

## 神奈川県域ヶ島沖における魚卵・仔魚の 垂直分布について

中田 尚宏・今井 千文

Vertical distribution of eggs and larvae, in the coastal sea region, off Jogashima, Pref. Kanagawa.

Naohiro NAKATA\*・Chifumi IMAI\*\*

### は し が き

浮魚資源の再生産を、角卵・仔魚を中心に考えると、これらの輸送とその生残りがその後の資源量に大きく関与する。本県沿岸域は多くの浮游魚卵・稚仔魚が出現し、その発生及び発育の場として、重要であることは中田ら(1979, 1980)の報告で、明らかである。また、相模湾奥の沿岸域ではシラス漁が行われており、そのシラスは沖合から輸送されてくるシラスと地元生まれのシラスがあると考えられている(亀山, 1972)。

海域で産出され、発育する魚類の発生初期のものにとって、その垂直分布は離合集散や餌生物との出会いのため重要であり、マイワシ(伊東, 1961)、マサバ(渡部, 1970)など、多くの研究がある。また、近年では田中(1976)によって、卵稚仔の発育と生長にともなう垂直移動の変化に関する模式図が示され、一般的な垂直分布のパターンが明らかにされた。

筆者らも沿岸域での卵稚仔輸送構造を知るために、魚卵・仔魚の垂直分布を調べ、イワシ類を中心とした魚卵・仔魚の分布層と発育に伴う垂直移動などが確認されたので報告する。

### 調 査 方 法

1980年4月から9月まで、毎月1回、図1に示す地点で、MTDネット(口径0.56m, 網地NGG54, 側長1.9m)による層別採集を実施した。定点ではネット採集の前に、

DBTによる水温測定とナンゼン採水器で各層採水を行い、塩分を測定した。

採集層は表面(水面下0.5~1m), 10m, 20m, 30m, 50mの5層で、曳網時間は5個のネットの装着終了から15分間とした。曳網はワイヤー傾角を45度を保つため、曳網速度に差が生ずるので、各ネットには濾水計あるいは曳航深度距離計を装備し、濾水量及び曳網層の確認をした。曳網層はほぼ計画水深付近であるが、最下層のネットは下の鍾の影響で、数m深くなっていた。

採集点は4月と5月がst. 1~3, 6月~9月はst. 1~4で実施した。

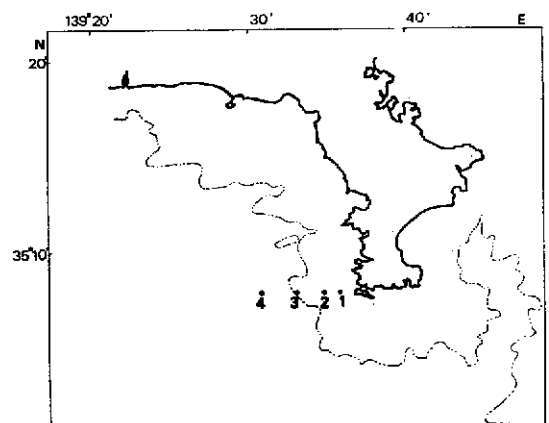


図1 調査地点図(定点は城ヶ島燈台真西0.8, 1.5, 3, 5マイルである)

また、1980年7月17日にはカタクチイワシの産卵時刻と産卵層の確認のため、st. 2で19時から23時まで、1時間ごとのMTDネットの曳網を実施した。曳網層は表面10m、20m、30m、40m、50mの6層である。

採集した標本は10%ホルマリン溶液で固定し、後日に魚卵・仔魚を選別し、魚卵の発生段階別の計数と仔魚の全長を測定した。なお魚卵の発生段階は次の区分によった。

表1 魚卵の発生段階区分

	楕円卵	真円卵
前期 (A-Stage)	産出から、胚膜が卵黄の1/2を占めるまで。	産出から、胚口消失まで。
中期 (B-Stage)	前期の終りから、胚口消失し、尾芽の先端が卵黄を離れるまで。	前期の終りから、尾芽の先端が卵黄を離れるまで。
後期 (C-Stage)	中期の終りから、ふ化まで。	中期の終りから、ふ化まで。

結果及び考察

1. 海況

1980年4～9月の水温を図2に示した。4月は上下の水温差が少なく、鉛直混合が盛んであるが、5月から成層が発達する。7月は15m以浅に等温層があり、20m付近に水温躍層が形成されていた。また、9月は10～30mに24台の高温水があり、10m以浅の24以下の水温との逆転が見られた。

一方、6～9月の塩分は表面及び沿岸に近づくにつれて、低塩分であり、水温のような逆転はなかった。4～5月について、同じ海域で行われた月例観測の塩分を見ると6月以降と同じ傾向を示していた。

2. 魚卵・仔魚の垂直分布

カタクチイワシ

本種の卵は全般的に表面に近いほど多い(図3)。4月23日の分布は上下に拡がっており、st. 1では表面～10m層に多いが、30m層にも山がある。st. 2は20～30m、st. 3は30mにそれぞれ山が見られ、st. 3では30粒/m<sup>3</sup>以上であった。5月23日は4月のときよりも表面近くに多く、st. 2～3では10m層に山が見られた。6月23日、7

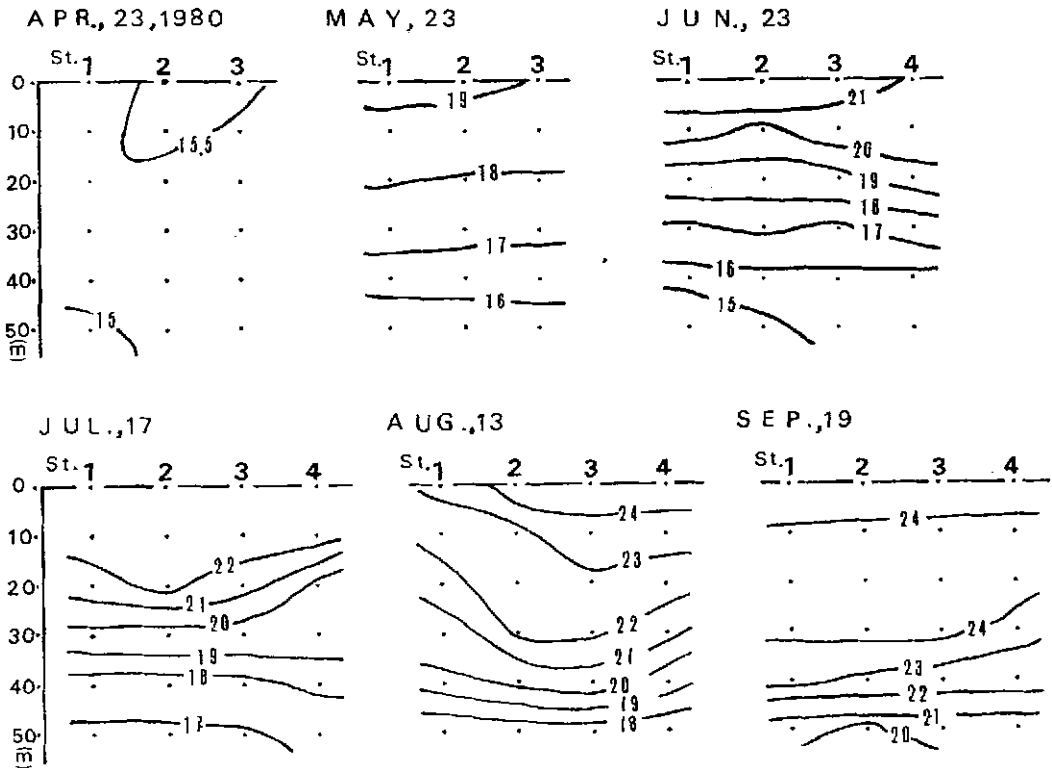


図2 1980年4～9月の水温断面図( )

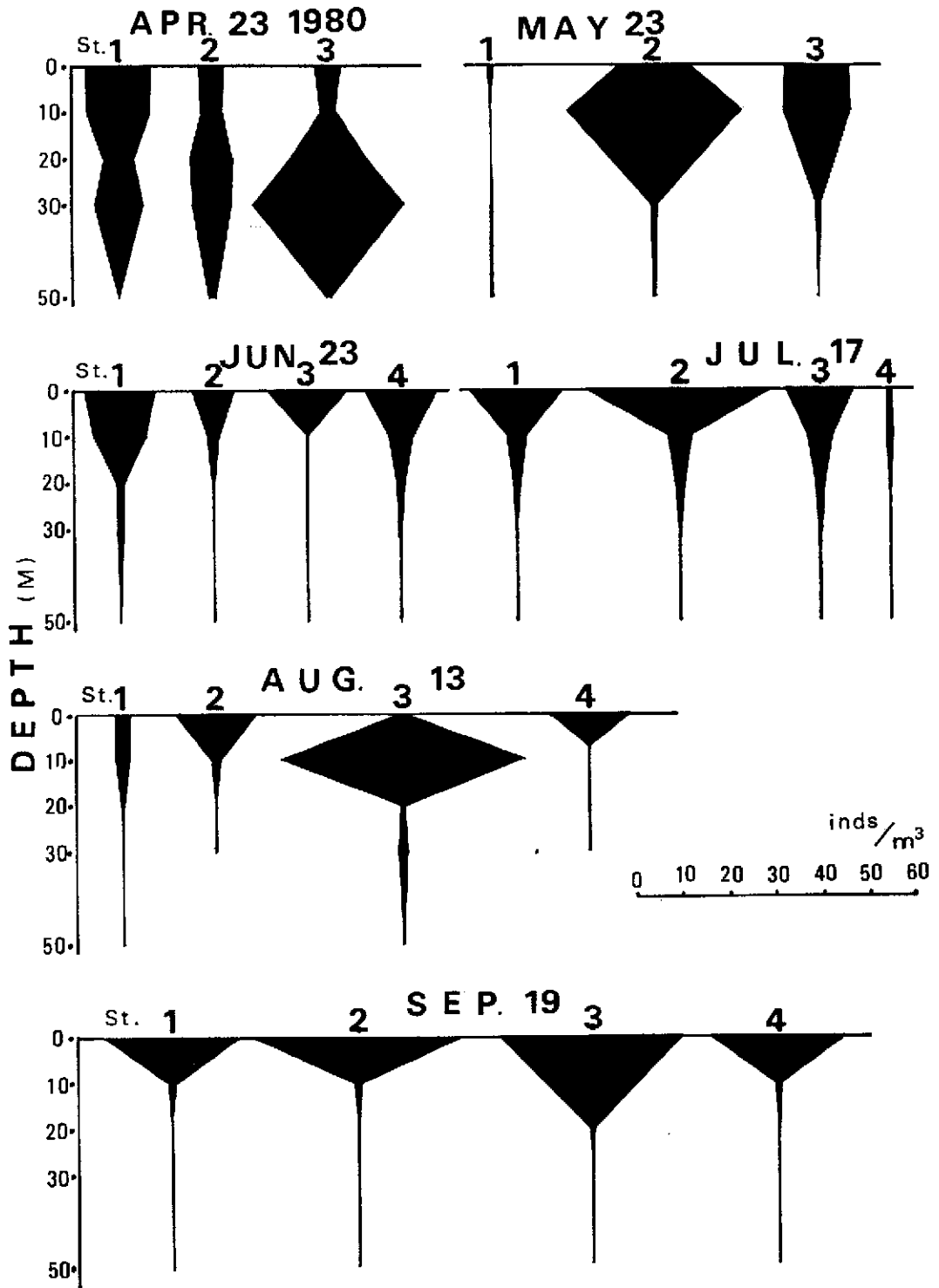


図3 カタクチイワシ卵の垂直分布 (1980年4月)

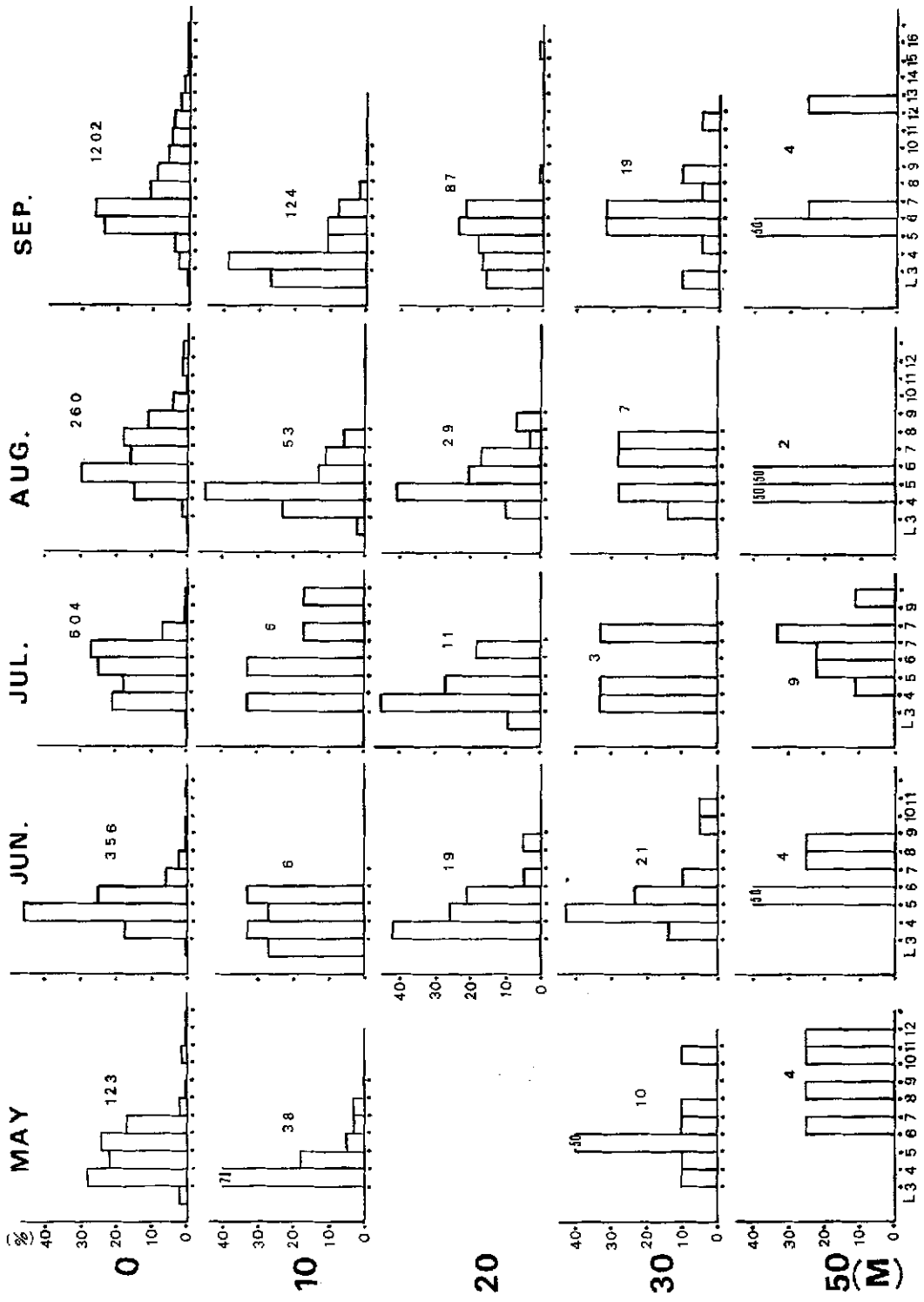


図4 カタクチイワシ仔魚の層別採集量と体長組成(1980年4~9月, 数字は採集尾数を示す。縦軸-%, 横軸-mm, L-前期仔魚)

月17日, 8月13日, 9月19日は一部を除いて, 表面に多く, 10m以深では急激に減少した。ただし, 6月のst. 1-10m, 8月のst. 3-10mと9月のst. 3-10mのそれぞれの層では多く, 8月のst. 3の10m層では50粒/m<sup>3</sup>以上で, 本報告中最大であった。魚卵の分布層は発生段階とも関連するので, 後で詳しく述べるが, 海況との関係では等温層の拡がったところに, カタクチイワシ卵の高密度分布が見られた。

仔魚は図4の採集数から見ると, 各月とも表面で最も多く出現した。4月は4~12mmの後期仔魚が7尾と採集数が少なく, 垂直分布は判らない。5~9月は表面に最も多く分布し, 下層ほど分布密度が低い。6月と7月には20mあるいは30m層で, 採集量の増加が見られるが, 表面の採集量に比べて非常に少ない。また, 10~20m層にふ化直後の前期仔魚や後期仔魚の最小サイズである3mm台のものが比較的多く出現した。

マイワシ

マイワシ卵は4月に77粒採集され, 10m層に多く, 20m層がこれに次いで多かった。この卵は大半が発生前期であり, 後期のもも若干混じっていた。一方, 仔魚は4~5月に表面で多く採集された(付図)

ウルメイワシ

ウルメイワシ卵が採集されたのは7月の29粒で, 10m層から約80%が集中して採集された。仔魚は14尾の採集で, 20~30m層に前期仔魚, 50m層に10mm前後の後期仔魚が比較的多かった。

コノシロ

コノシロ卵は4~5月のst. 1~2で採集され, 4月は表面~10m, 5月は30~50mで多かった。仔魚は大部分が表面で採集され, 10m層以下の深さでは非常に少なかった。

キュウリエソ・タチウオ

この2種は魚卵のみ採集され, 仔魚は採集されなかった。

キュウリエソ卵は4月-275粒, 5月-1,750粒, 6月-145粒, 7月-88粒, 8月-11粒, 9月-1粒と半年にわたって採集され, 5月に山が見られた。垂直分布は10~30m層に発生前期卵, 30~50m層に中期あるいは後期卵が多く, 卵発生が進むにつれて, 下層に多く出現する。西村(1959)はキュウリエソ卵が発生が進むと次第に沈降することを述べており, 本報告と一致する。

タチウオ卵は9月に, 20m-8粒, 30m-41粒, 50m-4粒の後期卵が採集され, 30m層を中心に出現した。

マサバ・マアジ・キス・サイウオ・異体類

これらの種類は仔魚のみ同定した。魚卵は沿岸域では

類似卵が多いので除いた。

マサバは全部で133尾採集され, 4月に4~5mmの後期仔魚が多かった。垂直分布は20m層に50%以上の仔魚が出現し, 表面~10m層がこれに次いで多く, 30~50m層では少ない。

マアジは20~30mを中心に, 2~4mmの後期仔魚が多く, 表面と50m層では少ない。

Ida(1972)はマサバ, マアジは1日に2回の垂直移動があり, 日中と夜間はやや沈むと述べており, 本報告のマサバ, マアジの仔魚が日中に20m付近に多いのとは一致する。

キスは7~8月に54尾採集され, ほとんどが表面で出現し, 10m, 20m, 30m層でも若干出現した。

異体類は5月まではヒラメ, 6月からはウシノシタが多いが垂直分布では同じ傾向を示すので, まとめて述べる。これらの仔魚は全部で50尾採集されたが表面では全く出現しない。出現は10m層-54%, 20m層-20%, 30m層-20%, 50m層-6%と10m層をピークに, 10~20m層に分布の中心が見られた。

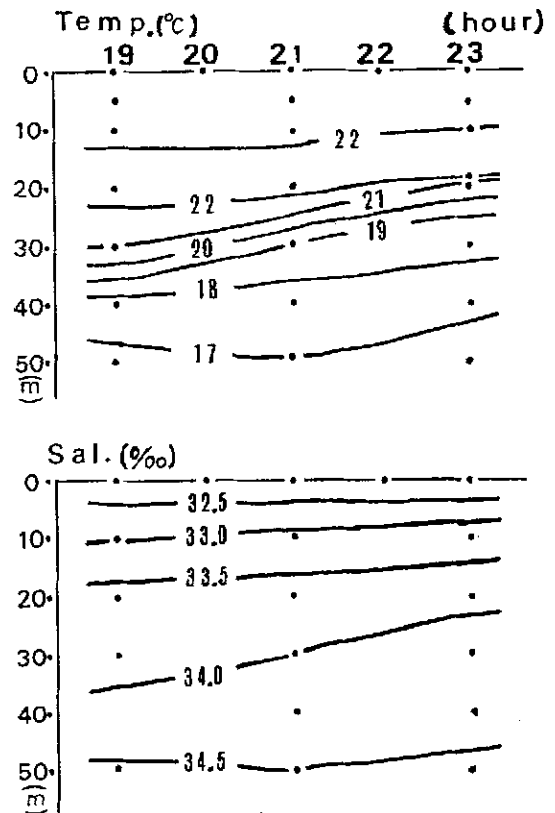


図5 水温( ), 塩分(‰)の時間変化 (1980年7月17日, st. 2)

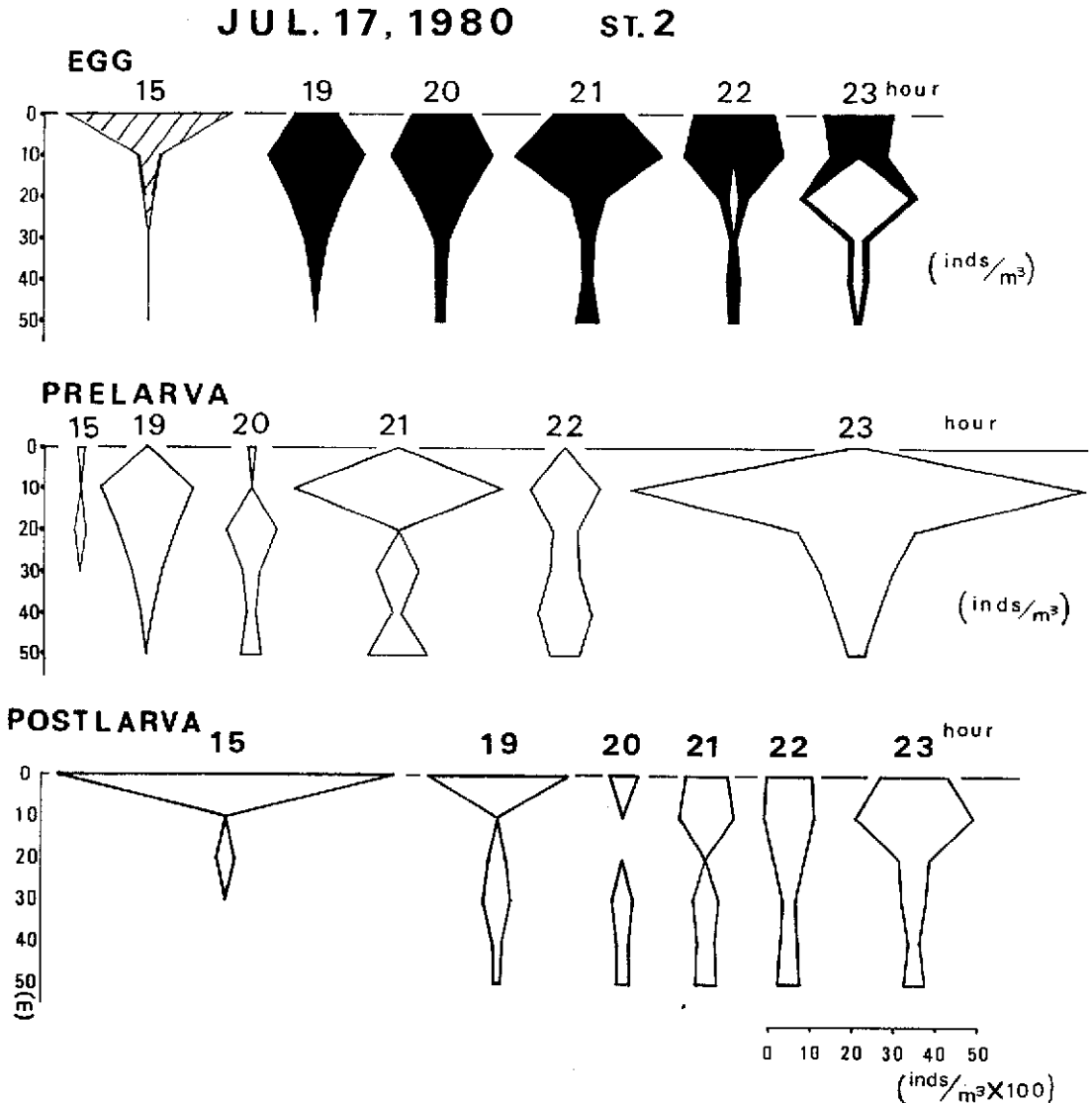


図6 カタクチイワシ卵，前期仔魚，後期仔魚の垂直分布変化（1980年7月17日，st. 2，魚卵は前期 - 白，中期 - 斜線，後期 - 黒を示す）

サイウオは8月に1尾，9月に16尾が採集された。仔魚は10～50m層で出現し，30m層で47%が採集された。本種はスズキの胃内容物に見られるので，キュウリエソと同じく，餌生物として調査しておく必要があろう。

### 3. カタクチイワシの産卵とふ化

1980年7月17日にst. 2で，19時から23時まで，連続採集を実施した。この結果は図5・6に示した。海況は19時から23時までで，20～40m層での水温，塩分に変化が見られ，躍層が次第に浅くなっていた。カタクチイワシ卵の垂直分布では15時に表面に多かった中期卵が日没

後の19時には10m層の後期卵に変わっていた。この10m層に後期卵の多い傾向は22時まで続いたが，23時には10m層で減少した。また，22時の20m層で，産卵直後の未分割から4分割の前期卵が出現し，1時間後の23時には表面を除く各層で採集され，量的には20m層に集中していた。

一方，同時に採集された前期仔魚（2mm台のもの）の垂直分布を見ると，20時以外は10m層に山があり，量的変化はあるものの19時から23時にかけて増加していた。

このカタクチイワシ卵と仔魚の経時変化から判断すると，当海域の7月における産卵時刻は22時以降，産卵層

は20m付近、ふ化層は10m付近にあったと考えられる。産卵層とふ化層に10mの差が見られ、20m付近にいる産卵親魚に10m付近にいるふ化仔魚が食べられないので、合理的である。三谷ら(1969)は胃内容物からカタクチイワシがその仔魚を食べている事例が少ないと報告しており、産卵層とふ化層との水深が違う可能性を示すものと考えられる。

#### 4. 発育に伴う垂直分布の変化

##### カタクチイワシ

カタクチイワシ卵の垂直分布状況を見ると、4～5月は10～30m層に発生前期卵が多く、6月は表面～10m層に後期卵が多い。7月以降は表面に中期卵が集中していた。

また、7月17日のst. 2での時間変化によると、15時に中期卵が表面に集中していたが、19時には後期卵となって、10m層にピークが現われた。そして、22時から発生前期卵(未分割～4分割)が20m層に出現し、23時には急増した。これに対して、10m層に多かった後期卵が23時には減少した。

これらのカタクチイワシ卵の垂直分布を発生段階と合わせると、カタクチイワシ卵は20m層を中心に産卵され、受精-分割-胚体形成と発生が進むにつれて浮上し、中期卵は表面に浮游する。さらに発生が進み、胚体が完了するころには比重を増し、徐々に沈降して、後期卵は10mを中心に分布する。

なお、産卵されてからふ化までに要する時間を畔田(1970)の式から、産卵時刻を22時として、各月の水温から求め、採集時刻を入れると図7ようになる。各月のカタクチイワシ卵の垂直分布と図7から想定される発生段階とはほぼ一致する。ところが7月17日の15時に中期卵、19時には後期卵となり、23時には減少することと15時には数尾しか採集されなかった前期仔魚が19時から次第に増加し、23時には10m層で、非常に濃密な群となったことから、22前後の水温では一昼夜でふ化するものと考えられる。

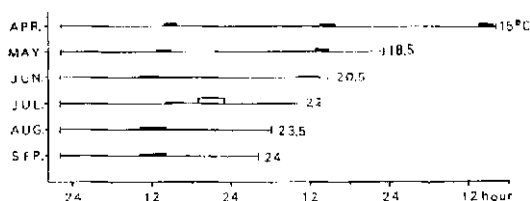


図7 カタクチイワシ卵のふ化に要する時間と採集時刻(産卵時刻を22時と仮定し、畔田(1970)の式を用いて、各月の水温から計算した)

次に、ふ化仔魚は前述のとおり、10m層を中心に出現する。小山(1978)によると仔アユは照度が強すぎると死亡率が高くなると述べており、このことは海の魚にもあてはまり、ふ化仔魚が照度による消耗を受けない深さで発生することに意義があるものと考えられる。このふ化仔魚は時間の経過とともに、卵黄を吸収し、沈降力が浮力にかわり、ゆっくり浮上して、表面で餌をとるようになる。

後期仔魚は餌をとり生長するが、MTDネットで効率的に採集される全長6mm以下の仔魚は夜間にやや沈む(図6)。三谷(1978)は稚魚ネットの表面水平曳きの反復調査から、全長5mm以下の後期仔魚は早朝(05<sup>00</sup>～08<sup>00</sup>)より日中(11<sup>00</sup>～14<sup>00</sup>)の方が表面に多く出現することを報告している。この夜間に沈む現象と日中表面で多くなる現象を合せて考えると後期仔魚の初期のものは昼間に表面で活発な摂餌行動をするが夜間には視覚が不十分のため摂餌行動がにぶり、やや沈むのではないかと推定される。しかし、仔魚の垂直分布は海水の交替や採集層の間隔によっても見かけ上変わるだろうし、後述する後期仔魚の大型のものと同じ垂直移動をする可能性も残されている。

後期仔魚の大型のもの(シラス)は夜間に浮上し、昼間に沈降する垂直移動をIida(1972)、三谷(1978)が報告しているので、前述した事と合せて、カタクチイワシの発育にともなう垂直分布パターンを田中(1976)にならって模式化すると図8のとおりである。

##### マイワシ

マイワシの前期卵は10～30m層に多く、後期卵は表面～10m層に多い。一方、仔魚は20m層に前期仔魚、表面と50m層に後期仔魚が多い。これらから判断すると城ヶ島沖のマイワシは10～30m層付近で産卵し、カタクチイワシよりもやや深く、上下の幅も広い。マイワシ卵は西村(1960)の報告にあるように、次第に浮上して、中期卵及び後期卵は表面～10m層に多く分布する。さらに発生が進み、ふ化近くの後期卵は沈降して、20m層付近でふ化するものと推察される。そして、ふ化仔魚は対流により上下に拡散されるが卵黄の吸収にともない浮上して表面に分布するようになる。マイワシ卵・仔魚の垂直分布は伊東(1961)、小西(1980)が詳しく報告しており、採集量の少ない本研究の結果もそれらに一致する。このように、マイワシの発育にともなう垂直分布パターンはカタクチイワシと同様であるが、産卵層及びふ化層は10mくらい深く、上下の拡がりも大きいのは産卵時期の環境の違いによる影響であろう。

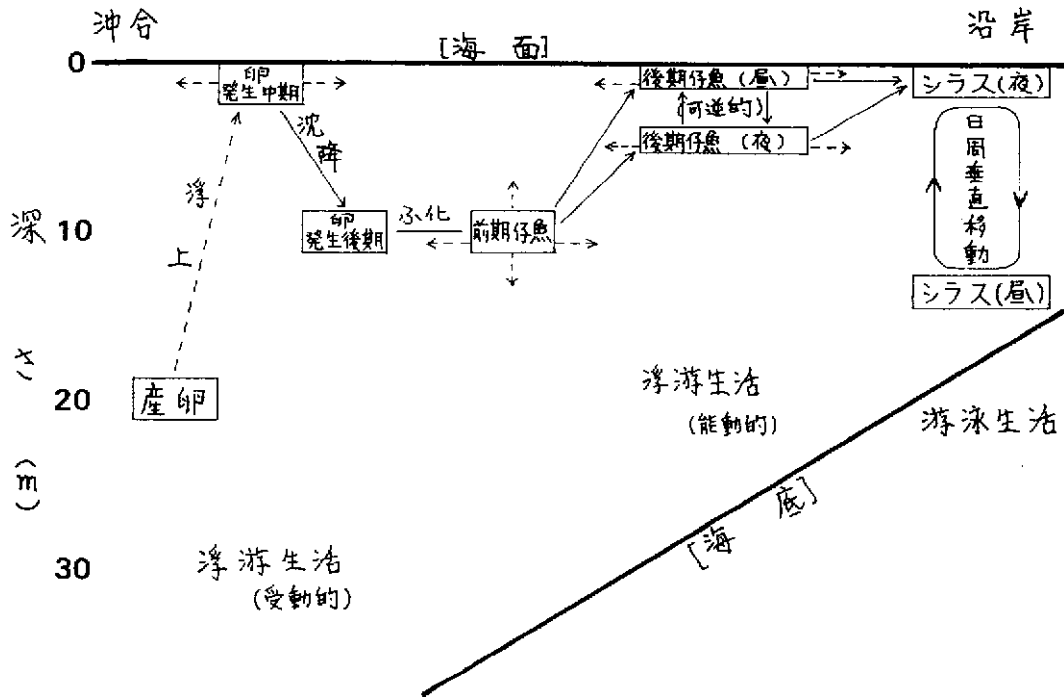


図8 カタクチイワシの発育に伴う垂直移動の模式図

#### コノシロ

コノシロ卵はst. 1の30m層に前期卵が多いので、極沿岸の海底近くで産卵されるのであろう。また、後期卵は沖側の表面～10m層に多いので、産卵された卵は浮上、拡散しながら沖へ運ばれ、表面付近でふ化し、仔魚は表面に分布する。本種はカタクチイワシやマイワシのように、浮上・沈降の現象は見られず、漸次浮上するパターンであるが、データを増やして再確認することが必要であろう。

#### ウルメイワシ

本種の卵は10m層に多く、表面にもやや出現した。仔魚は20～30m層に前期仔魚が多く、50m層に後期仔魚が多く出現した。ウルメイワシは卵・ふ化仔魚・後期仔魚と次第に深くなっており、発育にともない沈降していくものと考えられ、小西(1980)の報告と一致する。

MTDネットによる表面から50m深までの水平採集を実施し、代表的な魚類の卵・仔魚の垂直分布には産卵・ふ化の時期に表面と係わりを持って発育する種類と表面には浮上せず、やや下で発育する種類があり、数種の垂直分布を明らかにした。これらの多くは個々の研究により、既に明らかにされたものが多い。また、発育段階にとも

なう垂直移動も田中(1976)の一般的模式図を越えるものではない。しかし、目的とした魚卵・仔魚の分布構造は明らかになり、カタクチイワシの産卵からシラスに育つまでの垂直移動が明らかになった。このように、発育にともなって垂直移動する魚卵や仔魚を確実に採集することが再生産研究にとって重要であり、時空間的に追跡することにより、資源量の推定もより正確なものとなるであろう。

次に、本報告は夏を中心とした6ヶ月間であり、沿岸域のローカル種はあまり含まれていない。この点では本県にとって重要なローカル種を対象としたこのような研究が必要であり、魚類に限らず、甲殻類や軟体類等にも求められてくると思慮する。さらに冬季を中心として再生産するローカル種で、スズキ・カレイ類・ヒラメ・アイナメ・メバル・カサゴなど漁業生産として重要な魚種の資源研究のため、発育初期の垂直分布構造を明らかにしておく必要がある。

#### 要 約

1980年4～9月に、神奈川県城ヶ島沖で、MTDネットの水平各層採集を実施し、イワシ類を中心とした卵・仔魚の垂直分布を明らかにした。

1. カタクチイワシの産卵は20m層を中心に、22時ご



ろに急激に行われる。産出された卵は徐々に浮上して、発生中期卵は表面に分布し、胚体が完成し、ふ化近くなると10m層まで沈降してふ化する。

2. カタクチイワシのふ化仔魚は卵黄の吸収にとめない、表面に浮上して、6mm位までは表面付近に浮遊しているが夜間にはやや沈降する現象が見られた。

3. マイワシは10~30m層付近で産卵し、20m層付近でふ化する。卵発生に伴う垂直分布はカタクチイワシと同じであるが、産卵・ふ化の水深は約10m深い。

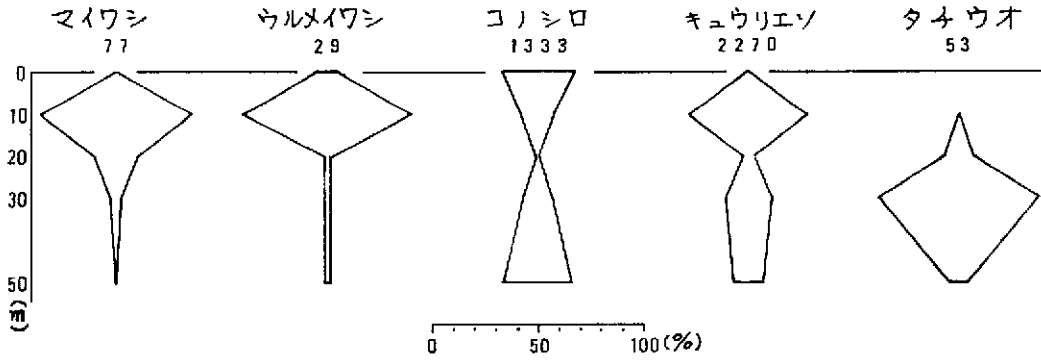
4. コノシロ、ウルメイワシでは上下の両方への変化はなく、コノシロは卵から仔魚へと浮上し、ウルメイワシは卵から仔魚へと沈降する傾向を示した。

5. 魚卵にはある時期表面に浮上するイワシ類(ウルメイワシを除く)と表面にはあまり浮上しないタチウオ、キュウリエソなどの2つのタイプがある。また、仔魚にもカタクチイワシ、マイワシ、コノシロ、キスのように後期仔魚の初期に表面に浮上するものとサイウオ、異体類のように表面にはほとんど分布しないものがある。

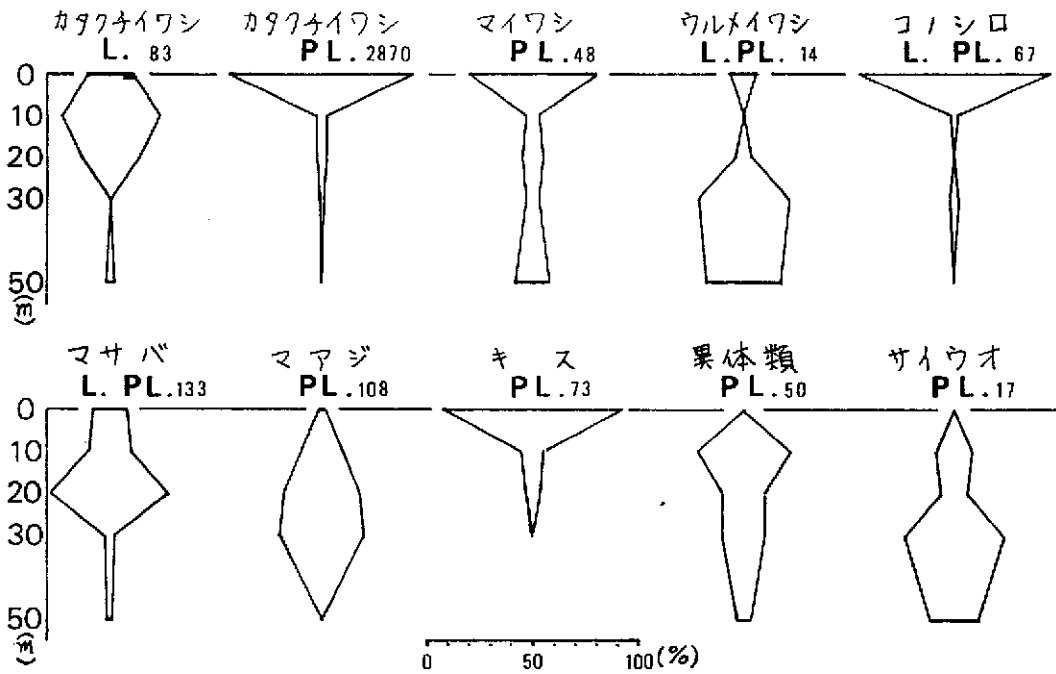
#### 引用文献

- 畔田正格・木村重人(1970):カタクチイワシの産卵時刻と孵化時刻. 日本生態学会第17回大会講演要旨集, 57.
- Ida H. (1972): Some Ecological Aspects of Larval Fishes in Waters off Central Japan. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 38(9), 981~994.
- 伊東祐方(1961): 日本近海におけるマイワシの漁業生物学的研究. 日水研報, 9, 1~227.
- 亀山 勝(1972): 相模湾のシラス, 神水試資料No.199, 1~16.
- 小西芳信(1980): マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布について, 南西水研報, 12, 93~103.
- 小山長雄(1978): アユの生態, 中央公論社, 1~176.
- 三谷文夫・本城康至・木立 孝(1969): 本州太平洋系群カタクチイワシの食性について. 黒潮海域沿岸部の生物生産並びに物質循環に関する研究. 75~76.
- 三谷 勇(1978): 神奈川のカタクチイワシ. 神水試資料No.259. 1~61.
- 西村三郎(1959): 1955年春季能登半島近海におけるキュウリエソの産卵ならびに卵・仔魚の生態. 日水研年報 5. 61~75.
- 西村三郎(1960): マイワシ発生初期卵群の海中における行動. 日海誌. 16(1), 25~35.
- 中田尚宏(1979): 神奈川県沿岸海域に出現する魚卵・稚仔魚について. 神水試相模湾資源環境調査報告書-(環境部門)117~128.
- 中田尚宏・三谷 勇(1980): 神奈川県金田湾における魚卵・稚仔魚の出現と分布について, 神水試研報 1. 81~89.
- 田中 克(1976): 卵・稚仔の離合集散に関する生態学的考察. 水産海洋研究会報 28. 79~89.
- 渡部泰輔(1970): マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東海水研報. 62. 1~283.

## EGG



## LARVA



付図 各種魚卵，仔魚の垂直分布(%)  
 (図中のLは前期仔魚は後期仔魚を示し，数字は総採集体数を示す)