

石見中部地区人工礁漁場造成事業調査

田中伸和・沖野 晃・藤川裕司

対象地域である大田市から浜田市の沿岸漁業は、一本釣漁業、いか釣漁業、定置網漁業、小型機船びき網漁業、まき網漁業が中心に営まれているが、近年、生産量は減少傾向にある。また、対象地域の基幹漁業の一つである小型機船底びき網漁業やまき網漁業の生産量は、横這い傾向にあるが、生産額も魚価の低迷により伸び悩んでおり、漁業経営は極めて悪化してきている。

石見中部地区の沖合は、砂浜域が広がり、天然礁が極めて少ない地域であるため、生産性が低いうえに、潜在的な漁場の不足、狭隘化が指摘されており、新たな漁場造成が急務になっている。このため、当地区沖合に人工礁漁場を造成し、漁場の拡大を図るとともに漁業経営の安定に資することを目的とし、事業実施に必要な調査を実施した。

調査範囲は、県西部石見地区の大田市、仁摩町、温泉津町、江津市、浜田市の3市2町を受益対象にした、図1に示す海域である。

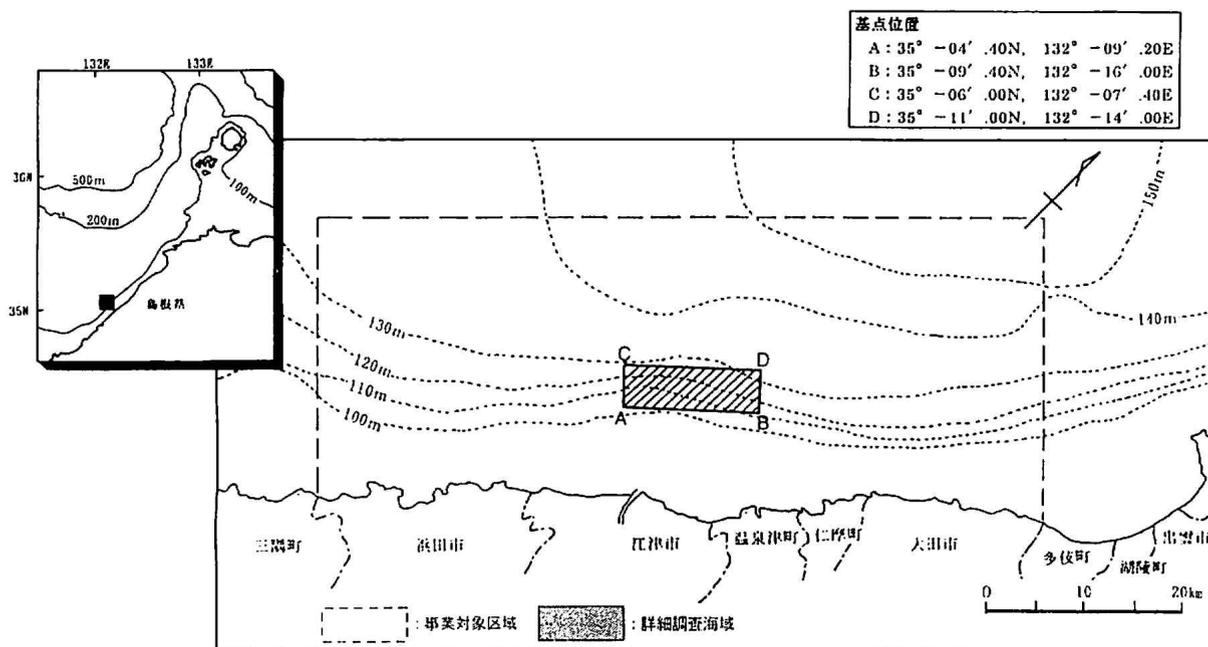


図1 調査海域

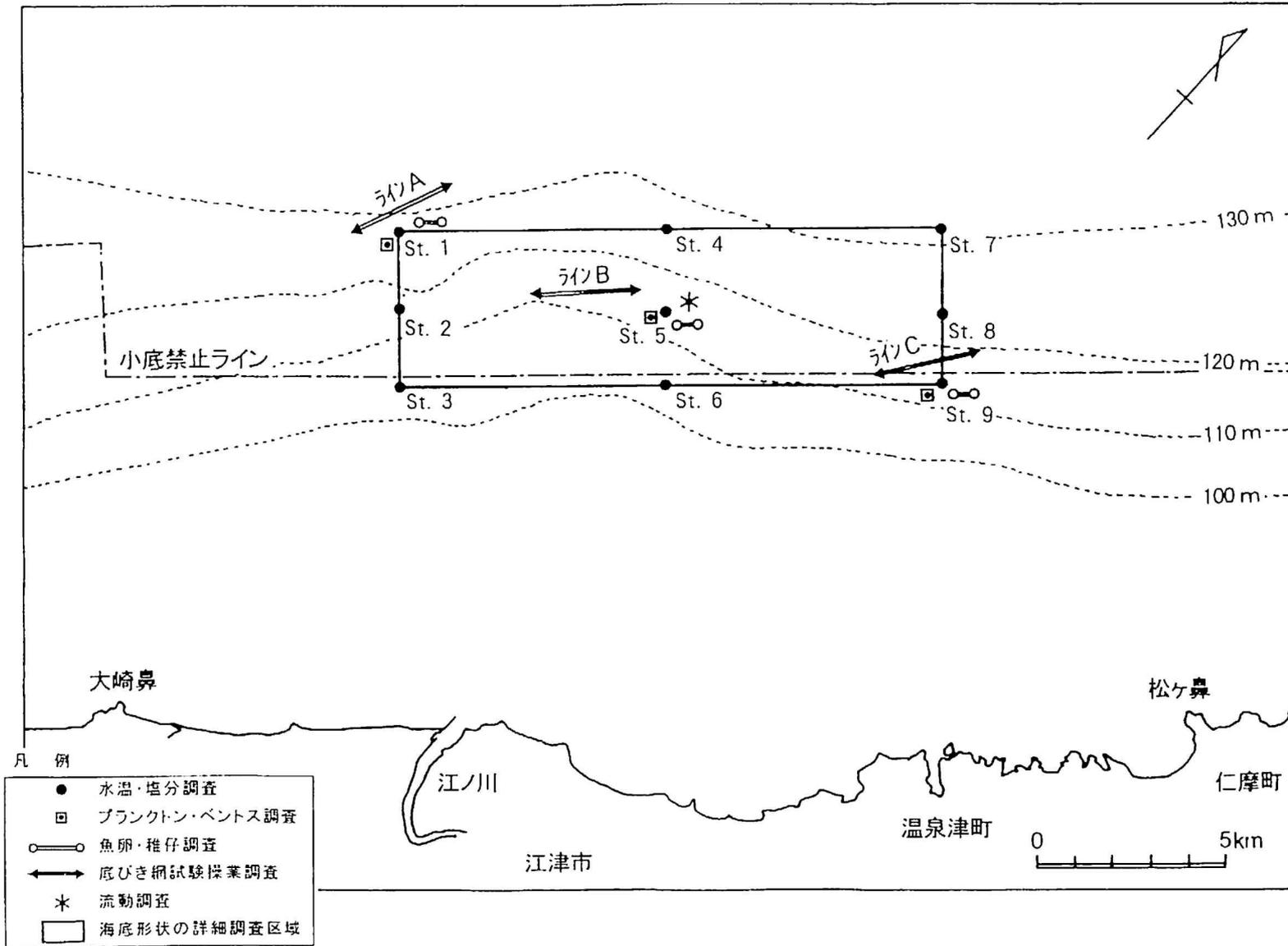


図2 調査配置図

I. 調査海域の物理的条件

1. 流動

本県沖合域における流動模式図を図3に示した。調査海域は対馬暖流第1分枝の流路にあって、これが比較的安定して存在していることから、四季を通じて北東流がみられる。また、この第1分枝の反流によって冷水域が形成され、この冷水の一部が暖流の底部に入り込んでいる。この10℃を基準とした先端部が底部冷水といわれるもので、この消長は漁業に対して、栄養塩の添加と魚類の蟄集・集積といった直接・間接的な影響を与えている。造成予定海域沖合の水深約150m付近はこの底部冷水の張り出し部にあたる。

平成8年7月（夏季）と10月（秋季）に図2に示したst. 5においてアンデラー流速を海底直上10mに設置し、造成予定海域の底層流を観測した。調査海域における底層流の観測結果を図4、図5に示した。流向は、7月と10月とも対馬暖流の影響が強くみられ、いずれも北東～東北東の流れが卓越しているが、僅かながら南西流も観測された。流速は、夏季には5-10cm/s（約0.2ノット）を主体に25cm/s（約0.5ノット）以下の弱い流れであったが、秋季には最大40-50cm/s（約1.0ノット）で20-30cm/s（約0.6ノット）のやや強い流れが主体であった。

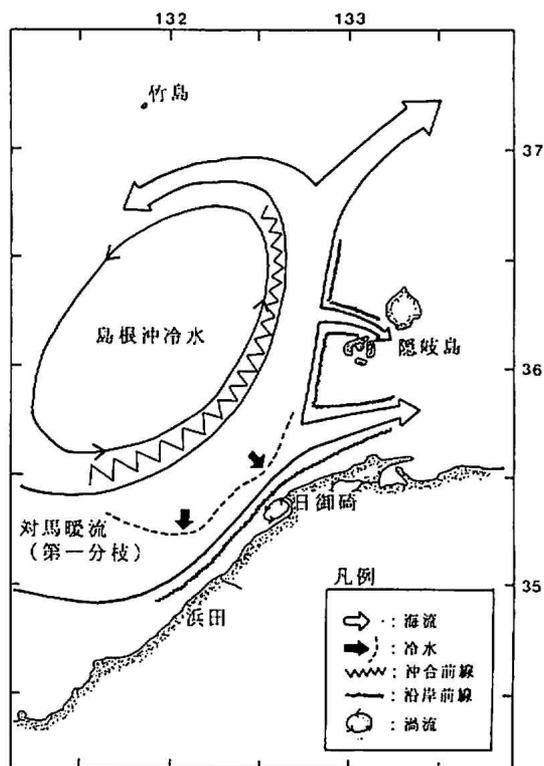
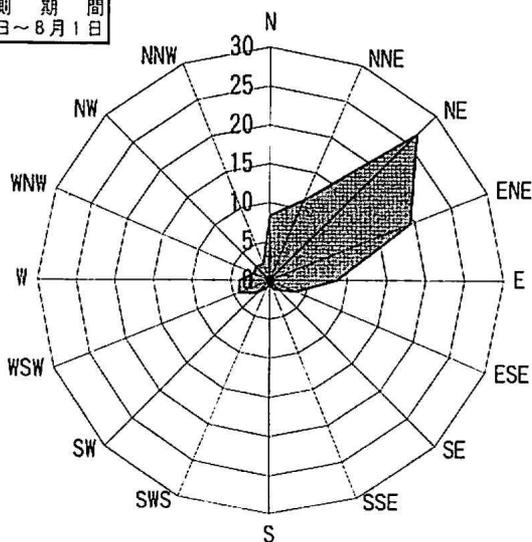


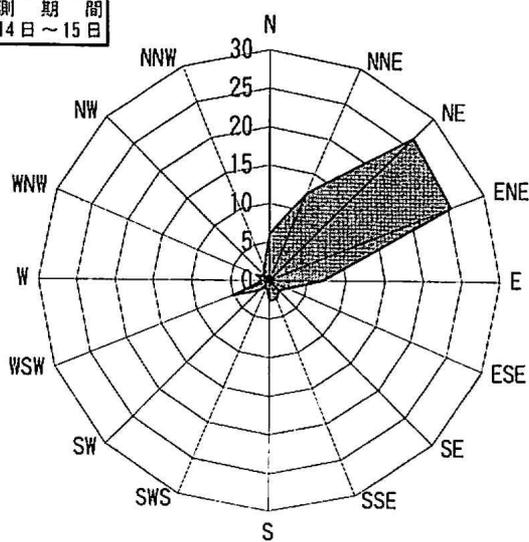
図3 流動の模式図

観測期間
7月12日～8月1日



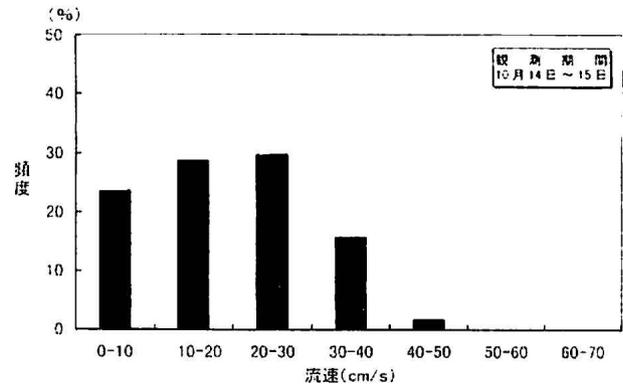
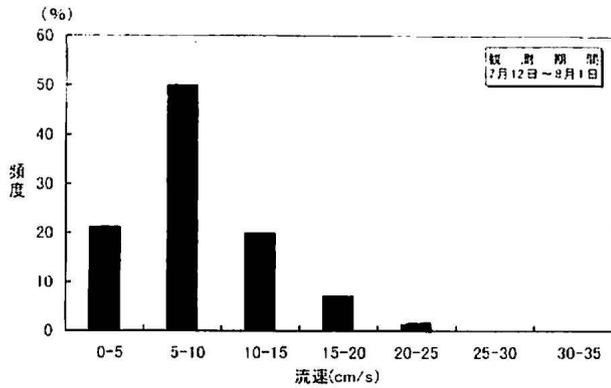
7月期の流向頻度分布

観測期間
10月14日～15日



10月期の流向頻度分布

図4 底層流の流行頻度



7月期の流速頻度分布

10月期の流速頻度分布

図5 底層流の流速頻度

2. 水質

山陰沿岸における水温、塩分分布の一般的傾向として、1～3月は冬の鉛直混合の結果、主躍層以浅では水温の鉛直変化はほとんど見られず、3月に最低水温期を迎える。3月から塩分の上昇があり、4月に入ると塩分は最高値を示し、水温も上昇を始める。水温の季節躍層は8～9月にかけて最も発達するが、塩分は7月に入ると急激に低下し、9月には年間の最低値を示す。10月には季節躍層は消滅をはじめ、表層の低塩分も次第に消えていく。12月には季節躍層は消滅し3月の低水温期まで水温は低下し続け、塩分は逆に増加を始める。

造成予定海域の南西約8マイル（浜田北沖水深125m）の漁海況予報事業の定点観測の結果では、水温変化は3月の11～12℃を最低にその後徐々に昇温し、最高水温期は10m層では9月に26℃台、50m層では9月に22℃台、100m層では11月に19℃台を示し、10m層と100m層では約2ヶ月遅れで推移している。11月には季節風などの吹出しにより鉛直混合が行われ、12月には各層とも均一な水塊を呈する（図6）。塩分変化は11～6月までは各層ともほぼ均一な34.0‰台で経過する。7月からは大陸淡水および梅雨期の陸水などの影響を受け低下し、9月には表層で31‰程度の低鹹期となる。50m、100m層では表面ほど影響を受けていない。夏季に低鹹、冬季には高鹹という県下の一般的な傾向を呈している（図7）。

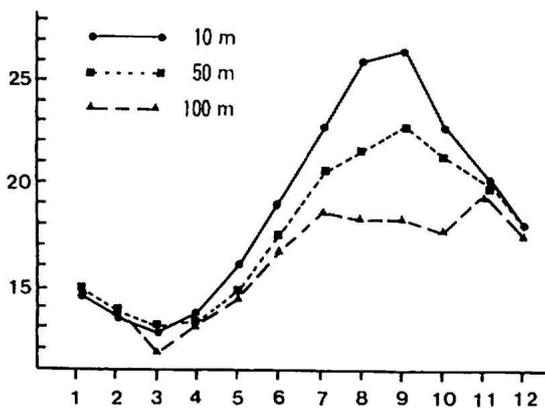


図6 浜田沖水深125mにおける水温変化

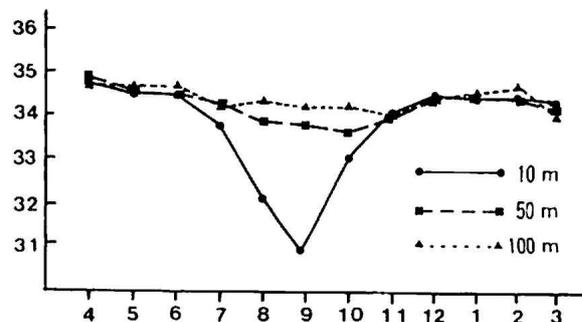


図7 浜田市沖水深125mにおける塩分変化

3. 海底地形

島根県沖合の海底地形は広い大陸棚と、それに続く大陸棚縁辺台地の西の端は見島～千里ヶ瀬と北に張り出した浅瀬の列があり、東の端には隠岐諸島に続く浅瀬の列がある。その間の地形は南に湾入する形を呈している。この部分の大陸棚外縁部の水深150mまでは、西側の部分では約100kmと広いが、湾入の最奥部の浜田北方では約20kmと狭い。造成予定海域はほぼこの付近に位置する(図8)。

(1) 造成予定海域周辺の海底地形

造成予定海域周辺の等深線は、水深130m付近まではほぼ海岸線に並行する。江ノ川河口からNW方向にやや突出した形状を示し、この水深70～80mに郷ノ瀬が分布する。水深80m付近まではほとんど急な緩斜面だが、水深130mにかけては緩やかな面で徐々に深くなる単調な海底地形である。水深130m以深の海域は海底には起伏が殆どなく、単調で非常にスムーズな海底面を示している(図9)。

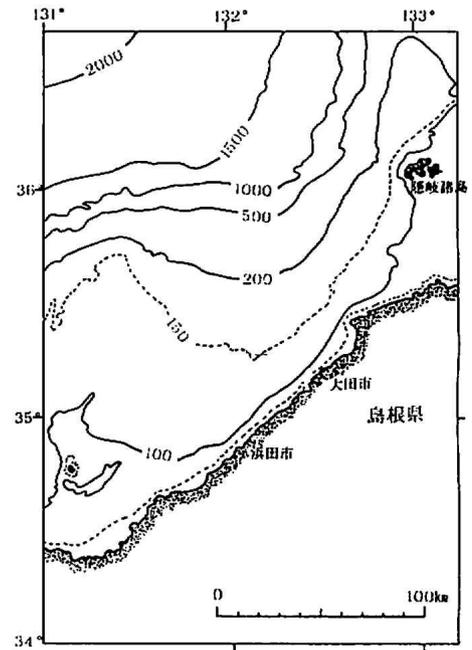


図8 島根県沖合の海底地形

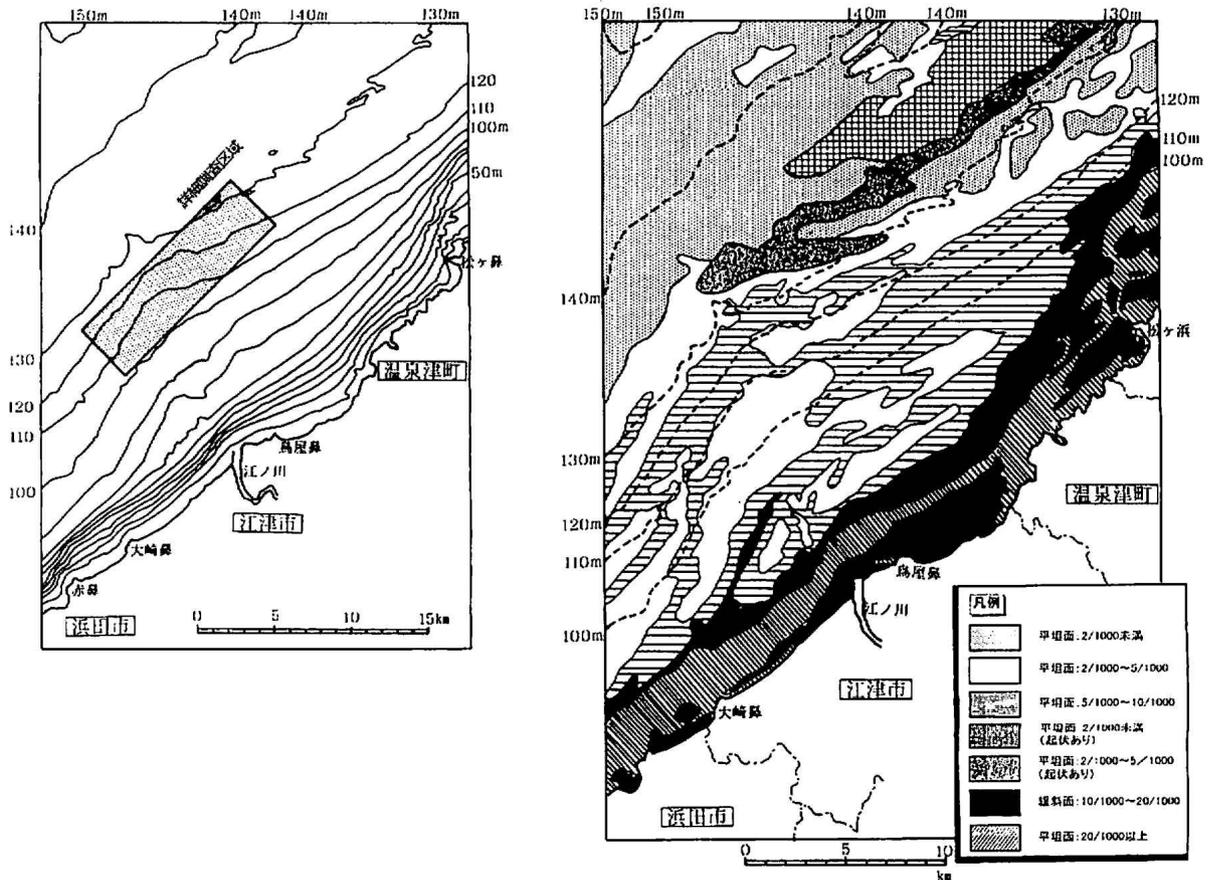


図9 調査区域周辺の等深線と海底傾斜分類図(海の基本図)

(2) 造成予定海域の海底地形

平成8年8月に、図1に示した詳細調査海域においてサイドスキャンソナー（米国EG&G社製）により海底地形の詳細な測量調査を実施した。測量にあたってはサイドスキャンソナーのレンジを片側300mとし、オーバーラップ部分を100mとした。測量結果の解析は(株)アジア航測に委託した。

海底地形の詳細を図10に、その鳥瞰図を図11に示した。調査区域の西側の海域は水深110mの等深線がやや舌状に張り出した形状を呈しており、傾斜が4/1000程度の平坦面を形成している。これに接する西側の水深110～125mの海域は傾斜が10/1000程度の緩斜面となっている。中央部から東部にかけては水深110m付近と水深125m付近に傾斜10/1000程度の緩斜面がみられ、それ以外はなだらかな平坦面となっている。これらの地形は魚礁設置上問題ないものと思われる。

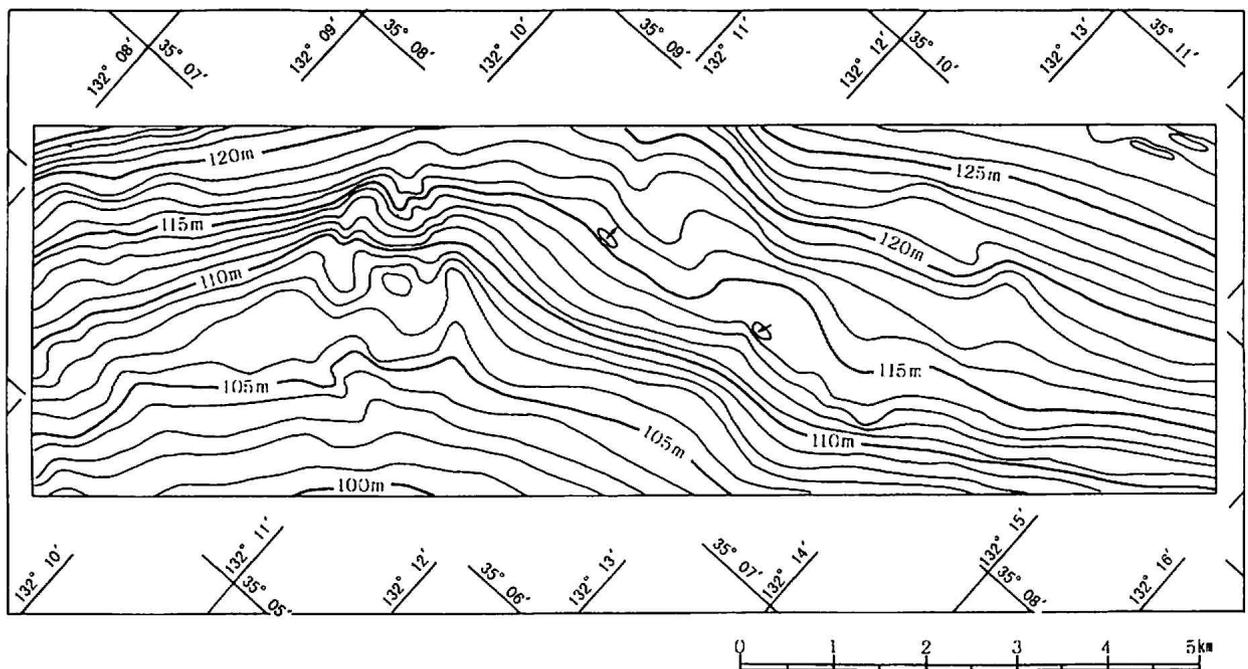


図10 調査区域における海底地形の詳細

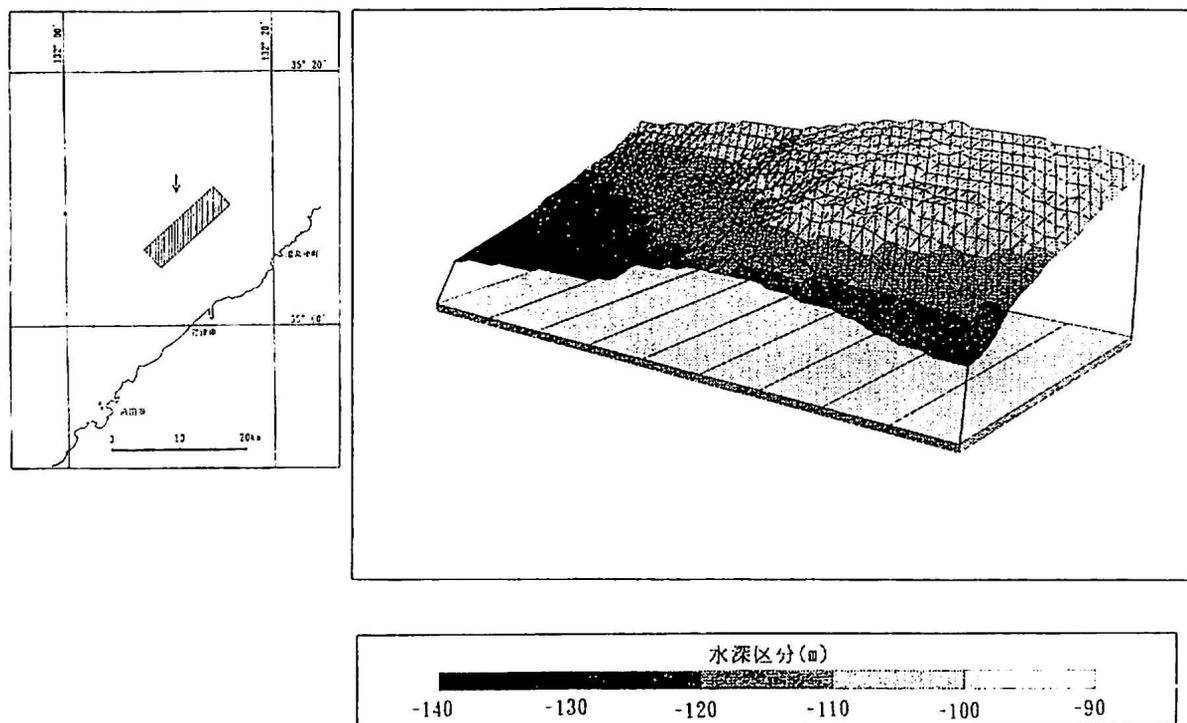


図11 海底形状の鳥瞰図

4. 底質

(1) 造成予定海域周辺の底質分布

岩の分布域は松ヶ鼻から温泉津町にかけてと大崎鼻西側の沿岸部に分布し、天然礁がその沖合にわずかに散在する。また、江ノ川河口から北西約5kmの水深78～83mの間に分布する郷の瀬がみられるだけである。

砂質底の分布域は江ノ川をはさんで東方と西方域に別れている。東方域は江ノ川右岸前面から温泉津町境にかけて水深約40m以浅の海岸線に平行して延び、それから松ヶ鼻沖水深約70m付近まで達している。西方域は郷ノ瀬の高まりを覆い、距離岸願10～13kmの水深約120m付近まで張り出して分布している。

砂泥質底は砂質域に接してその沖合の水深140mまでの平坦面の広い海域に分布し、その沖合域は泥質底となっている。

(2) 造成予定海域の底質の詳細

サイドスキャンソナー調査で得られた底質の詳細を図13に示した。調査区域の中央部を水深100～105m等深線に沿うように礫の区域が広く分布しており、それ以外は砂質となっている。岩は調査区域の西側の水深115～120mの範囲に散在している。これは海底形状の詳細調査から高さのあるものではなく、岩盤が露出している程度と思われる。しかし、漁業者の聞き取りから、これは岩礁ではなく蠣殻片(貝殻?)の集積したものととも考えられる。いずれにしても、魚礁の配置はこれらと補完的な関連を持たせることが有効と考える。

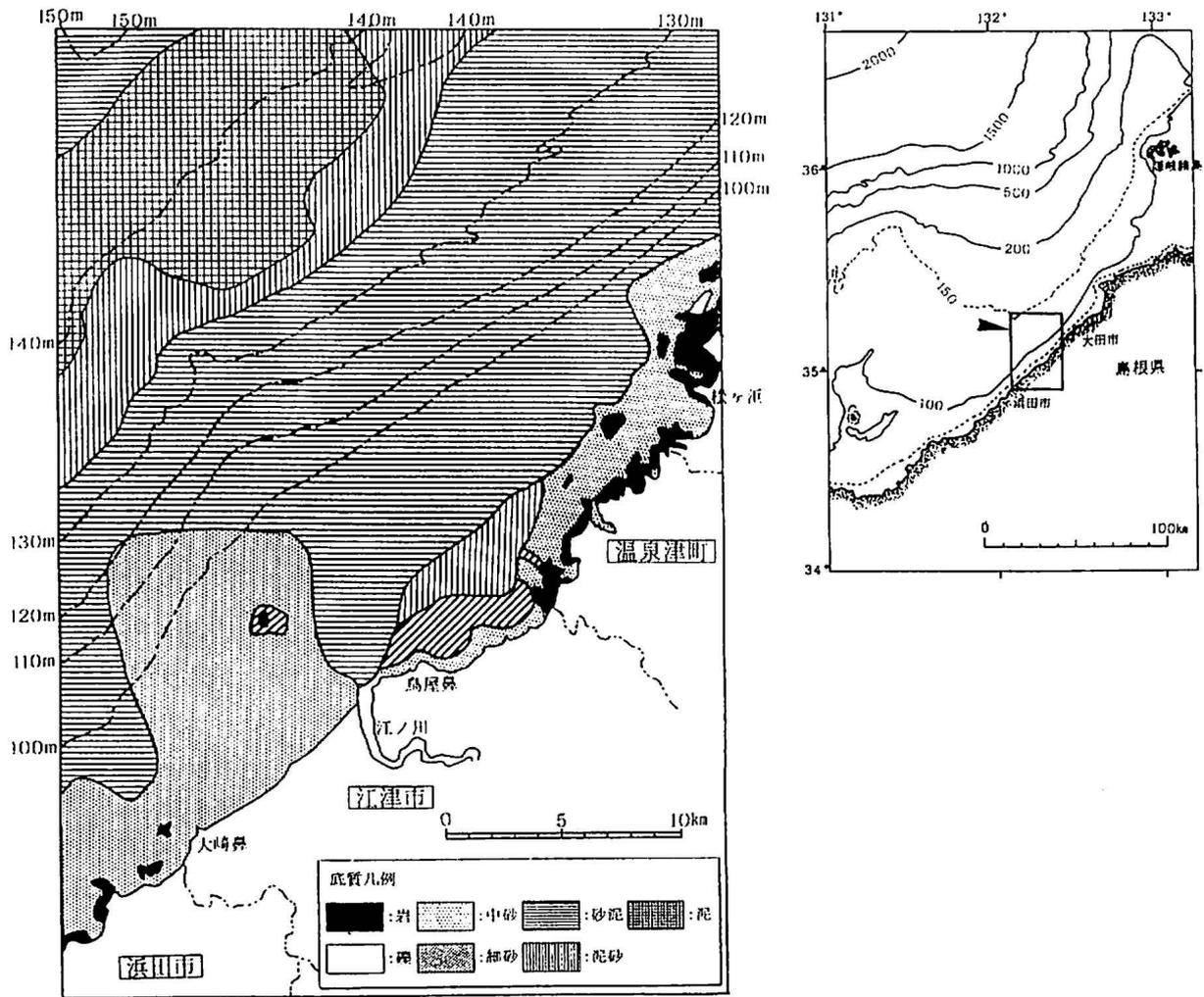


図12 調査区域周辺の底質分布（海の基本図より改変）

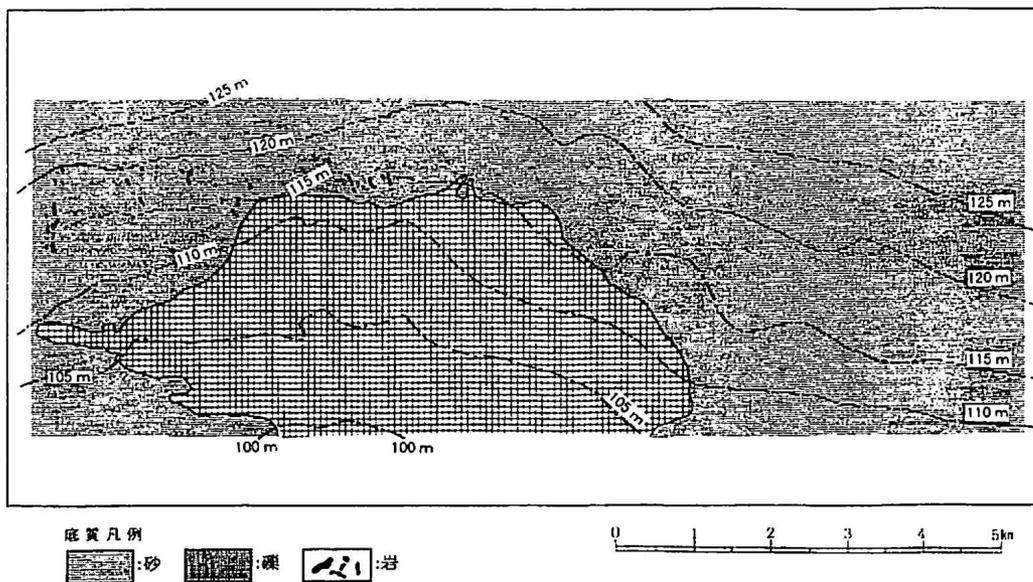


図13 調査区域における底質分布

II. 調査海域の生物的条件

当該海域における漁場の生物相ならびに主要魚種の漁獲状況を把握するため、図2に示した調査地点および定点において板びき網調査、卵稚仔、プランクトン、ベントスなどの餌料生物分布調査を実施するとともに、図1に示した海域で操業する小型底びき網操業船の漁獲物調査を実施した。

1. 生物調査

(1) 板びき網調査

平成8年5月と9月に、図2に示したラインA～Cの3定線で、試験船による板びき網調査を実施した。各調査定線の水深は、ラインAは概ね120～130m、ラインBは概ね110～120m、ラインCは概ね100～110mである。表1に各月の漁獲物組成の概要を、付表1-1～6に板びき網調査の漁獲物組成を示した。

各月の漁獲状況は、5月では魚類42種類689個体、節足動物26種類1,818個体、軟体動物19種類621個体、その他5種類1,567個体であった。9月では魚類47種類1,845個体、節足動物18種類5,289個体、軟体動物12種類212個体、その他10種類456個体であった。

漁獲種類の主なものは、5月のst. Aではシロエビが、st. Bではドロボヤが、st. Cではドロボヤとサナダミズヒキガニが優占してみられ、場所によってはホロヌメリ、ハオコゼ、カナガシラ、ムシガレイ、キシエビなども比較的多くみられた。これ以外に、出現割合は少ないが、スルメイカ、シロイカ、キダイ、アンコウ類、メイタガレイ類、ヤナギムシガレイ、マトウダイ、アカアマダイ、マトウダイなどの有用種がみられた。9月のst. Aではシロエビが、st. Bではフタホシシガニ、サナダミズヒキガニが、st. Cではオキヒイラギ、ドロボヤ、フタホシシガニが優占してみられ、場所によっては、ホロヌメリ、チョウチョウエソ、カイワリなども比較的多くみられた。これ以外に、出現割合は少ないが、ムシガレイ、キダイ、マトウダイ、シロイカ、アカムツ、メイタガレイ類などの有用種がみられた。

以上のように、シロエビ、キシエビ、フタホシシガニなどの餌料生物としての価値が高い小型甲殻類やムシガレイなどのカレイ類、タイ類、イカ類などの商業価値の高い生物の分布が認められた。この結果

表1 板びき網調査結果の概要
(5月)

定 点	魚 類		節 足 動 物		軟 体 動 物		そ の 他		主 な 出 現 種	そ の 他 の 有 用 種
	種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数		
A	23	129	15	1156	6	53	11	81	シロエビ(633) サナダミズヒキガニ(72) キシエビ(44) ウミサボテン(30) ホロヌメリ(25) ムシガレイ(25) フタホシシガニ(20) エンコウガニ(10) ニセモミシガイ(10) タマキガイ(09)	スルメイカ、キアンコウ、キダイ、バケメイト、ヤナギムシガレイ、マトウダイ、シロイカ
B	24	208	16	382	11	384	16	1451	ドロボヤ(510) ミズヒキガニ(60) サナダミズヒキガニ(45) オキトラギス(33) オオタコノマクラ(15) ホロヌメリ(12) ハコクモヒトデ(12) ヨコスジヤドカリ(10) ハオコゼ(09)	スルメイカ、キダイ、ムシガレイ、バケメイト、イズカサゴ、ホンメイト、ヤナギムシガレイ
C	32	352	15	280	13	184	9	249	ドロボヤ(148) サナダミズヒキガニ(129) ホロヌメリ(86) ハオコゼ(73) カナガシラ(63) クラカケトラギス(33) キシエビ(31) フタホシシガニ(24) ヒメコウイカ(22) シロエビ(20)	スルメイカ、キダイ、ムシガレイ、アンコウ、バケメイト、アカアマダイ、キアンコウ、ニギス、ホンメイト、マトウダイ

(9月)

定 点	魚 類		節 足 動 物		軟 体 動 物		そ の 他		主 な 出 現 種	そ の 他 の 有 用 種
	種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数	種類数	個体数		
A	30	1208	8	344	7	34	5	324	シロエビ(867) エンコウガニ(18) シロイカ(18) ホロヌメリ(11) ワニエソ(10) マトウダイ(09) カイワリ(07) フタホシシガニ(06) ムシガレイ(05) サナダミズヒキガニ(05)	キアンコウ、アカムツ、マアナゴ、バケメイト、ニギス
B	33	367	13	415	7	48	8	47	フタホシシガニ(229) サナダミズヒキガニ(181) ホロヌメリ(99) チョウチョウエソ(66) カイワリ(46) ムシガレイ(23) マトウダイ(19) ハウセンエビ(17) キダイ(16) バケメイト(15)	ウマツラハギ、マアジ、アンコウ、イズカサゴ、シロイカ、スルメイカ、マダコ
C	21	268	9	4512	4	132	6	94	オキヒイラギ(361) ドロボヤ(160) フタホシシガニ(102) サナダミズヒキガニ(65) カイワリ(47) クラカケトラギス(35) アネサゴチ(34) ヤリヌメリ(22) キダイ(18) ウマツラハギ(13)	ホンメイト、バケメイト、シロイカ、アンコウ、マアナゴ

※)主な出現種は各定点での出現個体数が上位10種のもの。カッコの数字は出現割合(%)。

を量的に評価することはできないが、対象生物をはじめとする各種重要種の出現・分布状況から、開発海域としての適性は良好と思われ、魚礁設置により魚の増集・滞留を促し、生産性の増大が期待できると推察される。

(2) 餌料生物の分布調査

1) 卵稚仔の分布

平成8年5月、7月および9月に図2に示したst. 1、st. 5およびst. 9の3定点で、ラーバネット(φ130cm)による海面水平曳きにより卵稚仔の採集を実施した。卵稚仔の分析は㈱三洋テクノマリンへ委託した。表2-1に魚卵の採集物組成を、表2-2に稚仔魚の採集物組成を示す。

各月の魚卵の採集状況は、5月は6種類でネズッコ科の一種が最も多く、サンマ、ホウボウ科の一種、ウルメイワシ、ササウシノシタ科の一種、およびマアジの可能性の高い不明卵が出現した。7月には10種類が出現し、このうちカタクチイワシが最も多く、ついでシイラ、アカカマスの可能性のある不明卵、およびマアジの可能性の高い不明卵がみられた。この他、ネズッコ科の一種、タチウオなどもみられた。9月にはエソ科やウナギ目の一種のほか、ネズッコ科の一種、カサゴ目やアカアマダイ科の可能性のある不

表2-1 魚卵の採集物組成

単位:個体数/曳網距離(100m)

魚種名	5月			7月			9月		
	St. 1	St. 5	St. 9	St. 1	St. 5	St. 9	St. 1	St. 5	St. 9
ウルメイワシ	0.55								
カタクチイワシ				121.67	66.32	2.21			
エソ科 I								0.14	
エソ科 II							0.83	0.28	
ウナギ目									0.16
サンマ	3.02	4.43							
タチウオ					0.21				
シイラ				18.74	7.64	14.49			
ネズッコ科	8.79		0.17	0.90		1.01	0.41		
ホウボウ科	0.82	0.33							
ササウシノシタ科	0.27								
無脂球形卵 I				0.23					
無脂球形卵 II							0.41		0.16
単脂球形卵 I					0.41	10.87			
単脂球形卵 II		0.49		0.23	6.82	2.41			
単脂球形卵 III				0.23					
単脂球形卵 IV				0.68	0.83				
単脂球形卵 V				0.23					
多脂球形卵 I								0.14	
個体数合計	13.46	5.25	0.17	142.89	82.23	30.99	1.56	0.57	0.32
出現種類数	5	3	1	8	6	5	3	3	2

(不明卵及びタイプ分けした卵の特徴)

	卵径	油球数	油球径	特徴
ウナギ目	2.19	8	0.04~0.09	
エソ科 I	0.09	0		トカゲエソに似るが、小型。
エソ科 II	1.01~1.28	0		0.03mm程度の亀甲模様あり。
無脂球形卵 I	0.97	0		黒色素胞は点状のものが少数胚体に分布し、背、腹縁上にも分布する。胸鰭の原基が認められる。カサゴ目の可能性が考えられる。
無脂球形卵 II	0.91~0.95	0		発生中期で、色素胞は未出現。カサゴ目の可能性が考えられる。
単脂球形卵 I	0.68~0.73	1	0.17~0.02	卵黄に粗い亀裂があり、黒色素胞は油球、卵黄表面、胚体背面に分布する。アカカマスの可能性が考えられる。
単脂球形卵 II	0.89~0.95	1	0.20~0.24	黒色素胞は胚体背面および油球に分布する。卵黄に亀裂が見られる。マアジの可能性が高い。
単脂球形卵 III	0.92	1	0.17	色素胞は点状で油球と胚体の側・腹面に分布し、背面には少ない。卵黄は薄い、胚体の筋肉断数は50以上?
単脂球形卵 IV	0.90~0.94	1	0.17~0.20	発生初期のため、詳細は不明。
単脂球形卵 V	0.97	1	0.3	黒色素胞は胚体背面および油球に分布する。マサバの可能性が高い。
多脂球形卵 I	0.99	25	0.02~0.07	胚体腹縁縁辺に黒色素胞が連続して分布する。アカアマダイ科の可能性が考えられる。

表2-2 稚仔魚の採集物組成

単位: 個体数/曳網距離(100m)

魚種名	調査月 定 点	5 月			7 月			9 月		
		St. 1	St. 5	St. 9	St. 1	St. 5	St. 9	St. 1	St. 5	St. 9
コノシロ			0.33							
マイワシ			0.66	3.18						
カタクチイワシ		1.10	1.31	10.37				4.56	0.14	0.16
サンマ			0.16	0.17			0.20			
カマス属の一種							0.20			
アジ科一種		0.55	0.16	0.17						
メダイ		0.27								
イシダイ					0.23					
ヒメジ					1.13	1.03	0.40			
アカアマダイ										0.16
シロギス							0.20			
マダイ		0.27								
ネズッコ科の一種									0.14	
ニジギンボ									0.14	
ハゼ科の一種							0.20			
スズメダイ					0.23		0.40	0.41		
カワハギ					2.93	0.83	2.62			
アミメハギ					0.90	0.62				
ウマヅラハギ					0.45	0.21	2.01			
ウスメバル		4.95	0.16							
ムラソイ			0.16							
カサゴ			0.16							
ホウボウ科の一種		0.82								
ササウシノシタ科の一種										0.16
個体数合計		7.97	3.12	13.88	5.87	2.69	6.24	4.98	0.42	0.48
出現種類数		6	8	4	6	4	8	2	3	3

明卵など6種類が出現した。つぎに、各月の稚仔魚の出現状況は、5月にはカタクチイワシ、マイワシ、ウスメバル、マダイなど11種類が出現した。7月にはカワハギ、ウマヅラハギ、アミメハギ、ヒメジなど10種類が、9月にはカタクチイワシ、アカアマダイなど6種類が出現した。

2) プランクトンの分布

卵稚仔調査と並行して同じ定点で、ノルパックネットによる海底からの鉛直曳きにより動物性プランクトンの採集を実施した。プランクトンの分析は㈱三洋テクノマリンへ委託した。表3に動物プランクトンの分類群別出現状況を、付表2-1～3に月別の出現種類組成を示す。

各月の採集状況は、5月には24種類、2,189個体/m³が出現した。分類群別には橈脚類が10種類1,223個体/m³で最も多く、ついでサルパ類が3種類832個体/m³、毛顎類が3種類45個体/m³などであった。種類は橈脚類の *Corycaeus affinis*、*Calanus sinicus*、サルパ類の *Doliolum spp.*などが優占してみられた。7月には52種類1,298個体/m³が出現した。分類群別には橈脚類が22種類232個体/m³で最も多く、ついで枝角類が4種類482個体/m³、尾虫類が4種275個体/m³、放散虫類2種類104個体/m³などであった。種類は枝角類の *Penilia avirostris*、尾虫類の *Fritillaria spp.*、*Oicopleura longicauda*などが優占してみられた。9月には61種類818個体/m³が出現した。分類群別には橈脚類が30種類290個体/m³で最も多く、ついで卵・幼生類11種類210個体/m³、毛顎類が4種19個体/m³、尾虫類が5種類109個体/m³などであった。種類は卵・幼生類の *Ophiopluteus larvae*、枝角類の *Penilia avirostris*、尾虫類の *Fritillaria spp.*、毛顎類の *Sagitta enflata*、放散虫類の *Radiolaria spp.*などが優占してみられた。

表3 動物プランクトンの分類群別出現状況

動物群	5月		7月		9月	
	出現種類数	個体数	出現種類数	個体数	出現種類数	個体数
繊毛虫類	0	0	0	0	1	2
有孔虫類	0	0	1	7	1	2
放散虫類	0	0	2	104	1	56
ヒドロ虫類	2	17	3	35	2	18
毛顎類	3	45	4	55	4	119
枝角類	0	0	4	482	2	0
介形類	1	27	1	6	1	5
撓脚類	10	1,223	22	232	30	290
軟体類	0	0	0	0	1	2
尾虫類	1	9	4	275	5	109
サルパ類	3	832	1	16	2	5
卵・幼生	4	36	10	87	11	210
計	24	2,189	52	1,298	61	818

※)個体数は1立方メートル当りの数

3) ベントス分布

卵稚仔調査と並行して同じ定点で、スミスマッキンタイヤー採泥器により1定点で2回づつ採泥し、1mmメッシュの篩で篩い分け、残留物を10%ホルマリンで固定した。ベントスの分析は㈱三洋テクノマリンへ委託した。表4にマクロベントスの動物群別出現状況を、付表3-1～3にマクロベントスの採集物組成を示す。

各月の採集状況は、5月は77種類242個体/0.1m³、7月は78種類372個体/0.1m³、9月は68種類261個体/0.1m³であった。分類群別には、環形動物と節足動物が各月各定点で種類数、個体数とも70%以上を占め、ついで軟体動物が多かった。

種類は、5月には星口動物のホシムシ科の一種、環形動物のシリス科の一種、*Lumbrineris sp.*、マクスピオ、エラナシスピオ、カザリゴカイ科の一種、フサゴカイ科の一種、節足動物のクダオソコエビ科の一種、および軟体動物のマテガイ科の一種などが多くみられた。7月には星口動物のホシムシ科の一種、環形動物のエリタテスピオ、*Notomastus sp.*、*Marphysa sp.*、*Lumbrineris sp.*、パラオニス科の一種、*Prionospio sp.*、およびエラナシスピオなどが多くみられた。9月には星口動物のホシムシ科の一種、環形動物の*Glycera sp.*、*Lumbrineris sp.*、エリタテスピオ、*Lumbrinerides sp.*、*Marphysa sp.*、ソデナガスピオ、*Mediomastus sp.*、およびシリス科の一種などが多くみられた。

このように調査海域のベントスは全般的に種類数、個体数ともに豊富にみられ、環形動物が卓越していることは対象生物のヒラメ・カレイ類やタイ類などの底魚類にとって良好な餌料環境にあるものといえる。

表4 マクロベントスの動物群別出現状況

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	種類数	%	種類数	%	種類数	%
環形動物	22	64.7	17	60.7	24	47.1
軟体動物	3	8.8	4	14.3	5	9.8
節足動物	6	17.6	5	17.9	14	27.5
棘皮動物	0	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	3	8.8	2	7.1	8	15.7
合計	34		28		51	

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	種類数	%	種類数	%	種類数	%
環形動物	31	79.5	30	56.6	30	73.2
軟体動物	2	5.1	3	5.7	2	4.9
節足動物	3	7.7	16	30.2	5	12.2
棘皮動物	0	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	3	7.7	4	7.5	4	9.8
合計	39		53		41	

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	種類数	%	種類数	%	種類数	%
環形動物	20	71.4	32	62.7	22	61.1
軟体動物	2	7.1	5	9.8	4	11.1
節足動物	3	10.7	8	15.7	6	16.7
棘皮動物	0	0.0	1	2.0	1	2.8
その他	3	10.7	5	9.8	3	8.3
合計	28		51		36	

単位: 個体数/0.1m²

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	個体数	%	個体数	%	個体数	%
環形動物	39	56.5	28	68.3	53	40.2
軟体動物	4	5.8	4	9.8	13	9.8
節足動物	10	14.5	5	12.2	29	22.0
棘皮動物	0	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	16	23.2	4	9.8	37	28.0
合計	69		41		132	

単位: 個体数/0.1m²

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	個体数	%	個体数	%	個体数	%
環形動物	121	83.4	67	54.0	71	68.9
軟体動物	3	2.1	4	3.2	4	3.9
節足動物	4	2.8	30	24.2	8	7.8
棘皮動物	0	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	17	11.7	23	18.5	20	19.4
合計	145		124		103	

単位: 個体数/0.1m²

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	個体数	%	個体数	%	個体数	%
環形動物	48	70.6	73	57.9	42	62.7
軟体動物	2	2.9	8	6.3	5	7.5
節足動物	6	8.8	20	15.9	9	13.4
棘皮動物	0	0.0	1	0.8	1	1.5
その他	12	17.6	24	19.0	10	14.9
合計	68		126		67	

単位: 湿重量/0.1m³

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	湿重量	%	湿重量	%	湿重量	%
環形動物	0.41	39.4	0.03	37.5	0.37	7.1
軟体動物	0.21	20.2	0.05	62.5	0.21	4.0
節足動物	0.23	22.1	0	0.0	0.16	3.1
棘皮動物	0	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	0.19	18.3	0	0.0	4.5	85.9
合計	1.04		0.08		5.24	

単位: 湿重量/0.1m³

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	湿重量	%	湿重量	%	湿重量	%
環形動物	0.60	80.0	0.24	27.3	0.44	23.2
軟体動物	0.00	0.0	0	0.0	0.02	1.1
節足動物	0.02	2.7	0.05	5.7	0.02	1.1
棘皮動物	0.00	0.0	0	0.0	0	0.0
その他	0.13	17.3	0.59	67.0	1.42	74.7
合計	0.75		0.88		1.90	

単位: 湿重量/0.1m³

動物群	ST. 1		ST. 5		ST. 9	
	湿重量	%	湿重量	%	湿重量	%
環形動物	0.28	47.5	0.6	26.9	0.47	29.6
軟体動物	0.11	18.6	0.23	10.3	0.81	50.9
節足動物	0.07	11.9	0.03	1.3	0.11	6.9
棘皮動物	0	0.0	0.09	4.0	0.02	1.3
その他	0.13	22.0	1.28	57.4	0.18	11.3
合計	0.59		2.23		1.59	

2. 対象生物の分布特性

(1) 分布生物組成

水深約100m以深を漁場とする小型底曳き網1種漁業の平成5年漁期の漁獲物について、造成予定海域を含む概ね水深100～150mを主な漁場とする灘曳きの小底1種漁業の漁獲物を図14に、概ね水深150m以深を主な漁場とする沖曳きの小底1種漁業の漁獲物の組成を図15に示した。

灘曳き漁場で漁獲される主要生物はケンサキイカ、ムシガレイ、ニギス、キダイの順であり、このうちケンサキイカ・スルメイカ・ヤリイカのイカ類が12.8%、ムシガレイ・ソウハチ・メイトガレイのカレイ類が17.5%、キダイ・マダイ・チダイのタイ類が10.8%、ニギス7.6%、ヒラメ2.5%、アカムツ2.6%であり、これらで全体の約54%を占めている。

一方、沖曳き漁場で漁獲される主要生物は、ニギス、ソウハチ、ムシガレイ、アカムツ、ヤリイカの順で、前2者で全体の約60%を占める。また、アカガレイ、ハタハタ、ヒレグロなどの比較的冷水種もみられ、当海域沖合が後述する底部冷水の影響を受け易い地形的条件を持っている海域と考えられる。

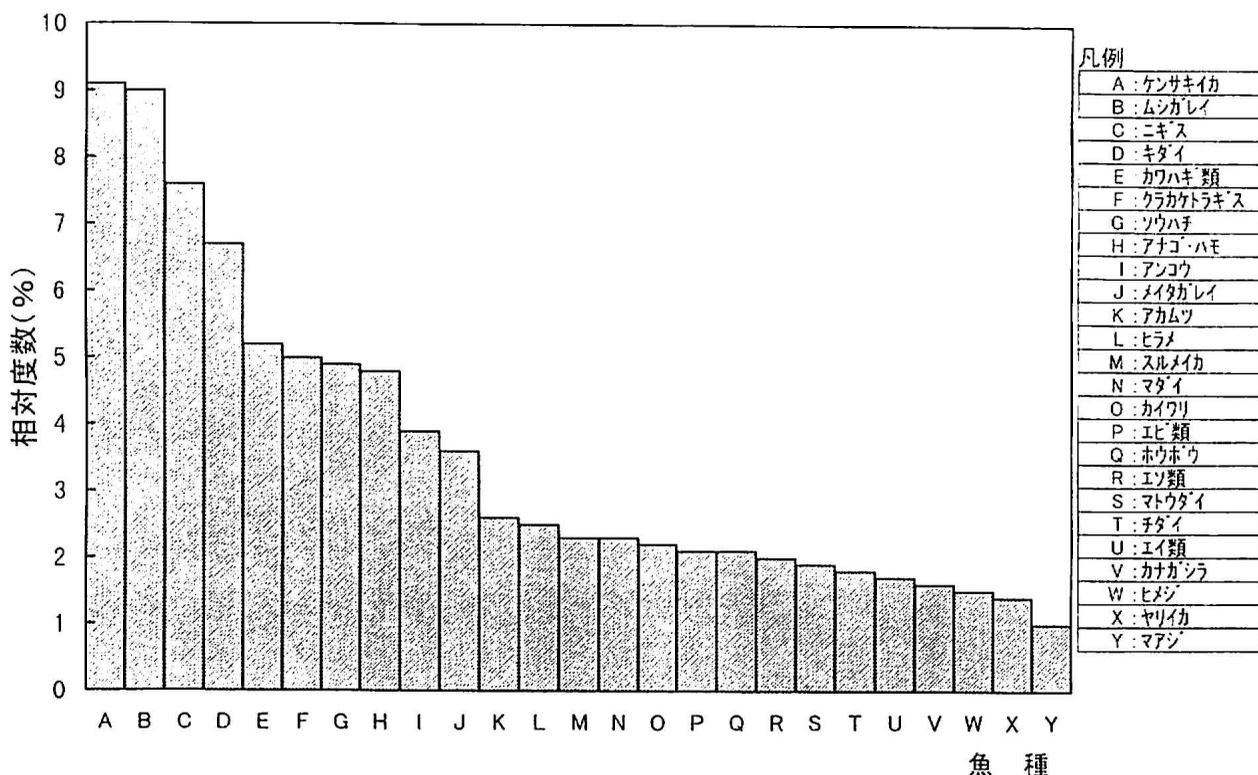


図14 概ね水深100m～150mを主に操業する灘曳きの小底一種漁船の漁獲物組成

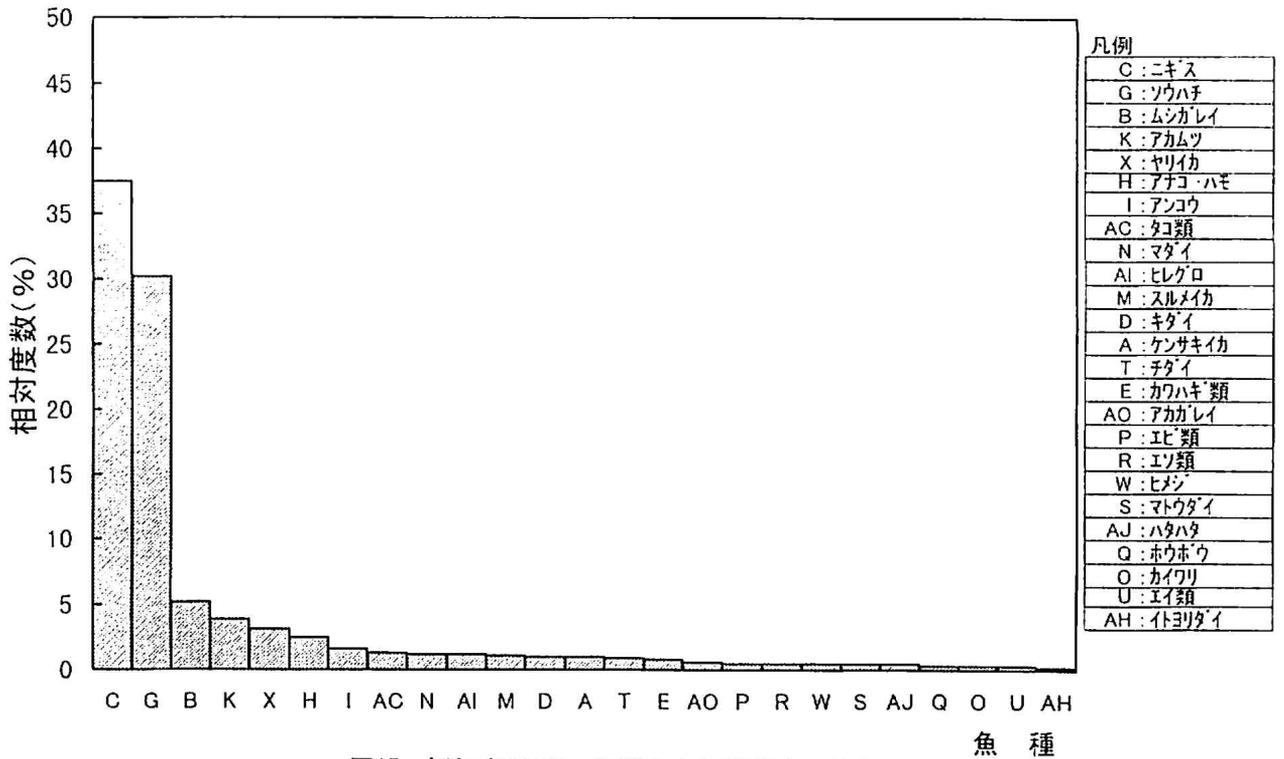


図15 概ね水深150m以深を主に操業する沖曳きの小底一種漁船の漁獲物組成

(2) 主要生物の体長組成

灘曳きの漁獲物のうち、ほぼ周年の資料が得られた主要な生物の季節毎の体長組成を図16-1～8に示した(小型底曳き網漁業の禁漁期の6～8月期を除く)。

1) キダイ

キダイの季節毎の体長組成を図16-1に示す。

3～5月の春季には、体長14～22cmの範囲の15cmと19cmにモードをもつ個体が漁獲の主体であるが、前年秋生まれの9cmの幼魚も混獲され、海上投棄されている。9～11月の秋季には、体長11cm～20cm範囲の13cmと17cmにモードを持つ個体が漁獲対象となる。このモード13cmのグループは前年生まれの1歳魚と考えられ、漁獲割合も大きく商品価値も出てくるが、魚価は低く資源の有効利用の観点から無駄な部分といえる。12～2月の冬季には、体長15cmにモードを持つ1歳魚と考えられる個体が主体となり、このサイズでは商品価値も高くなってくる。

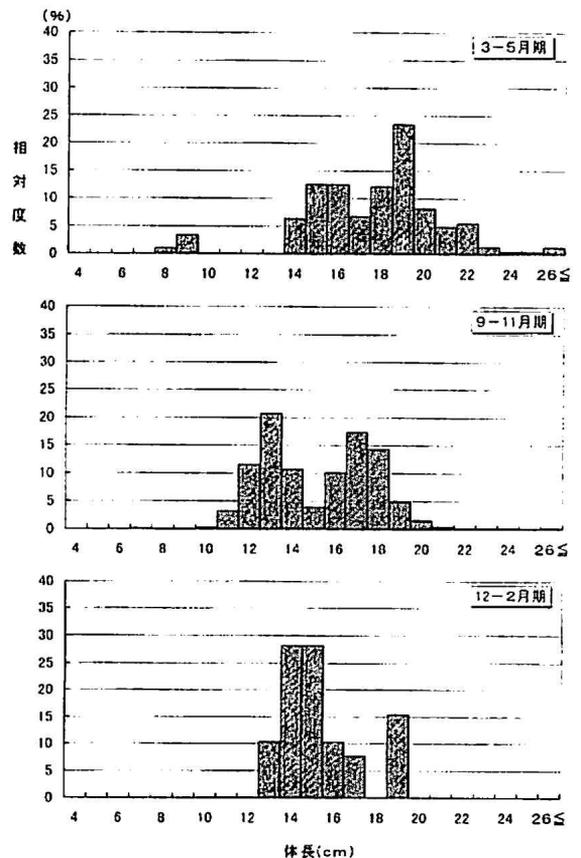


図16-1 キダイの季節別体長組成

2) マダイ

マダイの季節毎の体長組成を図16-1に示す。3～5月期は26cm以上の成魚が分布の主体であるが、9～11月期には17cm以上の1歳魚もみられるが、個体数的には体長7～13cmの0歳魚が圧倒的に多く、利用されないまま海上投棄されているものと考えられる。マダイのこれまでの知見では、越冬前の秋季に水深100m以上の深の海域での分布割合がこれほど高いとは考えられなかった。

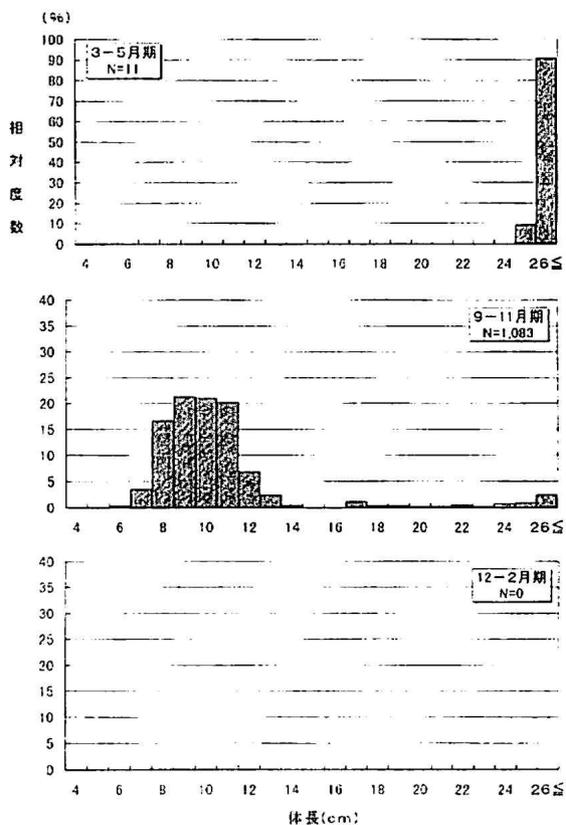


図16-2 マダイの季節別体長組成

3) メイタガレイ (バケメイタ)

バケメイタの季節毎の体長組成を図16-3に示す。3～5月期には、体長14～24cmの19cmにモードを持つ推定1～3歳魚が漁獲されている。9～11月期には漁獲体長範囲は6～23cmと広がるが、数量的には9cm付近にモードを持つ0歳魚が主体であり、これらは海上投棄されている。12～2月期には、漁獲の主体は体長17cmの個体であるが、満1歳になったばかりと考えられる個体の漁獲割合も大きい。これらは魚価は低く資源の有効利用の観点から無駄な部分といえる。

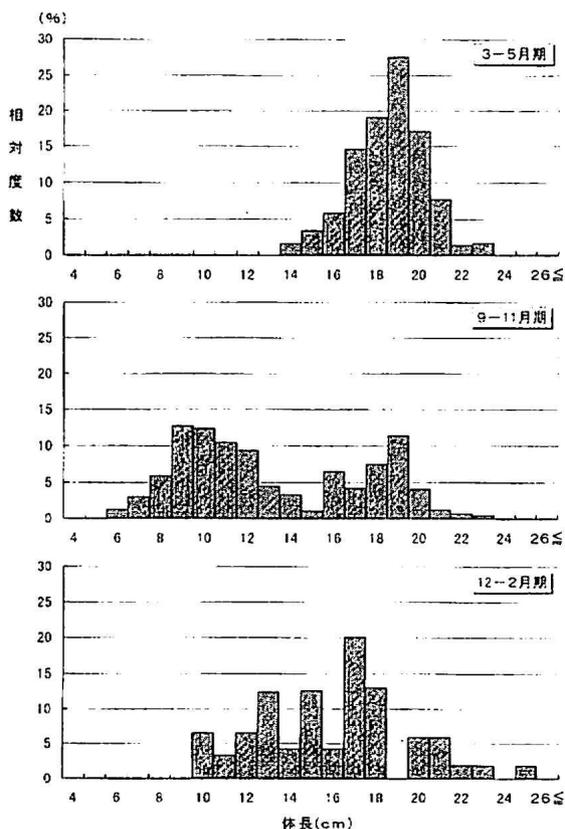


図16-3 メイタガレイの季節別体長組成

4) ムシガレイ

ムシガレイの季節毎の体長組成を図16-4に示す。周年を通じてほぼ体長8cm以上の個体が漁獲されている。3～5月期には漁獲の主体は体長18cm以上の推定2歳魚以上の個体であるが、前年冬に生まれた1歳魚も混獲され、そのほとんどは利用されていない。9～11月期にはその年の冬に生まれた0歳魚が漁場に加わっており、利用されないまま投棄されている。12～2月期は前期間と同じ傾向を示している。

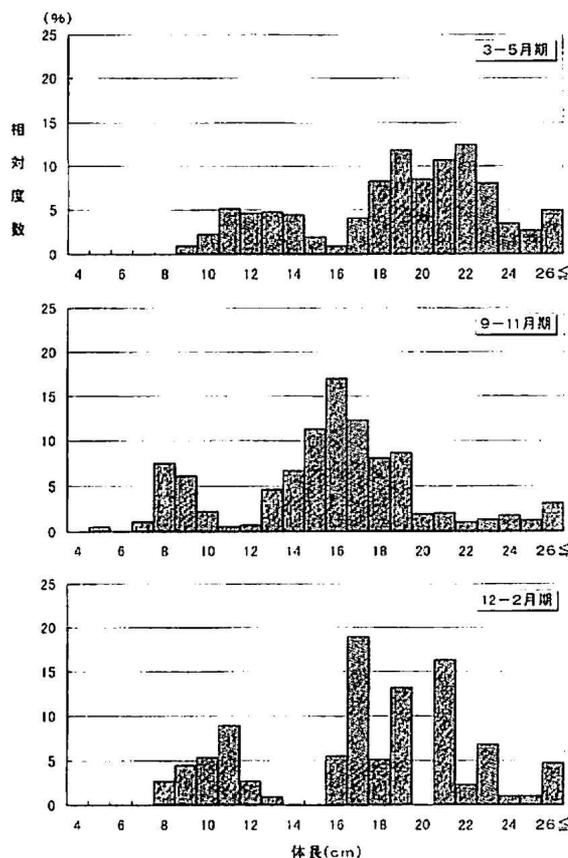


図16-4 ムシガレイの季節別体長組成

5) アカムツ

アカムツの季節毎の体長組成を図16-5に示す。3～5月期の漁獲のほとんどは体長6、7cmの前年生まれの0歳魚であり、これらは全て投棄されている。商品価値の出る体長16cm前後の個体はごく僅かである。9～11月の漁獲のほとんどは前期の体長6、7cmの個体から繋がっている満1歳になったばかりの個体であり、低価格で利用されている。これらは翌春には商品価値の高い体長16cmサイズの個体として漁場に分布する。12～2月期はN=0である。

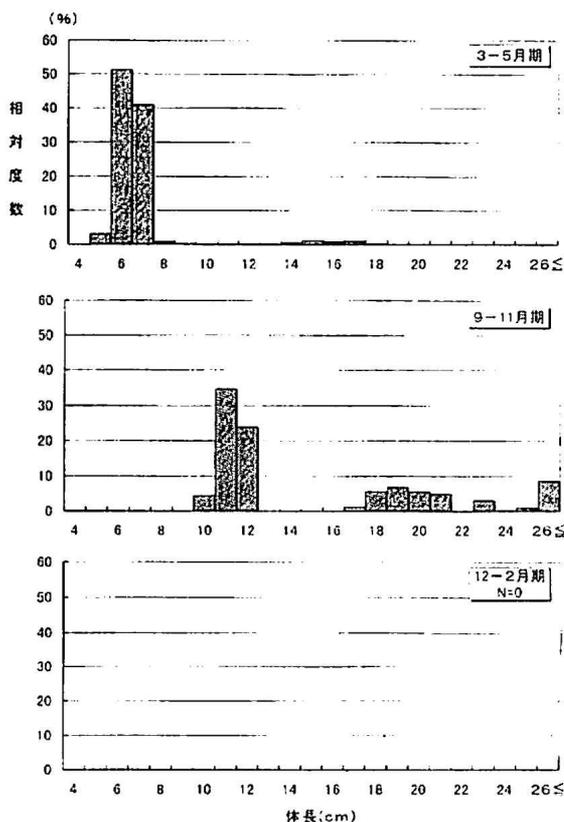


図16-5 アカムツの季節別体長組成

6) ニギス

ニギスの季節毎の体長組成を図16-6に示す。3～5月期の漁獲の主体は体長13、14cmの前々年生まれの1歳魚で、秋季には一部産卵に加入する群れと考えられる。9～11月の漁獲の主体は体長9cmと17cmにモードを持つ群れで、これらは1歳魚と2歳魚である。12～2月期の漁獲の主体は、体長10cmにモードを持つ前々年生まれの1歳魚である。

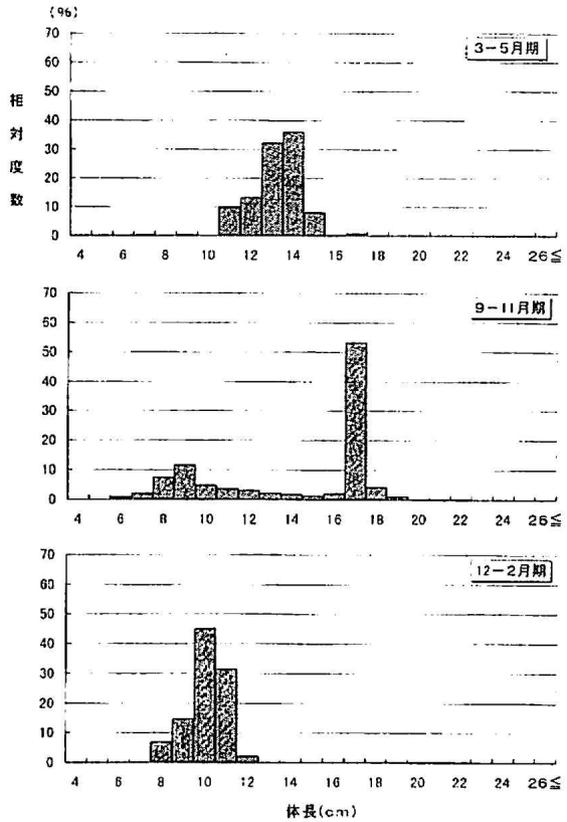


図16-6 ニギスの季節別体長組成

7) シロイカ

ニギスの季節毎の体長組成を図16-7に示す。本種は春生まれ群と夏秋生まれ群の2グループあるといわれており、全期間を通じて、ほぼ同じ体長のものが漁獲されている。3～5月期には、外套長12cmにモードを持つ群れが漁獲の主体となっているが、3cmの稚イカも当海域に分布している。9～11月には、外套長6cmと13cmにモードを持つ群れが主体で、数量的には前者が多い。これらは幼体でありほとんど利用されずに投棄されるか低価格で取り引きされている。12～2月期も前期とほぼ同様の傾向を示している。

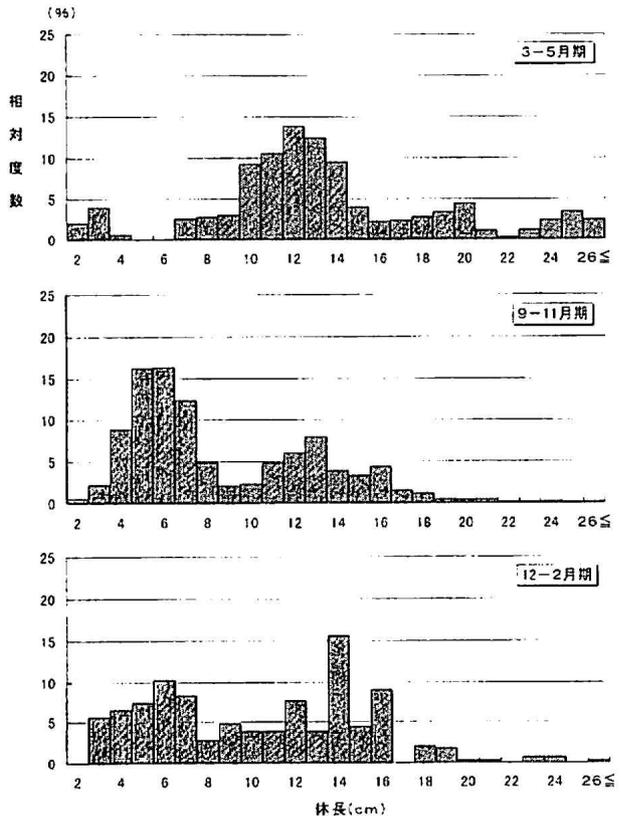


図16-7 シロイカの季節別体長組成

8) ヤリイカ

ヤリイカの季節毎の体長組成を図16-8に示す。本種の産卵は1～3月に沿岸に接岸して行われる。このため小底の主漁期は9～11月となる。漁獲サイズは外套長4cmから20cmとその範囲は広いが、漁獲の主体は8cmのグループである。しかし、本種の初期成長は早く小底の漁期初めの9月から10月上旬のサイズが8cm前後であることから、そのほとんどが幼イカ期に漁獲されているといえる。

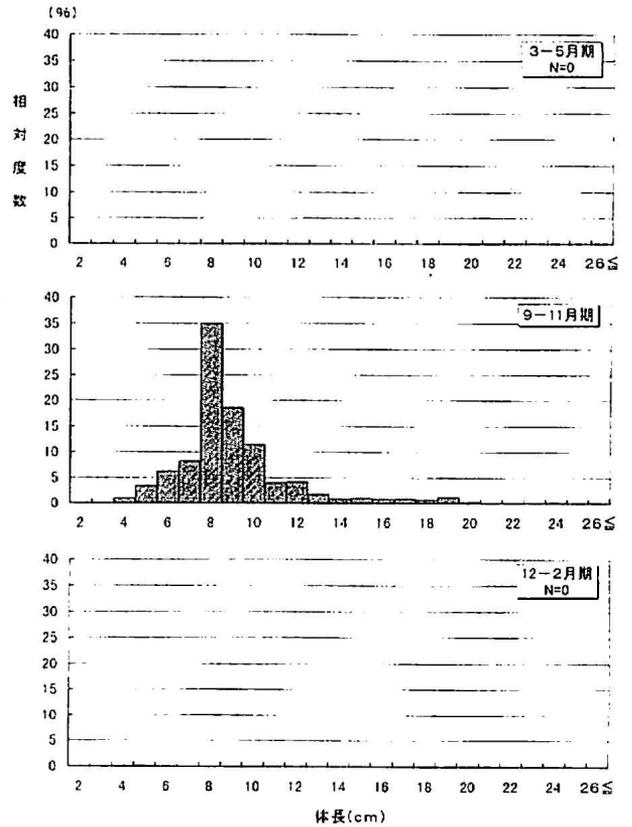


図16-8 ヤリイカの季節別体長組成

以上のように、小底漁場にはこれら有用生物の幼稚魚・未成魚が多数分布しており、商品価値の無いことから、混獲されたものが未利用のまま海上投棄されている実態がある。単位魚礁の規模や配置を考える場合、これらを保護する副次的な機能を考慮して設計することが重要と考える。

III. 利用漁業の実態

1. 漁業の概要

事業実施地区には3市2町があり、以下の7漁協が所属している。

大田市：大田市漁業協同組合、和江漁業協同組合、五十猛漁業協同組合

仁摩町：仁摩町漁業協同組合

温泉津町：温泉津町漁業協同組合

江津市：江津漁業協同組合

浜田市：浜田市漁業協同組合

当地区における過去5カ年（平成2年～平成6年）の漁業経営体数の推移を表5に示した。平成6年における経営体数は675経営体であり、平成2年と比べて109経営体（13.9%）減少した。主にイカ釣、その他釣の減少が大きい。沖合底びき網や定置網などの基幹産業も減少しており、これらの地域経済に与える影響は大きい。

表5 漁業経営体数の推移

年	計	沖合底びき	小型底びき	まき網	敷網	刺網	いか釣	その他釣	はえ縄	定置網	採介藻	その他
2	784	16	58	10	1	19	252	194	71	18	116	29
3	728	16	59	10	3	19	272	139	52	18	110	30
4	756	15	60	10	0	22	255	165	55	15	131	28
5	720	10	60	9	0	36	221	138	68	13	147	18
6	675	12	66 (305)	9 (234)	0	17 (40)	220 (615)	128	70	12	123	18

資料：農林水産統計年報
カッコ内は対象漁業者数（統計事務所資料及び漁協資料）

2. 漁業生産量の推移

当地区における過去5ヵ年（平成2年～平成6年）の沖合底びき網を除く漁業種別生産量の動向を表6に示した。平成2年の総漁獲量は約89トンであったが、平成4年を境に大きく減少し約74トンに減少した。漁業種類別には中型まき網以外の漁業では平成2年に比べ平成6年の漁獲量に大きな違いはないが、中型まき網では平成2年の71.6トンに対して平成6年の56.9トンと落ち込みは大きい。

平成6年の総生産額は93.7億円で、小型底びき網24.0億円、一本釣12.2億円、中型まき網24.9億円とこの3漁業種類で約65%を占めている。

当事業で主対象とする魚種の漁獲量の推移を表7に示した。イカ類、ヒラメ・カレイ類はいずれも減少傾向にあり、昭和60年～平成6年の10ヵ年で約50%減少している。タイ類については平成3年まで漸減傾向を示したが、平成4年以降若干の増加傾向にある。

表6 漁業生産量の推移

漁業種類	項目	H2年		H3年		H4年		H5年		H6年	
		漁獲量(kg)	生産額(千円)	漁獲量(kg)	生産額(千円)	漁獲量(kg)	生産額(千円)	漁獲量(kg)	生産額(千円)	漁獲量(kg)	生産額(千円)
一本釣		1,349	1,223,904	1,387	1,318,720	1,249	1,114,461	1,269	1,047,641	1,405	1,216,994
刺網		67	61,544	87	62,557	95	66,740	196	79,437	116	65,521
小型底びき網		3,953	2,369,946	3,990	2,459,122	3,600	2,347,802	3,751	2,051,868	4,386	2,399,137
定置網		3,493	914,799	3,497	1,092,933	2,880	769,134	1,863	737,195	3,063	706,596
中型まき網		71,651	4,500,016	67,824	4,849,828	37,774	4,340,923	45,551	2,423,429	56,908	2,491,089
その他		9,011	3,864,143	7,986	3,662,629	7,535	3,234,243	7,822	3,029,915	8,222	2,492,545
総計		89,524	12,934,352	84,771	13,445,789	53,133	11,873,303	60,452	9,369,485	74,100	9,371,882

資料：農林水産統計年報及び水産事務所調べ

表7 対象生物の漁獲動向

魚種	年	単位：トン									
		S60年	S61年	S62年	S63年	H1年	H2年	H3年	H4年	H5年	H6年
カレイ・ヒラメ類		4,175	4,251	3,339	2,643	3,042	3,158	3,456	2,925	2,469	2,125
タイ類		839	402	448	686	590	466	377	467	526	714
イカ類		6,096	5,089	7,396	7,317	6,867	4,717	4,371	4,510	2,828	3,049

資料：農林水産統計年報

IV. 基本的な造成方法の考え方

1. 設置海域選定の理由

以下の条件を踏まえ、図17を設置海域として選定した。

- ①石見中部地区沖合は砂浜域が広がり天然礁が極めて少なく、漁場の不足、狭隘化が指摘され、新たな漁場造成が望まれている。
- ②小型底びき網漁業を主対象の一つとしていることから、この漁業の禁止ラインの外側で、沖合底びき網漁業の禁止ラインの内側に造成区域を設定する必要がある。
- ③調査海域のうち、中央部に舌状に広がる礫質底の区域はアマダイ漕ぎ刺網漁場であり、魚礁の設置により当漁業の操業が制約される。また、小型底びき網漁業の操業形態から、禁止ラインから2 km以上離す必要がある。
- ④造成予定海域沖合の水深150m付近は底部冷水の張り出し部にあたり、この消長は魚類の蛸集・集積といった直接・間接的な影響を与えることから、魚礁設置により好漁場の形成が期待される海域である。
- ⑤底質は砂質で、海底勾配は平坦面もしくは緩斜面で構成されている。また、岩盤（または貝殻片の集積？）が散在している区域があり、これらと補完して造成することで相乗効果が期待できる。
- ⑥対象魚種の幼魚の分布量が多く見込まれることから、施設の設置により保護水域としての副次的効果が期待できる。

2. 対象魚種

ヒラメ、タイ類、イカ類、カレイ類、その他。

3. 対象漁業

一本釣、刺し網、小型底びき網一種を主体に中型まき網も含める。

4. 全体事業量

事業費	774,000千円
造成規模	38,272空m ³ (112ha)

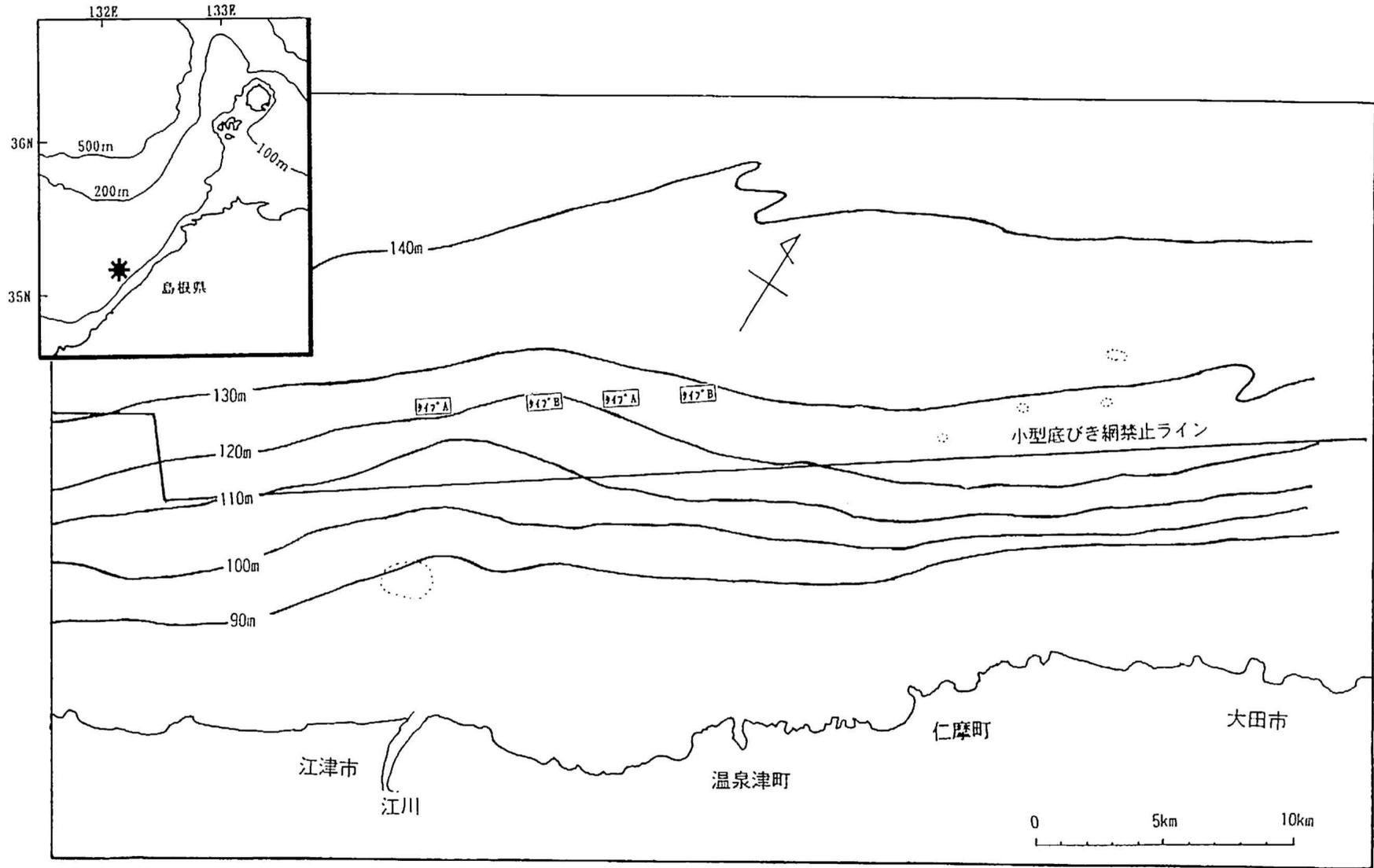


図17 魚礁設置海域

V. 配置計画

1. 単位礁

単位礁の形状は、底びき網が利用することから網掛かりなどの危険性がないものの方がいいと考えられる。しかし、魚礁を直接利用することはその維持管理上好ましいものではない。また、底びき網漁船の操業性能が向上していることから、魚礁の際を曳網することはそれほど困難な技術ではないことから、その形状に特に配慮する必要はないものと考えた。

使用する単位礁は、海深が大きいことや、主対象魚種の底魚類に加えて表中層の回遊性魚類の蝸集を考え、高さの高いものも必要と考えた。また、魚礁の構造は、海深が大きいことから、礁周辺の流れの複雑化によって期待できる集魚効果以外に、垂直方向の流れの変化による漁場機能の向上を期待して、高さのある魚礁には面構造のものが望ましいと考えた。

以上のことを考慮して、5m型コンクリート製組立て礁（Aタイプ、Bタイプ）と12m型（Aタイプ）と10m型（Bタイプ）の鋼製魚礁を選定した（図18）。

2. 群体礁

群体礁の規模は、一本釣漁業などと底曳き網漁業が共存して利用出来ることを考慮すれば1つの区画は出来るだけ大きいほうがよく700m×400mとし、群体礁の周辺を底びき網が区画内を釣などが利用出来ることを考えて設計した。また、小型底曳き網によって重要種の幼魚が未利用な状態で投棄されている実態があることから、資源管理漁業推進の観点からそれら幼稚魚を保護する副次的な機能も考慮するべきと考えた。

群体礁での魚礁の配置は、その周囲に高さのあるものを配置することは、万が一底曳き網の網掛かりを考えると漁具（漁船）や魚礁に与えるダメージは大きく避けるべきと思われ、周辺には比較的高さの低い魚礁を配置し、中央部に高い魚礁を配置することとした（図19）。

3. 全体配置

対象漁業の主体が小型底曳き網1種漁業であることから、その操業性を考慮して（聞取り調査結果）群体礁の配置はその間隔を2,000m以上とする必要がある。調査区域の南東側には禁止ラインが設定されており、そこからの距離も配慮する必要がある。また、調査海域中央部に広がる礫質底の区域はアマダイ漕ぎ刺網漁業の好漁場を形成していることから、そこでの造成は避ける必要があると考えた。さらに、単位魚礁の配置は、小型底びき網漁業が東西方向及び沖灘方向に縦横に操業できるよう横一列の配置が望ましいと考えた（図20）。

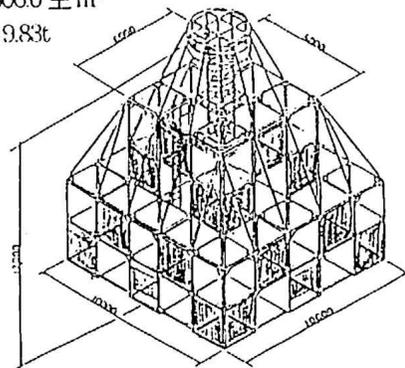
Aタイプ

スリースターリーフ (I-4N)

規格 (幅×奥行×高さ) ; 10.00×10.00×12.00m

空間容積 ; 806.0空m³

重量 ; 19.83t



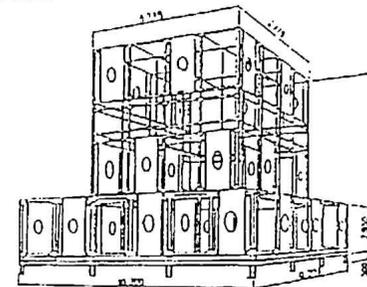
Bタイプ

エヌエフリーフ (キュービック型)

規格 (幅×奥行×高さ) ; 10.20×10.20×10.00m

空間容積 ; 806.0空m³

重量 ; 17.52t

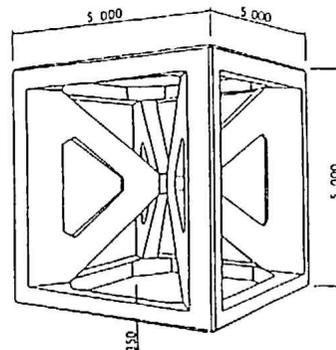


FP魚礁 (5.00型)

規格 (幅×奥行×高さ) ; 5.00×5.00×5.00m

空間容積 ; 125.0空m³

重量 ; 43.1t



マンジブロック (M-5R型)

規格 (幅×奥行×高さ) ; 5.00×5.00×5.00m

空間容積 ; 125.0空m³

重量 ; 43.1t

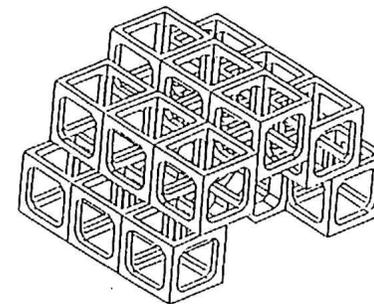
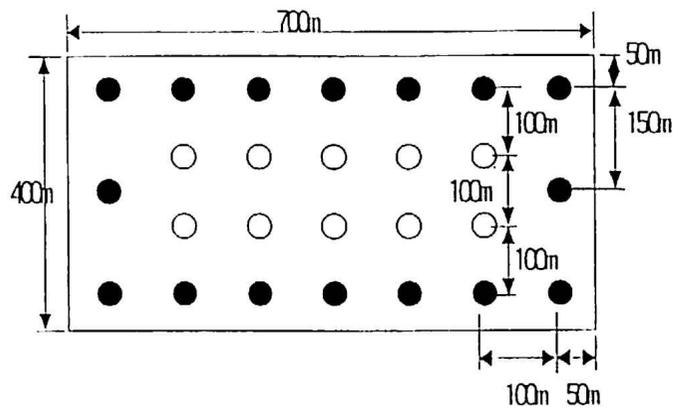


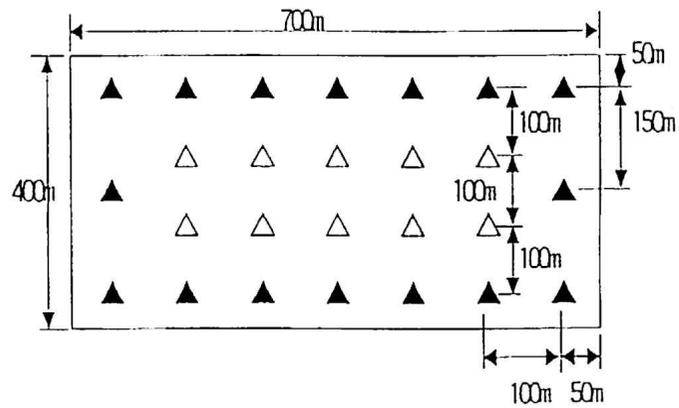
図18 魚礁姿図

Aタイプ：700m×400m の範囲に、スリスターリーブ(I-4N) 10基 (806 空m³/基)
 FP魚礁(5.00型) 16基 (125 空m³/基) を配置する。
 Bタイプ：600m×400m の範囲に、スリスターリーブ(キュービック型) 10基 (626 空m³/基)
 マジブロック(M-5R) 16基 (176 空m³/基) を設置する

魚礁タイプ	1(A)	2(B)	3(A)	4(B)	合計
○：スリスターリーブ(I-4N)	10		10		20
●：FP魚礁(5.00型)	16		16		32
△：スリスターリーブ(キュービック型)		10		10	20
▲：マジブロック(M-5R)		16		16	32
空m ³	10,060	9,076	10,060	9,076	38,272



Aタイプ



Bタイプ

図19 魚礁の配置

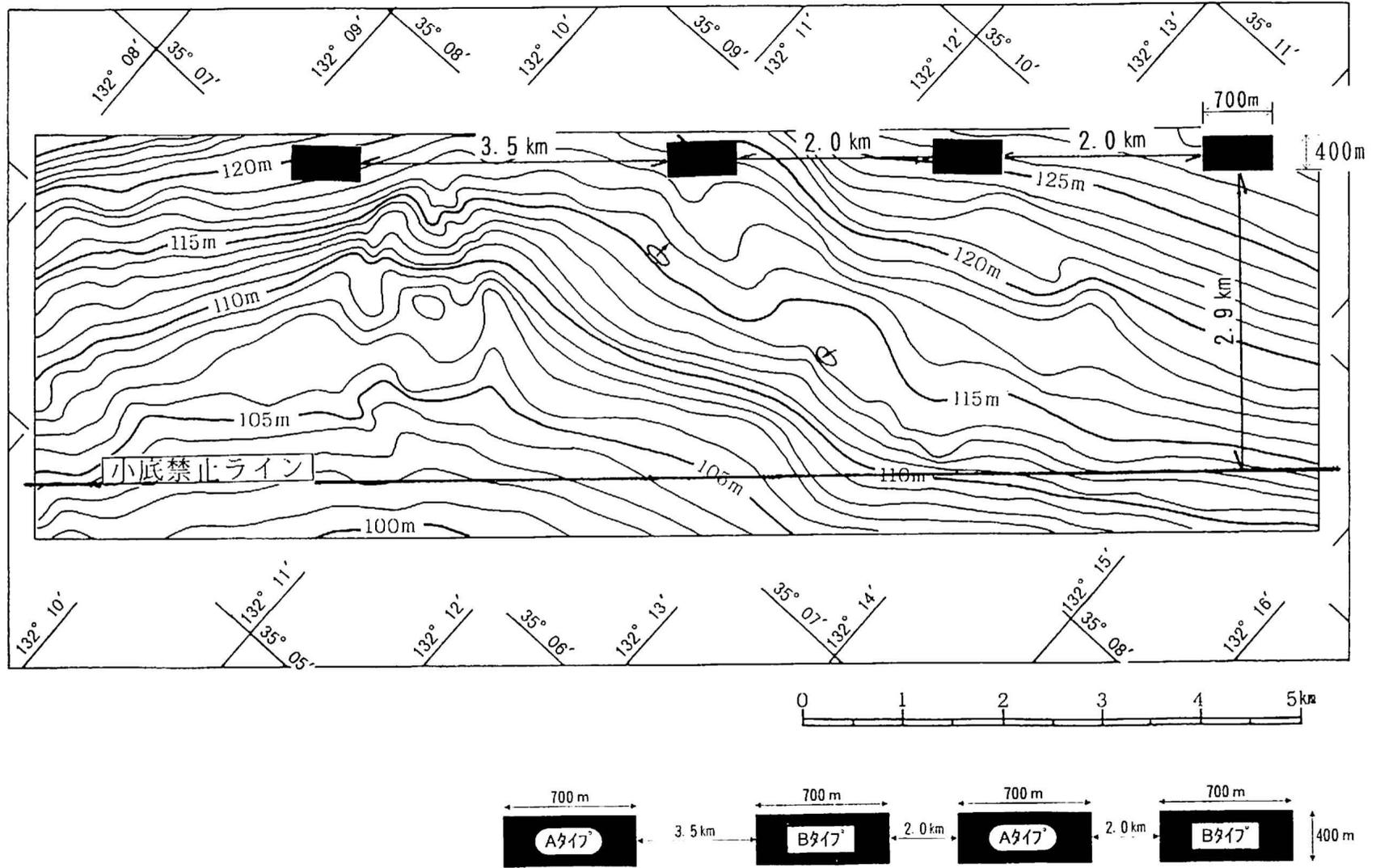


図20 全体配置図

VI. 効果の予測

1. 資源に対する効果

資源生物の魚礁への蛸集、漁場への滞留長期化、生息環境の改善、生残率の向上及び成長の促進等により、高生産性漁場の確保、不合理漁獲の防止、計画操業の確保等が期待できる。

2. 操業に関する効果

漁場の計画的配置により、操業の安定化・容易化、操業時間の拡大、不合理な競争意識の軽減、操業の安全性向上、航海時間の減少（燃費節減）等が期待できる。

3. 増産期待量

38,272空 m^3 ×3.0kg/空 m^3 ≒114トン（83,143千円）

4. 投資効率

表8のとおり。

表8 投資効率の試算

種類	増加便益額						減少便益額			差引増加額 C	耐用年数 D	妥当投資額 E=C/0.0578	事業費 F	投資効果
	直接便益			間接経費			無投資効 A	Aの A/B	予定期間 B					
	便益額	経費	純便益額	便益額	経費	純便益額								
ヒラメ タイ類 イカ類 カレイ類	83,143	22,352	49,886				49,886			49,886	30	863,081	774,000	1.12