

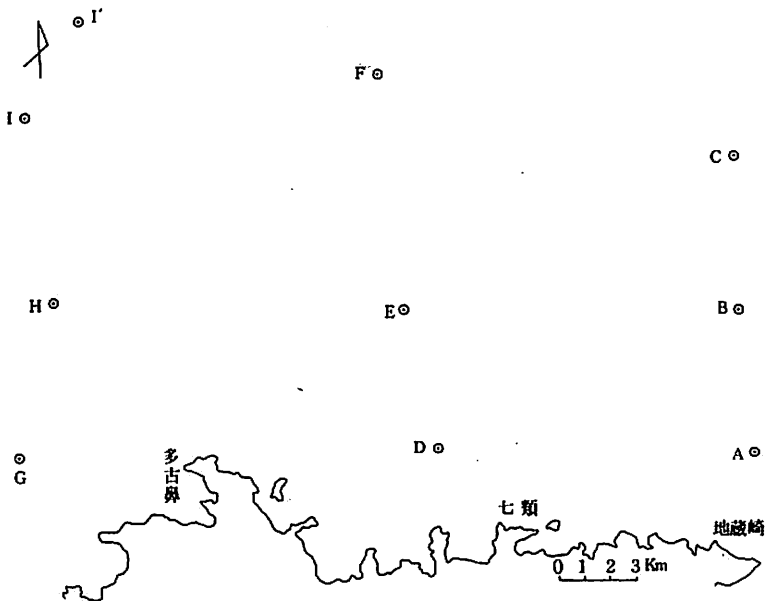
出雲東部地区大規模増殖場開発事業調査報告

大野 明道・田中 伸和・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ゆ、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。

本年度は特に増殖のための開発方式研究に必要な基礎資料を蒐集するため、対象生物「ヤリイカ」の幼稚仔期における生態（食性・日周行動）および構造物に対する産卵生態に重点をおき調査を行った。

本調査には水産工学研究所小川良徳室長および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。



第 I - 1 図 板曳網調査定点図

I ヤリイカの生態

1. 幼イカの分布と体長組成

昭和55年4～6月に第1-1図に示すA～Iの9地点(6月のみst. Iを加え10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ノットで15分間曳網した。使用漁具は昭和54年におけるものと同様である。各定点における板曳網の調査内容(操業日時・場所・曳網距離)を付表1-1に、ヤリイカ、ケンサキイカ・スルメイカなどイカ類の漁獲状況を付表1-4に示した。

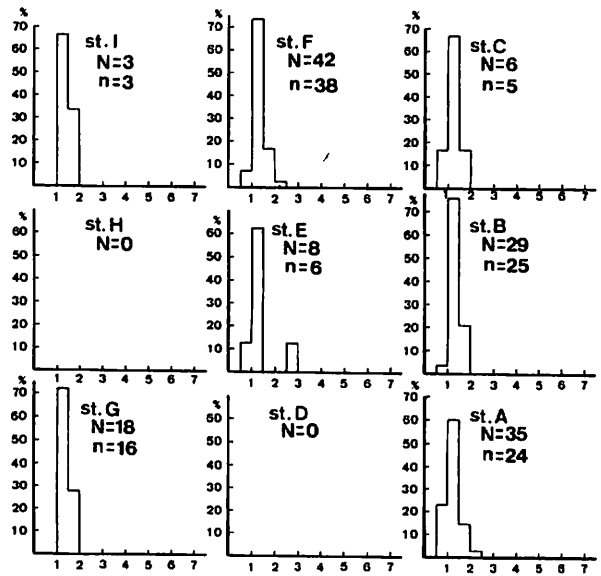
4～6月に各定点において採捕された単位面積当り(7,000 m²)のヤリイカの出現数と体長組成を第1-2～4図に示した。

4月: 分布密度は3～38尾と小さく、はっきりした傾向は見せないが、西部沿岸よりのst. G、中央部沖合のst. Fおよび東側沿岸よりから中央部のst. A、Bで多小密度が大きい。体長組成は各定点ともほぼ同様でありモードは1～1.5cmにみられる。

5月: 4月にくらべ体長組成の範囲はやや広がっているが、その組成は2～2.5cmにモードがみられるst. Hを除けば4月と同様であった。分布密度は各定点とも4月にくらべ高くなり、特に沖合域のst. Iでは6,000尾以上の高い値がみられている。海域全体でみると東側中央部および沿岸よりと沖合側の中央部から西側一帯に高い傾向を示している。

6月: 体長組成は5月と比較してその範囲が拡大し、沿岸よりと沖合域では沖合域になるに従って広がる傾向がうかがわれる。モードは西側中央域のst. Gおよび一番沖合のst. Iである。3～3.5cmと最も大きく、次いで沖合域のst. I, F, Cでは2.5～3cmを示す。沿岸よりの各定点および中央域の東側一帯にかけてはモードは小さくなり2～2.5cmとなっている。

特に沿岸より西側のst. Gでは1.5～2cmと体長の小さい個体が出現しているのが



第1-2図 ヤリイカ稚仔st.別出現数と外套背長組成

N: 調査個体数
n: 曳網1km当り出現数

特徴的である。分布密度は西側域では沿岸から沖合になるにつれ小さい。また東側域では沿岸から沖合までほぼ一定した高い分布状態を呈し、海域による特異的な様相がみられた。st.Fとst.Gでは他に比較し異常に小さい値(20~30尾)を示している。

昭和55年における4~6月までの海域全体からみると、4月では117尾、5月; 15988尾、6月; 21368尾が出現しており、54年と比較すると4月ではほぼ同様であるが、5月では約6倍、6月では約3倍と高い密度となっている。

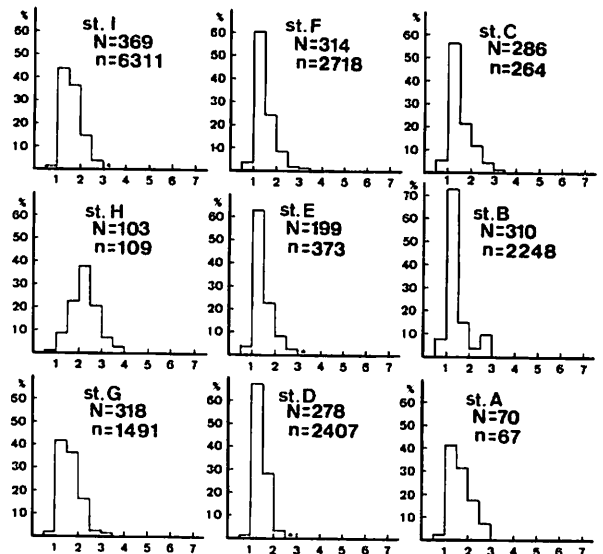
以上のように5月以降分布密度は高くなり6月に最高となるが、幼イカの分布性状のパターンにも変化があらわれてきている。すなわち西側の各定地点では沖合になるほど体型が大きくなり、かつ分布密度も高く、また東側ではほぼ一定して高密度に分布するがその組成のモードは沖合ほど大きい傾向がみられた。

このこと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とによって構成されていることが推察される。

2. 幼イカの日周行動

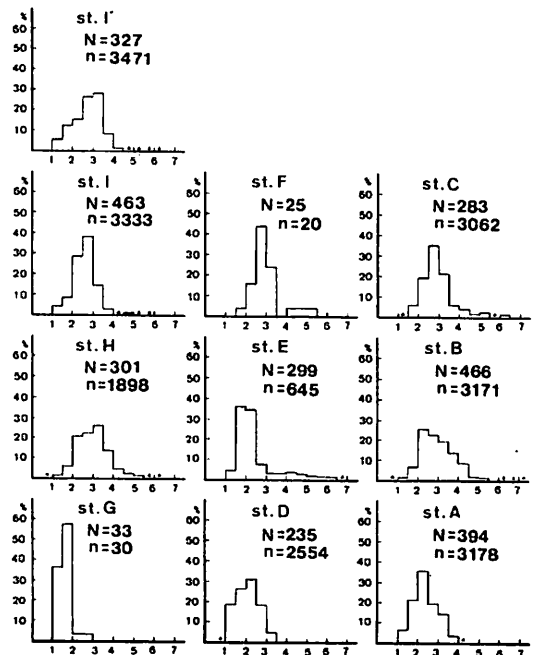
ヤリイカ稚仔の日周行動および食性を把握するため出雲東部の調査海域(第1-1図)で55年5月と6月にst.Bとst.Eでそれぞれ4時間間隔で24時間の板曳網による連続調査を行った。調査内容およびイカ類の漁獲状況は付表1-5~8にまとめた。

5 月

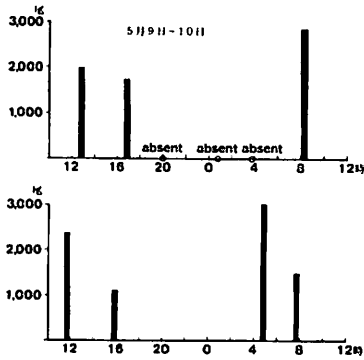


第1-3図 ヤリイカ稚仔のst.別出現数と外套背長組成

6 月



第1-4図 ヤリイカ稚仔のst.別出現数と外套背長組成



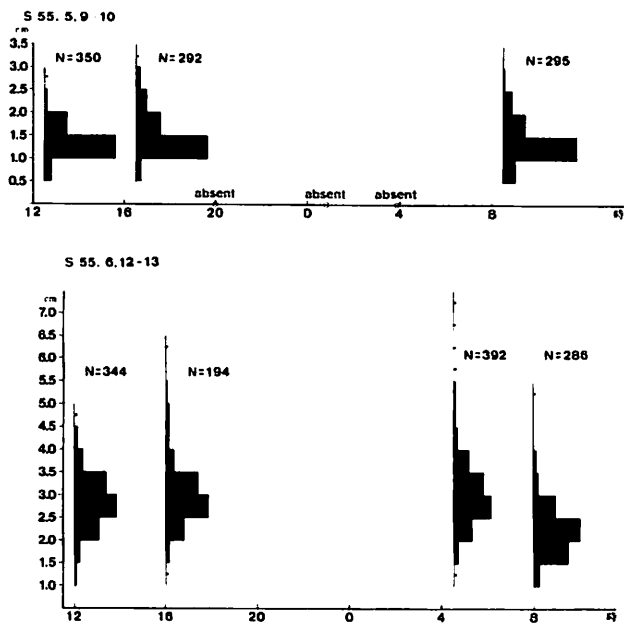
第1-5図 幼イカの時刻別出現個体数

時刻別の出現個体数と体長組成を第1-5・6図に示した。

時刻別の出現個体数をみると、5月6月ともいずれも20h~04hまでの夜間における出現が全く認められていない。そして両月で多少様相を異にするものの4~16hまでの変動が大きいのがわかる。

一方、体長組成をみると5月では各時刻ともモードは1.5~2.0cmで一様な組成を示している。6月になると12~04hまでは2.5~3cmにモードをもつ群でしめられ変化は認められないが、8hには1.5~2cmの小型群が加入され、モードは2.0~2.5cmとなっている。モードの推移からみると、3cmまでの幼稚仔の月間成長率は1cmと考えられる。

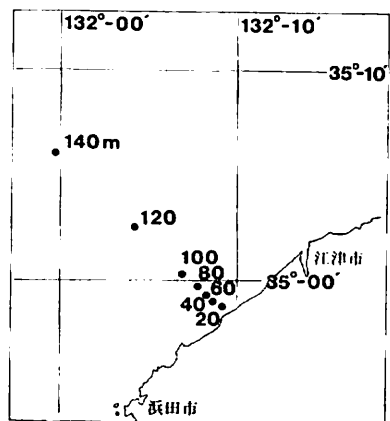
以上のことからヤリイカ稚仔は、日中底層近くに棲息し、活発な移動を行っているが、夕まずめ~朝まずめまでの夜間になると底層をはなれ浮上することが推測できる。



第1-6図 幼イカの時刻別外套背長組成

3. 稚イカの食性

調査海域（以下出雲東部沖という）および島根県西部海域（以下波子沖という）の水深20~140mの場所で（第1-7図）試験船による板曳網によって採捕されたヤリイカ稚仔（外套背長8~84mm）776個体について胃内容を調査した。調査したヤリイカ稚仔の採集場所は、出雲東部沖では第1-1図、付表1-1に示した。胃内容物の査定は水産大学校網尾助教授に依頼した。胃内容物は、解剖顕微鏡下で胴の腹部を切り開き、食道部と盲のう部を切断して胃のみを抽出し、これを切開して1個体ずつ小型シャーレー内に胃内容を洗い出し調査した。胃内の餌料生物は、コペポダ、アンピポー



第1-7図 波子沖調査定点図

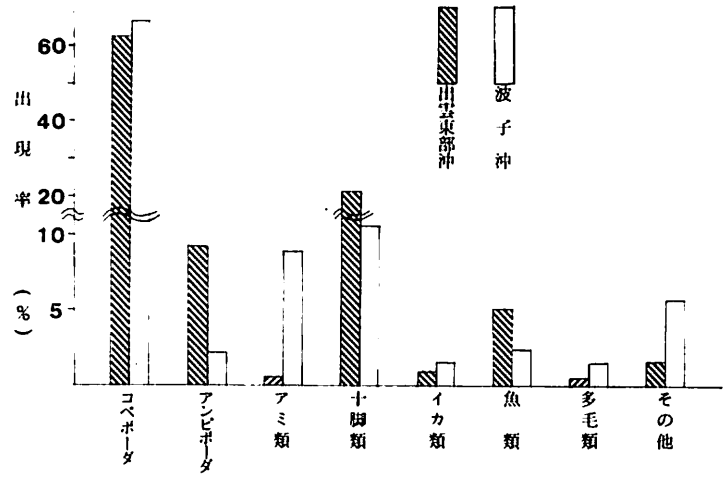
ダ、アミ類、十脚類、イカ類、魚類、多毛類、その他に類別した。このうちアミ類については尾肢の平衡器により、十脚類については鉗脚等により、魚類については魚鱗、各部の骨片などの存在によりそれぞれ識別した。

餌料生物が数種にわたる場合それぞれを1個体分の頻度として取扱っているの、延被検個体数は実際に胃を摘出した個体数より多くなっている。

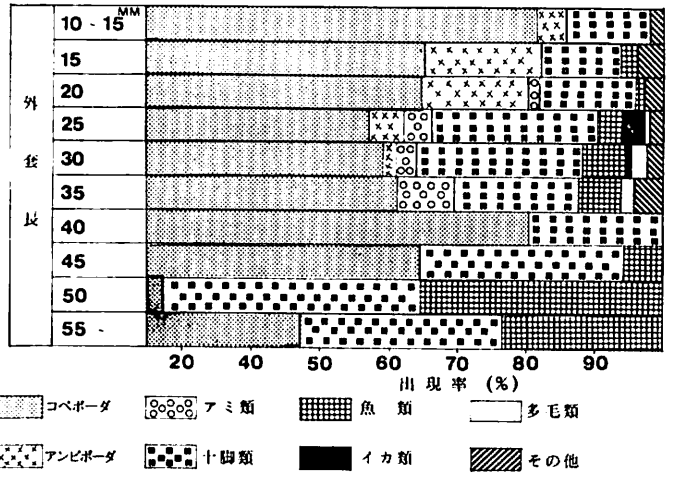
充満度は少い順に0(空胃)1, 2, 3(飽食)とした。

(1) 餌料生物の出現率

海域別(出雲東部、波子沖)に胃内容をコベボータ、アンビボータ、アミ類、十脚類、イカ類、多毛類、その他に分類しそれぞれの出現頻度の合計を100として各餌料生物の割合について示したのが第1-8図である。(付表1-9・10参照)出現率の高い順序にみると、七類沖ではコベボータ、十脚類、

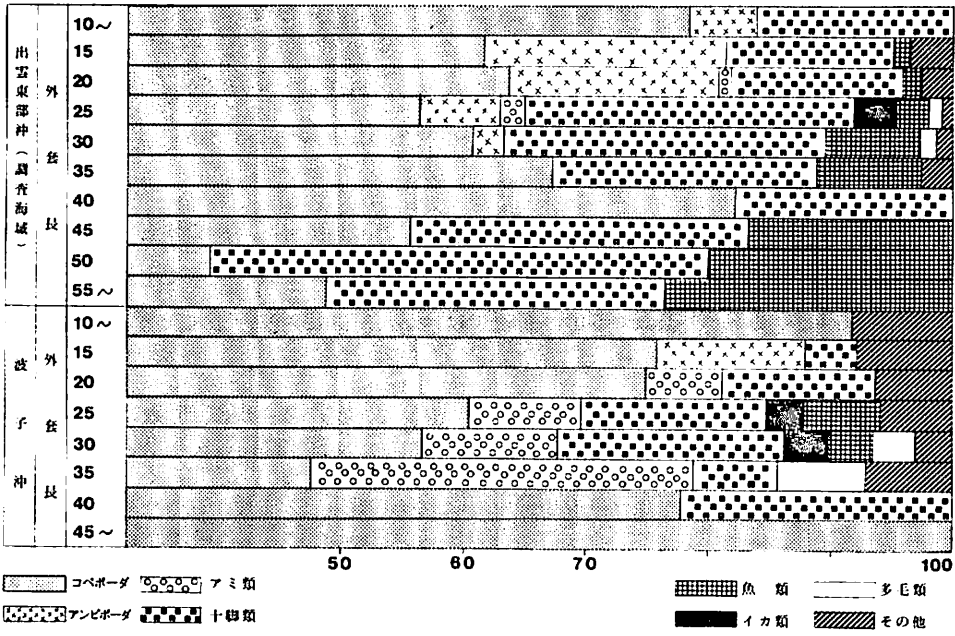


第1-8図 餌料生物の出現率

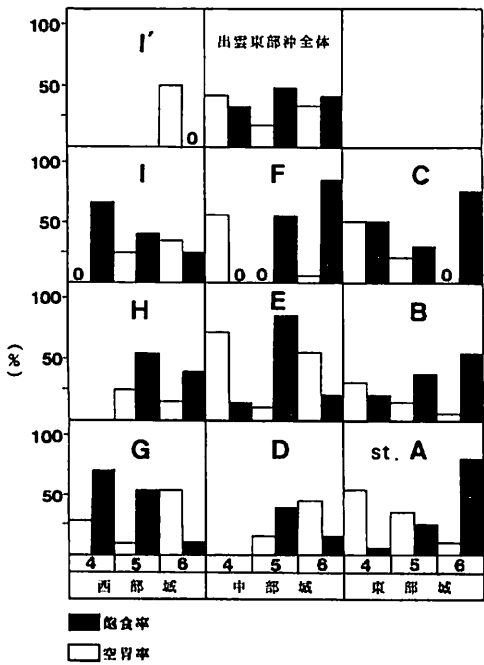


第1-9図 外套長の大きさと餌料生物の出現率

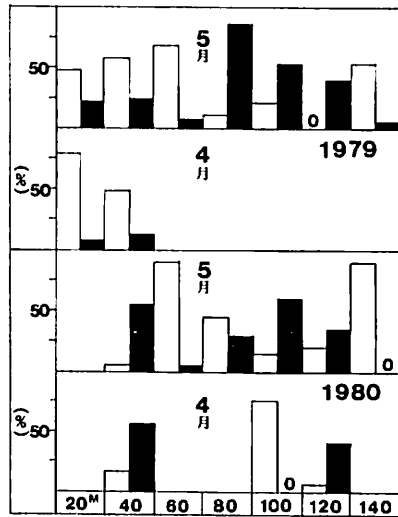
アンビボータ、魚類であり波子沖ではコベボータ、十脚類、アミ類となっている。特に両海域とも最も出現率の高いコベボータは全体の60%以上をしめる。出雲東部沖と波子沖における餌料生物の出現割合の相異点は、コベボータ、十脚類に次いで七類沖ではアンビボータであるのに対し、波子沖ではアミ類となっていることである。これは波子沖ではヤリイカ幼稚仔とともにアミ類が多く採集されていることからアミ類の棲息量が多いためと考えられ、この傾向は54・55年とも同様であった。またアミ類を摂餌している個体の深度をみると、両年とも100m以深では摂餌されていない。このことからみるとアミ類の分布は100m以深では殆んど認められないといえる。「その他」の内訳は、殆んどが砂であり、これ以外の出現生物としては、波子沖において二枚貝を摂餌しているものが2個体あり、いずれも5月20日採集の水深100mのものであった。



第I-10図 生息海域別の外套長と餌料生物の出現率



第I-11図 出雲東部沖における月別・st.別の空胃率と飽食率



第I-12図 波子沖における月別・水深別の空胃率・飽食率

(2) 成長段階による食性

外套長を5mm間隔にわけその中に含まれる個体から胃内容物の充満度が1,2,3のものだけを取り出した。そしてその個体の胃内容物をコベポーダ、アンビポーダ、アミ類、十脚類、イカ類、魚類、その他に分類し外套長別に摂餌物の割合について調べた。その結果をとりまとめて付表【-11-a~b】に示した。第【-9】図は、外套長の大きさと餌料生物との関係を百分率で示したものである。外套長が5~10mmのものはいずれも空胃であったため除外してある。

外套長が10~25mm頃まではコベポーダが主体で次いでアンビポーダ、十脚類となっているが、成長するに従ってコベポーダ、アンビポーダは減少の傾向を示し、これに代って十脚類、魚類、アミ類が増加の傾向をみせる。外套長が50mm付近ではコベポーダに対し、十脚類、魚類の割合は同等もしくはそれ以上となっている。

このようにヤリイカ幼稚期の餌料はコベポーダ、アンビポーダ、アミ類のような小型甲殻類から小魚へと変化し、その転換期は外套長50mm付近とみられる。また小型甲殻類のうちでもイカの成長につれて、コベポーダ、アンビポーダの小型のものから十脚類、アミ類などのやや大型のものへと変化していく傾向が認められた。1965年浜部¹⁾は「日本海産スルメイカの幼生はプランクトン、コベポーダ、アンビポーダ、オキアミ、アミ類、エビ、カニの幼生を捕食しており、外套長15~20cmの若い未成熟時代は索餌期とよぶのが適当なほど活発な索餌行動をする。」と報告している。ヤリイカは閉眼類、スルメイカは開眼類であるが、幼稚期の餌料生物については大きな類似点が見られる。

次に共喰い現象に相当するかどうか疑問であるが、イカ類の捕食が外套長25~30mmに多くみられており、これが外套長の大きさに関係するものか査定数の多い25~30mm付近に偶然見られたものかは判断できない。このことは多毛類についても同じである。「その他」の胃内容物の内訳は砂、小果粒状物、二枚貝、スミ状物となっており、外套長との関係についての特徴は見られないが、二枚貝の場合これを摂餌していたヤリイカは2個体で、外套長34mmのものが3個、26mmのものが1個摂餌していた。

被検個体(776個体、外套長8~84mm)のうち外套長が10~15mmのものでは、コベポーダなどの小型甲殻類を摂餌していた個体が見られたが9mm以下のものはすべて空胃であった。このことから摂餌開始期は10mm付近であることが確かめられた。

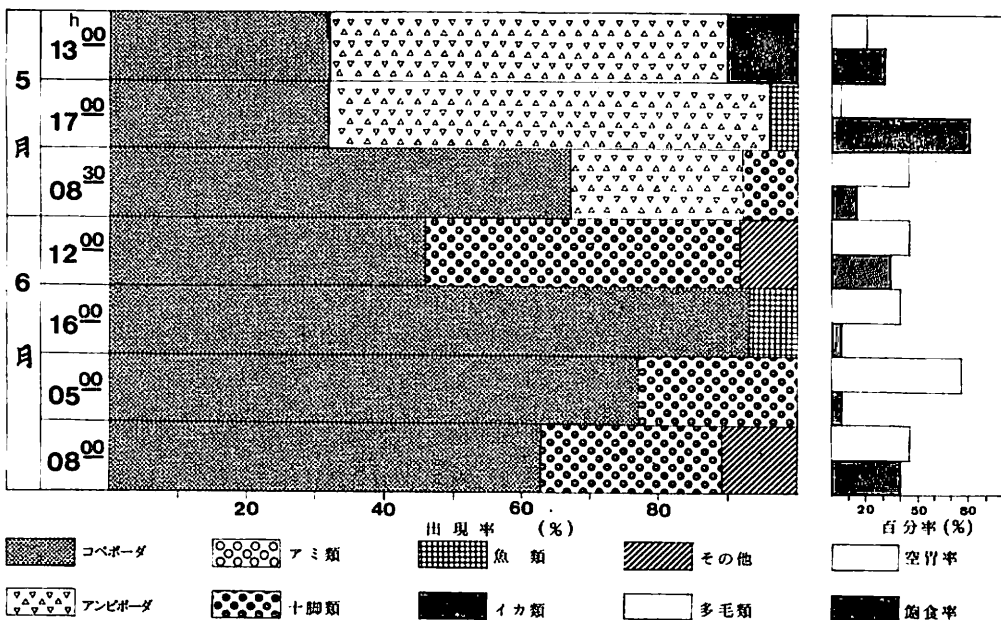
出雲東部沖、波子沖にわけ生息海域ごとの外套長と餌料生物との関係を付表【-12-a, b】と付表【-13-a, b】にまとめ、第【-10】図に示した。これをみると出雲東部沖ではさきに述べたコベポーダ、アンビポーダからアミ類、十脚類さらに魚類へと餌料生物が変化していく傾向があらわれている。波子沖ではコベポーダの減少につれてアンビポーダに代ってアミ類の増加が目立っている。これは小型甲殻類においても成長とともにコベポーダからアミ類、十脚類へと餌料生物が変化していくことを示している。40mmをこえる頃よりコベポーダの割合が増加しているのは査定数が少なかったのが原因と思われる。

(3) 空胃率と飽食率

査定した個体のうち空胃と充満度3のものだけ取り出し、充満度3を飽食として出雲東部沖ではst.別に波子沖では水深別に空胃率と飽食をみた。これを付表【-14, 15-a, bにそれぞれまとめた。出雲東部沖における月別、定点別の空胃率と飽食率を第【-11図に、波子沖における54年と55年の月別、水深別の空胃率と飽食率を第【-12図に示した。

出雲東部沖における全体の空胃率は27.7%、飽食率は40.5%となっており、一般的に空胃率にくらべ飽食率の割合が高い。st.別にみると4月に飽食率の高い場所はst.G, Iで5月にはst.E, F, G, 6月にはst.A, B, C, Fである。これからみると4月から6月へと幼稚期の成長につれて飽食個体の出現率の最高値が西部域から東部域へと移動しており、このことはヤリイカの成育場の中心が島根半島の西部域から次第に東部域へ移行していくことを示していると考えられる。

波子沖についてみると、55年において飽食率の高い水深は、4月21日採集の40m、5月20日採集の100m深、5月23日採集の40m深である。5月20日の飽食率をみると水深が増すにつれて飽食率は高くなり、100mを頂点として下降している。54年についても55年と同様に水深40m、100m付近においてヤリイカ稚仔期の飽食率が高くなっている。このように波子沖では水深40m、100m付近に飽食個体が多い傾向がみられるが、出雲東部沖では定点の水深に大差がみられないため飽食率との関係は判然としない。



第【-13図 出雲東部沖における24時間調査の餌料生物の出現率と空胃率、飽食率(1980)

(4) 24時間調査

出雲東部における st. B (5月) st. E (6月) での24時間調査(第[-1図, 付表]-5・6)の胃の充満度と摂餌物を付表[-16に空胃率, 飽食率を付表[-17にまとめ第[-13図に図示した。これらによると5/9~5/10の st. Bでは調査数20個体のうち空胃数の最大は08 $\frac{30}{00}$ の9個体で最小は17 $\frac{00}{00}$ の1個体であった。飽食個体の最大は17 $\frac{00}{00}$ の16個体で最小は08 $\frac{30}{00}$ の3個体であった。6/12~6/13の st. Eでは空胃の個体数の最大は05 $\frac{00}{00}$ の15個体で最小は08 $\frac{00}{00}$ の5個体である。また飽食個体の最大は12 $\frac{00}{00}$ の7個体で最小は16 $\frac{00}{00}$ と05 $\frac{00}{00}$ の1個体である。

胃内容物を見ると st. Bではコベボード, アンビボードが主体で他にイカ類を摂餌しているものが2個体, 十脚類, 魚類が1個となっている。アンビボードについては17 $\frac{00}{00}$ 採集のものでは18個体あったものが08 $\frac{30}{00}$ では3個体に減少している。

st. Eではコベボード, 十脚類が主体で魚類を摂餌しているものが3個体でその他が3個体となっている。その他の内訳はスミ状のものと砂であった。魚類については両 st. とともに17 $\frac{00}{00}$, 16 $\frac{00}{00}$ とほぼ同時刻に摂餌していた。

一方 st. Bでの空胃率の平均は23.3%, 飽食率は41.7%, st. Eでは空胃率46.3%, 飽食率16.3%である。時刻別にみると st. Bの17 $\frac{00}{00}$ では空胃率5%, 飽食率80%で, 08 $\frac{30}{00}$ では空胃率45%, 飽食率15%となっている。st. Eについては16 $\frac{00}{00}$ では空胃率40%, 飽食率5%, 05 $\frac{00}{00}$ では空胃率75%, 飽食率5%である。このように空胃率と飽食率からみると昼間に飽食個体が多く明け方では空胃個体が多いといえ, 幼稚期のヤリイカは夜間よりも昼間に索餌行動を行っていると考えられる。

4. 産卵親魚

(1) 外套背長組成

昭和55年1~4月および56年1月と3月に島根半島野波地先で漁獲されたヤリイカの外套背長組成を付表[-18ならびに第[-14-a・b図に示した。図をみると55年1~4月に出現した雄イカの外套背長組成の範囲は12~40cmと広い。1月から2月上旬にかけては25~26cmにモードをもつ郡が主体をなすが, 2月中旬からは32cmにモードをもつ大型個体が増加し, 3月上旬までは25cmと32cm級群の個体出現する。そして3月下旬から4月には32cm付近に山のある群が主体となっている。一方雌は雄に比較し小型で2月下旬の18~20cmにモードをもつ群から4月上旬の24~26cmにモードのある群に変化している。

また56年の調査では雄は1月下旬には25~26cmと33cmにモードをもつ群でしめられるが, 3月上旬になると33cm付近にモードを有する個体が増加する。雌は1月下旬には18cmにモードをもつ群であるが, 3月には12~28cmとその体長組成は広くなり, 大型群の加入の傾向がみられた。

(2) 性比

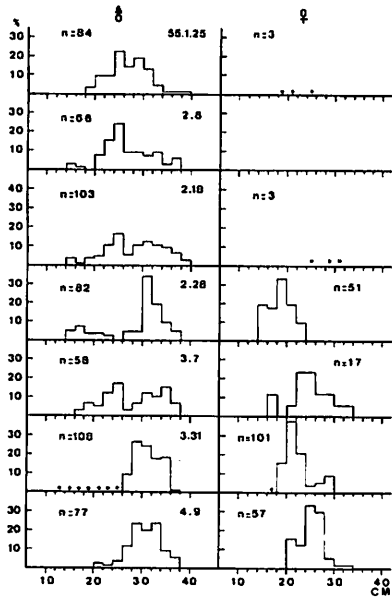
昭和55年1～4月および56年1～3月に一本釣敷網および定置網によって漁獲されたヤリイカの性比（全数に対する雄イカの割合をいう）を付表1-19、と第1-15-a・b図に示した。

55年の調査から性比をみると0.5～1.0の範囲にあり、月別にみると1月から2月中旬にかけて著しく性比が大きくなっており、それ以降0.5～0.77の範囲で変動している。また56年の調査では性比は0.29～0.77の範囲内で変化しているが、55年の調査とは逆に性比が小さい傾向がうかがえる。

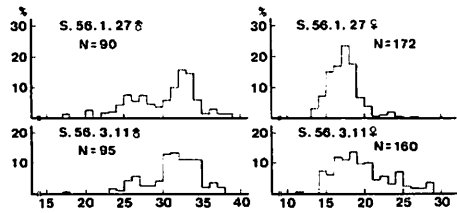
両年における性比をみると釣りで漁獲された標本の性比が極端に大きくでているため、現象的には漁具に対する雌雄の反応の差があらわれているようにみえるが、産卵期のヤリイカを対象とした漁獲方法からみて群体の小さい初漁期においては性比が大きく、次第に来遊量が増大し産卵盛期になるに従って性比が小さくなるという産卵群特性を示していると考えた方が妥当であろう。

(3) 外套背長と輸卵管重量

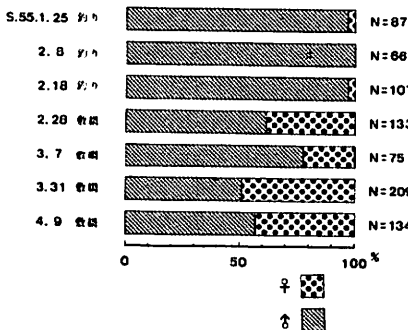
第1-16に外套背長と輸卵管内の卵重量との関係を図示した。ここで使用した資料は小型底曳網および沿岸でのすくい網などによって漁獲されたもののうち完熟もしくはそれに近い個体である。図には階級毎に輸卵管内重量の平均値（・印）とその偏差値を示してある。これらの資料から



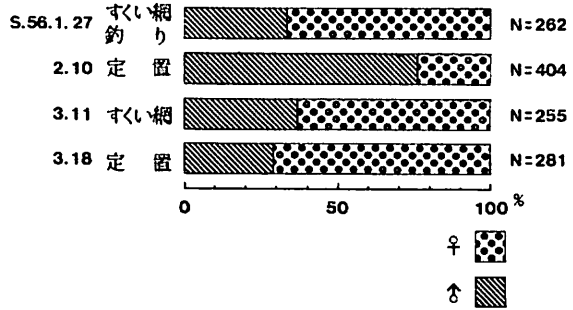
第1-14-a図 野波地先で漁獲されたヤリイカの月別外套背長組成 S55.1～4月



第1-14-b図 同上 S56.1月～3月

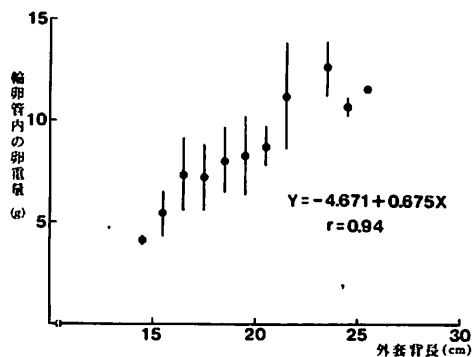


第1-15-a図 野波地先で漁獲されたヤリイカの性比(S55.1～4月)



第1-15-b図 野波地先で漁獲されたヤリイカの性比(S56.1～3月)

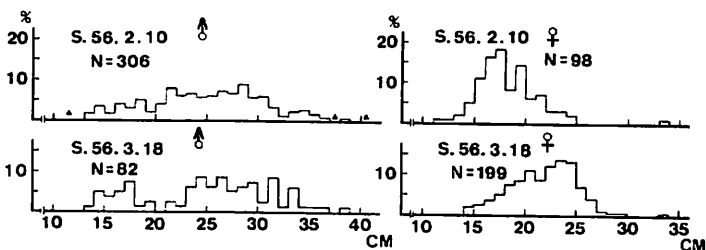
$Y = -4.671 + 0.675X$ ($r = 0.94$) の回帰式が得られた。(X; 外套背長cm, Y; 輸卵管内重量g)。この結果から卵粒1個の重量がほぼ同じであるとすれば親イカ1尾当りの産卵数が求められる。♀イカの来遊資源量の推定により調査海域における産卵規模算定の一つの目安として使用することができよう。



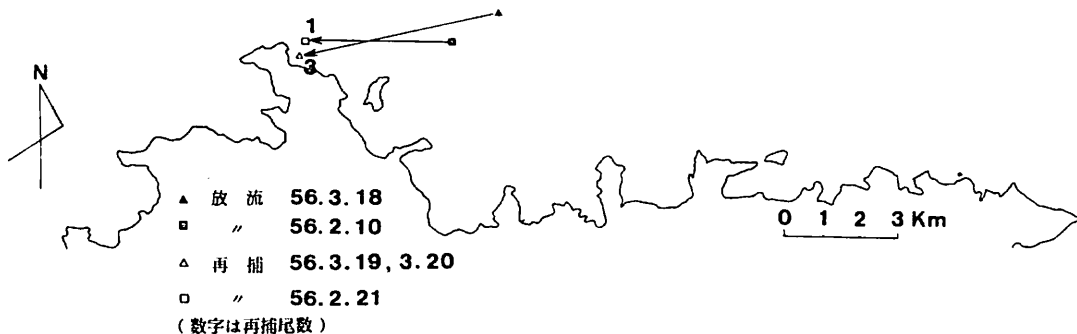
第1-16図 外套背長と輸卵管内の卵重量との関係

(4) 標識放流結果

産卵期ヤリイカの標識放流試験は、昭和56年2月10日と3月18日の2回実施した。放流個体はすべて定置で漁獲されたものであり、第1回目は放流個体はすべて定置で漁獲されたものであり、第1回目は放流尾数387尾、第2回目は286尾であった。今回は放流尾数および放流回数が少く、この海域における回遊の実態をつかむまでには至らなかったが、再捕された4尾とも西方への移動、沿岸への接岸という同一行動がうかがえる。



第1-17-a図 標識放流のヤリイカの外套背長組成



第1-17-b図 ヤリイカ標識放流再捕結果

第1-1表 産卵期ヤリイカの標識放流再捕結果

放流期日	放流場所	放流尾数	再捕期日	再捕場所	再捕時の外套背長 (cm)	再捕時の体重 (g)	移動距離 (Km)	性
昭和56年2月10日	笠浦燈台沖	387尾	昭和56年2月21日	野波つる島鼻沖 100 m	17.9	52.8	4	♂
3月18日	同上		3月20日	島根町多古 神泊定置網	24.8	141.1	5.5	♀
3月18日	同上	286尾	3月20日	同上	22.8	110.2	同上	♀
3月18日	同上		3月19日	同上	22.0	111.7	同上	♀

Ⅱ 開発方式調査

1. 実験魚礁による産卵効果調査

ヤリイカは沿岸よりの砂礫底や沿岸の地物、藻類、構造物などに産卵することは西川(1868)²⁾ 諫早等(1934)³⁾ 浜部(1960)⁴⁾ によってすでに報告されており、また構造物が産卵場としての機能を有することを利用して漁獲目的のための人工魚礁が各地において設置されていることは周知の事実である。しかし構造物の設置場所および材質、形状、高さ、付着物の有無などが産卵効果におよぼす影響について報告されたものはない。従って人工魚礁の設置によって産卵場を造成し、産卵場の拡大による産卵量および孵化率の増大など産卵期におけるヤリイカの保護育成を図る目的で昭和53～55年度の3ヶ年にわたって実験魚礁(以下「魚礁」とよぶ)を用いて産卵効果調査を行った。

資 料 と 方 法

魚礁による調査計画をたてるに当って特に次のようなことが考えられた。

◎ヤリイカの産卵時期が12～3月であるため、潜水による資料の蒐集および調査が困難であるため、魚礁は船上に引揚げ可能な大きさにする必要がある。

◎産卵効果に対してコントロールできない色々な環境条件や未知の要因による影響の程度を客観的に評価でき、しかも他の因子の条件が変わってもその効果が変わらないような再現性の高い要因を重点的に見出すこと。

◎産卵効果に影響をおよぼす要因は出来るだけもらさずにとりあげること。

以上のようなことを検討した結果、実験計画法⁵⁾による手法を用いて計画をたてたが、魚礁の重量の関係から要因をすべて一度にとりあげることが不可能なため、二つ以上のグループにわけて調査を進めた。

魚礁の種類と配置

A ; 昭和53年度調査

第Ⅱ-1表 直交法 $L_8(2^7)$ によるわりつけ

I グループ

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	E	C	A(形状)	B(材質)	C(水深)				
$\sqrt{8}$	1	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	7
1	1	1	1	1	1	1	1	開放	ポリコン	60M		4
2	1	1	2	2	2	2	2	〃	コンクリート	80M		4
3	1	2	1	2	2	2	2	半開放	ポリコン	80M		4
4	1	2	2	1	1	1	1	〃	コンクリート	60M		4
5	2	2	2	1	2	2	2	〃	〃	80M		4
6	2	2	3	2	1	1	1	〃	亜鉛鋼板	60M		4
7	2	3	2	2	1	1	1	閉鎖	コンクリート	60M		4
8	2	3	3	1	2	2	2	〃	亜鉛鋼板	80M		4

(1) 魚礁の構造(第Ⅱ-1-a図,第Ⅱ-4表)

(i) 因子と水準(第Ⅱ-1表)

高さ、規模を一定にし0.5m立方体の魚礁とした。産卵効果に影響をおよぼす要因として魚礁の形状(入口の大きさ)材質、設置水深をとりあげ3水準の2因子と2水準の1因子を擬因子法により直交表 $L_8(2^7)$ を用いてわりつけた。

(ii) 魚礁の種類と配置

(第Ⅱ-1・4表)

(iii) 魚礁の数

№1～8までの各4基ずつ32基

Ⅱグループ

(1) 魚礁の構造

(i) 因子と水準(第Ⅱ-2表)

魚礁の重量の軽減をはかるため形状は半開放型とし側壁板は亜鉛鋼板を使用した。産卵効果に影響をおよぼす要因として、魚礁の高さ、天井板の数、設置水深をとりあげ、それぞれ2水準として直交表 $L_4(2^3)$ を用いてわりつけた。その他参考資料とするため1立方体の鉄骨に天井面および側壁2面にワラ縄を巻きつけたワラ魚礁2基と、0.5m×1m×1mの鉄骨に同様な方法をとったワラ魚礁2基、計4基も併せて使用した。また水平板の間隔による産卵効果をみるため、№9魚礁4基のうち2基だけ水平板の間隔を0.5m(1段)として2月9日以降より実験を行った。

なお、№9～№12の水平板(天井を含む)は、材質差による産卵効果を検討するため第Ⅱ-1図に示すとおり、50cm平方の耐水ベニヤ板、亜鉛鋼板、クレモナ布を張りつけた板、F・R・P板など4つの材質のものを組合わせて構成した。

(ii) 魚礁の種類と配置(第Ⅱ-2・4表)

(iii) 魚礁の数

№9～12までの各4基ずつとワラ魚礁4基 計20基

(2) 魚礁の設置方法

実験計画にもとづき水深80mの場所には、Ⅱグループの№2, 3, 5, 8とⅢグループの№10, 11のそれぞれ4基ずつおよびワラ魚礁4基、計28基を配置した。

水深60mの場所には、Ⅱグループの№1, 4, 6, 7とⅢグループの№9, 12のそれぞれ4基ずつ、計24基配置した。

配列順序は、真中から東西に同じ魚礁が同数ずつ配列されるようにした。魚礁は延縄漁具と同じように18m/mのクレモナロープの幹綱に5mの枝綱をつけ、浜田馬島沖合の距岸2.5～4.5km水深60mと80mの海域(第Ⅱ-2図)にそれぞれ陸岸と並行して沈設した。魚礁間の間隔は引揚げ時の重量を勘案し40mとした。

なお、各魚礁には外力によって転倒ないようにそれぞれ浮子をつけ、いつも正常な状態が保持できるように配慮した。

第Ⅱ-2表 直交法 L_4 によるわりつけ

因子	直交法 $L_4(2^3)$			実験の指示内容			実験礁の数
	A	B	C	A(高さ)	B(板の数)	C(水深)	
№	1	2	3	1	2	3	
9	1	1	1	1 M	多	60M	4
10	1	2	2	1 M	少	80M	4
11	2	1	2	0.5M	多	80M	4
12	2	2	1	0.5M	少	60M	4

実験礁の種類	魚礁の高さ	設置水深	実験礁の数
ワラ魚礁	0.5m	80m	2ヶ
(半開放型)	1.0m	80m	2ヶ

(3) 調査方法

昭和53年12月23日魚礁の沈設後、5回(1/10, 1/25, 2/9, 3/8, 3/28)にわたって引揚調査を行ない、各魚礁に産出されたヤリイカ卵のうのすべてについて採集を行った。卵のうは現場で10%ホルマリン液で固定し、後日計数した。一部について発生過程の観察も行った。調査終了後、各魚礁とも卵のう残留物がないよう除去し再び沈設した。

第II-3表 直交表L₈(2⁷)によるわりつけ(昭和54年度)

B; 昭和54年度調査

因子	直交表L ₈ (2 ⁷)							実験の指示内容			実験礁の数		
	ア	ソ	A	B	C	E	A(形状)	B(設置場所)	C(付着物)				
Ⅱ	1	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	
1	1	1	1	1	1	1	1	開放		ナダ(西↔東)		あり	2
2	1	1	2	2	2	2	2	〃		沖(〃)		なし	2
3	1	2	1	2	2	2	2	半開放		ナダ(〃)		なし	2
4	1	2	2	1	1	1	1	〃		沖(〃)		あり	2
5	2	2	2	1	2	2	2	〃		沖(〃)		あり	2
6	2	2	3	2	1	1	1	〃		東側(ナダ→沖)		なし	2
7	2	3	2	2	1	1	1	閉鎖		沖(西↔東)		なし	2
8	2	3	3	1	2	2	2	〃		東側(ナダ↔沖)		あり	2

(1) 魚礁の構造

(第II-1-b図, 第II-4表)

(i) 因子と水準(第II-3表)

一つのグループは、材質、高さ、規模を一定にしコンクリート製の0.5m立方体の魚礁を用い、産卵効果に影響を及ぼす要因として魚礁の

形状(入口の大きさ)設置場所、付着物の有無をとりあげ3水準の2因子と2水準の1因子を擬因子法により直交表L₈(2⁷)を用いてわりつけた。要因としてとりあげた付着物は、形状の異なる0.5m立方体のコンクリート製魚礁を54年4月以降12月まで海中に放置し、そのまま付着物が着生した状態のものと付着物をきれいに除去したものとに分けて使用した。付着物はサンカクフジツボ、ウズマキゴカイの棲管である。他のグループは0.5m立方体と1m立方体のF・R・P製魚礁を用い、産卵効果に影響を及ぼす要因として魚礁の容積および水平板の間隔をとりあげ、2因子の2水準と設置場所の3水準を組合わせて実験を行った。魚礁は重量の軽減をはかるため形状は半開放型とし、側壁板はF・R・P板を使用した。

(ii) 魚礁の種類と配置(第II-3, 4表)

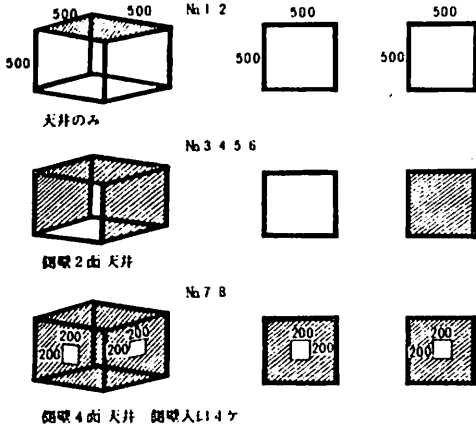
(i) 魚礁の数

Ⅱ1~8までの各2基ずつ16基とⅡ9~11の各9基ずつ27基 計43基

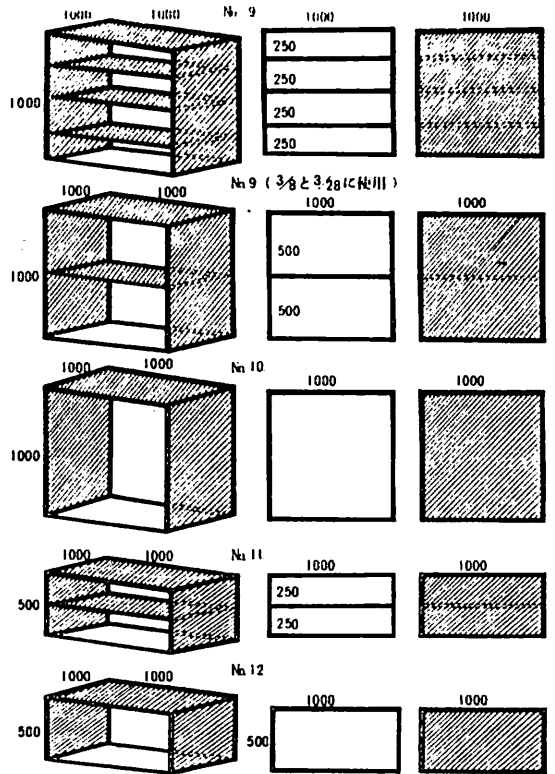
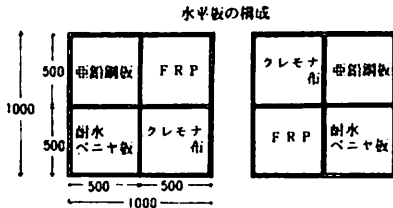
(2) 魚礁の設置方法

魚礁43基を実験計画に従ってナダ側にはⅡ1と3のそれぞれ2基ずつとⅡ9~11の各8基ずつ計13基、東側にはⅡ6, 8のそれぞれ2基ずつとⅡ9~11の各3基ずつ計13基、沖側にはⅡ2, 4, 5, 7のそれぞれ2基ずつとⅡ9~11の各3基ずつ計17基を配置した。魚礁は53年度と同じような方法で設置したが、設置場所は浜田沖合の距岸3~4.0km、水深73~78mの海域にナダ側および沖側のものについては陸岸に並行して東西方向に、東側のものについてはナダから沖合に向かって陸岸に直角な南北方向に並列し沈設した。(第II-図)

1グループ(底面なし、骨材任意)単位 mm

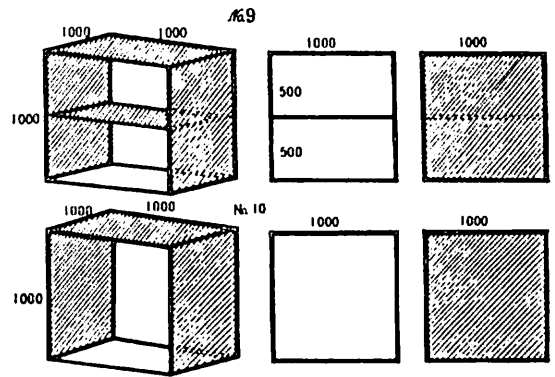
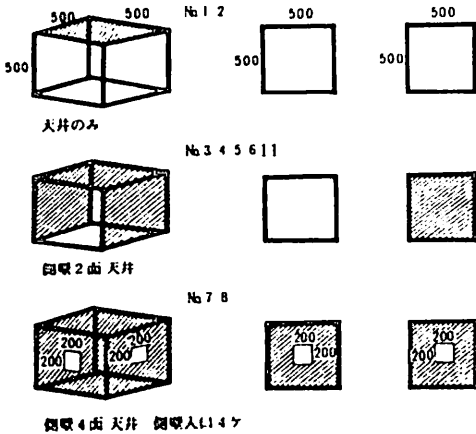


1グループ(底面なし、骨材：鉄骨図壁：亜鉛鉄板)



第II-1-a図 ヤリイカ産卵魚礁構造図(53年度)

(底面なし、骨材任意)単位 mm



第II-1-b図 同上(54年度)

魚礁は各設置場所とも無作為に配置した。

(3) 調査方法

昭和54年12月28日魚礁の沈設後3回(1/25, 3/14, 4/24)にわたって引揚げ調査を行ったが調査方法は53年度とほぼ同様である。ただ今年度は特に魚礁に産着した卵のうすべてについて発生過程および死卵の出現状態を観察した。

C ; 昭和55年度調査

(1) 魚礁の構造(第Ⅱ-1-c図, 第Ⅱ-4表)

(i) 因子と水準

魚礁の形状を半開放型に統一し、コンクリートおよびF・R・P製の0.5立方体の魚礁と1.0立方体のF・R・P製魚礁を用い、昭和54年度と同じように産卵効果に影響をおよぼす要因として付着物、水平板の間隔、容積および設置場所をとりあげ、昭和54年度魚礁を利用してそれぞれ各要因とも2水準づつを組合わせた。従って昭和55年度魚礁№1と昭和54年度魚礁(№3, 6)と同じように№2-(№4, 5) №10-(№11) №11-(№10) №12-(№9)のように対応する。

また高さによる産卵効果を調査するため第Ⅱ-1-c図に示すような0.5m×0.5m×4mの魚礁3基も使用した。

以上のほか0.5m立方体の鉄骨の天井面および側壁2面に、水産増殖施設KKより提供をうけたナイロン系(1,000デニール)を植毛した石膏ボード板(25cm×50cm)3枚と、同一規格のFRP板3枚をそれぞれ1枚づつで構成した魚礁(以下芝魚礁という)2基も他の魚礁とあわせ試験に供した。芝魚礁は1月23日に設置した。

(ii) 魚礁の種類と配置(第Ⅱ-4表)

(ii) 魚礁の数

№1, 2, 10, 11, 12の各4基づつの計20基および№Hの3基, 芝魚礁2基

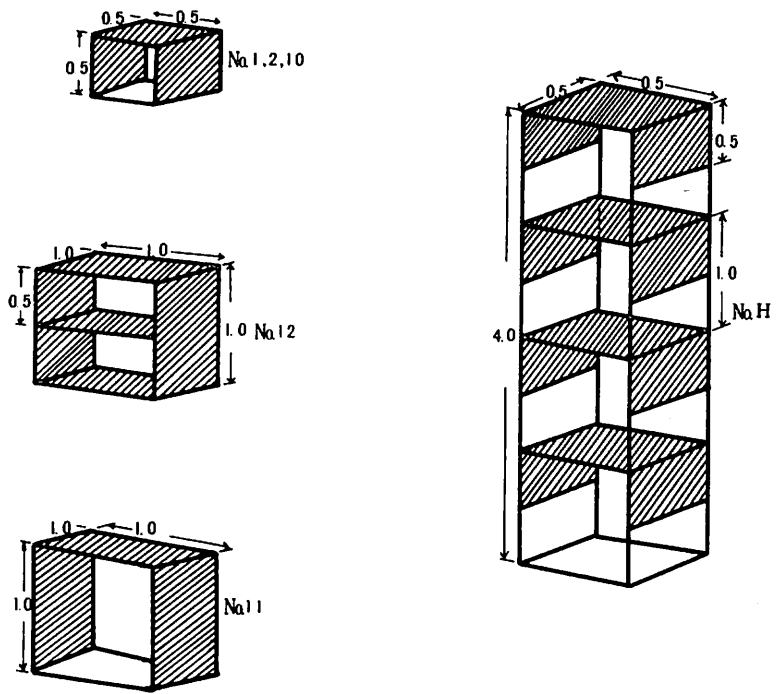
合計23基

(2) 魚礁の設置方法

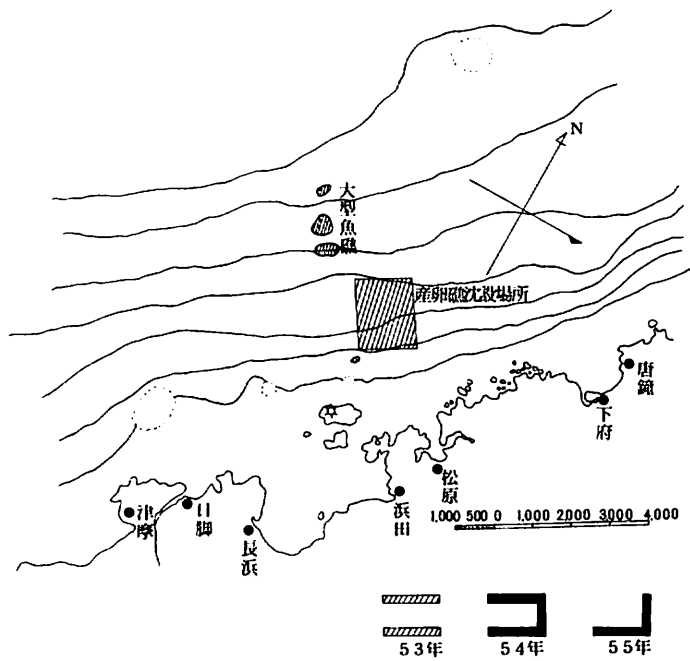
№1, 2, 10, 11, 12の各2基づつおよび芝魚礁1基計11基をナダ側と東側に同数づつ配置したが、№1, 2, 10, 11, 12, 芝魚礁の設置方法は昭和54年度と同様である。№H魚礁3基はナダ側配列の魚礁群より浅い水深7.0~7.2mの海域に約100m位間隔をあけ単独に設置した。

(3) 調査方法

昭和55年1月8日沈設後№1, 2, 10~12および芝魚礁については4回(1/23, 2/6, 3/11, 5/1) №H魚礁については3回(2/20, 3/9, 4/27)引揚げ調査を行った。



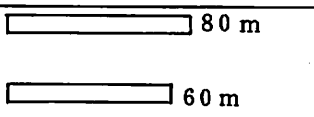
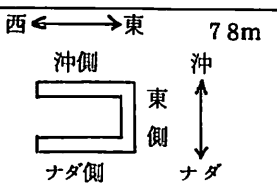
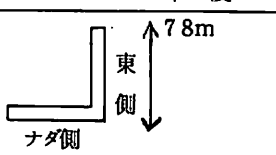
第Ⅱ-1-c 図 ヤリイカ産卵魚礁構造図(55年度)



第Ⅱ-2 図 ヤリイカ産卵魚礁沈設場所

第Ⅱ-4表 ヤリイカ産卵魚礁の構造

	№	材 質	高 さ	形 状	水平板の数	設 置 水 深	付着物の有無	実験礁の数
53 年 度	1	ポリコン	0.5m	開 放	-	60 m	-	4
	2	コンクリート	#	#	-	80	-	#
	3	ポリコン	#	半開放	-	#	-	#
	4	コンクリート	#	#	-	60	-	#
	5	#	#	#	-	80	-	#
	6	亜鉛鋼板	#	#	-	60	-	#
	7	コンクリート	#	閉 鎖	-	#	-	#
	8	亜鉛鋼板	#	半開放	-	80	-	#
	9	#	1.0	#	多(3段)	#	-	#
	10	#	#	#	少(1段)	#	-	#
	11	#	0.5	#	多(1段)	#	-	#
	12	#	#	#	少(0)	#	-	#
		ワラ魚礁	#	#	-	#	-	2
		#	1.0	#	-	#	-	#
54 年 度	1	コンクリート	0.5	開 放	-	ナダ側	あり	2
	2	#	#	#	-	73 沖側	なし	#
	3	#	#	半開放	-	ナダ側	#	#
	4	#	#	#	-	73 沖側	あり	#
	5	#	#	#	-	#	#	#
	6	#	#	#	-	78 東側	なし	#
	7	#	#	閉 鎖	-	m 沖側	#	#
	8	#	#	#	-	東側	あり	#
	9	F R P	1.0	半開放	1段	} ナダ側・東側 沖側に3ヶづ つ配置	-	9
	10	#	#	#	0段		-	#
	11	#	0.5	#	-		-	#
55 年 度	1	コンクリート	0.5	半開放	-	73 沖側・ナダ側	なし	4
	2	#	#	#	-	#	あり	#
	10	F R P	#	#	-	#	-	#
	11	#	1.0	#	0段	78 #	-	#
	12	#	#	#	1段	m #	-	#
			芝魚礁	0.5	#	-	#	-
		H F R P	4.0	#	4段	70~72 m	-	3

	53 年度	54 年度	55 年度
魚 礁 の 配 列			
	沈設 53. 12. 23 調査 54. 1/10, 1/25, 2/9, 3/8, 3/28	西 ← → 東 78m 沖側 ↑ ↓ 沖 ナダ側 ↓ ↑ ナダ 西 ← → 東 73m 沈設 54. 12/28 調査 1/25, 3/14, 4/24	78m 東側 ↑ ↓ 東側 ナダ側 73m ○H 沈設 55. 1/8 ○H 調査 №1~12 1/23, 2/6, 3/11, 5/1 №H 2/20, 3/9, 4/27

第Ⅱ-5-a表 昭和53年度 I グループ実験魚礁別ヤリイカ産着卵のう数

調査月日 魚礁 № 実験礁種類	1979 1.10				1979 1.25			
	a	b	c	d	a	b	c	d
	1 (直交表ワリツケ №)	141	201	202	158	3	510	58
2	0	0	0	0	496	768	360	191
3	0	157	0	152	676	513	696	(347)
4	201	108	176	16	354	338	358	294
5	65	108	109	220	409	396	9	564
6	148	266	6	2	424	440	344	385
7	204	221	79	420	429	386	212	252
8	52	42	58	36	193	467	180	191

第Ⅱ-5-b表 昭和53年度 II グループ実験魚礁別ヤリイカ産着卵のう数

調査月日 魚礁 № 実験礁種類	1979 1.10				1979 1.25			
	e	f	g	h	e	f	g	h
	9 (直交表ワリツケ №)	117	3	153	88	104	385	375
10	42	109	97	148	335	380	207	250
11	14	147	122	90	764	539	570	667
12	170	210	97	269	890	774	629	327

第Ⅱ-5-c表 昭和53年度 II グループ実験魚礁の水平板における材質別のヤリイカ産着卵のう数

調査月日 魚礁 № 水平板の材質	1979 1.10				1979 1.25			
	e	f	g	h	e	f	g	h
	亜鉛鋼板	61	87	13	102	34	133	40
F・R・P板	3	27	105	168	91	991	372	333
クレモナ布板	51	103	161	158	40	675	206	1,400
耐水ベニヤ板	17	94	36	113	7	511	315	210

※

1979				1979				1979			
2.9				3.8				3.28			
a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
404	736	473	239	0	0	0	1,298	0	0	0	0
925	125	109	501	471	262	358	0	0	246	0	0
1,131	(3,596)	770	0	479	(639)	543	0	0	0	0	(33)
825	1,037	515	726	2,608	1,972	0	2,090	0	1,614	0	0
1,350	2,449	253	0	918	1,342	536	811	0	0	283	0
592	381	193	346	1,178	799	0	940	283	290	0	277
397	477	621	1,432	1,414	1,614	337	0	0	1,765	0	0
288	357	568	391	121	0	311	62	39	188	250	310

※()内は欠測値推定 ロープ切断のため魚礁流出

1979				1979				1979			
2.9				3.8				3.28			
e	f	g	h	e	f	g	h	e	f	g	h
897	858	1,989	3,629	14,600	9,766	9,674	3,997	4,178	2,663	696	327
3,686	1,745	883	85	1,582	1,914	1,717	1,440	94	2,274	921	395
1,715	1,477	779	825	1,065	1,077	83	2,546	3,692	790	691	450
1,056	1,320	1,923	1,905	8,745	9,194	4,593	3,919	735	2,204	0	0

1979				1979				1979			
2.9				3.8				3.28			
e	f	g	h	e	f	g	h	e	f	g	h
873	205	1,496	803	336	134	3,448	896	170	449	1,072	173
1,738	524	1,757	2,170	1,563	1,078	4,889	3,284	332	1,524	1,556	587
1,690	742	1,234	1,233	1,444	928	4,383	2,917	462	789	1,803	505
1,261	1,409	2,467	2,333	817	1,125	4,703	2,702	388	975	1,979	340

第Ⅱ-5-d表 昭和53年度Ⅱグループ実験魚礁№9における水平板の間隔別ヤリイカ産着卵のう数

調査月日 魚礁№ 水平板 の間隔	1979		1979	
	a	b	a	b
0.50m	14,600	9,647	4,178	696
0.25m	9,766	3,997	2,663	327

第Ⅱ-5-e表 昭和53年度ワラ魚礁における魚礁の高さ別のヤリイカ産着卵のう数

調査月日 魚礁№ 高さ	1979		1979		1979		1979	
	a	b	a	b	a	b	a	b
0.5m	1,115	655	1,510	503	0	4,439	270	118
1.0m	429	619	5,448	310	436	1,670	9,750	2,480

結 果

各魚礁にそれぞれ産出されたヤリイカ卵のう数を調査日ごとにまとめ年次別に第Ⅱ-5-a～e表、第Ⅱ-6表に示した。尚付表Ⅱ-1表には昭和54年および55年度における実験魚礁別に産出されたヤリイカ卵のうを設置場所別、産着箇所別において示してある。

(1) 1㎡当り平均卵のう数と変異係数

(i) 昭和53年度調査

魚礁一基当りの卵のう数は0～14600ケの範囲にありその変動は著しい。このうち0ケの出現頻度をみると、252例中40を数え全体の約16%をしめる。これを魚礁の設置水深別にみると殆んど差は認められないが、グループ別、調査日別にみると、第Ⅱグループの魚礁で全体の92% (37例)をしめており、また産卵盛期の3月8日以降に全体の80%と集中的な出現がみられる。

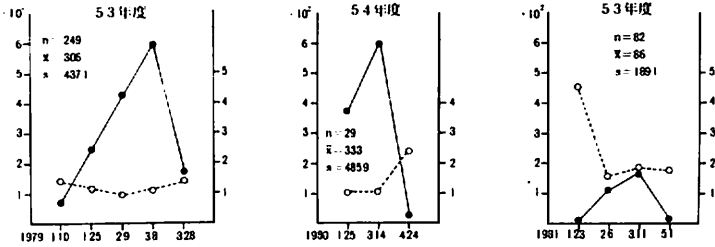
第Ⅱ-3図、付表Ⅱ-2には1㎡当り平均卵のう数と変異係数を年度ごと調査日別に示した。調査日ごとの各魚礁の1㎡当り平均卵のう数は72～593ケの範囲にあり、全体での平均値は306ケとなっている。なお1㎡当りの平均卵のう数では2788ケとなる。1㎡当り平均卵のう数は後述のように水温の下降とともに増大し、そのピークは2月下旬～3月上旬にみられ、底層水温は13～14℃である。一方変異係数は0.96～1.43で産卵初期と終期に大きく産卵盛期には小さくなっている。

第Ⅱ—6表 昭和54年度・55年度実験魚礁別ヤリイカ産着卵のう数

魚礁 №	調査月 日	1980	1980	1980
		1.25	3.14	4.24
1	a	210	5	0
	b	930	0	55
2	a	595	0	172
	b	446	0	0
3	a	25	738	12
	b	722	791	64
4	a	728	0	35
	b	909	85	0
5	a	699	0	166
	b	25	313	0
6	a	233	780	0
	b	642	1233	1
7	a	321	0	0
	b	932	157	218
8	a	801	0	252
	b	131	30	285
9	a	1914	7095	0
	b	6199	10408	0
	c	2125	12930	0
	d	0	9874	0
	e	2515	16641	0
	f	3607	5406	0
	g	576	2566	0
	h	2	3390	0
	i	730	700	0
10	a	2751	7225	0
	b	4704	10631	0
	c	6884	14531	0
	d	2295	10977	0
	e	322	3285	0
	f	3739	12123	0
	g	467	3209	545
	h	651	8081	0
	i	520	80	0

魚礁 №	調査月 日	1980	1980	1980
		1.25	3.14	4.24
	a	892	230	0
	b	398	409	0
	c	1057	905	0
	d	370	219	0
11	e	50	593	0
	f	0	630	0
	g	75	380	80
	h	372	0	0
	i	300	590	22

魚礁 №	調査月 日	1981	1981	1981	1981
		1.23	2.6	3.11	5.1
1	a	77	340	流出	流出
	b	0	237	569	0
	c	0	0	0	13
	d	0	0	0	0
2	a	0	598	721	0
	b	0	1183	0	214
	c	0	619	634	0
	d	0	520	713	214
10	a	0	0	1052	0
	b	0	0	0	0
	c	0	0	0	0
	d	0	0	629	0
11	a	3	0	20	0
	b	0	0	0	912
	c	0	0	0	0
	d	0	0	250	258
12	a	0	867	0	0
	b	0	24	1503	984
	c	0	459	190	0
	d	0	804	0	0
芝魚礁	a	—	450	流出	流出
	b	—	0	364	118



タテ軸；左軸...1m²当り卵のう数 右側...変異係数 〳〳〳1m²当り卵のう数 〳〳〳〳〳変異係数

第Ⅱ-3図 ヤリイカ卵のう数の平均値と変異係数の年次別・時期別変化

(ii) 昭和54年度調査

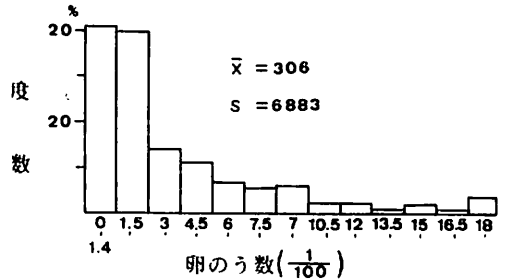
魚礁1基当りの卵のう数は0~1664ケで53年度とほぼ同様な範囲を示すが、このうち0ケの出現頻度をみると129例中40をかぞえ全体の約31%と53年度の約2倍となっている。これを魚礁の設置場所別にみるとナダ側で28%，東側で33%，沖側で31%を占め

大差はない。また調査日別では1月25日は5%で最も少く、次いで3月14日には19%，4月24日には70%をしめており、終漁期における集中的な出現がうかがわれる。

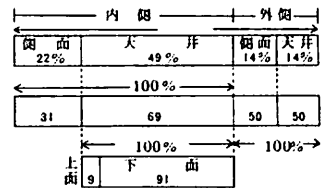
1m²当り平均卵のう数の調査日ごとの平均値は(第Ⅱ-3図)26~597ケで、全体の平均値は333ケと53年度を上回る産卵量となっている。ピークは3月24日にみられ、時期的な推移は53年とほぼ同様である。変異係数は1.01~2.38で産卵盛期までは殆んどバラツキがみられないのに対し3月14日以降においてはその変動がかなり大きくなっているのが目立っている。

(ii) 昭和55年度調査

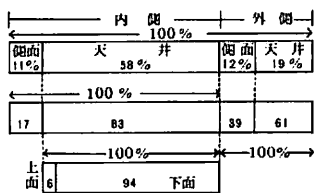
魚礁1基当り卵のう数は0~1503ケの範囲内で、53, 54年とくらべると著しく少い。このうち0ケの出現頻度をみると82例中51ケをかぞえ、全体の61%をしめており53・54年に比較し2~4倍の高い出現率を示しているのが特徴的である。これを調査日ごとにみると、1月28日には90%と著しく高い出現割合がみられ、盛期になるに従って小さくなるが盛期においても45~50%と大きな値を示す。また設置場所別ではナダ側では56%，東側では67%とナダ側での0ケの出現割合が東側より小さい。



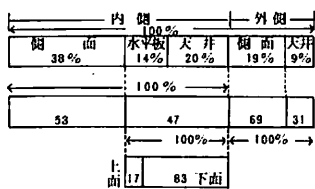
第Ⅱ-4図 1m²当りヤリイカ卵のう数の度数分布(昭和53年度)



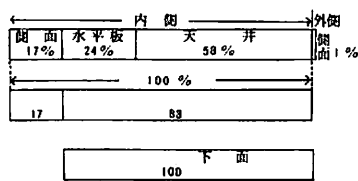
第Ⅱ-5図 昭和53~55年度までの魚礁の産卵箇所ごとの産卵利用率



第Ⅱ-6-a図 昭和53年度における魚礁の産卵箇所ごとの産卵利用率



第Ⅱ-6-b図 昭和54年度における魚礁の産卵箇所ごとの産卵利用率



第Ⅱ-6-c図 昭和55年度における魚礁の産卵箇所ごとの産卵利用率

1m²当り平均卵のう数の調査日ごとの平均値は3~170ケ、全体では86ケで産着卵のう数は非常にすくない。ピークは3月11日にみられ時期的な推移は53・54年と同様な傾向を示している。また変異係数は全般に53・54年にくらべバラツキが大きく特に初漁期においては顕著である。

(2) 1m²当り平均卵のう数の度数分布

58年度における魚礁の1m²当り平均卵のう数を150ケ単位に階層分けしてその度数分布を示したのが第Ⅱ-4図である。これを見ると0~300ケのものが70%をしめ平均値よりも左に偏った非対象の分布となっており、平均卵のう数は306ケ変異係数は

1.43と比較的不安定な性格をあらわしている。F検定により分散

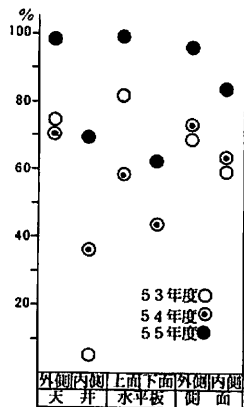
／平均値が1から離れる度合の有意性をみると、危険率0.1%で有意差が認められるので負の二項分布が適合される。このことはヤリイカ産卵親魚が群をつくり構造物に対して集中的な産卵を行っていることをあらわしており、特に来游資源量が小さい場合には相乗的な効果を示すものと考えられる。また54年度のように比較的来游資源量が大きい場合においても全く産卵が認められない魚礁が多い現象からみて、産卵場造成にあたっては産卵親イカの移動回游経路を把握し、最も適当な場所を選定する必要がある。

(3) 魚礁における卵のう付着場所

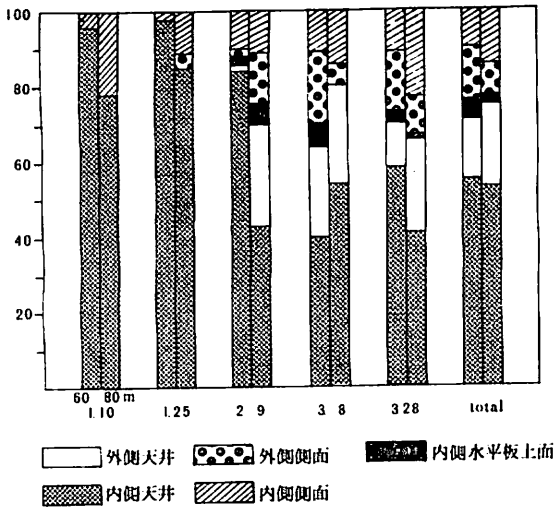
第Ⅱ-5図は、昭和53~55年までの3ケ年間にわたって調査期間において全魚礁に産出された卵のう数に対する付着場所別の卵のう数の百分率が示してある。これを年次別にわけて付表Ⅱ-3にまとめ、第Ⅱ-6-a~cに図示した。

3ケ年間の結果をみると(第Ⅱ-5図)全体からみて最も産着が多かった場所は内側天井(49%)次いで内側側面(22%)外側側面および外側天井(14%)の順となっている。そして全体の28%が外側に、72%が内側に産出されており内側部分の69%が天井面となっている。また総産卵量の49%をしめる内側天井の中で91%が下面となっており、上面はわずか9%をしめるにすぎない。

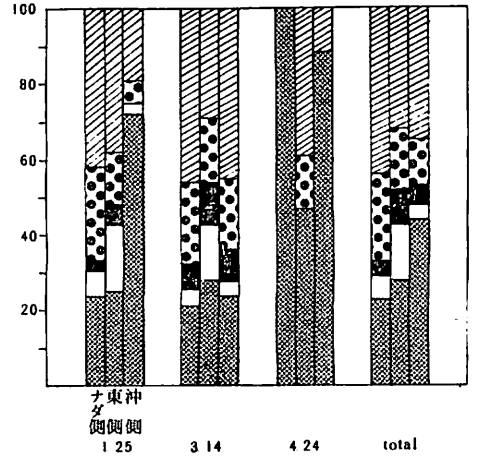
年次別における魚礁の産卵箇所ごとの利用率をみると(第Ⅱ-6-a~c)53・54年度と



第Ⅱ-7図 年次別の各産卵場所における産着卵のう数0ケの出現率

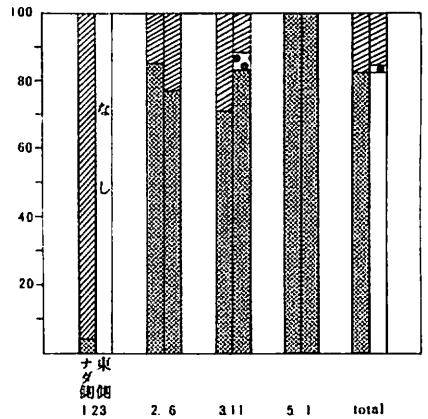


第Ⅱ—8—**a**図 魚礁の産卵箇所ごとの月別・設置場所別の産卵利用率（昭和53年度）



第Ⅱ—8—**b**図 魚礁の産卵箇所ごとの月別・設置場所別の産卵利用率（昭和54年度）

も大体において前述とほぼ同様な傾向を呈しているが、54年度のように来游資源量が大きい場合においては内側の天井や水平板の産卵利用率が減少し、代って内側側面の増加現象が顕著である。また、55年度のように非常に来游群が少ない場合には外側における産着卵は1%にすぎず殆んど全部が内側部分に産卵しており、その中でも天井・水平板下面が83%をしめるという傾向が認められる。一方、各産卵箇所別にみて産着卵のう数が全くなかった0ヶの出現率（第Ⅱ—7図、付表Ⅱ—4—**a**～**b**）を年度ごとにみても、53～54



第Ⅱ—8—**c**図 魚礁の産卵箇所ごとの月別・設置場所別の産卵利用率（昭和55年度）

年度では他の場所が60～80%、55年度では84～100%と大きな値を示しているのに対し内側部分の天井面では53年度ではわずか6%と著るしく小さく、また54年度では37～44%、55年度でも63～70%と小さい値を示し、上記の結果を裏付けている。

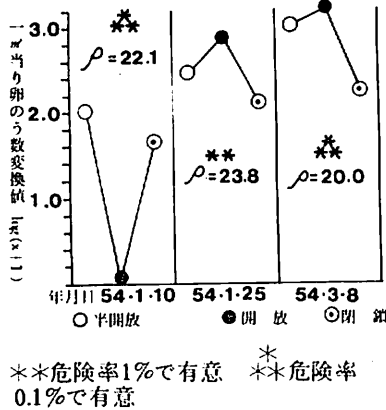
時期別にみると（第Ⅱ—8—**a**～**c**図）53年度においては産卵初期の1月10日、25日では外側には殆んど産卵せず内側天井面のみが利用されているが、盛期になり産卵量が増大するに従って外側の天井や側面あるいは内側の側面など各箇所産卵する傾向が認められる。54年度は53年と同様相を異にし、産卵初期～盛期においても内側天井面のみならず外側の天井や側面ならびに内側側面においてもかなりの産卵がみられること、また終漁期になるとほとんど内側部分のみに産卵

されているのが異なる。55年度においては漁期間中魚礁の内側部分のみに産卵しており、时期的な差異はほとんどない。なお設置場所による産卵箇所ごとの産卵利用率については53~55年とも大差はみられない。

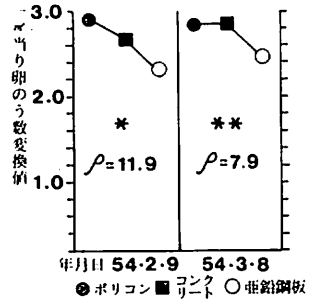
魚礁に対する以上のような産卵利用の状態からみてヤリカの産卵場としては構造物の内側天井下面が最も適した場所であると推察され、卵のうに対する潮通しや土砂による埋没を考慮した産卵生態をあらわしていると考えられる。

魚礁の引揚調査時、水深60mの場所においても、魚礁の内側天井（水平板）上面に砂泥の堆積が観察されたことも数例あり、日本海における冬季の季節風による波浪の影響が如何に大きいかを知らされたが、浅海域においては当然、海底までの著しい攪拌により波浪の影響を直接受ける場所では、付着卵のうの流出や砂泥による埋設などふ化条件の悪化が予想される。

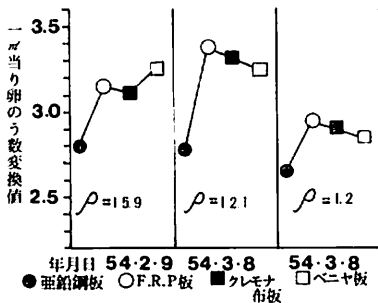
(4) 魚礁の要因別産卵効果



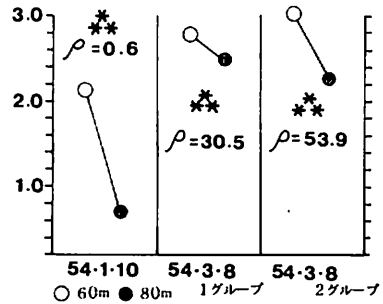
第Ⅱ-9図 実験礁の形状による要因効果(昭和53年度)



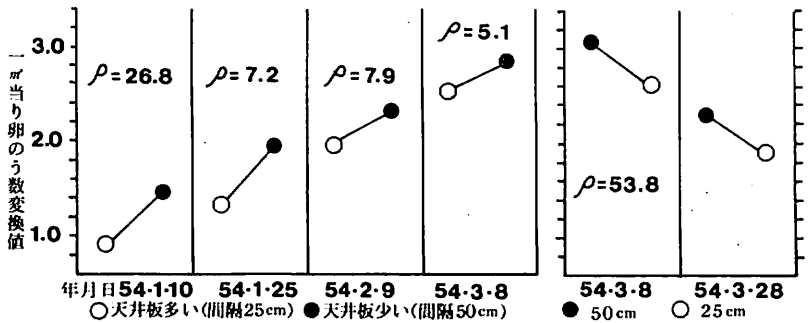
第Ⅱ-10図 実験礁の材質による要因効果(昭和53年度)



第Ⅱ-11図 実験礁の水平板における材質による産卵効果(昭和53年度)



第Ⅱ-12図 実験礁の設置水深による要因効果(昭和53年度)



第Ⅱ-13図 実験礁の天井板の数による産卵効果(昭和53年度)

第Ⅱ-14図 実験礁の水平板の間隔による産卵効果(S53年度)

このように産卵卵のう数が0ケの場合および後述のようにすでに産出された卵のうによって爾後の産卵行動に影響をうける傾向がうかがわれるなど資料の取扱いをめぐって各々の要因説明には多少の問題があるが、ここでは一応度外視して検討することにした。

53～55年度までの実験魚礁の単位面積 (m^2) 当りの卵のう数の変数変換値を用いて分散分析した結果および要因別の主効果を付表Ⅱ-5-11-a～bにとりまとめ、第Ⅱ-9～20図に示した。

A ; 53年度調査結果

(i) 形状による要因効果 (第Ⅱ-9図)

54年1月10日、1月25日、3月28日の調査によると、形状による要因効果は20～23.8%の寄与率を示し、それぞれ危険率1%、0.1%で有意差がみられた。従って産卵量が少い1月10日では開放型のものが著しく悪い結果となっているが、他の例では、開放型が一番よく、半開放型、閉鎖型の順となり閉鎖型のは産卵効果が小さいと判断された。

(ii) 材質による要因効果 (第Ⅱ-10・11図)

ポリコン、コンクリート、亜鉛鋼板など3種類で構成された実験魚礁 (№1～8) の材質による要因効果は、54年2月9日、3月8日にそれぞれ危険率5%、1%で有意差がみられている。従って亜鉛鋼板の産卵効果は他の材質にくらべ劣っているといえる。これは錆が出た場所には産卵が全く観察されていないことから亜鉛鋼板の錆が出やすい材質上の特性が原因していると思われる。

第Ⅱ-11図には、亜鉛鋼板、FRP、クレモナ布板、ベニヤによって構成された水平板における材質の産卵効果を示したが、何れの場合も有意差はない。しかし12%以上の寄与率がみられる2月9日、3月8日をみると、前述のように亜鉛鋼板は他の材質にくらべ産卵効果が小さい傾向がうかがえる。

(iii) 設置水深による要因効果 (第Ⅱ-12図)

54年1月10日、3月8日に危険率0.1%で有意差が認められるので水深60mに設置したものが80mに設置したものより産卵効果が大きいといえる。

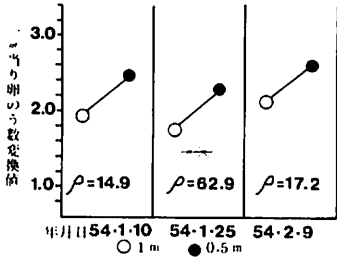
(iv) 水平板の数および水平板の間隔による産卵効果

水平板の数による産卵効果 (第Ⅱ-13図) をみると、産卵量の少い時期の1月10日に危険率5%で有意差が認められているだけであるが、要因効果が漁期間一定のパターンで変動していることからみて、天井板の数が少い方が多いものより産卵効果がよいのではないかと推察される。

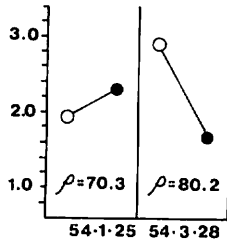
一方水平板の間隔による産卵効果をも (第Ⅱ-14図) 有意差は認められないものの3月8日には53.8%の寄与率を示しており、天井板の数による要因効果と同様な傾向を示している。従って構造物における水平板の間隔は25cmより50cmにした方がより産卵効果を期待できよう。

(v) 高さによる要因効果

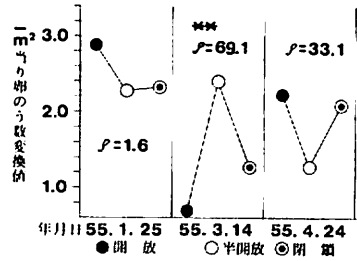
実験魚礁№9、10、11における魚礁の高さによる産卵効果を第Ⅱ-15図に、ワラ魚礁における魚礁の高さによる産卵効果を第Ⅱ-16図に示した。№9～11の実験魚礁の場合においては1月25日に危険率1%で有意差が認められており、1月10日および2月9日とも有意差はないもの



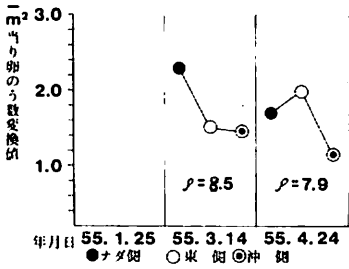
第II-15図 実験礁(53年度№9~11)の魚礁の高さによる産卵効果(昭和53年度)



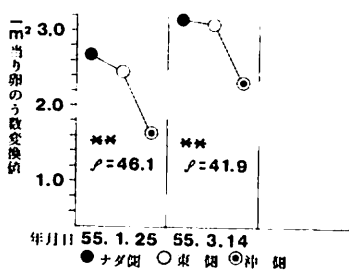
第II-16図 実験礁(ワラ魚礁)の魚礁の高さによる産卵効果(S53年度)



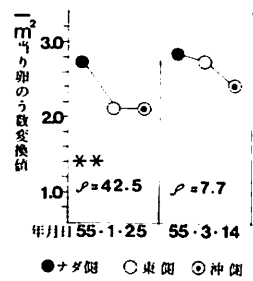
第II-17図 実験礁(№1~8)の形状による要因効果(昭和54年度)



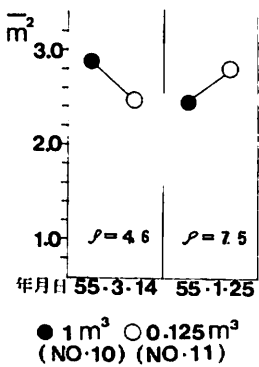
第II-18-a図 実験礁(№1~8)の設置場所による要因効果(昭和54年度)



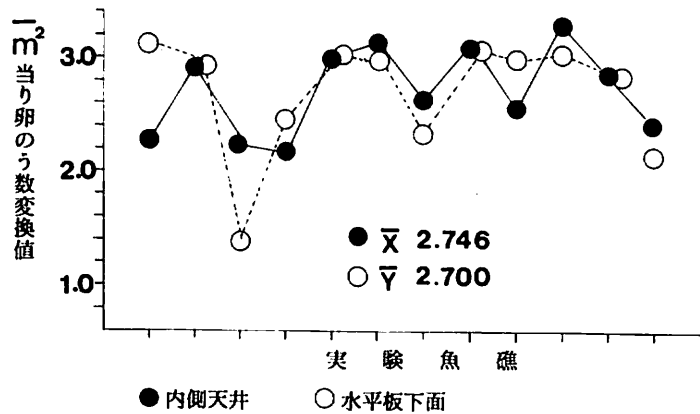
第II-18-b図 実験礁(№9と№10)の設置場所による要因効果(S54年度)



第II-18-c図 実験礁(№10(1m²)と№11(0.125m²))の設置場所による要因効果(昭和54年度)



第II-19図 実験礁の№10(1m³)と№11(0.125m³)の産卵効果(昭和54年度)



第II-20図 実験魚礁(№9)の産着場所による産卵効果(昭和54年度)

の寄与率は15～17%と比較的大きく、一定の傾向を示していることからみて50cmの高さのものが1mの高さのものより産卵効果が大きいといえる。ただ産卵量がピークを示す3月8日の調査では高さによる要因効果はほとんど無視できるほど小さいので、産卵群の来游量が多い場合においては0.5mと1mの魚礁間には優劣がつけられないと判断される。

一方ワラ魚礁における場合は1月25日、3月28日とも高さによる要因効果に有意差はない。寄与率は70～80%を示し大きい調査日によって全く逆の傾向をみせており、とりあげた要因以外の要素が強く影響しているものと考えられる。

B；54年度調査結果

(i) 形状による要因効果(第Ⅱ-17図)

高さ、規模を一定にし0.5立方体の実験魚礁(№1～8)の形状による要因をみると、初漁期および終漁期と盛漁期とでは様相を異にしているが、盛漁期の3月14日には危険率5%で有意差が認められ寄与率も69%と大きいので、半開放型のもは他のものに比較し産卵効果がよかったと判断された。

(ii) 設置水深による要因効果(第Ⅱ-18-a～c図)

№1～8の実験魚礁における場合をみると(第Ⅱ-18-a図)水準間の要因効果には有意差はない。傾向的には沖側におけるものが産卵効果が小さいようである。

№9と№10の実験礁の場合には(第Ⅱ-18-b図)1月25日、3月14日に危険率1%で有意差があり、寄与率も42～46%と大きいので沖側に設置したものはナダ側、東側のものより産卵効果が劣っているといえる。

№10と№11の実験礁の場合には、1月25日のみ危険率1%で有意差が認められておりナダ側に設置したものは沖側や東側のものより産卵効果が大きいといえる。

このようにいずれの場合も沖側(西↔東)に設置したものの産卵効果が劣り、ナダ側(西↔東)のものが優れているという結果が得られた。このような53・54年度調査結果から産卵親イカの主群は単純に沖合から沿岸に接岸するのではなくある程度陸岸から離れた状態で沿岸沿いに来游してくることを示唆しているようである。

(iii) 容積の異なる実験魚礁№10(1m³)№11(0.125m³)の産卵効果

第Ⅱ-19図をみると要因の水準間に有意差がみられないことから、1m立方体のものと0.5m立方体のものでは産卵効果に差はないと考えられる。

(iv) 実験魚礁(№9)における卵のうの産着場所による産卵効果

1m立方体の半開放型のものに水平板を1段つけた実験魚礁№9において、内側天井面と水平板下面をとりあげ、卵のうの産着場所による産卵効果を検討したのが第Ⅱ-20図である。両者の平均値の差のt検定を行った結果、危険率5%で有意差はなく従って1立方体の魚礁における内側天井面と水平板下面との間には産卵効果に差異はないといえる。

(v) その他

要因としてとりあげた付着物の有無（付着物はサンカクフジツボ、ウズマキゴカイ棲管）および1 m立方体の半開放型のものに水平板を1段つけた実験魚礁と（№9）とつけない実験魚礁（№10）については、いずれも要因効果は無視できるほど小さい結果を得た。

C ; 55年度調査結果

前述のように55年度においては、魚礁の1㎡当り平均卵のう数は8.6ケと53年、54年の約1/4位で産卵来游群が著るしく少なかったため、魚礁に全く産卵されなかった0ケの出現頻度は漁期間中全体の6割をしめる状態であり、要因効果の推定は全く不可能であった。

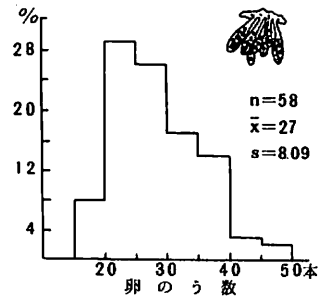
また、高さ4 mのH魚礁についても来游資源量の影響をうけて3回（56年2/20, 3/9, 4/27）にわたる調査においても全く卵のうの産着はみられなかった。

このように本年度は殆んど何らの知見も得られないという最悪の年となった。ただ56年1月23日に沈設した芝魚礁2基に対するヤリイカ卵のうの産着状況をみると、2基のうち1基だけの資料ではあるが、56年2月6日および5月1日の調査時には芝面のみに卵のうの産着がみられ、対照としたF・R・P面には皆無であった。また3月11日においては芝魚礁の内側天井面の約1/4に卵のうがみられる中で、芝面にはF・R・P面の約5倍の産着が観察された。（第II-6表、付表II-1）

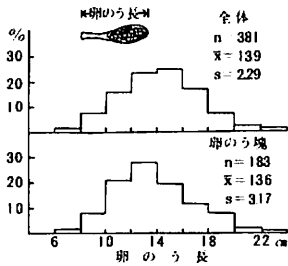
このようにわずかな事例ではあるが、芝魚礁が産卵礁としてすぐれた効果を示していることは、後述のように天然における産卵場を潜水観察した際、卵のうの着床面が岩に着生したフジツボや無節サンゴモであることからみても、ヤリイカが卵のうの固着を考慮し産卵面の撰択を行った結果ではないかと推察される。

(5) 実験魚礁に産出されたヤリイカ卵のう

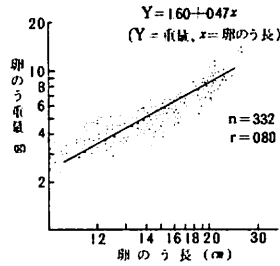
実験魚礁に産出されたヤリイカ卵のうの状況を観察すると、細長い管状の卵が一本づつ数cmの間隔で個々に産みつけられたものと、数10本の卵のうが塊状に集団で産みつけられているもの（以下卵のう塊とよぶ）があった。このような2つの型の産みつけがヤリイカのどのような生理、生態面の意味をもつのか興味深い。卵のう塊に含まれる卵のう数を第II-21図に示した。これを見ると卵のう塊は卵のう16~50本で構成されており、20~25本の場合が最も多かった。調査した卵のう塊58ヶの平均卵のう数は27本となる。付着面に接する卵のう基部から先端までの長さを卵のう長とし、その度数分布を第II-22図に示した。卵のう長は6~24 cmの範囲にあり最も多かったのは12~16 cmのものであった。卵のう塊だけについてみると12~14 cmにモードがあり全体の14~16 cmより多少短くなっている。第II-23図は卵



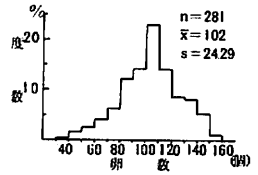
第II-21図 1卵のう塊に含まれる卵のう数の分布



第Ⅱ-22図 卵のう長の分布



第Ⅱ-23図 卵のう長と卵のう重量との関係



第Ⅱ-24図 1卵のう中に含まれる卵数の分布

のう長と卵のう重量との関係を示したが、両者間には $Y = -1.60 + 0.47x$ (Y ; 卵のう重量, x ; 卵のう長) という直線回帰が認められる。

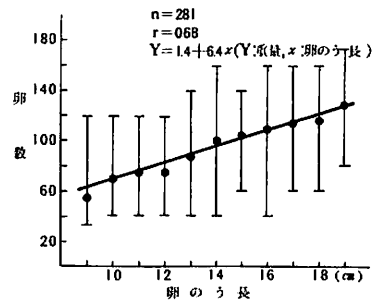
卵のう中には等間隔に多数の卵が配列されているがここでは卵のうの長さを無視して卵のう一本に含まれる卵数をみると、(第Ⅱ-24図) 卵のう内の含有卵数は30~170ケと大きなバラツキがみられるが、

100ケ前後のものが最も多いのがわかる。第Ⅱ-25図にみられるように卵のう長が大きくなるに従って一定数の卵が増加する傾向は認められないので、卵のうの長さとは卵数との間には物理的に一定の関係はなく、産みつける時の親イカの生理状態や周囲の環境によって大きく変動するであろうと考えられる。

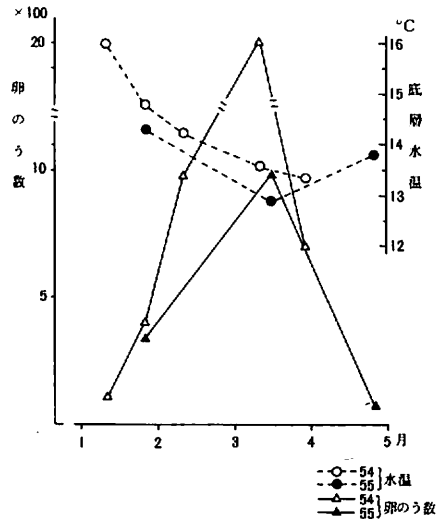
1卵のう塊を1尾の親の産出卵のう数として取扱い1尾の親の産出量を求めると約1,700~5,500ケ(平均3,000ケ)と推定される。

(6) 産着卵のう数と水温との関係

昭和53年度、54年度における実験魚礁の設置周辺海域の底層水温と魚礁1基当たりの卵のう数との関係についてみたのが第Ⅱ-26図である。1~3月の水温13~16℃台において産卵が認められ、水温の下降に伴って産卵量が増加する傾向がうかがわれる。ピークの出現からみると産卵盛期は13~14℃と推察される。



第Ⅱ-25図 卵のう長と卵数の関係



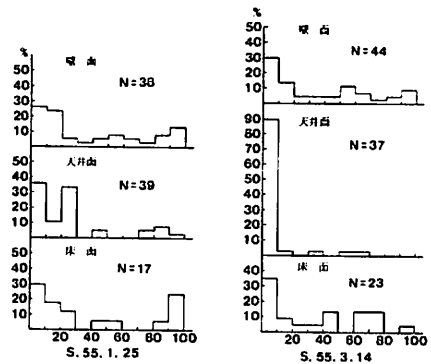
第Ⅱ-26図 実験魚礁一基当りヤリイカ産出卵のう数

(7) 実験魚礁における卵のうの産着場所による死卵の出現状況

54年度実験魚礁に産出された卵のうについて、各産卵面ごとに死卵の出現状況を調査し、その結果から10%、20%、30%、50%死卵を含む卵のうの出現割合の頻度分布を調査日ごと(55年1/25, 3/14, 4/24)に付表Ⅱ-12にとりまとめた。

1本の卵のうの中に何%の活卵があればその利用面が有効であるかについては論議のあるところであるが、この点について検討するには知見に乏しく、また十分な資料もないのでここでは一応50%を目安とした。第Ⅱ-27図は55年1月25日と3月14日における1卵のうの中に死卵を50%以上含む卵のうの出現割合の頻度分布を各産卵面ごとに比較したものである。ここでいう壁面とは外側および内側の側面であり、天井面とは天井下面(内側天井面)および水平板下面である。また床面とは外側天井(外側天井上面)および水平板上面をいう。

図をみると、1月25日については産卵初期でもあり産卵量が少いこともあって、各産卵面にはさほど差はみられない。ただ壁面および床面において高い割合(80~100%)に分布する傾向がわずかながらうかがわれる。このことは産卵期間中長期間にわたり放置した3月14日の結果で明瞭に認められる。すなわち天井面ではその殆んどが10%以内に分布しており、他の面にくらべ圧倒的に優れていることが判断された。壁面および床面については大差はみられないが、産卵量は床面が少いにも拘らず死卵の多い卵のうの出現が高いことは壁面の方が優れていることを示唆している。後述のように天然における産卵場所が岩棚下面もしくは大転石下面であることからもうなづけるように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。



第Ⅱ-27図 死卵を50%以上含む卵のうの出現割合の頻度分布

(8) 実験魚礁の配列順序ごとの卵発生過程と卵のうの産着状況

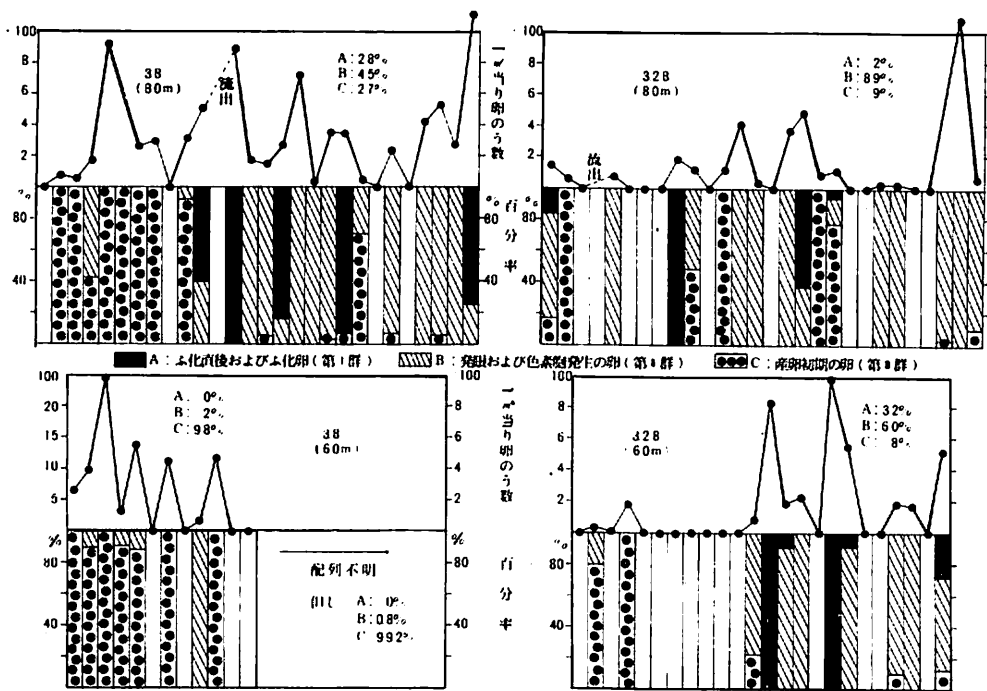
(i) 53年度調査結果

54年3月8日と3月28日において、魚礁に産出された卵のうを卵の発生過程別に分類し、設置水深別、配列順序ごとに付表Ⅱ-13-a~bにまとめた。第Ⅱ-28図はこれらの表から発生過程別百分率と単位面積(m²)当り卵のう数との関係を設置水深、配列順序ごとにあらわしている。

卵の発生過程は浜部⁴⁾によってA・B・C(A:ふ化直後およびふ化卵, B;発眼および色素胞発生の卵, C;産卵初期の卵)の3種類に分類した。

なお、3月8日水深60mに設置した魚礁のうち中央から東側海域に設置した12基については配列順序が不明のため全体の百分率だけを図示したにすぎない。

各魚礁に産出された単位面積(m²)当り卵のう数を配列順序ごとにみると、かなりジグザグな変



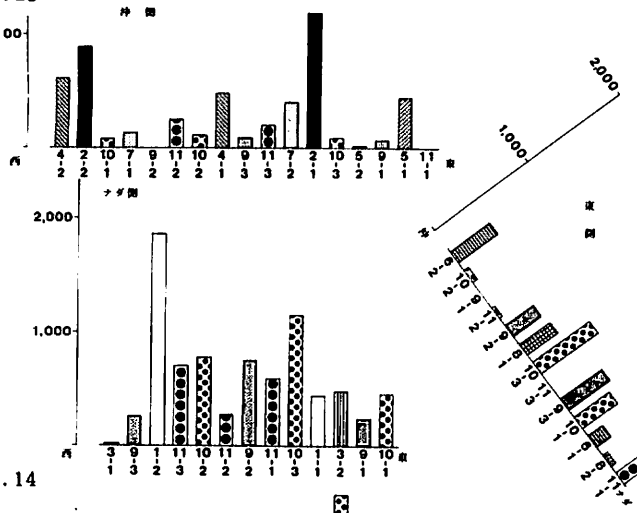
第II—28図 実験礁の配列順序ごとの卵発生状況と単位面積 (m^2) 当り卵のう数との関係 (昭和53年度)

動を示し集中的な産卵状態がうかがわれる。このことはヤリイカ産卵群が小群をつかって回遊し、構造物に均一的に産卵するのではなく、集中的な産卵を行うことを示している。全く産卵が認められない魚礁は、ヤリイカ産卵群と遭遇しなかったか、外敵などの要因によってたまたま産卵が行われなかったと理解できる。また、何れの場合も中央より東側海域が産卵量が多い現象がみられており、3月8日、3月28日においては、東側から西側へ回遊移動したことを示唆しているようである。

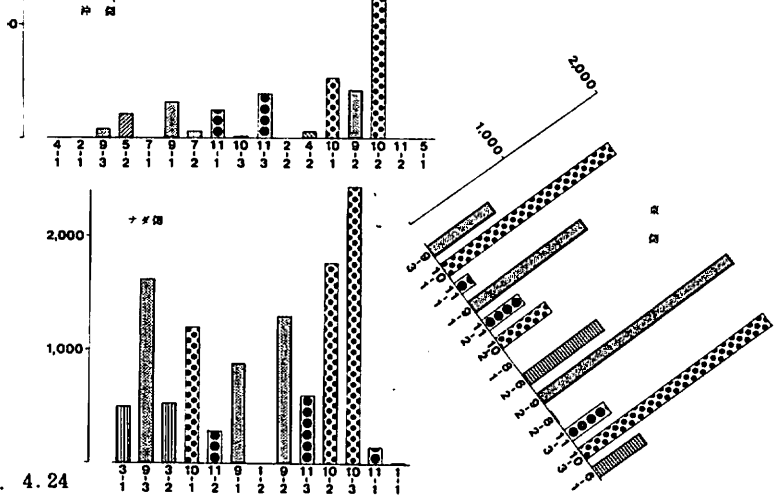
調査期間における産卵群の来遊状況を卵の発生過程からみると、調査日ごとに、また設置水深ごとにかなり異った様相を呈している。すなわち3月8日の水深80mの場所においては73%がA・B群によってしめられ、C群は27%をしめるにすぎないのに対し、水深60mの場所においては殆んどC群によって構成されていること、そしてA・B群は来遊が少なかったため水深80mの東側海域を中心として産卵が行われただけであるのに対し、資源量が大い後続のC群はそれまで全然卵のうの付着がなかった水深60mおよび80mの西側海域の魚礁を主体にして産卵が行われたことがわかる。またヤリイカ産卵親魚はすでにある程度の量の卵のうの産着がみられる魚礁を回避し、全く産卵されていない場所を選定しているような生理行動がうかがわれる。

一方3月28日の水深80mにおいてはB群が、水深60mにおいてはA・B群が全体の約90%をしめており、産卵終末期を思わせるような状態を呈している。

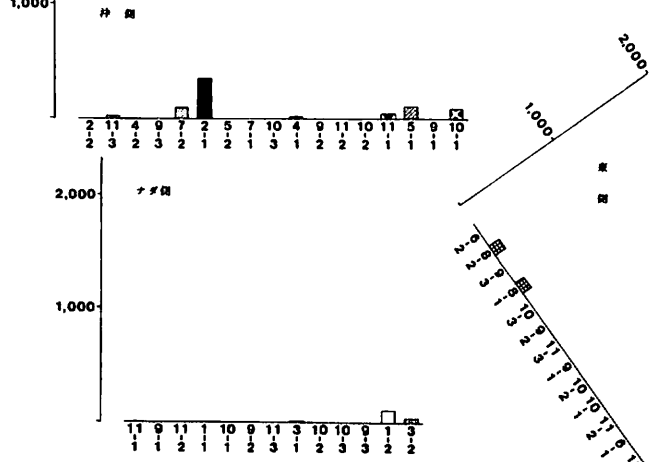
S 55. 1. 25



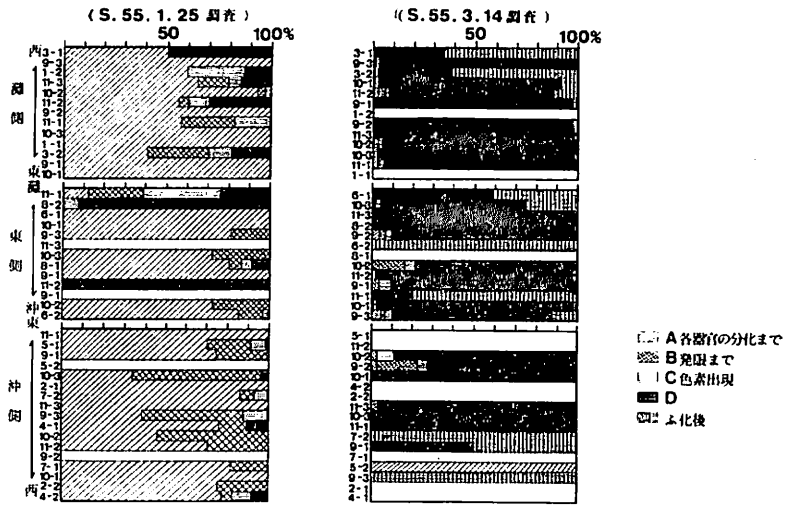
S 55. 3. 14



S 55. 4. 24



第II-29図 実験魚礁の配列順序ごとの単位面積(m²) 当り産着卵のう数(昭和54年度)



第Ⅱ-30図 実験魚礁の配列順序ごとの卵発生状況(昭和54年度)

(ii) 昭和54年度調査結果

55年1月25日と3月14日において魚礁に産出された卵のうを卵の発生過程別に分類し、設置場所別、配列順序ごとに付表Ⅱ-14-a~bにまとめた。第Ⅱ-29図・30図は単位面積(m^2)当り卵のうの数と発生過程別百分率を設置場所、配列順序ごとにあらわした。

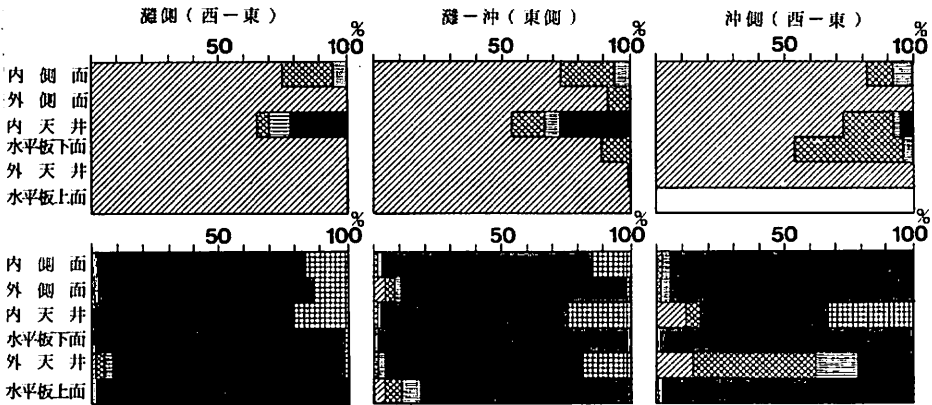
卵の発生過程は浜部⁴⁾によってA・B・C・D・ぶ化後の5段階に分類した。(A; 卵分割をへて各器官が分化するまで, B; 各器官の分化から発眼まで, C; 発眼から外套膜に色素が出現するまで, D; 外套膜上に色素が現われた以降のもの, ぶ化後; 卵のう上にぶ化痕跡の小孔があるもの)各魚礁に産出された1 m^2 当り卵のう数を配列順序ごとにみると、来游資源量大きいにも拘らず魚礁間のバラツキが大きく集中的な産卵状態がうかがわれ、53年度と同様な結果を得た。

卵の発生過程(第Ⅱ-30図)をみると、1月25日では魚礁投入後約1ヶ月経過しているが、その殆んど卵はAの状態でありやや沖合に設置した調査海域(73~78m)での産卵はほぼ1月15日以降に行われたことが推察される。しかし、かなり発生の進んだ卵(D)の出現がみられる魚礁がナダ側(西↔東)と東側(沖↔ナダ)のナダ寄りなものに比較的多くみられる。このことは1月の初めにはすでに産卵が行われており、産卵期初期においても本海域のやや深所で産卵が行われているということを示している。また、産卵がむしろナダ寄りに早く始まっていることから、ヤリイカの産卵来游の移動様式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游接岸する傾向がみられる。そしてこれら産卵群が産卵回游途中、魚礁に遭遇したものか、あるいはより浅所への来游の後なんらかの原因で沖合へ移動したものと推定される。3月14日においては、産卵期を通じてかなり長期間魚礁を沈設したままであったのでそれぞれの発生過程の比較は困難であった。1月25日および3月14日の調査結果から卵の発生過程は、と

なり合った魚礁でも異っているものがあり、また未利用の魚礁の隣のものにかなり発生が進んだ卵がみられることなどから産卵場所の選択性は少なく、むしろ偶然的な傾向があることがうかがえる。このことから産卵にあたっては産卵面（部位）の選択はみられても、場の選択はそれほどでないものと考えられる。

(9) 実験魚礁の産卵面による卵の発生経過

魚礁の各産卵面による卵の発生経過を付表Ⅱ-15と第Ⅱ-31図に示した。もっとも発生が進んだ卵の出現は1月25日では天井下面（内側天井）にみられ、また3月14日においても天井下面が多く、ついで内側の側面、外側の側面にみられている。このことから両期を通じて天井下面がより早い時期に利用されたものと考えられる。死卵の出現状況から天井下面が最も有効な産卵場所であることからみて早期産卵群が選択的に天井面を利用するものと推察された。



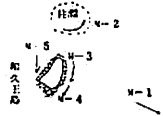
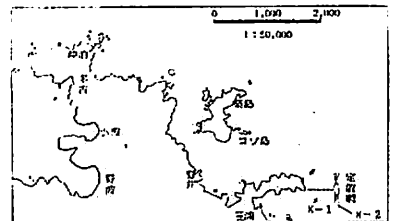
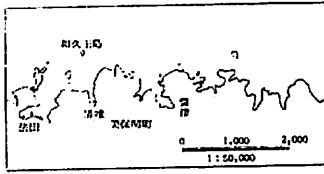
第Ⅱ-31図 実験礁の産卵面における卵の発生経過
上図：55.1.25調査結果 下図：55.3.14調査結果

2. 天然における産卵場調査

天然海域におけるヤリイカ産卵場の環境条件と付着基質の特徴を把握するため、昭和56年3月17～18日の2日間にわたってK.K. ベントスに委託し潜水調査を行った。

調査地点は、第Ⅱ-32図に示すとおり諸喰、野井、笠浦の三地区で合計11地点である。調査場所の水深は5～36mである。各々の調査地点における調査の概要を付表Ⅱ-16に、ヤリイカ産卵場の内訳と卵のう群の大きさなどを付表Ⅱ-17・18に示した。

卵のうの付着場所は6地点で21ヶ所視認され、付着場所別にみると（第Ⅱ-33図、付表Ⅱ-16）岩棚の棚天井が7.15%で最も多く、転石下面19.0%、岩盤側壁9.5%であった。棚天井の高さは15～25cmが最も多く、卵のうの先端が岩にあたるギリギリの状態もみられた。卵のうがみられた水深は6～25mで10m以深が多かった。

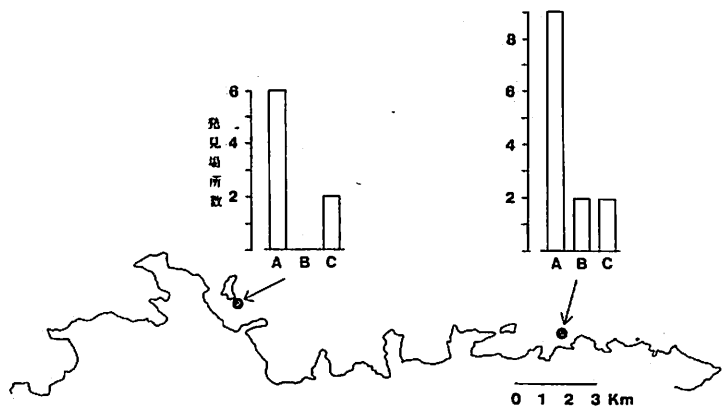


潜水調査位置図



潜水調査位置図

第II-32図 潜水調査位置図



タイプ (Type)	A	B	C
産卵場所 (Egg-laying Site)	岩盤 掘天井 (Rock Plate Excavated Ceiling)	岩盤 掘壁 (Rock Plate Excavated Wall)	砥石下面 (Grindstone Bottom)
発見率 (%) (Discovery Rate)	71.5	9.5	19.5
模式図 (Pattern Diagram)			

第II-33図 天然における産卵場調査

波浪を受ける外海域と比較的暖やかな内海域と比較すると、海底の形状が棚か大型転石であってその間隔が適当である場合、何れの海域においても卵のうがみられ地形的な差異は認められない。卵のうの産着面は岩に着生したフジツボや無節サンゴモ等で基質は比較的固いものであった。

以上のように53～55年まで8ヶ年間にわたって実験魚礁によってヤリイカの構造物に対する産卵生態について調査を行ってきたが、その結果を要約すると次のとおりである。

1. ヤリイカ産卵回游の移動様式は単純に沖合から直接的に接岸するのではなく、ある程度沿岸ぞいに来游接岸する傾向を示す。
2. 産卵親イカは小群をつくって回游し、構造物に均一的に産卵せず集中的な産卵を行う。そして構造物への産卵は偶発的な要素が強くみられ、場所的な選択は余りないと考えられるが産卵面の選択的な利用がなされており、水平板下面、天井下面が極めて有効な産卵部位であると判断された。またある程度の量の卵のうが産出されている魚礁を回避し、全く産卵されていない場所を選定しているような産卵生理行動がうかがわれる。
3. ヤリイカは浅海域ばかりでなく、水深60～80mの砂泥質の海域においても構造物を設置することにより十分に産卵場を造成できる。天然の場合においても水深80m以深の天然礁、構造物、岩、礫などが産卵場として利用されていると考えられる。
4. ヤリイカの産卵場を造成する場合は、来游経路を十分に把握するとともに、産卵効果の面からみて水深60～70m以浅の海域で、しかも底層付近の流動ができるだけ早い場所を選定するのが望ましい。
5. 魚礁に産着されたヤリイカ卵のうをみると、田植え方式的に1房ずつ個々に産みつけられたものと、塊状に集団でうみつけられたものの2通りの状態が観察された。
6. 卵のう塊は卵のう16～50本（平均27本）で構成されている。卵のう長は6～24cmと範囲が広いが12～16cmのものが最も多い。1本の卵のう内の含有卵数は30～170ヶで大きなバラツキがみられるが100ヶ前後が多い。卵のうの長さとお卵数との間には物理的に一定の関係はなく、産みつける時の親イカの生理状態や周囲の環境によって大きく変動するであろうと考えられた。
7. 1卵のう塊を1尾の親の産出卵のう数としてみると、1尾の親の産出卵数は約1700～5500ヶ（平均3000ヶ）と推定される。
8. 1～3月の水温13～16℃台において産卵が認められ、水温の下降に伴って産卵量が増加する傾向にあり、産着卵のう数のピークから産卵盛期は13～14℃と判断される。
9. 産卵魚礁の形状は半開放型又は開放型がよい。水平板の間隔は50cm以上とした方がよい。材質は錆がでやすいものを除けば産卵効果に優劣はないが、芝魚礁の例からみて産卵面が出来るだけ粗であるものを使用した方がよい。高さは産卵群の来游量が少い場合に1例だけ0.5m

のものが1mのものより良いという結果が得られたが、来游量が大きくなると両者間の優劣はないと判断された。従って魚礁の高さが1m以下のものでは産卵面積特に天井や水平板の面積が出来るだけ大きい構造物を選定した方が産卵効果が期待できると考えられる。

なお、1m以上の高さにした場合の産卵効果については、潜水観察によって海底から10m位の岩棚にも産卵が認められたということ以外には知見がなく、現在のところはっきりしない。

10. 1立方体の半開放型の魚礁に水平板を1段つけたものとつけないもの、 $1m^3$ と $0.125m^3$ の容積の異なるもの、付着物(サンカクフジツボ, ウズマキゴカイ棲管)の有無などの要因間では産卵効果に差がみられない。

参 考 文 献

- 1) 浜部基次(1965); 日本海スルメイカの発生と生態に関する研究.
- 2) 西川藤吉(1868); ヤリイカの発生・動雑10(115). 156~162
- 3) 諫早隆夫・高橋武司(1934); 北水試事業旬報(258. 257)
- 4) 浜部基次(1960); 日水研年報(6). 150. 153. 154