

山口県における高層魚礁の調査結果

誌名	水産工学研究所技報
ISSN	13418750
著者名	高木,儀昌 森口,朗彦 伊藤,靖 石岡,昇 新井,健次
発行元	水産庁水産工学研究所
巻/号	24号
掲載ページ	p. 31-42
発行年月	2002年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



山口県における高層魚礁の調査結果

高木儀昌*・森口朗彦*・伊藤 靖**・石岡 昇**・新井健次***

The Research on A Large - scale High - rise Artificial Steel Reef at Yamaguchi Prefecture in the Sea of Japan

Norimasa TAKAGI*, Akihiko MORIGUCHI*, Yasushi ITO**, Noboru ISHIOKA**, Kengi ARAI***

Abstract: This paper is a report on research into the fish gathering around a large - scale high - rise artificial steel reef set up in May, 1999, located off Nago, Yamaguchi prefecture in the Sea of Japan. The research was carried out from 1999 through 2000 for the fiscal year.

The research was performed mainly by diving and fishing. The result was that the gathering of jack mackerel and yellow tail was most remarkable in autumn; and shows that this artificial reef is more effective in gathering these fishes than the other existing artificial reefs. Also, the research shows that predators such as amberjack and true bass gathered in the artificial reef as the quantity of small fish food source increased.

Key words: large-scale high-rise artificial reef, jack mackerel

1. はじめに

高層魚礁は、山形県温海町沖合にある天然礁（以降、大瀬礁という。）において実施された沖合大水深域における漁場造成のための研究で開発され、試験礁として実機が製作されたのが最初である。平成7年5月に大瀬本礁北部海域に設置した結果、ウスメバル、マアジ、ホッケなどが大量に増集し、既存の魚礁単体とは比較にならないような効果が確認され、沿整事業に適用されるに至った。また、ウスメバルの増集は、毎年2月頃から5月頃まで50,000尾を越える数が把握され、標識放流や遺伝子解析などの結果、2歳魚までの幼魚は長期にわたり高層魚礁に滞在することも明らかとなり、増殖礁としての活用についても可能性が確認された。

山形県での結果が天然礁域であったことから、そこで得られた効果は地域的な特性によるもので、全国的に事業を展開した場合に効果に違いが生じるのではとの懸念から、天然礁から離れた平坦な海底における調査を山口県阿武町奈古沖の海域（以降、奈古海域という。）で実施することになった。ここでの調査は、海域環境の違い、特に海底地形の違いと礁高の効果を既設の人工魚礁との比較をとおして検証すること

を目的としたものである。

試験礁は、平成11年度に製作・設置され、その後増集魚種や量を定量的に把握するための各種調査が実施されてきている。本報告では、平成12年度までに得られた、奈古海域での調査結果について、特に高層魚礁の効果について若干の考察を加えて報告する。

2. 調査海域及び調査内容

2-1 調査海域及び高層魚礁の形状

調査海域は、奈古漁港沖約10kmにある水深70m程度の平坦な海底で、対照とする人工魚礁（大型）が造成されている海域である（図1）。この海域内に既設人工魚礁から500m離して、既設人工魚礁に類似する形状で、礁高を高くした試験礁（図2）が平成11年5月に設置された。設置位置は、北緯34°34'23.9" 東経131°25'48.3"である。

なお、試験礁の寸法は、底面の大きさ（縦×横：14m×14m）、高さ30mであり、空体積は対照人工魚礁と同程度である2,500空m³とした。⁴⁾

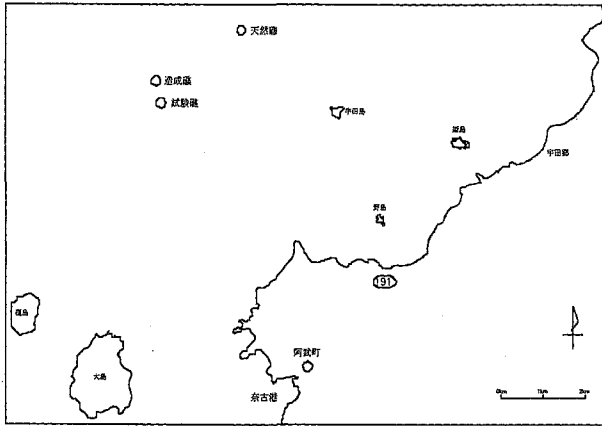
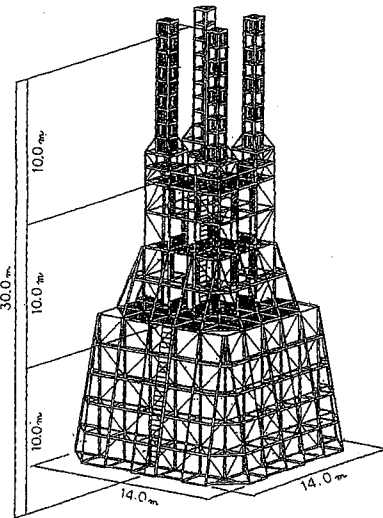


図1 調査海域と高層試験礁の位置



鳥瞰図

図2 30m型高層魚礁の形状

2-2 調査内容

調査は、以下の方法により、実施した。

- ①潜水調査：2名の潜水者がスキューバ潜水し、試験礁に蜻集している魚類、その他水産上有用な生物について蜻集場所、個体数、大きさなどの観察を行うとともに、水中写真撮影及びビデオ撮影を行った。
- ②音響調査（魚探、ソナーなど）：50及び200 KHz2波併用魚探及び吊り下げ式ソナーを利用して、試験礁周辺における魚類蜻集状況を把握した。魚探調査では、試験礁を中心に、4ないし6方位線を設定し、GSPで位置を確認しながら、魚群反応の把握を行った。また、ソナー調査においては、調査船を試験礁の潮上側に定位させ、船を固定した状態で水深別の魚類の水平分布の把握を行った。
- ③釣獲調査（一本釣り、延縄など）：音響調査・水中テレビ調査の際、記録上に現れた魚類の魚種と、大きさ、湿重量を確認するために行った。漁獲に際しての漁具や餌の選択については、地元漁業者の意見を参考にして、より多くの釣果につながるようにした。
- ④魚礁周りの魚群の行動観察（水中テレビカメラ）：音響調査後、調査船を試験礁の潮上側の係留し、船上より水中テレビカメラを垂下して、蜻集している魚群の記録を行った。録

画の際には、水深別や試験礁の位置別の録画の試みを行い、構造と魚種別の位置関係についての資料の収集を行った。

- ⑤層別プランクトン採集：試験礁近傍で、水面から20m、30m、40mの各層に直径45cmの採集網を取り付けたトラップを設置し、動物プランクトン及びデトリタスを採集した。使用した網地は、52GG・335 μ mの網地で、網口には濾水計を取り付けて濾水量の測定も行った。

3. 調査結果

3-1 水温及び塩分

平成11年度の調査は、6月から11月の間に4回実施され、このときに測定された調査海域の水温及び塩分の結果を、図3、4に示した。一般的に、水温は上層で高く下層で低くなり、塩分は反対に上層で低く下層でやや高くなる傾向を示した。具体的には、水温における上層と下層の最大の差は7月における約3℃で、塩分において7月における0.6%が最大で、他の時期はほぼ一様な状態であった。

平成12年度の調査は、5月から10月の間に5回実施され、

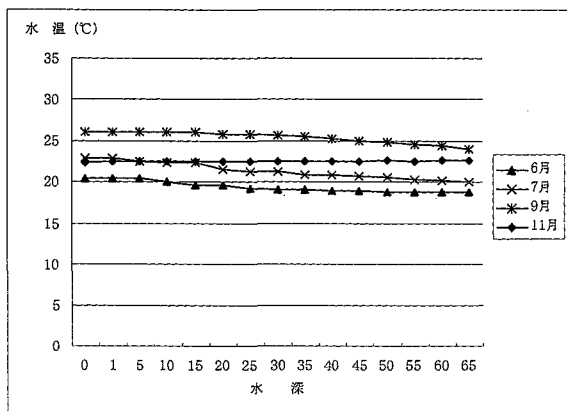


図3 調査海域の水温 (11年度)

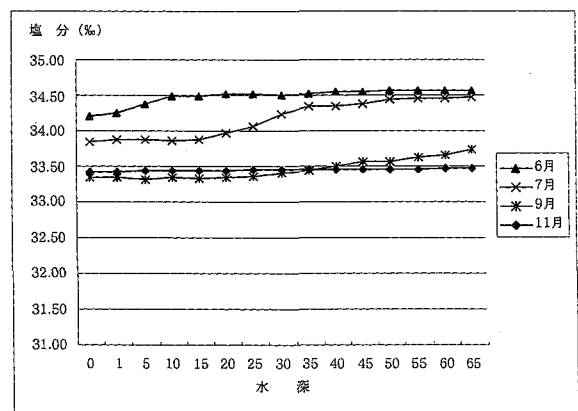


図4 調査海域の塩分 (11年度)

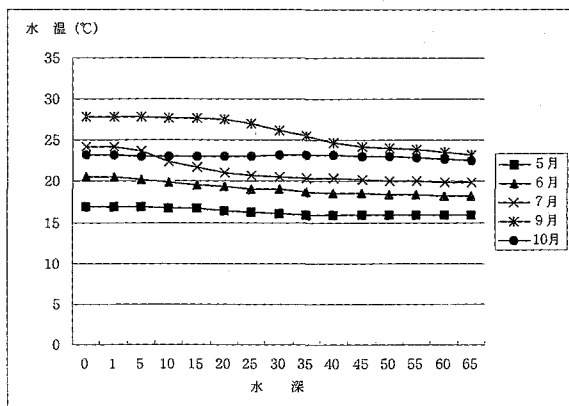


図5 調査海域の水温 (12年度)

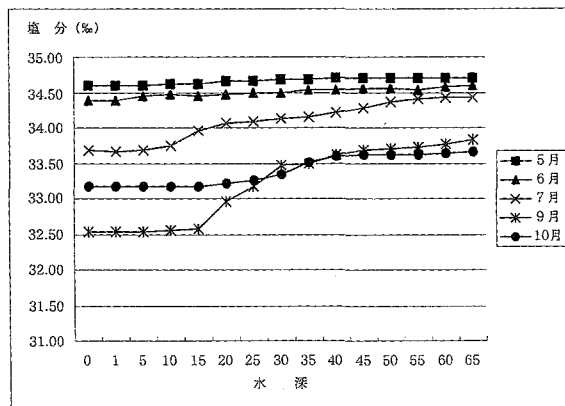


図6 調査海域の塩分 (12年度)

表1 平成11年度 高層魚礁観察魚個体数

魚種名	大きさ(mm)	6月4日	6月5日	7月9日	9月9日	9月11日	10月14日	10月14日	11月4日	11月6日
マアジ <i>Trachurus japonicus</i>	30~50	20								
〃	70~100			2,000						
〃	100~150				50,000	50,000				
〃	150~200						30,000	30,000	30,000	30,000
ウマヅラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>	200	1	1							
〃	250~350			30	200	200	300	300	200	20
ウスメバル <i>Sebastes thompsoni</i>	90			2						
ヒラマサ <i>Seriola iaiandi</i>	600~700			18	3	1				2
ネブツダイ <i>Apogon semilineatus</i>	80~100				150	1,000	1,000	1,000		
〃	40~70									3,000
ニジギンボ <i>Petroscirtes breviceps</i>	30~50				3	3				3
ハゼsp. <i>Gobiidae sp.</i>	50				1					
カワハギ <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	200						3	3	30	20
シイラ <i>Coryphaena hippurus</i>	300~400					8				
アミメハギ <i>Rudarius ercodes</i>	30~50				10	15				
ササノハベラ <i>Pseudolabrus japonicus</i>	200				1					
イシダイ <i>Oplegnathus fuscatus</i>	150				1				2	
マハタ <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	250						2	3	2	10
ブリ <i>Seriola quinqueradiata</i>	250						1			
トラギス <i>Parapercis pulchella</i>	200							5		
ハタンボsp. <i>Pempheridae sp.</i>	50~70							300		
カンパチ <i>Seriola dumerili</i>	400								5	
ミギマキ <i>Goniistius</i>	250									1
出現魚種数		2	1	4	9	7	6	7	6	8

このとき測定された海域の水温及び塩分を、図5、6に示した。水温の全般的な傾向としては、上層で高く下層で低くなる傾向は11年度と同様であったが、上層と下層の最大の温度差は、9月の4.7℃で11年度に比べて大きな差異を示した。塩分については、上層で低く下層で高い傾向は11年度と同様であったが、11年度に比べて上層と下層の数値に顕著な差異が認められている。具体的には、上層と下層の最大の差が9月に観測され、1.3%と11年度とは約2倍の差が生じていた。以上の測定結果から、11年度に比べて12年度のほうが水温、

塩分ともに月別変化の度合いが大きかった。また、水温、塩分の鉛直の分布に関しても、12年度の7月、9月の水温、塩分の結果から躍層の存在が確認でき、鉛直方向においても11年度に比べて変化が大きかったことが判った。

3-2 魚類蝟集結果

潜水による魚類の平成11年度観察結果は、表1に示したとおりで、合計18種類の魚種が観察され、月別では6月2種、7月4種、9月10種、10月8種、11月10種となり、蝟集魚種

はおおむね増加の傾向にあった。量的には設置後僅かな期間でアジ類の大量蛸集が観察され、9月及び10月の調査時に最大50,000尾が観察された。次いで量的に多い魚種はネンブツダイ、ウマヅラハギであった。

12年度の調査結果は、表2に示したとおりで、合計16種類が確認され、月別には5月10種、6月9種、7月9種、9月19種、10月16種となり、秋に増加する傾向が認められた。量的には11年度に引き続き、マアジを主体とするアジ類とネンブツダイがそれぞれ最大60,000尾と40,000尾となっており、

この2種が蛸集魚の主体となっていた。11年度との相違は、ウスメバルやマハタが増加する傾向があること、マトウダイやヒラメなどの有用魚種が観察されたことが上げられる。

潜水調査で出現した魚類は、平成11年18種、12年23種で、種類数では増加の傾向を示したものの、両方の年度に出現した種はマアジ、マハタ、ウスメバル、ウマヅラハギ、ブリ、カンパチ、ヒラマサ、ササノハベラであり、全体の3割程度であった。

表2 平成12年度 高層魚礁観察魚個体数

魚種名	大きさ(mm)	5月12日	6月15日	7月7日	9月7日	10月5日
イワシ類 CLUPEIFORMES spp.	80~100			1,000		
マトウダイ <i>Zeus faber</i>	250	1				
ミノカサゴ <i>Pterois lunulata</i>	250				1	
〃	150					1
カサゴ <i>Sebastes marmoratus</i>	150	1	1	1	3	5
ウスメバル <i>Sebastes thomposni</i>	80			30		
〃	90				1	
クロソイ <i>Sebastes schlegeli</i>	250				1	
マハタ <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	400	1	1			
〃	300~400			8		
〃	300				1	
ネンブツダイ <i>Apogon semilineatus</i>	80~100	30,000	2~30,000	30,000		
〃	80~120				3~40,000	1~20,000
テンジクダイ科の一種 Apogonidae sp.	50~80					1
ブリ <i>Serola quinqueradiata</i>	400					20
カンパチ <i>Seriola dumerili</i>	400	1	1			15
アジ類 Carangidae spp.	50~100		2~30,000	50,000		
〃	80~150				5~60,000	2~30,000
イシダイ <i>Oplegnathus fasciatus</i>	150	1				
マダイ <i>Pagrus major</i>	100					5
ヒメジ <i>Upeneus bensasi</i>	50~80					6
キンチャクダイ <i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>	150				1	
オキゴンベ <i>Cirrhithichthys aureus</i>	70	1	1			
〃	100				2	2
ササノハベラ <i>Pseudolabrus japonicus</i>	80	6				
〃	80~120		8	20		
〃	50~100				5	10
ホンベラ <i>Halichoeres bleekeri</i>	120				1	
リュウグウハゼ <i>Pterogobius zacalles</i>	80~100					4
ハゼ科の一種	50~80					20
ヒラメ <i>Paralichthys olivaceus</i>	300					1
ウマヅラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>	150~200	2				
〃	200~300		30			
〃	300			3		
〃	250~350				50	100
カワハギ <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	80	15				
〃	150		15	5	20	50
観察尾数合計		30,029	50,057	81,067	90,086	40,240
観察種数		10	9	9	13	16

3-3 音響調査結果

音響調査として、魚群探知機を利用した調査（魚探調査）と吊り下げ式のソナーを利用した調査（ソナー調査）を実施した。

魚探調査は、主に魚礁周辺における魚群の鉛直分布を把握するために実施し、ソナー調査は、魚礁周辺の魚群の水平分布を把握するために実施した。

平成11年度の魚探調査は、6月、7月、9月、11月の4回、平成12年度は6月、7月、9月、10月の4回、実施した。

図7は、11年6月の魚探調査時の船の航跡を示したもので、その結果として図8-1、8-2のような魚群反応を得ることができた。ここで得られた魚礁の反応（図中の白線内の面積）と魚群の反応（図中の黄線内の面積）から反応面積比（魚群反

応／魚礁反応）を各航走方向毎に求めて表3を作成した。この表から高層魚礁周辺における蝟集状況を把握することができ、結果として11年度は設置当初から高い蝟集状況にあったものが、12年度には全体的に低い値を示しており、蝟集量全体としては減少していることが窺われる結果となった。

図9、10は、平成11年11月の調査時に得られたソナーによる魚群の分布状況を表したものである。図9は、流速がある状態でのマアジを主体とする魚群の行動を示しており、高層魚礁の潮上側で円運動を描くような行動が窺われる。図10は、流速が無い状態での同一魚群の反応を示しており、高層魚礁潮上側30m付近に大きな固まりとなって滞留していた。

このように魚礁から離れた水域において、大規模な魚群が蝟集するというような結果は既存魚礁では確認されておらず、高層化による効果の一つと推察された。

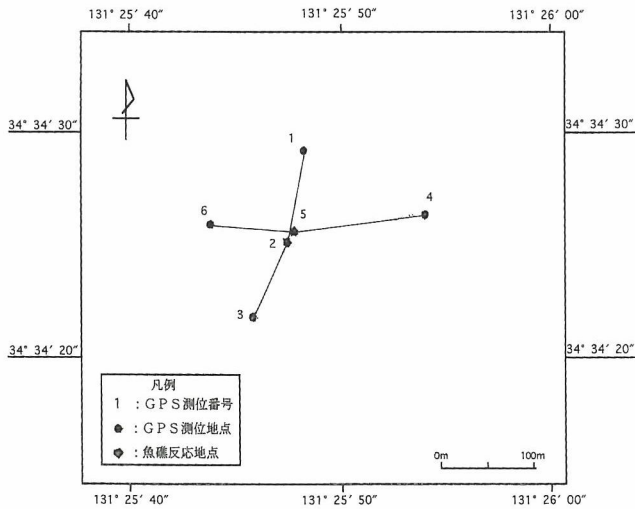
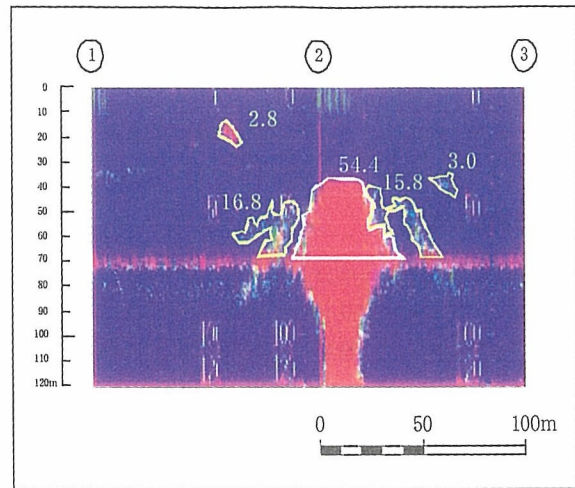


図7 魚探航走航跡の例（11年6月）

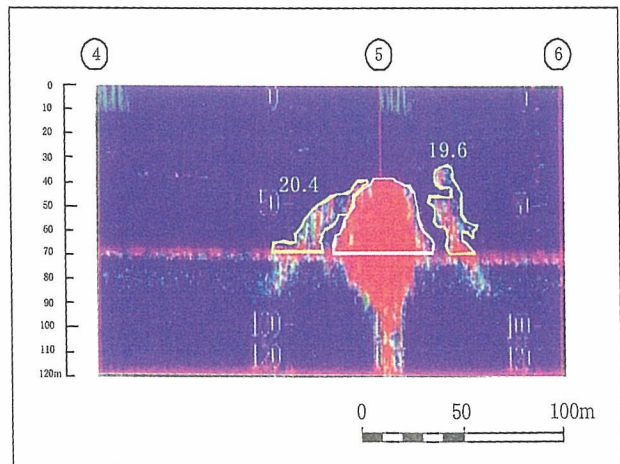
表3 魚探調査から得られた魚群の反応面積比

調査年月	調査年月			
	南-北	北東-南西	東-西	北西-南東
11年6月	0.706		0.74	
7月	0.195			0.864
9月	0.107		0.607	
11月		0.647		0.213
11年平均	0.336	0.647	0.674	0.539
12年6月		0.443		0.336
7月			0.786	0.543
9月		0.186		0.65
11月	0.171	0.236		0.064
12年平均	0.171	0.288	0.786	0.398



6月調査における試験礁の魚礁反応と魚群反応の面積（①～③）

図8-1 魚礁反応面積（白線内の面積）と魚群反応面積（黄線内の面積）の例（11年6月）



6月調査時における試験礁の魚礁反応と魚群反応の面積（④～⑥）

図8-2 魚礁反応面積（白線内の面積）と魚群反応面積（黄線内の面積）の例（11年6月）

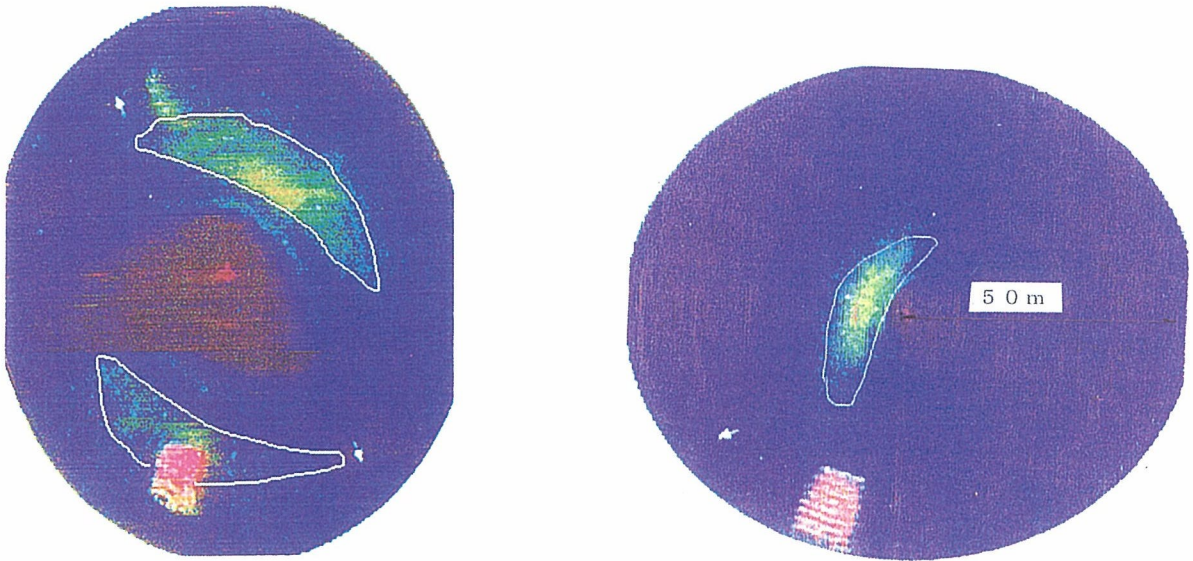


図9 吊り下げ式ソナーにより確認されたアジ類の分布状況

3-4 釣獲調査結果

釣獲調査は、平成11年度は7, 9, 10, 11月に、平成12年度は5, 6, 7, 9, 10月にそれぞれ実施した。基本的な漁法は、一本釣りとし、仕掛けは大型回遊魚を対象としたルア

ー釣り、マアジなど小型回遊魚を対象としたサビキ釣り、ウマヅラハギやカサゴを対象とした餌釣りを行った。仕掛け及び餌は、漁業者からの情報をもとに、季節毎に変化させて、できるだけ多くの漁獲が得られるものを選択した。

平成11年度の結果は、表4から7に、天然礁及び既設の造成礁の結果もあわせて示した。これらの結果を見ると、季

表4 平成11年7月の漁獲調査結果

魚種	天然礁	造成礁	試験礁
アイゴ	TL(36cm) 1尾		
アカエソ			TL(18cm) 1尾
アマダイ		TL(34cm) 1尾	
イサキ	TL(15cm~27cm) 6尾		TL(14cm) 1尾
イシモチ			TL(9cm) 1尾
イトヨリダイ	TL(17cm~21cm) 6尾		
ウマヅラハギ		TL(25cm~30cm) 8尾	TL(31cm~34cm) 2尾
ウルメイワシ		TL(10cm) 5尾	TL(10cm~12cm) 34尾
カサゴ		TL(21cm~26cm) 3尾	TL(17cm~22cm) 2尾
カタクチイワシ		TL(10cm) 2尾	
カワハギ		TL(13cm~18cm) 3尾	
サクラダイ	TL(17cm~21cm) 6尾		
ササノハベラ	20尾		
サバフグ			TL(28m) 1尾
スズメダイ	TL(9cm~15cm) 14尾		TL(11cm~12cm) 4尾
ネンブツダイ	TL(9cm) 1尾		TL(10cm) 1尾
フサカサゴ	TL(11cm~30cm) 2尾		
マアジ	TL(11cm) 1尾		TL(9cm~12cm) 12尾
マサバ		TL(13cm~22cm) 9尾	TL(12cm) 1尾
マハタ		TL(35cm) 1尾	TL(15cm) 1尾
魚種(尾数)合計	9種(57尾)	8種(32尾)	12種(61尾)

表5 平成11年9月の漁獲調査結果

魚種	天然礁	造成礁	試験礁
アマダイ		TL(35cm~38cm) 3尾	
イサキ	TL(14cm~20cm) 9尾		
イトヨリダイ		TL(28cm) 1尾	
ウマズラハギ		TL(16cm~24cm) 3尾	
エソsp.	TL(18cm~25cm) 2尾	TL(26cm~31cm) 9尾	TL(26cm~31cm) 12尾
カイワリ		TL(21cm) 1尾	TL(31cm) 1尾
カサゴ	TL(15cm~22cm) 2尾		TL(16cm) 2尾
カマス	TL(11cm~14cm) 3尾		
カワハギ		TL(23cm) 1尾	
キダイ		TL(12cm~13cm) 4尾	
クロソイ		TL(35cm) 1尾	
コシナガマグロ		TL(17cm) 1尾	TL(17cm) 1尾
ササノハベラ	TL(12cm~14cm) 2尾	TL(16cm) 1尾	
サバフグ	TL(24cm) 1尾		
シイラ	TL(33cm) 1尾	TL(46~50cm) 7尾	TL(26cm~37cm) 10尾
ソウダガツオ			TL(27cm) 1尾
チダイ		TL(21cm~31cm) 5尾	
トラギス		TL(11cm~13cm) 3尾	TL(14cm) 1尾
ネンブツダイ	TL(11cm) 1尾		
ホウボウ			TL(34cm) 1尾
マアジ		TL(39cm~42cm) 4尾	TL(13cm~21cm) 7尾
マダイ		TL(26cm) 1尾	
マハタ		TL(23cm) 1尾	
魚種(尾数)合計	8種(21尾)	16種(43尾)	9種(36尾数)

表6 平成11年10月の漁獲調査結果

魚種	天然礁	造成礁	試験礁
アイゴ	TL(27cm~28cm) 2尾		
イサキ	TL(15cm~20cm) 37尾		
イトヨリダイ		TL(24cm) 1尾	
ウマズラハギ		TL(25cm~34cm) 18尾	TL(28cm~37cm) 22尾
エソsp.			TL(34cm~45cm) 7尾
オハダロベラ	TL(12cm) 1尾		
カイワリ			TL(17cm) 1尾
カサゴ		TL(32cm) 1尾	
カワハギ	TL(17cm) 1尾		
カンパチ	TL(40cm) 1尾		TL(27cm~38cm) 6尾
キュウセン	TL(11cm~12cm) 4尾		
フサカサゴ	TL(13cm) 1尾		1尾
コシナガマグロ		TL(24cm) 1尾	TL(25cm~28cm) 6尾
ササノハベラ	TL(11cm~17cm) 12尾		
サバフグ		TL(28cm) 1尾	TL(25cm~30cm) 14尾
スズメダイ	TL(13cm~17cm) 14尾		
チダイ			TL(19cm~23cm) 5尾
ネンブツダイ	TL(8cm~10cm) 5尾		
ホウライヒメジ	TL(16cm) 1尾		
マアジ	TL(13cm) 3尾	TL(14cm~16cm) 3尾	TL(13cm~34cm) 53尾
マサバ		TL(26cm) 1尾	TL(23cm~29cm) 9尾
マハタ	TL(25cm~27cm) 2尾	TL(24cm~28cm) 2尾	
ミノカサゴ	TL(15cm) 1尾		TL(27cm) 1尾
魚種(尾数)合計	14種(85尾)	8種(28尾)	10種(124尾)

表7 平成11年11月の漁獲調査結果

魚種	天然礁	造成礁	試験礁
イサキ	TL(16cm~21cm) 24尾		
ウマズラハギ		TL(28cm~32cm) 16尾	TL(27cm~34cm) 25尾
エソsp.		TL(35cm) 1尾	TL(36cm~45cm) 4尾
カイワリ			TL(16cm~20cm) 7尾
カワハギ			TL(22cm~29cm) 2尾
カンパチ			TL(33cm~44cm) 14尾
キジハタ	TL(32cm) 1尾	TL(32cm) 1尾	
コシナガマグロ		TL(29cm) 1尾	TL(27cm~30cm) 5尾
サクラダイ	TL(15cm~21cm) 10尾		
ササノハベラ	TL(13cm~18cm) 12尾		
フグsp.		TL(27cm~28cm) 3尾	TL(19cm~30cm) 13尾
シキシマハナダイ	TL(20cm) 1尾		
スズメダイ	TL(14cm~15cm) 4尾		
スミイカ			1尾
トカゲエソ	TL(20cm) 2尾		
ネンブツダイ	TL(9cm~11cm) 3尾		
フエフキダイ	TL(18cm) 1尾		
ブリ			TL(46cm) 1尾
マアジ	TL(14cm~16cm) 25尾	TL(36cm~44cm) 3尾	TL(17cm~32cm) 9尾
マサバ	TL(21cm~22cm) 2尾		
マアジ	TL(26cm~30cm) 4尾	TL(28cm) 1尾	TL(30cm) 1尾
マルアジ	TL(16cm~19cm) 26尾	TL(16cm) 1尾	TL(21cm~22cm) 8尾
モロ	TL(20cm~30cm) 8尾		
魚種(尾数)合計	14種(123尾)	8種(27尾)	12種(90尾)

表8 平成12年度の漁獲調査結果

	5月12日		6月15日		7月7日		7月9日		9月7日		9月8日		10月5日		10月6日		10月7日	
	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数	個体数	湿重数
マハタ	4	1,773	1	552	12	8,596	4	2,946	1	754								
ウマズラハギ	1	510					1	273	4	1,408	5	1,990			2	996		
マエソ			1	92					3	897								
ワニエソ			2	197							7	1,673						
カサゴ			1	594	2	481	6	382	1	120								
クロソイ			1	674														
キツネメバル			1	664														
サバフグ			1	212			1	273										
ウルメイワシ					21	165	6	27										
カタクチイワシ					5	38	5	36										
ネンブツダイ					6	46	14	125	6	64								
マアジ					107	2,026	30	733	4	1,723	69	2,389			3	485		
マサバ																		
マトウダイ							2	1,368										
ブリ							1	48					5	4,265	12	11,210	1	1,054
ササノハベラ									1	50								
カイワリ									1	395	12	967			2	240		
サワラ									1	309	1	278						
カナフグ									1	230	2	522						
マルアジ											25	2,244						
シイラ											1	2,666						
コシナガマグロ											8	978						
カンパチ													4	3,048	10	9,341	8	8,152
ムロアジ															4	136		
合計	5	2,283	8	2,985	157	11,443	75	6,363	23	5,950	130	13,707	9	7,313	33	22,408	9	9,206

節毎に種類や尾数に変化しており、高層礁、既設礁、天然礁の違いが分かり難い。そこで、10尾以上釣れた魚種で比較してみると、天然礁ではイサキ、ササノハベラ、スズメダイ、マアジなど岩礁性魚類が多く、高層魚礁ではマアジ、ウルメイワシ、カンパチ、シイラ、ウマヅラハギなど表層性の回遊魚が多かった。既設礁ではウマヅラハギ程度で人工魚礁で釣れる代表的な魚種のみであった。結果として、高層礁の特徴は、回遊性の魚種が多く蛸集するということが把握された。

平成12年度の結果は、表8に示したとおりで、5月・2種、6月・7種、7月・10種、9月・14種、10月・6種となっており、全部で24種類、449尾、81,658gが釣獲された。

おおよその傾向としては、春季から夏季にかけて魚種数が増加し、秋季にかけて減少することがわかった。また、春季から夏季にかけては、マハタやカサゴなどの魚礁性の強い魚種が、夏季から秋季にかけてはマアジ、ブリ、カンパチなどの回遊性の魚種が主体となっていることが判る。

釣獲された魚を人工魚礁漁場造成計画指針(平成12年度版)の魚礁における魚類の分布様式の類型に従ってⅠ～Ⅳにわけると、表9に示すように全体で24種がⅠ型4%、Ⅱ型25%、Ⅲ型54%、Ⅳ型17%となり、出現種の半数以上が表層性の回

遊魚であることが判った。

3.5 水中テレビカメラ調査結果

11年度の水の中テレビカメラ調査は、水中の透視度の不良、機器の不調などから調査結果としてはほとんど得られなかった。そこで平成12年度は、潜水者が調査時に直接魚礁本体に8mmビデオカメラを取り付けて、3～4時間撮影する方式(固定方式)、ROVを使用してこれを船上の操縦者が移動あるいは停止して撮影する方式(移動方式)、船上より無動力のテレビカメラを吊り下げて魚礁周辺部を撮影する方式(固定・移動の中間方式)の3方式で行った。

本報告では、固定方式及び移動方式によって得られた結果について記述し、出現種の大きさ及び尾数については移動方式で撮影されたVTRから推定した。

高層魚礁でのROV調査は、7月と10月の2回実施し、このとき得られた映像に出現した魚種は、表10に示したように、7月7種、10月9種であった。

7月のROV調査では、高層魚礁上部から底部にかけて全体を撮影した後、水深60m付近に定位させて撮影した。その結果、潜水調査では数尾程度の観察しかできなかったウマヅラハギが、100～150尾程度の群を観察することができた。一方、魚礁内部に固まって観察されるカサゴやマハタについては潜水観察と同様の尾数を観察することができたが、マアジのような魚礁から離れて遊泳する魚種については最大20,000尾の群が確認されたのみであった。

10月の調査では、上中段部でカンパチ約35尾、ブリ約20尾が礁周辺を遊泳しており、カサゴ、カワハギ、ウマヅラハギが礁内部で観察することができた。また、下段から海底付近ではネンブツダイ、テンジクダイ科の一種、ヒメジ、ハゼ科の一種を観察した。なお、ROVで観察されたカンパチについては、潜水調査時よりも多くのものを観察できた。

固定式による調査では、5月、6月の調査時にカワハギ、ウマヅラハギ、ササノハベラ、ヒレナガカンパチが撮影された。7月調査時には、マハタ、カワハギ、ウマヅラハギ、ネンブツダイ、マアジ等が撮影され、潜水調査時には比較的低

表9 高層魚礁における漁獲魚の類型結果

類型	平成12年度
Ⅰ	カサゴ
	1種・4%
Ⅱ	マハタ、ウマヅラハギ、クロソイ、マトウダイ キツネメバル、ネンブツダイ
	6種・25%
Ⅲ	サバフグ、ウルメイワシ、マアジ、マサバ、ブリ マルアジ、シイラ、コシナガマグロ、カンパチ カタクチイワシ、サワラ、カナフグ、ムロアジ
	13種・54%
Ⅳ	マエソ、ワニエソ、ササノハベラ、カイワリ
	4種・17%
合計	24種

表10 平成12年度の水の中テレビ調査結果(R.O.V)

魚種名	7月調査		10月調査	
	推定全長(cm)	最大映り込数	推定全長(cm)	最大映り込数
カサゴ <i>Sebastes marmoratus</i>	15	2	15	2
マハタ <i>Epinephelus septemfasciatus</i>	30~40	2		
ネンブツダイ <i>Apogon semilineatus</i>	8~10	500	8~12	2
テンジクダイの一種 <i>Apogonidae sp.</i>			10	8
ブリ <i>Seriola quinqueradiata</i>			40	20
カンパチ <i>Seriola dumerili</i>			40	35
アジ類 <i>Carangidae spp.</i>	10~12	1万~2万		
ヒメジ <i>Upeneus bensasi</i>			8	1
ササノハベラ <i>Pseudolabrus japonicus</i>	10	2		
ハゼ科の一種 <i>Gobiidae sp.</i>			8	2
ウマヅラハギ <i>Thamnaconus modestus</i>	20~30	100~150	20~35	250
カワハギ <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	15	1	15	20

層で観察されたものが、魚礁中段部から潮上側にかけて広範囲に遊泳していることが確認された。

10月の調査では、カンパチ、ウマヅラハギ、マアジが確認され、20尾程度のカンパチの群がマアジの群を追う行動が確認され、摂餌行動の一環であることが推察された。

3.6 層別プランクトン採集結果

層別プランクトン採集は、高層魚礁近傍で水面より20m、30m、40mの各層にトラップを設置し、動物プランクトン及びデトリタスの採集を行った。

使用したトラップは、上層では50×50cmの方形型、中・下層ではφ45cmの円形で、52GG・335μの網地を使用したプランクトンネットである。トラップの採集時間は3時間程度とし、その間に濾されたものをサンプルとしてホルマリン固定した。なお、網口には濾水計を取り付けて、濾水量を計測し、単位水量当たりのプランクトン量を求めた。

平成11年は、7、9、10、11月の4回、平成12年は、5、6、7、9、10月の5回、実施した。

11年度の採集結果を表11に、文献7)を参考に餌として利用される可能性がある種とその他に分けて示した。トラップにより採集された濾過物を見ると、全体的には餌料として利用可能な個体数が多く、その他の個体数が多い5月、6月においても、餌料として利用できる種のほうが2倍～50倍の個体数であった。量的には、1m³当たりの換算量で比較すると、9月の上層(約109ml)が最も多く、次いで7月の上層(約40ml)であった。傾向としては、9月をピークに10月、11月になるに従って減少し、11月には上、中、下層とも1ml以下となった。また、上層に比べて、中・下層は量的に少なく、7月、10月では中層よりも下層のほうが量的に多い結果が得られた。

平成12年度の採集結果を表12に、11年度と同様に餌料として利用可能なものとその他に分けて示した。結果は、11年度と同様に餌料として利用可能なものの個体数が多く、5月、6月、7月の春から夏にかけての増加が顕著であった。1m³当たり換算した量の比較では、6月、10月、9月が多く、春と秋に多くなることが判った。また、層別では、春が上層、秋が中層に多く分布する傾向が窺われた。

4. まとめ

本調査は、水産庁の委託により(社)全国沿岸漁業振興開発協会が平成11年5月に山口県阿武郡阿武町奈古沖に沈設した礁高30mの高層魚礁の11年度と12年度の調査結果をまとめたものである。

以下に、調査の結果を示し、若干の考察を行う。

- 1) 水温、塩分の測定結果から、11年度に比べて12年度のほうが水温、塩分ともに月別変化の度合いが大きかった。また、水温、塩分の鉛直の分布に関しても、12年度の7月、9月の水温、塩分の結果から躍層の存在が確認でき、鉛直方向においても11年度に比べて変化が大きかったことが判った。
- 2) 潜水調査で出現した魚類は、平成11年17種、12年23種で、

種類数では増加の傾向を示したものの、両方の年度に出現した種はマアジ、マハタ、ウスメバル、ウマヅラハギ、ブリ、カンパチ、ヒラマサ、ササノハバラであり、全体の3割程度であった。

類型毎の出現量は、表13に示すように、両年ともにⅢ・Ⅱ型の2種がそのほとんどを占め、特に11年度に顕著であったマアジなどの「型種」が、12年度には少なくなり、逆に11年度に少なかった「型種」が、ネンブツダイの増加によって12年度では増加する結果となっている。

表13 高層魚礁における漁獲魚の類型結果

類型	平成11年		平成12年	
	出現量 (g)	%	出現量 (g)	%
I	35	0	1,903	0.2
II	65,662	5	266,505	35
III	1,300,449	95	491,246	64
IV	70	0	2,337	0.3
合計	1,366,216	100	761,991	99.5

- 3) 魚探調査結果をもとに算出した魚群反応面積比から、11年度と12年度の蝸集魚群量を比較した場合、潜水調査結果と同様に12年度は蝸集量が少なかった。
- 4) 釣獲調査結果から平成11年度は27種、12年度は24種であり、両年の共通種は14種38%で、潜水観察に比べて高い値を示した。
- 5) 水中テレビを利用した蝸集魚類の観察では、記録された魚種は潜水観察、釣獲調査によって把握された魚種と同様であり、蝸集魚種の新たな発見は無かった。しかし、高層魚礁周りでの蝸集魚類の分布や行動については、潜水観察とは異なる結果を得ることができた。例としては、ブリあるいはカンパチがマアジを摂餌行動において追尾する場合、高層魚礁の周辺を動き回っており、一定の場所に留まっていないこと、潜水観察では海底近傍で観察されるネンブツダイやマハタは、テレビカメラの観察では高層魚礁上部でも確認されることなどである。
- 6) 層別プランクトンの採集の結果では、11年度、12年度の結果ともに餌料として利用可能なものが多いことが判り、量的には春、秋に多くなる傾向が把握された。また、水深方向の分布については、春は上層、秋は中層に密度の高い時期があることも把握された。

単位体積当たりのプランクトン量については、11年度よりも12年度のほうが多い傾向があるのに対して、蝸集魚群量、特にマアジの蝸集量は減少するという逆の結果が得られた。

なお、水温・塩分とプランクトン量の分布、プランクトン量と魚群の鉛直分布との関係が窺われ、詳細なデータの収集によって海域に必要な魚礁の高さの目安を得られる可能性が見いだされた。

5. あとがき

本調査の結果では、海域の餌条件が維持あるいは向上したにも拘わらず、蛸集魚群量については減少する結果となった。漁業者からの情報では、このような傾向は海域全体の傾向であり、特にマアジの資源の変動が影響しているのではないかとのことであった。また、まき網などの大型の漁業が、イワシ資源が減少している結果として、沿岸での漁獲強度を増す傾向にあり、このための現象という意見も聞かれた。

いずれにしても、通常の漁獲行為が行われている海域において、漁獲規制を設けずに調査する難しさを実感させられる結果となった。

最後に、高層魚礁調査は、山口県の多大なるご支援と、奈古漁協及び漁業者の方々のご理解とご協力のもとに実施されていることを記し、感謝の意を表す。また、本報告作成に当たり、漁場施設研究室 村並美弥さん、全国沿岸漁場開発振興協会 橋木和代さんには多大な協力を頂いたことを記し、深謝する次第である。

参考文献

- 1) 高木儀昌・森口朗彦・木元克則・新井健次・蓮尾泰三・中村英夫・木村光一(2000)：高層魚礁の開発と効果，水産工学研究所技報，第22号，pp1～14.
- 2) 笠原裕・高木儀昌・關野正志(2001)：超高層魚礁のウスメバル増殖機能の調査，平成11年度沿岸漁場整備開発調査(直轄)報告書，水産庁漁港漁場整備部計画課，(印刷中).
- 3) 關野正志，高木儀昌(2000)：遺伝学的手法を用いた人工魚礁の増殖効果の検討，水産工学研究所広報誌「しおさい」，No.17，pp12～15.
- 4) 伊藤靖(2001)：高層型の魚礁について，水産工学研究推進全国会議人工魚礁部会資料.
- 5) 高木儀昌・森口朗彦・横山禎人・中畑敬章(2000)：魚類増集効果に及ぼす礁高，間隔の影響，平成12年度日本水産工学会学術講演会講演論文集，pp47～48.
- 6) (社)全国沿岸漁業振興開発協会(2000)：沿岸漁場整備開発事業人工魚礁漁場造成計画指針 平成12年度版
- 7) 鈴木智之(1965)：マアジの生態学的研究 I. 食性について，日水研報告(14)，pp19～29.
- 8) 平川和正，森田晃，長田宏，平井光行(1999)：大和堆における動物プランクトン群集の季節変化およびそれらと海洋構造との関連，日水研報告(49)，pp37～56