

漂流ブイ調査によって推定した瀬戸内海伊予灘における  
カタクチイワシ仔魚の微細分布と移動

福田 雅明・花村 幸生

**Small Scale Distribution and Transport of the Japanese Anchovy,  
*Engraulis japonica*, Larvae determined from a Free-Drifting  
Buoy Survey in Iyo-Nada, Seto Inland Sea**

Masaaki Fukuda and Yukio Hanamura

The small scale distribution and transport of the Japanese anchovy (*Engraulis japonica*) larvae was studied in Iyo-Nada, Seto Inland Sea, by tracking a free-drifting buoy attached with a radar reflector over a 48 hour period and the surface abundance of anchovy larvae monitored using a fish pump. The free-drifting buoy was released onto the surface water at midnight on 7 July 1993 and it moved counter-clockwise being transported westward along the edge of a cold water mass formed at the center of the research area. The traveling distance of the buoy over the 48 hour period totaled about 50 km. The anchovy larvae were collected by 5 minutes pumpings at 12 positions at 6 hour intervals on a crossline which was established in relation to the position of the free-drifting buoy. The total number of larvae caught in the daytime was larger in number than at night throughout the two days. The mean standard length of larvae tended to decrease during the first 24 hours but then increased in the later 24 hours. The continuous samplings on the crosslines revealed that the abundance of larval anchovy in the daytime were higher than at night, and noticeably high aggregations were encountered at two or more stations in the daytime, in contrast consistently low densities at all sampling points were found during the night series. This possibly resulted from the daytime aggregation and the night-time dispersion rather than any vertical migration.

**Key words:** *Engraulis japonica*, larvae, free-drifting buoy, distribution, Seto Inland Sea

瀬戸内海におけるカタクチイワシは仔稚魚はシラスとして、さらに成魚はイリコとして利用され、産業上最も重要な魚種の一つである。しかし、近年は本種の資源量が減少する傾向にあり(永井 1991)、漁業者の間に資源動向に関する関心が高く、卵仔魚からシラスにいたるまでの生残率の推定や資源動向の正確な予測が期待されている。魚類発育初期の生残率を推定するために、産卵

場や生育場に分布する仔魚の成長に伴う個体数の変化を検討し、生残曲線を求める試みがなされてきたが(Sette 1943, Farris 1961, Blaxter *et al.* 1988)、同一コホートの仔魚を確実に採集しているか、採集点の地理的範囲が分布域を反映しているか、など種々の問題から生残曲線による生残率推定は困難であることが指摘されている(Marr 1956, May 1974)。魚類仔魚は鰭条や筋肉がまだ未発達であることから遊泳能

力が弱く、遊泳能力を獲得するまでふ化した水塊に留まって浮遊生活を送ることが知られている。したがって、仔魚の分布する水塊を追跡して、その内部に生息する仔魚の個体密度の変化を知ることができれば正確な生残率の評価が可能となる。このような目的で仔魚の分布する水塊を追跡するために漂流ブイを投入し、同一水塊内に分布する仔魚の個体数変化や分布特性を検討する調査がなされ (Miller *et al.* 1963, Smith *et al.* 1978, Shelton and Huchings 1982, Henri *et al.* 1982, Fortier and Leggett 1985), その手法の有効性が指摘されている。

本調査は伊予灘に分布するカタクチイワシ仔魚の生残率を評価する調査の一環として、漂流

ブイを用いて仔魚の分布する水塊がどのように移動するか、また水塊内に分布する仔魚がどのような分布構造を持つか把握し、今後天然海域での生残率を評価するための基礎資料を得る目的で実施した。

## 材 料 と 方 法

調査はカタクチイワシの卵仔魚が例年多く出現する伊予灘の佐多岬先端付近からシラス漁場のある中予市沖の海域で行った (Fig. 1)。1993年7月3, 4, 5日に調査海域の海洋環境を把握するために水温、塩分濃度の観測を行い、7月7, 8日に漂流ブイを投入・追跡し、ブイを

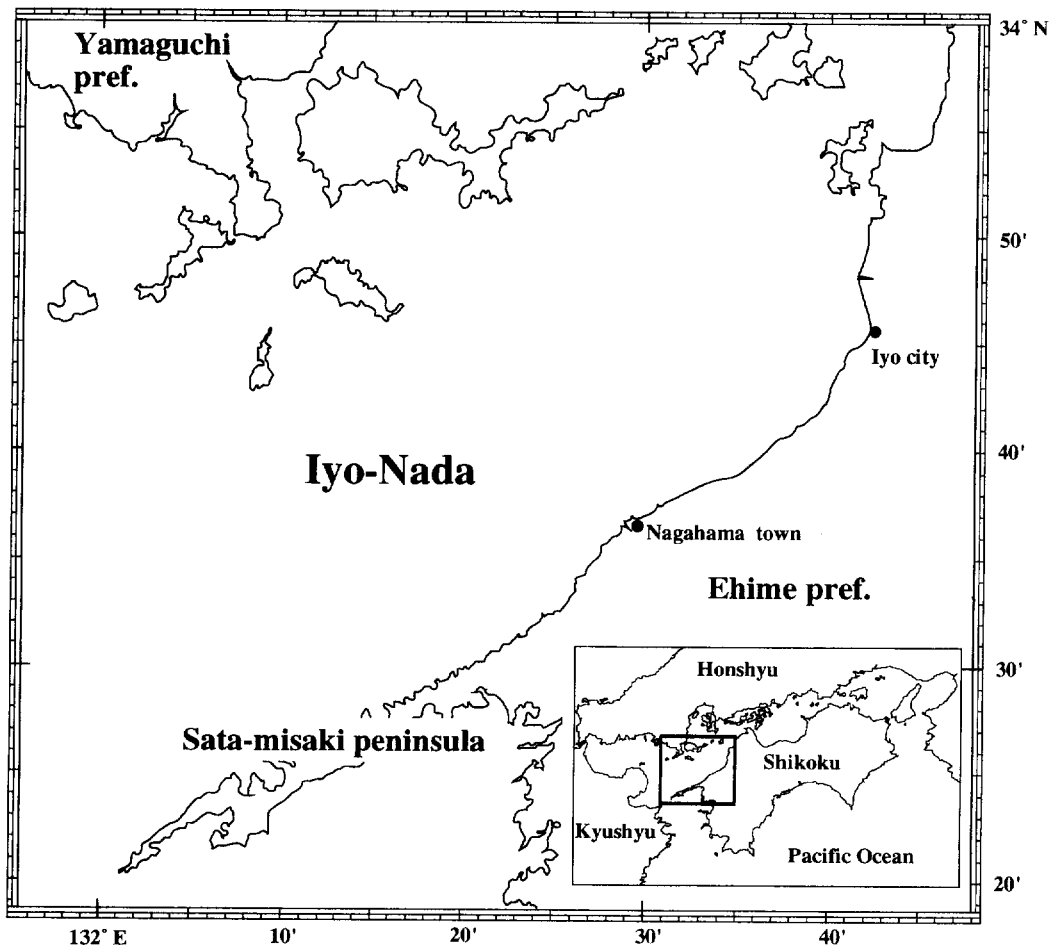


Fig. 1. Map of the study area. The free-drifting buoy was released at midnight on the 7 July 1993 and the Japanese anchovy larvae were collected at 6 hour intervals over two days after the release of the buoy.

中心とした6マイル四方内のカタクチイワシ仔魚の採集調査を行った。海洋観測の測点は調査海域をほぼ網羅するように20測点設定し、CTDによる水温と塩分濃度の観測を行った。漂流ブイは電波発信装置を内蔵しており、先端にレーダー反射板を取り付けて使用した。また、Fig. 2に示すように幅2m、高さ5mの抵抗板をブイに係留して風による漂流を防いだ。本調査海域は例年産卵場が形成され、産卵場の近傍には仔魚が分布していることから、魚群探知機で魚群の反応があった地点に漂流ブイを投入した。仔魚の採集はブイを投入後、それを中心に緯・経度線に沿って設定した測線上を、4ノットで3マイルずつ航走しながら行った。採集器具は口径50cm、側長5m、目合い0.5mmのネットを用いた (Fig. 3)。このネットを調査船

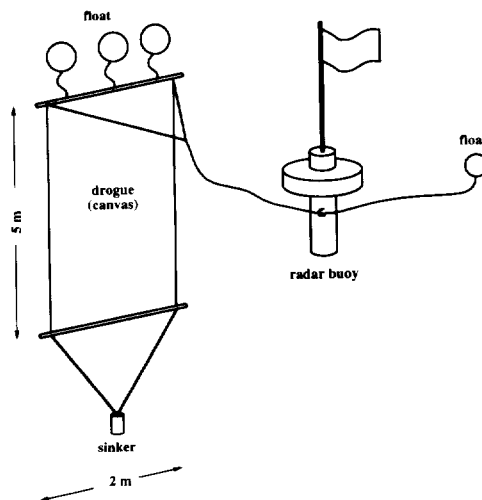


Fig. 2. Schematic drawing of the free-drifting buoy system used in this study.

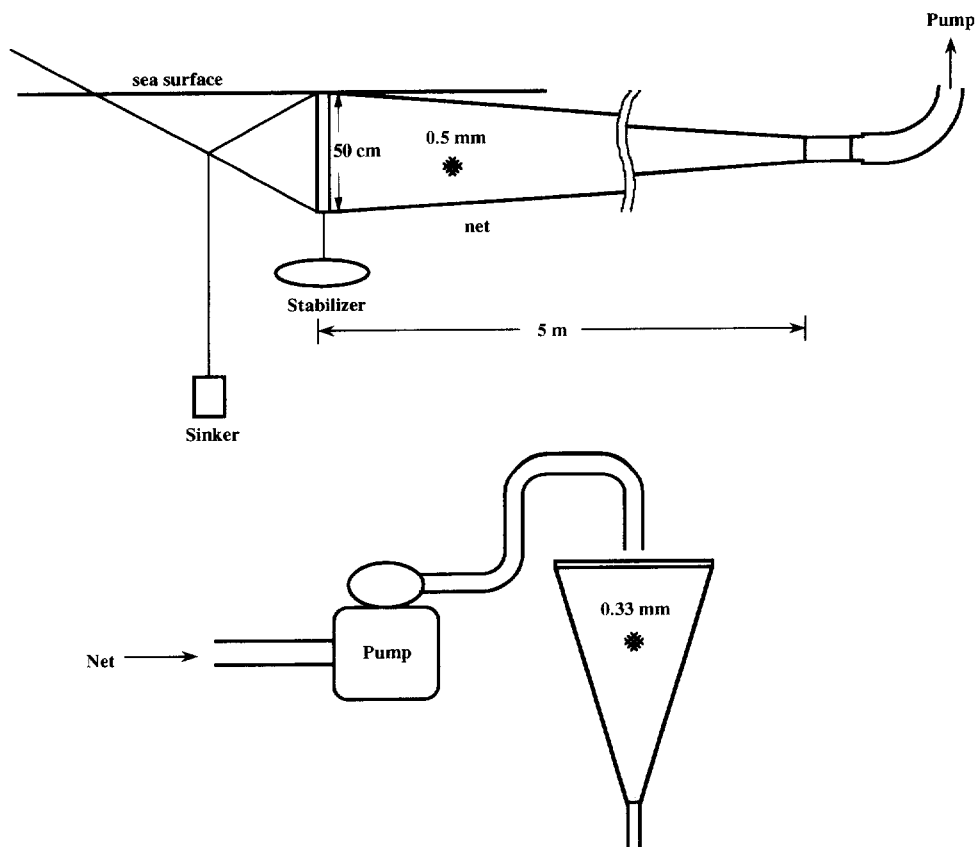


Fig. 3. A schematic diagram of the sampling apparatus. Surface water was continuously pumped up through the cod end of the net and the anchovy larvae were sieved for five to ten minutes intervals.

の右舷水面直下に固定し、後甲板に設置したポンプとネットのコッドエンドをホースで連結して、航走しながらコッドエンド部から汲み上げた海水を目合い 0.33 mm のネットで濾過して仔魚を採集した。

仔魚採集の手順として、ブイ投入後真西に航走し、5 分間採集、10 分間待機を繰り返し、ブイから 3 マイル地点に達した後にブイの真北 3 マイルの地点に移動した。この地点から南へ航走しながら再び 5 分間採集、10 分間待機を繰り返し、北の点から 6 マイル（ブイから 3 マイル）の地点まで採集した後、ブイから真東 3 マイルの地点へ移動して西に向かって再び同様の

採集を行った。このようにブイを中心とした十字型の航走による仔魚の採集を 1 クールとし、それぞれのクールを 6 時間間隔で行った。各測線での採集は 3 回となり、東西南北 4 測線で計 12 回の採集を行った。したがって、2 昼夜で計 8 クール、合計 95 の仔魚試料が得られた（1 回は事故によって欠損）。採集された仔魚は直ちに 10% の海水ホルマリンで固定した。標本は実験室に持ち帰った後に、カタクチワシ仔魚と他の魚類仔魚に分類した。そのうちカタクチワシ仔魚については標準体長（吻端～尾骨末端：以下体長）を 1 試料 100 個体を上限として計測した。

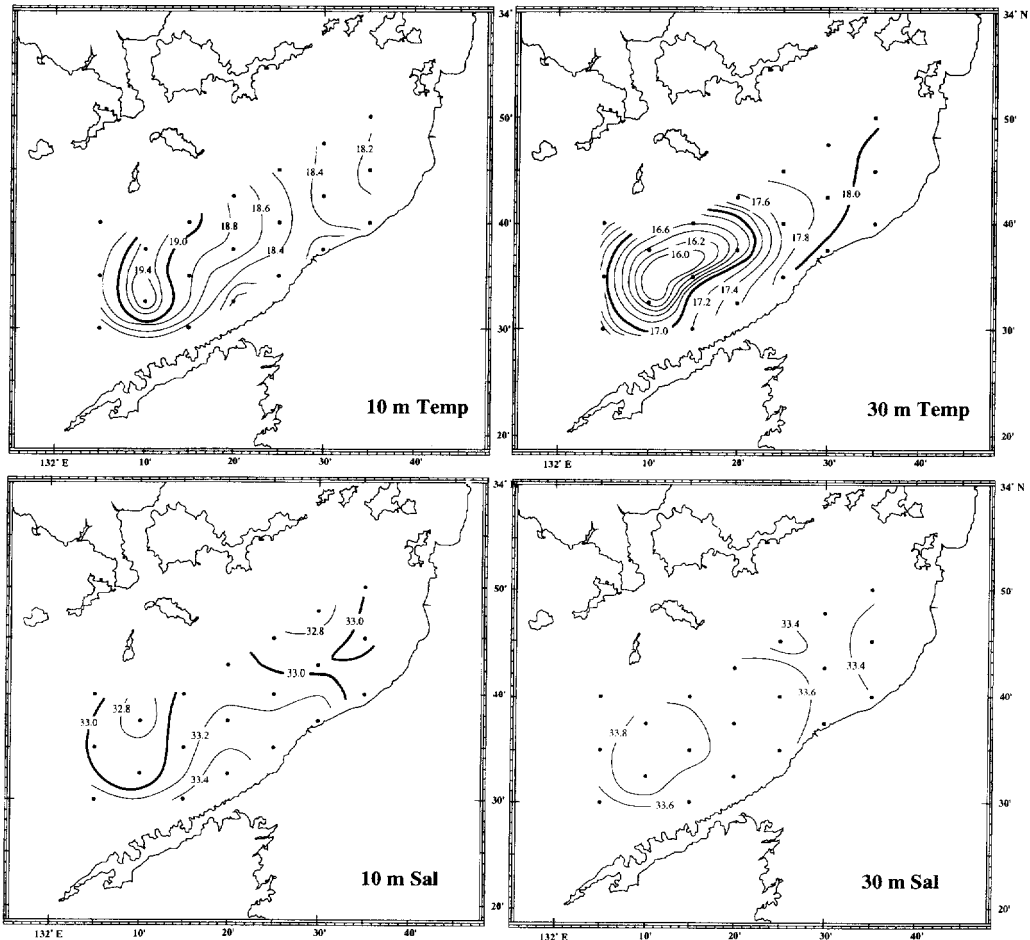


Fig. 4. Horizontal profiles of the temperature and salinity at 10 m and 30 m in the study areas 2 and 3, July 1993.

## 結 果

### 調査海域の海洋環境

調査海域における水深 10 m, 30 m 層の水温および塩分濃度の水平分布を Fig. 4 に示した。10 m 層の水温分布をみると、調査海域の西側に佐多岬半島沖の北方から南向きに舌状に張り出した暖水が認められ、東側に向かって水温の低くなる傾向がみられた。一方、30 m 層では水深 10 m で舌状に張り出した暖水域の直下に、16°C の中心水温を持つ等水温線の込み合った冷水の塊が存在し、これが東西に長い楕円形に広がっていた。10 m 層の塩分濃度分布は暖水の張り出し域に低塩分水の北からの貫入を示しており、また佐多岬から愛媛県沿岸部に沿って

西から東に向かう高塩分水の広がりがみられた。一方、佐多岬半島北側の 30 m 層にある冷水は中心域で最も塩分濃度が高く 33.8 であった。

### 漂流ブイの移動

漂流ブイの投入位置は北緯33度37.5分、東経132度21.3分で佐多岬半島の付け根付近から約 6 マイル沖合いの地点であった (Fig. 5)。投入された漂流ブイは約 24 時間の間、愛媛県沿岸に沿うように、潮汐によって平均 0.9 km/h の速度で南西から東南方向に往復運動をしていた。しかし、7 月 8 日の午前 0 時頃から漂流ブイは進路を南西方向から西寄りに変えて移動し始め、その後は潮汐によって北方向と西方向に往復運動をとるようになり、しだいに西方へ流れた。この間、北方向の移動速度は平均 0.6 km/h で西方向の移動速度は平均 1.5 km/h であった。

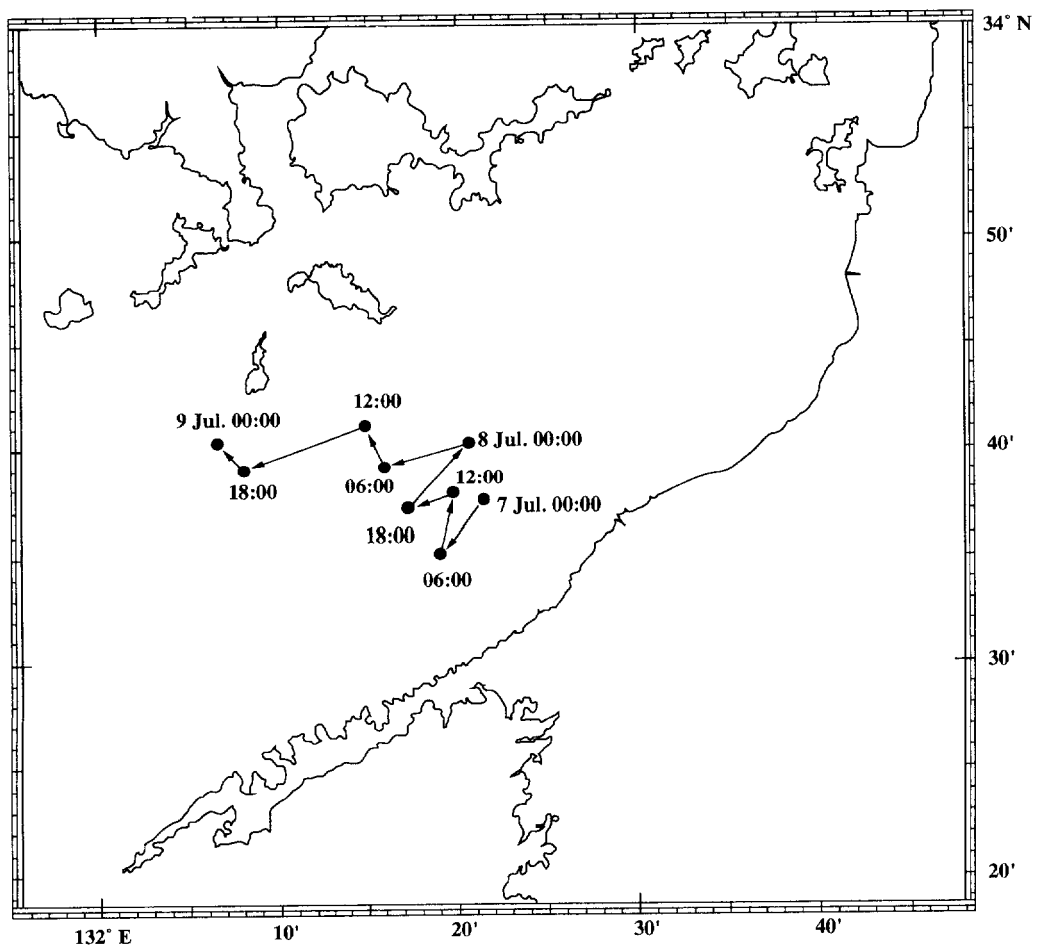


Fig. 5. The track of the free-drifting buoy.

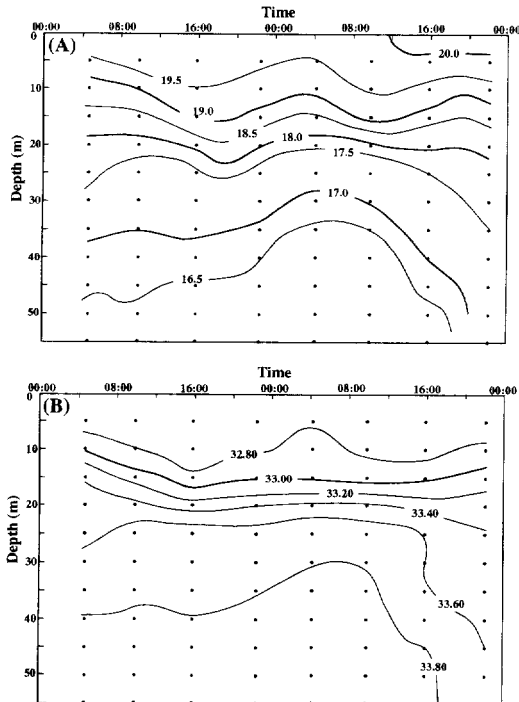


Fig. 6. Variations with time of the vertical distribution of temperature (A) and salinity (B) of the water mass tracked by the free-drifting buoy.

7月7日午前0時から7月9日午前0時までの総移動距離は48.5 km, 平均移動速度は1.0 km/hであった。

漂流ブイ投入後6時間毎のブイ直下における水温と塩分濃度の鉛直断面図をFig. 6に示した。水温、塩分濃度ともに7月8日16時頃まではほとんど変化しなかった。しかし、7月8日16時以降は表層および30 m以深で水温の上昇が、また30 m以深で塩分濃度の低下が認められた。但し、水深5 mから20 m層にかけては7月7日のそれと比べても水温と塩分濃度はほとんど変化せず、漂流ブイは調査期間を通じてほぼ同一の水塊内に存在したものと推測した。

#### 仔魚の採集量と体長

調査全体を通じて採集されたカタクチイワシ仔魚は10,040個体で、体長範囲は4.9~27.0 mmであった。各クール毎に採集された仔魚の個体数と平均体長をFig. 7に示した。採集個体数は7月7日の午前6時から9時38分までが

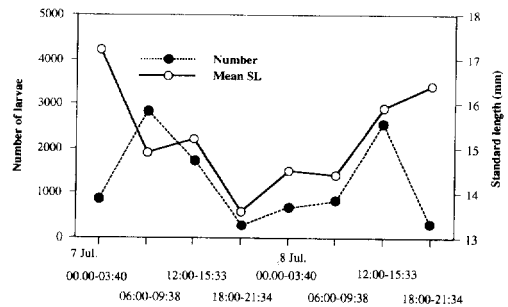


Fig. 7. Variations in the mean standard length and abundance of the Japanese anchovy larvae with time. The larvae taken at every 6 hour intervals were combined.

2,836個体で最も多く、7月8日の午後0時から3時33分までの2,547個体がこれに次いで多かった。調査期間を通じて深夜あるいは夜間における採集数が少なくなる傾向がみられ、特に午後6時からの採集は両日ともに300個体程度と他の時間帯に比べて明らかに少なかった。7月7日においては、採集個体の平均体長は時間とともに減少する傾向を示し、午後6時から9時34分までに採集された個体の平均体長は13.6 mmと最小となり、翌8日の午前0時以降は再び平均体長が増加した。

各クール毎の体長組成から(Fig. 8)、最大平均体長を示した7月7日午前0時から3時40分ではモードが体長19 mmにあり平均体長より大きかったが、採集物中に小型個体の出現もみられ、体長範囲の広いことが特徴となっていた。つづいて午前6時からと午後0時からのクールでは体長組成は類似し、両者ともモードは15 mmにあった。7月7日の夜間のクールでは、採集個体数が少なく不明瞭ではあるが、体長11 mmと15~16 mmにモードを持つ2峰型の体長組成が認められた。7月8日になると再び単峰型の体長組成となり、深夜から午前中にかけてのクールではモードが14 mm付近にあった。7月8日の午後になると体長約16 mmにモードのある釣り鐘状の体長組成となり、同日午前中と比べて組成が異なる傾向がみられた。7月8日の夜間ではやはり体長16 mm付近にモードが存在したが大型個体の出現がみられ、同日午後と比べて体長範囲は広がっていた。

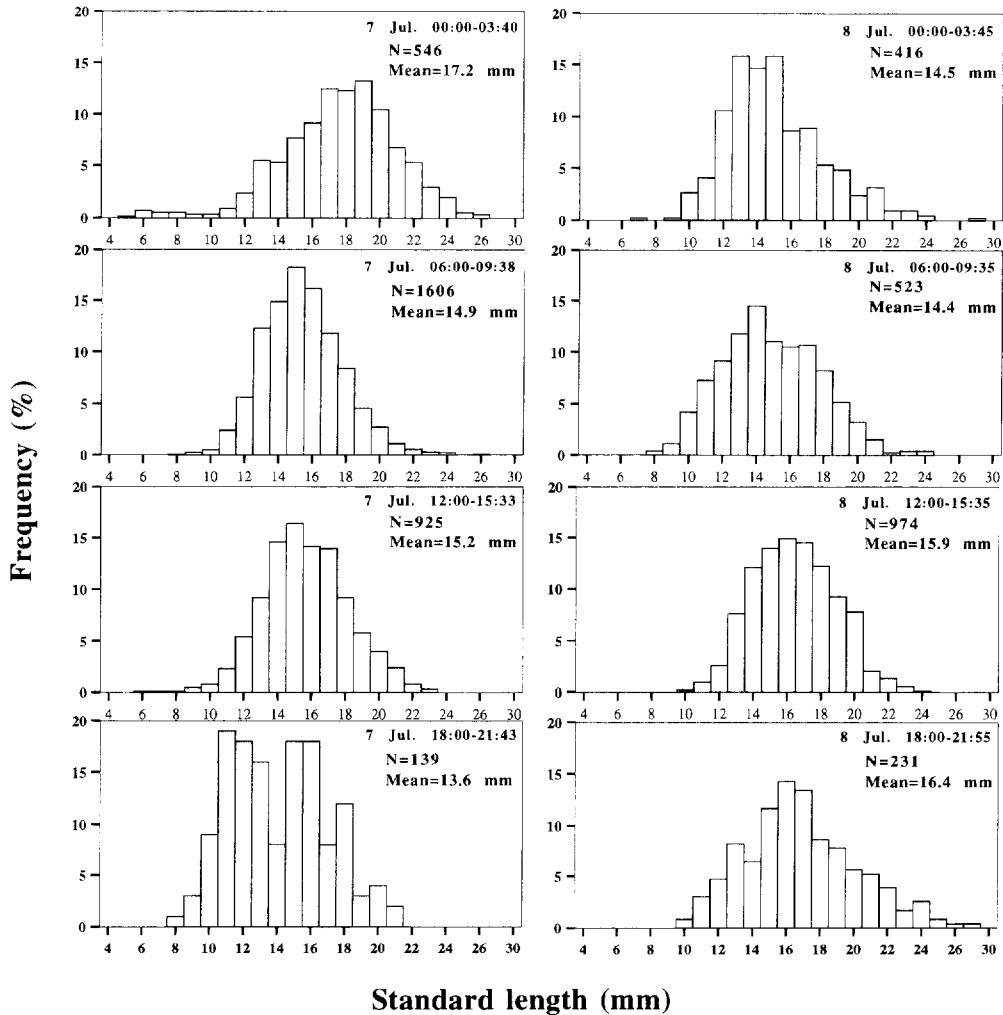


Fig. 8. Length-frequency distributions of Japanese anchovy larvae. The larvae taken at every 6 hour interval were combined.

仔魚の微細分布構造

Fig. 9 に各クール毎の航跡図を示した。ブイが経時的に水塊と共に移動したため地図上では正確な十字形とはならなかったが、採集ラインは常にブイを中心としてその都度設定され、極端なブイからの離脱もみられなかった。このことと漂流ブイ直下の水温、塩分は調査を通じてほぼ同じ値を示したことから、ブイは同一水塊に乗って移動したと考えられる。そこでブイを中心とした十字型の測線が相対的にほぼ維持されたものと仮定して、各採集点で得られた仔魚の分布を検討した (Fig. 10)。

7月7日の深夜～早朝 (午前0時から4時)

にかけてはブイ近傍と西測線の西端および北測線の北端の採集点で5分間あたり109～243個体の採集があったが、他の点では5～70個体と少なかった。しかし、同日午前中になると全体に採集数が増加し、ブイ近傍の南北測線上では連続して5分間あたり500個体以上の仔魚が採集された。また、このクールでは東西測線上でも採集数が多くなり、東端の点では380個体に達した。7日の午後になると東西方向測線上の採集数が多く、ブイの東側採集点で600個体と当日中で最高の採集数があったものの、南北方向の測線上では全点で採集数が減少し、明瞭なピークがみられなくなった。夕方から夜間にか

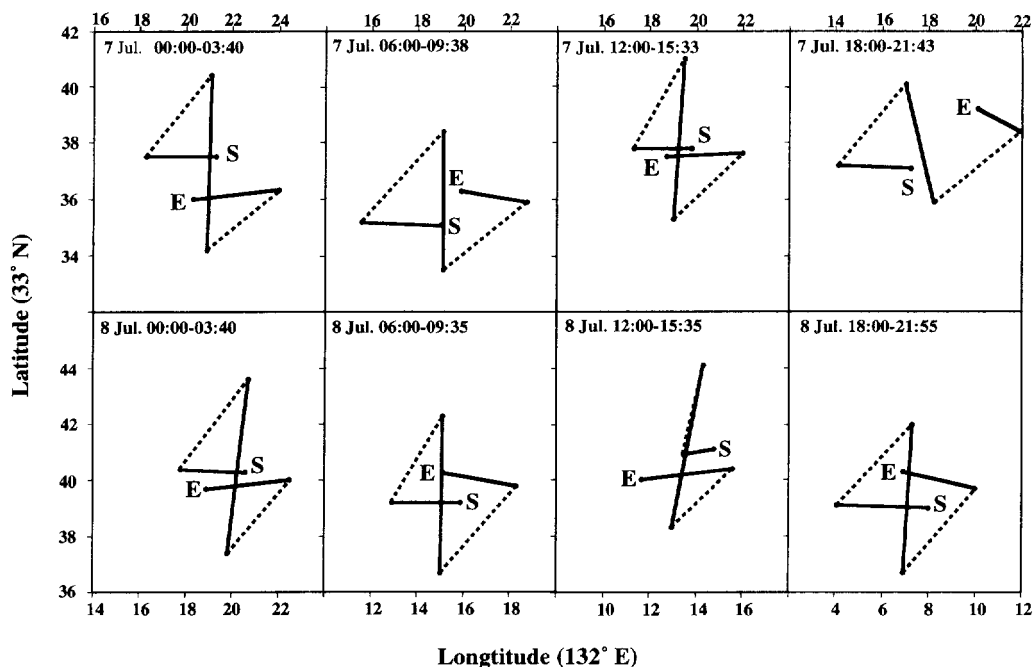


Fig. 9. Actual survey tracks. Collections of anchovy larvae were not made on the dashed lines. S, start; E, end.

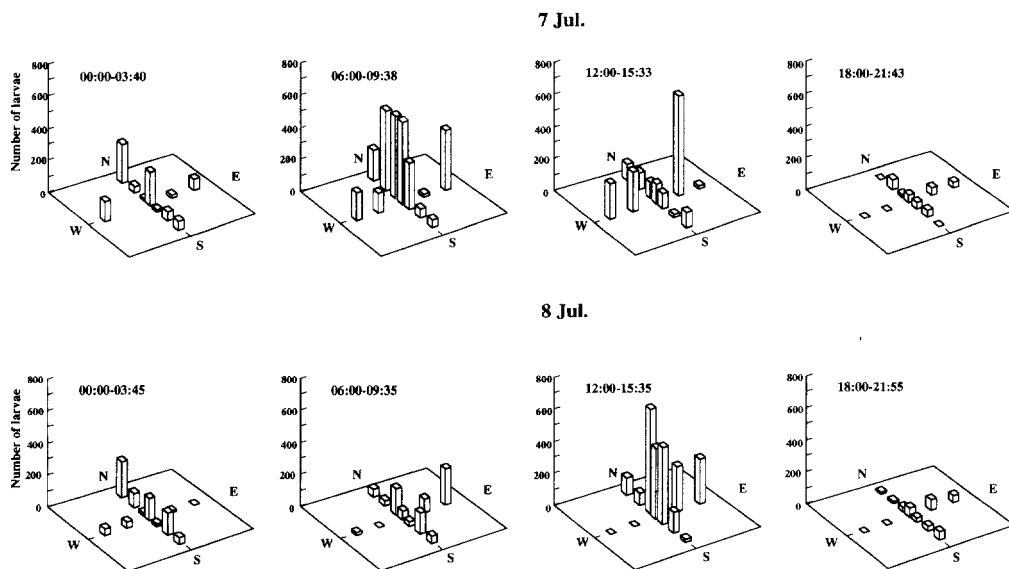


Fig. 10. Abundance of the Japanese anchovy larvae at each sampling positions.

けては全点で採集数が極めて少なくなった。7月8日の早朝になると南北測線上の3測点で5分間あたり130~228個体が採集され、7日の早朝と類似した分布がみられた。8日の午前中

(午前6時から10時)ではブイ近傍から東側にかけて採集数が多く125~233個体/5分間の範囲にあった。午後になるとブイを中心として東側の点で採集数が多くなり、ブイに隣り合った



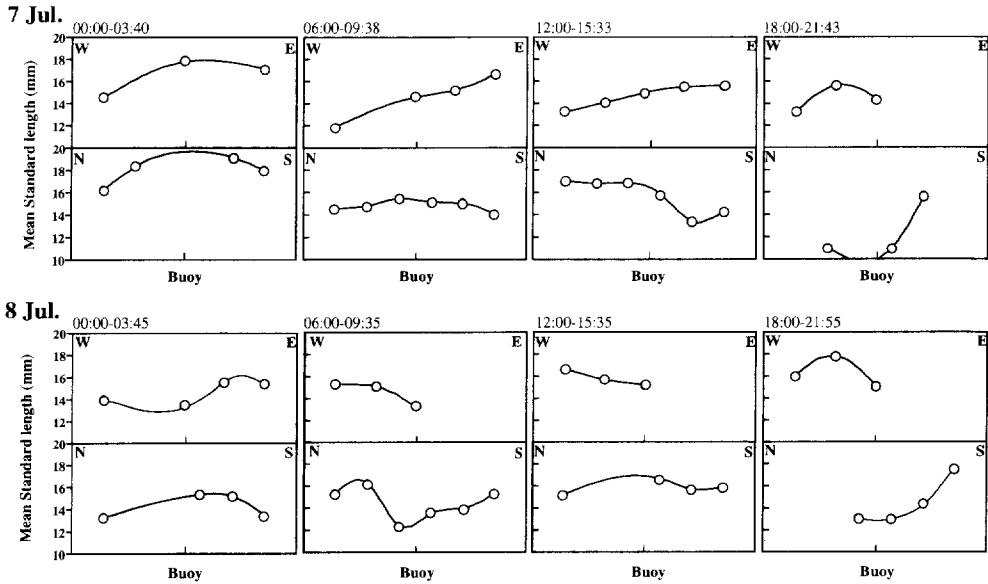


Fig. 11. Variations in the mean standard length of the Japanese anchovy larvae along the latitudinal and longitudinal lines. S, south; N, north; E, east; W, west.

北側の点では653個体が採集され、1採集点としては本調査を通じて最も多かった。8日の夜間になると再び採集数が激減し7日の夜間と類似した分布となった。

つぎに各クール内で採集された仔魚の測点別平均体長の変化を東西測線と南北測線に分けて検討した (Fig. 11)。なお、採集数が30個体以下の点については除外した。7月7日の早朝 (午前0時から4時) ではブイ付近の平均体長が最も大きく、縁辺に向かうほど小型個体が多くなっていった。7日で最も採集数の多かった午前中では東西測線では東側に向かうほど大型個体が多かったが、採集個体数の多い南北測線では平均体長に大きな差は認められなかった。同日午後になると東西測線では午前中と同様に東へ向かうほど平均体長が大きくなっていったが、南北測線ではブイより南側に小型個体が多く採集されるようになった。7日の夜間 (午後6時から10時) は採集個体数が少なく明瞭ではないがブイ付近に小型個体が多い傾向が窺われた。8日の深夜では東西測線では東側に大型個体が多く、南北測線では南側がやや平均体長の大きい個体が分布する傾向がみられた。午前中になると北側で平均体長が大きく、ブイ付近で一時的に

小型個体の出現がみられたが、再び南に向かって平均体長が増加していた。東西測線では西からブイに向かって平均体長が減少する傾向がみられた。8日で最も採集量の多い同日午後では東西測線、南北測線ともに平均体長はほぼ類似した値であった。8日の夜間になると7日同様にブイ付近に小型個体が多くなる傾向がみられ、分布パターンと同様に体長分布もやはり7日の夜間と類似していた。

## 考 察

30 m 層の水温分布図でみられたように、本調査時の伊予灘では佐多岬半島沖に明瞭な冷水性の水塊が認められた。また、10 m 層の水温分布図からは冷水性水塊の上層に北から南に向けた暖水の貫入があり、表層には南向きの流れのあることが推定された。柳ら (1992) は伊予灘で残差流の解析を行い、冬から夏にかけて愛媛県沿岸沿いに東流が存在し、長浜町に注ぐ肱川周辺で北流へと変化することを報告している。また、俵ら (1987) は夏期に外海水が底層を通過して伊予灘に流入することを示している。本調査の 10 m 層における塩分濃度の分布におい

でも、愛媛県沿岸沿いには外海起源と思われる塩分の高い水域が沿岸沿いに認められた。したがって、本海域の夏期には外海水を起源とする流れが沿岸域を東進し、長浜町付近から北向きに流れが変わることによって反時計回りの流れを生じさせる可能性が示唆される。本調査で漂流ブイを投入した地点は冷水性水塊の東南の縁辺部で、30 m 深の水温図では17.0°Cから17.4°C、10 m 深ではほぼ18°Cの水温帯であった。ブイ直下における各層の水温、塩分濃度は今回の調査を通じてほとんど変化しないことや10 m 層および30 m 層のブイ直下における水温が冷水性水塊の縁辺部の水温とほぼ同じであったことから、ブイは複数の水塊に互って移動していったとは考えにくく、同一水塊内に留まって冷水性水塊の縁辺部を反時計回りに北西方向に流されていったものと考えられる。

このような観点から、採集されたカタクチイワシ仔魚は同一水塊内に分布するコホートと考えられる。したがって、一定の期間内の体長の増加は成長率を示し、個体密度の変化は死亡率を示すことになる。本調査における6時間毎の平均体長は1日目は減少して7月7日の夜間に最小値を示し、その後は増加していた。2日目の平均体長の増加も体長組成から判断して成長によってもたらされたとは考えにくく、むしろ水塊内での仔魚サイズの多様性を反映したものと判断される。また、調査した両日とも日中に採集数のピークがあり、夜間と日中では採集数に一桁以上の差があることなどから生残率の評価ができるデータとはならなかった。昼夜で採集数に差の認められた原因の一つとして仔魚の採集が表層に限られたことがあげられる。したがって、生残率や成長率を評価するためには鉛直分布を考慮に入れた採集方法を用いる必要があらう。

多くのニシン目魚類と同様にカタクチイワシ類も仔魚期から日周鉛直移動を行うことが知られており (Blaxter and Hunter 1982)、通常夜間は表層を含めた上層に上浮し、日中は中層に分布すると考えられている。したがって、ネットからの逃避行動のない夜間に大型の個体が採集され、採集量も多いことが知られている。し

かし、本調査では日中における仔魚の採集数は夜間より顕著に多く、7月7日の夜間では平均体長が13.6 mm で最小となったこと等、夜間採集された試料中に必ずしも大型個体が卓越することはなかった。カタクチイワシ類仔魚の日周移動に関する報告は多いが、日本産カタクチイワシ (*Engraulis japonica*) では Ida (1972) が相模湾と遠州灘で調査を行い、本種は夜間表層に出現し、日中は中層に分布する典型的な魚種と位置付けている。近縁種の北米産カタクチイワシ (*Engraulis mordax*) でも同様な報告が多い (Hunter and Sanchez 1976, Brewer and Kleppel 1986)。一方、日本産カタクチイワシの若狭湾における調査では体長6 mm 以上の個体では本調査結果と同様に日中表層で分布量が多く、夜間は少なくなることが報告されている (桑原・鈴木 1984)。Wood (1971) は大西洋ニシン (*Clupea harengus*) で日中の方が夜間より表層に多く分布しているのを見出し、また日中でも曇りの日は晴天の日より表層の分布量が多いことから、天候や餌料分布などの環境によって日周移動に変化の生じる可能性を指摘している。本調査の行われた1993年7月は例年になく降雨量が多く、調査実施時も曇天の日が続いた。このことが今回夜間に表層で分布量が少なく、日中に多い現象の一因であった可能性が示唆される。

北米産カタクチイワシではふ化直後の仔魚は温度躍層上部に分布するが成長に伴って日周移動を開始し (Brewer and Kleppel 1986)、ふ化後20日前後の体長10 mm ぐらいからパッチを形成する (Hewitt 1981) ことが報告されている。日本産カタクチイワシでも同様な生態的特性を持つとすれば、本調査で採集されたカタクチイワシは体長14~15 mm なので、ある程度の成群性が推察される。そこで次に成群性について考察を行ってみる。本調査では東西方向において3マイルずつ、南北線においては6マイルの距離を10分間隔で5分間の連続採集を行った。その結果、7月7日あるいは8日の早朝 (午前0時から4時) や8日の午前中 (午前6時から10時) のようにクール毎の採集量が少ない場合、隣り合う採集点でも採集量に差がみられた。こ

のことは、仔魚がパッチを形成していたとしても、パッチの大きさが連続する採集点にまたがらないことを示唆している。一方、採集量の多かった7月7日の午前中（午前6時から10時）や8日午後（午後0時から4時）のクールでは連続する数点でほぼ同量の採集があったり、1測点を中心になだらかに採集量の変化する傾向がみられた。このことは測線上に沿って数点に互る規模のパッチが存在する可能性を示し、日中は夜間より成群性の高いことを示唆している。この理由として2つのことが考えられる。それは(1)「夜間も日中と同様の成群性を持つが、夜間は日周移動によって深部に移動し、見かけ上成群性が減少する」と(2)「夜間はパッチを形成せずに分散しており、日中は表層でパッチを形成していた」という2つである。魚谷(1973)、Hunter and Sanchez(1976)はカタクチイワシ仔魚が夜間鰾に空気を充満させるため表層に浮上してエネルギーの消費量を減少させ、水中広く分散する習性のあることを指摘している。こうした生態的特性を考慮すれば、今回の観測結果からカタクチイワシ仔魚は日中表層でパッチを形成するが夜間は各層に広く分散し、そのため日中と夜間でパッチの規模が異なると考える方が妥当であろう。

以上のことから、本調査時におけるカタクチイワシ仔魚は日中に成群し、夜間は水中広く分散するような分布様式をとり、日中成群した仔魚は何らかの環境要因によって極表層に分布しながら、伊予灘の中央部で反時計回りの海水の流れとともに西方向に移動していたと考えられる。

## 謝 辞

本研究を行うにあたって有益なご助言を賜った中央水産研究所林小八水産研究官に衷心より感謝申し上げます。また、本原稿を御校閲いただいた南西海区水産研究所正木康昭資源管理部長ならびに内海浮魚資源研究室永井達樹室長に心から感謝の意を表す。さらに、標本の採集にあたって多大な御協力をいただいた調査船しらふじ丸の土谷貞徳船長をはじめ乗組員の皆様にお

礼申し上げます。

## 文 献

- Blaxter, J. H. S., and J. R. Hunter, 1982: The biology of clupeoid fishes. *Adv. mar. Biol.*, **20**, 1-223.
- Brewer, G. D., and G. S. Kleppel, 1986: Diel vertical distribution of fish larvae and their prey in nearshore waters of southern California. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **27**, 217-226.
- Farris, D. A. 1961: Abundance and distribution of eggs and larvae and survival of larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*). *Fish. Bull. U.S.*, **61**, 247-279.
- Fortier, L., and W. C. Leggett, 1985: A drift study of larval fish survival. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **25**, 245-257.
- Henri, M., J. J. Dodson, and H. Powles, 1985: Spatial configurations of young herring (*Clupea harengus harengus*) larvae in the St. Lawrence estuary: importance of biological and physical factors. *Can. J. Fish. aquat. Sci.*, **42** (Suppl. 1), 91-104.
- Hewitt, R., 1981: The value of pattern in the distribution of young fish. *Papp. P.-v. Rèn. Cons. int. Explor. Mer*, **178**, 229-236.
- Hunter, H. R., and C. Sanchez, 1976: Diel changes in swim bladder inflation of the larvae of the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull. U.S.*, **74**, 847-855.
- Ida, H., 1972: Some ecological aspects of larval fishes in waters off central Japan. *Bull. Jap. Soc. sci. Fish.*, **38**, 981-994.
- 桑原昭彦・鈴木重喜, 1984: 若狭湾西部海域におけるカタクチイワシ卵・稚仔魚の鉛直分布の昼夜変化. *日本誌*, **50**, 1285-1292.
- Marr, J. C., 1956: The 'critical period' in the early life history of marine fishes. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **21**, 160-170.
- May, R. C., 1974: Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In: "The early life history of fish" (ed. by J. H. S. Blaxter), Springer-Verlag, New York, 3-19.
- Miller, D., J. B. J. Colton, and R. P. Marak, 1963: A study of the vertical distribution of larval haddock. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **28**, 37-49.
- 永井達樹, 1991: 瀬戸内海におけるカタクチイワシの漁獲量と資源の動向. *南西水研報*, **24**, 1-26.

- Sette, O. E., 1943: Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. *Fish. Bull. U.S.*, **50**, 149-237.
- Shelton, P. A., and L. Hutchings, 1982: Transport of anchovy, *Engraulis capensis* Gilchrist, eggs and early larvae by a frontal jet current. *J. Conc. int. Explor. Mer.*, **40**, 185-198.
- Smith, W. G., J. D. Sibunka, and A. Wells, 1978: Diel movements of larval yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*, determined from discrete depth sampling. *Fish. Bull. U.S.*, **76**, 167-178.
- 柳 悟・中田英昭・平野敏行, 1987: 西部瀬戸内海の海水交換 I. プイ追跡結果からみた速吸瀬戸周辺海域の海水流動. 水産海洋研究会報, **51**(2), 134-143.
- 魚谷逸朗, 1973: カタクチイワシその他イワシ類シラスの鰾と生態について. 日本誌, **39**, 867-876.
- Wood, R. J., 1971: Some observations on the vertical distributions of herring larvae. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.*, **160**, 60-64.
- 柳 哲雄・秋山秀樹・山本隆司・小泉喜嗣, 1992: 伊予灘三崎半島沖の漁場環境 (IX) —水温変動と残差流の季節変動—. 愛媛大学工学部紀要, **12**(3), 329-336.