

# 高層魚礁を用いた蛸集機能に関する一考察

## Study on gathering functions adopting the high-rise artificial fish reef

伊藤靖\*・櫻井謙\*\*・寺島知己\*\*

Yasushi ITO, Ken SAKURAI and Tomomi TERAJIMA

\* (財) 漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部 次長

\*\* 漁港漁場新技術研究会 漁場造成研究部会

The improvement of the fishing grounds in the offshore・great deep sea water areas is in the spotlight as a planning to work on the intensive improvement of the fishery infrastructures. To cope with such circumstances, it is being under nation-wide promotion to develop the fishing grounds so widely and vertically by making better use of the high-rise artificial fish reef.

This study proposes a future strategy for the fishing ground development through clarifying some points such as fish reef structure vs gathering function, fishing method vs fish reef layout and so on taking into consideration the results of such investigation on gathering effect of the fish reef as carried out in Nagasaki and Oita Prefectures.

Key Words : development of fishing ground, large-scale high-rise artificial reef, hybrid artificial reef

### 1. はじめに

平成13年度に制定された「水産基本法」をもとに、新たに水産基盤整備計画が推進されている。中でも、重点的な取り組みとして、沖合・大水深域での漁場整備があげられる。これまで沖合域の漁場造成は、浮魚礁などによる回遊性魚類を対象とした漁場造成が一般的であった。しかし、マウンド漁場造成技術や高層型の人工魚礁(以下、「高層魚礁」)の研究開発が進み、広域かつ鉛直的な漁場造成が事業化されている。特に高層魚礁を利用した漁場造成は、全国的に広く事業展開されている。

本論文では、現在、沖合域で造成されている高層魚礁の効果調査をもとに、魚礁構造と蛸集機能、魚礁配置と漁法等を整理し、今後の漁場造成の考え方について提案するものである。

### 2. 長崎県の効果調査事例

長崎県では、平成12年に野母崎地区で高層魚礁の実証試験を実施し、平成14年から対馬、壱岐、野母崎地区で事業として設置した。この魚礁は、幅15.05m×奥行15.05m、高さ20m、空体積1360空m<sup>3</sup>、重量55.72ton(総重量は重錘量で異なる)を有し、外部を鋼材とし、内部に円筒形のコンクリート構造物とで構成する(図-1)。

以下に同一構造物を用い、海域条件の異なる地区で実施した効果調査結果を示す。

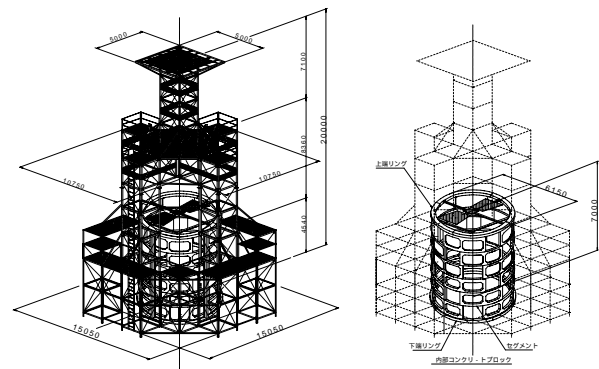


図-1 長崎県高層魚礁鳥瞰図

#### 2.1 長崎市野母崎地区

平成12年10月、長崎市野母崎町権現山西沖800m、水深約60mの地点に1基の試験礁を設置した。底質は砂で、北側1.6kmに4m角型魚礁群が設置されている。野母崎地区の特徴は周辺に天然礁がなく、アジ釣りを中心とした一本釣り漁業が中心である(図-2)。

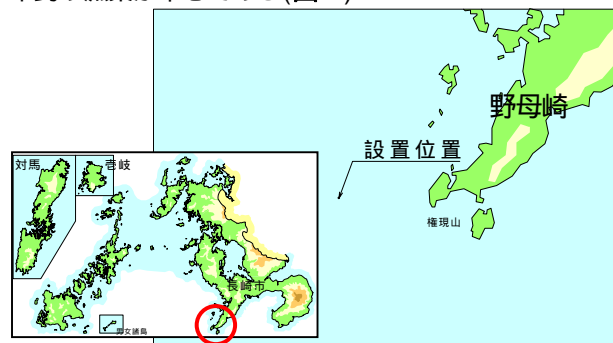


図-2 設置場所

**(1) 効果調査の状況**

効果調査は、設置から約5ヵ月後の平成13年3月、5月、7月、10月の4回行い、蛸集量の季節的变化を確認した。調査方法は、視認調査（ROV、潜水、固定カメラ）、音響調査（魚群探知機）、釣獲調査、試験操業（底刺し網）を組み合わせで行った。視認調査では、同日にROV、潜水と固定式カメラの3方法で実施した。

**(2) 調査結果**

第1回（H13.3.14）、第2回（H13.5.14-15）の効果調査では、型魚種のネブツダイが中心であった。しかし第3回（H13.7.2）と第4回（H13.10.22）の効果調査では、アジを中心にカンパチなどの型魚類が優先して出現し、型においても当初ネブツダイから大型のイサキ、ヨコスジフエダイなどへと遷移するなど、多様性も増加した。各調査の類型別蛸集量を図-3に示す。蛸集量は、季節変化とともに増加し、第4回調査では1390kgと推定された。魚群の類型別の蛸集割合は、季節変化とともに型魚種が増加した。また、礁内部にあるコンクリートブロック空間には、イサキ、アジなどの幼稚魚が確認され、「隠れ場」としての利用がみとめられた。

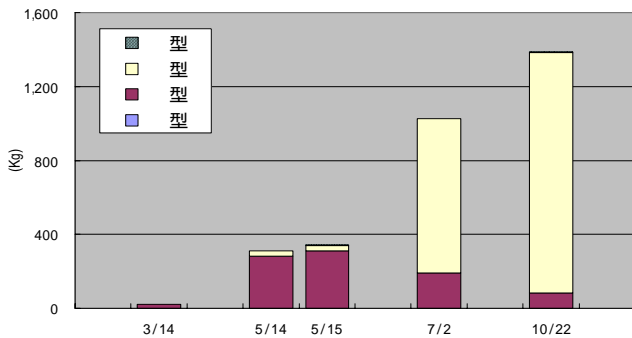


図-3 類型別蛸集量の季節変化 (H13)

**2.2 対馬市峰東地区**

平成15年2月、対馬市峰東沖、水深約85mに2基の高層魚礁が設置された。底質は砂で、底面はほぼ平坦である。近隣海域には、平成7年度に設置された2mおよび4m角型魚礁群がある。対馬地区の特徴は、周辺に天然礁がなく、急激に水深が深い漁場である(図-4)。

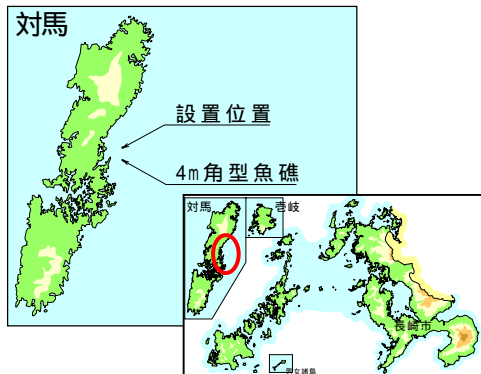


図-4 設置場所

**(1) 効果調査の状況**

効果調査は、設置後9ヶ月の時点で実施した。調査対象は、高層魚礁2基と、角型魚礁(2m,4mタイプ)で行った。調査方法は、視認調査（ROV）、音響調査（魚群探知機）、釣獲調査を組み合わせで行った。

**(2) 調査結果**

表-1にROVで観察された蛸集量調査結果を、図-5に各魚礁の類型別蛸集量を示す。高層魚礁では、ヒラマサ、ヒラメ、マハタ、ウマヅラハギ、カワハギ、クロソイなどが確認され、型を中心に型も多数確認された。特に魚礁上部では、型種のヒラマサが占有しており、型のマハタやクロソイは魚礁中段～下段に分布している。釣獲およびROV調査では、型魚種6種、型魚種が各1種など、計10種が確認された。一方、角型魚礁は、型のメダイが多く確認されたが、ウマヅラハギ、ウスメバルなどの型魚種はわずかであった。釣獲およびROV調査では、型魚種6種、型魚種各1種、の計8種が確認された。本海域では、それぞれ魚種は異なるが型魚種が優占していた。ただし、高層魚礁は、型魚種も比較的確認されている。

表-1 ROV調査による蛸集結果

魚礁種類		ハイブリッド魚礁				角型魚礁		
調査魚礁 st.		st. A		st. B		st. C		
観察礁容積 m <sup>3</sup>		1,382空m <sup>3</sup>		1,382空m <sup>3</sup>		360空m <sup>3</sup>		
類型	生息主領域	魚種	尾数	重量 (kg)	尾数	重量 (kg)	尾数	重量 (kg)
岩礁	表・中下層	マハタ	3	1.4				
		ハナダイ類					1	0.0
		カゴカキダイ	1	0.1	5	0.5		
		ウスメバル					1	0.3
		クロソイ			1	0.3		
		カワハギ	3	0.4				
		ウマヅラハギ	300	93.0	50	15.5	2	0.5
		ネブツダイ					20	0.1
		デンジクダイ類	10	0.1			300	0.3
		ベラ類					5	0.1
砂・泥底	表・中下層	ヒラマサ	200	560.0	300	840		
		メダイ					200	500.0
		トラギス類					4	0.1
		ヒラメ	1	2.0				
合計			518	657.0	356	856.3	533	501.4

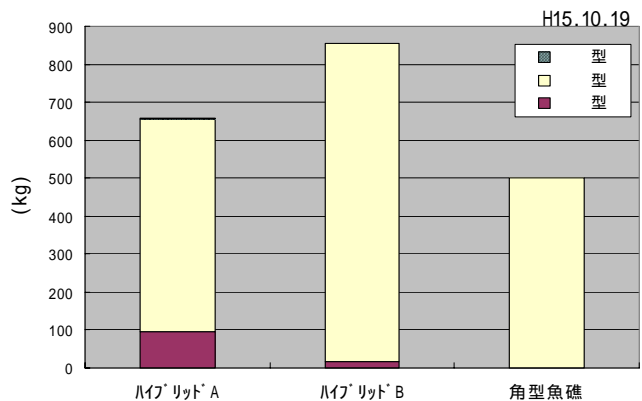


図-5 各魚礁の類型別蛸集量

## 2.3 苓崎市勝本北西地区

平成 16 年 3 月，苓崎市勝本北西沖，水深約 100m に 2 基の事業礁が設置された。底質は粗砂で，底面はほぼ平坦である。苓岐勝本地区の特徴は天然の好漁場に比較的接近している(図-6)。

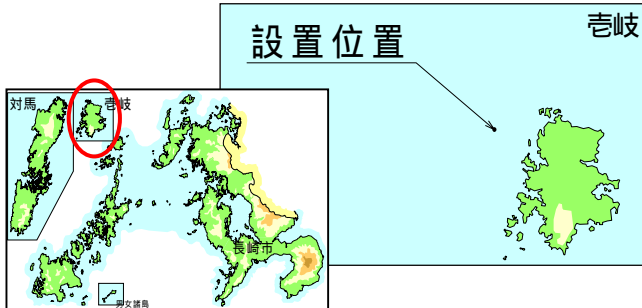


図-6 設置場所

### (1) 効果調査の状況

効果調査は，設置後約 8 ヶ月の状況を観察した。調査対象は高層魚礁 2 基とし，調査方法は，ROV によって視認確認を行った。

### (2) 調査結果

表-2 に ROV で観察された調査結果を，図-7 に類型別の蛸集割合を示す。本海域では，型のウマツラハギが占有し，ヒラマサ，マダイ，アカイサキ，イシダイなどの有用種が多く確認された。確認魚種数では，型が 9 種，型が 2 種，型が 1 種，計 12 種と多様性がみられた。野母崎や対馬地区のような近隣に天然礁がない海域では型魚種の割合が大きかったのに対し，近隣に天然礁がある苓岐地区では型魚種が占める割合が大きいことから，同じ魚礁構造や設置水深帯であっても，造成海域の特徴によって，型・型魚種の依存度が異なると推測された。

表-2 ROV 調査による蛸集結果

魚礁種類		H16.10.8		
調査場所		ハイブリッド魚礁		
観察基数		苓岐勝本北西地区		
観察礁空 m <sup>3</sup> (1基当り)		2基		
		1,382空m3		
類型	生息主領域	魚種	尾数	重量 (kg)
岩礁及び 岩礁周り砂礫		マハタ	3	16.7
		アカイサキ	40	12.0
		ハナダイ類	2	0.3
		ネンブツダイ	5,000	50.0
		テンジクダイ	8	2.0
		イシダイ	30	23.7
		イラ	1	0.6
		マダイ	200	232.0
表・中下層		ウマツラハギ	15,000	4,650.0
		ヒラマサ	50	203.0
		アジ類(大)	10	3.9
		アジ類(小)	10	0.1
砂・泥		マトウダイ	1	0.8
合計			20,355	5,195.1
1基当りの換算蛸集量			10,178	2,597.6

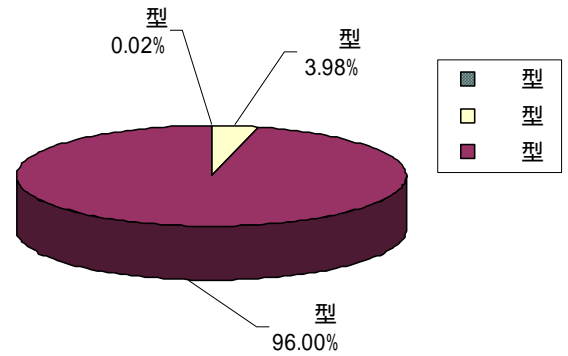


図-7 類型別蛸集割合

## 3. 大分県の効果調査事例

大分県では，平成 12 年から本タイプの高層魚礁の実証試験を実施し，平成 14 年から事業として，佐賀関沖，津久見市沖に設置された。この魚礁は，幅 15.5m × 奥行 15.5m，高さ 20m，空体積 1,080 空 m<sup>3</sup>，重量 70.92ton で外部を鋼材とし，内部に四面を垂直型の平面を有するコンクリート構造物とで構成する(図-8)。

以下に同一構造物を用い，海域条件の異なる地区で実施した効果調査結果を示す。

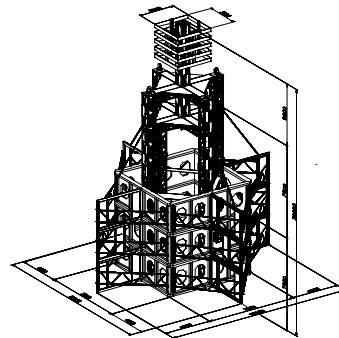


図-8 大分県高層魚礁鳥瞰図

### 3.1 大分県大分市関(旧佐賀関)沖地区

対象とした高層魚礁は平成 14 年度から始まった大分県広域漁場整備事業で設置されているもので，図-9 に示す大分県大分市関の沖合約 8km の水深約 65m のところに平成 16 年までに 9 基設置されている。周囲には天然礁がなく，新しく魚礁群として現在も造成中である。

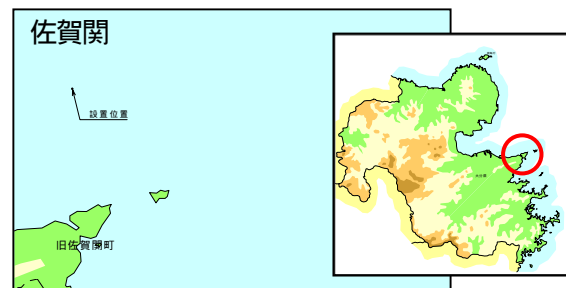


図-9 設置場所

調査地点を含む海域は、高級ブランドである「関アジ」の漁場となっており、魚礁の蛸集効果による漁場造成については漁業者・関係者の期待も大きい。

### (1) 効果調査の状況

効果調査は平成 15 年度 4 月に沈設されたものを約 1 年 3 ヶ月後に実施した。

調査方法は、視認調査（潜水，ROV），音響調査（魚群探知機），釣獲調査を行った。

### (2) 効果調査結果

潜水調査では、9 魚種、蛸集量で約 239kg が観察された。礁上層周囲にはマアジが蛸集し、礁近傍を遊泳するのが観察された。中層部にはトゴットメバル、中層部から下層部にはヒラメ、スズキ、イシダイ、ウマヅラハギ、カワハギなどの魚類が確認された(図-10)。

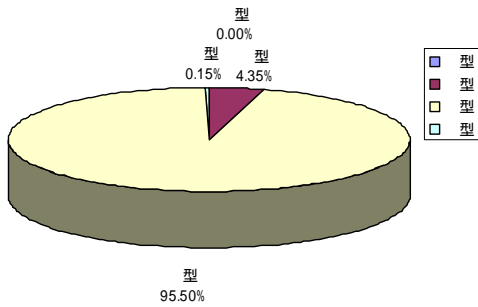


図-10 潜水で観察された魚類の類型別蛸集割合

一方、ROV 調査では、調査時に比較的流速が速く、観察範囲は朝下側が中心になった。ROV で確認された魚類は 7 種で、蛸集量は約 108kg と推定された。潜水調査とは異なり、ROV ではアジ類は礁近傍で確認され、定位するように蛸集していた(図-11)。

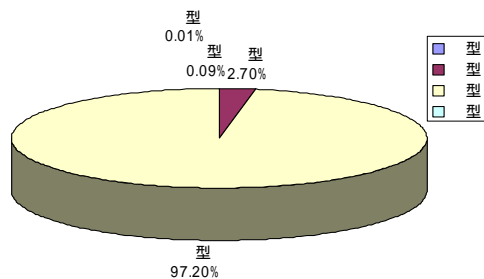


図-11 ROV による観察魚の類型別蛸集割合

魚礁に多く蛸集していたのは平均体長 20cm 前後のアジであった。礁の上層周囲にはマアジが蛸集し、礁近傍を群泳するのが観察された。中層部にはトゴットメバル、中層部から下層部にはヒラメ、スズキ、イシダイ、ウマヅラハ

ギ、カワハギ等の魚類が観察された。

型魚種であるマアジは魚礁、浮魚礁等の構造物が設置されると比較的早期に蛸集が見られたり、資源量が少ない場合は蛸集までの時間がかかったりと蛸集状況にバラツキが多いが、この海域は設置以前からアジの優良漁場であったことから比較的早期に蛸集したものと考えられる。

また、2 日間で釣獲されたマアジは 74 個体で、体長・体重の計測に用いた標本個体は合計 59 個体であった。その結果を表-3 に示す。

表-3 釣獲されたマアジの体長・体重

水深層	魚種名	体長 (cm)	体長 (cm)	個体数 (個体)	重量 (kg)
上層(0～50m)	マアジ	<i>Etelus japonicus</i>	20 ～ 29	802	105.269
	トゴットメバル	<i>Sclerorhynchus japonicus</i>	15 ～ 20	2	1.82
	カワハギ	<i>Stephanolepis hispidus</i>	15 ～ 20	2	1.74
中層(50～100m)	イシダイ	<i>Oligactis lineata</i>	30 ～ 35	1	4.00
	ウマヅラハギ	<i>Plagioscion obliquatus</i>	25 ～ 30	3	8.43
	カワハギ	<i>Stephanolepis hispidus</i>	15 ～ 20	11	7.77
	ササノハハギ	<i>Pseudisolepis japonicus</i>	5 ～ 10	1	8
下層(100～150m)	イシダイ	<i>Oligactis lineata</i>	40 ～ 45	1	4.34
	ササノハハギ	<i>Sclerorhynchus japonicus</i>	15 ～ 20	1	9.5
合計				844	128.418

### 3.2 大分県保戸島沖地区

平成 12 年 12 月に大分県津久見市保戸島沖 800m、水深約 50m のところに試験礁 1 基を設置した。底質は砂質で設置点から約 800m 離れたところに非常に大きな天然礁が存在している。図-12 にその設置場所を示す。

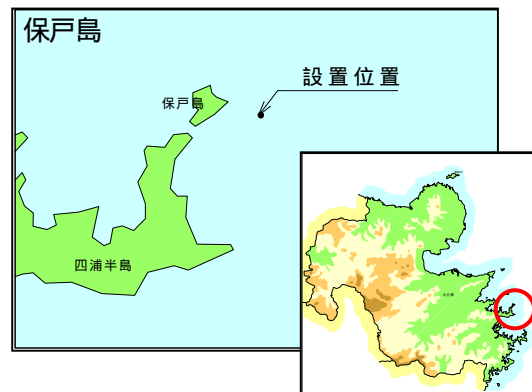


図-12 設置場所

### (1) 効果調査の状況

効果調査は試験礁設置後約 4 ヶ月が経過した 4 月から平成 16 年 7 月まで、設置後 1 年までは年間で 4 回、その後は 1 年に 1 回ずつ実施した。

調査方法は、視認調査（潜水，固定カメラ），釣獲調査，音響調査（魚群探知機）で行った。特に視認調査では、潜水と固定式カメラで実施した。

### (2) 効果調査結果

試験礁に出現した魚の総観察尾数は設置直後から月を追う毎に増加し、その後更に年毎に増加した。特に型魚種である大型のイサキ（約 25cm）の魚群重量は増加の傾向にあり、平成 14 年では全体の約 6 割を、平成 15 年では全体の約 9 割を占めていた(図-13)。



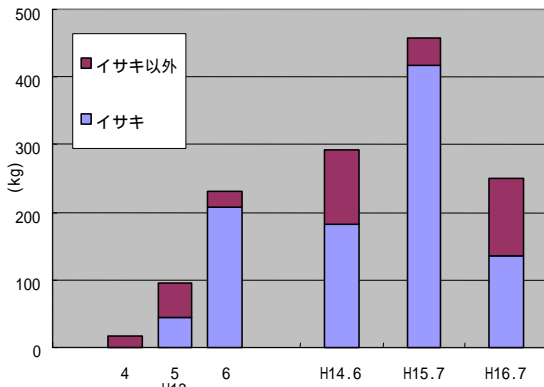
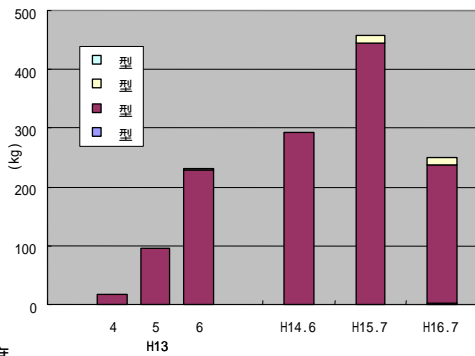


図-13 イサキの蜻集傾向の経年変化

潜水調査で観察されたイサキの個体数や蜻集量の変化を見てみると、平成15年までは設置後の年数が経過するにつれて推定個体数、蜻集量が増加してきた。しかし、平成16年の観察では前年に比べて個体数はさほど変化がないものの、蜻集量に換算すると、1/3に減少していた。これは観察された個体のほとんどが体長20cm以下の小型の若年魚であったためである。

また、イサキをはじめとする型魚類は試験礁設置直後から他の種を圧倒し、全体の9割以上を型魚種で占められている(図-14)。



平成15年度

図-14 類型別蜻集状況の経年変化

平成16年の潜水調査では大型のイサキが観察できなかったが、固定カメラでは体長25cm以上の大型の個体も固定カメラで確認できた。



写真-1 固定カメラによるイサキの蜻集状況

### 3.3 イサキを事例にした魚礁の増殖効果について

大分県津久見市保戸島沖に設置した試験礁と近隣の天然礁で実施したイサキの釣獲調査結果から魚礁が持つ増殖効果について考察を試みた。

平成15年に試験礁と天然礁で釣獲されたイサキの体長・体重・耳石による年齢組成を比較した。試験魚礁のイサキの平均体長と体重は天然礁と比較して有意に小さく、耳石による年齢査定においても3歳未満の未成熟個体が多かった。これに比べて天然礁のイサキは平均年齢が約4歳で、両地点に蜻集する魚群の年齢組成が異なっていた。平成16年についても、15年に比べその差は縮まったものの、天然礁の方が、試験礁に比べ年齢が高かった(図-15)。

このことから二つの仮説が考えられた。試験礁設置から数年が経過し、試験礁の機能が天然礁に近づいていると考えられる。また、もう一つの考え方として若年期において試験礁を利用し、産卵可能な成熟した個体は天然礁に移動するという二つの仮説が考えられる(図-16)。

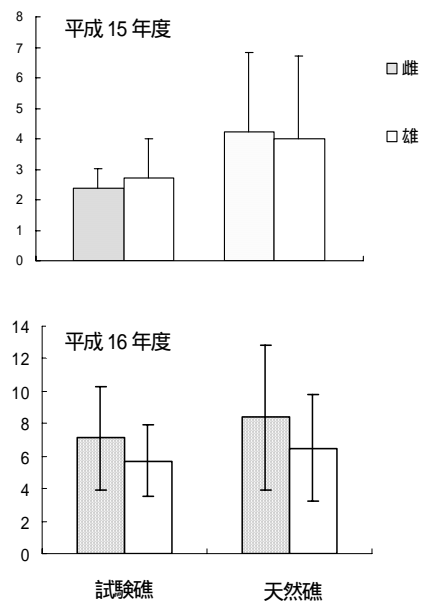


図-15 イサキの試験礁・天然礁における年齢差

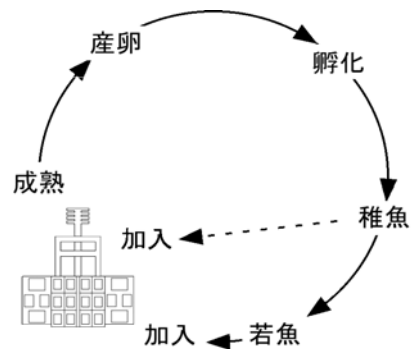


図-16 イサキに対するハイブリッド魚礁の役割

## 5. まとめ

これまで行っていた魚礁の調査は造成した漁場毎にその蛸集性について評価を行うかもしくは、海域の条件も魚礁の構造も異なるものを単純に比較して評価している事例が多かった。そこで本論では、高層型の魚礁にコンクリートブロックを複合した2種類の魚礁を使用し、同一県内の条件の異なる海域において比較調査を試みた。その結果、海域の条件により蛸集する魚類のタイプや、設置時から蛸集するまでの効果発現時間の違い、魚類による蛸集滞留期間の違いなど魚礁効果の発現性について特徴的な結果を得ることが出来た。

ここでは5地区による魚礁の蛸集性の特徴から漁場造成の考え方を提案し、今後更にデータを積み重ねこれまでの何かが集まる魚礁から、何かを集める魚礁に更に計画論を発展させたいと考えている。

### (1) 対象魚種の考え方

「天然礁と離れた海域に設置する場合」

長崎県野母崎沖での調査結果では、設置後比較的早い時期に型魚類のアジ類や型魚類のネブツダイが蛸集した。さらにアジを餌料とするブリやカンパチなどの大型の回遊魚が確認された。

対馬市峰東沖の調査結果では型のヒラマサが優占したが、コンクリートと複合し密度のある構造から型の魚類も確認された。さらに、周辺の既設のコンクリート魚礁にはメダイが優占しており魚礁の構造により蛸集機能の違いが確認された。

一方大分県佐賀関沖では、「関アジ」言われるほどアジの一本釣り漁業が盛んであり、その条件から天然礁が周辺に無い海域でマアジの優占的な蛸集が確認された。

天然礁の影響を受けない海域では、季節変動や海域環境の影響は受けるものの、型魚類を中心に、型魚類にも効果があると考えられ、新たな漁場の創造が期待できる。

「天然礁に近接する海域に設置する場合」

長崎県壱岐沖や大分県保戸島沖での調査結果は、設置直後から型魚類の蛸集が顕著となった。特に大分県での結果では親魚サイズのイサキが大量に蛸集することが確認され、平成16年度においても蛸集サイズは異なるもののその傾向は継続している。

天然礁の影響が大きい海域では、天然礁に依存している型魚類を中心とし、型魚類にも効果があると考えられる。さらに、大分県保戸島の結果ではイサキの親魚サイズが比較的長期間蛸集したことから、魚類の成長に対する役割として増殖機能を果たしていると考えられる。

### (2) 対象漁法の考え方

これまでの実証試験から以下の特徴が見られた。

同一の魚種が大量に蛸集すること。

水平的な拡がりも見られるが、基本的には鉛直的な分布を示すこと。

これらの特徴から高層魚礁は、特に鉛直方向を有効に利用できる漁法がよいと判断され、一本釣り、たて縄、曳き縄、まき網などに有効である。さらに沖合域の漁場造成では、まき網に対して有効である。

### (3) 造成計画の考え方

漁場造成は、事前調査によって海域の環境特性や地形、操業形態などを十分に把握し決定することが望ましい。特に集まる漁場から集める漁場に事業を進めるためにも、以下に配慮することが重要である。

対象魚種の生態的特性、海域の環境特性を配慮し、天然礁や既存の人工魚礁との関係についても、十分相乗効果が得られるように考慮すること。

利用する漁法と海象の関係を検討して必要な漁場面積を確保し、操業性を高めること。

配置間隔については漁場面積の確保よりも、漁獲対象魚種と操業形態に視点を置くこと。

## 6. おわりに

事業の沖合化に伴い、マウンド漁場や高層魚礁等が採用されるようになり、これまで対象でなかった漁業種類まで受益対象とすることが可能となった。このことは漁場利用の面から重要な問題を含んでいる。

今後、漁場造成の計画にあたり、基本計画の段階で、利用者のコンセンサスを十分に踏まえ計画策定することが非常に重要と考えられる。

## 参考文献

- 1) (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造成計画指針(平成12年度版),2000.
- 2) ハイブリッド魚礁研究会:ハイブリッド魚礁効果調査報告書,2003,2004,2005.