

漁場の費用対効果分析基礎調査 増殖機能の定量化検討調査

財団法人 漁港漁場漁村技術研究所
漁場と海業研究室 伊藤 靖・中野喜央

調査実施年度

平成 16 年度～平成 18 年度

緒 言

魚礁は魚介類の増殖機能の他に餌場、産卵場、隠れ場・休憩場として利用され、その生残と成長に資する増殖機能があることが知られている。しかし、これらの増殖機能については殆どが定性的な把握に止まっており、定量的な評価がなされた例は殆どない。

よって、現行の効果評価は魚礁増殖による増産期待量によって行われているが、魚礁効果を適正に評価するためには増殖機能の評価も不可欠であり、そのためには増殖機能の定量化が必要となる。

本調査では様々な調査手法を駆使して、魚礁の増殖機能についての具体的データの収集に努めた。また、調査で得た知見をもとに増殖機能を便益として計測する方法についても検討した。

調査方法

1. 調査海域

海産生物の生息が海域条件に影響されることを考慮し、内海域（岡山県備前市日生町海域）と外海域（石川県鳳珠郡能登町海域）で調査を行った。

2. 対象魚礁

調査対象とした魚礁の概要は表 1 に示すとおりである。

内海域では貝殻を充填した増殖構造物を取り付けた魚礁 2 箇所と増殖構造物のない魚礁 1 箇所で行った。また、外海域では増殖構造物を取り付けた魚礁、増殖構造物のない魚礁、魚礁を設置していない場所の 3 箇所で行った。各調査箇所における魚礁の設置個数は 6～8 基である。

表 1 調査対象魚礁の概要

調査海域	岡山県備前市日生町鹿久居島千軒湾(内海域)			石川県鳳珠郡能登町小浦地先(外海域)		
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
地点	St. 1	St. 2	St. 3	St. 1	St. 2	St. 3
魚礁名 (略称)	貝殻魚礁 (St. 1魚礁)	貝殻魚礁 (St. 2魚礁)	1.5m角型コンクリート魚礁 (St. 3魚礁)	貝殻付加コンクリート魚礁 (St. 1魚礁)	コンクリート魚礁 (St. 2魚礁)	対照区 -
空容積(空m ³)	20.3	20.3	3.4	37.4	34.3	-
沈設年月	2000年3月	2003年3月	1993年1月	2002年11月	2002年11月	-
D. L. (m)	-4.1	-5.5	-6.5	-9.3	-9.3	-10.3
底質	礫混じりの砂泥	泥	泥	砂礫	砂礫	砂礫

3. 調査方法

(1) 環境調査

調査時の環境条件として天候、水温、透明度、底層流速、光量子を目視及び測器により測定した。また、魚礁設置による底質変化、周辺のマクロベントスと粒径、有機物量との関係を把握した。また、魚礁設置による底質変化及びマクロベントスと底質の関係を把握するため、ドレッジにより魚礁周辺の海底土を採取し、粒度組成、強熱減量について分析した。

(2) 海藻類繁茂状況調査

潜水により魚礁1基に着生する海藻を刈り取り、種類、葉長、湿重量、乾重量について調査した。原則として魚礁に着生する海藻の全てを刈り取ることにしたが、着生量が多い場合は適宜、採取範囲を変更した。

また、海藻類の着生空容積（見かけ上の群落容積）と現存量の関係について見るため、海藻類の種ごとの平均藻長、着生被度を潜水により目視観察した。

(3) 魚介類蛸集状況調査

潜水により魚礁に蛸集する魚介類の種類、大きさ、個体数を目視観察した。また、幅広い成長段階の多くの魚種を採集するため、刺網、かぶせ網、囲い網、たも網などの多様な漁具を用いて蛸集魚を採集し、種類、全長、体重について調査した。

(4) 固着・潜入動物調査

魚礁に取り付けた直径15 cm、長さ30 cmのカキ殻テストピース及び同サイズのコンクリートテストピースを潜水して回収し、固着・潜入する動物の種類、個体数、湿重量について調査した。なお、回収時にはテストピースを木綿袋に入れ、固着・潜入する動物が脱落・逸散しないよう努めた。

(5) 葉上動物調査

潜水により魚礁に着生する海藻を一定量採取し、藻体に付着する動物を採集した。この際、葉上動物が逸散しないよう海藻を木綿袋で包み込み海藻の基部を刈り取った。採集した葉上動物は、種類、個体数、湿重量について調査した。

(6) プランクトン調査

魚礁周辺で潜水により口径45 cmのプランクトンネットを3m曳網してプランクトンを採集し、沈殿量、動物プランクトン優占種、優占種の個体数について調査した。

(7) マクロベントス調査

魚礁区と対照区において、潜水土が採泥器を用いて0.1~0.3 m³の海底土を採取した。採取した海底土は1 mm目のふるいにかけて、ふるい上に残った生物について、種類、個体数、湿重量を調査した。

(8) 食性調査

魚介類蛸集状況調査で採取した魚類の消化管を摘出し、消化管内容物の種類、湿重量について調査した。

(9) 生殖腺調査

魚介類蛸集状況調査で採取した魚類で成熟した卵巣が確認された場合、卵巣重量、卵数を計測した。

調査結果

1. 内海域

1.1 環境条件

閉鎖性の水域であり水温は8~27°Cと年較差が大きい。塩分は30~31で大きな変動はない。透明度は2~5mの範囲であり海藻類の生育環境としてはやや厳しい。底質はシルト質が卓越するが、魚礁に近い場所では粒径の小さい底質の割合が小さくなる傾向がみられた(図1)。また、

底質中の有機物量は魚礁直近では5m以遠よりも多かった（表2）。同一水域においては粒径の細かい場所ほど有機物量が多くなるのが一般的であるが、底質の粗い魚礁直近域で有機物量が多いのは魚礁付着生物の脱落等が影響していると考えられる。

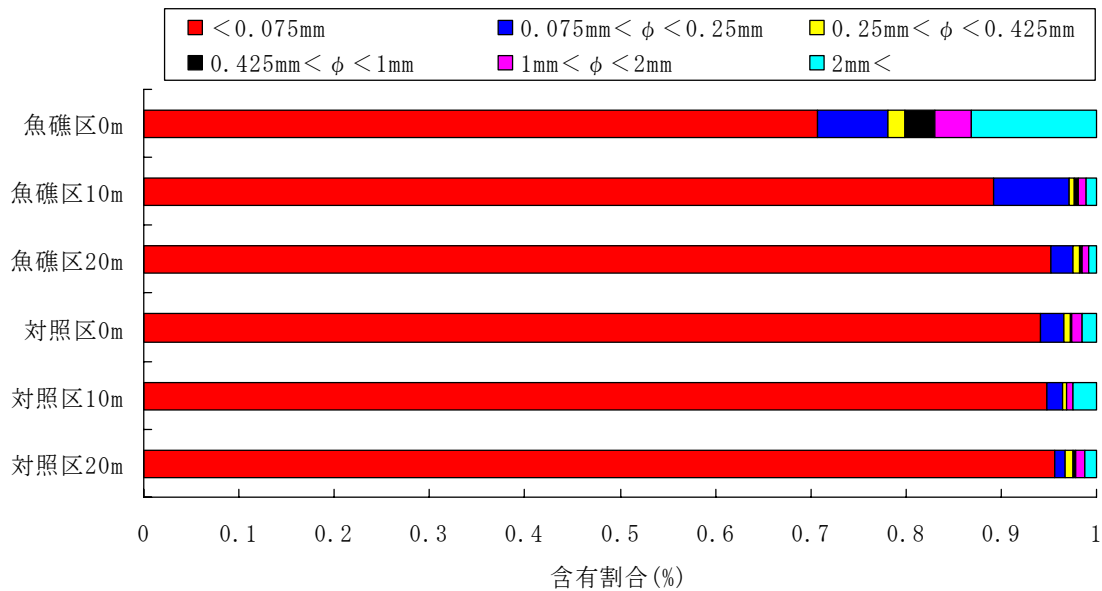


図1 魚礁からの距離別の底質粒度組成

表2 魚礁からの距離別の底質強熱減量

調査日	調査地点	魚礁からの距離(m)		
		0	5	10
2006年2月	St.1	10.23	10.09	10.15
	St.2	10.31	9.96	9.97
	St.3	10.22	10.02	10.02
2006年9月	St.1	11.53	10.77	9.59
	St.2	12.39	10.05	9.46
	St.3	10.65	9.86	9.87
平均	St.1	10.88	10.43	9.87
	St.2	11.35	10.01	9.72
	St.3	10.44	9.94	9.95

1.2 海藻類着生状況

(1) 主な着生海藻

魚礁上で生育する主な海藻はホンダワラ類で9月から翌年4月にかけては全体量の9割以上を占めた。当該海域のホンダワラ類は一年生種のアカモクが主体であり、夏季はアカモクが枯死流出するため、ホンダワラ類の現存量は極めて小さかった。

乾重量/湿重量比はホンダワラ類で0.12~0.19, その他の海藻類は0.11~0.22であった。

(2) 目視観察から推定した魚礁着生海藻量

2005年3月のSt.1におけるホンダワラ類の着生空容積の目視観察結果から魚礁1基あたりの着生量を推定した結果、平均949g dw/基であった。

また、同時期の剥ぎ取り調査から求めたホンダワラ類の着生量は 1,244 g dw/基であり、目視観察により現存量の概略を推定することが可能なことが示された。

(3) 現存量の季節変化

魚礁に着生するホンダワラ類の現存量の季節変化を図2に示した。

ホンダワラ類の生育に必要な光条件を満たしているのは St. 1 のみで、他の測点は光量不足のため着生量は極めて少ない。

St. 1 のホンダワラ類の現存量は、冬季から春季にかけて最大となり、その後枯死流出により急激に減少する。また、繁茂期における現存量を 2005 年と 2006 年で比べると大きな隔りがあり生育が不安定である。このことは、St. 1 の光条件も実は生育下限に近いところにあり、年々の日照条件や海域条件の影響を受けやすいものと思われる。

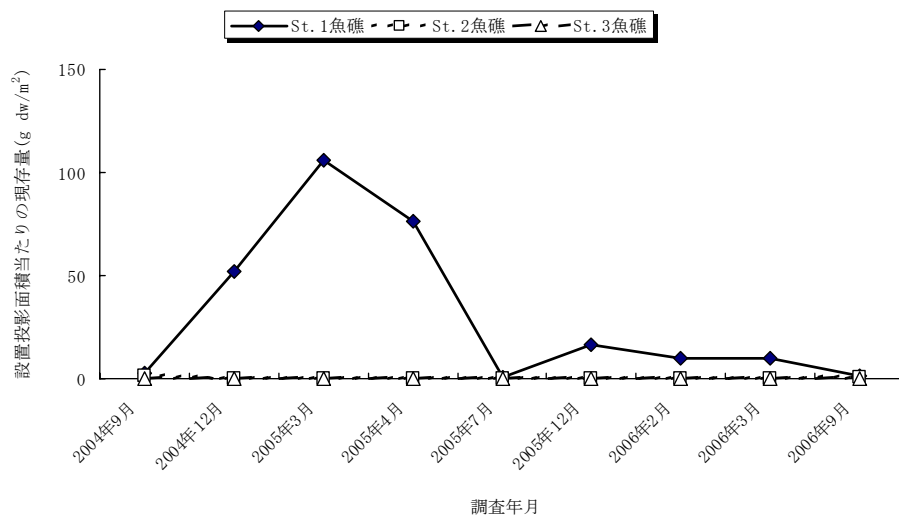


図2 魚礁に着生したホンダワラ類現存量の推移

1.3 魚介類蛸集状況

(1) 目視観察

潜水目視観察調査の結果、確認された種類数は夏季に多く、冬季に少なくなる傾向が見られた (図3)。確認された主な魚種は、カサゴ、メバル、クロダイ、マコガレイなどであり、蛸集量の最大値は 2005 年 3 月の 772.9 g/空m³であった (図4)。

図3 蛸集魚種数の推移

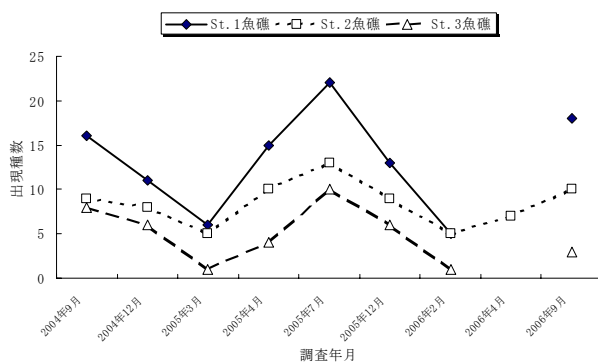
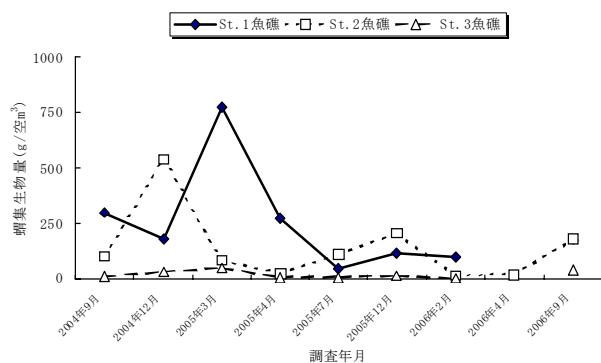


図4 魚類蛸集量の推移



また、2005 年 4 月の蛸集量調査中にマコガレイの稚魚が魚礁周辺に数多く分布する様子が見

られたため、マコガレイの生息密度について2005年、2006年の4月に精査した。

St.1 魚礁において魚礁からの距離別にマコガレイ稚魚の生息密度を目視観察した結果を表3及び表4に示した。

2005年4月のマコガレイ稚魚の密度は魚礁から4mまでの範囲で5.3~11.2個体/m²と高く、4m以遠では1.3~2.4個体/m²と少なくなる傾向がみられた。また、2006年4月も2005年ほど明確ではないが、魚礁から5mまでの範囲で密度が高い傾向がみられた。魚礁から4~5m以遠の生息密度は対照区の密度と大差ないことから、調査魚礁におけるマコガレイ稚魚に対する効果範囲は4~5mと推察された。4月に観察されたマコガレイ稚魚の平均全長は4月5日の1.4cmから同月27日には3.9cmとなった。

表3 魚礁周辺のマコガレイ稚魚の生息密度 (St.1 2005年4月)

単位：個体/m²

ライン (魚礁からの距離)	0m	2m	4m	6m	8m	10m	20m
魚礁区	11.20	8.00	5.33	1.33	1.33	1.60	2.40
対照区	1.60	1	0	4.00	0	1.60	0.80

表4 魚礁周辺のマコガレイ稚魚の生息密度 (St.1 2006年5月)

単位：個体/m²

魚礁からの距離(m)	0	2.5	5	7.5	10	15	20	平均	標準偏差	
魚礁区	2006年4月5日	0.75	0.50	1.00	0.75	0.50	0	0.75	0.61	0.29
	2006年4月17日	0.67	0.67	1.00	0.67	0.67	0	0.33	0.57	0.29
	2006年4月27日	0.50	0	0.25	0	0	0	0	0.11	0.18
対照区	2006年4月5日	0.67	0	0.67	1.00	0.33	0.33	0.33	0.48	0.30
	2006年4月17日	0	0	0	0	0.44	0	0	0.06	0.16
	2006年4月27日	0.33	0.67	0	0	0.33	0	0	0.19	0.24

(2) 漁獲調査

① 刺網

刺網で漁獲された主な魚種はメバル、カサゴであり、マナマコ、イシガニがこれに次いだ。各回調査での採集個体数は7~26個体、採集重量は494~2,604gであった。刺網漁獲物の中には目視観察で確認されなかった魚種もあり、蛸集魚の把握には目視観察と漁獲調査を組み合わせることで精度を高めることができることが分かった。

② かぶせ網

かぶせ網は魚礁に着生する海藻群落に漁網をかぶせ、群落中に潜む蛸集魚を採集する方法である。表5に示すようにホンダワラ類の繁茂期に採集個体数が多かったのはメバル、アナハゼ類の幼稚魚であり、魚礁上に形成された藻場がこれらの魚種の育成場として機能していることが確認された。かぶせ網で採集したメバルの平均全長は2005年4月が3.0cm、2006年4月は3.2cmであった。

なお、調査を行ったSt.2は自然の状態ではホンダワラ類の着生量が少ないため、天然藻場で採取したアカモクを魚礁に移植して施設藻場とした。

表5 かぶせ網による漁獲調査結果 (St 2)

調査年月日	2005年4月14日				2006年4月5日		
アカモク密度	(濃)	(濃)	(中)	(薄)	(濃)	(中)	(薄)
アカモク現存量 (g dw)	3,908	5,453	1,886	713	1,358	942	226
種類数	6	9	4	3	4	4	3
蛸集個体数(個体)	109	608	172	58	183	118	14
個体数による優占種 (個体)	アサヒアナハゼ(99)	メバル(504)	メバル(123)	メバル(44)	アナハゼ亜科(179)	アナハゼ亜科(113)	アナハゼ亜科(12)
	クジメ(3)	アサヒアナハゼ(95)	アサヒアナハゼ(47)	アサヒアナハゼ(13)	マナマコ(2)	ギンボ(2)	ギンボ(1)
	アミメハギ(3)	コウイカ目(3)	ギンボ、アミメハギ(1)	ギンボ(1)	ギンボ(2)	メバル、マナマコ(1)	マナマコ(1)
調査年月日	2006年4月17日			2006年4月27日			
アカモク密度	(濃)	(中)	(薄)	(濃)	(中)	(薄)	
アカモク現存量 (g dw)	1,246	1,013	607	5,433	2,300	1,140	
種類数	3	3	3	8	5	4	
蛸集個体数(個体)	72	53	16	75	125	30	
個体数による優占種 (個体)	アナハゼ亜科(58)	アナハゼ亜科(49)	アナハゼ亜科(14)	アナハゼ亜科(53)	メバル(95)	アナハゼ亜科(25)	
	ギンボ(13)	ギンボ(2)	ギンボ(1)	ギンボ(10)	アナハゼ亜科(23)	メバル(2)	
	メバル(1)	アミメハギ(2)	クジメ(1)	クジメ(4)	ギンボ(5)	ギンボ(2)	

1.4 餌料動物

(1) 魚礁付着動物

魚礁部材に付着する主な動物はフジツボ類、イソギンチャク類、海綿動物、ヒドロ虫類、コケムシ類であり、フジツボ類が最も多かった。これらの動物の合計着生被度はほぼ 100%であり、魚礁は付着動物で全面覆われていた。

(2) 増殖構造物の固着・潜入動物

増殖構造物として魚礁に取り付けた貝殻テストピースの固着・潜入動物の出現状況を表6に示した。貝殻テストピース内の選好性餌料動物量は高水温期に多い傾向がみられ、2005年と2006年では経過年数の長い2006年のほうが多かった。

貝殻と平面形状のテストピースの選好性餌料動物量を同体積のユニットあたりで比較すると貝殻テストピースは平面形状テストピースの約10倍であり、貝殻の間隙が餌料動物の生息空間として機能していることがうかがわれる。また、貝殻テストピース1m³あたりの選好性餌料動物量は最大値を示した2006年9月で7,601gであった。

表6 増殖構造物における固着・潜入動物量

調査年月		2005年3月	2005年7月	2005年12月	2006年2月	2006年9月	
貝殻 テストピース (1m ³ 当たり)	動物全体	湿重量(g)	81,866.47	121,312.38	80,680.00	74,617.50	179,915.35
		個体数	496,846	2,884,501	295,203	213,150	633,790
	選好性 餌料動物	湿重量(g)	3,153.86	6,896.24	5,917.26	3,304.76	7,601.71
		個体数	53,570	2,450,467	45,837	40,366	121,288
平面形状 テストピース (1m ² 当たり)	動物全体	湿重量(g)	380.16	959.80	418.41	719.35	2,466.97
		個体数	3,882	56,939	3,475	4,001	10,616
	選好性 餌料動物	湿重量(g)	6.17	39.89	10.36	9.39	22.97
		個体数	555	47,031	1,358	1,471	2,869

(3) 葉上動物

葉上動物の現存量は海藻の現存量と密接に関係しており、季節別では海藻の繁茂期の春季に多く、地点別では海藻現存量の多いSt.1で多かった。葉上動物の殆どはヨコエビ類、ワレカラ類等の選好性餌料動物であった(表7)。

表7 魚礁1基あたりの葉上動物現存量

調査項目			調査年月			
			2004年12月	2005年3月	2005年4月	2005年7月
ホンダワラ類 1kg当たり	動物全体	湿重量(g)	5.79	80.58	52.36	312.00
		個体数	3,035	17,973	19,210	164,400
	選好性餌料動物	湿重量(g)	1.85	78.61	29.48	224.00
		個体数	2,641	17,940	17,680	163,600
ホンダワラ類の現存量(kg)		St.1魚礁	0.6	1.2	0.9	0.0
		St.2魚礁	0.0	0.0	0.0	0.0
		St.3魚礁	0.0	0.0	0.0	0.0
St.1魚礁	動物全体	湿重量(g)	3.50	98.64	46.38	1.33
		個体数	1,833	22,001	17,018	700
	選好性餌料動物	湿重量(g)	1.12	96.23	26.12	0.95
		個体数	1,596	21,960	15,662	697
St.2魚礁	動物全体	湿重量(g)	0.00	0.03	0.05	0.30
		個体数	1.79	6.47	16.52	156.18
	選好性餌料動物	湿重量(g)	0.00	0.03	0.03	0.21
		個体数	1.56	6.46	15.20	155.42
St.3魚礁	動物全体	湿重量(g)	0	0	0	0
		個体数	0	0	0	0
	選好性餌料動物	湿重量(g)	0	0	0	0
		個体数	0	0	0	0

※ 表中の「0.0」は0.1未満を表す。

(4) プランクトン

魚礁の際と魚礁から5m離れた場所では動物プランクトンの種類、現存量に明確な差はなく、いずれの場所も沿岸域に普通に見られるカイアシ類のアカルチア科やパラカラヌス科が優占種として出現した。

なお、全ての調査時を通じてプランクトンのスウォームは確認されなかった。

(5) マクロベントス

魚礁からの距離別のマクロベントスの種数、個体数、湿重量を図5に示した。

魚礁区では種数、個体数、湿重量とも魚礁直近で多い傾向が見られたが、対照区ではほぼ均一な分布を示した。

また、採集したマクロベントスを生息環境別（A群：主に底質中に生息するもの、B群：主に何かに固着・潜入り底質中には少ないもの、C群：A群とB群の両方の環境下に生息するもの）に分類し、魚礁からの距離別に種数、個体数、湿重量を図6に示した。

対照区との比較でみると魚礁の設置により、A群、B群、C群のいずれも現存量が増加しており、なかでもB群やC群の生物量が特に大きくなるのが分かった。

次に魚礁区のマクロベントスと魚礁における固着・潜入動物、葉上動物の共通種数を表8に示した。固着・潜入動物、葉上動物とも魚礁に近い場所でマクロベントスとの共通種が多くみられる傾向にあった。

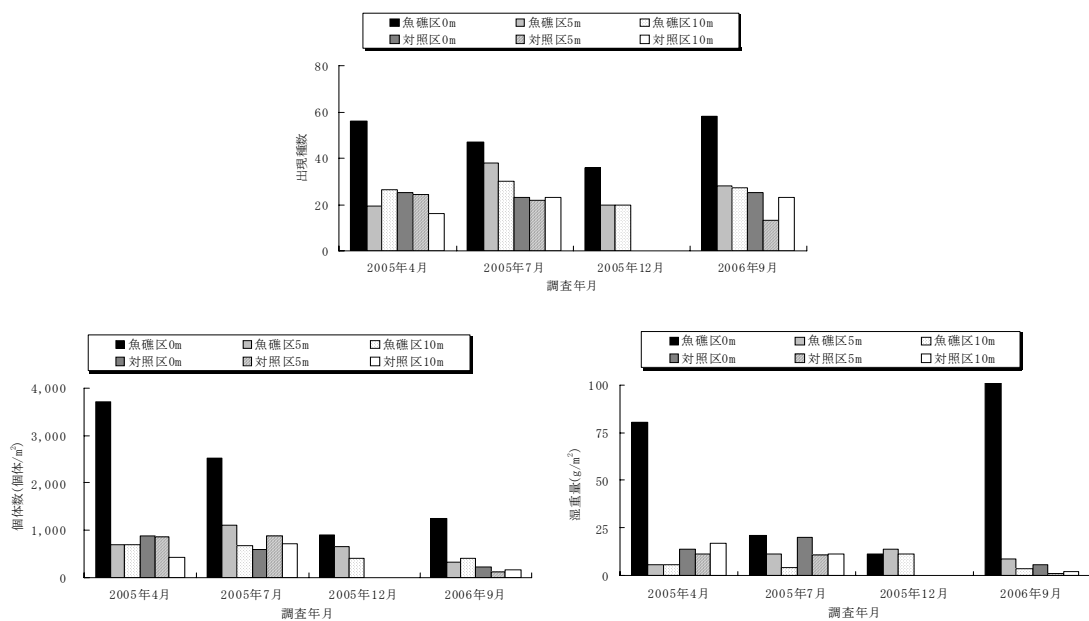


図5 魚礁からの距離別によるマクロベントスの出現状況
(上：種数、左下：個体数、右下：湿重量)

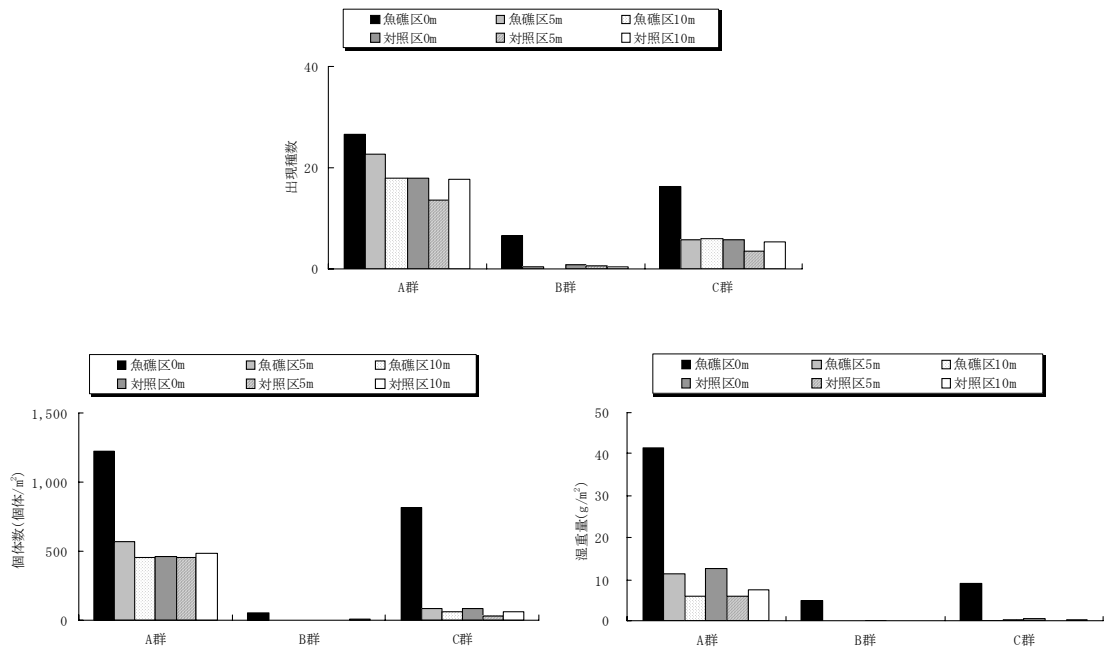


図6 魚礁からの距離別によるマクロベントス（生息環境による分類群）の出現状況
(上：種数、左下：個体数、右下：湿重量)

(A群：主に底質中に生息するもの、B群：主に何かに固着・潜入し底質中には少ないもの、C群：A群とB群の両方の環境下に生息するもの)

表8 魚礁周辺のマクロベントスと魚礁で増殖する固着・潜入動物、葉上動物の共通種数

項目	固着・潜入動物					葉上動物				
	調査年月	2005年4月	2005年7月	2005年12月	2006年9月	平均	2005年4月	2005年7月	2005年12月	平均
魚礁区	0m	7	6	9	14	9.0	2	2	0	1.3
	5m	-	2	2	1	1.7	-	1	0	0.5
	10m	0	2	1	3	1.5	0	0	0	0.0
対照区	0m	0	1	-	2	1.0	0	0	-	0.0
	5m	-	1	-	0	0.5	-	0	-	0.0
	10m	1	1	-	2	1.3	0	0	-	0.0
主な共通種	サンカクフジツボ	トゲワレカラ	タマツボ	ミズヒキゴカイ		タマエガイ	トゲワレカラ			
	ウミナナフシ科	ミズヒキゴカイ	キヌマトイガイ	ミズヒキゴカイ科		アゴサガヨコエビ属の1種	オサテワレカラ			
	タマエガイ	オサテワレカラ	スピオ科	盤殻科						

※1 固着・潜入動物は、貝殻テストピース、および平面形状テストピースに共通したもの。

※2 表中の「0.0」は、0.1未満を表す。

1.5 魚介類による魚礁餌料動物の利用状況

魚礁域で採取した主な魚類とその消化管内容物の関係を図7に示した。

各魚種とも数種程度の餌料動物を補食しており、幅広い食性がうかがえた。

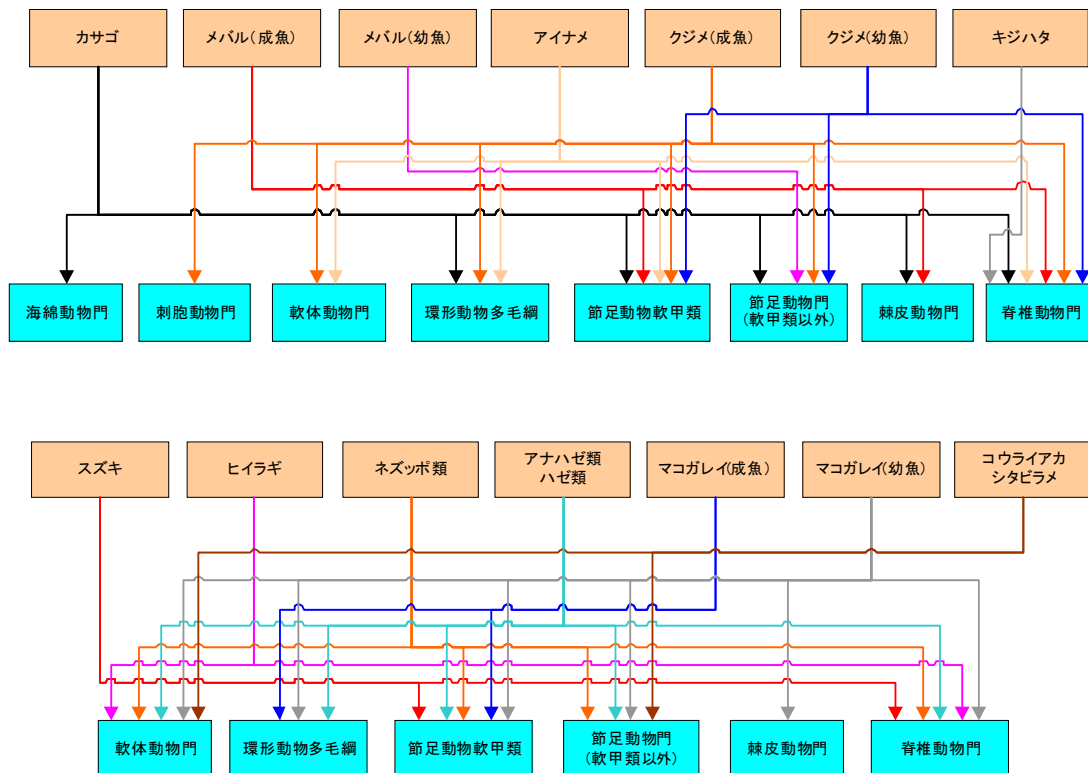


図7 魚礁蝟集魚の食性

次に魚礁蝟集魚の消化管内容物と魚礁周辺域で増殖する餌料動物の一致性について検討した。いずれの魚種の消化管内容物も魚礁周辺域で増殖する餌料動物が高い確率で見られ、魚礁が魚礁に蝟集した魚類の餌場として機能していることが明らかとなった。

① カサゴ

ワレカラ類、長尾類、クモヒトデ類など主に魚礁部材や施設藻場でみられる餌料動物を補食していた。本種は魚礁部材由来の餌料動物を通年利用しており、魚礁に着生した海藻が生長し

て葉上動物が増える時期には、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。

② メバル

メバルの未成魚は3月には葉上性のヨコエビ類、ワレカラ類などを主に捕食していたが、海藻の着生が少ない時期には十脚類やクモヒトデ類を捕食していた。このことから、施設藻場が繁茂して葉上動物が増える時期にはこれらを積極的に捕食し、海藻が消失して葉上動物が減少すると主な餌料は魚礁部材で増殖する餌料動物に変化することが分かった。

また、施設藻場に生息していた全長3cmのメバル稚魚の消化管内容物は葉上動物ではなく、動物プランクトンのカイアシ類であったことから、メバルが葉上動物食となるのはもう少し成長してからであることが分かった。

③ クジメ

クジメは魚礁部材や施設藻場でみられる餌料動物や魚礁周辺でみられるマクロベントスを捕食しており、幅広い食性を示した。このことから、クジメが魚礁上に昇ったり魚礁周辺を移動しながら索餌していることが窺え、クジメの習性と合致する結果が得られた。

④ アイナメ

魚礁部材や施設藻場及び魚礁周辺の海底にみられる餌料動物を捕食しており、生息環境の似通ったクジメと同様に幅広い食性を示した。

⑤ スズキ

節足動物軟甲類や魚類を多く捕食しており、これらの餌料動物は魚礁部材で確認された。

⑥ マコガレイ

全長7~20cmの個体はヨコエビ類や多毛類、イカリナマコ類などを捕食していた。また、消化管内容物として確認されたホソヨコエビやイソソコエビ属はマクロベントスとして出現しなかった種であることから、魚礁部材や施設藻場の餌料動物が海底に拡散し、マコガレイに捕食されていると考えられた。

全長2cmのマコガレイ稚魚の消化管内容物は端脚類が約45%を占め、このほかに多毛類、二枚貝類などが確認された。この時期の端脚類の現存量は魚礁直近で著しく多く、マコガレイ稚魚の分布様式と一致していた。このことから、マコガレイの稚魚は摂餌のため魚礁に蟄集していたと考えられる。

1.6 産卵場機能

漁獲調査の採集個体や潜水調査で視認した魚類には生殖腺が成熟し、産卵間近と思われる個体があった。水産有用種ではカサゴ、アカしたビラメ、シリヤケイカ、アイナメ、メバル、カサゴの成熟個体が魚礁に蟄集しており、魚礁域が産卵場となっている可能性が示唆された。

2. 外海域

2.1 環境条件

水温は10.3~27.3℃の範囲にあり対馬暖流の影響で冬季の水温は瀬戸内海よりも高い。塩分は32~34で外海特有の高い値を示す。また、透明度も高くほぼ10m以上で推移する。透明度が高いことから底層の光量も豊富で、海面直下と魚礁天端の光量相対値は0.35~0.45であり、海藻の生育に十分な光条件である。

底質は砂質であるが、魚礁区では対照区よりやや粒径が細かった(図8)。

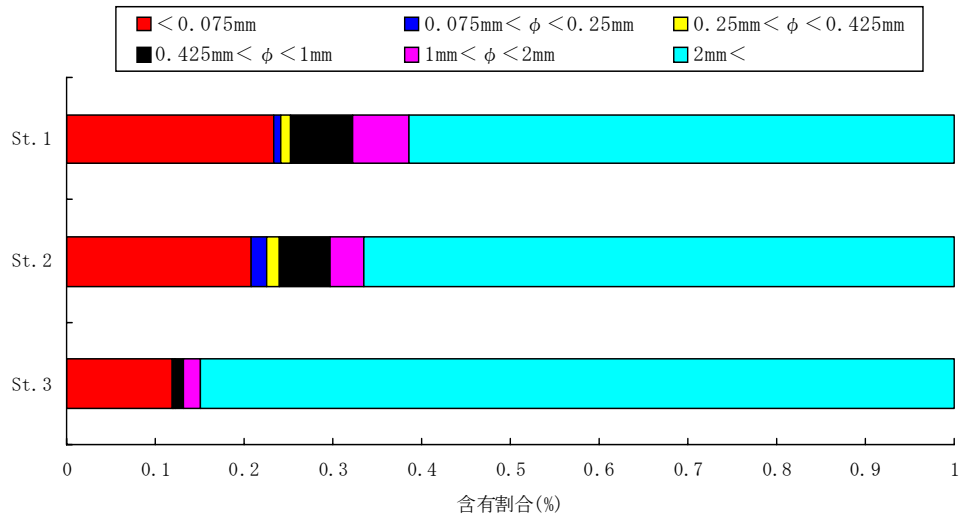


図8 魚礁区及び対照区の底質粒度組成
(魚礁区: St. 1, 2 対照区: St. 3)

2.2 海藻類着生状況

(1) 主な着生海藻

魚礁上で生育する主な海藻は、多年生ホンダワラ類のフジスジモク、ヤツマタモク、マメタワラであり、このほかに一年生ホンダワラ類のアカモク、タマハハキモク、コンブ類のワカメ、ツルアラメ等も生育していた。

乾重量/湿重量比はホンダワラ類で0.13~0.25、コンブ類で0.10~0.22であった。

(2) 海藻着生量

St. 1における魚礁1基あたりの海藻現存量の最大値は2005年3月及び5月に7.7 kg dw/基であり、St. 2では2005年5月の4.5 kg dw/基であった。いずれも現存量の大半はホンダワラ類で占められた。

主要海藻であるホンダワラ類、コンブ類の現存量合計値を単位面積あたりで見ると、St. 1及びSt. 2の最大値は2005年5月にそれぞれ654g dw/m²、394g dw/m²となった(図9)。

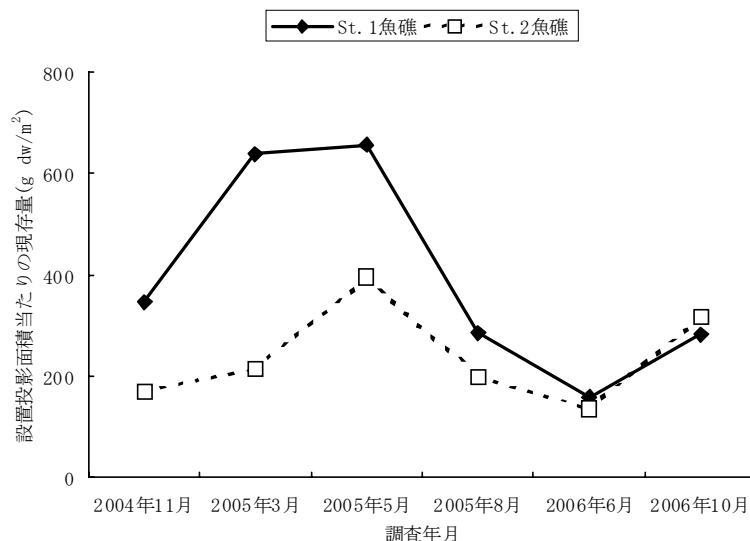


図9 魚礁に着生したホンダワラ類、コンブ類現存量の推移

(3) 目視観察から推定した魚礁着生海藻量

海藻着生量が多かった2005年5月の海藻着生空容積の目視観察結果から魚礁1基あたりの着生量を推定した結果、St. 1、St. 2でそれぞれ、7.8 kg dw/基、5.1 kg dw/基となり、実測値の7.7 kg dw/基、4.5 kg dw/基と近似した値が得られた。

2.3 魚介類蛸集状況

(1) 目視観察

潜水目視観察の結果、確認された種類数は水温の高い夏季、秋季に多く、水温の低い春季に少ない傾向がみられた(図10)。優占種はキュウセン、ササノハベラ等のベラ類であり、蛸集量の最大値は2005年8月の735.8 g/空 m^3 であった(図11)。

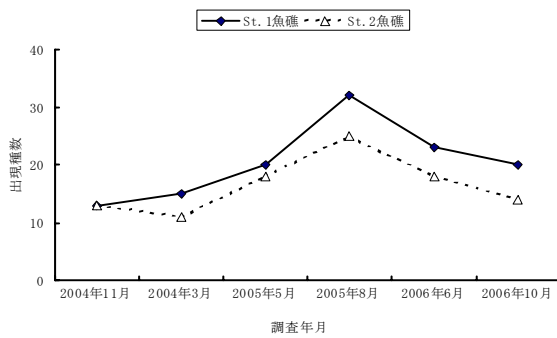


図10 蛸集魚種数の推移

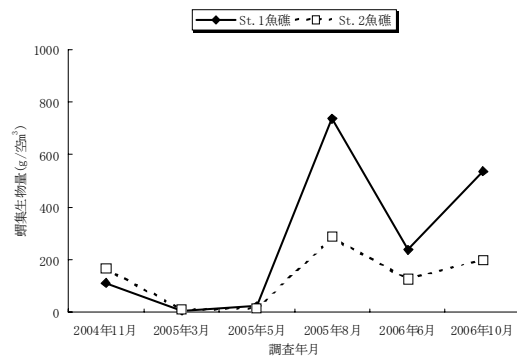


図11 魚類蛸集量の推移

また、内海域同様、魚礁へのマコガレイの蛸集状況について、潜水目視調査を行った。内海域で稚魚の蛸集が確認されたのに対し、当該海域で確認されたマコガレイは未成魚、成魚であったが、未成魚、成魚にも魚礁性があることが確認された。

図12に示したようにマコガレイの密度は魚礁部で最も高く、魚礁から遠ざかるにつれ低くなる傾向がみられた。

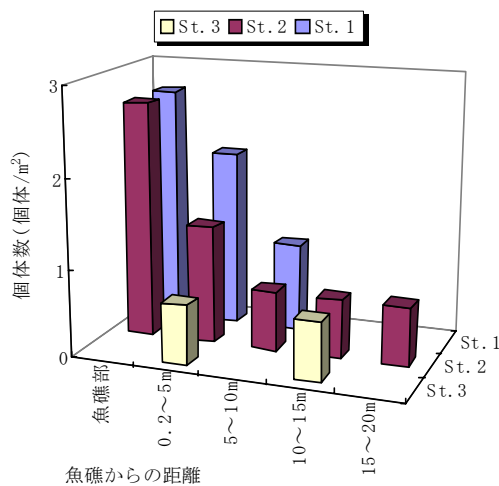


図12 魚礁周辺のマコガレイの個体数密度

(2) 漁獲調査

① 刺網

刺網で採集された主な魚種は個体数ではベラ類、クジメ、湿重量ではベラ類、マコガレイであった。各回調査での各測点の採集個体数は14～65個体、採集重量は1,122g～5,440gであった。

② かぶせ網

かぶせ網による採集結果を表9に示した。魚礁上に形成された藻場では、2005年8月にチャガラが多数採集されたのを除いては、採集個体数は少なかった。2006年6月にはメバルの幼魚が89個体採集されたが、このときのメバルは施設藻場を離れて魚礁際を遊泳していた。

表9 かぶせ網による採集結果

調査年月日	2005年3月23日	2005年5月11日	2005年8月4日	2006年6月14日	
採集の対象	魚礁上部海藻	魚礁上部海藻	魚礁上部海藻	魚礁上部海藻	魚礁周囲
海藻類の現存量(g dw)	7,151.7	7,980.2	2,927.9	4,144.9	-
種類数	4	9	4	7	5
採集個体数(個体)	11	25	1,642	11	105
個体数による優占種(個体)	オハグロベラ(5)	アナハゼ(7)	チャガラ(1,568)	ホンベラ(3)	メバル(89)
	ハオコゼ(3)	オハグロベラ(5)	アナハゼ属(3)	アサヒアナハゼ(2)	ウスメバル(11)
	ハナジロガジ(2)	ハオコゼ(5)	カタクチイワシ(2)	ハオコゼ(2)	キュウセン(3)

※ 生物量は四捨五入して表示してあるため、合計と合致しないことがある。

③ 囲い網

囲い網で採集された主な魚種は個体数ではキュウセン、マコガレイ、アナハゼ類、湿重量ではキュウセン、マコガレイ、マナマコ等であった。各回調査での各測点の採集個体数は4～61個体、採集重量は45～1,051gであった。

2.4 餌料動物

(1) 魚礁付着動物

魚礁部材に付着する主な動物はムラサキイガイ、フジツボ類、マボヤ、海綿動物、コケムシ類であり、コンクリート部にはフジツボ類、海綿動物の付着量が多く、魚礁上面に取り付けた増殖構造物の外側にはムラサキイガイ、マボヤの付着量が多かった。

(2) 増殖構造物の固着・潜入動物

貝殻テストピースと平面形状テストピースの選好性餌料動物量を同体積のテストピースと比較すると貝殻テストピースは平面形状テストピースの22倍であった。

また、貝殻テストピース1m³あたりの選好性餌料動物量はテストピース設置2年後の2006年10月には5,474gであった。

表10 増殖構造物における固着・潜入動物量

	調査年月		2006年6月	2006年10月
	貝殻 テストピース (1m ³ 当たり)	動物全体	湿重量(g)	115,065.02
個体数			697,735	691,888
選好性餌料動物		湿重量(g)	4,915.65	5,473.99
		個体数	257,100	211,829
平面形状 テストピース (1m ² 当たり)	動物全体	湿重量(g)	2,352.49	4,025.02
		個体数	15,607	23,031
	選好性餌料動物	湿重量(g)	7.81	7.53
		個体数	2,049	985

(3) 葉上動物

魚礁1基あたりの葉上動物量を表11に示した。葉上動物の現存量は海藻の量と密接に関係しており、海藻の繁茂期である春季に多く、夏季に少なかった。また、海藻の着生量が多いSt.1の魚礁ではSt.2の魚礁に比べて葉上動物が多かった。

表11 魚礁1基あたりの葉上動物現存量

調査項目		調査年月				
		2004年11月	2005年3月	2005年5月	2005年8月	
ホンダワラ類 1kg当たり	動物全体	湿重量(g)	0.12	196.85	375.83	49.11
		個体数	71	65,874	141,629	21,128
	選好性餌料動物	湿重量(g)	-	193.68	317.38	4.25
		個体数	71	65,789	141,553	15,196
ホンダワラ類の現存量(kg)		St.1魚礁	3.6	6.6	6.1	2.5
		St.2魚礁	1.6	2.4	3.8	1.5
St.1魚礁	動物全体	湿重量(g)	0.44	1,305.37	2,309.76	124.07
		個体数	257	436,830	870,418	53,374
	選好性餌料動物	湿重量(g)	-	1,284.35	1,950.54	10.75
		個体数	257	436,263	869,954	38,388
St.2魚礁	動物全体	湿重量(g)	0.19	470.74	1,422.66	73.15
		個体数	113	157,528	536,119	31,469
	選好性餌料動物	湿重量(g)	-	463.16	1,201.40	6.34
		個体数	113	157,324	535,833	22,633

※ 表中の「+」は0.01g未満を表す。

(4) プランクトン

表12に示したように魚礁直近の動物プランクトン量は対照区よりも明らかに多かった。魚礁の周辺ではほぼ調査のたびにアミ類やカイアシ類のスウォームが形成されているのが確認されたが、これは魚礁設置による流況変化によって動物プランクトンが高密度に集合する空間が創出されたためであると推察された。

表12 魚礁周辺域におけるプランクトンの現存量

魚礁	項目	調査年月			調査年月	
		2004年11月	2005年3月	2005年8月	2006年6月	2006年10月
St.1魚礁	目視観察による分布体積(m ³)	2.2	1.8	0.7×10 ⁻²	0.6×10 ⁻¹	0.6×10 ⁻¹
	出現種数	1	4	10	4	6
	優占種(割合%)	コマセアミ(100.0)	アカハダ科の1種(99.3)	コマセアミ(68.4)	アカハダ科の1種(96.9)	アカハダ科の1種(66.0)
	合計個体数(個体/m ³)	12,800.0	30,704.0	8,905.3	4,024	16,033
	合計湿重量(g/m ³)	8.800	1.897	1.662	1.339	2.463
	魚礁1基当たりの個体数	28,160.0	56,188.3	62.9	252.8	1,007.4
	魚礁1基当たりの湿重量(g)	19.360	3.471	0.012	0.084	0.155
	目視観察による分布体積(m ³)	3.7	4.1	0.6×10 ⁻²	0.2×10 ⁻¹	0.6×10 ⁻¹
St.2魚礁	出現種数	1	15	13	8	5
	優占種(割合%)	コマセアミ(100.0)	アカハダ科の1種(99.8)	コマセアミ(45.3)	コマセアミ(42.3)	アカハダ科の1種(68.3)
	合計個体数(個体/m ³)	16,468.0	41,299.0	1,673.7	1,339	25,779
	合計湿重量(g/m ³)	11.322	1.324	0.355	1.069	3.133
	魚礁1基当たりの個体数	60,437.6	170,151.9	9.9	28.0	539.9
	魚礁1基当たりの湿重量(g)	41.551	5.453	0.002	0.022	0.197
	目視観察による分布体積(m ³)		0	0	0	0
	出現種数		10	5	15	12
対照区	優占種(割合%)	-	アカハダ科の1種(69.6)	カミナリ科の1種(52.6)	バルバクチス目の1種(44.6)	アカハダ科の1種(25.0)
	合計個体数(個体/m ³)		144.6	100.0	2,398	126
	合計湿重量(g/m ³)		0.003	0	2.025	0.141

※1 優占種の割合は合計個体数に対する割合。

※2 2004年11月のコマセアミの重量は、2005年3月に両礁で採集したコマセアミの1個体当たりの平均より算出した。

(5) マクロベントス

魚礁周辺で採集したマクロベントスのうち、選好性餌料動物の生物量について表13に示した。魚礁区では対照区に比べてマクロベントス量が多い傾向がみられた。

表 13 魚礁区におけるマクロベントス（選好性餌料動物）量

区	項目	2004年11月	2005年3月	2005年5月	2005年8月
St. 1魚礁	出現種数	47 (69.1%)	53 (80.3%)	36 (83.7%)	21 (72.4%)
	湿重量(g/m ²)	21.00 (90.5%)	5.00 (27.0%)	5.50 (94.8%)	0.53 (41.0%)
	個体数(個体/m ²)	2,410 (78.5%)	611 (96.1%)	1,950 (95.1%)	300 (90.9%)
St. 2魚礁	出現種数	19 (90.5%)	58 (85.3%)	18 (72.0%)	16 (80.0%)
	湿重量(g/m ²)	7.70 (95.1%)	13.17 (55.2%)	4.10 (39.0%)	1.13 (73.9%)
	個体数(個体/m ²)	920 (95.8%)	1,498 (96.6%)	970 (89.0%)	580 (95.1%)
対照区	出現種数		26 (81.3%)	17 (81.0%)	19 (73.1%)
	湿重量(g/m ²)		1.57 (92.2%)	4.40 (95.7%)	0.40 (80.0%)
	個体数(個体/m ²)		333 (92.3%)	1,300 (97.0%)	317 (86.4%)

注1) 採泥の面積は、2004年11月および2005年5月が0.1m²、2005年3月および8月が0.3m²で実施。

注2) 出現種数、湿重量、個体数横の()は、出現動物全体に対する選好性餌料動物の占める割合。

また、採集したマクロベントスを生息環境別（A群：主に底質中に生息するもの、B群：主に何かに固着・潜入し底質中には少ないもの、C群：A群とB群の両方の環境下に生息するもの）に分類し、魚礁からの距離別に種数、個体数、湿重量を図13に示した。

対照区との比較でみると魚礁の設置により、A群、B群、C群のいずれも現存量が増加しており、なかでもB群やC群の生物量が特に大きくなるのが分かった。

次に魚礁区のマクロベントスと魚礁における固着・潜入動物、葉上動物の共通種数を表14に示した。固着・潜入動物、葉上動物とも魚礁に近い場所でマクロベントスとの共通種が多くみられる傾向にあった。

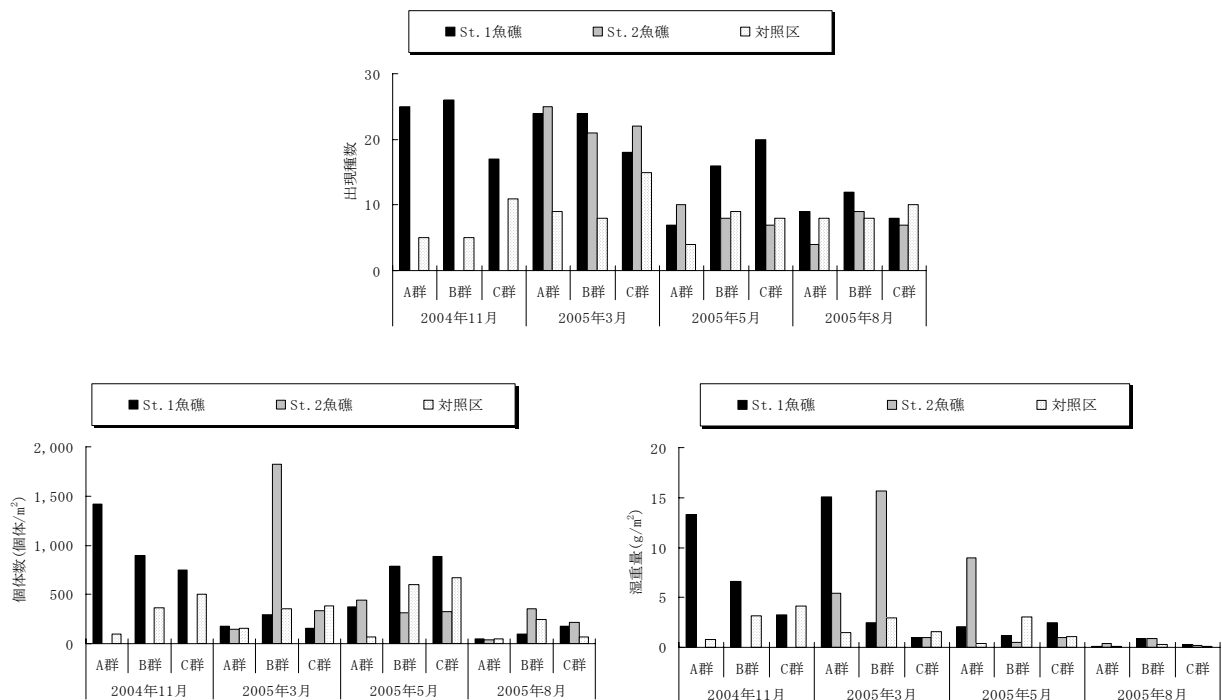


図 13 魚礁区におけるマクロベントス（生息環境による分類群）の出現状況

（上：種数、左下：個体数、右下：湿重量）

（A群：主に底質中に生息するもの、B群：主に何かに固着・潜入し底質中には少ないもの、C群：A群とB群の両方の環境下に生息するもの）

表 14 魚礁周辺のマクロベントスと魚礁で増殖する固着・潜入動物、葉上動物の共通種数

項目	固着・潜入動物					葉上動物				
	2004年11月	2005年3月	2005年5月	2005年8月	平均	2004年11月	2005年3月	2005年5月	2005年8月	平均
調査年月	2004年11月	2005年3月	2005年5月	2005年8月	平均	2004年11月	2005年3月	2005年5月	2005年8月	平均
St. 1魚礁	22	13	14	10	14.8	2	5	4	7	4.5
St. 2魚礁	-	17	5	6	9.3	-	4	1	4	3.0
対照区	4	6	6	7	5.8	0	2	3	4	2.3
主な共通種	ヒメエラゴカイ科	ホソウスヒザラガイ	アゴナガヨコエビ属	オサテワレカラ		イソギンチャク目	ホソウスヒザラガイ	エンボソコエビ属	オサテワレカラ	
	オウギガニ科	マルエラワレカラ	オサテワレカラ	ツルヒゲゴカイ		多岐腸目	マルエラワレカラ	オタフクヨコエビ属	ツルヒゲゴカイ	
	多岐腸目	エンボソコエビ属	トゲワレカラ	タンザクゴカイ科		ツルヒゲゴカイ	モノワレカラ	タマエガイ		

※1 固着・潜入動物は、カキ殻テストピース、および平面形状テストピースに共通したもの。

※2 2004年11月、2005年3月、5月はテストピースの回収を行っていないため、2004年11月と2005年8月は能登町藤波地先の水深17mのテストピースを2001年8月（設置後2年10カ月）、1999年12月（設置後1年2カ月）に回収したものをそれぞれ使用し、2005年3月と5月は2006年6月に本海域で回収したものを使用した。

2.5 魚介類による魚礁餌料動物の利用状況

魚礁域で採取した主な魚類とその消化管内容物の関係を図 14 に示した。

メバル、クジメ、ベラ類、アナハゼ類、マコガレイ、カワハギは数種程度の餌料動物を捕食しており、幅広い食性がうかがえた。

次に魚礁蛸集魚の消化管内容物と魚礁周辺域で増殖する餌料動物の一致性について検討した。

いずれの魚種の消化管内容物も魚礁周辺で増殖する餌料動物が高い確率でみられ、魚礁が魚礁に蛸集した魚類の餌場として機能していることが明らかとなった。

① メバル

カイアシ類やアミ類のスウォームが魚礁周辺にみられた時、メバル未成魚の消化管はこれらの動物プランクトンで充たされていた。一方、スウォームが小さい時には動物プランクトンはあまり捕食しておらず、消化管は魚礁部材や魚礁上の海藻群落に生息する餌料動物で充たされていた。また、全長 5 cm 程のメバルの幼魚は浮遊性のカイアシ類やサルパ類を主に捕食しており、ヨコエビ類、ワレカラ類等の代表的な葉上動物は利用していなかった。

② ウスメバル

全長 5~6 cm のウスメバルの幼魚が捕食していたのは貝類、多毛類、サルパ類であり、いずれも魚礁部材や魚礁周辺の海底でみられた種であった。また、葉上動物を捕食していない点はメバルの幼魚と同様であった。

③ オニオコゼ

オニオコゼは魚礁部材や魚礁周辺の海底でみられた貝類や魚類を捕食していた。

④ クジメ

魚礁部材や着生海藻にみられた餌料動物や魚礁周辺の海底にみられたマクロベントスを捕食しており、魚礁上や魚礁周辺を移動しながら索餌している様子が窺えた。

⑤ アイナメ

成魚、幼魚とも魚礁部材や着生海藻にみられた餌料動物や魚礁周辺の海底にみられたマクロベントスを捕食しており、クジメ同様、魚礁上や魚礁周辺を移動しながら索餌している様子が窺えた。

⑥ クロダイ

消化管内容物の大半が施設藻場の優占種であったカマキリヨコエビ属で占められており、クロダイが魚礁上の葉上動物を選択的に捕食したことが窺えた。

⑦ マコガレイ

未成魚、成魚は魚礁周辺のマクロベントスの優占種として出現したノリコイソメ科を多く捕食していた。また、潜水調査中に魚礁直近に高密度に蛸集した動物プランクトンを捕食するのが確認された。また、幼魚は多毛類や施設藻場で多く見られたオサテワレカラを捕食していた。

⑧ カワハギ

魚礁部材、施設藻場、魚礁周辺の海底に生息する餌料動物を補食していた。

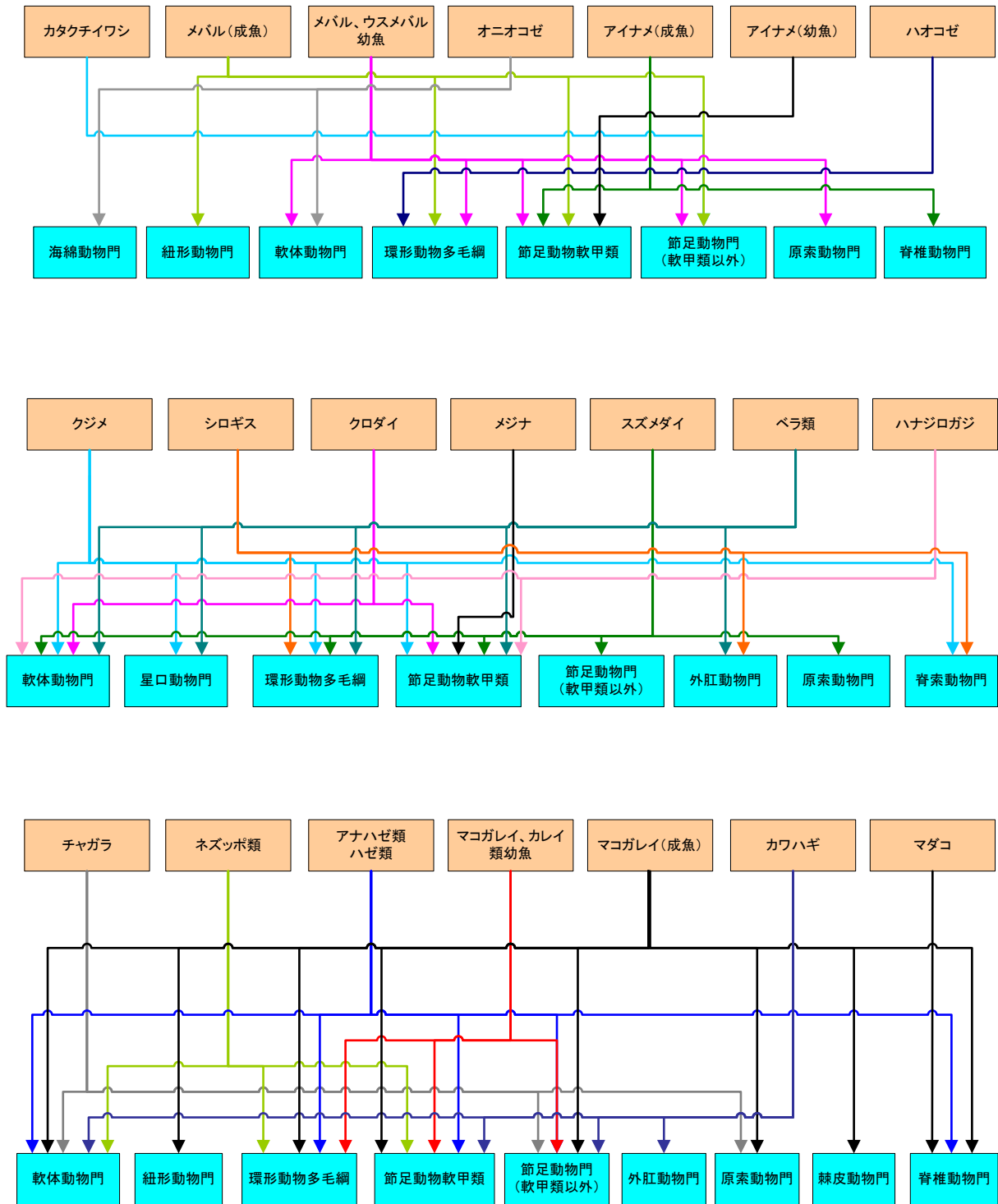


図 14 魚礁蛸集魚の食性

2.6 産卵場機能

漁獲調査の採集個体には生殖腺が成熟し、産卵間近と思われる個体があった。水産有用種ではカワハギ、シロギス、マダコ、クロダイ、オニオコゼの成熟個体が魚礁に蛸集しており、魚礁域が産卵場となっている可能性が示唆された。

3. 便益計測マニュアル

本調査により、魚礁には魚介類を蛸集・漁獲する副漁具としての機能のほかに、藻場造成機能、稚魚育成機能、餌場機能、産卵場機能等の増殖機能があることが確認された。

魚礁の効果はこれまで蛸集による漁獲量の増加を主たる便益として計測してきたが、魚礁の増殖機能が明らかとなり、いくつかの機能については定量化の手法がほぼ確立されたいま、魚礁の効果を適切に評価するため、現行の効果評価に増殖効果を加えて評価する必要があると考え、「魚礁における増殖機能の便益計測マニュアル」を作成した。

(1) マニュアルの内容

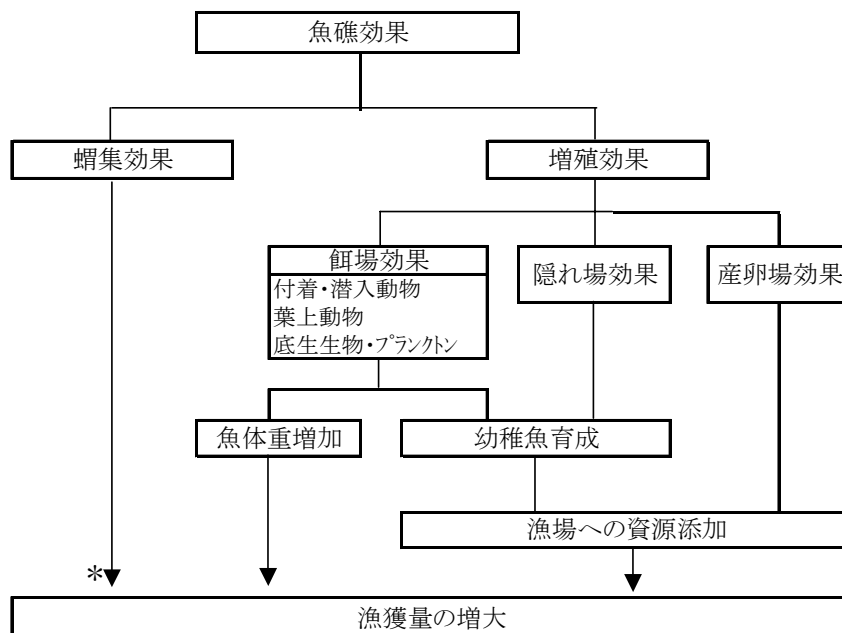
本マニュアルは魚礁事業の事業主体である地方公共団体や魚礁を供給する魚礁メーカーの参考に資するため、魚礁における増殖機能の効果を計測する基本的な方法を示したものであり、以下のような性格を持っている。

- ①水産基盤整備事業における事前評価及び事後評価の方法を示すものである。事前評価については、試験礁を設置して必要なデータを収集するか、条件の類似する海域のデータを引用してマニュアルに示す手順で評価を行うものとする。
- ②本マニュアルは増殖場造成事業の事前及び事後評価にも採用できる。
- ③費用対効果分析の基本的方法（評価方法、割引率、計測期間等）は「水産基盤整備事業用対効果分析のガイドライン（暫定版）」に従うものとする。

(2) 増殖効果の考え方

魚礁には餌場、隠れ場・休憩場、産卵場等として利用されることによる増殖機能があり、魚礁に魚が蛸集する要因になっているとともに、成長の促進、幼魚等の生残率の向上、産卵量と資源の増加等の効果をもたらしている（図15）。

よって、有用水産資源の幼稚魚の成長・生残の向上、産卵量の増加等の増殖機能に基づく効果を従前の魚礁効果（増産期待量、漁労コスト削減等）に加算して評価することにした（表15）。



*: 現行の効果評価（空m3あたり増産期待量として示される）

図15 魚礁の増殖効果の考え方

表15 便益計測項目

便益計測項目		現 状	改定案
増産期待量		○	○
漁労コスト削減		○	○
漁業外産業への効果		○	○
餌場効果 (施設藻場では 隠場効果含む)	施設藻場による幼稚魚育成効果		○
	魚礁周辺での幼稚魚育成効果		○
産卵場効果	資源添加の増大効果		○

注1. 藻場造成機能、稚魚育成機能を含めて餌場効果とした。

注2. 餌場効果については、増産期待量との重複がないかを検討し、二重計上の可能性がないと判断された場合、便益を計上・加算する。

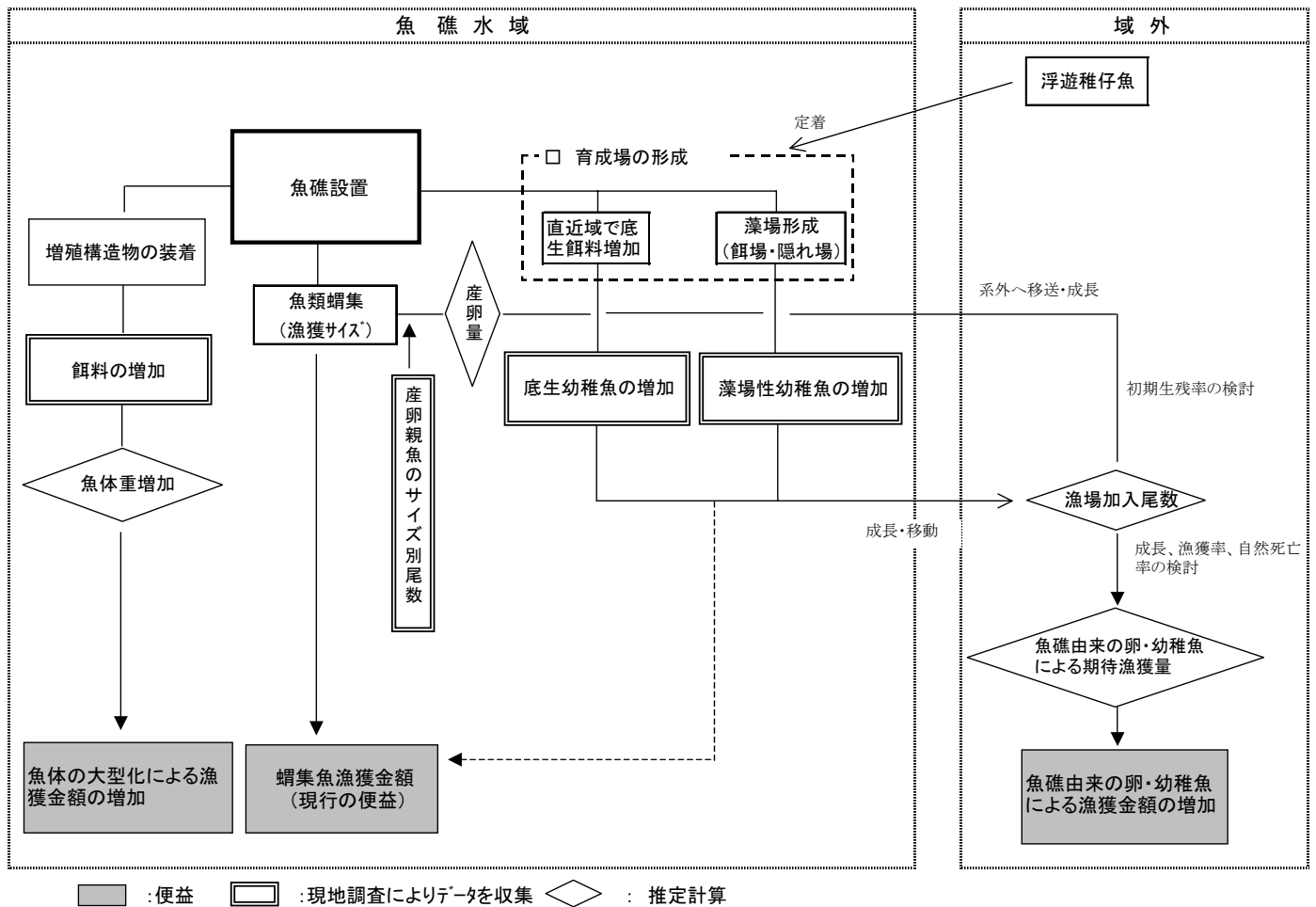


図16 魚礁における増殖効果の便益計測フロー

(3) 増殖効果の計測方法

餌場効果（施設藻場による効果、魚礁直近における効果）と産卵場効果の便益計測の考え方と手順を解説した。

① 施設藻場による餌場効果便益の計測方法

施設藻場で育成した幼稚魚が藻場を離れ、成長、生残後の期待される漁獲量を漁獲率、自然死亡率等の資源特性値を用いて推定する方法を示した（図 17）。

藻場に生息する幼稚魚尾数の計測方法として、実測による方法と餌料生物量から収容可能尾数を推定する方法の 2 とおり示した。

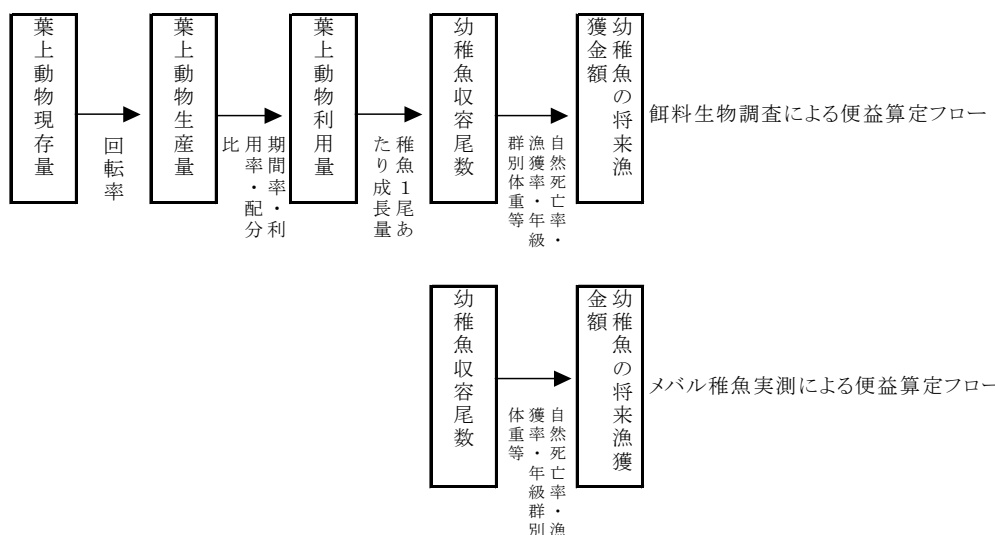


図 17 施設藻場による便益算定の流れ

② 魚礁直近域における餌場効果便益の計測

魚礁直近域では底生生物量の増加に伴い、カレイ類等の底生幼稚魚の生息密度が高いことが確認されており、対照海域との生息密度の差（増加分）によって得られる期待漁獲量を評価する。期待漁獲量は施設藻場同様に資源特性値を用いて求めることにした（図 18）。

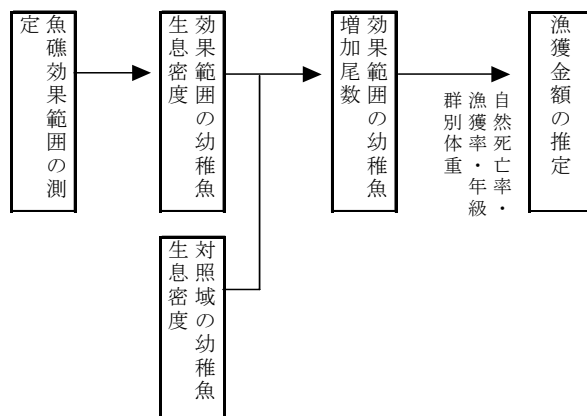


図 18 魚礁直近域における便益算定の流れ

③ 産卵場効果

魚礁で算出された卵稚仔は浮遊逸散することから、産卵魚礁を育成場として利用する可能性は小さく、前項の育成効果とは異なる効果と考えて良いという考えに基づき、魚礁で産卵・産

仔された卵稚仔の成長後の期待漁獲金額を推定する方法を示した（図 19）。

魚礁蛸集魚の産卵量は、目視観察による蛸集魚の大きさと尾数の結果や漁獲調査による成熟度の判定や既往知見を参考に推定することにした。

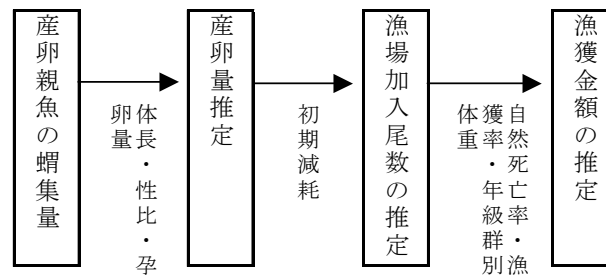


図 19 産卵場効果による便益算定の流れ

(4) 基礎データの収集方法

便益計算の基礎となる現地データの収集方法について解説した。また、本調査結果及び既往知見の値を参考値として記載した。

考 察

本調査では、魚礁及びその周辺域における餌料動物量を明らかにするとともに、魚礁蛸集魚がこれら魚礁由来の餌料動物を積極的に利用していることを併せて実施した蛸集魚の食性調査より明らかにすることができた。

魚礁においては魚礁部材で固着・潜入動物が増殖するのに加え、魚礁に着生した海藻上では葉上動物が増殖し、さらに貝殻ユニット等の増殖構造物を魚礁に取り付けると餌料動物が明らかに増えることも証明された。また、魚礁直近にはプランクトンのスウォームが形成されたり、周辺の海底ではマクロベントスの生物量が増えるなど、魚礁域での餌料動物の高度な生産性を確認することができた。なかでもマクロベントスが魚礁直近に多いことはこれまであまり知られておらず、新たな発見と言って過言でない。魚礁直近のマクロベントスには普段底質中にみられない付着性の動物が存在しており、魚礁からの餌料動物の拡散、脱落が魚礁直近でのマクロベントス増加の原因と推察される。

こうした魚礁域の高度な餌料生産は魚類が魚礁に蛸集する重要な要因となっており、十分な餌料に支えられ、魚類の成長、生残が保証され、漁獲に繋がっていると考えられる。

また、魚礁上に形成された施設藻場にはメバルなどの水産有用種の稚魚が高密度に生息していた。施設藻場に定着したメバルは初期段階では浮遊性の動物プランクトンを捕食し、成長するにつれ葉上動物食に移行することも本調査で確認できた。さらに、施設藻場に定着後まもないメバルにとって藻場は隠れ場としての要素が大きいと思われた。ただ、施設藻場が形成されるためには海藻の生育に必要な光量が確保される必要があり、瀬戸内海の沿岸域では施設藻場の形成可能な場所はかなりの浅海に限定される。

時期によっては、成熟卵を抱えた魚類も魚礁に蛸集していた。これらの魚類は高度回遊性魚類でないことから、魚礁域で産卵している可能性が高く、魚礁の産卵場機能がうかがえた。

以上のことから魚礁には魚類の蛸集機能の他に、餌場、産卵場、隠れ場といった増殖機能があることが明らかである。この裏付けとなるのは、本調査で取得した増殖機能に関する種々の具体的データであり、増殖機能が定量化できたことが便益計測マニュアルの作成に繋がった。

このマニュアルはこれまで魚礁の事業効果として評価されてこなかった増殖効果を計上し、魚礁効果をより適切に評価しようというものである。

しかしながら、効果の大きさについては、地域差や年変動が予想されることから、今後も引き続き現地データを収集・充実させ、可能な事項については原単位化を図って行く必要がある。

摘 要

1. 海藻類着生状況

- ・内海域の魚礁に繁茂する海藻類は一年生のホンダワラ類（アカモク等）が優占しており、St. 1における繁茂期の現存量は魚礁1基あたり平均0.95kg dwであった。
- ・内海域 St. 1における繁茂期の現存量から年間生産力を試算すると、炭素が674g/m²/年、窒素が58g/m²/年であった。
- ・外海域の魚礁に繁茂する海藻類は多年生のホンダワラ類が優占しており、St. 1における繁茂期のホンダワラ類及びコンブ類の現存量は魚礁1基あたり7.8kg dwであった。
- ・外海域 St. 1における繁茂期の現存量から年間生産力を試算すると、炭素が286g dw/m²/年、窒素が25g dw/m²/年であった。

2. 魚介類蝟集状況

(1) 目視観察

- ・内海域では、カサゴ、メバル、クロダイ、マコガレイが多く確認され、蝟集量の最大は773g/空m³であった。
- ・マコガレイの幼魚の密度は魚礁から4mまでの範囲で高く5.3~11.2個体/m²であった。4m以遠の密度は1.3~2.4個体/m²であった。
- ・外海域の優占種はベラ類で、蝟集量の最大は736g/空m³であった。
- ・外海域においてはマコガレイの成魚、未成魚に魚礁性がみられたほか、植食性生物のサザエも魚礁1基あたり88個体出現した。

(2) 漁獲調査

- ・内海域では刺網によりカサゴやメバルが多く漁獲され、目視観察の結果と符合した。また、目視観察されていない魚種も多く漁獲され、目視観察と漁獲調査を併用することで蝟集魚類の情報精度を高めることが出来ることが分かった。
- ・内海域ではかぶせ網で施設藻場に生息するメバルの稚魚を最大で608個体/網、採集することができた。外海域においてもメバル、ウスメバル等の幼稚魚を採集することができた。

3. 餌料動物

- ・固着・潜入動物、葉上動物、プランクトン、マクロベントスなど魚礁やその周辺で増殖する餌料動物を定量的に採取して現存量を把握することができた。
- ・増殖構造物の選好性餌料動物量は同体積の平面形状構造物に比べ、内海域では10倍多く、外海域では22倍多かった。1m³当たりの最大値は内海域で7.6kg、外海域で5.5kgであった。
- ・葉上動物は内海域、外海域とも海藻の繁茂期に多く、両海域とも動物全体の80%以上が餌料として価値の高い選好性餌料動物であった。
- ・内海域ではスウォームはみられなかったが、外海域では魚礁域でアミ類、カイアシ類のスウォームが高頻度でみられた。
- ・マクロベントスは内海域、外海域とも魚礁直近に分布量が多く、魚礁から4~5m以遠での分布量と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

動物が魚礁近辺に拡散したりすることで、出現種や量が変化するためと考えられた。

4. 魚介類による魚礁餌料動物の利用状況

- ・両海域において漁獲された魚類の消化管内容物からは、魚礁周辺に分布している餌料動物が多く確認された。
- ・また、それらの餌料動物が魚礁及びその周辺で多く見られる時期に、魚類の消化管内でも多く見られたことから、魚類は効率よく摂餌を行うために魚礁に蟄集していることがうかがえた。

5. 産卵場機能

- ・両海域とも生殖腺の成熟具合から産卵間近と思われる魚類が魚礁に蟄集していた。これらの魚種はいずれも高度回遊性種でないことから魚礁域で産卵する可能性が高い。

参考文献

- 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.
- 柿元皓：人工魚礁による魚群行動制御．水産工学，30(1)，59-68，1993.
- 大久保久直ら：海中構築物周辺の魚類の資源生態研究報告書（昭和56年度～59年度総合報告書），新潟県水産試験場，1-102，1986.
- 水産庁漁港漁場整備部：水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（暫定版）平成14年3月.
- 水産庁資源生産推進部整備課：沿岸漁場整備開発事業 費用対効果分析の手引き，1999.
- 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：平成15年度水産基盤整備生物環境調査「原単位把握のための調査」（魚礁事業における増殖効果指標検討調査）報告書 平成16年3月.
- (社)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，2000.
- 吉田吾郎・内村真之・吉田浩二・寺脇利信：広島湾に生息する海藻類の炭素・窒素含有量とその季節変化，瀬戸内水研報，51～61，2001.
- 財団法人 漁港漁場漁村技術研究所：人工魚礁，pp62，2004.
- 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 貝類・甲殻類・ウニ類編，151～183，1991.
- 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，359～378，1991.
- 安永義暢：小型環流水槽によるマダイ幼魚の走流行動の観察．水産工学研究所報告，第5号，1-23，1984.