

漁場施設の魚類増殖効果に関する研究 魚礁の着生海藻類に生息する葉上動物について

伊藤 靖・中野 喜央((財)漁港漁場漁村技術研究所)・深瀬 一之((株)水土舎)・
藤澤 真也(海洋建設(株))・井上 清和(水産庁漁港漁場整備部)

1. はじめに

我国周辺には水産動物の増殖を目的とした人工魚礁が多数沈設されている。これらの人工魚礁には本来の蛸集機能のほか、水産動物にとって餌場、隠れ場・休息場、さらには産卵場といった増殖機能を併せ持つようになっており、それらの効果を定量的に評価する手法を確立することが漁場造成事業においては重要な課題の一つとされている。そこで 2004～2006 年度に水産庁が「漁場施設の増殖機能の定量化検討調査」において、人工魚礁やその周辺に分布した小型動物(葉上動物、固着・潜入動物、マクロベントス等)など生物的環境要因を定量的に調査するとともに、人工魚礁やその周辺に分布した魚類との関連を把握することにより、魚礁等の漁場施設の持つ魚類増殖効果を検討した。その結果を本報はじめ 5 題に分けて報告する。

本報告は人工魚礁に着生した大型藻類であるホンダワラ類を対象に、その藻体で生息する葉上動物の生物量の季節変化や組成等を比較検討し、海藻類の餌料生物増加効果について考察したものである。

2. 調査内容

1) 調査海域

調査海域は岡山県備前市日生町千軒湾(以下、内海域)および石川県鳳珠郡能登町小浦地先(以下、外海域)とした。内海域においては礁高 2.2m、幅 3.4m×3.4m、外海域においては礁高 3.8m、幅 3.3m×3.3mの貝殻を増殖基質として付加した魚礁単体(以下、人工魚礁)を調査対象とした。それぞれの人工魚礁の設置水深は、内海域が D.L.-4.1m、外海域が D.L.-9.3mであった。

調査は 2004 年 9 月から 2005 年 8 月までの間に内海域では 4 回、外海域では 5 回実施した。

2) 調査内容および方法

海藻類着生状況調査: スキューバ潜水による目視観察により、基準となる人工魚礁に着生したホンダワラ類の藻長と着生面積を記録し、両者に乗じたものを本調査では人工魚礁 1 基当たりの「着生空容積(見かけ上の海藻類の体積)」とした。そして、この基準とした人工魚礁に着生するホンダワラ類の着生空容積と乾重量との間に相関関係があるとし、魚礁 1 基当たりのホンダワラ類の乾重量を各魚礁で推定した。

また、内海域と外海域の人工魚礁の大きさが異なるため、両海域の現存量を外海域の人工魚礁 1 基の設置面積(約 10.56m²)あたりに換算し、比較検討に供した。

葉上動物調査: 着生したホンダワラ類を水中で木綿袋などに一定量採集し、陸上で藻体に着生している動物を全て採集して 10%ホルマリン溶液で固定した後、1mm 以上の動物について種、湿重量などを測定した。また、採集したホンダワラ類は乾重量を測定し、ホンダワラ類現存量と葉上動物量の関係を検討した。

食性調査: 両海域において刺網、かぶせ網、囲い網などによる漁獲を行い、採集した魚類の消化管を取り出し、その内容物の種類や量を分析した。

3. 結果および考察

1) 人工魚礁に着生した海藻類と葉上動物量

内海域の人工魚礁に着生した大型海藻類は一年生ホンダワラ類のアカモク、多年生ホンダワラ類のヨレモク、一年生コンブ類のワカメがそれぞれ 1 種類ずつみられた。全調査を通してホンダワラ類が大型海藻類全体の 80% 以上を占めており、その大半がアカモクであった。

内海域におけるアカモクの着生状況は、2004 年 9 月には藻長 3cm 程度の幼体の着生がみられ、その後 2005 年 3 月には藻長 140~250cm 程度に生長し、その現存量は 1.1kg dw/基で最大となった。その後、時間の経過とともに衰退し、7 月には藻長数 cm の小型の藻体がいくつか残るだけになった。

一方、外海域の人工魚礁には、多年生ホンダワラ類であるフシスジモクやヤツマタモク、マメタワラなど 5 種類、一年生ホンダワラ類のアカモク 1 種類、一年生コンブ類のワカメ 1 種類、多年生コンブ類のツルアラメ 1 種類が着生しており、全調査を通してホンダワラ類が大型海藻類全体の 80% 以上を占めて優占していた。

外海域の多年生ホンダワラ類の着生状況は、2004 年 11 月には藻長 30 cm 程度の藻体が大半であったが、その後時間の経過とともに生長し、2005 年 3 月には藻長 100cm を超える個体がみられるようになり、その現存量は 6.6kg dw/基で最大となった。また、衰退期である 2005 年 8 月にはホンダワラ類は藻体の一部が千切れて藻長が 30 cm 未満と短くなったが、その現存量は 2.5kg dw/基であった。

内海域と外海域のホンダワラ類を比較すると、両海域ともに 3 月には藻長や現存量が最大となった。それ以後、両海域のホンダワラ類は徐々に衰退し、7~8 月には藻長や現存量が小さくなり、一年生ホンダワラ類が優占していた内海域では現存量がほとんど無くなったが、多年生ホンダワラ類が優占していた外海域では最大現存量(3月)の 1/3 程度が残るといった違いがみられた。

魚礁 1 基当たりの葉上動物量は、内海域についてはホンダワラ類の現存量が最大であった 2005 年 3 月が 90.12g と大きかったが、以後は減少し、7 月には生息場所である藻体がほとんどなくなったため 1.21g となった。一方、外海域では、海藻類の最大繁茂期である 2005 年 5 月に 2,309.78g で最大となった。また、本海域のホンダワラ類は多年生であり、2005 年 8 月の衰退期であっても藻体が人工魚礁にある程度残っており、その葉上動物量も 124.07g であった。

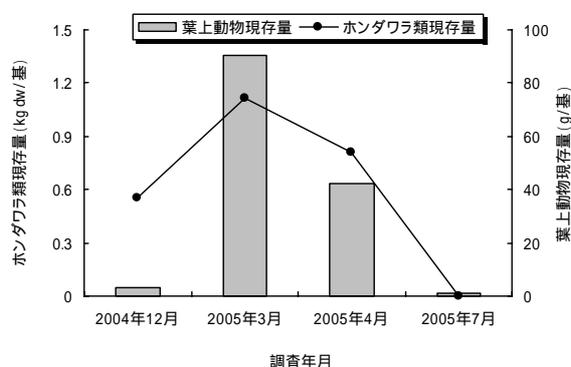


図2 内海域の人工魚礁に着生したホンダワラ類と葉上動物の魚礁 1 基当たりの現存量

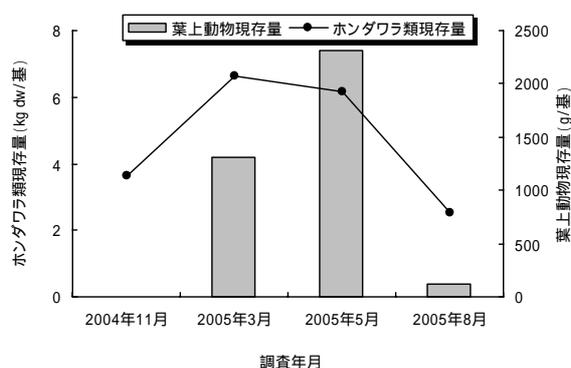


図3 外海域の人工魚礁に着生したホンダワラ類と葉上動物の魚礁 1 基当たりの現存量

次に、葉上動物の生息場所である人工魚礁に着生したホンダワラ類の海藻 1kg dw 当たりの葉上動物現存量を比較した。内海域では、葉上動物の現存量が最大であった 2005 年 3 月が 80.58g と大きかったが、葉上動物現存量が少ない 7 月にはさらに大きく

312.00g となった。これは、7 月にはホンダワラ類がほとんど存在しなかったため、葉上動物の密度が見かけ上高くなったものである。一方、外海域では、葉上動物の魚礁 1 基当たりの現存量と同様に 2005 年 5 月が 375.83g で最大となった。また、海藻類の衰退期である 2005 年 8 月であっても 49.11g であった。

以上のことから、両海域の葉上動物量は、ホンダワラ類の現存量が多い春季には葉上動物の生息空間が拡大されるため葉上動物量は最大となるが、ホンダワラ類が衰退してそれらの生息空間が少なくなるにつれてその量も少なくなることが分かった。

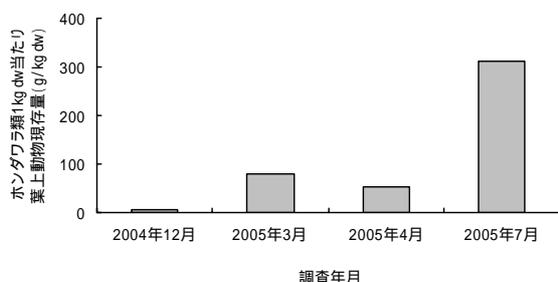


図 4 内海域の人工魚礁に着生したホンダワラ類の葉上動物量 (g/kg dw)

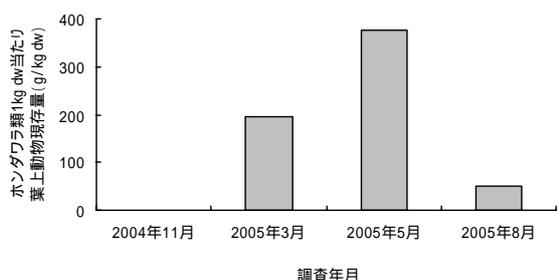


図 5 外海域の人工魚礁に着生したホンダワラ類の葉上動物量 (g/kg dw)

2) 葉上動物の生物相

両海域における葉上動物の平均湿重量による組成をみると、両海域ともに節足動物門端脚目が内海域では 75.3%、外海域では 86.5% で優占し、葉上動物量が最大となった時季の主な優占種は内海域

(2005 年 3 月) がモノワレカラ、トゲワレカラ、マギレワレカラ、外海域 (2005 年 5 月) がカマキリヨコエビ属、ツガルワレカラ、マギレワレカラであった。また、魚類が特に好んで摂餌を行う動物群 (環形動物門多毛綱、節足動物門エビ亜綱 (軟甲類)) を選好性餌料動物として集計した結果、両海域とも全湿重量の 80% 以上を占めていた。これは、愛媛県地先におけるマクサの葉上動物調査の結果 (吉川 1979) と同様の傾向であったことから、端脚目の増加にはホンダワラ類やマクサのような立体的で複雑な構造が適していると考えられた。

表 1 内海域と外海域における葉上動物の平均湿重量による組成 (%)

動物群	内海域	外海域
海綿動物門	0.1	0.1
軟体動物門	6.9	0.3
環形動物門多毛綱	0.2	0.1
節足動物門完胸目	0.3	1.2
節足動物門端脚目	75.3	86.5
節足動物門十脚目	7.1	0.0
外肛動物門	0.9	2.1
原索動物門	0.0	9.1
その他	9.1	0.6
合計	100.0	100.0

選好性餌料動物は、環形動物門多毛綱と節足動物門エビ亜綱 (軟甲類) とし、本調査においてエビ亜綱は節足動物門端脚目、十脚目のみがみられた。

3) 葉上動物の被捕食

両海域において、刺網などによって漁獲された魚類の消化管内容物を調べ、魚礁域における魚類と餌料動物間の摂餌関係を検討した (図 6)。葉上動物として確認された種の中に、消化管内容物中にみられる種や動物群が多くあり、葉上動物中の優占種となっていた端脚目を捕食している魚種が多かった。

以上のことから、魚礁やその周辺に分布している多くの魚類が、魚礁に着生した海藻類で生息する葉上動物を餌料動物として有効に利用していることが分かった。

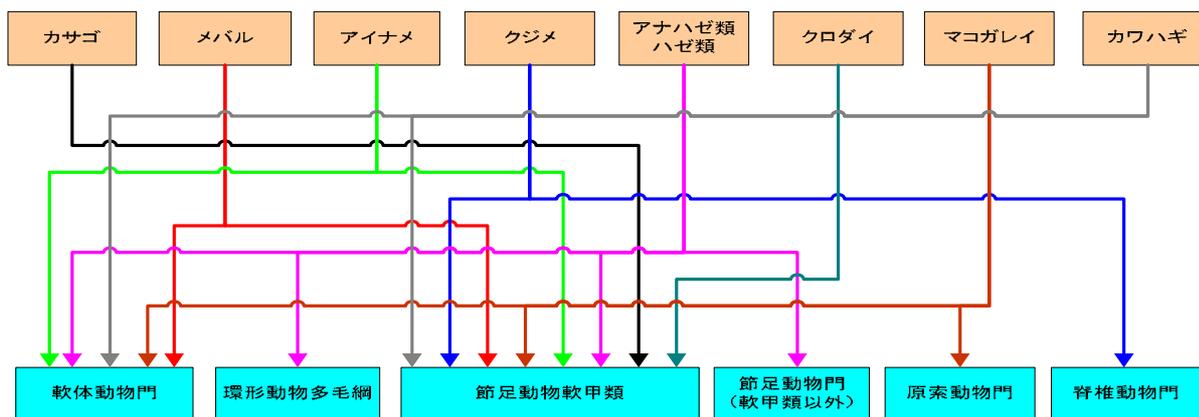


図 6 内海域と外海域の人工魚礁やその周辺に分布した魚類と着生した葉上動物との関係

4. まとめ

内海域の人工魚礁には主に一年生ホンダワラのアカモクが着生しており、その最大現存量は 2005 年 3 月に 1.1kg/基となったが、初夏には消失し 7 月の現存量はほとんど無くなった。外海域では、主に多年生ホンダワラ類であるフシスジモクやヤツマタモク、マメタワラなど 5 種類が着生し、その最大現存量は 2005 年 3 月に 6.6kg dw/基であったが、衰退期である 2005 年 8 月においても 2.5kg dw/基が残っており、内海域との違いがみられた。

人工魚礁に着生した海藻類に生息する葉上動物量は、両海域ともにホンダワラ類の現存量が多くなる春季にはその生息空間が拡大され葉上動物量は最大となるが、ホンダワラ類が衰退してそれらの生息空間が減少すると、その量も減少することが分かった。

葉上動物の生物相は両海域ともに端脚目が大半を占めて優占しており、魚礁周辺で漁獲された魚類の消化管内容物を調べた結果、カサゴやメバル、クジメ、アイナメなど様々な魚類に餌料動物として利用されていることが分かった。また、端脚目はマダイやヒラメなどの稚魚や幼魚の初期餌料としても価値が高いことから、魚礁に着生したホンダワラ類などの大型海藻類は、端脚目を効率よく増加させることができる構造をもち、魚類に好適な餌料環境を提供し、魚類増殖効果の増大に寄与していると考え

られた。

5. 謝辞

本調査を実施するにあたり、ご指導頂きました「魚礁・増殖場における原単位把握調査検討会」の委員の皆様方に心より御礼申し上げます。また、調査実施に御協力頂きました岡山県水産試験場、日生町漁協、石川県漁協能都支所の各職員、組合員の皆様に感謝の意を表します。

なお、本調査は水産庁が 2005～2007 年度に実施した「漁場施設の増殖機能の定量化検討調査」の一環として実施したものである。

6. 参考文献

- 1) 柿元 皓：人工魚礁．財団法人漁港漁場漁村技術研究所．2004．
- 2) 能登谷正浩：藻場の海藻と造成技術．成山堂，東京，1-7，150-153．2003．
- 3) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所：漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書．2007．
- 4) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業，人工魚礁漁場造成計画指針（水産庁監修）平成 12 年度版．2000．
- 5) 吉川浩二：藻場環境生態調査報告書(2)（南西海区水産研究所編）．1979．

漁場施設の魚類増殖効果に関する研究 ・固着・潜入動物について

伊藤 靖・中野 喜央((財)漁港漁場漁村技術研究所)・深瀬 一之((株)水土舎)・
藤澤 真也(海洋建設(株))

1. はじめに

我国周辺には水産動物の増殖を目的とした人工魚礁が多数沈設されている。これらの人工魚礁には本来の蛸集機能のほか、水産動物にとって餌場、隠れ場・休息場、さらには産卵場といった増殖機能を併せ持つようになっており、それらの効果を定量的に評価する手法を確立することが、漁場造成事業においては重要な課題の一つとされている。

本報告は魚類の餌料として有効と考えられる人工魚礁の部材に固着・潜入する小型動物を対象に、その生息量や出現種数の季節変化などを比較、検討し、人工魚礁の持つ餌料培養効果について考察したものである。

2. 調査内容

1) 調査海域

調査海域は岡山県備前市日生町千軒湾(以下、内海域)および石川県鳳珠郡能登町小浦地先(以下、外海域)とした。内海域においては礁高 2.2m、幅 3.4m x 3.4m、外海域においては礁高 3.8m、幅 3.3m x 3.3mの貝殻を増殖基質として付加した魚礁単体(以下、人工魚礁)が沈設されており、その両礁の上面に 2 タイプの構造の異なるテストピースを設置して調査した。テストピースの設置水深は、内海域が D.L. -3.3m、外海域が D.L. -5.4mであった。

2) 試験施設および方法

2 タイプのテストピースのうち、1 タイプは直径 15 cm、長さ 30 cmのメッシュパイプに貝殻を充填したもの(以下、貝殻基質)、もう 1 タイプはコンクリート製の同サイズ・同形のもので、表面に凹凸がない平面になっている(以下、平面形状基質)(図 1)。

調査方法は、固着・潜入動物が逸脱しないように海中で木綿袋にテストピースを収容し、陸上で着生した固着・潜入動物を全て剥ぎ取り 10%ホルマリン溶液で固定した後、1mm以上の動物について種の査定、湿重量の測定などを行い、魚類がとくに好んで摂餌を行う動物群(環形動物門多毛綱、節足動物門エビ亜綱(軟甲類))を選好性餌料動物として集計した。両海域の試験施設の設置年月、および調査年月を表 1 に示す。



図 1 貝殻テストピース(左)と平面形状テストピース(右)

表 1 内海域と外海域における試験施設の設置年月
および調査年月

海域	設置年月	調査年月(経過年月)				
		2005年3月 (11カ月)	2005年7月 (1年3カ月)	2005年12月 (1年8カ月)	2006年2月 (1年10カ月)	2006年9月 (2年5カ月)
内海域	2004年4月					
外海域	2004年11月	2006年6月 (1年7カ月)	2006年10月 (1年11カ月)			

3. 結果および考察

1) 出現種数

内海域における選好性餌料動物の出現種数は、貝殻基質が 30~46 種類、平面形状基質が 16~46 種類であった。また、2005 年と 2006 年の同じ季節の着生状況を比較すると、両基質とも時間の経過とともにやや増加する傾向がみられた。

貝殻基質および平面形状基質で確認された出現種数は、水温が 23.7 と高くなった 2005 年 7 月や

2006 年 9 月の調査では両基質ともにそれぞれ 38 および 46 種類で同じ値であったが、水温の低下とともに平面形状基質の方が貝殻基質よりも大きく減少し、底層水温が 8.0 に低下した 2006 年 2 月にはそれぞれ 36 および 25 種類とその差が大きくなった(図 2)。以上のように、出現種数の差は夏季に小さく、冬季に大きくなる傾向がみられた。

しかし、外海域については、貝殻基質が 45~54 種類、平面形状基質が 37~44 種類で両基質ともに水温が若干低かった 2006 年 6 月に多かったが、内海域のような水温との強い関係はみられなかった(図 3)。

ほぼ同じ時季に調査を実施している内海域の 2006 年 9 月と外海域の 2006 年 10 月の結果を比較すると、貝殻基質では 46 および 45 種類で大きな差

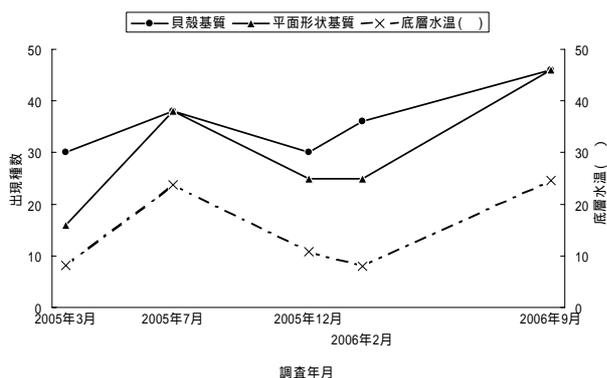


図 2 内海域における貝殻基質と平面形状基質の選好性餌料動物の出現種数と底層水温の推移

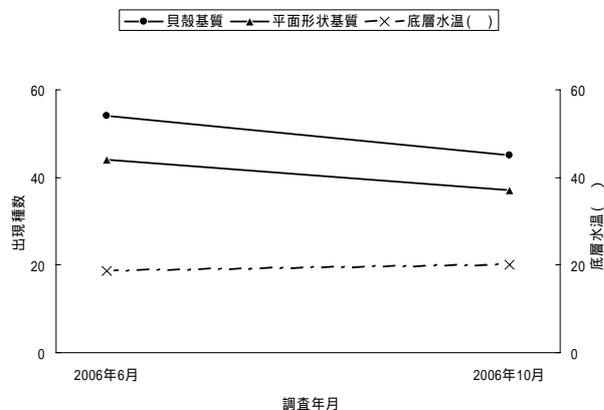


図 3 外海域における貝殻基質と平面形状基質の選好性餌料動物の出現種数と底層水温の推移

異はみられなかったが、平面形状基質では内海域が 45 種類、外海域が 37 種類で貝殻基質よりも大きな差がみられた。

また、これらの傾向については、固着・潜入動物全体においても同様であった。

2) 湿重量による優占種の組成

内海域における選好性餌料動物の平均湿重量による組成は、貝殻基質では節足動物門十脚目(以下、十脚目)が 61.2%で優占しており、続いて環形動物門定在目(以下、定在目)、環形動物門遊泳目(以下、遊泳目)が多かった。また、平面形状基質では十脚目が 34.4%で優占しており、続いて節足動物門端脚目(以下、端脚目)、遊泳目であり、両基質の組成には違いがみられた。

外海域では、貝殻基質では節足動物門十脚目(以下、十脚目)が 66.0%で優占しており、続いて環形動物門遊泳目(以下、遊泳目)、環形動物門定在目(以下、定在目)が多かった。また、平面形状基質では遊泳目が 62.4%で優占しており、続いて定在目、十脚目で両基質の組成には違いがみられた。

さらに両海域を基質別に比較すると、貝殻基質では優占していた動物群の組成は端脚目が内海域に若干多く、平面形状基質については大きく組成が異なっていた。

以上のことより、海域による環境条件の違いや基質の構造により、動物の組成には差異が生ずることが分かった。



図 4 貝殻基質に潜入していた短尾類

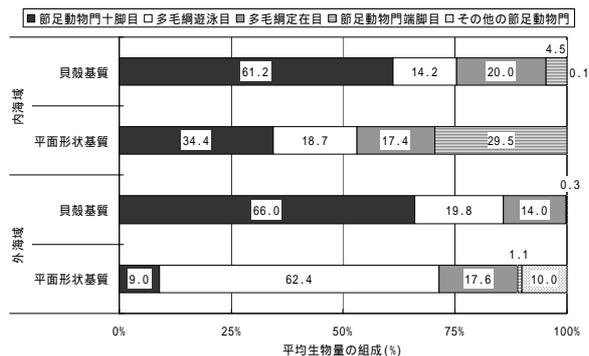


図 5 貝殻基質と平面形状基質における選好性餌料動物の平均湿重量による組成 (%)

3) 選好性餌料動物の湿重量

内海域における選好性餌料動物の湿重量の推移をみると、両基質ともに水温が高かった 2005 年 7 月、2006 年 9 月に増加し、水温が低かった 2005 年 3 月や 2006 年 2 月に少なくなった(図 6)。外海域については、水温の変化が約 1.4 と小さかったため、両調査の推移に大きな変化はみられなかった。また、固着・潜入動物全体についても同様の傾向がみられたほか、潜水による目視観察においても両海域の秋～冬季には魚礁部材表面に着生していた完胸目や軟体動物門イガイ科、原索動物門の減少がみられ、それらが魚礁内部やその周辺の海底に拡散している様子が確認された。これらの固着動物の脱落は、水温低下による死亡、波浪などの外力による影響、ペラ類などの魚介類による捕食などが要因ではないかと考えられた。

両基質を比較すると、両海域ともに全ての調査において貝殻基質が平面形状基質よりも多く、その差は内海域では 5.2～17.1 倍、外海域では 18.9～21.8 倍であった。また、とくに両基質の差が大きかった動物群は、内海域では十脚目が 16.3 倍、原索動物門が 10.8 倍、多毛綱が 8.7 倍、外海域では海綿動物門が 163.3 倍、十脚目が 139.8 倍、原索動物門が 11.6 倍、多毛綱が 8.3 倍であった。

以上のことから、着生した動物の湿重量についても海域による環境条件の違いや基質の構造により

差が生じ、とくに十脚目や原索動物門、多毛綱でその差が大きかった。

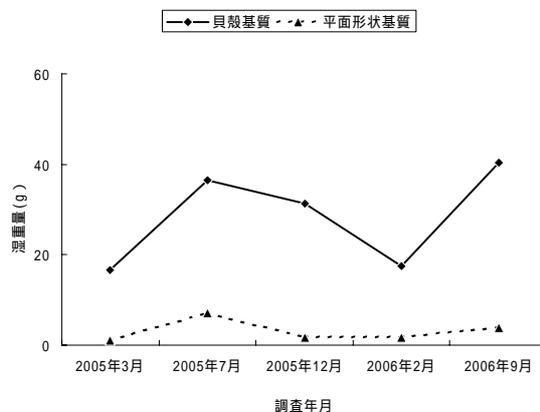


図 6 内海域の貝殻基質と平面形状基質における選好性餌料動物のテストピース 1 個当たりの湿重量の推移

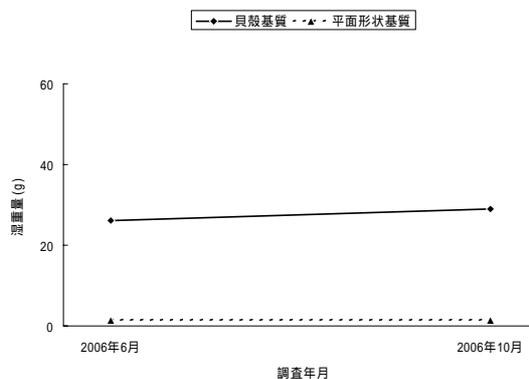


図 7 外海域の貝殻基質と平面形状基質における選好性餌料動物のテストピース 1 個当たりの湿重量の推移

4) 選好性餌料動物と固着動物の関係

両海域の選好性餌料動物と主な固着動物であった海綿動物門、完胸目、原索動物門、について調査ごとに集計した結果、選好性餌料動物は固着動物とともに増加しており、両者の間には弱いながらも相関がみられた ($r=0.542$, $p<0.05$) (図 8)。

十脚目や端脚目などの潜入動物は、完胸目などの固着動物の着生によって形成される多様な環境により生活場所が拡大され、その数量が増大することが報告されている(Dean 1981, Brault and Bourget 1985)。調査回数が多かった内海域において、選好性餌料動物の出現種数が夏季に多く、冬季に少なくなる傾向がみられた。それは、大型の固着動物の増減によって

小型動物の生息空間の量が変化していることが主な要因として考えられた。

貝殻基質と平面形状基質との出現種数の差は冬季に大きくなっていった。これは平面形状基質では冬季に大型の固着動物が脱落し、基質表面の小型動物の生息空間が制限されたことにより選好性餌料動物の減少量が大きくなる。一方、貝殻基質についてはその内部の複雑な空間が維持されていることから、この傾向が小さかったものと考えられた。

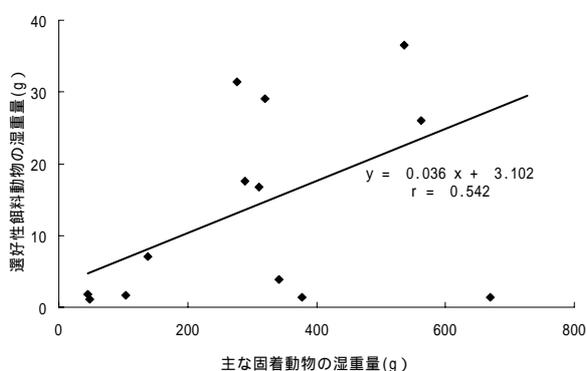


図 8 選好性餌料動物と主な固着動物との関係

4. まとめ

選好性餌料動物の出現種数は、とくに調査回数の多かった内海域において夏季に増加し冬季に減少するという顕著な季節変化がみられた。これは、夏季には部材表面に完胸目、原索動物門、海綿動物門などの固着動物が増加することで複雑な構造が形成され、その間隙部などが小型動物の生活空間として利用されるが、冬季には水温が低下して固着動物が脱落すると、これに伴い小型動物の生活空間も限定されていることが考えられた。一方、貝殻基質はこの冬季においても基質構造として複雑な空間が維持されているため、平面形状基質よりもこの傾向が小さかったものと推察される。

本調査結果から、海域の環境や基質の構造によって着生した動物の種類や量が異なることが明らかとなった。魚礁の形状についても、様々な構造の部

材を組み合わせることで、単一種のものよりもさらに多様な生態系を創出し、魚類にとって好適な餌料環境を提供できるものと考えられる。

5. 謝辞

本調査を実施するにあたり、ご指導頂きました「魚礁・増殖場における原単位把握調査検討会」の委員の皆様方に心より御礼申し上げます。また、調査実施に御協力頂きました岡山県水産試験場、日生町漁協、石川県漁協能都支所の各職員、組合員の皆様に感謝の意を表します。

なお、本調査は水産庁が 2005～2007 年度に実施した「漁場施設の増殖機能の定量化検討調査」の一環として実施したものである。

6. 参考文献

- 1) Brault, S. and E. Bourget : Structural changes in an estuarine subtidal epibenthic community : biotic and physical causes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 21(1-2), 63-73. 1985.
- 2) Dean, T.A. : Structural aspects of sessile invertebrates as organizing forces in an estuarine fouling community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 53(2-3), 163-180. 1981.
- 3) 柿元 皓 : 人工魚礁. 財団法人漁港漁場漁村技術研究所, 2004.
- 4) 野田幹雄、田原実、片山貴之、片山敬一、柿元皓 : 内部空隙をもつ管状基質が無脊椎動物、とくに魚類餌料動物の加入に与える効果. *水産増殖*, 50(1):37-46. 2002.
- 5) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所 : 漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書(平成 19 年 3 月), 2007.
- 6) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会 : 沿岸漁場整備開発事業, 人工魚礁漁場造成計画指針(水産庁監修)平成 12 年度版, 2000.
- 7) 宇都宮 正 : 魚礁に関する研究, 第 3 報 魚礁に付着する生物について. *山口県内海水試業績* 第 9 巻第 1 号, 41-45, 1957.

漁場施設の魚礁増殖効果に関する研究 ・施設周辺の底生動物について

伊藤 靖・中野 喜央((財)漁港漁場漁村技術研究所)・深瀬 一之((株)水土舎)・
藤澤 真也(海洋建設(株))・井上 清和(水産庁漁港漁場整備部)

1. はじめに

我国周辺には水産動物の増殖を目的とした人工魚礁が多数沈設されている。これらの人工魚礁には本来の蝸集機能のほか、水産動物にとって餌場、隠れ場・休息場、さらには産卵場といった増殖機能を併せ持つようになっており、それらの効果を定量的に評価する手法を確立することが漁場造成事業においては重要な課題の一つとされている。

本報告は魚礁周囲海底のマクロベントスを調査し、人工魚礁を設置することにより底質やその生物量がどのように影響を受け、変化するのかについて検討したものである。

2. 調査内容

1) 調査海域

調査海域は岡山県備前市日生町千軒湾（以下、内海域）および石川県鳳珠郡能登町小浦地先（以下、外海域）とした。内海域においては礁高 2.2 m、幅 3.4m × 3.4m、外海域においては礁高 3.8 m、幅 3.3m × 3.3mの貝殻を増殖基質として付加した魚礁単体(以下、人工魚礁)を調査対象とした。それぞれの人工魚礁の設置水深は、内海域が D.L. -4.1m、外海域が D.L. -9.3mであった。

調査は 2004 年 9 月から 2006 年 10 月までの間に内海域では 8 回、外海域では 6 回実施した。

2) 調査方法

底質調査: 内海域では人工魚礁直近の海底(魚礁区)と人工魚礁の設置されていない海底(対照区)からその周囲のそれぞれ 3 地点(粒度組成試験:0m、10m、20 m、強熱減量試験: 0m、5m、10 m)、外海域では人工魚礁直近の海底(魚礁区)と人工魚礁の設置されていない海底(対照区)で、採泥器により表層から 3cm までの底質を 500cm³ 程度採集して試料とし、その粒度組成および強熱減量を測定した。

マクロベントス調査: 底質採集を行った地点にお

いて、底質をステンレス製の採泥器(幅 20cm、高さ 20cm、長さ 30cm)を用い、表面積 0.1m²、深さ 3cm の底質(3,000cm³)を採集し、1mm 目合のふるいで選別採集した動物について、種の同定、個体数の計数、湿重量の測定を実施した。

3. 結果および考察

1) 底質からみた魚礁設置の影響

内海域の底質の粒度組成を測定した結果、魚礁区 0m における 1mm 未満の底質の割合は周囲と比べて少なく、底質が粗くなっていた(図 1)。さらに、強熱減量を測定した結果、魚礁区 0m は人工魚礁から 5m 以遠のものよりも有機物が多い傾向がみられた(図 2)。

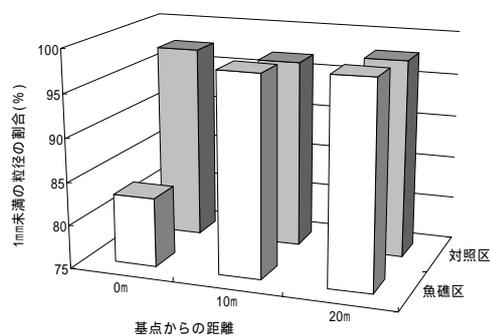


図 1 内海域における各調査地点の粒度組成
粒径 1mm 未満の粒径割合

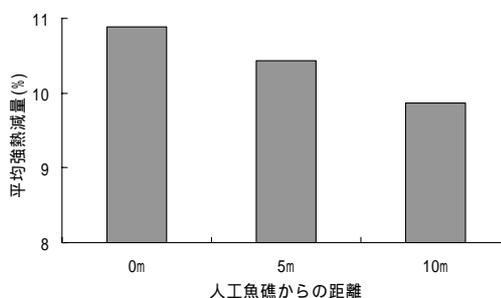


図 2 内海域の魚礁から距離別に採集した底質の平均強熱減量

外海域で採集した底質の粒度組成は、魚礁区の方が対照区よりも細かい砂が多く、内海域とは逆の結果となった(表 1)。これは外海域の調査地点周辺の底質は砂が多く、そこに 0.2~0.5m 程度の間隔で人工魚礁が密に設置されているため、潮流の陰となる人工魚礁の潮下側には細かい底質が堆積しやすいのではないかと考えられた。さらに、1mm 未満の底質の強熱減量を比べると魚礁区の方が対照区より 1.13% 高く、魚礁区周辺で有機物が多く堆積している傾向がみられた(図 3)。

このように底質分布は人工魚礁の設置により変化しており、粒径組成に関して内海域では粗く、外海域では細くなる傾向がみられた。これは周辺の海底地形、波浪などの条件に加え人工魚礁の設置状況などにより流況が変化し底質を洗掘、もしくは堆積させたためであると考えられた。また強熱減量については、両海域とも魚礁区近辺で高くなっており、人工魚礁由来の有機物の魚種周辺への落下、拡散が起きていることが示唆された。

表 1 外海域の底質の中央粒径値

区	魚礁区	対照区
中央粒径値(mm)	1.09	1.45

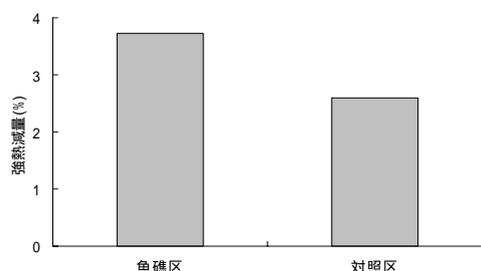


図 3 外海域の底質(粒径 1mm 未満)の強熱減量試験

2) 人工魚礁設置によるマクロベントスの分布

内海域でのマクロベントスの平均湿重量は、魚礁区 0m (魚礁直近) が他の地点に比べて明らかに多い傾向にあった。それ以遠では少なくなる傾向にあった (図 4)。対照区における平均湿重量は全ての地点において、魚礁区 5m および 10m と同程度であった。

外海域の人工魚礁直近の海底で採集したマクロベントスの出現種数や湿重量は、対照区よりも 4.5 倍多かった(図 5)。

以上のことより、内海域および外海域ともに人

工魚礁直近ではマクロベントス量が明らかに多くなることが分かった。また、マクロベントスが人工魚礁の設置により影響を受ける範囲は、内海域では人工魚礁から 5m 以内であると考えられた。

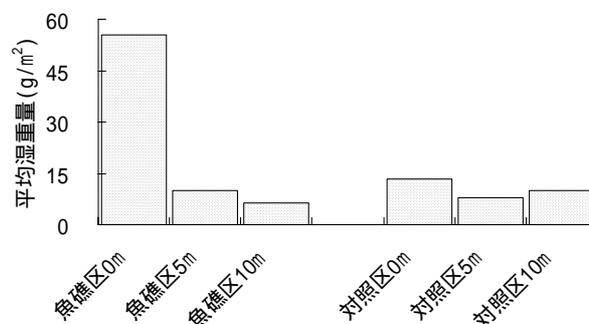


図 4 内海域における人工魚礁周辺のマクロベントスの分布 (1m² 当たりの平均湿重量)

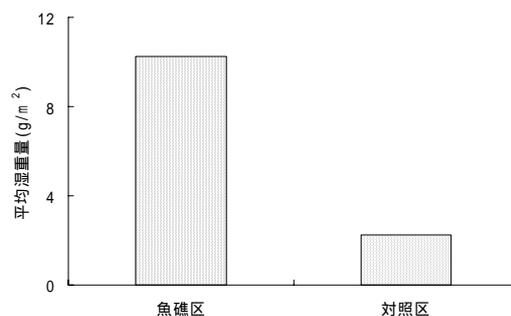


図 5 外海域における人工魚礁周辺のマクロベントスの分布 (1m² 当たりの平均湿重量)

3) 生息場所別からみたマクロベントスの分布

採集したマクロベントスをその生物の生息場所別 (A 群: 主に底質中に生息する生物、B 群: 主に何かに固着・潜入し、底質中にはあまり見られない生物、C 群: A 群と B 群の両方の環境下に生息する生物) に分類し、出現種数、湿重量、個体数について地点毎にそれぞれ平均したものを図 6 に示す。

内海域は魚礁区、対照区とも出現種数、個体数、湿重量は A 群 > C 群 > B 群の順に少なくなった。A 群については、出現種数は魚礁区 0m が 27 種類、魚礁区 5m が 23 種類と多く、他の地点と比べて 1.3~2.0 倍多かった。また、個体数と湿重量についても魚礁区 0m で最も多く (それぞれ 1,223 個体/m²、41.5 g/m²)、対照区を含めた他の地点に比べ個体数で 2.1~2.7 倍、湿重量で 3.3~7.0 倍と

なっていた。B 群については、魚礁区 0m で出現種数が 7 種類、個体数が 53 個体/m²、湿重量が 5.0g/m² に対し、他の地点では出現種数が 0~1 種類、個体数が 0~3 個体/m²、湿重量が 0.1g/m² 程度と少なかった。C 群については、魚礁区 0m で出現種数が 16 種類で他の地点と比べて 2.7~4.6 倍、個体数、湿重量についても魚礁区 0m で最も多く(それぞれ 813 個体/m²、9.0 g/m²)、対照区を含めた他の地点に比べ個体数で 9.4~28.7 倍、湿重量で 12.5~180.5 倍であった。

一方外海域では、魚礁区において採集された A 群は種類数、個体数、湿重量(16 種、508 個体/m²、7.3 g/m²) で対照区と比較してそれぞれ 2.5 倍、5.4 倍、10.6 倍と圧倒的に多く、B 群でも種類数、個体数、湿重量でそれぞれ 2.4 倍、1.8 倍、1.8 倍となっていた(図 7)。また外海域の特徴として、内海域では魚礁直近のみでみられた B 群のマクロベントスが、外海域では 40m 以上離れた対照

区でも出現していた。これは外海域の海象条件により B 群の生物が人工魚礁から広く拡散している可能性を示していると考えられる。

以上のことから、内海域では人工魚礁の設置によって A 群、B 群、C 群の全ての動物群が増加しており、その中でも人工魚礁由来と考えられる生物の量がとくに多くなることが分かった。これは、人工魚礁に固着・潜入している動物の落下、拡散によるものと考えられる。

外海域では A 群に顕著な変化がみられたことから、人工魚礁設置による底質の変化がマクロベントスの生息環境に大きく影響しているものと考えられた。また、B 群についても対照区に比べ魚礁区で多くなる傾向がみられた。しかし、対照区における人工魚礁由来の動物が魚礁区と同程度確認された場合もあったことから、外海域でマクロベントスが影響を受ける範囲は波浪や潮流の流れなどによって広い範囲におよぶ可能性があると考えられた。

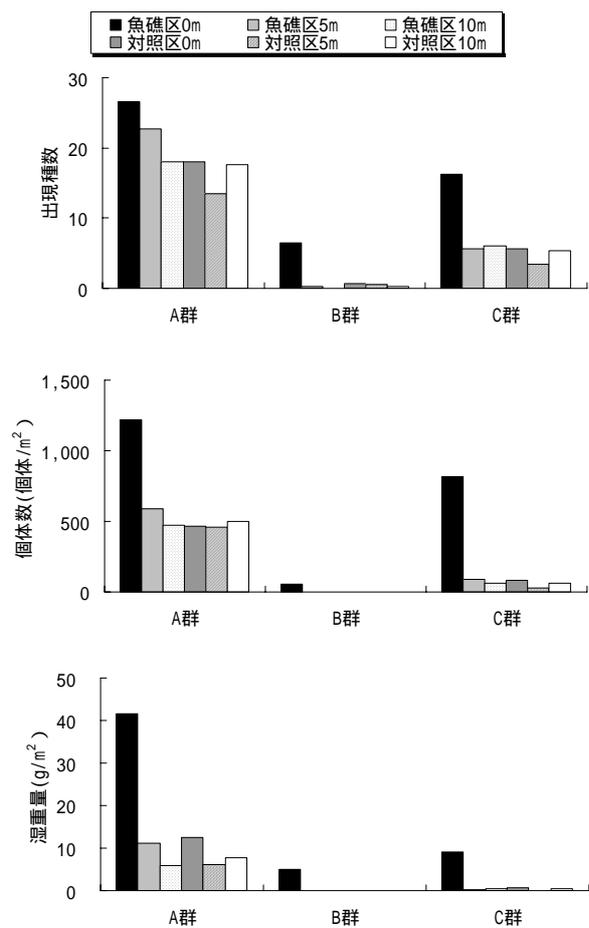


図 6 内海域のマクロベントスの生息場所別平均生物量 (上:出現種数、中:個体数(個体/m²)、下:湿重量(g/m²))

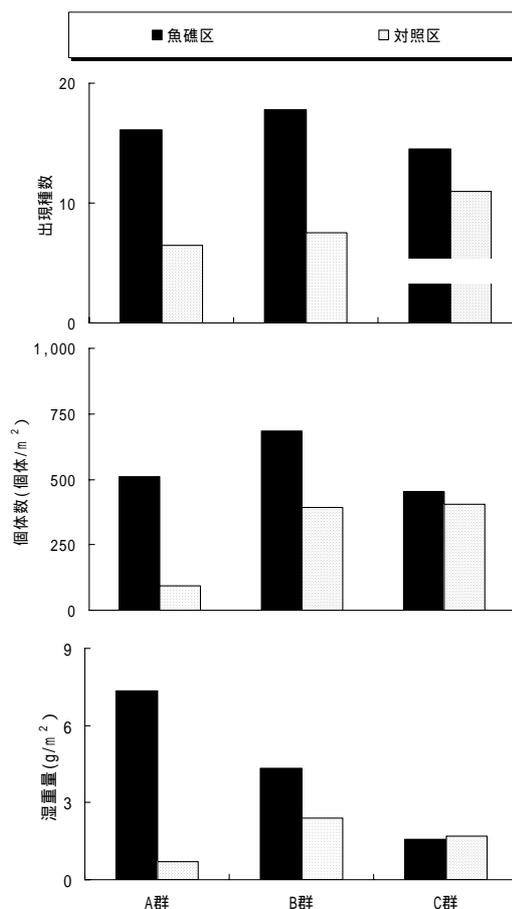


図 7 外海域のマクロベントスの生息場所別平均生物量 (上:出現種数、中:個体数(個体/m²)、下:湿重量(g/m²))

4) マクロベントスと固着・潜入動物や葉上動物との関係

内海域および外海域において、採集したマクロベントスと第 報、第 報で報告した、魚礁に着生した海藻に生息する葉上動物および人工魚礁上面に取り付けたテストピースの固着・潜入動物との共通出現種数を図 8、9 にそれぞれ示す。

内海域のベントスと葉上動物との共通出現種は、魚礁区 0m と 5m でトゲワレカラやオサテワレカラなどであったが、これらの種は対照区では確認されなかった。また、固着・潜入動物との共通出現種は、魚礁区では 0m が最も多く、主な種としてトゲワレカラ、ミズヒキゴカイなどが優占していたが、5m 以遠では 0~2 種類であった。対照区については全地点で 0~2 種類と水平分布に差はみられず、魚礁区の 5m 以遠と同程度であった。

外海域の葉上動物との共通出現種については、大きな差ではないが魚礁区で海藻類の着生量が多

いほど種数が多い傾向が見られた。また、固着・潜入動物との共通出現種は、全体を通して魚礁区が概ね多く、主にオサテワレカラやアゴナガヨコエビ属などが確認された。

4. まとめ

マクロベントスは両海域ともに魚礁直近に分布量が多く、とくに内海域では魚礁から 5m 以遠における分布量との間に顕著な差がみられた。これは、魚礁の設置により底質が変化したり、魚礁由来の動物(主に何かに固着あるいは潜入し、底質中にはあまり見られない動物)が魚礁近辺に落下、拡散したりすることや魚礁設置による底質の変化によってマクロベントスの生息に良好な環境が形成されたこと、出現種や量が変化したことによると考えられた。これらの落下量、周囲への拡散状況等について、今後の課題としてさらに詳細な調査、検討をしたい。

以上のことから魚礁を設置することで、魚礁設置場所だけでなく、その周囲に魚礁効果が及び、それらの効果は魚礁・増殖場施設の増殖効果として積算されるべきであると考えられた。

5. 謝辞

本調査を実施するにあたり、ご指導頂きました「魚礁・増殖場における原単位把握調査検討会」の委員の皆様方に心より御礼申し上げます。また、調査実施に御協力頂きました岡山県水産試験場、日生町漁協、石川県漁協能都支所の各職員、組合員の皆様に感謝の意を表します。

なお、本調査は水産庁が 2005~2007 年度に実施した「漁場施設の増殖機能の定量化検討調査」の一環として実施したものである。

6. 参考文献

- 1) 柿元 皓：人工魚礁．財団法人漁港漁場漁村技術研究所．2004．
- 2) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所：漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書．2007．
- 3) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針(水産庁監修)平成 12 年度版．2000．

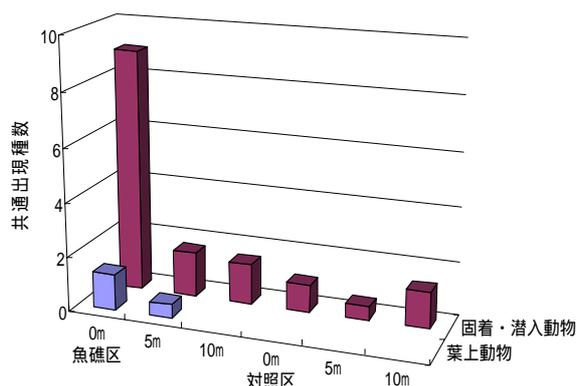


図 8 内海域におけるマクロベントスと葉上動物および魚礁部材で増殖する小型動物との共通出現種数

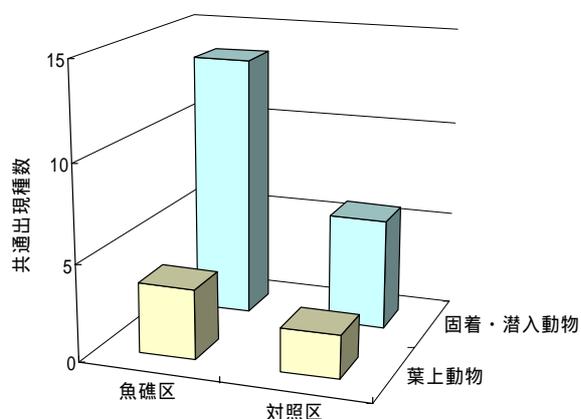


図 9 外海域におけるマクロベントスと葉上動物および魚礁部材で増殖する小型動物の平均共通出現種数

漁場施設の魚類増殖効果に関する研究 ・ 蛸集魚類の食性について

伊藤 靖・中野 喜央((財)漁港漁場漁村技術研究所)・深瀬 一之((株)水土舎)・
藤澤 真也(海洋建設(株))・井上 清和(水産庁漁港漁場整備部)

1. はじめに

我国周辺には水産動物の増殖を目的とした人工魚礁が多数沈設されている。これらの人工魚礁には本来の蛸集機能のほか、水産動物にとって餌場、隠れ場・休息場、さらには産卵場といった増殖機能を併せ持つようになっており、それらの効果を定量的に評価する手法を確立することが、漁場造成事業においては重要な課題の一つとされている。

魚類が魚礁に蛸集する要因の一つとされている魚礁における摂餌関係についてはいくつかの報告があり、食物連鎖図が示されている(柿元ら 1985)。本調査では人工魚礁に蛸集した主要種について、先に述べた魚礁由来の餌料動物との関係を詳細に検討することで、人工魚礁の持つ餌場効果と蛸集魚類の関係について考察した。

2. 調査内容

1) 調査地点及び調査施設

調査海域は岡山県備前市日生町軒湾(以下、内海域)および石川県鳳珠郡能登町小浦地先(以下、外海域)とした。内海域においては礁高 2.2m、幅 3.4m×3.4m、外海域においては礁高 3.8m、幅 3.3m×3.3mの貝殻を増殖基質として付加した魚礁単体(以下、人工魚礁)を調査対象とした。それぞれの魚礁の設置水深は、内海域が D.L.-4.1m、外海域が D.L.-9.3mであった。

調査は 2005 年 3 月から 2006 年 9 月までの間に内海域では 6 回、外海域では 5 回実施した。

2) 調査方法

魚介類蛸集状況調査については、人工魚礁毎に蛸集する魚介類の種、全長、個体数を潜水目視観察に

より記録し、全長-体重の関係式から蛸集生物量(kg/基)を算出した。

一方、食性調査に関しては、各地点にて刺網、かぶせ網、囲い網、たも網などによる漁獲を行い、採集した魚類から消化管を取り出して試料を得た。これら内容物の種類や湿重量を査定し、得られた結果と先に報告した魚礁周辺部に増殖する葉上動物、固着・潜入動物、マクロベントスを比較し、餌料動物としての利用状況を検討した。

3. 調査結果及び考察

1) 魚介類蛸集状況

潜水目視観察調査の結果、確認された種類数については両海域共に夏季に多く、冬季に少なくなる傾向が見られた。確認された主な魚種は、内海域ではカサゴ、メバル、クロダイ、マコガレイ、外海域ではメバル、ウスメバル、クロダイ、スズメダイ、チャガラなどであった。

魚類の蛸集生物量は、内海域では 2005 年 3 月に 772.9g/空 m^3 、外海域では 2005 年 8 月に 735.8g/空 m^3 でそれぞれ最大となった。

2) 蛸集魚の食性

11 回にわたって行った調査で、内海域で 17 種、計 66 個体、外海域で 29 種、計 95 個体の魚類の消化管内容物を調査した。その中でも漁獲数が多くほぼ周年にわたって漁獲できたカサゴ、メバル、クジメ、マコガレイの 4 種、計 65 個体の調査結果を以下に示す。

(1) カサゴ

カサゴ(n=12, 全長範囲 18.2±2.5cm)は周年、



図 1 平成 18 年 6 月の刺網による漁獲物
(外海域)

ワレカラ類や十脚類、クモヒトデ類など、主に魚礁部材に生息する小型動物を捕食していたが、12 月については人工魚礁に着生したアカモク藻体上に優占して確認されたトゲワレカラを多く捕食していた(表 1)。

以上のことから、カサゴは魚礁部材由来の小型動物を周年利用し、さらに魚礁に着生した海藻類が生長して葉上動物が増える時季にはそれらの動物も餌料として利用していることが分かった。

表 1 漁獲されたカサゴの消化管内容物と人工魚礁周辺で確認された小型動物との代表的な共通種

主な出現種	分布場所				
	2005			2006	
	Mar	Jul	Dec	Sep	
環形動物	ウロコムシ科	B			
節足動物	サンカクフジツボ				M
	トゲワレカラ			M, A	
	オサテワレカラ	M, P	M, A, P, B		
	テッポウエビ属	M, B			
	アカシマモエビ			M	
	ヨツハモガニ			M	M
	シワオウギガニ				M
棘皮動物	ナガクモヒトデ	M	M		
脊椎動物	ハゼ科			M	

分布場所の表記は、Mが魚礁部材、Aが葉上動物、Pがプランクトン、Bがマクロベントスからそれぞれ確認されたことを表す。また下線付きのものは、その動物が採集した動物群の中で個体数もしくは湿重量において10%以上を占めていることを示している。

(2) メバル

メバル (n=26, 全長範囲 11.7 ± 5.7cm) は食性が

ら大きく当歳魚と1歳以上の個体群に分けられ、当歳魚は主にカイアシ類を捕食していた(図 2、表 2)。これに対し1歳以上の大型個体群は、3月には主に人工魚礁周辺でスウォームを形成したプランクトン類を捕食していたが、5、6月には主に魚礁部材に生息するヨコエビ類や十脚類を摂餌し、12月にはこれらに加え海藻上に生息するオサテワレカラを利用していた(表 4)。

以上のことから、メバルの大型個体は十脚類やクモヒトデ類など魚礁部材で増殖する小型動物や魚礁に蝟集するカイアシ類やアミ類などのプランクトン類を幅広く利用し、また魚礁に着生した海藻類が大型化する時季には、その海藻上に発生する葉上動物を積極的に利用するものと推察された。

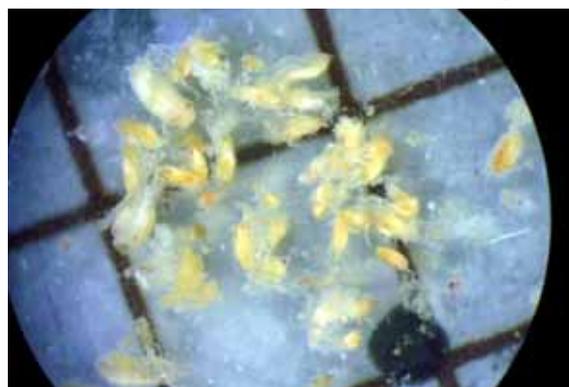


図 2 メバル当歳魚の消化管から取り出されたカイアシ類 (マスの大きさ: 5mm × 5mm)

表 2 漁獲されたメバルの消化管内容物と人工魚礁周辺で確認された小型動物との代表的な共通種

成長段階	主な出現種	分布場所				
		2005				2006
		Mar	Apr	May	Dec	Jun
当歳	節足動物	<i>Centropages abdominalis</i> (カイアシ類)	P			
	袋形動物	線虫綱				P
1歳以上	節足動物	<i>Acartia steueri</i> (カイアシ類)	P			
		コマセアミ	P			
		アゴナゴヨコエビ属			M, B	
		トゲホヨコエビ属			M, B	
		オサテワレカラ				M, A
		アシナガモエビモドキ			M	M
		トウヨウコシオリエビ				M
		ヨツハモガニ				M
棘皮動物	クサイロチビクモヒトデ				M	

分布場所の表記は、Mが魚礁部材、Aが葉上動物、Pがプランクトン、Bがマクロベントスからそれぞれ確認されたことを表す。また下線付きのものは、その動物が採集した動物群の中で個体数もしくは湿重量において10%以上を占めていることを示している。

(3) クジメ

クジメは (n=13, 全長範囲 17.7 ± 6.0cm) 食性から大きく当歳魚と 1 歳以上の個体群に分けられ、当歳魚については魚礁部材や葉上で生息する硬骨魚類や端脚類を捕食していた (表 3)。一方、1 歳以上の個体についても、魚礁部材や葉上で生息する端脚類の他、十脚類、サンカクフジツボなどの固着動物が消化管内容物のほとんどを占め、クジメは成長段階でやや食性が異なるものの、魚礁周辺で多く見られる動物を効率的に捕食していることが窺えた。

表 3 漁獲されたクジメの消化管内容物と人工魚礁周辺で確認された小型動物との代表的な共通種

成長段階	主な出現種	分布場所				
		2005				2006
		Mar	Apr	May	Jul	Jun
当歳	節足動物 <i>Centropages abdominalis</i> (カイアシ類)		P			
	アゴナガヨコエビ属		M, A			
	カマキリヨコエビ属		A			
脊椎動物	硬骨魚綱		M, A			
1歳以上	環形動物 <i>Nicolaes</i> sp. (フサゴカイ科)			M, P		M, B
	節足動物 アゴナガヨコエビ属			M, B		M, B
	トゲホホヨコエビ属			M, B		M, A, B
	カマキリヨコエビ属	M, B		B		A, B
	コンボソコエビ属			M, A, B		M, A, B
	トゲワレカラ	M, A, B			M, B	
	オサテワレカラ	M, P		M, B	M, A, P, B	M, A, B

分布場所の表記は、Mが魚礁部材、Aが葉上動物、Pがプランクトン、Bがマクロベントスからそれぞれ確認されたことを表す。また下線付きのものは、その動物が採集した動物群の中で個体数もしくは湿重量において10%以上を占めていることを示している。

(4) マコガレイ

1 歳以上のマコガレイ (n=14, 全長範囲 24.1 ± 5.3cm) は 3~5 月にかけてウミケムシ科の一種やノリコイソメ科など魚礁周囲の海底でよく見られるマクロベントスを多く捕食する傾向が見られた (表 4)。一方、消化管からはニシキウズガイ科の巻貝類やイソソコエビ科のヨコエビ類など、マクロベントスの分析結果からは得られなかった小型動物などが確認されており、魚礁や周辺の海底に分布する小型動物を広範囲に捕食していると考えられた。また本調査では、消化管からプランクトンとみられる内容物は出現しなかったが、2005 年 3 月の調査で潜水目視観察によりプランクトンのスウォームを頻

繁についばむ様子がみられており、さらに 6 月には魚礁から 10m 以上離れた海底の礫上に着生したホンダワラ類の潮下側でカイアシ類のスウォームの方に頭部を向けて定座している個体やアミ類を捕食している個体が確認されていることから、これらのプランクトンが餌料として有効に利用されているものと考えられる。

表 4 漁獲されたマコガレイ (1 歳以上) の消化管内容物と人工魚礁周辺で確認された小型動物との代表的な共通種

主な出現種	分布場所				
	2005			2006	
	Mar	May	Jul	Jun	Sep
軟体動物	ニシキウズガイ科		M		
環形動物	<i>Eurythoe</i> sp. (ウミケムシ科)	B	B		
	<i>Glycera</i> sp. (チロリ科)				M
	<i>Schistomerings</i> sp. (ノリコイソメ科)		B		B
	ミズヒキゴカイ科			M, B	
節足動物	アゴナガヨコエビ属		M, B		
	イソソコエビ属			M	
	オウギガニ科				M, B
原索動物	シロウスボヤ				M, A

分布場所の表記は、Mが魚礁部材、Aが葉上動物、Pがプランクトン、Bがマクロベントスからそれぞれ確認されたことを表す。また下線付きのものは、その動物が採集した動物群の中で個体数もしくは湿重量において10%以上を占めていることを示している。

4. まとめ

本調査の結果、魚礁に蛸集した魚類のほとんどが、人工魚礁で増殖する固着・潜入動物、葉上動物、プランクトン、ベントスなどを利用していることが確認された。これら餌料動物の出現頻度は、魚礁部材上の固着・潜入動物や周辺の海底で確認されたマクロベントスで高く、葉上動物がこれに続いた (図 3)。とくに葉上動物については、環境中から多数確認される時季に頻度高く消化管から出現しており、海藻類の着生が餌料動物の増大に大きく影響を与えることが示唆された。

その中でもカサゴは周年的に魚礁部材で増殖する十脚類やクモヒトデ類などの小型動物を捕食し、葉上動物が増加する時季にはこれらも積極的に利用する傾向がみられた。メバル、マコガレイについては着底期にあたる小型当歳魚が3月から4月に確

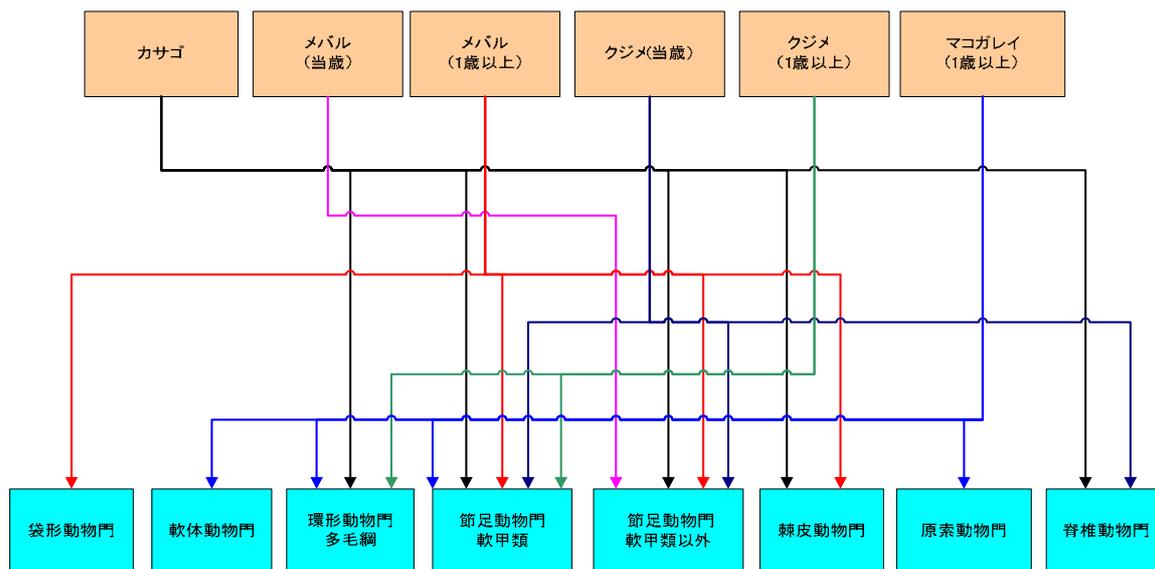


図3 人工魚礁周辺で漁獲された主な魚類の食物連鎖図

認められ、とくにメバル当歳魚ではカイアシ類を多く摂餌していた。また、1歳以上の大型のメバルは、魚礁周辺でスウォームを形成するプランクトンや魚礁部材で増殖するヨコエビ類、十脚類、葉上動物など季節的に多く発生する動物を幅広く利用している様子が窺えた。一方、マコガレイの1歳以上の個体については魚礁周囲に多く見られるマクロベントスに加え、魚礁や周辺の海底で発生、増殖した小型動物を積極的に利用し、さらに潜水目視観察によってプランクトンなども利用している可能性が示唆された。

これらの結果から、人工魚礁が高い餌料培養効果を持っており、これは魚類にとってさらに蛸集しやすい環境を形成しているものと考えられる。

5. 謝辞

本調査を実施するにあたり、ご指導頂きました「魚礁・増殖場における原単位把握調査検討会」検討委員会の委員の皆様方に心より御礼申し上げます。また、調査実施に御協力頂きました岡山県水産試験場、日生町漁協、石川県漁協能都支所の各職員、組合員の皆様に感謝の意を表します。

なお、本調査は水産庁が2004～2006年度に実施

した「漁場施設の増殖機能の定量化検討調査」の一環として実施したものである。

6. 参考文献

- 1) 柿元 皓：人工魚礁で漁獲した魚類の胃内容物について．水産増殖 16(1)，27-32，1968．
- 2) 柿元 皓：人工魚礁．財団法人漁港漁場漁村技術研究所．2004．
- 3) 柿元 皓・大久保久直：新潟県沿岸域における人工魚礁の研究と事業．新潟県水試，1985．
- 4) 新潟県水産試験場：海中構築物周辺の魚類の資源生態に関する研究報告書(昭和56年度～59年度総合報告書)．1986．
- 5) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所：漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書，2007．
- 6) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針(水産庁監修)平成12年度版．2000．
- 7) 財団法人海洋生物環境研究所：沿岸至近域における海生生物の生態知見 魚類・イカタコ類編．1991．

漁場施設の魚類増殖効果に関する研究 マコガレイ幼魚の分布と行動について

伊藤 靖・中野 喜央((財)漁港漁場漁村技術研究所)・深瀬 一之((株)水土舎)・
藤澤 真也(海洋建設(株))・井上 清和(水産庁漁港漁場整備部)

1. はじめに

我国周辺には水産動物の増殖を目的とした人工魚礁が多数沈設されている。これらの人工魚礁には本来の蝸集機能のほか、水産動物にとって餌場、隠れ場・休息場、さらには産卵場といった増殖機能を併せ持つようになっており、それらの効果を定量的に評価する手法を確立することが、漁場造成事業においては重要な課題の一つとされている。

人工魚礁周辺における魚群の分布については、成魚を対象として底刺網の羅網率や魚探の魚群反応分布から検討され(柿元 1967、横山 1967 など)、人工魚礁における魚類の食性については、底刺網で漁獲された魚類の胃内容物の報告(柿元 1968)がある。しかし、マコガレイ幼魚の魚礁性や分布、魚礁における食性については明確にされていない。本報告は、人工魚礁の増殖効果を明らかにするために、マコガレイ幼魚を対象に潜水調査によって魚礁群周辺における分布密度や食性、餌料となるマクロベントスとの関係などについての定量的な調査を実施し、人工魚礁がマコガレイ幼魚に与える影響について検討したものである。

2. 調査内容

1) 調査海域

調査海域は、岡山県備前市日生町千軒湾に 2000 年 3 月に沈設された人工魚礁の周辺の泥底(D.L. -4.2 ~ -4.6m)とした。人工魚礁は礁高 2.2m、幅 3.4m × 3.4m で、増殖基質として貝殻を付加した構造であり、50m × 40m の範囲に約 3 ~ 7m の間隔で計 30 基が沈設されている。

2) 調査方法

マコガレイ幼魚の蝸集状況調査: 2006 年 2 月 23 日、3 月 9 日に本海域におけるマコガレイ幼魚の出現時期を確認するため、潜水による目視観察を実施した。また、2005 年 4 月 13 日、2006 年 3 月 9 日、4 月 5、17、27 日には、人工魚礁直近を基点(0m)としてダイバーが東側の平坦な海底に 20m のガイドライン 3 ~ 5 本を設置し、基点から 2 ~ 5m ごとに 50 cm × 50 cm のコドラートを用いて、その内側で確認されたマコガレイ幼魚の分布状況を調査した。この調査範囲を魚礁区とし、魚礁区から南側へ 20m 離れた地点から更に南へ 50m までを対照の基点(0m)とした対照区を設け、同様の方法でマコガレイ幼魚の分布状況を調査した(図 1)。なお、魚礁区と対照区の環境は、両区の数点で事前に実施した水深測定と粒度組成試験の結果から大きな差異はなかった。

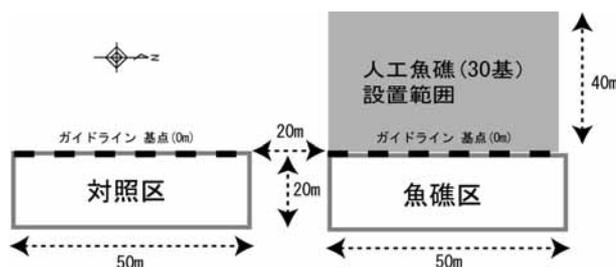


図 1 魚礁区と対照区の概略配置

食性調査: 2005 年 4 月の調査において、任意のマコガレイ幼魚をたも網により漁獲し、その消化管内容物について分析を行った。また、同日の調査において、両区の海底に分布しているマクロベントスを人工魚礁から 0m、10m、20m 離れた地点で採泥器を用いて採集を行い(調査結果は既報で報告済)マコガレイ幼魚の消化管内容物との比較を行った。

3. 調査結果および考察

1) マコガレイ幼魚の出現期間と成長

本海域におけるマコガレイ幼魚は、2006 年 2 月の調査では確認されなかったが、同年 3 月の調査では人工魚礁周辺の海底で平均全長 1.5 cm の個体が 0.1~0.3 個体/m² 確認され(図 2)、本海域におけるマコガレイ幼魚はこの頃に出現し始めることが分かった。

2006 年 4 月の各調査時の魚礁区全体で計数したマコガレイ幼魚の平均個体数を比較すると、5 日調査と 17 日調査は約 0.6 個体/m² であり 27 日調査の 0.1 個体/m² よりも有意に多かった(ANOVA; $F_{2,305}=5.065$, $P<0.01$)。一方、対照区については、5 日調査が 0.5 個体/m² で 17 日調査、および 27 日調査の 0.1~0.2 個体/m² よりも有意に多かった(ANOVA; $F_{2,228}=4.278$, $P<0.05$)。

以上のことから、本海域のマコガレイ幼魚は 3 月

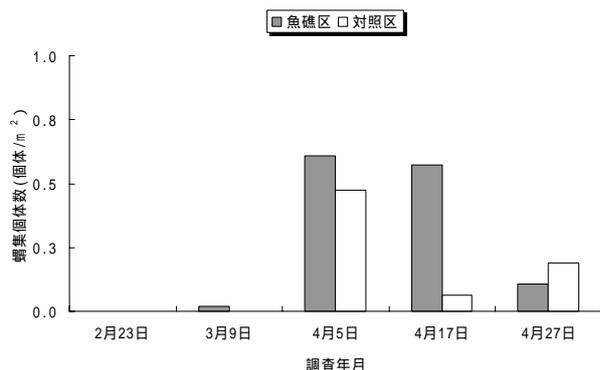


図 2 各調査における魚礁区と対照区で確認されたマコガレイ幼魚の平均個体数の推移(2006 年)

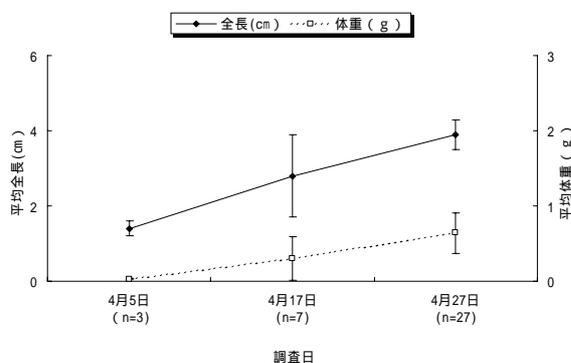


図 3 漁獲したマコガレイ幼魚の大きさの推移(2006 年 4 月)

月上旬に出現し、4 月上旬から中旬にピークを迎えて 4 月下旬には少なくなり、マコガレイ幼魚が確認される期間は魚礁区の方が対照区よりも長いことが分かった。このことから、魚礁の設置はマコガレイ幼魚にとって餌料環境のより好適な生息空間を拡大させる効果があると考えられる。

また、2006 年 4 月の調査で確認されたマコガレイ幼魚の全長と体重は、時間の経過とともに大きくなっていったことから(図 3)、少なくとも本調査海域周辺がマコガレイ幼魚の育成の場となっているものと考えられる。



図 4 漁獲したマコガレイ幼魚
(マスの大きさ : 5mm × 5mm)

2) マコガレイ幼魚の水平分布

2005 年 4 月 13 日の調査における魚礁区のマコガレイ幼魚の分布は魚礁直近(0m)から 4m までの区間で 5.3~11.2 個体/m² でとくに多く、それ以遠では 1.3~2.4 個体/m² と少なくなる傾向がみられた(図 5)。一方、対照区では、基点から 6m 離れた地点が 4.0 個体/m² で最も多く、その他の場所では 0~1.6 個体で魚礁区の分布状態のような大きな偏りは見られなかった。

魚礁区の基点(0m)から 4m 離れた地点までに確認された密度とそれ以遠で確認された密度をそれぞれ集計した結果、魚礁直近(0m)から 4m までの範囲に有意にマコガレイ幼魚が多く分布していることが明らかになった(Mann-Whitney の U 検定、 $P<0.01$)。また、対照区についてはそのような傾向は見られなかった。

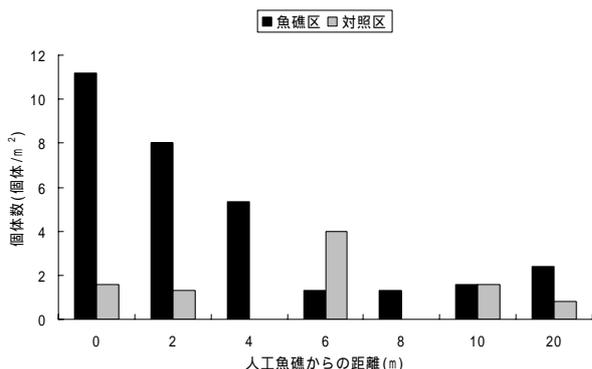


図 5 魚礁区と対照区におけるマコガレイ幼魚の水平分布 (2005 年 4 月 13 日)

3) 魚礁周辺のマコガレイ幼魚の食性

2005 年 4 月に魚礁周辺で漁獲した全長 2.0 ± 0.2 cm、体長 1.6 ± 0.2 cm、体重 0.08 ± 0.03 g のマコガレイ幼魚 10 個体について消化管内容物の個体数を集計した結果、甲殻綱ヨコエビ亜目の動物が約 45.5% を占めていた。調査海域におけるマクロベントス分布との関係を見ると、マコガレイ幼魚の消化管内で確認された動物群の分布は魚礁区の基点 (0 m) 付近で $1,380$ 個体/m² と他の場所よりも 27.6 ~ 138.0 倍多く、その他、斧足綱や多毛綱定在目ミズヒキゴカイ科などの動物にもそれぞれ 6.6 ~ 30.7 倍、9.0 ~ 36.0 倍の差がみられた (表 1)。また、マ

コガレイ幼魚の摂餌量と餌生物の生息密度との間には正の相関があることが知られており (海生研 1991)、マコガレイ幼魚の分布が人工魚礁の直近から 4m 離れた地点までに多かったのは、餌料となる動物が多く分布していたことが大きな要因の一つとして考えられた。

4. まとめ

本海域のマコガレイ幼魚は 3 月上旬に出現し、4 月上旬から中旬にピークを迎えて 4 月下旬には少なくなった。また、マコガレイ幼魚が多くみられた期間は魚礁区の方が対照区よりも長く、時間の経過とともに成長がみられた。このことから、魚礁の設置によりマコガレイ幼魚にとって餌料環境のより好適な生息空間が拡大されるとともに、人工魚礁やその周辺で生息する小型動物が効率的に摂餌されているものと考えられた。

本海域におけるマコガレイ幼魚の水平分布は、2005 年 4 月の調査では人工魚礁から 4m までの範囲に $5.3 \sim 11.2$ 個体/m² とその周辺の海底よりも分布密度の高いことが確認された。これは、消化管内容物として最も多く確認された端脚類のほか、斧足綱やミズヒキゴカイ科などの生物量が人工魚礁周辺

表 1 マコガレイ幼魚の消化管内容物の個体数組成 (%) と魚礁区と対照区におけるマクロベントスの分布

項目	マコガレイの消化管内容物の個体数組成 (%)	マクロベントスの個体数 (個体/m ²)					
		魚礁区			対照区		
		0m	10m	20m	0m	10m	20m
甲殻綱ヨコエビ亜目	45.5	1,380	10	10	50	10	0
多毛綱定在目ミズヒキ科	13.6	20	100	90	100	80	60
甲殻綱端脚目トコガレイ属	9.1	0	0	0	0	0	0
多毛綱遊泳目シラス科	6.8	0	0	0	0	0	0
斧足綱	4.5	920	30	40	90	140	140
甲殻綱端脚目アマガレイ属	4.5	10	0	0	0	0	0
多毛綱定在目ミズヒキ科	2.3	360	10	40	10	40	0
甲殻綱アミ目アミ科	2.3	0	0	0	0	0	0
甲殻綱端脚目サバツコ属	2.3	0	10	10	0	10	0
腹足綱	2.3	60	20	40	160	50	60
その他	6.8	-	-	-	-	-	-
合計	100.0	2,750	180	230	410	330	260

マクロベントス個体数欄の 0m、10m、20m はそれぞれ両区の基点 (0m) からの距離を表す。

の海底でとくに多かったことから、人工魚礁周辺の海底に生息する小型動物の種類や量が周辺の海底と比べて変化することにより、マコガレイ幼魚の効率的な餌場として機能していることが窺えた。また、石川県鳳珠郡能登町小浦地先(D.L. -9m)においても、全長 8~25 cm 程度のマコガレイが魚礁内部の海底やその周辺で分布が多い傾向がみられた(図 7)。これらのマコガレイは、先に報告したように魚礁周辺に分布しているアマ類やアメフラシ類をついばむ行動(図 8)が実際に目視観察されたことから、魚礁やその周辺に分布している小型動物が様々な成長段階のマコガレイに利用されていると判断された。

本調査は、主に瀬戸内海の静穏な海域において実施したものである。魚礁が魚介類に与える影響は外海などの流況が大きな場所や魚礁の規模、魚介類の生態的特性などによって大きく変化することから、対象とした魚介類に応じた調査をそれぞれの海域で実施し評価していくことが望ましいと考えられる。

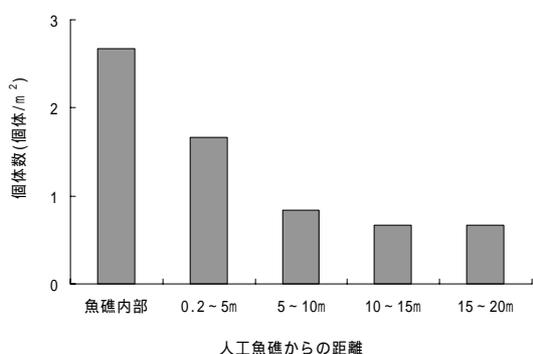


図 7 人工魚礁における全長 8~25 cm のマコガレイの水平分布 (石川県鳳珠郡能登町、2006 年 6 月)

5. 謝辞

本調査を実施するにあたり、ご指導頂きました「魚礁・増殖場における原単位把握調査検討会」の委員の皆様方に心より御礼申し上げます。また、調

査実施に御協力頂きました岡山県水産試験場、日生町漁協、石川県漁協能都支所の各職員、組合員の皆様に感謝の意を表します。



図 8 アメフラシ類をついばむマコガレイ(全長 25 cm)

なお、本調査は水産庁が 2004~2006 年度に実施した「漁場施設の増殖機能の定量化検討調査」の一環として実施したものである。

6. 参考文献

- 1) 柿元 皓：人工魚礁の効果範囲について．水産増殖 14(4)，181-189，1967．
- 2) 柿元 皓：人工魚礁で漁獲した魚類の胃内容物について．水産増殖 16(1)，27-32，1968．
- 3) 柿元 皓：人工魚礁．財団法人漁港漁場漁村技術研究所．2004．
- 4) 水産庁漁港漁業整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所：漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書，2007．
- 5) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針(水産庁監修)平成 12 年度版．2000．
- 6) 横山善勝：北後別海区における大型魚礁の効果調査，魚礁を起点とした魚類の分布について．北水試月報 24(11)，31-42，1967．
- 7) 財団法人海洋生物環境研究所：沿岸至近域における海生生物の生態知見 魚類・イカタコ類編，1991．