

出雲東部地区大規模増殖場開発事業調査報告

大野明道・森脇晋平

本調査は出雲東部地区におけるヤリイカの増殖を人為的に促進するため、該種に適した漁場環境を大規模に造成開発することを目的とする。

54年度においては、調査海域における漁場環境と対象生物「ヤリイカ」の生態、特に幼イカの分布と移動に重点をおき調査を行った。55年度は54年度に引続いて幼イカの分布移動について補足調査するとともに、特に幼イカの食性、日周行動ならびに構造物に対する産卵生態に重点をおいた。56年度は54・55年度の調査で究明されなかった沖合域での幼イカの分布、餌料生物、害敵生物についての補足と事業実施設計に必要な餌料培養試験に主眼をおき調査を行った。そして第Ⅲ章には3ヶ年に亘って得られた資料を検討した結果、導き出されたヤリイカ増殖場造成の設計構想を示した。最後に水産大学校、網尾助教授の御指導と下記機関の協力を得たことを記す。

協力機関；水産大学校

漁業協同組合（美保関・美保中央・笠浦・野井・野波）

調査参加者；新宮敏三郎・生越勇・酒井俊雄・高尾忠夫・青山喜久雄

I 生 物 調 査

1. 幼イカの分布と体長組成

昭和56年5～6月と12月に図1に示す16定点（5月；1定点、6月；13定点、12月；4定点）で昼間試験船による板曳網調査を行った。板曳網は2.5ノットの速度で15分間曳網した。使用漁具は昭和54・55年度におけるものと同様である。各定点における板曳網による調査内容（操業日時、位置、曳網距離）を付表1にヤリイカ、ケンサキイカ、スルメイカの漁獲状況（st別出現数と外套背長）を付表2,3に示した。5・6月および12月に各定点において採捕された単位面積（7000㎡）当りヤリイカの出現数と体長組成を表1に一括するとともに、図1～3に示した。

5月；荒天のため一定点だけの資料しかないが、調査海域の北東方向水深112mの場所においても曳網1km当り1619尾のヤリイカ稚子が採捕されており、沖合域でも調査海域と同様かなりの密度でヤリ

イカ稚子が分布しているのが認められる。これらのヤリイカのうち0~1cmの孵化後間もないものが49尾出現しているが、これは恐らく隠岐諸島沿岸域或は沖合天然礁で孵化したものが加入したものであろう。

6月；曳網1km当り平均出現個体数は3690尾で55年を上廻る密度を示し、特に東側海域の中央部~沿岸部では5000尾以上と非常に多数の幼イカが出現しているのが目立つ。なお、調査海域の北東方向の水深

120~140mの沖合域でも、曳網1km当り854~1445尾の幼イカが分布している。また北西方向の水深130m前後の各点では2箇所(st. S.P)でヤリイカ稚子が全く採捕されていないが、他では曳網1km当り181尾と940尾の出現がみられた。このように調査海域の沖合110~130mの場所にも沿岸域より密度は下廻るもののかかなりの密度でヤリイカ稚子が分布しているのがわかった。これらのヤリイカの体長組成をみると沿岸部の調査海域のものに比較し大型のものが多く、54・55

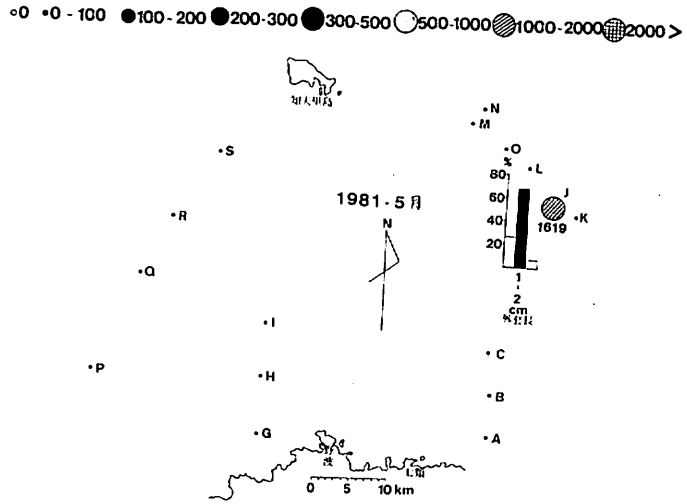


図1 ヤリイカ稚子のst別出現数と外套背長組成

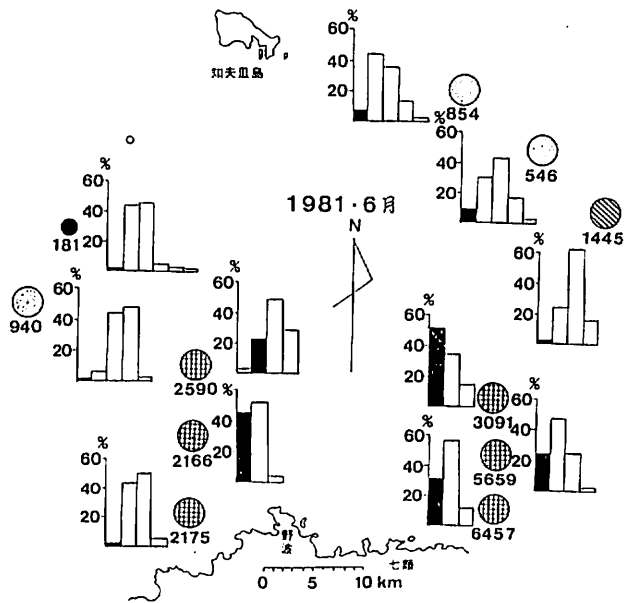


図2 ヤリイカ稚子のst別出現数と外套背長組成

表1 昭和56年度 ヤリイカ稚仔の出現状況

月日	st. No.	総個体数	総重量	1km当り 出現数	外 套 背 長				
					調査個体数	範 囲	モード	平均値	標準偏差
5・22	st. J	1943	685	1619	262	8～30 ^{mm}	17.5 ^{mm}	17.12 ^{mm}	0.453
6・19	A	7103	4613	6457	154	10～39	22.5	22.95	0.606
〃	B	5659	5034	5659	134	10～41	27.5	25.34	0.931
〃	C	2936	1825	3091	176	10～39	17.5	21.53	1.203
6・18	G	2392	1369	2175	177	9～34	27.5	20.89	0.653
〃	H	2166	1094	2166	198	10～37	22.5	20.48	0.538
〃	I	2331	1828	2590	139	9～36	27.5	25.34	0.662
6・20	K	1156	1795	1445	72	18～48	37.5	34.17	0.645
〃	L	426	614	546	94	16～46	37.5	32.71	0.829
〃	M	854	1139	854	120	10～52	27.5	30.71	0.806
6・21	P	0	0	0	—	—	—	—	—
〃	Q	1128	2538	940	101	18～50	42.5	40.77	0.694
〃	R	181	256	181	75	19～62	27.5	32.03	0.806
〃	S	0	0	0	—	—	—	—	—
12・4	P	0	0	0	—	—	—	—	—
12・6	J	20	533	20	20	90～111	102.5	102.40	4.946
12・6	N	22	714	17	22	85～154	107.5	109.64	15.183
12・6	O	40	1266	27	40	94～127	112.5	110.88	11.815

年と同様な結果を得た。

図4は昭和53年と54年に島根県西部海域（江津市敬川沖）において試験船による板曳網調査結果から年間にわたる月別・水深別のヤリイカ稚仔の出現状況を示したものである。これをみると両年とも54年の8月、60mを中心とした例外的な分布を除けば、成長に従って浅海域から深所へ分布域が移動している様相がうかがわれる。出雲東部海域でヤリイカ稚仔の出現がみられなくなる8月以降には、水深120~140mの海域が分布の中心域となり、100m以浅での分布は全くみられていない。従ってこれらのことから考えると出雲東部海域においても8月以降になると、100m以深の場所が棲息分布域であろうと考えられた。図3は56年12月に調査海域の北東方向水深112~125mの場所において出現したヤリイカのst.別出現数と体長組成を示した。これをみると各点において曳網1km当り20~40尾の未成体期のヤリイカが分布しているのが確認された。

これらのヤリイカは成熟すると、急激にこれらの沖合域から沿岸域へ産卵回遊するで

○0 ●0-100 ●100-200 ●200-300 ●300-500 ○500-1000 ●1000-2000 ●2000 >

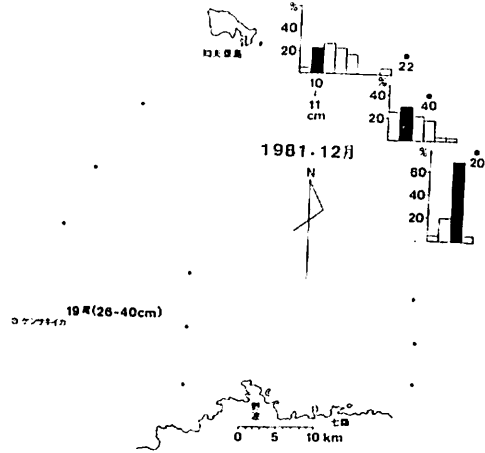


図3 ヤリイカのst.別出現数と外套背長組成

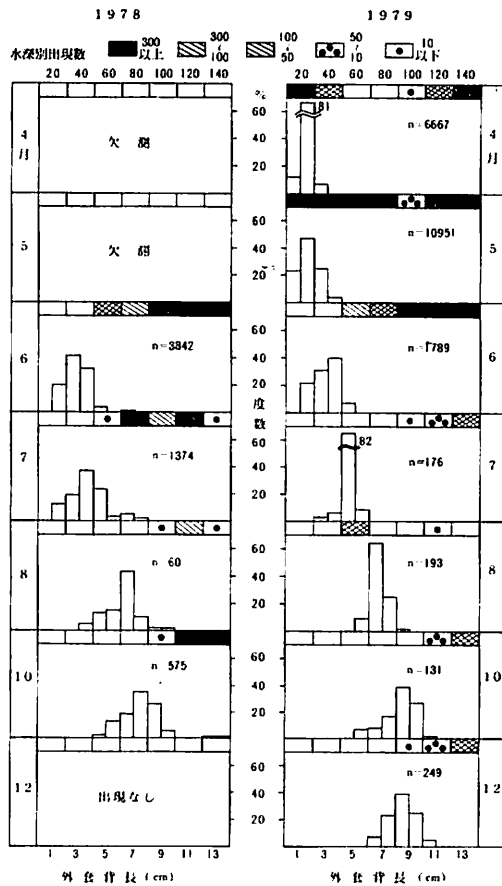


図4 島根県西部海域における板曳網によるヤリイカ幼稚仔の月別出現状況

あろうと予測できる。出現したヤリイカの体長範囲は8～16 cmでモードは10～11 cmであった。

2. 餌料生物(プランクトン)

昭和56年6月に図5に示す12点で、通称北太平洋標準ネット(ノルパックネット)を用い、底からの垂直曳を行った。採集したサンプルのうち動物プランクトンについて種の同定と個体数を計測し、ろ水量より1 m³当りの個体数に換算した。なお種の同定は下関水産大学の鶴田教授に依頼した。各地点において出現した動物プランクトンのst.別、種類別個体数(1 m³当り)を付表4にとりまとめた。動物プランクトンをコペポダ、枝角類、矢虫類、ヒドロ虫類、尾索類、その他(××形類、端脚類、十脚類)に分類し、それぞれの出現割合とst.別の動物プランクトン出現個体数(1 m³当り)について示したのが図6

である。出現率の高い順序にみ

ると、枝角類(47%)、コペポダ(27%)、尾索類(20%)、矢虫類、ヒドロ虫類であり、コペポダと枝角類で全体の74%を占めている。st.別の1 m³当りの出現数は163～1000ケの範囲で沖合側の各点で出現が多い。前述のように調査海域におけるヤリイカ稚子の餌料生物は、コペポダ、十脚類、アンピポダ、魚類などであり、コペポダは全体の60%と出現率が高い。このようにヤリイカ稚子の餌料生物として重要なコペポダをとりあげ、そのst.別出現個体数を図7に示した。コペポダの出現個体数は1 m³当り24～350ケで全般的に沖合側において出現が高く、次いで中央部沿岸寄りでは200ケ前後である。多古島周辺の西部沿岸域では、いずれの場所でも他に比

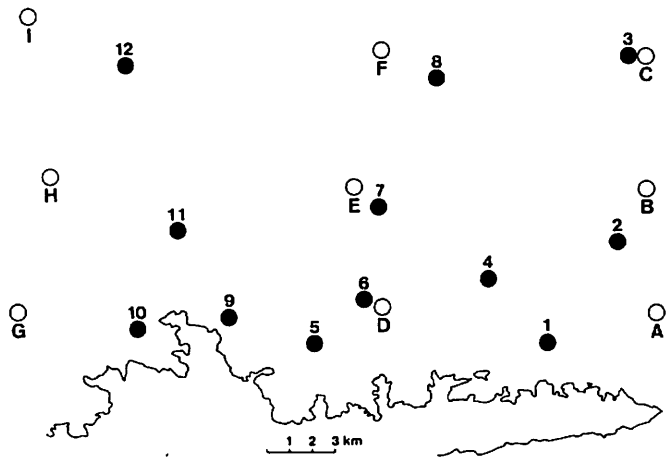


図5 板曳網、プランクトン調査定点

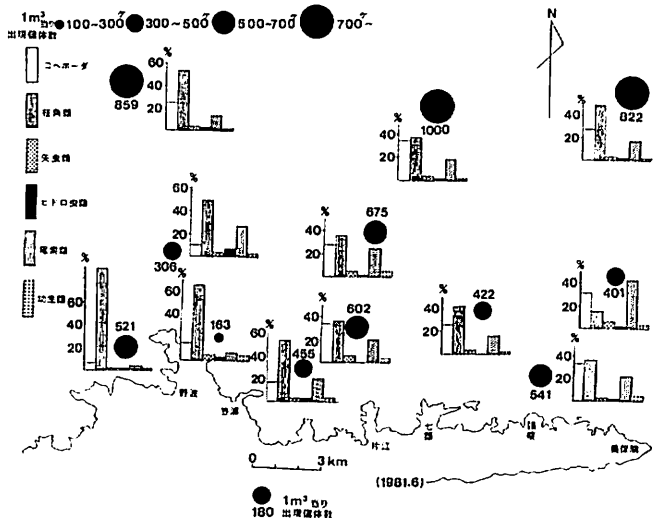


図6 動物プランクトンの分布

較し出現数が著しく小さい。これらの結果からみるとコペポーダは流速が早いところほど多い傾向が伺われ、また渦動域なども比較的多いといえる。出現したコペポーダは22種を数え、優占種は *Calanus helgolandicus* (47%) *paracalanus parvus* [*P. aculeatus* を含む] (28%) で次いで *Oithona plumifera* (9%) *Oncaea venasta* (4%) などがあげられる。

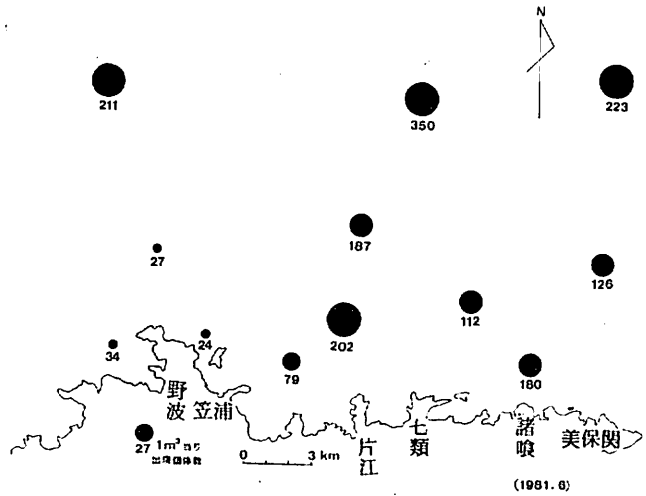


図7 コペポーダの分布 (1981. 6)

3. 害 敵 生 物

昭和56年4～6月にかけて七類沖の調査海域において板曳網調査で得られた魚類の胃内容物を調査した。イカ類の捕食が観察されたのはマトウダイ、マエソ、ワニギス、アンコウ、タマガンゾウビラメ、メゴチ、ヒレアナゴ、ヒメ、メバルの魚種であり、捕食の割合が高いのはマトウダイ、マエソ、ワニギス、調査の例数は少ないがアンコウなどがあげられる。捕食は餌との遭遇の頻度、そ

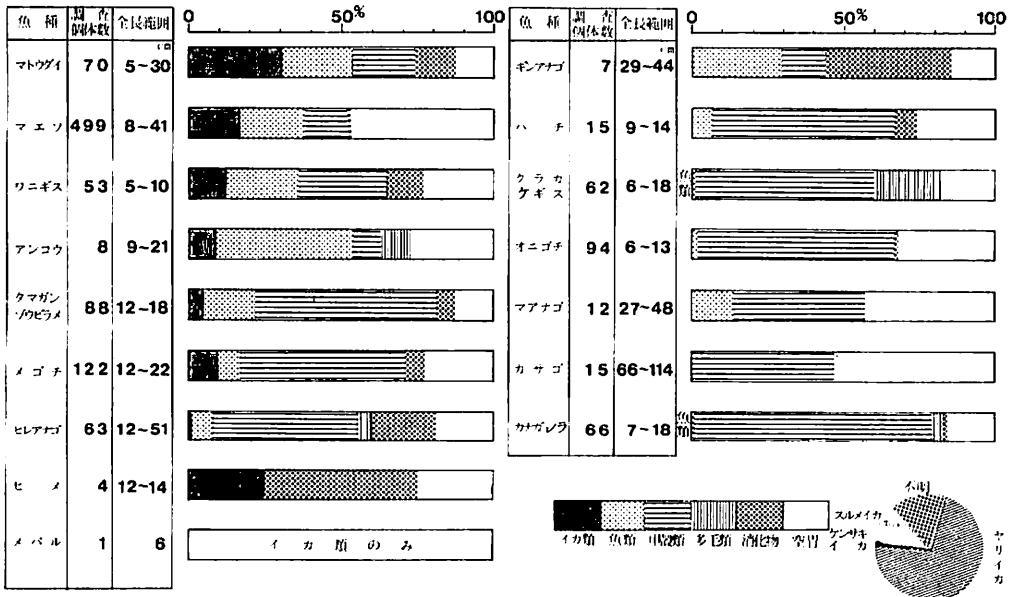


図8(1) 魚類の胃内容物組成

(2) 被食イカ類の種別組成

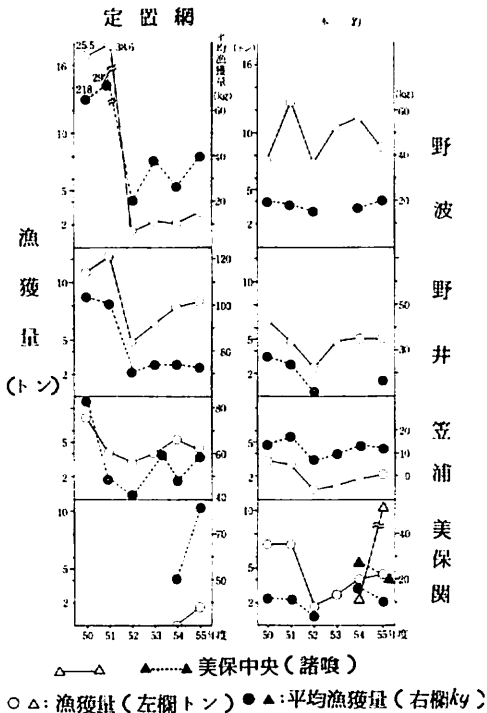


図9 主要漁協における漁業種類ヤリイカの漁獲量・平均漁獲量の年変化

美保中央、美保関)におけるヤリイカ漁獲量を漁業種類別、年次別にわけ旬、月ごとに付表5-1~4、6-1~6、7-1~5にとりまとめた。これらの資料から図9には漁業種類別漁獲量、平均漁獲量の年変化を、図10~11には定置網と一本釣による平均漁獲量の年次別、月変化をそれぞれ示した。また、地区内の定置網ならびに一本釣(浮敷網を含む)の漁獲量と平均漁獲量との対応関係を検討するため旬、月、年ごとに相関係数を計算し表2~3に一括した。相関係数の算出に当たっては、一部資料が欠除している52年度および野波の一本釣による平均漁獲量を除外し、旬ごとでは1月上旬~4月上旬まで年、月ごとでは1月上旬~4月下旬まで

の時の餌のとられやすさなどが関係してくるが、これらの魚種にとってイカ類幼生は比較的捕食しやすい餌生物であると考えられる。捕食魚の胃から採集したイカ類を同定した結果を図に示したが、これによると被食イカの3/4はヤリイカであり、不明なイカ幼生の中にもヤリイカの存在が考えられ、これらを含めると被食イカの大部分はヤリイカであると推定される。5~6月の幼イカ類の98%がヤリイカであることから、上述した魚種は豊富に存在するヤリイカ幼生を捕食していることがうかがえる。(図8)

4. 漁獲量変動(補足)

(1) 主要漁協のヤリイカ漁獲量

漁協の資料から昭和50年12月~56年5月までの6年間にわたって調査海域内の主要漁協(野井、野波、笠浦、

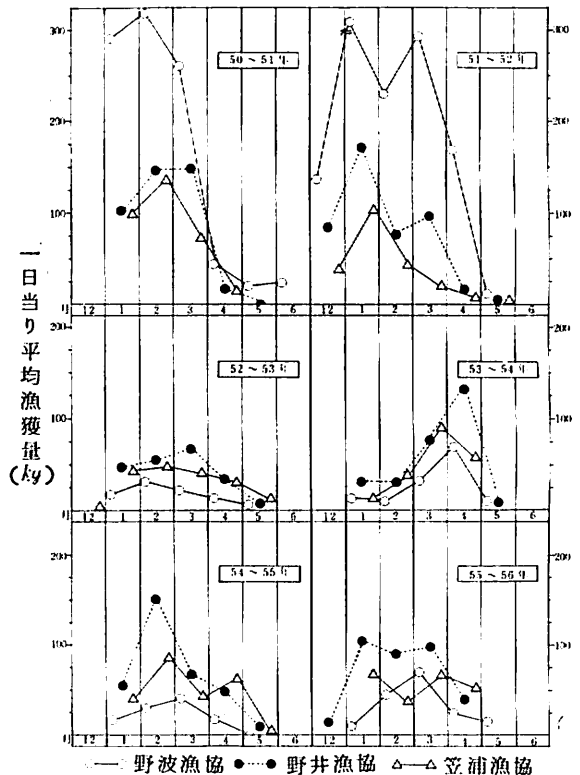


図10 主要漁協における定置網によるヤリイカ平均漁獲量の年次別月変化

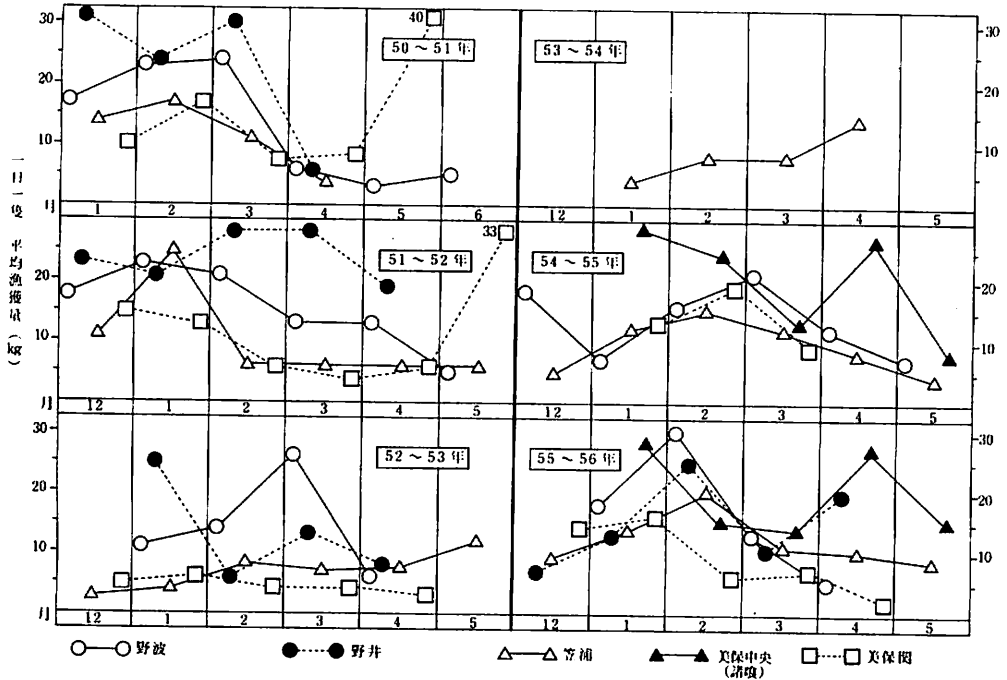


図 11 主要漁協における一本釣による平均漁獲量の年次別月変化

の資料を用いた。

野波、野井、笠浦の定置網による平均漁獲量の年変動をみると(図9)野波と野井についてはほぼ同様な傾向がうかがわれるが、笠浦では多少異った様相を呈している。すなわち野井、野波の漁獲のピークは51年にみられるものの、52年には急減し最低の漁獲となっているのに対し、笠浦では50年に漁獲のピークがあり、それ以降減少し、野井、野波と同様52年に漁獲の谷がみられる。変動の巾は野波で21~292kg、野井で72~106kg、笠浦で36~88kgとかなり大きい。特に野波では50・51年に218~292kgと野井の2~3倍、笠浦の2.5倍~6倍の漁獲を示していたものが52年以降20~40kgと急減し、野井、笠浦を下廻っているのが特異的である。一本釣による平均漁獲量の年変動は(図9)定置網と同様各地区とも52年に漁獲の谷がみられるが、漁獲のピークは定置網のように顕著に現われず、地区によってまちまちである。変動の巾は定置網に比較すると小さく、野波16~20kg、野井12~28kg、笠浦7~17kg、美保関4~17kgとなっている。

主要漁協の定置網による平均漁獲量の年次別月変化をみると(図10)、各地区ともほぼ同様な変動傾向を示しているが55年のように多少異った動向がみられる年もある。漁獲のピークは4月にみられることもあるが(53年度)通常1~3月に出現し、1~2月に盛漁期を迎えることが多い。一方一本釣では(図11)、地区によってかなりよく似た月変化を示している場合もあるが年次ごと、月ごとに相異が認められる。

表2~3には地区間の漁業種類別漁獲量と平均漁獲量の対応関係を示した。これから同一場所での漁獲量と平均漁獲量との関係を見ると、定置網では月ごとの場合、野波が無相関であることを除けば、野波、野井、笠浦の3地区とも旬別、月別、年別にみても相関が認められる。しかし一本釣

表2 旬ごとの漁業種類別漁獲量と平均漁獲量の地区間の相関係数

* 危険率5%で有意差あり
 ** " 1% "
 *** " 0.1% "

			野 波				野 井				笠 浦				美保関	
			定置網		一本釣		定置網		一本釣		定置網		一本釣		一本釣	
			漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均
野 波	定置網	漁獲量	0.967 ^{***}	0.399	0.381	0.642 [†]	0.593 [*]	0.880		0.411	0.438	0.629 [*]	0.014	0.492	0.275	
		平均		0.486	0.383	0.584 [†]	0.545 [*]	0.326		0.380	0.424	0.704 ^{**}	0.048	0.505	0.291	
	一本釣	漁獲量			0.703 ^{**}	0.045	0.369	0.289		0.272	0.314	0.486	0.108	0.391	0.175	
		平均				0.357	0.348	0.351		0.150	0.159	0.344	0.696 ^{**}	0.217	0.282	
野 井	定置網	漁獲量				0.960 ^{***}	0.681 [†]		0.664 [†]	0.649 [*]	0.682 [†]	0.267	0.674 [†]	0.505		
		平均					0.587		0.610 [†]	0.617 [*]	0.596 [†]	0.240	0.610 [†]	0.511		
	一本釣	漁獲量							0.662 [†]	0.566 [†]	0.488	0.512	0.599 [†]	0.447		
		平均														
笠 浦	定置網	漁獲量							0.951 ^{***}	0.719 [†]	0.367	0.676 [†]	0.608 [†]			
		平均								0.074	0.297	0.625 [†]	0.548 [†]			
	一本釣	漁獲量									0.352	0.825 ^{**}	0.608 [†]			
		平均										0.063	0.045			
美保関	一本釣	漁獲量											0.744 ^{**}			
		平均														

表3 年・月ごとの漁業種類別漁獲量と平均漁獲量の地区間の相関係数

年 月			野 波				野 井				笠 浦				美保関	
			定置網		一本釣		定置網		一本釣		定置網		一本釣		一本釣	
			漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均	漁獲量	平均
野 波	定置網	漁獲量	0.100	0.457	0.377	0.693 [†]	0.646 [†]	0.411		0.458	0.497	0.727 ^{**}	0.467	0.599 [†]	0.264	
		平均	0.997 ^{***}	0.480	0.038	0.688 [†]	0.644 [†]	0.042		0.460	0.521	0.721 ^{**}	0.498	0.591 [†]	0.027	
	一本釣	漁獲量	0.448	0.402		0.795 ^{**}	0.652 [†]	0.613 [†]	0.425		0.454	0.486	0.588 [†]	0.743 [†]	0.546	0.336
		平均	0.504	0.544	0.339		0.649 [*]	0.632 [†]	0.495		0.421	0.402	0.410	0.545	0.412	0.279
野 井	定置網	漁獲量	0.897 ^{**}	0.907 ^{**}	0.528	0.744 [†]		0.989 ^{***}	0.071		0.801 [†]	0.774 ^{**}	0.823 [†]	0.074	0.825 ^{**}	0.599 [†]
		平均	0.928 ^{**}	0.949 ^{**}	0.248	0.609 [*]	0.901 ^{**}		0.730 ^{**}		0.810 [†]	0.788 ^{**}	0.785 ^{**}	0.073	0.080	0.626 [†]
	一本釣	漁獲量	0.461	0.507	0.014	0.774 [†]	0.748 [†]	0.070			0.746 [†]	0.820 ^{**}	0.668 [†]	0.562	0.628	0.430
		平均														
笠 浦	定置網	漁獲量	0.300	0.357	-0.154	0.539	0.505	0.629 [*]	0.907 ^{**}		0.945 ^{**}	0.818 [†]	0.625 [†]	0.815 [†]	0.665 [†]	
		平均	0.374	0.437	-0.292	0.771 [†]	0.568 [†]	0.669 [*]	0.893 [†]		0.921 ^{**}	0.811 [†]	0.663 [†]	0.078	0.581 [†]	
	一本釣	漁獲量	0.839 ^{**}	0.870 ^{**}	0.213	0.085	0.942 ^{**}	0.932 ^{**}	0.824 [†]		0.066	0.781 ^{**}	0.778 ^{**}	0.921 ^{**}	0.582 [†]	
		平均	0.792 ^{**}	0.791 ^{**}	0.723 [†]	0.634 [*]	0.096	0.774 ^{**}	0.722 [†]		0.442	0.425	0.819 ^{**}	0.713 [†]	0.582 [†]	
美保関	一本釣	漁獲量	0.862 ^{**}	0.883 ^{**}	0.418	0.079	0.988 ^{**}	0.924 ^{**}	0.830 [†]		0.627 [†]	0.686 [†]	0.973 ^{**}	0.925 ^{**}	0.078	
		平均	0.089	0.099	0.544	0.030	0.045	0.237	0.708 ^{**}		0.575 [†]	0.358 [†]	0.324	0.636 [†]	0.471	

では野井の資料が欠けているが、旬別では笠浦、月別では美保関、年別では野波と美保関で相関がない。従って定置網については平均漁獲量の代りに漁獲量を用いてヤリイカの漁獲状況を判断してもそれほど大きな誤りはないと考えられるが、一本釣については疑問があり検討する必要がある。旬ごとに各地区の定置網を比較すると、野波と野井、野井と笠浦など隣接する地区間では相関が認められ、野波と野井のように離れた地区では相関がない。一方一本釣についてみると野波と笠浦の平均漁獲量間および美保関と笠浦の漁獲量間に高い相関があるほか、美保関と野井でも危険率5%で有意な相関がみられる。このなかで前述した一本釣の漁獲量と平均漁獲量が無相関である笠浦においては、漁獲量では美保関との間に著しく相関があるにも拘らず平均漁獲量では殆んど関連がないのが注目される。また、同一地区における一本釣と定置網との関係をみると、野波では相関がないが野井、笠浦ともそれぞれ危険率5%と1%で有意な相関がみられる。他地区と比較すると笠浦と野井の定置網および一本釣相互間、笠浦の一本釣と野波の定置網、美保関の一本釣と野井、笠浦の定置網間では相関がある。

月ごとと年ごとに比較した場合、旬単位では相関がみられなかった笠浦と野井の一本釣において有意な相関関係が認められることが異なるだけで、他については旬ごとの場合とほぼ同様な傾向がうかがわれる。

以上のように調査海域内のヤリイカ漁獲量は、地区間の差が明らかに認められるので6ヶ年間の1~4月までの月平均漁獲量を用いて平均値の差のt検定を行った。その結果、定置網では野井-笠浦¹⁾で、一本釣では野波-笠浦²⁾、野波-美保関³⁾、野井-笠浦⁴⁾、野井-美保関⁵⁾、美保関-諸喰⁶⁾でそれぞれ危険率1%、0.1%で有意差が認められる。従って定置網では野井>笠浦、一本釣では野波>笠浦、野波>美保関、野井>笠浦、野井>美保関、諸喰>美保関といえる。

前述の結果から定置網相互間では隣接する地区で相関があり、離れた地区では相関がないこと、また各地の一本釣および一本釣と定置網との関係をみると、一本釣では野波と笠浦で相関がみられるものの他地区との相関が殆んどなく、野井、笠浦、美保関相互間には漁況の関連が認められること、野波と野井における定置網と一本釣の平均漁獲量は他地区に比較し多いが両者間の差はないなどのことから野波~野井地先沿岸は産卵期ヤリイカの漁場として優れていると云えるとともに野波、野井とそれ以東の地区との漁況は独立した性状を呈していることが示唆される。

従って出雲東部地区の産卵期ヤリイカ漁況を判断するためには野波か野井における定置網と一本釣および笠浦の定置網の漁獲量は最小限把握する必要があると考えられる。

脚注)	1) $\nu = 23$	$t_0 = 3.987 > t_{0.001} = 3.767$
	2) = 19	= 3.689 > $t_{0.01} = 2.861$
	3) = 18	= 4.396 > $t_{0.001} = 3.922$
	4) = 15	= 3.685 > $t_{0.01} = 2.947$
	5) = 15	= 5.080 > $t_{0.001} = 4.073$
	6) = 6	= 3.897 > $t_{0.01} = 3.707$

(2) ヤリイカとケンサキイカ漁獲量との関係

54, 55年度の調査結果からヤリイカは主として沿岸域の岩礁地帯において1～3月, 水温13～16℃台(産卵盛期14～13℃)において産卵し, 孵化した稚仔は成長に従って浅海域から深所へ分布域が移動すること, 8月以降には水深120～140mの海域が分布の中心域となるため100m以浅での棲息は全く認められなくなり, ヤリイカに代わってケンサキイカ幼稚仔が沿岸域に出現することを明らかにした。若し未成体～成体期のケンサキイカと成体期のヤリイカが棲息環境によってその分布域が制約されるのであれば当然両者の間に何らかの対応関係が存在するであろう考えた。ここでは昭和50～55年までの野波漁協の資料を用い, 沖泊の定置網と瀬崎の一本釣による9～12月までの旬別, 月別のケンサキイカ漁獲量および9～10月, 9～11月, 9～12月までのケンサキイカ合計漁獲量とヤリイカ年漁獲量(付表8)からそれらの関係を検討した結果, 野波漁協における一本釣と定置網によるケンサキイカとヤリイカ漁獲量との相互間には何れの場合も有意な対応関係は得られなかった。このことは漁獲対象となるヤリイカが産卵回遊群でありケンサキイカと異った群性状をもつため要因間に加法性がないことに起因した結果であろうと推察される。

II 開発方式調査

1. 餌料培養試験

体長5cm以下のヤリイカ稚仔の主餌料であるコペポダ, 十脚類, アンピポダなどを人為的な手段によって謂集し, また積極的に培養するため次のようなことが考えられた。

◎コペポダについては面構造の人工魚礁による流れのじょう乱, 湧昇流をおこさせることによってこれが謂集を期待する。

◎十脚類, アンピポダについては定置網などへのこれらの生物の付着状況からみて, ナイロン糸を植毛した人工藻魚礁を配置することによって餌料生物の培養が可能ではないか, また人工藻魚礁(芝魚礁; 昭和55年報告書参照)はさきに述べたごとく, わずかな例であるが非常にすぐれた産卵効果を示していることから人工藻の適切な使用によって産卵効果と餌料培養効果を同時に兼用した機能をもたせることができるのではないか。

以上のような考え方にもとづいて実験魚礁を用いて餌料培養試験を行った。

(資料と方法)

(1) 魚礁の構造

イ) 因子と水準(表4)

餌料培養効果に影響を及ぼす要因として設置時期, 植毛の長さ, 植毛の太さ, 植毛の間隔, 設置水深をとりあげ, 3水準の1因子と2水準の4因子を擬因子法により直交法 $L_8(2^7)$ を用いてわりつけ, 餌料の種類, 量との関係を客観的に把握できるよう計画をたてた。

表 4. 直交表 L₈ によるわりつけ

因子	直交表 L ₈ (2 ⁷)						実験の指示内容					実験礁の数
	アソビ	A	B	C	D	E	A (發時)	B (植毛の長さ)	C (植毛の間隔)	D (植毛の太さ)	E (設置水深)	
No.	1	2 3	4	5	6	7	2 3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	1	1	6月	長	狭	太	浅	2
2	1	1	2	2	2	2	6	短	狭	細	深	2
3	1	2	1	1	2	2	8	長	広	細	深	2
4	1	2	2	2	1	1	8	短	狭	太	浅	2
5	2	2	1	2	1	2	8	長	狭	太	深	2
6	2	2	2	1	2	1	8	短	広	細	浅	2
7	2	3	1	2	2	1	10	長	狭	細	浅	2
8	2	3	2	1	1	2	10	短	広	太	深	2

要因としてとりあげた設置時期は 6, 8, 10 月の 3 水準, 植毛の長さは (1.5 ~ 2 cm ; 0.5 ~ 1 cm) 植毛の間隔 (広い; 狭い) 植毛の太さ (500 ~ 1000 デニール) 設置水深 (20 ~ 30 m ; 40 ~ 50 m) などは 2 水準とした。

ロ) 実験魚礁の構造

実験魚礁は 0.3 立方体の鉄骨に図 12 に示すようにナイロン糸を植毛した軽量コンクリート板を四面にとりつけたもので、これを 1.0 m 立方体の鉄骨にそれぞれ 4 基ずつボルトにより結着した。

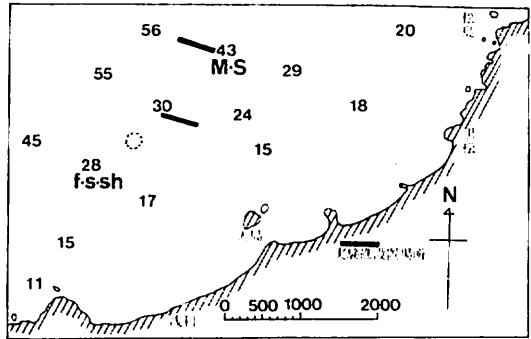
ハ) 魚礁の種類, 数量

No. 1 ~ 8 まで 8 種類のを 2 基ずつ計 16 基を使用した。

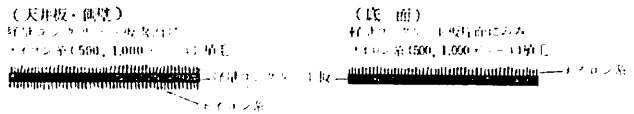
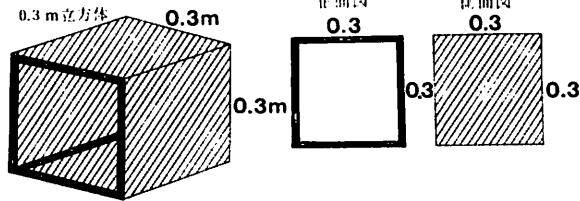
(2) 魚礁の設置方法

魚礁 16 基を実験計画に従って沿岸側には No. 1, 4, 6, 7 のそれぞれ 2 基ずつ, 沖側には No. 2, 3, 5, 8 のそれぞれ 2 基ずつ計 8 基を配置した。魚礁

(1) 実験魚礁の沈設場所



(2) 実験魚礁の構造



(3) 実験魚礁の沈設概略図

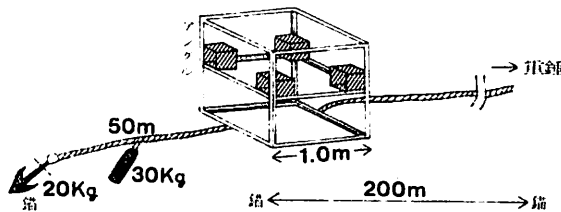


図 12. 実験魚礁の沈設場所, 構造

は延縄漁具と同じように18mmのクレモナロープの幹綱に5mの枝綱をつけ、江津市黒松沖合、距岸3~4kmの水深20~30mおよび40~45mの2箇所に沿岸から沖合へNW方向に設置した。魚礁間の間隔は50mとした。浮標灯および標識索は地元漁協の要望により付けなかったが、山立てならびに六分儀により正確な沈設場所を把握した。56年6月15日、8月6日、10月27日の3回にわたって幹縄を曳航具により引揚げそれぞれ所要の実験魚礁をとりつけ沈設した。

(結果)

56年12月7日に潜水引揚げ調査用の標識を取付け、17日に第1回目の調査にでかけたところ標識索を切断されていたため、曳航具を用いて2日間にわたって周辺海域をくまなく探索したが遂に実験魚礁を発見することが出来ず止むなく調査を打切った。

Ⅲ 総合考察

1. 大規模増殖場造成の設計構想

昭和54~56年まで3年間にわたる調査結果の資料を検討し、出雲東部地区におけるヤリイカについての問題点を要約すると次の点があげられる。

◎幼イカ~成体までのヤリイカの回遊は浅海から深所への移動が主体で横方向への移動はそれほど大きくなく、その生活圏は比較的狭いと考えられる。

◎産卵親イカの主群は、調査海域の北東方向の沖合域から加入され沿岸沿いに来遊接岸する傾向を示す。

◎天然における産卵場は、好適な産卵面に乏しく孵化条件が悪い。

以上のような条件を基礎にし次のような構想で増殖場を造成する必要がある。

- イ) 産卵量を増大する。
- ロ) 孵化率を向上させる。
- ハ) 餌料の謂集、培養を図る。
- ニ) 捕食による減耗を防ぐ。

(1) 産卵量を増大する。

- a. 産卵親イカを多くする。

試験船での板曳網調査および2そう曳機船底びき網による聞取り調査結果から調査海域に出現する幼イカは、島根半島地先での発生群が成長に伴い沖合へ分散した群と西方海域で比較的早い時期に発生し加入された群によって構成されている。また幼イカは成長に従って漸次浅海域から沖合へまた西から東へと分布域が移動し、8月以降産卵接岸するまでの未成体~成体までのヤリイカは調査海域の北東方向、水深100~140mの海域が主分布域であり12月以降成熟すると急激に沖合域から沿岸域に産卵回遊すると推測される(図13)。なお、実験魚礁による設置水深別の産卵効果

からみると、沖側より沿岸側のものが産卵効果がすぐれていること、産卵初期においてもやや深所で産卵が行われており、しかも産卵がむしろ沿岸よりに早く始まっていることから、ヤリイカの産卵生群が単純に沖側から直接的に接岸するのではなく、ある程度沿岸から離れた状態で沿岸ぞいに来遊接岸する傾向がうかがわれる。

従って沖合方向および沿岸沿いに魚礁群を配置し、産卵群を積極的に誘導するとともに長期滞留させることにより産卵量の増大を図る。

b. ヤリイカの産卵生態に適應した産卵場を造成する

実験魚礁における卵のうの産着場所ごとの産卵利用率および産卵箇所別に見て産出卵のう数が全くなかった0ヶの出現率や天然における産卵場所などのヤリイカの産卵利用の状態からみて産卵場としては内側天井下面が最も適した場所であると判断された。この傾向は来遊資源量が少ない場合や初漁期、終漁期において特に顕著で構造物の内側天井下面だけが利用されている（図14～16）。

当海域には多古鼻沖合に広大な天然礁が存在する（図17）が、漁業者によれば、ここではヤリイカが殆んど産卵していないということであり、また沿岸一帯の多くの天然礁においても産卵に適した場所は数多くない。従って水平板を組合わせた構造物を適所に設置することによりヤリイカの産卵習性に合った産卵場を造成する。

(2) 孵化率を向上させる。

実験魚礁に産出された卵のうについて産卵面ごとの死卵の出現状況を見ると、天井面が圧倒的にすぐれており、壁面がこれに次いでいる。このことから海水より比重が重く垂下する卵のうの性質から天井面が極めて有効な産卵部位であり、かつ撰択的な利用がなされていると考えられる。しかし天然においては親イカの来遊量が增大するに従って産卵面の撰択が困難となり、産卵可能な場所であれば至るところに産卵するであろうことは実験魚礁の結果から十分に予測できる。このため潮通しの良くないところや、孵化率が悪い産卵

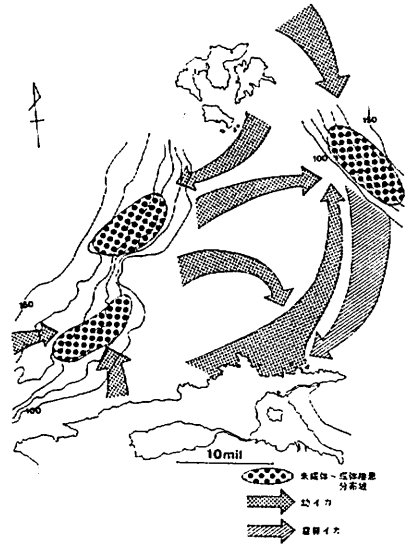


図13. ヤリイカの回遊予想

内側		外側	
側面	天井	側面	天井
22%	49%	14%	14%
← 100% →			
31	69	50	50
← 100% →		← 100% →	
上面	下面	上面	下面
9	91		

図14. 昭和53～55年度までの魚礁の産卵箇所ごとの産卵利用率

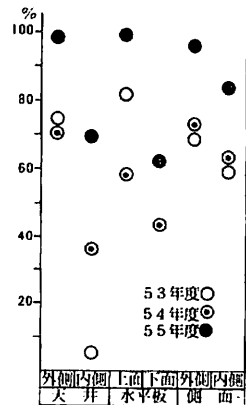


図15. 年次別の各産卵箇所における産着卵のう数0ヶの出現率

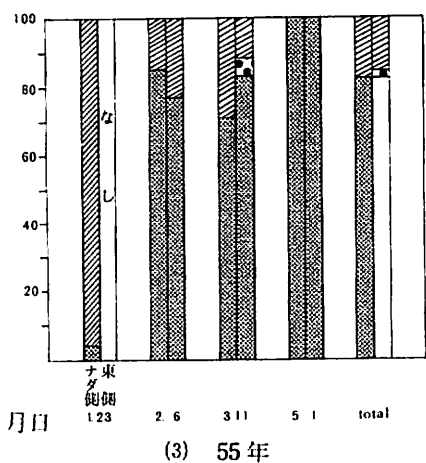
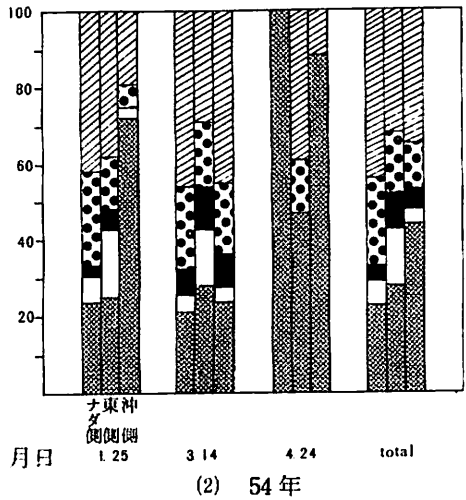
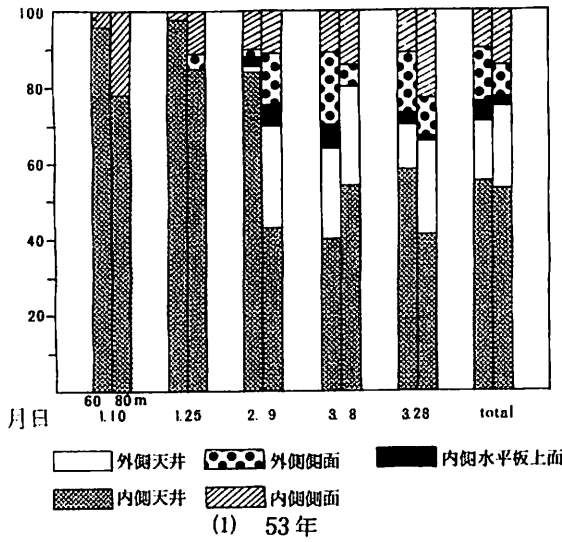


図 16. 魚礁の産卵箇所ごとの月別・設置場所別の産卵利用率

面や、土砂による埋没などが心配される環境条件下における孵化率は非常に低いといえる。

従って産卵場は出来るだけ潮通しがよい場所を選定し、最も孵化条件のよい産卵面を有する構造物を設置することにより産卵量の増大と併向して孵化率の向上を図る。

(3) 幼稚仔の餌料を可能な限り確保する。

体長5cm以下のヤリイカ稚仔の主餌料であるコペポータ、十脚類、アンピポータなどを人為的な手段によって謂集し、また積極的に培養するためコペポータについては面構造の人工魚礁による流れのじょう乱、湧昇流をおこさせることによってこれが謂集を期待した。十脚類、アンピポータについては定置網などへのこれらの生物の付着状況から人工藻魚礁を配置することによって餌料生物の培養が可能であり、またわずかな事例ではあるが非常にすぐれよ産卵効果を示していることから、人工藻の適切な使用によって産卵効果と餌料培養効果を同時に兼用した機能をもたせた。

(4) 捕食による減耗を出来るだけ小さくする。
調査海域において板曳網によって得られた魚類のうちヤリイカを捕食していたものは、マトウダイ、マエソ、ワニギス、アンコウ、タマガンゾウビラメ、メゴチ、ヒレアナゴ、ヒメ、メバルなどであり、捕食の割合が高いのはマトウダイ、マエソ、ワニギス、アンコウなどがあげられる。この中でマエソの出現個体数の約7%をしめる優占種であり、全体の約1割がヤリイカを捕食している現象からみるとマエソの食害によるヤリイカ稚仔の減耗は

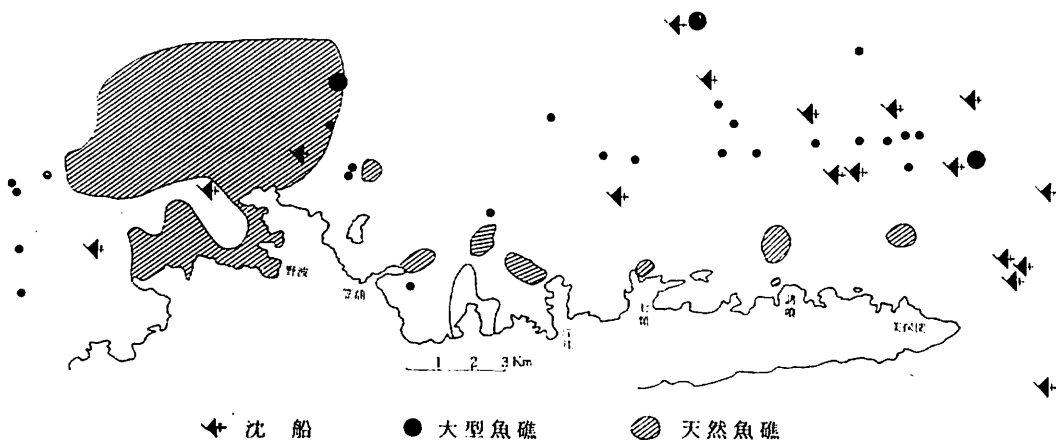


図 17. 天然魚礁, 人工魚礁の分布

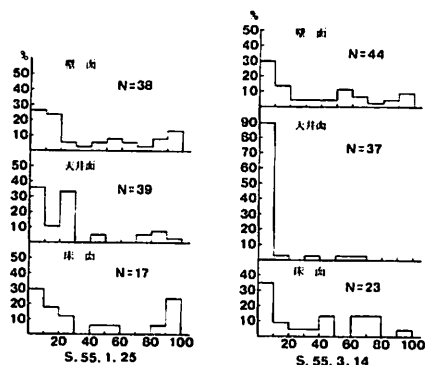


図 18. 死卵を50%以上含む卵の出現割合の頻度分布

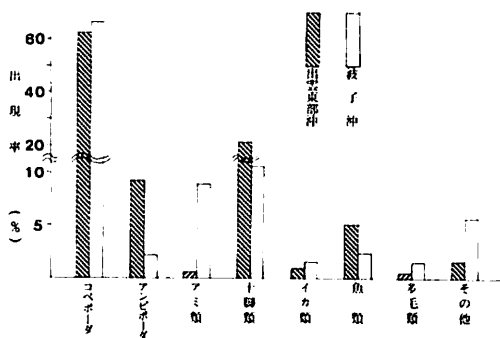


図 19. 餌料生物の出現率

はかなり大きいと予想される(図 21 ~ 22)。マエソの分布をみると(図 23 ~ 24)ヤリイカ稚仔の出現が多い5 ~ 6月においては中央部から東側の沖合域での分布密度が小さいのが注目される。従って稚イカ期の育成保護場は食害関係から考えるとマエソの分布密度が小さい中央から東側の沖合域を選定する必要がある。ただ捕食は餌との遭遇の頻度や餌のとりやすさなどが関係するので、幼イカの食害による減耗を防ぐためには蛆集するより出来るだけ分散した分布状態が望ましい。このため産卵場は1ヶ所に集中した形で造成を行う。

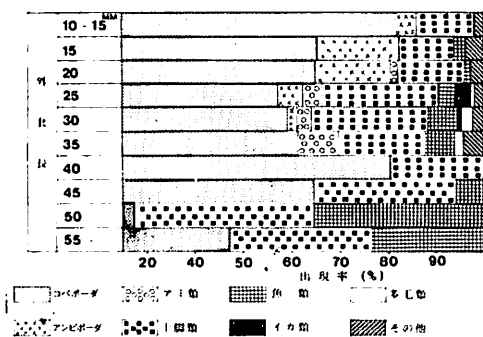


図 20. 外套長の大きさと餌料生物の出現率

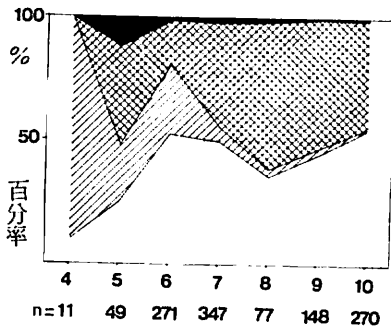


図 21. マエソの月別胃内容物変化

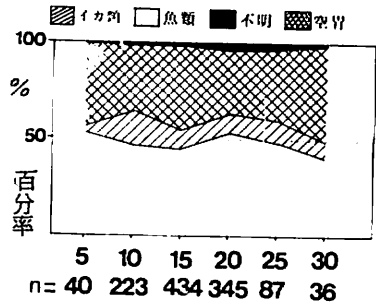
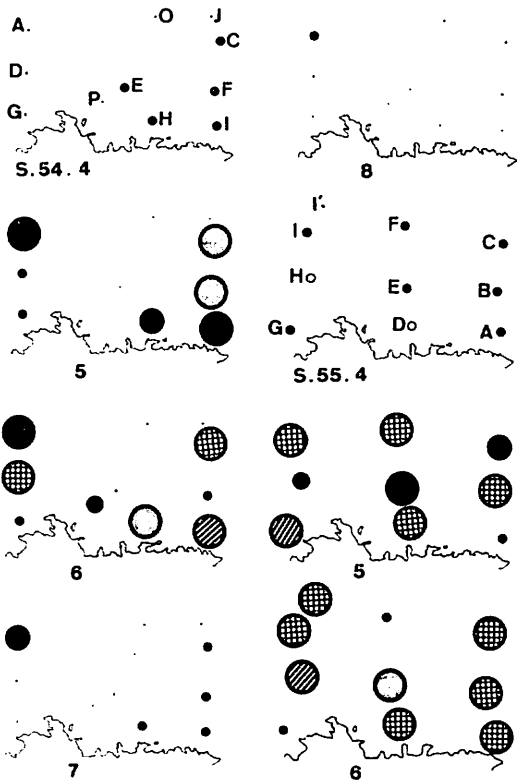


図 22. 成長に伴う胃内容物変化



○ 0 ● 0-100 ● 100-200 ● 200-300 ● 300-500 ○ 500-1000 ◐ 1000-2000 ○ 2000 >

図 23. ヤリイカ稚子の分布

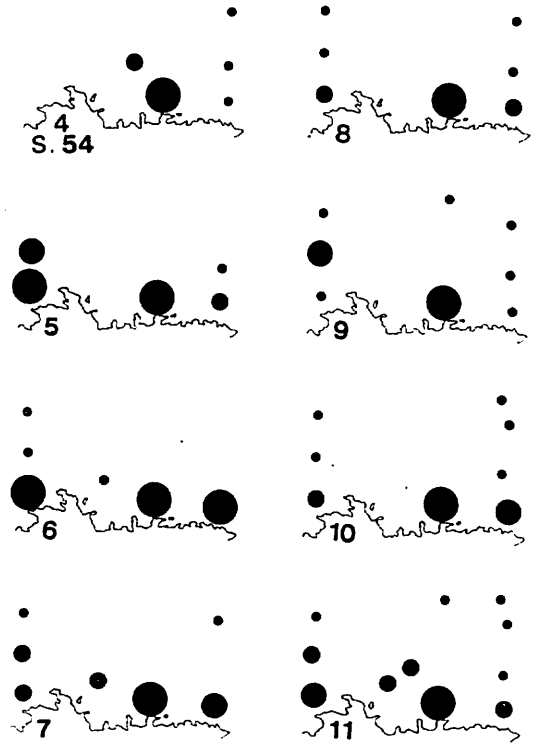


図 24. マエソの分布

2. 配置計画

(1) 全体計画

増殖場の配置計画に当って特に次のような点を考慮した。

◎増殖場の造成箇所はいずれも出来るだけ流れが早く、構造物が埋没する恐れのない底質が粗砂質～中砂質の場所を選定し流れのじょう乱効果と孵化率の向上を図る。

◎実験魚礁の配列順序ごとの卵のうの産着状況と卵発生過程から、産卵親イカは小群をつかって回遊し、構造物に対し集中的な産卵を行うこと、そして産卵にあたっては産卵面の選択はみられるが、産卵場所の選択性は少なく偶発的な傾向が強いので単体の構造物は出来るだけ近距離におき、しかも群体礁として相互間の連繫を保つようにした。

◎増殖場は広範囲に分散した形で造成し、食害による減耗を出来るだけ小さくする。

ヤリイカの生物学的知見にもとづき調査海域の北東方（水深 100～140 m）の沖合域から来遊加入する産卵親魚を積極的に誘導し、滞留を助長させて産卵量の増大とともに孵化率の向上と幼稚期における生残率を高めるため A・B・C・D の魚礁群を水深 60 m 以浅の沿岸域に東西方向および南北方向に配置した（図 25～27）

A・B・C 区は餌料培養の機能をもたせ幼稚仔保護育成場と産卵場を兼用した増殖場とし、5 群体礁を四方形配置した。

D 区は産卵親イカの誘導礁としての役割をもたせた。

(2) 群体礁

A・B・C 区は事業規模、事業効果を考慮し、有効産卵面積 18,000 m^2 （15,100 空 m^2 ）の規模とし、高さのある大型組立礁（7.5 m）と中型組立礁（2.8 m）小型組立礁（1.8 m）を組合わせて 250 m 平方内に配置した。D 区は産卵有効面積 7,600 m^2 （6,700 空 m^2 ）の規模とし、高さのある大型組立礁（7.5 m）と小型組立礁（1.2 m）を組合わせて 250 平方内に配置した。A・B・C の各区とも 2.25 km² の範囲内に四方形配置された四隅の群体礁間の距離は 1,000 m とし、D 区では増殖場間の距離を 700～1,000 m とした（図 28）。

(3) 単体礁

A・B・C・D 区に使用する大型組立礁（7.5 m）は餌料培養効果を高めるため面構造物とした。産卵礁として用いられる単体礁は、開放型で高さが 3 m 以下の産卵有効面積が大きい構造物を選定した。なお産卵面は出来るだけ粗となるように配慮する。

中型組立礁（2.8 m）は産卵面として利用度が小さい水平板上面に人工藻をとりつけて産卵効果以外に餌料培養効果を期待した。

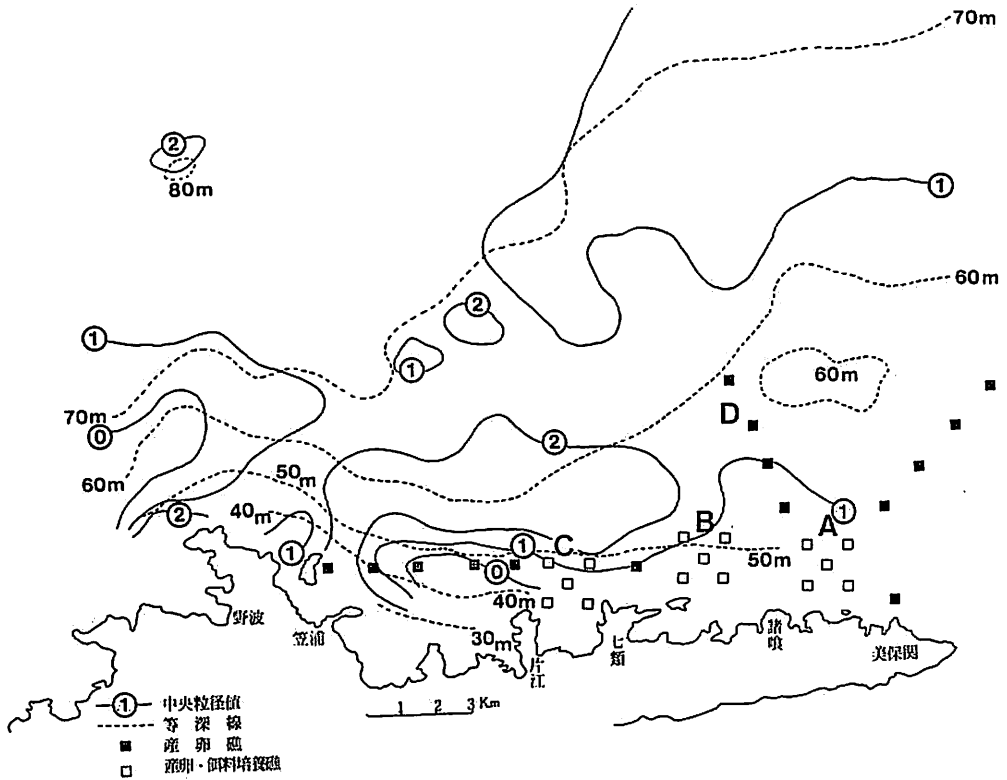


図 25. 増殖場の配置図と 水深との関係

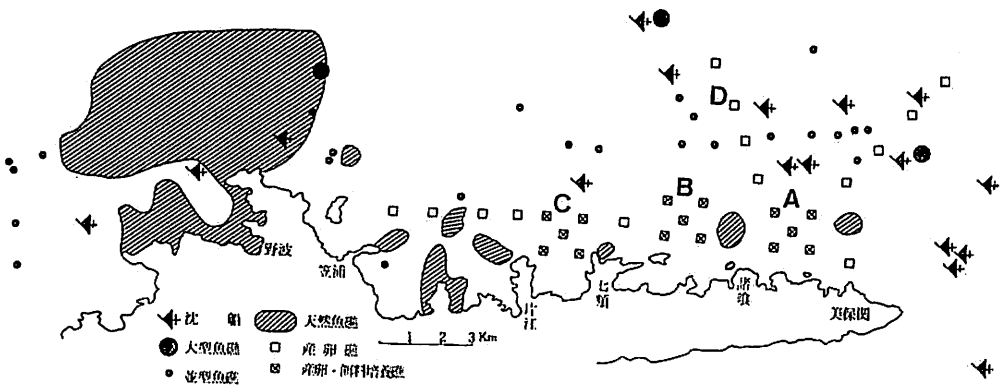


図 26. 増殖場の配置図と人工・天然礁との関係

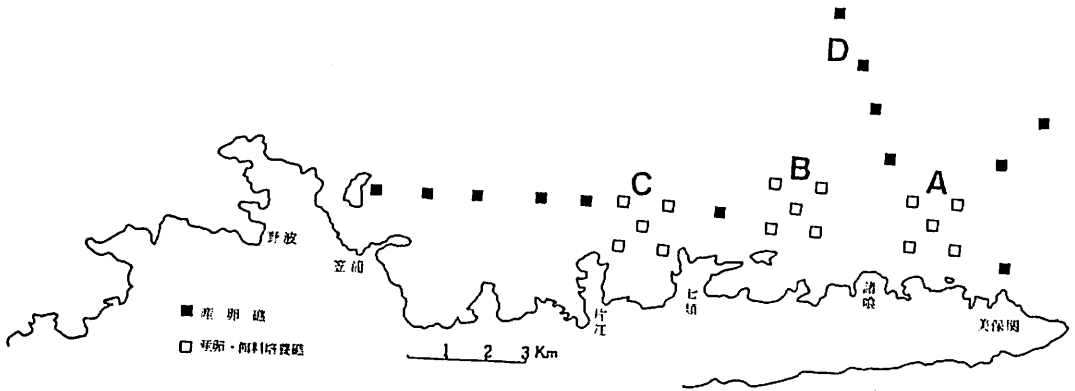


図 27. 増殖場の配置 (全体計画)

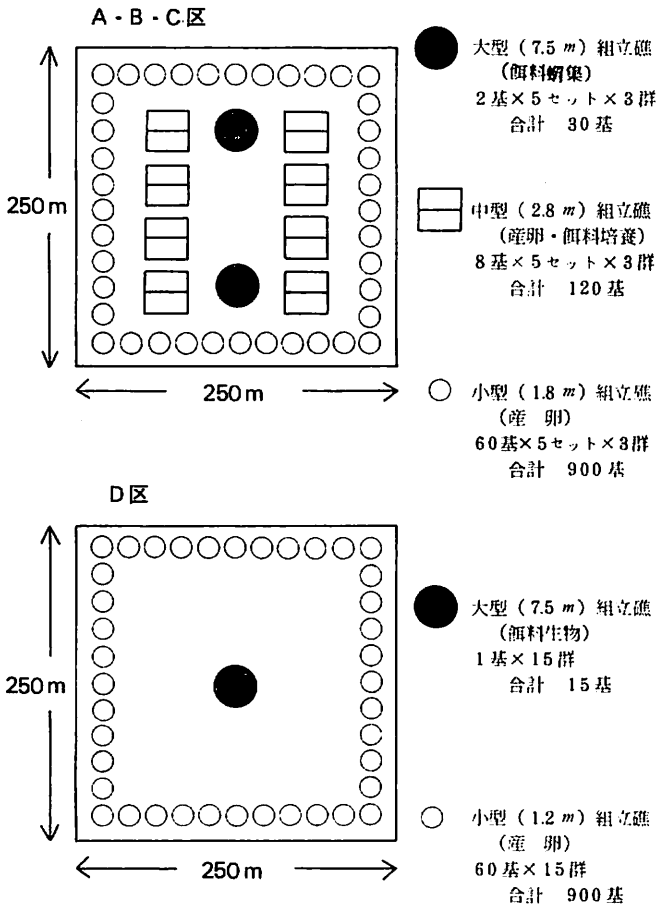


図 28. 群体礁の配置