | ○           |           |           |
| 節足動物 | 甲殻    | Caprella sp.               | (ウツカガミ科)   | ○           |             |           |           |
|      |       | Heptacarpus futillirostris | アサガモエビモトキ  |             | ○           |           |           |
|      |       | Pisidia serratifrons       | フサミズテウボウムシ | ○           | ○           | ○         | ○         |
|      |       | Pugettia sp.               | (ウツカガミ科)   |             | ○           |           |           |
|      |       | Majidae                    | ウツカガミ科     |             | ○           |           |           |
|      |       | Xanthoidea                 | ウツカガミ上科    |             | ○           |           | ○         |
| 棘皮動物 | ウツカガミ | Comatulida                 | ウツカガミ目     | ○           |             |           |           |
|      |       | Ophiothricidae             | トウカガミ科     |             | ○           | ○         | ○         |

○：出現あり

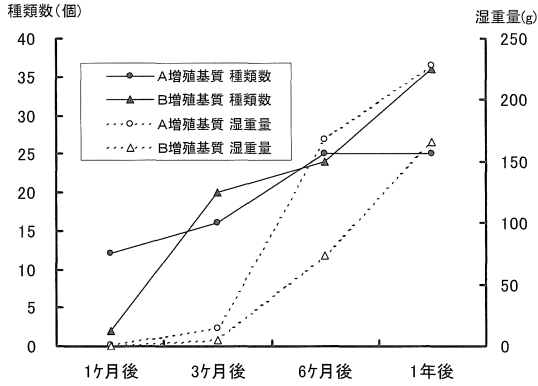


図4 試験基質の付着物の経過月ごとの着生状況

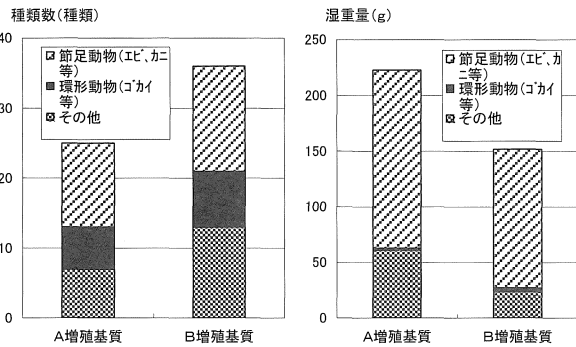


図5 1年経過後の付着物の種類数と湿重量

設置1年後の試験基質の付着物を表1に、湿重量と種類数を図5に示した。A増殖基質は、1352個、湿重量227.7g出現しており、種類数は25種みられた。一方、B増殖基質は、1572個体、湿重量166.3g出現しており、種類は36種みられた。出現種は、海綿動物から脊ついで動物まで10門の動物が確認された。

両増殖基質を比較すると、種類数では、B増殖基質が、湿重量では、A増殖基質が上回った。

(2)食性調査

メバル、カサゴの胃内容物とそれと一致した試験基質の付着物を表2に示した。メバルの胃内容物は節足動物が2種が出現し、うち1種がA、B増殖基質の付着物と一致した。カサゴの胃内容物は、軟体動物1種、節足動物5種、棘皮動物2種が出現し、うち節足動物の1種がA、B増殖基質と、節足動物の1種がB増殖基質と、棘皮動物の1種がA、B増殖基質と一致した。

2. 増殖礁調査

(1)増殖礁の設置状況

A、B増殖礁ともに、増殖礁の底部で数cmの浮泥の堆

積はみられるものの増殖礁の埋没や破損はみられなかった。

(2)魚類の蝟集状況

沈設4ヶ月後の魚類の蝟集結果を表3に、メバルの蝟集状況を図6に示した。

A増殖礁には、魚類が7種、358個体観察され、メバルは全長8cmが5個体確認された。その他魚類として、マアジ、スズキ、コショウダイ、クロダイ等が数個体みられた。B増殖礁は7種、140個体観察され、メバルは全長8cmが6個体確認された。その他魚類として、マアジ、スズキ、コショウダイ、クロダイ、ウマズラハギ等がみられた。

沈設1年4ヶ月後の魚類の蝟集結果を表4に、メバルの蝟集状況を図7に示した。

A増殖礁には8種、78個体観察され、メバルは全長8cmが30個体と1年経過後増加していた。カサゴは始めて全長25cmが1個体確認された。その他の魚類として、イシダイが初めて観察された。B増殖礁は9種、83個体観察され、メバルは全長8cmが40個体と1年経過後増加しており、全長20cmの成魚も確認された。アイナメは初めて全長20cmが1個体観察された。その他の魚類として、イシダイが初めて観察された。

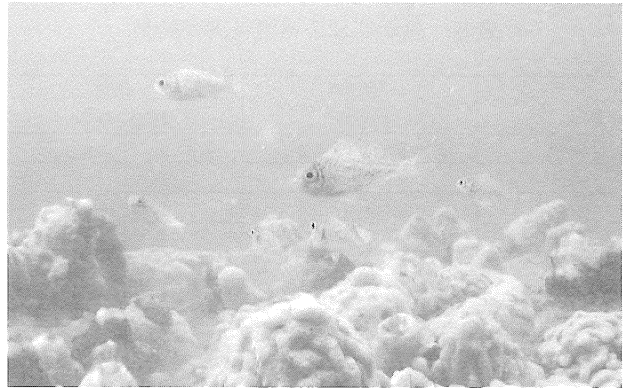
メバル、カサゴ、アイナメを根魚、マアジを浮魚、その他の魚類の3つに分類し、両増殖礁別に経過ごとの蝟集状況を図8に示す。浮魚の個体数を除くと、両増殖礁ともに年数が経過するとともに、根魚やその他魚類の蝟集が増加した。両増殖礁を比較すると、蝟集効果に大きな差はみられなかった。

表3 4ヶ月後に増殖礁に蝟集した魚類

| 魚種       | 全長 (cm) | 個体数           |                  |
|----------|---------|---------------|------------------|
|          |         | A増殖礁 (か殻+ネット) | B増殖礁 (か殻+コンクリート) |
| メバル      | 8       | 5             | 6                |
| スズキ      | 8       | 10            |                  |
|          | 30      |               | 1                |
| マアジ      | 12      | 300           | 100              |
| コショウダイ   | 25      |               | 3                |
|          | 23      | 1             |                  |
| クロダイ     | 30      | 2             |                  |
|          | 25      | 5             | 5                |
|          | 20      | 3             | 3                |
| ウマズラハギ   | 25      |               | 2                |
| イソギンポの一種 | 8       | 2             |                  |
| シマハゼ     | 5       | 30            | 20               |
| 合計個体数    |         | 358           | 140              |
| 合計種類数    |         | 7             | 7                |



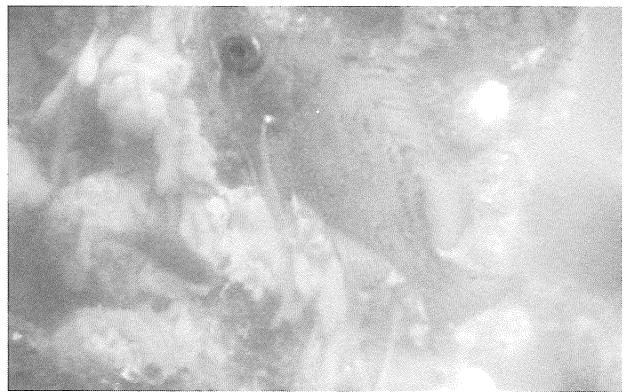
A増殖礁（4ヶ月後）



A増殖礁（1年4ヶ月後）



B増殖礁（4ヶ月後）



B増殖礁（1年4ヶ月後）

図6 4ヶ月後のメバルの蛸集状況

図7 1年4ヶ月後のメバルの蛸集状況

表4 1年4ヶ月後の増殖礁に蛸集した魚類

| 魚種       | 全長<br>(cm) | 個体数               |                      |
|----------|------------|-------------------|----------------------|
|          |            | A増殖礁<br>(カキ殻+ネット) | B増殖礁<br>(カキ殻+コンクリート) |
| メバル      | 8          | 30                | 40                   |
|          | 20         |                   | 1                    |
| カサゴ      | 25         | 1                 |                      |
| アイナメ     | 20         |                   | 1                    |
| スズキ      | 25         | 1                 |                      |
|          | 30         |                   | 2                    |
| イシダイ     | 35         |                   | 2                    |
|          | 30         | 2                 | 2                    |
| コシヨウダイ   | 35         |                   | 1                    |
| クロダイ     | 30         | 1                 |                      |
|          | 25         | 1                 | 2                    |
|          | 20         | 2                 |                      |
| ウマズラハギ   | 25         | 1                 | 1                    |
| イソギンポの一種 | 8          | 4                 | 1                    |
| シマハゼ     | 5          | 35                | 30                   |
| 合計個体数    |            | 78                | 83                   |
| 合計種類数    |            | 8                 | 9                    |

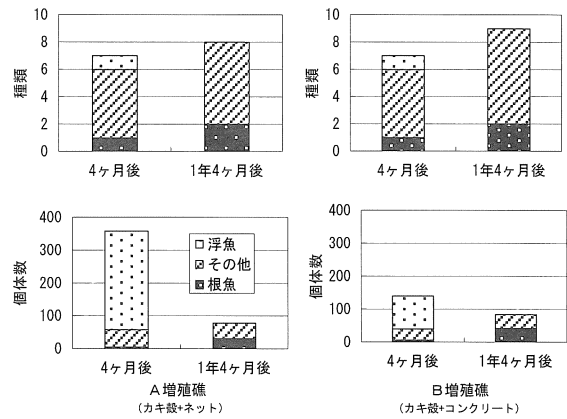


図8 経過別魚類の蛸集状況

### (3) 漁獲調査

魚かごによる調査結果を表5に漁獲状況を図9に示す。A増殖礁は、2.4kgのキジハタやメバル、カサゴがそれぞれ1尾漁獲された。その他の魚種として、スズキが漁獲された。B増殖礁は0.7kgと0.9kgのキジハタが2尾、

表5 魚かごによる漁獲調査結果

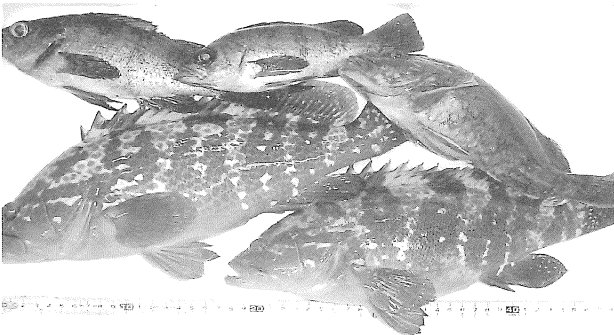
| 魚種   | A 増殖礁<br>(かき殻+ネット) |       | B 増殖礁<br>(かき殻+コンクリート) |       |
|------|--------------------|-------|-----------------------|-------|
|      | 全長(cm)             | 重量(g) | 全長(cm)                | 重量(g) |
| メバル  | 21.3               | 160   | 19.5                  | 145   |
| カサゴ  | 23.3               | 245   | 21.5                  | 220   |
|      |                    |       | 25.5                  | 320   |
| キジハタ | 50.0               | 2,420 | 38.0                  | 945   |
|      |                    |       | 33.0                  | 700   |
| スズキ  | 26.2               | 185   |                       |       |
|      | 26.0               | 180   |                       |       |

表6 刺網による試験操業結果

| 魚種   | A 増殖礁<br>(かき殻+ネット) |       | B 増殖礁<br>(かき殻+コンクリート) |       |
|------|--------------------|-------|-----------------------|-------|
|      | 全長(cm)             | 重量(g) | 全長(cm)                | 重量(g) |
| メバル  | 18.3               | 109   | 21.8                  | 183   |
|      | 21.3               | 172   | 19.3                  | 122   |
|      | 18.6               | 100   | 18.1                  | 100   |
|      | 18.7               | 103   | 17.0                  | 85    |
| スズキ  | 44.5               | 677   | 42.0                  | 638   |
|      | 22.6               | 159   | 21.0                  | 98.6  |
| シログチ |                    |       |                       |       |
|      | 20.0               | 95    |                       |       |



A 増殖礁 (かき殻+ネット)



B 増殖礁 (かき殻+コンクリート)

図9 魚かごを用いた漁獲状況

メバル, カサゴが1~2尾漁獲された。



A 増殖礁 (かき殻+ネット)



B 増殖礁 (かき殻+コンクリート)

図10 刺網による試験操業

刺網による調査結果を表6に漁獲状況を図10に示す。A増殖礁は、メバルが4尾漁獲された。その他の魚種としてズスキ, シログチが漁獲された。B増殖礁は、メバルが5尾漁獲された。その他の魚種としてズスキ, シログチが漁獲された。

魚かご, 刺網による漁獲調査で, A, B増殖礁で漁獲量に大きな差はみられなかった。

### 考 察

豊前海でメバル, カサゴ等根魚を対象とした刺網, 魚かご漁業は, 主に苅田町沿岸域の人工護岸で多く操業されている。

その優良漁場の中で造成後2年経過した人工護岸の付着物<sup>5)</sup>とカキ殻を用いた増殖基質の付着物と比較する

表7 優良漁場とカキ殻を用いた増殖基質の付着物及びメバル、カサゴの胃内容物との関係

| 門    | 綱     | 種名                          | 項目          | 優良漁場の付着物 | 増殖基質 |   |
|------|-------|-----------------------------|-------------|----------|------|---|
|      |       |                             |             |          | A    | B |
| 環形動物 | ゴカイ   | <i>Nereis multignatha</i>   | マサゴカイ       | ○        | ○    | ○ |
|      |       | <i>Nereis neoneanthes</i>   | ヤスリゴカイ      | ○        |      | ○ |
|      |       | <i>Cirriformia sp.</i>      | (ミスヒキゴカイ科)  | ○        |      | ○ |
| 節足動物 | 甲殻    | <i>Corophium sp.</i>        | (トログラムシ科)   | ○        | ○    | ○ |
|      |       | <i>Pisidia serratifrons</i> | フトウネシラカニガマシ | ○        | ○    | ○ |
|      |       | <i>Sphaerozium nitidus</i>  | スベスベオキガニ    | ○        | ○    | ○ |
| 棘皮動物 | クモヒトデ | <i>Ophiothricidae</i>       | トゲクモヒトデ科    | ○        | ○    | ○ |

※優良漁場の付着物は、第四港湾建設局が蒔田町沿岸域の人工護岸の付着物を調査した全104種のうち増殖基質と一致した7種を示す ○：出現あり

と、付着物の数種が一致した(表7)。さらにメバル、カサゴの胃内容物とも増殖基質と数種が一致し、増殖基質の優占種となる付着物を捕食していたことから(表2)、カキ殻を利用した増殖基質を海中に設置すると、メバル、カサゴの餌料となる付着物量が増加し、当該海域の優良漁場と同様に増殖礁の根魚等魚類の蝟集効果をより高めることが示唆された。

1年経過後の2種類の増殖基質を比較すると、種類数では、A増殖基質が、湿重量では、B増殖基質が上回り、両者に大きな差がみられず、両増殖基質ともに付着物の着生効果が高いことが伺えた。

潜水観察によると魚類の蝟集は、両増殖礁ともに4ヶ月後からメバルの幼魚等がみられ、ズズキ、クロダイの成魚も観察された。筑前海では、間伐材を利用した増殖礁を海中に設置すると、1ヶ月後からメバルの蝟集が観察され、魚群蝟集効果の発現が早いことを明らかにしている<sup>6)7)</sup>。今回のカキ殻の増殖礁においても間伐材を利用した増殖礁と同様の効果があることが確認された。

1年4ヶ月後の観察では、浮魚のマアジを除くと、メバル幼魚の増加が着実にみられ、新たにカサゴ、アイナメなどの根魚が観察された。その他の魚類においても新たにイシダイが観察された。このことから、年月が経過すれば、定着性が強く高価格魚の根魚やその他の魚類の蝟集量が増加することが推察された。

魚かごや刺網による試験操業を行った結果、メバル、カサゴ、キジハタなど根魚やズズキ、シログチが漁獲され、当該海域の漁業生産に十分寄与することが明らかとなった。

潜水観察や漁獲調査結果から、両増殖礁の効果を比較すると、根魚等の蝟集量や漁獲効果で大きな差はみられず、両増殖礁とも当該海域において有効であることが考えられた。

以上のことから、カキ殻を用いた増殖礁を豊前海浅海域に設置すると、餌となる付着物が多く付着し、メバルなど根魚をはじめ魚類が早期に集まり、さらに年月が経過すれば蝟集量が増加し、豊前海の漁業生産に大きく寄与するであろう。

今回の結果は約1年経過後の結果であるので、さらに継続して調査を行い、長期間にわたる効果の検証を行うとともに、得られた結果を活用して、より効果的な根魚の増殖場造成の技術開発を行う必要がある。

## 要 約

豊前海砂泥域にカキ殻を用いた増殖礁における潜水観察及び漁獲調査を行い、付着物や根魚等魚類の蝟集効果について検討を行った。

- 1) カキ殻を用いた増殖基質を海中に設置すると、優良漁場と同様にメバル、カサゴ等の餌料となる付着物量が増加し、増殖礁の蝟集効果をより高めることが示唆された。
- 2) 2種類の増殖基質は付着物の着生効果の差はみられなかった。
- 3) カキ殻を利用した増殖礁は、間伐材魚礁に比べると蝟集効果の発現がやや遅いものの4ヶ月後には認められた。
- 4) 年月が経過すれば、移動性が強い浮魚を除くと、定着性が強く価格の高い根魚やその他の魚類は一旦増殖礁に付いた種の増加するとともに新たな種が加入することが推察された。
- 5) 魚かごや刺網による試験操業を行った結果、メバル、カサゴ、キジハタなど根魚やズズキ、シログチが漁獲され、当該海域の漁業生産に十分寄与することが明らかとなった。

- 6) 潜水観察と試験操業で、2種類の増殖礁に効果の差はみられなかった。
- 7) カキ殻を用いた増殖礁を豊前海砂泥域に設置すると、餌となる付着物が多く付着し、メバルなど根魚をはじめ魚類が早期に集まり、さらに年月が経過すれば蛸集量が増加し、豊前海の漁業生産に大きく寄与することが考えられた。

## 文 献

- 1) 藤本敏昭・上妻智行・小林信：軟弱地盤用魚礁開発。福岡県水技研報，第2号，113-121(1994)。
- 2) 有江康章・藤本敏昭・上妻智行・小林信：軟弱地盤用魚礁効果。福岡県水技研報，第2号，113-121(1994)。
- 3) 中川清・中川浩一：豊前海における大型魚礁の集魚効果。福岡県水技研報，第11号，77-81(2001)。
- 4) 佐藤博之・江藤拓也：人工護岸の魚類の蛸集効果。福岡県水技研報，第2号，113-121(1994)。
- 5) 第四港湾建設局苅田港湾事務所：昭和58年度苅田港生態系調査報告書，304-310(1984)。
- 6) 宮内正幸：人工魚礁の魚群蛸集要因。福岡県水技研報，第14号，25-31(2004)。
- 7) 内田秀和：間伐材利用施設推進事業。平成16年度福岡県水技事業報告，24-30(2004)。