

魚礁類型化のための魚礁タイプ別蛸集状況調査

独立行政法人 水産総合研究センター 水産工学研究所
水産土木工学部 漁場施設研究室 高木 儀昌
社団法人 全国沿岸漁業振興開発協会 伊藤 靖・福田 亮

協力機関 青森県水産課、 同水産試験場
神奈川県水産課、 同水産総合研究所
和歌山県水産課、 同農林水産総合技術センター水産試験場
大分県水産課、 同水産試験場

調査期間 平成10年～12年度

1. はじめに

本調査は、人工魚礁造成計画における魚礁単体あるいは単位魚礁の形状・構造の選定のための基礎資料を得る目的で実施されたものである。調査は、青森県、神奈川県、和歌山県、大分県の協力のもと3年間実施され、青森県、和歌山県の調査では主に魚礁単体と蛸集魚種との関係を、神奈川県、大分県の調査では単位魚礁の構造（魚礁単体の配置や組み合わせ）と蛸集魚種との関係を把握した。

本報告は、各県で得られた調査資料（別添、資料1～4）を基に、魚礁単体あるいは単位魚礁の類型化について検討した結果である。

2. 調査内容

調査は、魚礁単体や単位魚礁の形や配置の違いと蛸集魚種との関係を把握するため、潜水やROVによる視認調査と釣獲調査を実施した。

この調査結果によって得られた、魚礁別の蛸集魚種の結果から、魚礁単体あるいは単位魚礁の類似性を検討することとした。

3. 結果及び考察

3.1 青森県の結果

本県では、主に魚礁単体と蛸集魚種の関係について、日本海側、太平洋側、津軽海峡内、陸奥湾内の4海域に設置されている人工魚礁の中から、形状の異なる魚礁単体13種を選定し、調査を実施した。

結果は、資料1、表6、7のとおりであり、各魚礁単体で確認された魚種、体長、尾数を示している。これらの結果から、以下のようなことが把握された。

- 1) 魚礁単体が同一で、ある程度の規模であれば（例えば、かまぼこ魚礁）、異なった海域に設置されたとしても、蛸集する魚種は類似していた。ただし、海域や調査時期によって同一魚種であっても、体長や尾数については相違が認められた。
- 2) 魚礁単体の形状が異なっている場合でも、骨組み構造であるか、面構造であるかなどの違いによって蛸集魚種は異なるものの、同一構造形式であれば蛸集魚種は類似しており、メバル類に関しては骨組み構造のほうに多く蛸集する傾向が認められた。
- 3) 魚礁単体が同一形状であっても、小型単体の場合には（例えば、FP魚礁や1.5角型）設置形状や規模で蛸集魚種、尾数に大きな変化が認められ、特に単体を少数あるいは分散して配置した場合には、ウスメバルなどの蛸集尾数が大幅に減少した。
- 4) 蛸集魚種の主なものは、夏季ではエゾメバル、ウスメバル、メバル、クロソイ、秋季ではマアジ、ウマヅラハギであった。

3. 2 和歌山県の結果

本県の調査は、日高南部地区人工礁と周辺的大型人工魚礁設置海域を調査海域としており、同一海域に設置されている魚礁単体中から、添付資料3に示す10種類の魚礁単体を選定して、調査を実施したもので、太平洋側での魚礁単体の形状や規模と蛸集魚種の関係を明確にすることを目的としたものである。

結果は、資料2、表2～10に示したとおりで、各魚礁単体で確認された魚種、体長、尾数を示している。これらの結果から、以下のようなことが把握された。

- 1) 魚礁単体の形状別の確認魚種によって、蛸集魚種の相違が確認され、大きくはコンクリート魚礁と鋼製魚礁では、鋼製において多くの魚種が確認された。
- 2) 本海域での主要対象魚種であるイサキに関して、大型の群を観察できたのは大型の鋼製魚礁単体（クラウンリーフ）と多数の小型単体の乱積み（1.5角型）であり、高さ、規模の有効性が確認された。
- 3) アジ類の群を観察できたのは、鋼製魚礁（スリースター）とコンクリート魚礁（1.5角型、FP3.25）であった。また、ブリの群を観察できたのは、1.5角型魚礁の乱積みものであった。

3. 3 神奈川県の結果

本県の調査は、三浦市松輪沖に設置されたA、B、C3種類の大型魚礁を対象とし、それぞれの大型魚礁は単一の魚礁単体から構成されており、魚礁単体と造成手法（集積型と分散型）の相違を把握するために実施されたものである。なお、本調査海域は、海域の視程が悪く、また設置水深が深く、潜水やROVでの視認調査が困難であったため、釣獲調査を主体とした調査を実施した。

結果は、資料3、表3～9に示したとおり、A、B、C魚礁域における一本釣り、刺し網による釣果が、魚種別に尾数、生産金額を示している。これらの結果から以下のようなことが把握された。

- 1) 釣獲された魚種、尾数から推定した生産金額から求めた一人一時間当たりの生産金額を算定し、A、B、Cを比較した結果、小型単体の集合体の場合は440円/人・h、大型単体の分散配置の場合は約400円/人・hで若干低い結果であった。また、各魚礁での生産金額の8～9割は、マダイ、イシダイ、チダイ、マアジ、カワハギ、ウマヅラハギの6種であった。
- 2) 小型単体の集合体と大型単体の分散配置では、釣獲された魚種の組成が異なり、小型単体の集合体はII型種が多く、大型単体の場合はIII型種が多い傾向があった。

3. 4 大分県の結果

本県の調査は、県北部国見町竹田津地先に造成された6タイプの人工魚礁群と沿岸の並型礁及び天然礁を調査対象とし、組み合わせの異なる6種類（A～F礁）の単位魚礁と蛸集魚種との関係を把握するために実施されたものである。なお、使用されている魚礁単体は、資料4、図3に示されている15種類で、基本的な構成は大型の単体と小型単体の組み合わせとなっている。

結果は、資料4、表2～4に示したとおりで、それぞれの魚礁で確認された魚種、体長、尾数を示している。これらの結果から以下のようなことが把握された。

- 1) 単位魚礁（A～F）、並型、天然礁すべてで確認された魚種は、メバル、カサゴ、ウマヅラハギの3種で、天然礁のみ確認されなかった魚種がスズキであった。これら4種は、魚礁単体の組み合わせに関係なく蛸集する可能性がある。
- 2) 1000尾以上の尾数が確認された魚種は、アジ類とメバルで、アジ類はD礁とF礁、メバルはF礁と並型で大量に確認された。D礁、F礁、並型に共通な点は、D礁は単位魚礁の規模が約500空m³で調査した単位魚礁中最大規模であり、F礁は構成魚礁のマリノリ

ーフが単体で約 320 空 m^3 あり、使用単体では最大規模であったこと、並型は 1 m 角型全体で約 700 空 m^3 と大型であったことが上げられる。

- 3) 確認された有用魚種（メバル、カサゴ、ウマヅラハギ、スズキ、アジ類、カワハギ、イシダイ、クロダイ、アイナメ、キジハタ）10 種すべてが確認された単位魚礁は、C 礁、D 礁、F 礁の 3 タイプであった。C 礁と D 礁は大型の魚礁単体が面的に複数基配置されており、中型、小型単体を分散配置した場合に比べて、魚種の多様性が高くなった。

4. まとめ

本調査では、青森県、神奈川県、和歌山県、大分県のそれぞれの調査海域において、魚礁単体あるいは単位魚礁における蛸集魚種を把握し、その結果から数ある魚礁単体や単位魚礁の形状・構造の類似性の検討を試みたものである。その中で、青森県では日本海、太平洋、津軽海峡といった海域の違い、和歌山県では外海の同一海域にける魚礁単体の蛸集効果の違い、神奈川県では外海の同一海域における単位魚礁の蛸集効果（生産効果）の違い、大分県では内海の同一海域における単位魚礁の蛸集効果の違いを検討した。

結果として、魚礁単体や単位魚礁の個々の形状を類型化するまでには至らなかったが、今後の人工魚礁造成計画の策定に当たり興味深い結果がいくつか得られたので、以下にまとめた。

4. 1 魚礁単体について

- 1) 魚礁単体がある程度の規模・高さを有する場合には（おおむね 300 空 m^3 以上）、海域の特性にもよるが、一般的に人工魚礁で観察できる魚種（アジ類、メバル類、ウマヅラハギなど）は観察することができた。ただし、構造が骨組み構造であるか、面構造であるか、あるいは分散配置であるか、集積配置であるかによって、蛸集魚種に相違が現れる。
- 2) ある程度の規模・高さの大型魚礁単体では、分散配置してもその効果が大きく変化することはないが、中・小型単体の場合はできるだけ礁間隔を狭くして配置したほうが、効果が大きくなる。特に、小型単体については、一カ所に集中的に設置したほうが、高い効果が得られる。

4. 2 単位魚礁について

- 1) 中型の組立魚礁単体（おおむね 50 空 m^3 以上、300 空 m^3 未満）などを利用して、単位魚礁が構成され、また礁の間隔が広い場合に、そうでない場合に比べて蛸集魚種や尾数が少ない傾向が認められた。したがって、中型単体を用いて単位魚礁（400 空 m^3 以上）を造成する場合は、魚礁単体間の間隔を操業の利便性を考慮した上で、できる限り間隔を短く配置することが効果を高くするために必要である。
- 2) 小型単体における蛸集状況から、集積して一カ所に設置した場合と少量を分散して設置した場合では、集中して設置した場合のほうが高い蛸集効果が得られていた。したがって、小型単体（おおむね 50 空 m^3 未満）を用いて単位魚礁を造成する場合には、400 空 m^3 以上を一塊りとするような集合体とすることが、高い効果を得るための条件となる。
- 3) 大型単体（300 空 m^3 以上）を用いて単位魚礁を造成した場合の結果から、単位魚礁の構成に大型単体が含まれていることによって、中型単体のみで単位魚礁に比べて、礁間隔をある程度広くしても、蛸集効果に相違が少ないことが判った。したがって、単位魚礁の配置に関係なく安定した蛸集効果を得るためには、構成魚礁に大型魚礁単体を組み入れることが有効となる。
- 4) 高さが高く、規模の大きい大型単体のみで構成される単位魚礁と小型単体のみで構成される単位魚礁では、蛸集魚種の組成が異なり、大型単体のみでは表層性の魚種である III 型魚種の比率が高く、小型単体の場合には魚礁性が強い I 型種と中間種である II 型種の比率が高くなることが把握された。

以上のように、本調査で実施した魚礁単体の形状と蛸集魚種との関係については、300空 m^3 以上の大型単体と小型単体の集合体に関する相違については、ある程度把握できたが、大型単体間や中型単体間の相違については、調査計画の段階では判断ができなかった要因が含まれており、十分な成果をえることができなかった。

ただし、新規魚礁の効果調査における300空 m^3 以上の魚礁設置の意味、単位魚礁400空 m^3 以上の意味を改めて認識できた調査であったことは有意義であった。従来は、造成面積を重視するあまり、効果との関連を軽視してきたところがあり、それが計画にも反映していたわけである。今回の調査では、その結果が明確に滲み出てきており、調査の重要性を感じた次第である。

最後に、本調査に協力いただいた青森県、神奈川県、和歌山県、大分県の関係者の方々に感謝の意を表するとともに、この結果が今後の人工魚礁造成計画の更なる発展につながることを祈念するものである。

参考文献

- 1) (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)
- 2) (社)全国沿岸漁業振興開発協会(1999):沿岸漁場整備開発事業構造物一覧

魚礁ブロック類型化のための魚礁ブロックタイプ別の蛸集状況の調査

1. 調査実施機関

青森県漁業振興課、青森県水産試験場

2. 調査年度

平成12年度

3. 調査のねらい

小型単体魚礁及び組立魚礁について魚礁ブロックタイプ毎の魚群蛸集状況の差異（特に効果範囲）を調査する。

4. 調査方法

図1に示す、青森県太平洋沿岸に造成された階上地区人工礁、津軽海峡に造成された東通地区人工礁、日本海沿岸に設置された鱒ヶ沢地区人工礁について、表1のとおり試験操業、潜水による魚礁ブロックタイプ別に蛸集する魚類の種組成と量を把握した。



図1 調査場所の位置

表1 調査時期と方法

項目	調査時期	鱒ヶ沢地区人工礁		東通地区人工礁			階上地区人工礁			
		6月13日	10月8日	6月16日	9月6日	12月15日	6月1日	6月21日	9月7日	12月14日
試験操業	調査方法	刺網		アイナメ籠			一本釣			
潜水観察	調査時期	平成12年7月26, 27日		平成12年11月12, 13日			平成12年12月14, 15日			
	調査方法	潜水目視観察及び写真・ビデオ撮影								

5. 調査結果

潜水調査による目視結果（表2）から、昨年同様蛸集種類数、尾数ともに小型単体魚礁よりも組立魚礁が上回った。また、小型単体魚礁でも密集・積重ねにより組立魚礁と同じ効果があることが判った。今回異体類や回遊魚以外の根魚については、礁体から5m離れると全く観察されなかった。これはダイバーを嫌避して魚礁内部に逃避したものと考えられる。

表2 潜水調査による目視結果

調査地点	鱒ヶ沢地区人工礁							
	水深(m)		45.8		44.1		44.1	
魚礁種類	かまぼこ(151空m ³)		かまぼこ(151空m ³)		かまぼこ(151空m ³)		1.5角型魚礁	
基・個数	1		1		1		14	
設置状況	1基単独		1基単独		1基のかまぼこ型の周囲に7m程度離れて角型が3, 4, 7個の3グループある。			
目視範囲	魚礁~5m以内	5m以上	魚礁~5m以内	5m以上	魚礁~5m以内	5m以上	かまぼこは角型の間や角型には蛸集無し。	
蛸集種類数	10	0	9	0	7	1*		
蛸集尾数(約)	1455	0	5693	0	4460	100		
調査地点	東通地区人工礁							
	水深(m)		49.9				56.6	
魚礁種類	FP3.25型				FP3.25型			
基・個数	12				9			
設置状況	3, 4, 5個のグループに10m間隔で分かれ、5個グループは1個積み重なっている。				2, 3, 4個のグループに10m間隔で分けられている。			
目視範囲	魚礁~5m以内		5m以上		魚礁~5m以内		5m以上	
蛸集種類数	5		0		3		0	
蛸集尾数(約)	106		0		152		0	
調査地点	階上地区人工礁							
	水深(m)		49.9				49.4	
魚礁種類	かまぼこ(151空m ³)		FP3.25型		かまぼこ(151空m ³)		FP3.25型	
基・個数	5		5		2		3	
設置状況	かまぼこ5基が5m間隔で、それから10m離れた所にFPが2・3個の2グループ設置。				かまぼこ2基が近接(1m)し、それから20m離れた所にFPが3個設置。			
目視範囲	魚礁~5m以内	5m以上	魚礁~5m以内	5m以上	魚礁~5m以内	5m以上	魚礁~5m以内	5m以上
蛸集種類数	8	0	0	0	9	0	0	0
蛸集尾数(約)	323	0	0	0	367	0	0	0

* :ブリが15m上方を回遊



ウスメハール、エソメハール

ウスメハール

ウスメハール、ウミタナコ

写真 左から、鯨ヶ沢(シヤンボ)、東通(FP3.25 2段積)、階上(シヤンボ)での蛸集状況

表3 試験操業結果(西津軽地区人工礁)

調査年月日	平成12年6月13日			平成12年10月8日		
	刺網			刺網		
調査方法	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)
ヒラメ	7	446	968	1	550	—
アイナメ	5	312	560	0		
キツネメバル	10	202	169	0		
メイトガレイ	2	202	108	0		
マコガレイ	1	300	410	1	280	277
ムシガレイ	1	248	140	0		
キュウセン	1	180	60	2	175	92
カナガシラ	1	242	180	0		
トラザメ	1	445	310	0		
エソメバル	1	272	370	0		
メバル	1	270	365	0		
フサギンボ	1	380	610	0		
コモンカスベ	2	388	565	2	329	436
アカエイ	0			1	780	2465
ウマツラハギ	0			108	254	242
カワハギ	0			4	178	128
シロザケ	0			1	720	—
マダイ	0			1	290	—

また、潜水調査結果と試験操業では若干の日のずれはあるがほぼ同じ時期に調査しており、目視観察種数と漁獲種数には特異な差はないものの、目視尾数と漁獲量とには明らかな差があった。これは漁具の漁獲選択性によるものであり、試験操業による調査結果から魚礁効果量を推定する際には、目視結果を出来る限り反映出来る漁具をいかに選択するかが重要と考える。

釣、刺網、アイナメ籠を比較した場合、今回の調査では釣>籠>刺網の順番で選択性が強いように見受けられた。

表4 試験操業結果(東通地区人工礁)

調査年月日	平成12年6月16日			平成12年9月6日			平成12年12月15日		
	アイナメ籠								
調査方法	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)
アイナメ	11	279	321	6	268	235	20	313	377
キツネメバル	7	211	159	1	253	304	0		
ウスメバル	1	220	170	2	238	190	0		
ホツケ	3	320	422	0			0		
カサゴ	1	150	60	7	278	429	0		
ババガレイ	16	251	197	3	247	205	0		
ケムシカジカ	2	335	713	0			0		
ミズダコ	3	—	4660	12	—	495	2	—	20850
シマソイ	0			1	275	370	0		
エソソアイナメ	0			4	295	275	1	323	336

いように見受けられた。

表5 試験操業結果(階上地区人工礁)

調査年月日	平成12年6月1日			平成12年6月21日			平成12年9月7日			平成12年12月14日		
	一本釣											
調査方法	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)	尾数(尾)	平均全長(mm)	平均体重(g)
アイナメ	6	352	642	11	300	399	1	320	466	0		
キツネメバル	6	270	482	6	253	382	3	183	143	3	267	377
ウスメバル	1	240	260	2	238	250	24	213	187	4	225	203
フサギンボ	4	388	548	0			0			0		
アイカジカ	3	187	77	0			0			0		
エソソアイナメ	0			2	315	298	0			0		
カジカsp	0			3	250	193	0			0		
メバルsp	0			1	310	552	0			0		
エソメバル	0			0			4	284	345	0		
ネズミゴチ	0			0			1	220	520	0		

6. 3か年間の調査まとめ (表6、7)

表6、7に、過去3か年の潜水目視調査による魚礁タイプ別の蛸集調査結果をまとめた。このデータは潜水調査可能範囲(水深70m以浅)での結果である。

これらの結果から、本県では水深に対する魚礁の高さは水深の0.6~2.3割の間が効果範囲であるが、小型ブロックの乱積事例や陸奥湾以外では2割以上の高さある場合がほぼ確実に蛸集効果が見られた。

また、小型ブロックと組立魚礁が近接して配置されている場合には、組立魚礁に魚類の蛸集が集中し、このような配置の場合には小型ブロックにも組立魚礁に匹敵する高さや容積が必要と考えられた。

この他小型ブロックの乱積みは、前述した高さを満たさなくても魚類の蛸集効果は組立魚礁並みか箇所によっては組立魚礁以上に魚類の蛸集性がみられ、また蛸集量だけでなく蛸集魚介類の種数も多く、漁場造成にとって対象魚種を広範囲に出来る可能性が伺えた。このことから、人工漁場よりも天然漁場に魚介類蛸集種数が比較的多い傾向があるとのこれまでの知見をもとに判断すると、小型ブロック乱積みによる漁場造成は組立魚礁よりも天然漁場に近い効果を発揮するものと推察される。



ビラットP200A(幅6.9m×長さ6.9m×高さ10.8m高さ)

調査年月日	1998年9月3日
海域(場所)	日本海(修ヶ沢)
配置状況	3基が7mと10m間隔で近接配置
水深	46.6m
水温	19.0°C
透明度	15.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数
アジ	5 2,000
ササハベラ	15 4
キュウセン	15 3
ウマツラハギ	10 300
ウスハハル	5 5
クロイ	10~20 15
キツネハハル	10 5
アヒメ	10~15 5

ジャンボタートル(底直径6.3m×6m高さ)

調査年月日	1998年9月11日	1998年9月12日
海域(場所)	太平洋(百石)	太平洋(百石)
配置状況	1基のみ	2基が5m前後の間隔で配置
水深	42.1m	40.0m
水温	18.0°C	18.0°C
透明度	10.0m	10.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数	全長範囲(cm) 目視尾数
アジ	3~5 200	3~5 200
ウミサコ	10 10	10 10
ハハル	15 2	15 2
キツネハハル	15~20 10	15~20 10
アヒメ	20~30 5	15~30 1

130-I型ジャンボ魚礁(8m×5m×高さ7.06m)

調査年月日	1999年11月19日	1999年11月20日
海域(場所)	太平洋(三沢)	太平洋(三沢)
配置状況	1基のみ	ジャンボ1基の前後に15個程度の礁らに配置された1.5m角型有り。
水深	43.5m	45.0m
水温	15.0°C	15.0°C
透明度	10.0m	10.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数	全長範囲(cm) 目視尾数
アジ	5 200	5 500
イシダイ		10 2
リュウグウハゼ		5~10 3
ウミサコ	10 50	10 20
キュウセン	10 3	10 5
ウスハハル		5~10 40
クロイ	40 6	10~20 7
キツネハハル	15 10	5~15 13
アヒメ	25~30 2	20~25 2
ケムシソウカ		30 2
ハハル	25 20	15~20 6
エソアヒメ	20 1	20 1

ドラゴンカブセル3000S(底直径4.79m × 上面直径1.148m × 3m高さ)

調査年月日 海域(場所)	1998年9月11日 太平洋(百石)	1998年9月12日 太平洋(百石)	1998年9月12日 太平洋(百石)
配置状況	3個が5m前後の間隔で配置	5個が5m前後の間隔で配置	3個が5m前後の間隔で配置
水深	43.3m	40.2m	41.6m
水温	18.0°C	18.0°C	18.0°C
透視度	10.0m	10.0m	10.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数	全長範囲(cm) 目視尾数	全長範囲(cm) 目視尾数
タケコハル	30	20	1
アヒメ	1	30	1
			皆無

ドラゴンリーフDR5000U(幅5m × 長さ5m × 5m高さ)

調査年月日 海域(場所)	1998年9月12日 太平洋(百石)	1998年9月12日 太平洋(百石)
配置状況	1基のみ。20m離れてドラゴンリーフ72基グループ有り。	2基が5m前後の間隔で近接配置。20m離れた所に1基ドラゴンリーフ有り。
水深	41.8m	40.0m
水温	18.0°C	18.0°C
透視度	10.0m	10.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数	全長範囲(cm) 目視尾数
アヒメ	15~20	2
ハハカレイ	25	1
		15~20
		4

キョウトリーフAM-150(目測で幅5m × 長さ5m × 高さ5mの三角柱横倒し型)

調査年月日 海域(場所)	1999年1月25日 津軽海峡西部(三陸)
配置状況	3基のうち2基が接触して配置され、それから7m離れて1基のみ配置。
水深	66.5m
水温	11.0°C
透視度	10.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数
ホコサメ	50
キツネハル	15
シタコ	120
	1

タートル魚礁B型(底面直径4.6m × 高さ2.477mの饅頭型)

調査年月日 海域(場所)	1999年1月25日 津軽海峡西部(三陸)
配置状況	3個がそれぞれ10m程度離れて配置。
水深	66.1m
水温	11.0°C
透視度	10.0m
観察魚種名	全長範囲(cm) 目視尾数
	皆無

① 調査課題名

魚礁ブロック類型化のための魚礁
ブロックタイプ別の蛸集状況の調査

② 実施期間名

和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場
小久保 友義・小川満也

③ 調査実施年度

1998～2000年度

④ 緒言

多種多様な魚礁単体が開発され、魚礁設置事業においても使用されているが、個々の単体の機能が明確な効果として現れておらず、形状選定が困難な状況である。そこで、魚礁単体の選定上の根拠を明確にするため、過去の魚礁設置事業に使用された各種の魚礁単体が、「沿岸漁場整備開発事業人工魚礁漁場造成計画指針」¹⁾でタイプ分けされているⅠ型(カサゴ、ハタ類、アナゴ類等)、Ⅱ型(イサキ、マダイ、インダイ等)、Ⅲ型(アジ類、サバ類、ブリ類等)の魚種のうち、どのタイプに最も良く適応した魚礁単体であるかを検討する。

⑤ 調査方法

1 調査海域

太平洋 和歌山県中部海域

2 調査対象魚礁

1) 日高南部地区人工礁と大型魚礁設置海域および設置概要と使用魚礁単体姿図(図1、表1、図2)

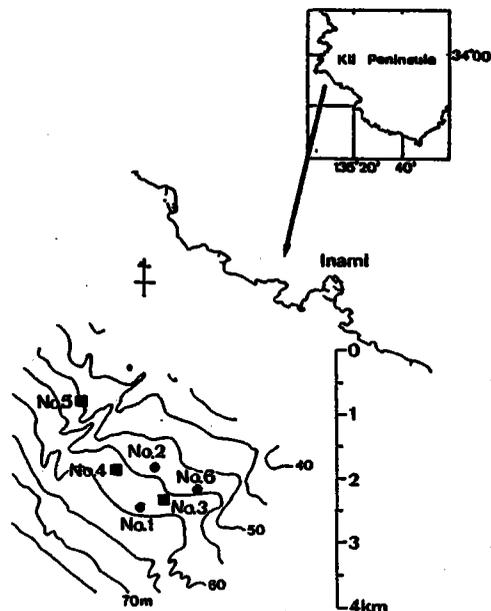


図1 日高南部地区における人工魚礁の位置
(■：人工礁、●：大型魚礁)

表1 日高南部地区人工礁および大型魚礁の設置概要

魚礁区分	図1 のNo.	造成年度 (年度)	造成規模 (空m ³)	造成面積 (m ²)	水深 (m)	設置構造物	
						名称	設置基数
大型魚礁	No. 1	S48	2,359		58	1.5m角型ブロック	699
大型魚礁	No. 2	S56	2,538		53	FP魚礁	3.25型 74
人工礁	No. 3	S60 ~62	10,232	800×800	55 ~58	クラウンリーフ SAB式魚礁	CR-12-860M 5 H5型 36
人工礁	No. 4	S62 ~63	10,232	800×800	56 ~58	クラウンリーフ SAB式魚礁	CR-12-860M 5 H5型 36
人工礁	No. 5	H元 ~2	12,686	800×800	49 ~51	ピラミッド型魚礁 クラウンリーフ ドラゴンリーフ	P-60A 28 CR-12-860M 5 CR-6-450 12
大型魚礁	No. 6	H8	2,527.2	415,600	48	スリースターリーフ クリスタル礁 ハニカム魚礁	DR-75-50 16 AN-2 2 CN-3 8 H66型 8

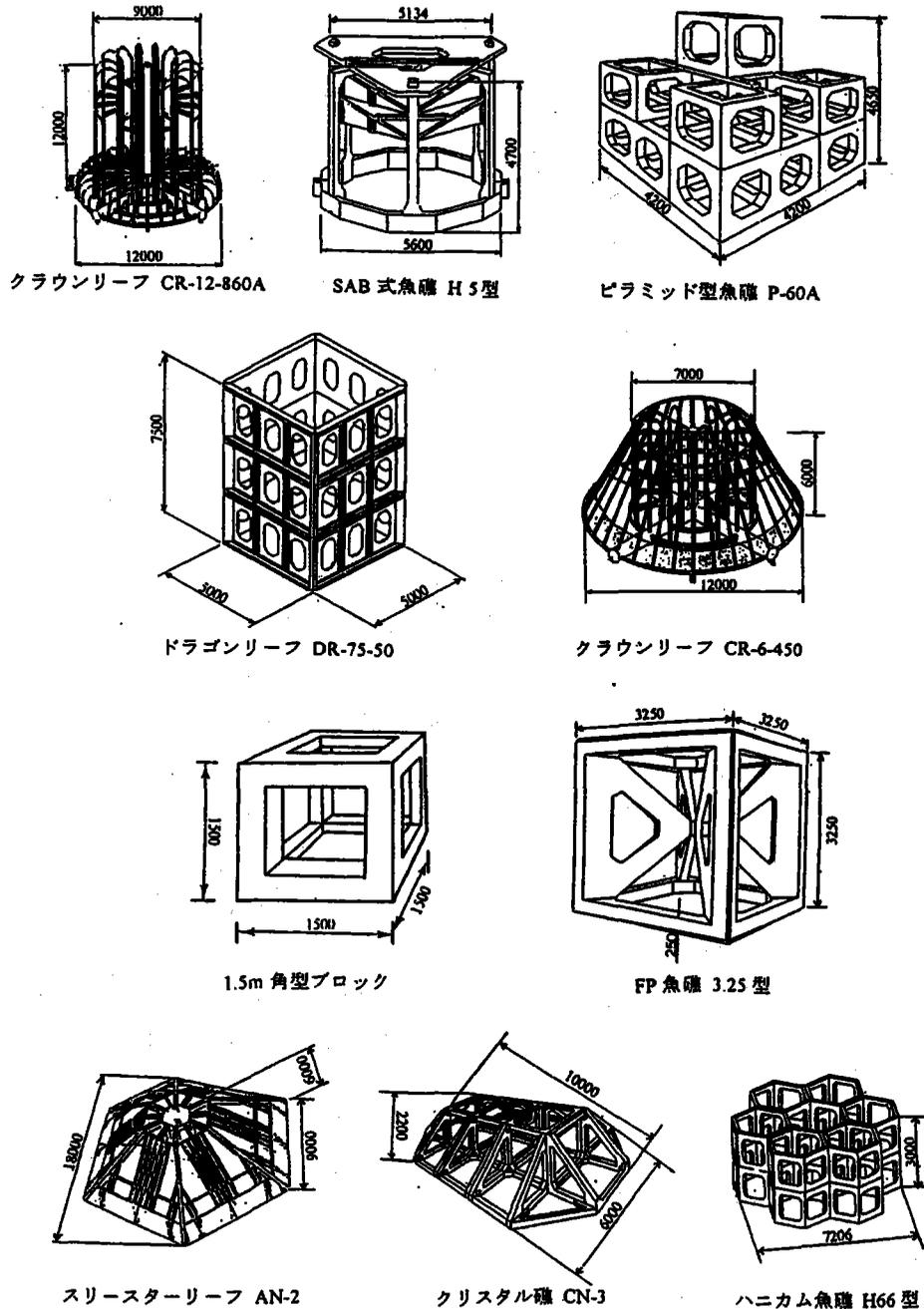


図2 使用魚礁単体姿図

2) 各人工魚礁の配置は、大型魚礁のNo.1が魚礁単体ではなく、ある範囲に乱積みによる散乱配置から単位魚礁に近い形状となり、No.2がランダムに単体および数基から数十基を近くに配置された形状となっている。人工礁のNo.3、4、5と大型魚礁のNo.6が図3、4に示すとおり単位魚礁で、配置の形状は、全方向からの流れに対応できる四角形とし、天然礁に類似させるため丘陵の形状としている。

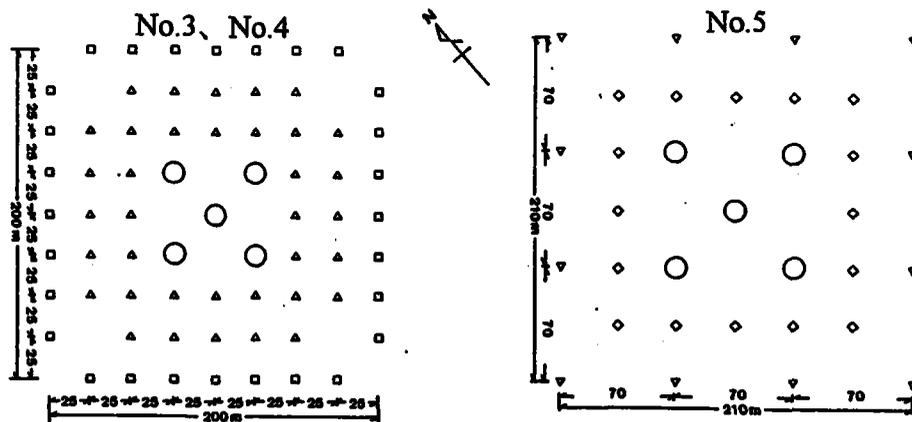


図3 人工礁（単位魚礁）の魚礁単体配置図

- ：クラカリーフ CR-12-860A △：SAB式魚礁 P-60A
- ：ピラミッド型魚礁 P-60A ◇：ドラゴンリーフ DR-75-50
- ▽：クラカリーフ CR-6-450

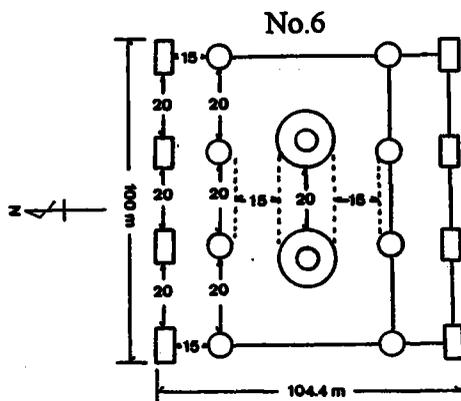


図4 大型魚礁（単位魚礁）の魚礁単体配置図

- ◎：スリスリーフ AN-2 ○：ハナム魚礁 H66型
- ：クリスル礁 CN-3

3 調査方法

調査は、水産試験場の調査船「しお風（7.9ト）」で、1998年8月5日、9月14日、10月27日、12月16日、1999年1月22日、5月29日、9月3日、10月5日、10月19日、2000年9月20日、10月17日、11月10日、12月6日（合計13回）、に水中テレビ（ROV-200（株）島野製作所製3CCDカラーテレビカメラ、水平解像度600本以上）を使用して、調査日毎に3~5のタイプの魚礁に蛸集している魚類を10~60分間（1魚礁約3分間に編集）撮影した。調査海域へは、印南町漁業協同組合所属の「Ha丸」が魚礁の設置場所に目印のブイを設置し、「Ha丸」の誘導により「しお風」のアンカーを投入し固定した。また、蛸集魚の大きさ等を把握するため、一本釣（サビキ釣、餌釣）を行い、海域環境の水温、塩分を把握するため、アレック・メモリーSTD（AST-500-PKアレック電子（株）製）を使用し、表面から底層まで0.5m間隔で観測した。

なお、水中テレビによる魚礁への魚類蛸集状況調査は（株）マリンエンジニアサービスへ委託して実施した。

⑥ 調査結果

1 魚礁への魚類集積状況

水中テレビにより観察された各魚礁へ集積した魚種名およびそれらの大きさと尾数、水温・塩分等は表2~10のとおりである。

1) 鋼製魚礁への魚類集積状況

(1) クラウンリーフ CR-12-860A (表2)

観察は11回の延べ497分で、観察中の水温は14.4~28.9℃、塩分は32.8~34.6の範囲であった。また、集積していた魚類は計40種程度であった。この海域の水産重要種であるイサキは、1999年1月22日の調査時を除くと、調査毎に出現し、他の魚種よりも非常に多く集積していた。イサキ(体長約10~29cm)は、50~15,000尾程度集積し、魚礁本体や魚礁周辺で特に、魚礁上部で群をなして遊泳しているのを観察した。また、2000年9月20日の調査時にネンブツダイ(体長約10cm)が500尾程度集積していた。調査毎に出現したのは、カワハギ(体長約10~25cm)が1~57尾であった。その他、ハタ(体長約50~60cm)を2000年10月17日の調査時に1尾、ブリ(体長約60cm)を1998年12月16日の調査時に5尾、カンパチ(体長約40~60cm)を1998年9月14日、1999年9月3日、10月5日、2000年9月20日の調査時に2~20尾観察した。

表2 水中テレビにより観察されたクラウンリーフ CR-12-860Aへの集積魚類

調査年月日 時間 天候 風速 浪高	1998.8.5 7:10~8:10 晴れ 上り潮 強 No.3		1998.8.14 7:52~8:47 曇り 上り潮 強 No.3		1998.10.27 8:21~10:00 曇り 上り潮 弱 No.3		1998.12.16 8:45~9:30 曇り 上り潮 中 No.3		1999.1.22 8:57~10:42 快晴 上り潮 弱 No.3		1999.8.23 8:00~8:45 曇り 上り潮 強 No.3		1999.8.3 8:35~12:15 曇り 上り潮 強 No.3		1999.10.3 8:50~9:31 晴れ 上り潮 中 No.3		1999.10.10 8:41~9:22 曇り 上り潮 弱 No.3		2000.8.20 7:50~8:30 晴れ 上り潮 弱 No.3		2000.10.17 8:02~8:42 曇り 上り潮 弱 No.3	
	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分	水温	塩分
0m	28.9℃, 32.8	32.8	27.6℃, 33.4	34.4	24.6℃, 33.6	33.6	21.8℃, 34.5	34.5	14.4℃, 33.8	33.8	29.6℃, 34.1	34.1	27.7℃, 33.4	33.4	25.3℃, 32.8	32.8	24.3℃, 33.8	33.8	24.9℃, 32.8	32.8	24.6℃, 34.1	34.1
20m	26.2℃, 33.8	33.8	26.1℃, 33.8	33.8	24.7℃, 33.7	33.7	21.8℃, 34.8	34.8	14.6℃, 34.3	34.3	29.6℃, 34.3	34.3	27.6℃, 33.8	33.8	26.6℃, 33.8	33.8	24.3℃, 33.8	33.8	24.9℃, 33.8	33.8	24.1℃, 33.7	33.7
40m	24.9℃, 34.8	34.8	23.9℃, 34.2	34.2	25.1℃, 33.8	33.8	21.8℃, 34.8	34.8	14.7℃, 34.4	34.4	29.4℃, 34.4	34.4	28.6℃, 33.9	33.9	24.6℃, 34.1	34.1	24.2℃, 33.8	33.8	24.9℃, 33.8	33.8	23.6℃, 34.1	34.1
60m	21.3℃, 34.5	34.5	22.9℃, 34.4	34.4	25.2℃, 34.8	34.8	21.8℃, 34.8	34.8	14.6℃, 34.5	34.5	29.9℃, 34.5	34.5	21.9℃, 34.5	34.5	22.2℃, 34.4	34.4	-	-	24.9℃, 33.8	33.8	21.7℃, 34.5	34.5
水深	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m	50.0m
魚種	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数	尾数
アカエイ	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヘラヤガラ	40~50	-	2	-	-	-	2	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
ヨウジウオ類	30~40	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハタ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
ハナダイ類	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヤクダダイ	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ネンブツダイ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ブリ	80	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
カンパチ	50~60	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マアツ	10~15	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	2
アカメジ	25	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オキアヒメジ	25	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
クロホシフエダイ	25	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ヨコスジフエダイ	25	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イサキ	10~25	10,000~15,000	10,000	-	201	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ニロダイ	25~30	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マダイ	20	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カゴカキダイ	5~15	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
チョウチョウウオ類	10~15	30	20	-	100	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シラコダイ	10	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キンチャクダイ	20	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イトダイ	20~30	5	2	-	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スズメダイ類	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スズメダイ	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サカノハダイ	25	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ミヤマキ	15~30	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イラ	10~30	3	3	-	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ゴンベ類	10~15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ササノハベラ	10~15	-	1	-	1	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イトベラ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キヌウセン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ナンヨウハギ	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アゴ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カサゴ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
カワハギ	10~25	20	20	-	5	57	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ハコフグ	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
キヌマクラ	10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
イシガキフグ	30~40	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
マンボウ	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
不明種(小魚)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(2) クラウンリーフ CR-6-450 (表3)

観察は3回の延べ140分で、観察中の水温は19.1~29.3℃、塩分は32.9~34.5の範囲であった。また、集積していた魚類は計23種程度であった。イサキ(体長約15~29cm)は、調査毎に出現し、50~300尾程度集積し、魚礁本体や魚礁周辺で遊泳しているのを観察した。また、1999年9月3日、2000年10月17日の調査時にネンブツダイ(体長約10cm)が100~200尾程度集積していた。調査毎に出現したのは、イラ(体長約20~30cm)が1尾づつ、ササノハベラ(体長約10~20cm)が1~3尾、カワハギ(体長約10~22cm)が1尾づつであった。その他、ブリ(体長約40~60cm)を1998年8月5日、1999年9月

3日の調査時に 3~ 200尾、アジ類 (マアジあるいはマルアジ: 体長約15cm) を2000年10月17日の調査時に20尾観察した。

(3) スリースターリーフ AN-2 (表4)

観察は 2回の延べ71分で、観察中の水温は19.6~22.9℃、塩分は33.7~34.2の範囲であった。また、蛸集していた魚類は計19種程度であった。イサキ (体長約16~22cm) は、2000年11月10日の調査時に30尾蛸集し、魚礁体や魚礁周辺で遊泳しているのを観察した。また、アジ類 (マアジあるいはマルアジ: 体長約12~19cm) が、調査毎に出現し、特に、2000年12月 6日の調査時には、5,000~10,000尾程度蛸集し、魚礁本体や魚礁周辺で特に、魚礁上部で大群をなして遊泳しているのを観察した。調査毎に出現したのは、ネンプツダイ (体長約10cm) が10,000~20,000尾程度蛸集し、魚礁周辺で特に、魚礁上部で大群をなして遊泳しているのを観察した。また、ブリ (体長約40~50cm) が 2~ 5尾、カゴカキダイ (体長約10~15cm) が 1~ 4尾、スズメダイ (体長約10cm) が 5~1,000尾程度、カワハギ (体長約19~25cm) が 1~ 2尾であった。その他、テンジクダイ類 (体長約10cm) が2000年11月10日の調査時に20,000~30,000尾程度蛸集し、ネンプツダイと同様に魚礁周辺で特に、魚礁上部で大群をなして遊泳しているのを観察した。

表3 水中テレビにより観察されたクラウンリーフ CR-6-450への蛸集魚類

調査年月日	1999.8.3		1999.8.3		2000.10.17	
	時間	13:04~14:04	11:00~11:40	くもり	12:53~13:33	くもり
天候	晴れ	晴れ	上り潮 強	上り潮 強	上り潮 弱	上り潮 弱
流れ	上り潮 中	No.5	No.5	No.5	No.5	No.5
場所	No.5	No.5	No.5	No.5	No.5	No.5
水温、塩分	0m	29.3℃, 32.9	28.1℃, 33.3	23.8℃, 33.4	23.9℃, 33.5	23.7℃, 34.1
	20m	26.3℃, 33.8	27.5℃, 33.6	22.9℃, 33.5	22.7℃, 34.1	19.1℃, 34.5
	40m	25.3℃, 34.0	27.0℃, 33.8	-	-	-
	海底	21.9℃, 34.4	-	19.1℃, 34.5	-	-
水深	55.0m	56.0m	56.0m	56.0m	56.0m	56.0m
魚種	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数
ハナダイ類	-	-	10	50~80	-	-
サクラダイ	10	10	-	-	-	-
ネンプツダイ	-	-	10	200	10	100
クロホシイシモチ	4~5	50	-	-	-	-
ブリ	60	100~200	40~50	3	-	-
アジ類(マアジorマルアジ)	-	-	-	-	15	20
マアジ	15~20	500	-	-	-	-
ヒメジ類	15	1	-	-	-	-
イサキ	15~20	200~300	17~25	40~50	21~29	80
コロダイ	-	-	25	2	40	1
チョウチョウウオ類	5~10	23	-	-	-	-
シラコダイ	-	-	15	1	-	-
キンチャクダイ	-	-	15	3	-	-
イシダイ	35	1	20	2	-	-
スズメダイ	10	30	-	-	-	-
タカノハダイ	-	-	25	2	30	1
イラ	25~30	1	20	1	20	1
ゴンベ類	-	-	-	-	10	30
ベラ類	-	-	-	-	10	10
ササノハベラ	10~20	3	20	1	15	1
カサゴ	10~15	1	-	-	-	-
カワハギ	15~20	1	10~22	1	15	1
キタマクラ	10	1	10	-	-	-
(種エビ)	-	-	3	1,000	-	-

表4 水中テレビにより観察されたスリースターリーフ AN-2への蛸集魚類

調査年月日	2000.11.10		2000.12.6	
	時間	8:30~9:10	7:47~8:18	晴れ
天候	晴	晴れ	晴れ	晴れ
流れ	上り潮 弱	上り潮 弱	下り潮 弱	下り潮 弱
場所	No.8	No.8	No.8	No.8
水温、塩分	0m	22.8℃, 33.8	19.6℃, 34.1	19.6℃, 34.1
	20m	22.8℃, 33.8	19.7℃, 34.2	19.7℃, 34.2
	40m	22.3℃, 33.7	19.7℃, 34.2	19.7℃, 34.2
	海底(b-1m)	22.3℃, 33.7	19.7℃, 34.2	19.7℃, 34.2
水深	47.0m	47.0m	47.0m	47.0m
魚種	魚体(cm)	尾数	尾数	尾数
サクラダイ	10~15	-	-	100
テンジクダイ類	10	20,000~30,000	-	-
ネンプツダイ	10	10,000~20,000	10,000~20,000	-
ムツ	20~25	5	-	-
スキ	80~90	2	-	-
ブリ	40~50	5	-	2
アジ類(マアジorマルアジ)	12~19	10	5,000~10,000	-
ヨコソジフエダイ	20	10	-	-
イサキ	16~22	30	-	-
コロダイ	30~40	1	-	-
カゴカキダイ	10~15	4	-	1
シラコダイ	10	3	-	-
キンチャクダイ	15	3	-	-
スズメダイ	10	5	-	1,000
タカノハダイ	20~30	1	-	-
イラ	20~30	-	-	1
ゴンベ類	10	-	-	50
ミノカサゴ	15~25	-	-	1
カワハギ	19~25	2	-	1

2) コンクリート製組み立て魚礁

(1) SAB式魚礁 H5型 (表5)

観察は10回の延べ444分で、観察中の水温は14.4~27.7℃、塩分は32.8~34.6の範囲であった。また、蛸集していた魚類は計30種程度であった。蛸集魚が少なかったものの、イサキ (体長約14~28cm) が1999年10月 5日の調査時に5,000尾程度蛸集し、魚礁の上部周辺で群をなして遊泳しているのを観察した。調査毎に出現したのは、カワハギ (体長約10~22cm) が 1~ 5尾であった。

表5 水中テレビにより観察されたSAB式魚礁 H5型への蛸集魚類

調査年月日	1998.9.14					1998.10.27					1998.12.16					1999.1.22					1999.5.29					1999.8.3					1999.10.5					1999.10.19					2000.9.20					2000.10.17				
	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分	時間	天候	流れ	場所	水深、塩分										
	06:55~7:40		くもり	上り潮 強	27.6°C, 33.4	08:23~9:06		くもり	上り潮 弱	24.4°C, 33.6	08:45~9:30		くもり	上り潮 中	21.8°C, 34.5	7:30~8:31		快晴	上り潮 弱	14.4°C, 33.9	09:00~9:48		晴れ	上り潮 強	20.8°C, 34.1	08:39~9:19		くもり	上り潮 中	27.7°C, 33.4	08:07~8:49		くもり	上り潮 中	25.3°C, 32.8	08:52~9:32		晴れ	上り潮 弱	24.3°C, 33.8	08:08~8:48		くもり	上り潮 弱	24.0°C, 33.8					
	0m			No.3	28.1°C, 33.8	0m			No.3	24.7°C, 33.7	0m			No.3	21.8°C, 34.6	0m			No.3	14.6°C, 34.3	0m			No.3	20.8°C, 34.3	0m			No.3	27.4°C, 33.6	0m			No.3	25.5°C, 33.5	0m			No.3	24.3°C, 33.9	0m			No.3	24.1°C, 33.7					
	20m				23.0°C, 34.2	20m				25.1°C, 33.9	20m				21.8°C, 34.5	20m				14.7°C, 34.4	20m				20.4°C, 34.4	20m				28.6°C, 33.9	20m			24.0°C, 34.1	20m			24.2°C, 33.9	20m			23.4°C, 34.1	20m			21.1°C, 34.5				
	40m				22.0°C, 34.4	40m				25.2°C, 34.0	40m				21.8°C, 34.5	40m				14.8°C, 34.5	40m				20.0°C, 34.5	40m				21.9°C, 34.5	40m			22.2°C, 34.4	40m															
	水深				59.0m	水深				59.5m	水深				58.5m	水深				59.0m	水深				59.0m	水深				59.0m	水深			59.0m	水深			62.0m	水深			59.0m	水深			59.0m				
	魚種				魚種	魚種				魚種	魚種				魚種	魚種				魚種	魚種				魚種	魚種				魚種	魚種			魚種	魚種			魚種	魚種			魚種	魚種			魚種				
	ヘラヤガラ	15~40	2	1	1	1	1	1	1	40~50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	ハナダイ類	5	1	1	1	1	1	1	1	5~10	10	40~50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	サクラダイ	40~50	2	1	1	1	1	1	1	12~15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	カンパチ	15	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	アカヒメジ	15	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	オキナヒメジ	8~20	2	2	2	2	2	2	2	14~28	40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	イサキ	50	2	2	2	2	2	2	2	40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	コロダイ	15	1	1	1	1	1	1	1	10~15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	タマガシラ	15	1	1	1	1	1	1	1	10~15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	カゴカキダイ	5~10	4	4	4	4	4	4	4	10~15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	チョウチョウオ類	10	1	1	1	1	1	1	1	10~15	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
	チョウチョウオ	10	1	1	1	1	1	1	1	10~15	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	シラコダイ	10	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	ゲンロクダイ	10	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	キンチャクダイ	10	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	インダイ	20	2	2	2	2	2	2	2	30~50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	イソギキダイ	40	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	スズメダイ	15	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	タカノハダイ	15	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	ミギマキ	15	1	1	1	1	1	1	1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	イラ	10~15	2	1	1	1	1	1	1	15~30	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	ゴンベ類	12~15	1	1	1	1	1	1	1	18~20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	ササノハベラ	12~15	1	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
	スジベラ	15	1	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	アイゴ	5~15	1	1	1	1	1	1	1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	カサゴ	10~15	2	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	カワハギ	5~8	1	1	1	1	1	1	1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	ハコフグ	10	1	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	キタマクラ	10	1	1	1	1	1	1	1	10~22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									
	イシガキフグ	15	1	1	1	1																																												

のみ観察しただけであった。また、ネンブツダイ (体長約10cm) が2000年12月6日の調査時に10,000尾程度蛸集し、魚礁周辺で特に、魚礁上部で大群をなして遊泳しているのを観察した。調査毎に出現したのは、ヨコスジフエダイ (体長約20cm) が4~35尾、シラコダイ (体長約10cm) が1~5尾、イラ (体長約20~30cm) が3~4尾、ササノハベラ (体長約10~15cm) が3~5尾、カワハギ (体長約19~25cm) が3~50尾であった。その他、クエ (体長約60~70cm) を2000年12月6日の調査時に1尾観察した。

(4) ハニカム魚礁 H66型 (表8)

観察は2回の延べ70分で、観察中の水温は19.6~22.9℃、塩分は33.7~34.2の範囲であった。また、蛸集していた魚類は計12種程度であった。ネンブツダイ (体長約10cm) が2000年12月6日の調査時に5,000~10,000尾程度蛸集し、魚礁周辺で特に、魚礁上部で大群をなして遊泳しているのを観察した。調査毎に出現したのは、サクラダイ (体長約10~15cm) が2~35尾、キンチャクダイ (体長約10cm) が1~3尾、ゴンベ類 (体長約10cm) が10~40尾、カワハギ (体長約19~25cm) が2~10尾であった。

表7 水中テレビにより観察されたクリスタル礁 CN-3 への蛸集魚類

調査年月日	2000.11.10	2000.12.6
時間	9:13~9:53	8:56~9:26
天候	雨	晴れ
流れ	上り潮 弱	下り潮 弱
場所	No.6	No.6
水温、塩分		
0m	22.8℃, 33.8	19.6℃, 34.1
20m	22.9℃, 33.8	19.7℃, 34.2
40m	22.3℃, 33.7	19.7℃, 34.2
海底(b-1m)	22.3℃, 33.7	19.7℃, 34.2
水深	48.0m	48.0m
魚種	魚体(cm)	尾数
アズキハタ	40	1
クエ	60~70	1
サクラダイ	10~15	1
ネンブツダイ	10	10,000
オキナヒメジ	25	1
ヨコスジフエダイ	20	4
イサキ	20	3
カゴカキダイ	10~15	1
シラコダイ	10	5
キンチャクダイ	15	2
スズメダイ	10	30
インダイ	40~50	1
タカノハダイ	20~30	1
ミギマキ	25	1
イラ	20~30	4
ゴンベ類	10	50
ササノハベラ	10~15	5
カワハギ	19~25	50

表8 水中テレビにより観察されたハニカム魚礁 H66型 への蛸集魚類

調査年月日	2000.11.10	2000.12.6
時間	9:59~10:39	8:19~8:49
天候	雨	晴れ
流れ	上り潮 弱	下り潮 弱
場所	No.6	No.6
水温、塩分		
0m	22.8℃, 33.8	19.6℃, 34.1
20m	22.9℃, 33.8	19.7℃, 34.2
40m	22.3℃, 33.7	19.7℃, 34.2
海底(b-1m)	22.3℃, 33.7	19.7℃, 34.2
水深	48.0m	48.0m
魚種	魚体(cm)	尾数
ウツボ	80	1
サクラダイ	10~15	2
ネンブツダイ	10	35
ネンブツダイ	10	5,000~10,000
コロダイ	30~40	4
キンチャクダイ	10	1
スズメダイ類	10	1
スズメダイ	10	10
イラ	20~30	3
ゴンベ類	10	40
ササノハベラ	10~15	1
ミノカサゴ	15~20	1
カワハギ	19~25	10

3) コンクリート製一体打ち魚礁

(1) 1.5m角型ブロック (表9)

観察は魚礁単体ではなく、複数の魚礁単体を観察した。観察は9回の延べ366分で、観察中の水温は14.7~28.5℃、塩分は33.2~34.6の範囲であった。また、蛸集していた魚類は計42種程度であった。イサキは、1999年9月3日、2000年9月20日、12月6日の調査時を除くと調査毎に出現し、他の魚種よりも非常に多く蛸集していた。イサキ (体長約14~30cm) は、20~10,300程度蛸集し、魚礁本体や魚礁周辺で群をなして遊泳しているのを観察した。調査毎に出現したのは、カワハギ (体長約10~22cm) が1~3尾であった。その他、ブリ (体長約40~60cm) が1998年10月27日、1999年9月3日、2000年10月17日の調査時に1~1,000尾程度蛸集し、魚礁周辺で遊泳しているのを観察した。特に、2000年10月17日の調査時には、1,000尾程度のブリが乱積された魚礁間を群となって遊泳しているのを観察した。また、アジ類 (マアジあるいはマルアジ: 体長約15~21cm) が1999年5月29日、2000年10月17日の調査時に30~10,000尾程度蛸集し、魚礁本体や魚礁周辺で群をなして遊泳しているのを観察し、ハタ (体長約40~50cm) を2000年9月20日の調査時に1尾、クエ (体長約60cm) を1999年9月3日の調査時に1尾、カンパチ (体長約40cm) を1999年10月19日の調査時に1尾観察した。

表10 水中テレビにより観察されたFR魚礁 3. 25型への鯖集魚類

調査年月日 時間 天候 流れ 場所 水温、塩分 水深	1998.8.5		1998.9.14		1998.10.27		1998.12.18		1999.1.22		1999.5.29		1999.10.5		1999.10.19	
	9:47~10:47	10:57~11:47	10:57~11:47	10:57~11:39	11:41~12:28	11:34~12:20	14:30~14:40	14:59~15:40	12:05~12:45							
水温、塩分	No.2		No.2													
0m	29.2°C, 32.9	27.8°C, 33.5	24.9°C, 33.8	21.7°C, 34.5	14.7°C, 34.3	21.2°C, 34.2	25.9°C, 32.9	24.4°C, 33.9	20.8°C, 34.4	25.0°C, 33.3	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	-
20m	26.0°C, 33.9	26.9°C, 33.6	25.0°C, 33.8	21.7°C, 34.8	14.8°C, 34.3	20.8°C, 34.4	25.0°C, 33.3	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	24.2°C, 34.1	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	-
40m	24.5°C, 34.1	23.5°C, 34.2	25.0°C, 33.9	21.5°C, 34.5	14.8°C, 34.4	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	-
海底	22.8°C, 34.3	22.1°C, 34.4	25.1°C, 33.9	21.4°C, 34.5	14.9°C, 34.5	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	24.2°C, 33.9	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	20.3°C, 34.5	23.9°C, 34.1	-
水深	52.5m	53.5m	54.5m	54.0m	53.5m	52.0m	54.0m	58.0m	52.0m	54.0m	58.0m	52.0m	54.0m	58.0m	58.0m	-
魚種	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数												
ウツボ	40~60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ヘラヤガラ	35~40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ハナダイ類	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
サクラダイ	5	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ブリ	50~60	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
アジ類(マアジorマルアジ)	5~10	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ヒメジ類	10~25	5	5	3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
アカヒメジ	20~30	5	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
オキナヒメジ	10~15	100~200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ヨコスジフエダイ	15~40	1	1	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
イサキ	5~20	4	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
コロダイ	10~15	1	4	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
マダイ	10~15	1	4	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
カゴカキダイ	5~15	20~30	6	11	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
チョウチョウウオ類	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
シラコダイ	10	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ゲンロクダイ	10~15	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
キンチャクダイ	30~35	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
インダイ	8~10	2	1	8	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
スズメダイ	20~30	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
タカノハダイ	20~30	2	4	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
イラ	8	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ゴンベ類	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ペラ類	10~20	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ササノハベラ	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
イトベラ	10~15	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ホンソメワケベラ	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
キュウセン	5~30	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
クラカケトラギス	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
カサゴ	10~20	1	2	4	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ミノカサゴ	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
カワハギ	3~10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ハコフグ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
キタマクラ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2 試験操業

魚礁別の試験操業結果は表11~14の示すとおりである。

1) クラウンリーフ CR-12-860A (表11)

試験操業は、10回の延べ15人で、ホシノエソ、サクラダイ、マアジ、マルアジ、オキナヒメジ、イサキ、チダイ、マダイ、メイチダイ、イラ、ササノハベラ、ヒラソウダ、マルソウダ、トラギス、ウツカリカサゴ、カワハギ、ウマツラハギ、ウスバハギの計18種、250尾を釣獲した。

表11 クラウンリーフ CR-12-860Aにおける試験操業結果

年月日	調査時間	天候	1998.8.5		1998.9.14		1998.10.27		1998.12.18		1999.5.29		1999.10.5		1999.10.19		2000.1.20		2000.10.17										
			魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数	魚体(cm)	尾数									
ホシノエソ	FL	1	11.7	54	10.3~11.2	48~70	1	10.8	60	1	12.8	34	1	12.7	12.8	64~70													
サクラダイ	FL	2	11.3~12.3	25~31	14.8~14.1	70~90																							
マアジ	FL		11.8	20	14.1	20				3	16.1~16.1	72~101																	
マルアジ	FL			1	20.3	40				1	10.8	114																	
オキナヒメジ	FL					5	22.0~20.8	243~310	1	27.7	40																		
イサキ	FL	6	14.8~17.8	60~68	14.5~20.8	70~200	17	16.2~27.3	60~241	13	18.0~24.5	64~211	43	14.1~27.2	42~205	37	10.2~20.8	64~201	60	10.8~23.5	60~160	3	16.4~20.3	68~112	7	20.2~27.1	125~314		
チダイ	FL		18.7	60	20.9	135		20.2	180		22.8	100		20.1	120		19.8	122		19.4	52								
マダイ	FL					2	18.1~22.0	148~200	2	18.8~23.2	95~101																		
メイチダイ	FL								2	25.3	40																		
イラ	FL								4	21.8~23.2	100~117																		
ササノハベラ	FL									27.1	40																		
ヒラソウダ	FL											1	20.1	101															
マルソウダ	FL																												
トラギス	FL																												
ウツカリカサゴ	FL																												
カワハギ	FL																												
ウマツラハギ	FL																												
ウスバハギ	FL																												

2) クラウンリーフ CR-6-450 (表12)

試験操業は、2回の延べ3人で、イサキ、チダイの計2種、23尾を釣獲した。

表12 クラウンリーフ CR-6-450における試験操業結果

年月日	開始時間	終了時間	場所	人数(人)	1998.8.5			1999.9.3		
					尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均
					8	15.8~18.8	70~197	14	18.5~23.9	70~197
						17.3	83		20.1	120
イサキ	FL							1	12.0	38
チダイ	FL								12.0	38

3) 1.5m角型ブロック (表13)

試験操業は、7回の延べ12人で、マアジ、イサキ、チダイ、マダイ、ホシテンス、マルソウダ、カワハギの計7種、69尾を釣獲した。

表13 1.5m角型ブロックにおける試験操業結果

年月日	開始時間	終了時間	場所	人数(人)	1998.10.27		1998.12.16		1999.1.22		1999.5.29		1999.9.3		1999.10.19		2000.9.20		2000.12.8			
					尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均
マアジ	FL																					
イサキ	FL				5	11.9~13.7	25~38	16	17.8~22.3	69~172	3	17.9~20.7	77~120	7	17.2~20.0	82~128	10	16.9~22.0	43.9~164.7	19	18.0~27.8	43.7~234.3
チダイ	FL	1	21.5	246	1	28.3	480															
マダイ	FL		21.5	246		28.3	480															
ホシテンス	FL				1	23.4	298															
マルソウダ	FL					23.4	298															
カワハギ	TL																1	21.2	198.7			
																		21.2	198.7			

4) FP魚礁 3.25型 (表14)

試験操業は、5回の延べ9人で、サクラダイ、イサキ、チダイ、マダイ、ササノハベラ、ヒラソウダ、マルソウダ、カワハギの計8種、30尾を釣獲した。

各魚礁とも最も多く釣獲された魚種は、イサキであった。特に、クラウンリーフ CR-12-860Aが19尾と最も多く、水深が40m前後で大きな個体、50m前後で小さい個体が釣獲することが多かった。また、イサキは魚礁の直上および直近から外れると、釣獲が極端に落ちる傾向がみられた。

表14 FP魚礁 3.25型における試験操業結果

年月日	開始時間	終了時間	場所	人数(人)	1998.8.5		1998.10.27		1998.12.16		1999.10.5		1999.10.19							
					尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均	尾数	体長(cm)平均	体重(g)平均				
サクラダイ	FL	1	11.9	33																
イサキ	FL	5	13.9~15.2	41~53					12	15.2~21.9	52~139									
チダイ	FL		14.8	47						16.8	73									
マダイ	FL								1	23.2	308	3	12.8~20.5	48~181						
ササノハベラ	TL							1	21.4	164			23.2	305	17.8	135				
ヒラソウダ	FL									21.4	164									
マルソウダ	FL										1	36.5	624							
カワハギ	TL											3	25.5~28.2	273~366						
														27.1	326					
																2	20.5~21.0	171~183		
																	20.8	177		

⑦ 考察

魚礁への魚類の蛸集は、その時々海域環境に大きく左右されると考えられるが、今回の調査結果では、各魚礁とも蛸集魚に差がみられた。魚礁単体では、魚の蛸集はコンクリート製魚礁に比べ鋼製魚礁の方が多く観察されることが多かった。特に、この海域の水産重要種であるイサキについては、その傾向が顕著に現れ、イサキの大きな群を観察したのは、鋼製魚礁のクラウンリーフ CR-12-860Aとコンクリート製魚礁の1.5m角型ブロックの乱積みであった。また、アジ類の大きな群を観察したのは、鋼製魚礁のスリースターリーフ AN-2 とコンクリート製魚礁の1.5m角型ブロックとFR魚礁 3.25型であった。クラウンリーフ CR-12-860Aは、イサキの蛸集が非常に多いにも関わらず、アジ類は観察することができなかった。しかし、1.5m角型ブロックは、イサキ、アジ類の蛸集が多く、クラウンリーフ CR-12-860Aとの差がみられた。

また、水産重要種であるブリの群を観察したのは、1.5m角型ブロックだけであった。主としてブリ等の回遊魚は、礁から離れた表中層に位置する種とされ、魚礁の高さが必要と考えられている¹⁾。しかし、1.5m角型ブロックの魚礁群は、前述したようにある範囲に乱積みによる散乱配置から単位魚礁に近く、高さが1.5~5.0m程度と思われる。これらのことから、ブリの蛸集は、水深等によって影響されると考えられるが、それ程高さを要求するものでなく、魚礁の高さよりも漁場の広がりや空間の多様性を優先させる方が有効であると示唆された。特に、1.5m角型ブロックがイサキ、ブリ、アジ類の蛸集に効果がみられたことは、魚礁漁場においても、海底の凹凸面という空間的多様性の広がりが魚種の多様性を富ませる可能性があると考えられた。

これらのことから、調査海域で水産重要魚種の蛸集効果を出すには、ある程度の高さとボリュームをもった鋼製魚礁と小型の魚礁単体を、ある程度の範囲に乱積みにより散乱配置させ、漁場規模を大きくすることが効果的なものと示唆された。また、鋼製魚礁のスリースターリーフ AN-2とコンクリート製魚礁のクリスタル礁 CN-3、ハニカム魚礁 H66型に蛸集した、ネンブツダイやテンジクダイ類の大群は、小魚を捕食するブリ、カンパチ、ヒラマサ、ハタ、クエ、ヒラメ、イカ等の餌場となる可能性も示唆された。

⑧ 摘要

魚礁単体の選定上の根拠を明確にするため、過去の魚礁設置事業に使用された各種の魚礁単体が、「沿岸漁場整備開発事業人工魚礁漁場造成計画指針」¹⁾でタイプ分けされているⅠ型(カサゴ、ハタ類、アナゴ類等)、Ⅱ型(イサキ、マダイ、イシダイ等)、Ⅲ型(アジ類、サバ類、ブリ類等)の魚種のうち、どのタイプに最も良く適応した魚礁であるかを検討するため、水中テレビを用いてそれぞれの魚礁へ蛸集している魚種を調査した。

なお、調査は各年度の沿岸漁場整備開発調査委託事業実施要領に基づいた。

- 1) 魚礁への魚類の蛸集は、その時々海域環境に大きく左右されると考えられるが、今回の調査結果では、各魚礁とも蛸集魚に差がみられた。魚礁単体では、魚の蛸集はコンクリート製魚礁に比べ鋼製魚礁の方が多く観察されることが多かった。
- 2) イサキの大きな群を観察したのは、鋼製魚礁のクラウンリーフ CR-12-860Aと小型のコンクリート製魚礁の1.5m角型ブロックの乱積みであった。
- 3) アジ類の大きな群を観察したのは、鋼製魚礁のスリースターリーフ AN-2 とコンクリート製魚礁の1.5m角型ブロックとFR魚礁 3.25型であった。
- 4) ブリの群を観察したのは、1.5m角型ブロックだけであった。
- 5) 調査海域で水産重要魚種の蛸集効果を出すには、ある程度の高さとボリュームをもった鋼製魚礁と小型の魚礁単体をある程度の範囲に乱積みにより散乱配置させ、漁場規模を大きくすることが効果的なもの

のと示唆された。また、これらを組み合わせることで、一層の増集効果が期待できると考えられる。

6) 今回の調査結果が、他の海域でも同様な結果が得られるとは限らない。今後、沿岸漁場整備開発事業の効率的な実施に資するためにも、他の海域でもこの様な知見を得ることが必要とされる。

⑨ 引用文献

- 1) (社) 全国沿岸漁業振興開発協会, 1986 : 沿岸漁場整備開発事業人工礁漁場造成指針 (昭和61年度版)、5-12.

魚礁類型化のための魚礁タイプ別収集状況調査

神奈川県環境農政部水産課 副技幹 鶴飼俊行
 横須賀三浦地区農政事務所水産課 主査 山田佳昭
 神奈川県水産総合研究所 資源環境部 技師 秋元清治

調査実施年度 平成10～12年度

緒言

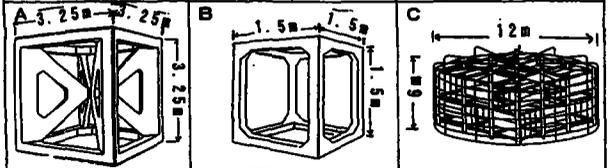
本県三浦市松輪沖に設置された魚礁の単体形状及び配置構造が異なる3タイプの大型魚礁を対象として、それらの魚礁効果の違いについて、漁獲調査及び標本船調査による魚種組成及び生産性等から検証する。

調査方法

調査したのは本県三浦市松輪沖に設置された大型魚礁で魚礁の単体形状及び配置状況が異なるA, B, Cの3タイプであり、A, Bは各地点、Cは2地点を対象とした(表1、図1)。これらの調査対象魚礁は、造成規模が2,500~3,000空m³、設置水深が50~65m、底質が砂泥、海底形状が平坦と類似しており、

表1 各大型魚礁の諸元

	Aタイプ	Bタイプ	C-1タイプ	C-2タイプ
使用魚礁	コンクリート魚礁FPS.28	コンクリート魚礁1.5m角型	鋼製魚礁立方型600	鋼製魚礁立方型600
設置年度	1993	1991	1997	1998
魚礁単体数(個)	86	741	7	7
魚礁単体の容積(m ³)	34.3	3.37	428.4	428.4
魚礁造成量(m ³)	2949.8	2500.9	2998.8	2998.8
設置水深(m)	55	52	50	55
底質	砂	砂	砂	砂



(注) Cタイプは立方型600に、魚礁の外縁部に鋼板製網籠が設けられており、外形上は直径12m、高さ6mの内筒形に見えるものである。

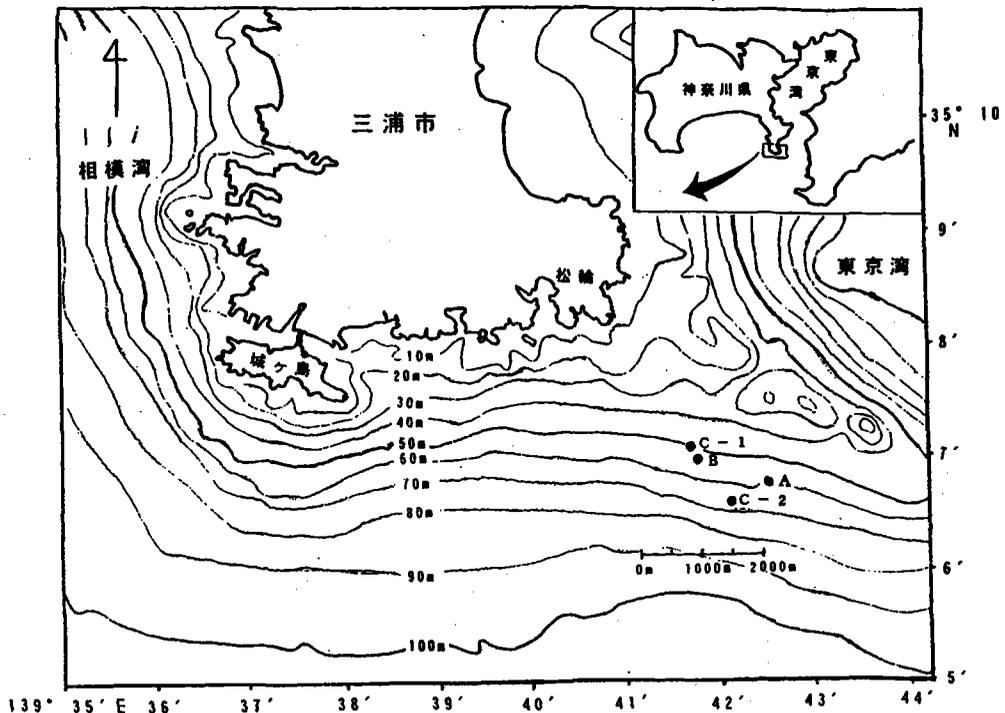


図1 魚礁設置位置図

魚礁の単体形状や配置状況が魚礁効果に及ぼす影響を評価しやすいと考えられたことから選定した。

1. 魚礁配置構造調査

魚礁設置海域を調査船により15～20m間隔に縦横に走航して、DGPSによる航走位置情報及び魚群探知機による海底地形情報を魚探記録紙及び8ミリビデオに記録し、後日、画像を解析することで魚礁の配置図を作成した。

2. 海域特性調査

魚類の蟄集状況と海況条件との対応を知るため1998年9月21日、10月21日、1999年8月20日にA、B及びC-1、C-2(8月20日のみ)の3地点(図1)において、水深別の水温、塩分、溶存酸素量を多項目水質計(IDRONAUT社製 OCEAN SEVEN401)により測定した。

3. 漁獲調査

a. 釣獲調査

調査対象魚礁がほとんど一本釣りで利用されている実態から一本釣りによる漁獲調査を行い、各魚礁間の釣獲魚の組成、多様性、体長組成を比較した。さらに、魚礁に対する蟄集特性から釣獲魚をI～V型に類型化し、その組成を比較した。調査は魚礁をよく利用しているみうら漁業協同組合松輪支所所属漁船(3～5トン)3隻を借り上げ、船尾にスパンカーを掛け、魚礁の潮上から潮下に流す方式で1998年10月～2001年3月までの間、計12回行った。各船には調査員として3～5人が乗船し、釣獲方法は1調査員1竿、コマセはアミコマセ、付け餌はオキアミ、針は主に金ムツ10、11号、チヌ針4号とした。また、調査時には3隻の調査船を各タイプ魚礁に同時に配置するとともに、調査員及び調査船間の釣獲能力の差異を緩和するため、一定時間ごとに漁場を交換するなど同じ条件で釣獲するよう努めた。釣獲物は種を同定した後、鮮魚の状態では体長、体重を測定した。さらに、各タイプでの釣獲物の経済的価値を比較するため、釣獲物重量及びみうら漁業協同組合松輪支所の月別魚種別単価及び神奈川県農林水産統計年報の魚価情報を用い、釣獲魚の経済的価値を算出した。

b. 刺網調査

漁具選択性の観点から一本釣りでは漁獲できない魚礁周辺の蟄集魚を把握するため、1999年3月24日、2000年1月28日、2001年1月18日に魚礁設置海域において底刺網を用いた漁獲調査を実施した。漁具は三枚網(2号76mm50掛け2007目、10号565ミリ4.5目23目、出来上がりの網丈約1.8m、長さ3反で約180m)を魚礁設置海域ごとに3反づつ用いた。投網は午後4:00頃、揚網は翌朝8:00頃で網の浸水時間は約16時間である。また、魚礁タイプ別の漁獲物の経済的価値を釣獲調査と同様の方法により求め、漁獲物組成と生産性について釣獲調査の結果と合わせて検証した。

4. 標本船調査

当該調査対象魚礁を頻りに利用している遊漁專業船及び遊漁兼業船から8隻(みうら漁業協同組合松輪支所所属船4.9～19t)を抽出し、調査対象魚礁の利用状況及び釣獲状況を標本日誌に記帳するよう依頼した。回収したデータの内、A、Bタイプについては1998年6月～2001年3月分、C-1タイプについては1998年6月～2000年3月分、C-2タイプについては1999年6月～2001年3月分のデータについて解析した。

5. 胃内容物調査

魚類の蟄集要因の1つとされている魚礁の摂餌場機能を評価するため、釣獲調査において漁獲された釣獲魚のうち数種について胃内容物を同定した。同定は釣獲魚の胃内容物を10%ホルマリン固定し、顕微鏡下で形態的特徴から分類した。

結果

1. 魚礁配置構造

各タイプの魚礁配置図を図2に示す。また、図2から算出した各タイプの魚礁設置面積、面積比、魚礁の設置面積比を表2に示す。魚礁設置面積はC-1>C-2>B>Aの順に広く、面積比は3.3:2.1:2:1であった。海底から魚礁の最頂部の高さはAタイプが約9m、C-1、C-2タイプが6m(規格値)、Bタイプが約4.5mであった。魚礁の設置面積比¹⁾はC-1>C-2>B>Aの順に大きかった。以上からAタイプは一辺3.25mのFP魚礁がやや狭い範囲に積み上げられた状況、Bタイプが一辺1.5mの角型魚礁が適度に分散してなだらかに積み上がった状況、Cタイプは1基428m³の大型鋼製魚礁が点在する状況であった。

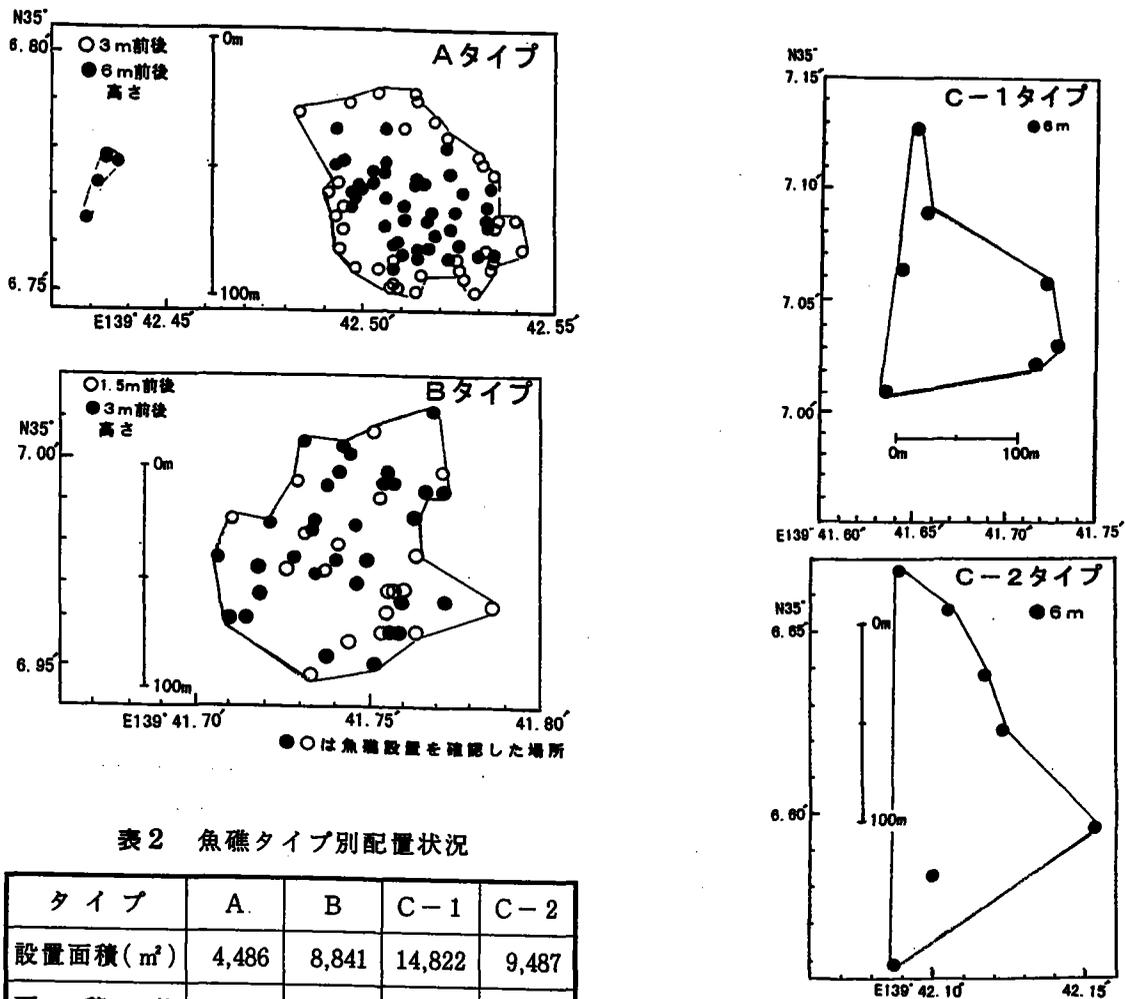


表2 魚礁タイプ別配置状況

タイプ	A	B	C-1	C-2
設置面積(m ²)	4,486	8,841	14,822	9,487
面積比	1	2	3.3	2.1
海底からの高さ(最頂部)	≒9m	≒4.5m	6m	6m
設置面積比	20.4%	18.9%	5.3%	8.4%

図2 各タイプにおける魚礁配置図

2. 魚礁設置海域における水温、塩分、溶存酸素量の鉛直分布

水温は9月21日のAタイプの30m以深の水温がB、C-1に比べ2~3度高かったのを除いて概ね同じような傾向で推移していた。塩分濃度は9月21日及び8月20日で表層の数値が若干異なっているが、10m以深ではほぼ同じような傾向で推移していた。溶存酸素は8月20日の20m層で調査点間で1ppmを越える差が見られたが、その他はほぼ同じような傾向で推移していたことから、各調査点における水深別の水温、塩分、溶存酸素量とも大きな差が認められなかった。

3. 漁獲調査

a. 釣獲調査

7. 釣獲魚種

延べ釣獲魚種数はAタイプで25種、Bタイプで31種、Cタイプで25種であった。また、調査日別の魚種数はA、Cタイプに比べてBタイプが多かった(表3)。各タイプで多く釣獲された魚種は、Aタイプでマアジ27.4%、ヒメ20.7%、ネンブツダイ12.8%、トゴットメバル9.4%、Bタイプでマアジ18.5%、ネンブツダイ11.1%、クラカケトラギス8.9%、トゴットメバル7.4%、Cタイプでヒメ40.9%、マルソウダ14.0%、ゴマサバ11.2%、クラカケトラギス5.3%であった。水産重要種ではマアジがAタイプ73尾(27.4%)、Bタイプが50尾(18.5%)、Cタイプが20尾(5.1%)、マダイ、チダイ、インダイの3種計がAタイプ8尾(3.0%)、Bタイプ21尾(7.8%)、Cタイプ22尾(5.6%)、カワハギ、ウマツラハギ2種計がAタイプ22尾(8.3%)、Bタイプ23尾(8.5%)、Cタイプ6尾(1.5%)であった(別表1)。

表3 釣獲調査における魚礁タイプ別釣獲魚種数

	'98.10.2	'98.11.4	'98.12.17	'99.1.19	'99.4.22	'99.6.2	'99.7.2	'99.8.23	'99.9.14	'99.10.13	'99.11.17	'01.03.19	延魚種数
A	3	9	6	7	6	7	5	8	6	6	7	2	25
B	8	11	9	8	9	9	7	10	7	11	9	6	31
C-1	2	7	4	6	5	-	-	-	-	-	-	-	25
C-2	-	-	-	-	-	4	7	8	8	10	8	3	

さらに、釣獲魚を魚礁への蠕集特性から分類した結果を表4に示す。これによれば、同じコンクリートブロックの乱積み魚礁であるAタイプとBタイプはII型魚が60~64%と主体で組成も類似している。これに対しCタイプはII型魚が19%と少なく、III型が26.0%、V型魚が49.4%と多かった。

表4 各タイプの釣獲魚組成(%)

	A	B	C
I型	0.4	2.2	0.0
II型	64.3	60.4	19.0
III型	6.0	11.9	26.0
IV型	3.4	9.6	5.6
V型	25.9	15.9	49.4

4. 釣獲魚の魚体差

釣獲調査において各魚礁タイプで10尾以上釣獲された魚種について釣獲尾数と平均体重を表5に示す

表5 釣獲魚平均体重(上段: g)及び釣獲尾数(下段)

	A	B	C
マアジ	242.5	140.9	163.6
	73	50	20
ヒメ	35.4	43.9	45.2
	55	15	161
ネンブツダイ	18.6	18.8	16.5
	34	30	12
ウマツラハギ	570.8	586.2	-
	17	15	-
トゴットメバル	62.9	65.5	-
	25	20	-
クラカケトラギス	58.5	59.2	58.9
	13	24	21
マルソウダ	380.0	405.7	357.9
	14	24	55
ササノハベラ	-	43.2	78.2
	-	15	10
マダイ	-	824.5	742.6
	-	11	19

(注) ヒメ、トラギス類については周辺の無魚礁海域でも多く釣獲されたためV型種とした。また、マアジは釣獲位置及び魚探反応から魚礁の直上に局在する傾向が見られたことからII型種とした。
 I型: 魚礁に体の大部分もしくは一部を接触させている種
 イソカサゴ、カサゴ類、アイナメ類
 II型: 体を魚礁に接触させることは少ないが魚礁に近い位置に位置する種
 マアジ、ネンブツダイ、トゴットメバル、ウマツラハギ、カワハギ、サクラダイ、インダイ、マダイ、チダイ、イサキ、オキゴンベ、ハタ類、カイワリ、カゴカキダイ、イサキ、コンショウダイ、ハチビキ
 III型: 主として魚礁から離れた表中層に位置する種
 マルソウダ、マサバ、ゴマサバ、カワクチイワシ、ブリ類、シイラ
 IV型: 主として魚礁周辺の海底及び底層に位置する種
 ササノハベラ、カレイ類、ホウボウ、カナガシラ類、ヒラメ類、アマダイ、ホシザメ、ウミヒゴイ、ホシヒメコダイ
 V型: 魚礁性が低いと思われる種
 ヒメ、トラギス類、サバフグ

釣獲した魚種の中で平均体重に顕著な差(1.5倍以上)が見られたのはマアジのAタイプ242.5gとBタイプ140.9g、Cタイプ163.6g、ササノハベラのBタイプ42.2gとCタイプ78.2gの2例であった。その他については顕著な差は見られなかった。

ウ. 生産性評価

釣り人1人1時間あたりの生産金額を生産性として表6に示す。各タイプとも調査日により生産金額は大きく変動しているが、12回の平均値はAタイプ436円/h・人、Bタイプ444円/h・人、Cタイプ396円/h・人であり、A、BタイプがCタイプに比べやや高かった。また、変動係数(標準偏差/平均値)はBタイプ0.61、Aタイプ1.04、Cタイプ1.60であり、 $B > A > C$ の順に生産性の変動が少ないと言えた。

表6 魚礁タイプ別生産性(釣り人1人1時間あたりの生産金額)

単位:円

	H11.10.2	H11.11.4	H11.12.17	H11.1.19	H11.4.22	H11.6.2	H11.7.2	H11.8.23	H11.9.23	H11.10.13	H11.11.17	H13.3.19	平均値	変動係数
A	236	131	341	767	346	272	54	419	180	1714	622	152	436	1.04
B	144	394	750	300	748	269	180	484	288	809	830	129	444	0.61
C-1	14	980	2210	189	531	—	—	—	—	—	—	—	396	1.60
C-2	—	—	—	—	—	54	51	77	136	228	182	95		

また、釣獲調査における魚礁タイプ別の魚種別生産金額を表7に示す。魚礁タイプ別の釣獲魚生産金額はAタイプが83,516円、Bタイプが84,046円、Cタイプが93,530円であった。魚種別には各魚礁タイプともマダイ、イシダイ、チダイ、マアジ、ウマツラハギ、カワハギの6種の比重が高く、6種計の構成比はAタイプ88.7%、Bタイプ84.4%、Cタイプ90.3%を占めた(表7)。

表7 魚礁タイプ別釣獲魚生産金額(12調査計)

Aタイプ	金額(円)	割合%	Bタイプ	金額(円)	割合%	Cタイプ	金額(円)	割合%
マダイ	29022	34.8	マダイ	41847	49.8	マダイ	65439	70.0
マアジ	26239	31.4	ウマツラ	11247	13.4	イシダイ	8518	9.1
ウマツラ	11253	13.5	マアジ	7339	8.7	マアジ	5119	5.5
イシダイ	4008	4.8	チダイ	6615	7.9	ウマツラ	3501	3.7
トゴットメバル	3209	3.8	カワハギ	3887	4.6	アマダイ	2364	2.5
カワハギ	2777	3.3	トゴットメバル	2612	3.1	イサキ	1738	1.9
イサキ	2627	3.1	マサバ	2027	2.4	トゴットメバル	1295	1.4
イナダ	1191	1.4	ホシザメ	1500	1.8	クラカケトラギス	1191	1.3
チダイ	768	0.9	マハタ	1334	1.6	チダイ	1008	1.1
クラカケトラギス	709	0.8	ホウボウ	1307	1.6	カワハギ	837	0.9
ホウボウ	705	0.8	カサゴ	1196	1.4	マルソオダ	766	0.8
ムシガレイ	620	0.7	クラカケトラギス	1146	1.4	ムシガレイ	276	0.3
その他	388	0.5	その他	1989	2.4	その他	1478	1.6
合計	83516	100	合計	84046	100	合計	93530	100

b. 刺網調査

7. 漁獲魚組成

刺網調査の魚種別漁獲尾数を表8に示す。漁獲された延べ魚種数はAタイプで22種、Bタイプで24種、Cタイプで22種であった。漁獲の多かった魚種はAタイプでカワハギ47.7%、イラ7.0%、テンス6.7%、ユウダチタカノハ6.4%、トラザメ5.4%、Bタイプでカワハギ23.2%、トラザメ11.6%、イラ10.4%、スズキ9.1%、メイタガレイ8.5%、Cタイプでトラザメ23.0%、ナヌカザメ19.5%、メイタガレイ12.6%、カワハギ10.3%、ホウボウ5.7%であった。3タイプでともに多く漁獲された魚種はカワハギ、トラザメ、

メイタガレイ、ホウボウ、イラ、ユウダチタカノハであった。

表8 刺網調査における漁獲尾数(3ヶ年計)

	漁獲尾数			
	A	B	C	計
カワハギ	142	38	9	189
トラザメ	16	19	20	55
イラ	21	17	2	40
ユウダチタカノハ	19	13	4	36
メイタガレイ	10	14	11	35
ホウボウ	13	11	5	29
ナヌカザメ	10	1	17	28
スズキ	6	15	1	22
テンス	20	0	1	21
エゾイソアイナメ	9	4	0	13
ホシザメ	4	6	1	11
ウマヅラハギ	9	0	0	9
カナド	0	6	1	7
ヒラメ	2	4	1	7
クロアナゴ	1	3	2	6
ガンギエイ	4	0	0	4
マアジ	4	0	0	4
マダイ	0	1	2	3
ミシマオコゼ	0	2	1	3
イサゴガンギエイ	0	1	1	2
ウミヒゴイ	2	0	0	2
キアンコウ	0	2	0	2
コショウダイ	0	0	2	2
ネンブツダイ	2	0	0	2
マツカサウオ	0	0	2	2
ギンザメ	1	0	0	1
イシダイ	0	1	0	1
イズカサゴ	1	0	0	1
イネゴチ	0	1	0	1
ウチワエビ	0	0	1	1
オニカサゴ	1	0	0	1
カレイ類	0	1	0	1
コウイカ	1	0	0	1
コモンカスベ	0	1	0	1
コロザメ	0	1	0	1
ニホンヤモリザメ	0	1	0	1
ムシガレイ	0	0	1	1
ヤナギムシガレイ	0	1	0	1
ヨメゴチ	0	0	1	1
クラカケトラギス	0	0	1	1
計	298	164	87	549

1. 生産金額

魚種別の生産金額を表9に示す。延べ生産金額はAタイプで57,859円、Bタイプで48,791円、Cタイプで16,502円であった。生産金額の構成比が大きい魚種としてはAタイプがカワハギ43%、ヒラメ19%、イラ12%、テンス6%、ホウボウ5%、Bタイプがホウボウ23%、カワハギ20%、スズキ16%、ヒラメ13%、イラ12%、Cタイプではヒラメ48%、テンス16%、メイタガレイ12%、イラ7%であった。

表9 刺網調査における生産金額(3ヶ年計) 単位:円

Aタイプ	Bタイプ	Cタイプ			
カワハギ	25033	ホウボウ	11012	ヒラメ	7887
ヒラメ	11075	カワハギ	9705	テンス	2602
イラ	6725	スズキ	8039	メイタガレイ	1937
テンス	3398	ヒラメ	6300	イラ	1205
ホウボウ	3097	イラ	5816	スズキ	926
ウマヅラハギ	2209	キアンコウ	2410	タカノハダイ	660
スズキ	1650	メイタガレイ	2007	コショウダイ	453
タカノハダイ	1313	タカノハダイ	1371	ウチワエビ	400
メイタガレイ	1138	イネゴチ	922	カワハギ	297
ホシザメ	1000	マダイ	563	ムシガレイ	100
オニカサゴ	750	イシダイ	349	エゾイソアイナメ	35
マアジ	310	エゾイソアイナメ	298		
イズカサゴ	161				
	57859		48791		16502

(3) 標本船調査

標本船8隻分における魚礁利用時間及び魚種別釣獲尾数を整理して別表2に示す。魚礁タイプ別の延べ漁場利用時間はAタイプ33,76h・人、Bタイプ41,232h・人、C-1タイプ860h・人、C-2タイプ1,367h・人であった。これからタイプ別に1ヶ月釣獲時間を求めるとAタイプ993h・人、Bタイプ1,213h・人、C-1タイプ39h・人、C-2タイプ62h・人

となり、C-1、C-2に比べ、A、Bタイプの利用が多かった。釣獲数はAタイプで38魚種5,668尾、Bタイプで47種8,139尾、C-1タイプで18種245尾、C-2タイプで19種1103尾であった。また、釣獲数が多い魚種としては、Aタイプはマアジ58.1%、サバ類17.7%、カワハギ8.8%、マダイ4.4%、トゴットメバル4.4%、Bタイプはマアジ33.7%、サバ類21.1%、マダイ13.3%、ブリ類12.2%、クロマグロ3.0%、C-1タイプはマアジ31.0%、ブリ類25.3%、サバ類11.4%、マダイ9.8%、ネンブツダイ5.7%、C-2タイプはサバ類44.7%、マダイ35.3%、クラカケトラギス3.5%、ブリ類3.5%、アマダイ3.4%であった。上位5種が全体の釣獲数に占める割合は、Aタイプで93.4%、Bタイプで83.3%、C-1タイプで

83.3%、C-2タイプで90.4%であり、ごく一部の魚種により釣獲魚は構成されていた。

(4) 釣獲魚胃内容物調査

釣獲魚の胃内容物を魚種別に整理したものを別表3に示す。水産重要種であるマアジでは甲殻類、橈脚類が多く見られ、他にもオキアミ類、矢虫類、長尾類、短尾類、介形類、不明魚卵が見られた。また、ウマヅラハギは端脚類が多く、他に魚卵も見られた。また、カワハギは端脚類、介形類、オキアミ類、イラは甲殻類、蛇尾類、ユウダチタカノハは蛇尾類、甲殻類、トゴットメバルは橈脚類、イサキはオキアミ類が見られた。この他にホウボウ、メイタガレイ、ミシマオコゼ、トゴットメバル、ムツは魚類が主に見られた。

考察

1. 生産面からの評価

今回調査した魚礁は天然礁と1 km以上離れた場所に造成されたものであり、魚礁の投入により新たに漁場価値をもった漁場である。調査対象魚礁は設置水深、底質、海底形状が類似し(表1)、水温、塩分、溶存酸素量の鉛直分布も概ね同じような傾向で推移していたことから、漁獲調査の結果は魚礁の単体形状や配置状況の違いを反映しているものと考えられた。

一般に魚礁効果を評価する場合、そこから漁獲される生産金額が問題となるが、釣獲調査の生産性の平均値はAタイプ436円/人・h、Bタイプ444円/人・h、Cタイプ396円/人・hとCタイプはA、Bタイプに比べ若干低い値となった。また、魚礁の生産性は調査日により大きく変動しており、海況及び魚群来遊状況の影響を強く受けていたと考えられる(表6)。今回の釣獲調査では延べ42種の魚種が釣獲されたが、各魚礁タイプとも生産金額の8~9割はマダイ、イシダイ、チダイ、マアジ、カワハギ、ウマヅラハギの6種で占められていた(表7)。これら6種は釣獲尾数ではAタイプ45.6%、Bタイプ34.8% Cタイプで12.2%にすぎず、残り半数以上の釣獲魚は生産金額にはほとんど貢献していなかった。このことから魚礁の効果を高めるには、これら水産重要種をいかに増集させるかが重要なポイントとなる。

2. 漁場利用度からの評価

標本船調査における1ヶ月釣獲時間ではA、BタイプとCタイプの間大きな差が生じた(別表2)。小倉²⁾は水産庁が行った魚礁効果(全数調査)を解析し、漁業という経済行為を行うとき、生産性の高い漁場には大きな漁獲努力が加えられるが、生産性の低い漁場には漁獲努力がそれ程投入されないため、魚礁区と非魚礁区のCPUEには有意な差が生じないと報告している。これに従えば生産性の高い漁場ほど漁獲努力量の指標となる利用時間は長くなるはずであり、漁業者はC-1、C-2タイプに比べ、A、Bタイプを評価していることになる。柿元³⁾は水槽実験により魚礁の素材によって増集効果は変化しないとしており、鋼材とコンクリートという材質が原因になっているとは考えにくい。C-1タイプの利用が少ない理由としては、①Cタイプに比べA、Bタイプの魚礁の方が釣獲対象とするII型魚が多い傾向にあり、利用しやすい。②A、BタイプはCタイプに比べやや生産性が高く、変動係数も低いことから安定した釣果が見込める。③Cタイプの場合、A、Bタイプのような小型の魚礁単体が集めた漁場と異なり、大型鋼製魚礁が散在しているため、潮流が早い場合に船を魚礁の直上及び直近に配船することが難しい④Cタイプは魚礁設置年数が浅く、魚類の餌となる付着性生物が少ない等が考えられる。

3. 魚類の増集特性からの評価

釣獲調査ではA、BタイプはII型種を主体とし似た魚種組成をしているのに対し、CタイプはII型種が少なく、III型種が多かった(表4)。一方、標本船調査の場合は、マダイ、マアジ、カワハギ類、ブリ類を狙って釣獲するケースが多いことから、II型を主体としたこれら水産重要種の比率が高く、IV及びV型種

が少なくなっているが、これは水産重要種の釣果が見込まれないとすぐに漁場を移動してしまうためと考えられた。水産重要種であるマダイ、マアジ、カワハギ、ウマズラハギはいずれも魚礁性の強いⅡ型種であるが、これらⅡ型種はA、Bタイプに多く、C型種で少ない傾向が見られることから当該海域においてⅡ型種を効率的に増集させるには大型単体礁を点在させるよりも小型単体のある程度の範囲に散乱させ漁場面積を広くとる方が有利と考えられる。人工魚礁造成計画指針¹⁾では魚類の増集に効果的な魚礁の単体配置密度は、小型単体の投影面積の合計値と魚礁設置面積の比率(設置面積比)が4~25%の間で5~10%が望ましく、小型単体の場合は10%程度が適当としている。しかし、魚礁の設置面積比は大型の魚礁単体を使用するほど値が小さくなる傾向があること、本研究の事例のようにAタイプ(20.4%)、Bタイプ(18.9%)においても十分な漁場利用がされていることを考慮すれば、魚礁の設置面積比については魚礁単体別に評価事例を増やし、これらの結果を検証していくことが望まれる。さらに、一本釣りの場合、船尾にスカンパと呼ばれる帆を立て船を風上に向けて、魚礁の潮上から潮下まで船を流しながら操業することから魚礁の設置面積は広いほど操業上有利になる。標本船調査においてC-1、C-2タイプの延べ釣獲時間が少なかったのは、魚礁の生産性に加え、操業性が大きく影響していると考えられ、魚礁の配置計画を策定する際には生物増集面に加え、操業上の利便性を十分に考慮すべきである。

4. 刺網調査から見た増集特性

刺網調査では延べ40種の魚種が漁獲されており、この内、釣獲調査で釣獲された14種を除く26種については刺網だけで漁獲されたものである(表8)。このように刺網と一本釣りでは漁獲組成が大きく異なるが、これは漁具の選択性と魚類の行動性(夜行性等)に起因すると考えられる。また、刺網調査における1反当たりの生産金額はAタイプ1,929円、Bタイプ1,743円、Cタイプ825円であり、Cタイプに比べA、Bタイプの生産性が高った。また、生産金額ではカワハギ、ヒラメ、イラ、テンス、ホウボウ、ズキの比重が高く、これら6種でAタイプ88.2%、Bタイプ83.8%、Cタイプ78.3%を占めた。しかし、これらの結果は、1~3月の冬季のみの調査であり、データ数も少ないことから漁獲物組成及び生産性を検討するにはさらなる調査が必要と考えられる。

5. 胃内容物調査

橈脚類やアミ類などの動物プランクトンは海底の岩、転石などで形成される小さな凹凸地形、人工魚礁などの構造物の周囲や内部、及び海藻の周囲に濃密に群れて分布することが知られており、これらの生物は魚類の重要な餌となっていると推定されている¹⁾が、今回の調査でも多くの魚種で橈脚類やアミ類が確認された(別表2)。重要種であるマアジは甲殻類、橈脚類が多く、他にオキアミ類、矢虫類、長尾類、短尾類、介形類、魚卵が見られた。マアジの成魚はカタクチイワシを主体とした魚類食とされている⁴⁾が、今回の調査では魚類は確認できなかった。また、カワハギ、ウマズラハギでは端脚類やアミ類などが確認されているが、胃内容物には多量の砂や固形物が大量に見られたことから付着生物や底生生物を捕食していることが示唆された。本調査は分析試料数が少ないことから魚類が魚礁周辺を餌場して増集しているかを判断することは難しいが、今後、魚礁区と対象区(無魚礁区)における魚類の胃内容物組成の差異を検討していくことで餌場機能はある程度評価できると考えられる。

6. 調査結果の応用について

本調査は主に漁獲調査と標本船調査により魚礁単体構造と配置構造が異なる3タイプの大型魚礁についてその増集特性及び生産性に違いがあるかを検討したが、前述のとおり魚礁タイプにより魚種組成及び生産性に差異があることが示唆された。しかし、一般に魚礁の増集特性は生息魚種、海洋特性、造成規模、設置水深、魚礁単体の構造及び配置等により大きく変化するため、一概にどのような魚礁をどのように設置すべきかという評価は非常に難しいと言える。本研究の結果も地域的な海洋特性や設置条件を十分に考

慮した上で、今後の造成計画の参考とする必要がある。

引用文献

- 1) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会、2000年、沿岸漁場整備開発事業人工魚礁造成計画指針
- 2) 小倉道男、1994年、人工魚礁と魚、株式会社小野田、54
- 3) 柿元皓、1998年、人工魚礁による魚類生息場の造成、全国沿岸漁業振興開発協会、7-8
- 4) 落合明・田中克、1986年、魚類学(下)、恒星社厚生閣、東京都、795

別表1：漁獲調査結果（魚種別釣獲尾数）

Aタイプ

調査時間	10/2	11/4	12/17	1/19	4/22	6/2	7/2	8/23	9/14	10/13	11/17	3/19	計	釣獲率	組成率
	8:00~12:00	8:00~13:00	8:00~13:00	8:00~13:00	8:00~12:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00			
延釣獲時間(h・人)	20	30	20	15	12	16.5	15	9	19.5	16.5	15	10	198.5		
マアジ	9		7	15	6	10	7	5	6				73	0.37	27.4
ヒメ		1	10		5	10	14	8	7				55	0.28	20.7
ネンブツダイ	2			4		3	2	3	2	9	9		34	0.17	12.6
トゴツメバル		1		2	6	4				1		11	25	0.13	9.4
ウマズラハギ	2		1	3		2		3	3	3			17	0.09	6.4
マルソウダ	1	8									5		14	0.07	5.3
クラカケトラギス			3			1	1	3	4		1		13	0.07	4.9
カワハギ		2		1						1		1	5	0.03	1.9
マダイ										4	1		5	0.03	1.9
ハチビキ										2	1		3	0.02	1.1
イサキ				2							1		3	0.02	1.1
カナド					2								2	0.01	0.8
サクラダイ		2											2	0.01	0.8
イシダイ			1	1									2	0.01	0.8
ササノハベラ		1					1						2	0.01	0.8
ムシガレイ					2								2	0.01	0.8
ゴマサバ									1				1	0.01	0.4
イソカサゴ								1					1	0.01	0.4
チダイ								1					1	0.01	0.4
オキゴンベ								1					1	0.01	0.4
サバフグ		1											1	0.01	0.4
タマガンソウビラメ						1							1	0.01	0.4
イナダ		1											1	0.01	0.4
ホウボウ					1								1	0.01	0.4
カナガシラ													1	0.01	0.4
計	12	19	23	28	22	31	25	25	23	20	26	12	266	1.34	100.0
釣獲率(尾/h・人)	0.60	0.63	1.15	1.87	1.83	1.88	1.67	2.78	1.18	1.21	1.73	1.20	1.34		

266.00

Bタイプ

調査時間	10/2	11/4	12/17	1/19	4/22	6/2	7/2	8/23	9/14	10/13	11/17	3/19	計	釣獲率	組成率
	8:00~12:00	8:00~13:00	8:00~13:00	8:00~13:00	8:00~12:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00	8:30~13:00			
延釣獲時間(h・人)	20	20	20	20	8	16.5	15	9	19.5	16.5	15	10	198.5		
マアジ	1	1			13	14	14	4		1	1	1	50	0.26	18.5
ネンブツダイ	3		1		3	1	1	2	4	9	5	1	30	0.16	11.1
クラカケトラギス		2	1	14		2	2	1	2				24	0.13	8.9
トゴツメバル	3		2	3	3	3	2					7	20	0.11	7.4
ヒメ	1	1		3		7	4						15	0.08	5.6
ウマズラハギ	1	1	1		1	1	3	5	2				15	0.08	5.6
ササノハベラ	2						3	3	4	3			15	0.08	5.6
マルソウダ	2	4							4	5			15	0.08	5.6
マダイ		2	4	1	1					1	2		11	0.06	4.1
ヒラソウダ											11		11	0.06	4.1
チダイ	2					1		3	2		2		10	0.05	3.7
カワハギ			1	2		1		1		2	1		8	0.04	3.0
サクラダイ					2				1	3	1	2	9	0.05	3.3
ハチビキ										5			5	0.03	1.9
ホウボウ		2	1			1							4	0.02	1.5
サバフグ		2	2										4	0.02	1.5
カナド		1		1		1							3	0.02	1.1
ホシザメ			1	1						1			3	0.02	1.1
フサカサゴ				1	1							1	3	0.02	1.1
カタクチイワシ				2									2	0.01	0.7
カサゴ								1		1			2	0.01	0.7
シイラ									1				1	0.01	0.4
イソカサゴ								1					1	0.01	0.4
カイワリ								1					1	0.01	0.4
ウミヒゴイ						1							1	0.01	0.4
ゴマサバ		1											1	0.01	0.4
カゴカキダイ	1												1	0.01	0.4
マハタ					1								1	0.01	0.4
マサバ		2											2	0.01	0.7
ムツ												1	1	0.01	0.4
コショウダイ											1		1	0.01	0.4
計	15	19	14	25	26	31	27	20	19	32	29	13	270	1.42	100.0
釣獲率(尾/h・人)	0.75	0.95	0.70	1.25	3.25	1.88	1.80	2.22	0.97	1.94	1.93	1.30	1.42		

Cタイプ

調査時間	C-1												C-2												計	釣獲率	組成率
	10/2	11/4	12/17	1/19	4/22	6/2	7/2	8/23	9/14	10/13	11/17	3/19	10/2	11/4	12/17	1/19	4/22	6/2	7/2	8/23	9/14	10/13	11/17	3/19			
延釣獲時間(h・人)	24	30	20	20	8	16.5	15	9	19.5	16.5	15	10	203.5														
ヒメ		2		2	2	27	73	18	18	11	6	2	161	0.79	40.9												
マルソウダ	22	23											55	0.27	14.0												
ゴマサバ								3	41				44	0.22	11.2												
マアジ				4	15		1						20	0.10	5.1												
クラカケトラギス	1	1	2	2	1	4	6			5	1		21	0.10	5.3												
マダイ		4	10	4	1								19	0.09	4.8												
オキトラギス						3	1	2	3	3			12	0.06	3.0												
ササノハベラ		1			1			6	2				10	0.05	2.5												
トゴツメバル	1			4	3							1	9	0.04	2.3												
ネンブツダイ				3	1		1			2	6		12	0.06	3.0												
ウマズラハギ									2	2			4	0.02	1.0												
ホシヒメコダイ								1	1	2			4	0.02	1.0												
ムシガレイ									2	1			3	0.01	0.8												
イシダイ		2											2	0.01	0.5												
ガンソウビラメ						2							2	0.01	0.5												
アアマダイ									1			1	2	0.01	0.5												
カワハギ										1	1		2	0.01	0.5												
カイワリ								1					1	0.00	0.3												
チダイ											1		1	0.00	0.3												
マサバ								1					1	0.00	0.3												
サクラダイ											1		1	0.00	0.3												
イサキ			1									1	2	0.02	1.0												
カナガシラ				1									1	0.00	0.3												
ヒラソウダ											2		2	0.01	0.5												
サバフグ			1										1	0.00	0.3												
計	23	34	13	19	22	32	83	39	69	30	25	5	394	1.94	100.0												
釣獲率(尾/h・人)	0.96	1.13	0.65	0.95	2.75	1.94	5.53	4.33	3.54	1.82	1.67	0.50	1.94														

標本船調査における延べ釣獲時間及び魚種別釣獲数

別表 2

Aタイプ			Bタイプ			C-1		
延べ釣獲時間(h・人)	33,761		延べ釣獲時間(h・人)	41,232		延べ釣獲時間(h・人)	860	
1ヶ月釣獲時間(h・人)	993		1ヶ月釣獲時間(h・人)	1213		1ヶ月釣獲時間(h・人)	39	
魚種	尾数	構成比(%)	魚種	尾数	構成比(%)	魚種	尾数	構成比(%)
マアジ	3295	58.1	マアジ	2747	33.7	マアジ	76	31.0
サバ類	1006	17.7	サバ類	1714	21.1	ブリ類	62	25.3
カワハギ	497	8.8	マダイ	1086	13.3	サバ類	28	11.4
マダイ	248	4.4	ブリ類	994.7	12.2	マダイ	24	9.8
トゴツメバル	247	4.4	クロマグロ(メジ)	242	3.0	ネンブツダイ	14	5.7
ソウダガツオ	77	1.4	トゴツメバル	219	2.7	トゴツメバル	8	3.3
イサキ	59	1.0	マイワシ	200	2.5	ヒメ	8	3.3
ネンブツダイ	45	0.8	ソウダガツオ	185	2.3	カワハギ	7	2.9
ウマズラハギ	29	0.5	ネンブツダイ	125	1.5	カンパチ	4	1.6
チダイ	25	0.4	チダイ	97	1.2	イシダイ	3	1.2
サクラダイ	18	0.3	オキメバル	90	1.1	ウマズラハギ	3	1.2
マトウダイ	17	0.3	サバフグ	81	1.0	ホウボウ	2	0.8
ムシガレイ	16	0.3	ハチビキ	60	0.7	エゾイソアイナメ	1	0.4
ヒメ	15	0.3	カワハギ	43	0.5	カナガシラ	1	0.4
イシダイ	14	0.2	ホウボウ	41	0.5	クロマグロ(メジ)	1	0.4
クロマグロ(メジ)	11	0.2	ウルメイワシ	34	0.4	ササノハベラ	1	0.4
エゾイソアイナメ	7	0.1	ウマズラハギ	26	0.3	チダイ	1	0.4
オキメバル	5	0.1	ヒメ	25	0.3	ムシガレイ	1	0.4
ヒラメ	5	0.1	サクラダイ	22	0.3	計	245	100.0
アマダイ	4	0.1	イシダイ	20	0.2			
クラカケトラギス	4	0.1	カツオ	12	0.1			
ホウボウ	3	0.1	カタクチイワシ	10	0.1	C-2		
キントキ	2	0.0	クラカケトラギス	8	0.1	延べ釣獲時間(h・人)	1367	
ササノハベラ	2	0.0	イサキ	7	0.1	1ヶ月釣獲時間(h・人)	62	
ブリ類	2	0.0	ムシガレイ	6	0.1	魚種	尾数	構成比(%)
ホシザメ	2	0.0	カイワリ	5	0.1	サバ類	493	44.7
マハタ	2	0.0	ホシザメ	5	0.1	マダイ	389	35.3
アカハタ	1	0.0	カンパチ	4	0.0	クラカケトラギス	39	3.5
イシガレイ	1	0.0	シキシマハナダ	4	0.0	ブリ類	39	3.5
オアカムロ	1	0.0	マトウダイ	4	0.0	アマダイ	37	3.4
カイワリ	1	0.0	メバル	3	0.0	イサキ	32	2.9
カサゴ	1	0.0	カサゴ	2	0.0	チダイ	20	1.8
カナガシラ	1	0.0	カナガシラ	2	0.0	カイワリ	19	1.7
カンパチ	1	0.0	ヒラメ	2	0.0	キントキ	7	0.6
クロムツ	1	0.0	ムロアジ	2	0.0	マアジ	6	0.5
スズキ	1	0.0	アカムツ	1	0.0	イシダイ	4	0.4
タカノハダイ	1	0.0	ウスバハギ	1	0.0	ソウダガツオ	4	0.4
テンス	1	0.0	ウメイロ	1	0.0	ウマズラハギ	3	0.3
計	5668	100	エゾイソアイナメ	1	0.0	カレイ類	3	0.3
			オオクチイシナギ	1	0.0	ササノハベラ	3	0.3
			オニカサゴ	1	0.0	カワハギ	2	0.2
			キントキ	1	0.0	カンパチ	1	0.1
			ササノハベラ	1	0.0	スズキ	1	0.1
			スズキ	1	0.0	マハタ	1	0.1
			タカノハダイ	1	0.0	計	1103	100.0
			マハタ	1	0.0			
			ムツ	1	0.0			
			計	8139.7	100.0			

魚礁ブロック類型化のための魚礁ブロックタイプ別の蛸集状況の調査

大分県海洋水産研究センター

1. 調査のねらい

魚礁タイプ別の魚類蛸集状況を把握し、魚礁効果を適正に評価することで、人工魚礁の効率的な造成手法の基礎資料を得ることを目的とする。

2. 調査方法

1987年11月に実証漁場として大分県国見町竹田津地先に造成された6タイプの人工魚礁群と沿岸域の並型礁及び天然礁を調査対象とした(図1・図2)。これら6魚礁群は、いずれも水深約20~35m、底質は砂質で、比較的平坦な地形に設置されている(以下、北からA礁、B礁、C礁、D礁、E礁、F礁という)。また、表1、図3に示すとおり、これら6魚礁群は、複数の魚礁単体により構成された単位魚礁で、A礁が3種類3個、B礁が3種類3個、C礁が4種類10個、D礁が4種類10個、E礁が1種類20個、F礁が2種類3個の魚礁から成り、礁体積はそれぞれA礁が394.5空 m^3 、B礁が338.3空 m^3 、C礁が443.2空 m^3 、D礁が496.5空 m^3 、E礁が214.0空 m^3 、F礁が353.9空 m^3 である。調査手法としては、潜水調査、釣獲試験、刺網試験操業を実施した。

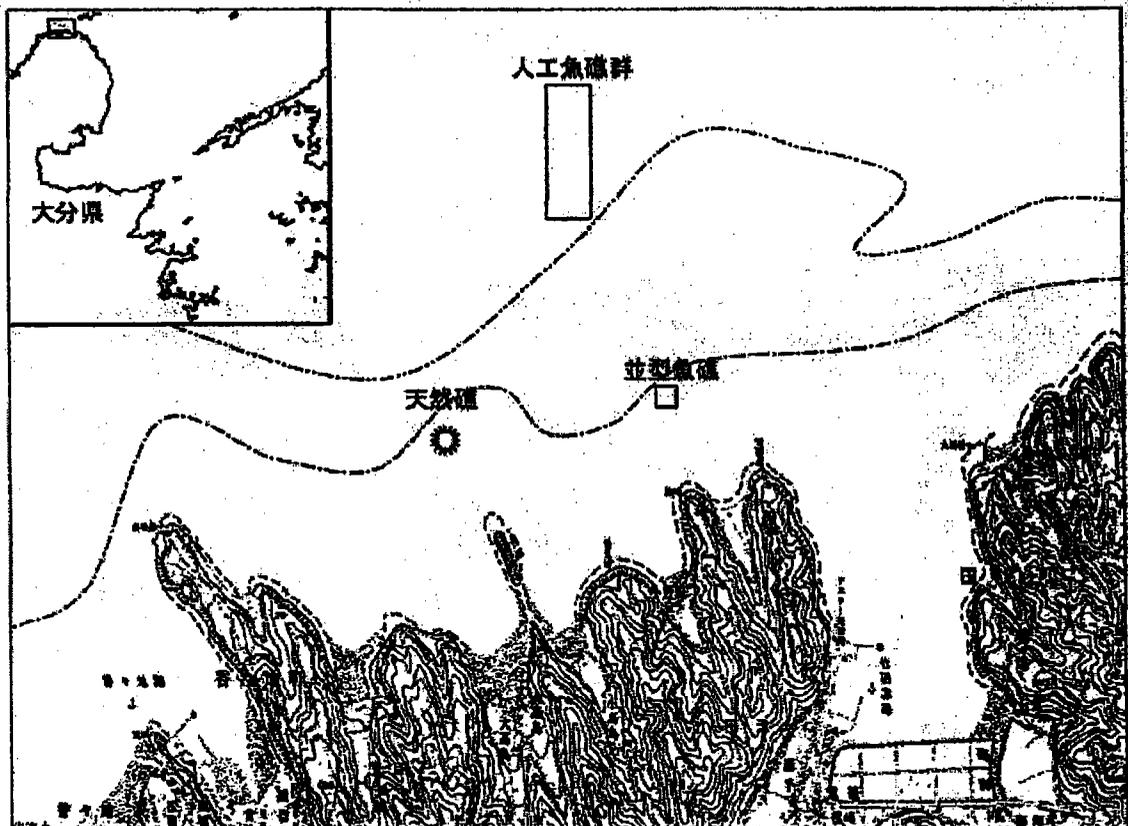


図1 魚礁設置位置図

表1 魚礁ブロック類型化調査の対象魚礁

単位魚礁	魚礁単体	魚礁名	型式	形状			サイズ m			投入 個数	総空 m ³
				空 m ³	重量 t		H×	W×	L		
A礁	A-1	オクタゴン魚礁	30型	64.5	18.9	3.2	7.2	2.8	1	64.5	
	A-2	FRP魚礁	AK3-2型	116	16	3.6	6	7	1	116	
	A-3	3Kリーフ	KM-260	214	68.2	6.7	7.7	5.8	1	214	
	計								3	394.5	
B礁	B-1	プラス型魚礁	6B型	171.8	53.4	6	5.35	5.35	1	171.8	
	B-2	かまぼこ魚礁	中型	51	9.2	3.3	3.29	6	2	102	
	B-3	オクタゴン魚礁	30型	64.5	18.9	3.2	7.2	2.8	1	64.5	
	計								4	338.3	
C礁	C-1	SAB式魚礁	H3型	24	7.7	2.57	φ3.5		3	72	
	C-2	スミリーフ	B型	112.5	21.5	3.5	6.5	6.5	1	112.5	
	C-3	グレートリーフ	140R型	139.15	38.8	4.6	5.5	5.5	1	139.15	
	C-4	コーケン魚礁ブロック II型		23.9	17.5	3.36	3.38	3.38	5	119.5	
計								10	443.15		
D礁	D-1	YTリーフ	3型	34	12.7	3.4	3	3	3	102	
	D-2	MES型魚礁	N型	98	5.23	2	7	7	1	98	
	D-3	ドラゴンリーフ	DR-5000U	125	21.3	5	5	5	1	125	
	D-4	FP魚礁	3.25角型	34.3	13	3.25	3.25	3.25	5	171.5	
計								10	496.5		
E礁	E-1	クラウンテール魚礁		10.7	2.78	2	φ3.3		20	214	
F礁	F-1	マリノリーフ		319.88	33.695	6	7.84	9.06	1	319.88	
	F-2	マコガレイ産卵増殖礁 S.S.R-9-E		17	6.568	1.3	4	4	2	34	
計								3	353.88		
並型礁				1		1	1	1	697		
天然礁											

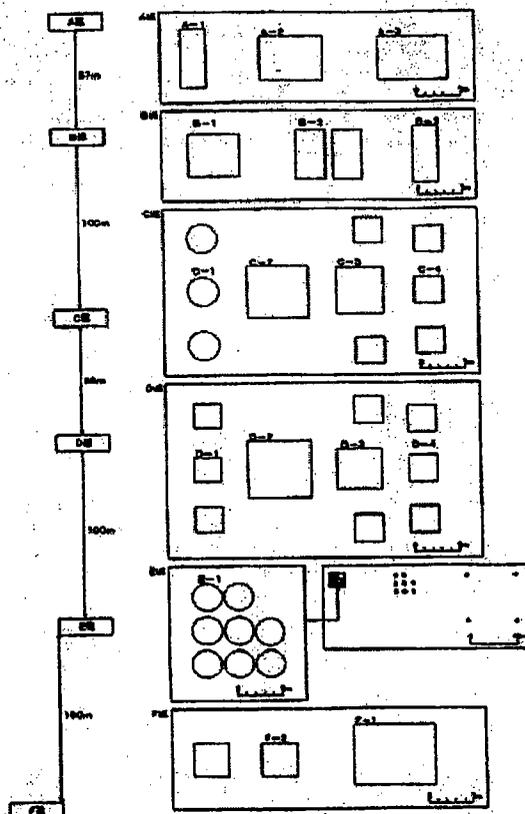


図2 試験施設配置図

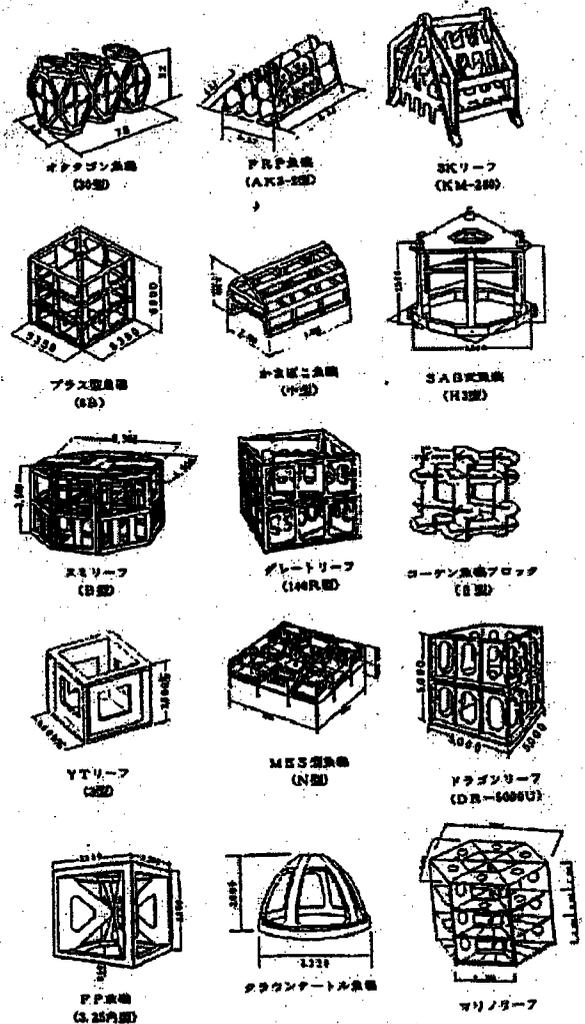


図3 魚礁単体姿図

1) 潜水調査

潜水調査は、専門の潜水業者に委託し、スキューバ潜水により実施した。潜水時間帯はおおむね9:30から13:00の間であった。潜水にあたっては、用船した地元漁船を当該魚礁群付近に誘導し、魚探で照合しながら、各魚礁群の中心に目標ブイを投入して潜水位置を決定した。調査方法は、潜水士2名が目標ブイのアンカーロープをつたって潜水し、目視観察により蛸集魚の全長、個体数及び確認された場所を野帳に記録するとともに、必要に応じて写真・ビデオ撮影を行った。なお、1魚礁群1回当たりの潜水時間は約15分であった。調査は、1998年6月から2000年12月までの間に1魚礁群あたり6~20回行い、調査日は比較的透明度の良い小潮時に設定した。

2) 釣獲試験

釣獲試験は、地元漁船を用船し、潜水調査とほぼ同時期に実施した。試験時間帯はおおむね早朝から13:00の間であり、この他、6月・7月には夜釣りもあわせて行った（おおむね夕刻から24:00の間）。1魚礁群1回当たりの釣獲時間は、1隻1~5名により約1~2時間である。試験は、1998年6月から2000年12月までの間に1魚礁群あたり12~27回行い、漁獲物は種を同定し、体長、体重を測定した。

3) 刺網試験操業

刺網試験操業は、ネットホーラーと魚探を備えた地元漁船を用船し、9月・10月の潜水調査・釣獲試験とほぼ同時期に実施した。1魚礁群1回あたり、それぞれ4.8節の刺網5反を用い、夕刻投網し翌朝揚網した。投網にあたっては、潜水調査時に設置した目標ブイと魚探を照合しながら、当該魚礁の直近を横切るように、潮下から潮上に向けて網を設置した。調査は、1998年9月から2000年9月までの間に1魚礁群あたり3回行い、漁獲物は種を同定し、体長・体重を測定した。

3. 調査結果

1) 潜水調査

調査で確認された蛸集魚の種類数については、全体でA礁が7種類、B礁が12種類、C礁が14種類、D礁が16種類、E礁が10種類、F礁が17種類、並型礁が19種類、天然礁が11種類であった。ウマヅラハギ、カサゴ、スズキ、メバルが全ての魚礁で確認されており、調査期間をとおして6魚礁群ともに蛸集量が多かったのはメバルで、目視で体長20~30cmサイズの大型個体の蛸集が確認された。(表2)

2) 釣獲試験

調査結果については、全体でA礁が11魚種・35尾・15,554g、B礁が13魚種・50尾・23,322g、C礁が8魚種・38尾・12,862g、D礁が14魚種・95尾・31,793g、E礁が8魚種・60尾・23,205g、F礁が16魚種・98尾・38,152g、並型礁が16魚種・41尾・8,173g、天然礁が12魚種・63尾・13,787gの漁獲であった。シロギス、スズキ、メバルが全魚礁で釣獲され、カサゴが並型礁でのみ釣獲されなかった。

1人1時間当たりの漁獲努力量は全体で、尾数についてはA礁が0.99尾/h・人、B礁が1.18尾/h・人、C礁が0.57尾/h・人、D礁が1.37尾/h・人、E礁が1.49尾/h・人、F礁が1.08尾/h・人、並型礁が1.65尾/h・人、天然礁が2.04尾/h・人であり、重量についてはA礁が438.1g/h・人、B礁が548.8g/h・人、C礁が193.1g/h・人、D礁が458.0g/h・人、E礁が576.3g/h・人、

F礁が421.7g/h・人、並型礁が329.1g/h・人、天然礁が447.2g/h・人であった。(表3)

3) 刺網試験操業

調査結果については、全体でA礁が10魚種・46尾・12,755g、B礁が8魚種・33尾・6,437g、C礁が11魚種・30尾・8,798g、D礁が19魚種・49尾・12,389g、E礁が11魚種・20尾・4,088g、F礁が16魚種・54尾・13,654g、天然礁が10魚種・102尾・11,979g、対照区が9魚種・24尾・3,258gの漁獲であった。

1反当たりの漁獲努力量は全体で、尾数についてはA礁が3.07尾/反、B礁が2.20尾/反、C礁が2.00尾/反、D礁が3.27尾/反、E礁が1.33尾/反、F礁が3.60尾/反、天然礁が13.00尾/反、対照区が2.40尾/反であり、重量についてはA礁が850.3g/反、B礁が429.1g/反、C礁が586.5g/反、D礁が825.9g/反、E礁が272.5g/反、F礁が910.3g/反、天然礁が1,197.9g/反、対照区が325.8g/反であった。(表4)

4. 考察

調査結果から、6魚礁群ともにメバル大型個体の蛸集が認められた。なかでも、潜水調査から、面的な構造であるF礁の魚礁単体でメバルの蛸集が特異的に多く観察されている。潮流の速い環境下でのメバルの行動を観察すると、潮流の影響を受けにくい魚礁内部に留まっていることが確認されており、当海域では潮流を遮るような面構造をもった魚礁単体がメバルを多く蛸集させると考えられた。また、幼稚魚期のメバルは水深の浅い沿岸の天然礁や魚礁を利用し、成長とともに、より沖合の魚礁を利用していると考えられた。

表2 潜水調査結果

A種(調査回数:8回)			D種(調査回数:18回)			F種(調査回数:20回)			並設種(調査回数:8回)			天然種(調査回数:8回)			
魚種名	大きさ(cm)	個体数	魚種名	大きさ(cm)	個体数	魚種名	大きさ(cm)	個体数	魚種名	大きさ(cm)	個体数	魚種名	大きさ(cm)	個体数	
アジ類	15	200	アイナメ	20	1	アイゴ	30	1	アジ類	5~10	1,000	アイナメ	40	1	
ウマヅラハキ	25	2		25	7	アイナメ	20	1		15	330	ウマヅラハキ	20	2	
カサゴ	15	1		30	9		25	7	イシダイ	10~20	20	カサゴ	35	2	
	15~20	3	アジ類	10	5,000		30	19		15~30	5		15	1	
	25	2		5~10	1,000	アジ類	5	300		20~30	10		20	1	
スズキ	30	3		10~15	1,100		5~15	200		25	15	カワハキ	20	3	
	60	1		20	1,000		10	1,000		30	1		25	2	
	100	2	イシダイ	10	1		15	20		40	39	キュウセン	7~25	60	
ハバル	20	10		15	1		20	1,000		50~80	5		10	2	
	25	3		20	1	イシダイ	20	1		60	1		10~20	6	
	30	10		25	1	イシダイ	10	5	ウマヅラハキ	15~30	310		15	1	
7種 計		239		30	3		15~20	20		20~30	30		25	15	
				40	1		20~30	2		25	4		クサカサトリス	10~20	30
				20~25	4		20~40	13		30	10		ホウ	40	2
				25	14		20~50	5		25	30		ホハウ	10	5
				30	6		25	6		25~30	30		ホハウ	15	2
				10~20	5		30	8		30	10			20	1
				15	5		30~40	3		40	10			30	5
				20	14		40	1		40	1			30	1
				15~20	26		40~80	4		50	1			3	540
				20	2		50	3		50	1			5~15	50
				25	2		50~80	2		60	1			7~8	8
				30	2		15	2		60	1			10~25	60
				40	2		20	23		60	1			15	5
				50	4		25	2		70	2			20	18
				60	1		30	10		80	1				
				70	1		30	17		80	1				
				80	1		40	1		90	1				
				90	1		50	1		100	1				
				100	1		60	1		100	1				
				110	1		70	6		100	1				
				120	1		80	1		100	1				
				130	1		90	1		100	1				
				140	1		100	1		100	1				
				150	1		110	1		100	1				
				160	1		120	1		100	1				
				170	1		130	1		100	1				
				180	1		140	1		100	1				
				190	1		150	1		100	1				
				200	1		160	1		100	1				
				210	1		170	1		100	1				
				220	1		180	1		100	1				
				230	1		190	1		100	1				
				240	1		200	1		100	1				
				250	1		210	1		100	1				
				260	1		220	1		100	1				
				270	1		230	1		100	1				
				280	1		240	1		100	1				
				290	1		250	1		100	1				
				300	1		260	1		100	1				
				310	1		270	1		100	1				
				320	1		280	1		100	1				
				330	1		290	1		100	1				
				340	1		300	1		100	1				
				350	1		310	1		100	1				
				360	1		320	1		100	1				
				370	1		330	1		100	1				
				380	1		340	1		100	1				
				390	1		350	1		100	1				
				400	1		360	1		100	1				
				410	1		370	1		100	1				
				420	1		380	1		100	1				
				430	1		390	1		100	1				
				440	1		400	1		100	1				
				450	1		410	1		100	1				
				460	1		420	1		100	1				
				470	1		430	1		100	1				
				480	1		440	1		100	1				
				490	1		450	1		100	1				
				500	1		460	1		100	1				
				510	1		470	1		100	1				
				520	1		480	1		100	1				
				530	1		490	1		100	1				
				540	1		500	1		100	1				
				550	1		510	1		100	1				
				560	1		520	1		100	1				
				570	1		530	1		100	1				
				580	1		540	1		100	1				
				590	1		550	1		100	1				
				600	1		560	1		100	1				
				610	1		570	1		100	1				
				620	1		580	1		100	1				
				630	1		590	1		100	1				
				640	1		600	1		100	1				
				650	1		610	1		100	1				
				660	1		620	1		100	1				
				670	1		630	1		100	1				
				680	1		640	1		100	1				
				690	1		650	1		100	1				
				700	1		660	1		100	1				
				710	1		670	1		100	1				
				720	1		680	1		100	1				
				730	1		690	1		100	1				
				740	1		700	1		100	1				
				750	1		710	1		100	1				
				760	1		720	1		100	1				
				770	1		730	1		100	1				
				780	1		740	1		100	1				
				790	1		750	1		100	1				
				800	1		760	1		100	1				
				810	1		770	1		100	1				
				820	1		780	1		100	1				
				830	1		790	1		100	1				
				840	1		800	1		100	1				
				850	1		810	1		100	1				
				860	1		820	1		100	1				
				870	1		830	1		100	1				
				880	1		840	1		100	1				
				890	1		850	1		100	1				
				900	1		860	1		100	1				
				910	1		870	1		100	1				
				920	1		880	1		100	1				

表3 釣獲試験結果

A礁(調査回数:16回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)	
昼	カサゴ	1	138	0.03	3.8	
	キジハタ	1	825	0.03	17.6	
	クラカトラキス	1	63	0.03	1.8	
	クロソイ	3	1,581	0.08	44.5	
	シロキス	4	122	0.11	3.4	
	シログチ	1	143	0.03	4.0	
	スズキ	1	423	0.03	11.9	
	チヌ	1	32	0.03	0.9	
	タマガンゾウビラメ	1	63	0.03	1.8	
	マダイ	1	1,019	0.03	28.7	
	ハバル	3	979	0.08	27.6	
	夜	カサゴ	1	276	0.03	7.8
		スズキ	11	8,438	0.31	237.7
ハバル		5	1,853	0.14	46.6	
計	11種	35	15,554	0.99	438.1	

B礁(調査回数:18回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)	
昼	アイナメ	1	432	0.02	10.2	
	イヒキハゼ	3	25	0.07	0.6	
	カサゴ	5	763	0.12	17.9	
	キジハタ	1	1,392	0.02	32.8	
	クラカトラキス	1	31	0.02	0.7	
	クロソイ	1	417	0.02	9.8	
	シロキス	1	43	0.02	1.0	
	スズキ	2	693	0.05	16.3	
	チヌ	2	576	0.05	13.6	
	タマガンゾウビラメ	1	76	0.02	1.8	
	トカゲエソ	1	267	0.02	6.3	
	マゴチ	2	749	0.05	17.8	
	ハバル	5	1,036	0.12	24.4	
	夜	スズキ	19	15,400	0.45	382.3
		ハバル	5	1,421	0.12	33.4
計		13種	50	23,322	1.18	548.8

C礁(調査回数:21回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)		
昼	カサゴ	1	93	0.02	1.4		
	キジハタ	2	703	0.03	10.5		
	クロソイ	1	92	0.02	1.4		
	シロキス	8	496	0.12	7.4		
	ヒラメ	2	1,821	0.03	27.3		
	マルアジ	7	303	0.11	4.5		
	ハバル	2	492	0.03	7.4		
	夜	スズキ	12	8,091	0.18	121.5	
		ハバル	3	771	0.05	11.6	
		計	8種	38	12,862	0.57	193.1

D礁(調査回数:22回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)	
昼	アイナメ	1	380	0.01	5.5	
	カサゴ	3	755	0.04	10.9	
	キジハタ	3	1,339	0.04	19.3	
	キュウセン	2	422	0.03	6.1	
	ショウサイワグ	2	151	0.03	2.2	
	シロキス	10	597	0.14	8.6	
	スズキ	2	1,442	0.03	20.8	
	ヒラメ	5	2,157	0.07	31.1	
	マアジ	6	437	0.09	6.3	
	マゴチ	1	323	0.01	4.7	
	マダイ	1	404	0.01	5.8	
	マルアジ	14	1,534	0.20	22.1	
	マゴチ	1	68	0.01	1.0	
	ハバル	3	690	0.04	9.9	
	夜	シロキス	2	145	0.03	2.1
		スズキ	17	15,710	0.24	226.3
		ハバル	22	5,238	0.32	75.5
計		14種	95	31,793	1.37	458.0

E礁(調査回数:18回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)	
昼	イヒキハゼ	5	47	0.12	1.2	
	カサゴ	3	338	0.07	8.4	
	シロキス	6	317	0.15	7.9	
	チヌ	1	155	0.02	3.8	
	ヒラメ	1	512	0.02	12.7	
	マゴチ	1	320	0.02	7.9	
	ハバル	6	1,807	0.15	39.9	
	夜	スズキ	11	12,477	0.27	309.9
		ハバル	28	7,433	0.85	184.6
	計	8種	60	23,205	1.49	576.3

F礁(調査回数:25回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)
昼	イヒキハゼ	1	10	0.01	0.1
	カサゴ	2	534	0.02	5.9
	カクチイワシ	1	11	0.01	0.1
	キジハタ	1	617	0.01	6.8
	クロダイ	1	183	0.01	2.0
	シロキス	3	190	0.03	2.1
	シログチ	1	118	0.01	1.3
	スズキ	1	602	0.01	6.7
	タマガンゾウビラメ	2	100	0.02	1.1
	ヒラメ	3	2,088	0.03	23.1
	マアジ	9	497	0.10	5.5
	マゴチ	1	323	0.01	3.6
	マゴチ	3	1,230	0.03	13.6
	マルアジ	6	246	0.07	2.7
	ハバル	6	1,077	0.07	11.9
	夜	アイナメ	1	405	0.01
スズキ		38	25,288	0.42	279.5
ハバル		18	4,633	0.20	51.2
計	16種	98	38,152	1.08	421.7

並型礁(調査回数:13回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)
昼	アイナメ	1	537	0.04	21.8
	イヒキハゼ	1	10	0.04	0.4
	カワハキ	2	330	0.08	13.3
	キチヌ	1	173	0.04	7.0
	キュウセン	5	841	0.20	33.9
	クサフグ	7	284	0.28	11.4
	コモンフグ	3	294	0.12	11.9
	シロキス	5	188	0.20	7.6
	シログチ	1	83	0.04	3.3
	タマガンゾウビラメ	3	217	0.12	6.7
	ヒラメ	1	1,793	0.04	72.2
	マアジ	2	204	0.08	8.2
	マゴチ	1	348	0.04	14.0
	マダイ	1	24	0.04	1.0
	ハバル	2	383	0.08	15.4
	夜	スズキ	2	1,905	0.08
ハバル		3	557	0.12	22.4
計	16	41	8,173	1.65	329.1

天然礁(調査回数:12回)

時間帯	魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/h・人)	漁獲効率(g/h・人)
昼	ウマヅラハキ	1	162	0.03	5.3
	カサゴ	2	248	0.06	8.0
	カワハキ	3	257	0.10	8.3
	キジハタ	1	596	0.03	19.3
	キュウセン	1	105	0.03	3.4
	クラカトラキス	16	547	0.52	17.8
	クロダイ	1	195	0.03	6.3
	シロキス	6	344	0.19	11.2
	シログチ	3	571	0.10	18.5
	スズキ	1	924	0.03	30.0
	マダイ	1	27	0.03	0.9
	ハバル	12	2,171	0.39	70.4
夜	スズキ	7	8,061	0.23	196.6
	ハバル	8	1,581	0.26	51.3
計	12	63	13,787	2.04	447.2

表4 刺網調査結果

A種(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
アカエイ	1	2,159.5	0.07	144.0
アカシビラメ	14	1,631.6	0.93	108.8
ウチワサメ	1	330.3	0.07	22.0
オオシビラメ	17	2,566.5	1.13	171.1
キジハタ	3	2,739.5	0.20	182.6
コモンサカタサメ	1	614.2	0.07	40.9
シログチ	2	456.9	0.13	30.5
スズキ	1	399.3	0.07	26.6
マゴチ	2	1,194.0	0.13	79.6
メイタカレイ	4	663.0	0.27	44.2
計	46	12,754.7	3.07	850.3

B種(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
アカシビラメ	12	1,279.5	0.80	85.3
オオシビラメ	6	973.7	0.40	64.9
カサゴ	2	426.6	0.13	28.4
ガンギエイ	3	1,857.3	0.20	123.8
タマガンゾウビラメ	2	140.7	0.13	9.4
マゴチ	3	950.9	0.20	63.4
メイタカレイ	2	190.8	0.13	12.7
メバル	3	617.9	0.20	41.2
計	33	6,437.2	2.20	429.1

C種(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
アイナメ	1	289.9	0.07	19.3
ウマヅラハキ	1	40.2	0.07	2.7
オオシビラメ	6	1,126.1	0.40	75.1
ガンギエイ	3	1,206.6	0.20	80.4
キジハタ	1	328.1	0.07	21.9
コモンサカタサメ	1	452.0	0.07	30.1
タマガンゾウビラメ	1	71.1	0.07	4.7
ヒラメ	2	1,684.3	0.13	112.3
マエソ	2	647.6	0.13	43.2
マゴチ	3	973.8	0.20	64.9
メバル	9	1,978.3	0.60	131.9
計	30	8,797.9	2.00	586.5

D種(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
イシガレイ	1	224.7	0.07	15.0
ウマヅラハキ	1	444.8	0.07	29.7
オオシビラメ	4	660.5	0.27	44.0
カサゴ	1	56.9	0.07	3.8
カワハキ	2	131.8	0.13	8.8
ガンギエイ	3	1,448.9	0.20	96.6
キジハタ	1	357.6	0.07	23.8
コモンサカタサメ	2	1,356.9	0.13	90.5
タチウオ	2	99.4	0.13	6.6
タマガンゾウビラメ	7	438.2	0.47	29.2
ネスミゴチ	2	126.0	0.13	8.4
ハモ	1	170.0	0.07	11.3
ヒゲソリダイ	1	187.3	0.07	12.5
ヒラメ	4	1,583.4	0.27	105.6
マアナゴ	1	1,372.1	0.07	91.5
マエソ	4	1,405.6	0.27	93.7
マルアジ	1	29.2	0.07	1.9
メイタカレイ	2	446.8	0.13	29.8
メバル	9	1,848.6	0.60	123.2
計	49	12,388.7	3.27	825.9

E種(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
アカエイ	1	440.3	0.07	29.4
アカシビラメ	3	530.8	0.20	35.4
オオシビラメ	3	297.8	0.20	19.9
ガンギエイ	1	151.7	0.07	10.1
クラカケトラキス	2	69.3	0.13	4.6
クロダイ	1	519.7	0.07	34.6
コモンサカタサメ	1	535.5	0.07	35.6
タマガンゾウビラメ	1	59.0	0.07	3.9
マゴチ	1	320.7	0.07	21.4
メイタカレイ	3	352.6	0.20	23.5
メバル	3	812.2	0.20	54.1
計	20	4,087.5	1.33	272.5

F種(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
アイナメ	1	512.3	0.07	34.2
アカエイ	2	1,616.5	0.13	107.8
イシガレイ	2	228.5	0.13	15.2
ウマヅラハキ	1	112.7	0.07	7.5
オオシビラメ	5	574.3	0.33	38.3
カワハキ	3	262.9	0.20	17.5
ガンギエイ	2	1,256.5	0.13	83.8
クロダイ	1	263.4	0.07	17.6
コモンサカタサメ	1	537.5	0.07	35.8
スズキ	2	1,852.7	0.13	123.5
タマガンゾウビラメ	4	227.0	0.27	15.1
マエソ	1	262.2	0.07	17.5
マゴチ	4	1,042.6	0.27	69.5
マルアジ	5	186.6	0.33	12.4
メイタカレイ	3	304.0	0.20	20.3
メバル	17	4,414.7	1.13	294.3
計	54	13,654.3	3.60	910.3

天然礁(調査回数:3回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
イシガレイ	6	741.2	0.60	74.1
ウマヅラハキ	10	1,881.1	1.00	188.1
カサゴ	1	217.3	0.10	21.7
カワハキ	72	4,327.5	7.20	432.8
クロダイ	3	1,996.8	0.30	199.7
シログチ	3	619.2	0.30	61.9
ヒラメ	3	1,534.2	0.30	153.4
ムロアジ	1	305.4	0.10	30.5
メイタカレイ	1	69.9	0.10	7.0
メバル	2	285.9	0.20	28.6
計	102	11,978.7	10.20	1,197.9

対照区(調査回数:2回)

魚種名	個体数	重量(g)	漁獲効率(尾/反)	漁獲効率(g/反)
アカシビラメ	4	386.0	0.40	38.6
オオシビラメ	11	874.8	1.10	87.5
コモンサカタサメ	1	544.6	0.10	54.5
シログチ	2	262.1	0.20	26.2
タマガンゾウビラメ	1	55.5	0.10	5.5
マエソ	1	213.3	0.10	21.3
マゴチ	2	702.2	0.20	70.2
メイタカレイ	1	101.0	0.10	10.1
ワニソ	1	118.3	0.10	11.8
計	24	3,257.8	2.40	325.8