

大阪湾におけるカタクチイワシ卵分布の発生段階別および経時変化について

山本圭吾・小川玲子*・辻野耕實

Developmental and temporal change in distributions of Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) eggs in Osaka Bay

Keigo Yamamoto, Reiko Ogawa * and Koji Tsujino

はじめに

カタクチイワシ (*Engraulis japonicus*) は、日本周辺やや外洋的な海域から内湾まで出現し、大阪湾でもほぼ周年漁獲される。大阪湾において本種は、シラスとよばれる仔魚期には機船船曳網の、稚魚期から成魚期には巾着網の重要対象魚種であり、近年、大阪府の魚種別漁獲金額で上位を占めている (大阪府農林水産統計資料)。このように大阪湾、特に大阪府ではカタクチイワシはその生活史のほとんどで高度に利用される重要漁業生物である。

多くの海産魚類にみられるように、発育初期に浮遊生活を送る本種は初期減耗の大きいことが知られており¹⁾、その減耗機構や資源量変化について明らかにするためには、発生初期の存在様式を解明する必要がある。一般に卵は移動能力が弱いため、分布は海況に強く影響され、その際の生き残りが資源量を大きく左右する。卵の分布・移動にはそれらの浮沈が大きく関与していると考えられている事から²⁾、本研究では本種卵の採集量が増大する夏期に、大阪湾におけるこれらの水平および鉛直分布について調査した。その結果、卵の発生にともなう鉛直分布パターンの変化や、日出時・日中・日没時の水平・鉛直分布の変化等についての知見が得られたので報告する。また、水深が浅く、河川が多く流入する大阪湾においては、水温・塩分などの無機的環境要素の鉛直的な変化が大きいいため、その環境と卵の出現との対応についても考察した。

材料と方法

卵の採集調査は、1994年6月14、15日と7月13日に行った。6月の調査は、図1-aに示した大阪湾にほぼ均等に設けられた7定点A・B・C・D・E・F・Gで、昼間に1回、表層、5m、10m、20m、30m、45mの各層 (20m以深は水深の十分な点のみ) において約2ノットで7分間の曳網を行った。7月の調査は、図1-bに示した湾東部の4定点P・Q・R・Sで、それぞれ日出時・日中・日没時の3回、表層、5m、10m、底層の4層 (定点Q・Sでは10m層まで) において約1ノットで7分間の曳網を行った。両調査とも、定点到着後、STD (アレック電子製) を海底付近まで降ろし、0.5m間隔で水温・塩分を測定した後、元田式 (MTD) ネット (直径0.56m、目合い0.3mm)³⁾を用いて3~4層の同時水平曳きを行った。この時、表層での採集は網口の上端が海面より数cm上にあるように保った。また、水深の深い定点においては2回に分けて曳網した。得られた試料は現場で約10%のホルマリン溶液で固定し、実験室に持ち帰った後、実体顕微鏡下でカタクチイワシ卵の選別を行った。6月の採集卵は中井⁴⁾に従い、図2に示すAa・Ab・Ac・Ba・Bb・Bc・Ca・Cbの8つの発生段階に区分し、計数した。なお、解析にあたっては卵の採集個体数を、6月の調査では濾水計を各ネットの網口に装着して測定した濾水量にもとづき、また、7月の調査については濾水量を測定できなかったため推定濾水量 (53m³) にもとづいて単位

* 近畿大学農学部水産学科4回生 (当時)

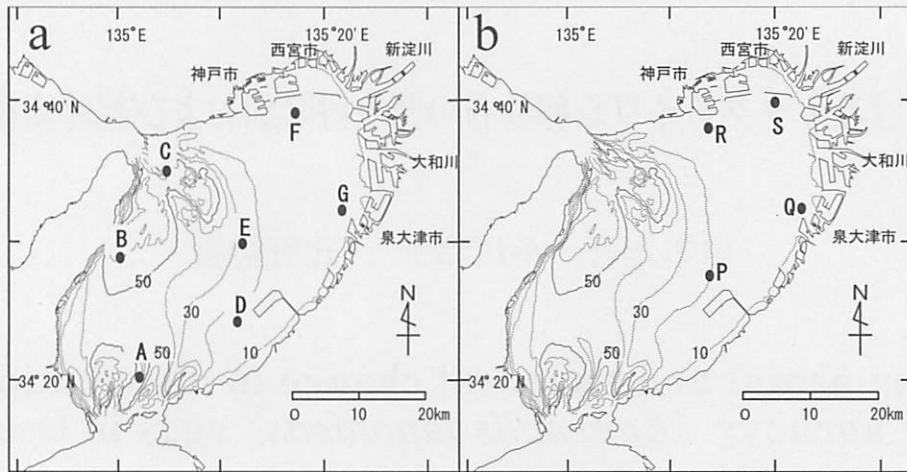
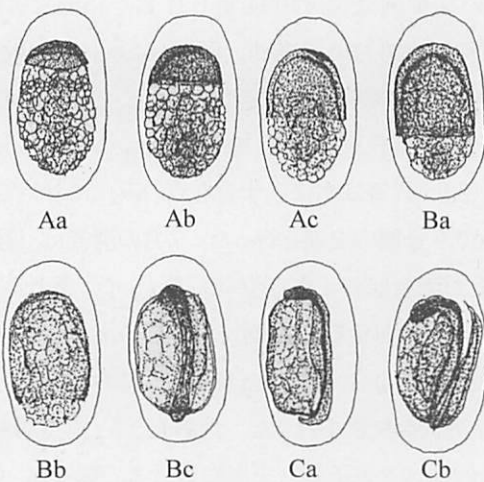


図1 カタクチイワシ卵採集調査調査定点
a:6月調査, b:7月調査

濾水量 (100m³) 当たりの個体数に換算したものを
用いた。以下これを卵数とした。



- Aa: 未受精卵および受精卵の発育の初期から胚膜の部分
がその外膜に直交する卵黄の直径の6分の1を占め
るまでの期間
Ab: Aa 以後、直径の3分の1が胚膜によって占められる
までの期間
Ac: Ab 以後、直径の2分の1が胚膜によって占められる
までの期間
Ba: Ac 以後、直径の3分の2が胚膜によって占められる
までの期間
Bb: Ba 以後、直径の6分の5が胚膜によって占められる
までの期間
Bc: Bb 以後、胚口が消失し、尾芽の先端が卵黄を離れ
るまでの期間
Ca: 尾芽が卵黄から離れて伸長し、その遊離した部分の
長さがその前部の長さより短い期間
Cb: Ca 以後、ふ化までの期間

図2 カタクチイワシ卵の発生段階区分(中井⁴⁾により作成)

結果および考察

1. 水平分布

1) 6月調査

6月の調査で得られたカタクチイワシ卵の水平分布
を図3に示した。卵は湾奥から大阪府沿岸に位置する
定点D・F・Gでのみ採集された。このうち定点Gで
の卵数は非常に多く、全採集数の約97%を占めてい
た。この分布は大阪湾におけるカタクチイワシ仔魚の
分布パターン⁵⁾ともよく一致していた。

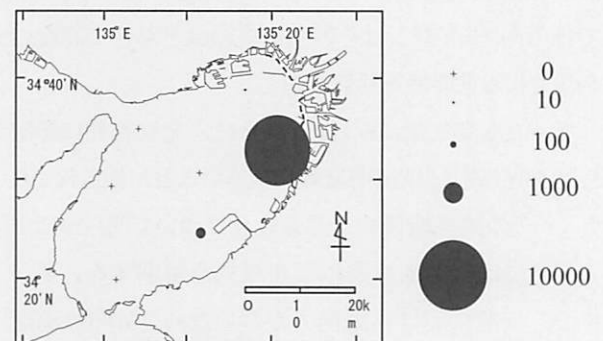


図3 6月調査におけるカタクチイワシ卵水平分布
(ろ水量100m³あたりの採集数)

2) 7月調査

7月の調査で得られたカタクチイワシ卵の定点別出
現数および、採集時間別出現数を図4に示した。卵は
泉大津市沖の定点Qで最も多く2477粒(日出、日中、
日没、全層におけ留平均値、以下同)、西宮市沖の定
点Sでは1951粒、関空沖の定点Pでは260粒であ
るのに対し、神戸市沖の定点Rでは15粒と非常に少
なかった。また、採集された平均卵数は時間の経過
にともなって増加し、日中・日没時にはそれぞれ日出

時の約2.9倍, 3.8倍であった。また, 図5に定点別時間別卵出現数の推移を示した。これによると, 卵の増加は特に泉大津市沖の定点Qで著しく, 湾最深部に位置する西宮沖の定点Sではいったん上昇した後減少していた。カタクチイワシの産卵が午後8時~12時におこなわれる⁶⁷⁾ことから考えると, 湾奥から大阪府沿岸における増加傾向は, 日の出以降にこの海域で産卵されたためではなく, 前夜半に産卵された卵が時間の経過に伴って集積したことによるものと推察される。

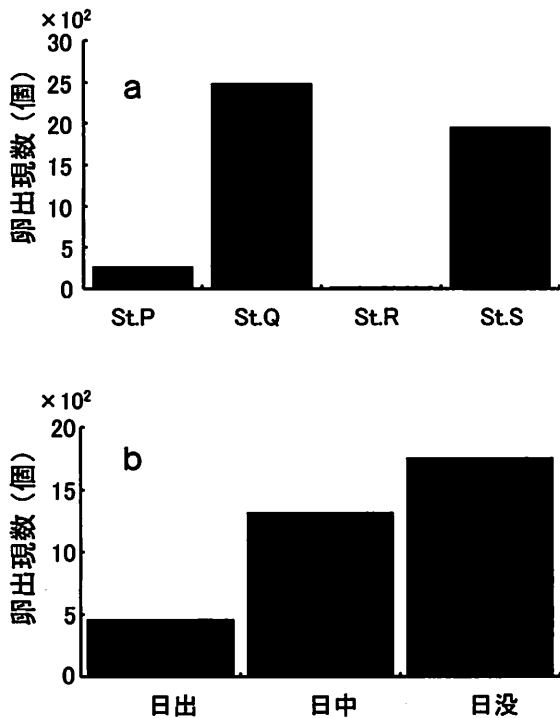


図4 7月調査における定点別 (a) および採集時間別 (b) 卵出現数 (ろ水量 100m³あたり)

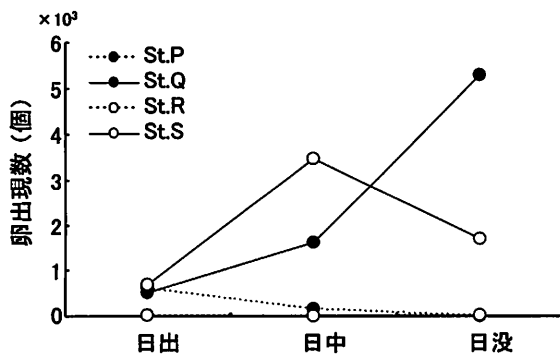


図5 7月調査における定点別卵出現数の経時変化 (ろ水量 100m³あたり)

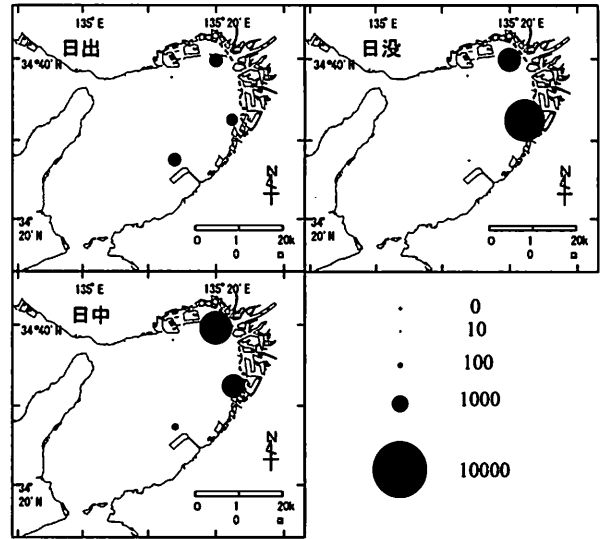


図6 7月調査におけるカタクチイワシ卵水平分布の推移 (ろ水量 100m³あたりの採集数)

さらに日出時・日中・日没時の卵の分布の推移を図6に示した。日出時には定点R・Qに比べると, 定点P・Sの方が卵数が多いものの, 4定点のうち1定点に卵が集中している傾向はみられない。日中には湾奥西側の2定点(定点R・P)に比べ, 湾奥東側2定点(定点S・Q)で卵数が多く, 特に西宮市沖の定点Sに集中分布している傾向がみられた。日没時には, 日中と同様に湾奥東側2定点で卵数が多かったが, 泉大津市沖の定点Qに集中分布している傾向がみられた。

このように, 湾奥から大阪府沿岸にかけての海域では日出時から日没時の間, 時間の経過にともない卵は増加していたが, それらは湾奥全体で同様に増えるのではなく, 日中には西宮市沖で, 日没時には泉大津市沖で特に増加が著しかった。今回は海水の動きに関する調査はおこなっていないが, 大阪湾では湾奥において, 上層に西宮沖環流と呼ばれる時計回りの流れが存在することが知られている⁸⁹⁾。また, 淀川からは海域流入後南下する River plume が存在する⁹⁾。今回の卵の分布中心の変化はこのような流れに影響を受けている可能性が示唆された。しかし, 時間的には短い間での移動であったことから, 今後潮汐や風による短時間での流れの変化を調査し, 考慮に入れる必要があると考えられる。

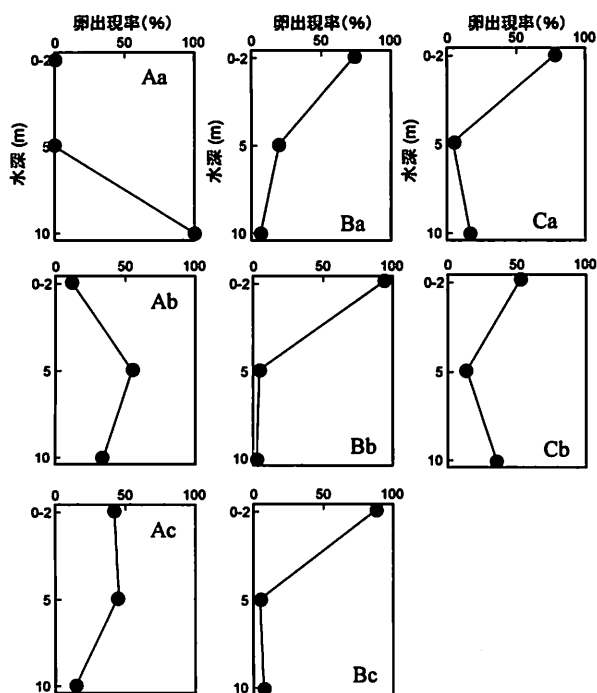


図7 6月調査, St.Gにおける発生段階別卵の鉛直分布

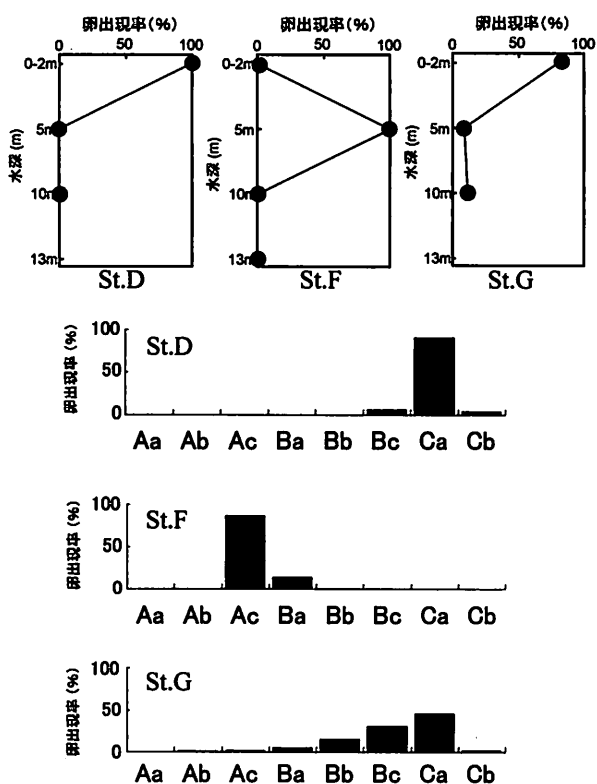


図8 カタクチイワシ卵の鉛直分布および各定点における発生段階別出現割合

2. 鉛直分布

1) 6月調査

前述のように、6月の調査で卵が採集されたのは定点D・F・Gのみであったため、鉛直分布に関してはこの3定点について考察する。

卵の採集数が最も多かった定点Gについて、各発生段階の卵の水深別出現割合を図7に示した。卵の主分布層は発生段階が進むにつれて変化していた。Aa期の卵はすべて10m層で採集され、5m層、表層には出現しなかった。Ab期になると主分布層が上昇し、5m層で最も高く、10m層の卵の割合は低下していた。Ac期には、主分布層はさらに上昇し、表層と5m層で多く、10m層の割合はさらに低下していた。これがBa期になると、主分布層は完全に表層になった。この傾向はBb期でも同様で5m層の割合はさらに低下し、ほとんどが表層に分布していた。Bc期になると10m層の卵が少し増え始め、Ca期以降はふ化前まで表層の卵が減少し、10m層の卵が増加していった。このように、はじめ10m層付近に分布していた卵は、発生が進むにつれBb期まで浮上し、その後ふ化前まで沈降する傾向が見られた。

卵が出現した定点D、F、Gについて、卵の鉛直分布(上図)および発生段階別出現割合を図8に示した。この3定点では定点Fで5m層に主分布域が見られたが、それ以外の2定点では主に表層に分布していた。これを発生段階別の割合との関係でみると、表層で主に分布が見られた定点D・Gでは、定点Gで発生段階の早い時期の卵の出現が見られるものの、両定点とも発生後期の卵がほとんどを占め、Ca期の卵が最も多かった。一方、すべての卵が5m層に分布していた定点Fでは発生段階の比較的早いAc期の卵が最も多かった。このように、卵の採集数の少なかった定点D・Fにおいても発生中期の卵が5m層に、発生後期の卵が表層に主に分布するという、定点Gと同様の傾向を示していた。また、すべての発生段階の卵が出現した定点Gにおいて、全体的に表層に集中分布していたことは、発生後期のCa卵が多かったためであることが推察された。

上記の結果(発生初期のAa卵が10m層に最も多いこと、Aa期以降の卵の鉛直的な動き)から、大阪

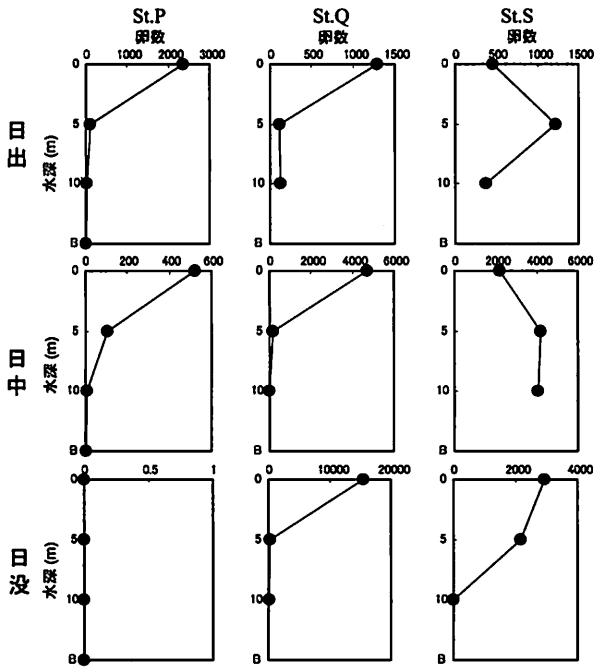


図9 7月調査におけるカタクチイワシ卵の鉛直分布

湾でのカタクチイワシの産卵水深は10m層付近のより深い層にあることが推察される。カタクチイワシの産卵水深について、中田・今井¹¹⁾は水深20m付近、桑原、鈴木⁷⁾は50m前後としており、今回推定される産卵水深はこれらと比較してかなり浅いと考えられる。今回卵が多く採集された海域はいずれも20m以浅の浅い海域であり、鉛直方向に広い海域に比べ、より親魚による捕食の危険が高いことが推察される。発生段階の進んだ卵が表層に分布するという事実は、10mという非常に浅い水深で産卵された卵が、速やかに浮上することで親魚による産卵直後の捕食が避けられる可能性を示唆する。ただし、それを明らかにするためには今後、親魚の主分布層や日周鉛直移動パターン、胃内容物等を調査する必要がある。

2) 7月調査

7月の調査で採集された卵の鉛直分布を図9に示した。なお、前述のとおり、定点Rでは採集卵数が非常に少なかったため、ここでは考察を省いた。

定点Pでは、卵は5m以深ではほとんど採集されず、表層に集中分布しており、時間の経過に伴って減少していた。定点Qでは、定点Pと同様、表層に集中分

布していたが、時間の経過に伴い、定点Pとは逆に、卵数が増加していた。定点Sでは上記2定点とは異なり、日出時には5m層に卵が多く出現し、日中にかけて5m以深で卵数がさらに増加した後、日中から日没時には、5~10m層の卵は減少し、表層で増加するというパターンを示した。

以上のように、淀川河口沖に位置する定点S以外の定点では日出時・日中・日没時ともに卵は表層に多く分布する傾向がみられたが、定点Sではこれらとは異なる挙動であった。

3. 卵の出現と環境との対応

1) 6月調査

図10に6月の調査時における水温・塩分および、それらから算出した海水密度(σ_t)の鉛直分布と各水深における卵の出現割合を示した。

定点Dでは、水温・塩分・ σ_t の急な変化が5m

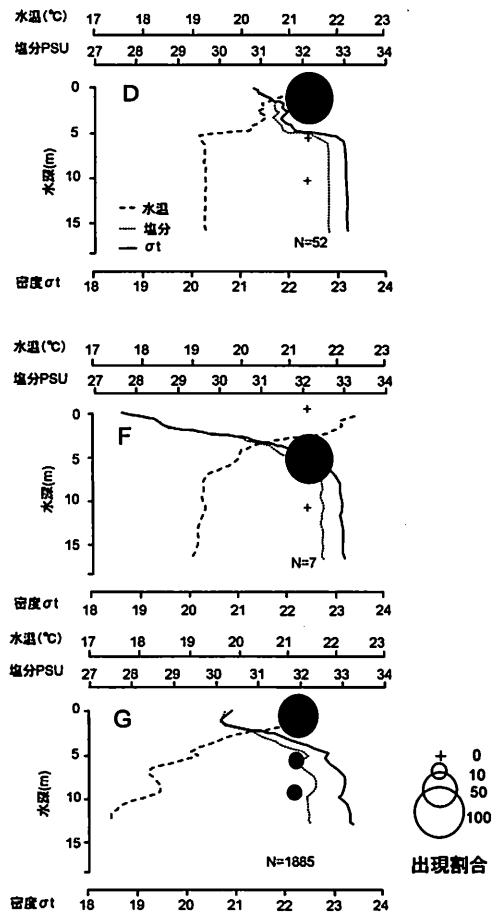


図10 6月調査におけるカタクチイワシ卵の出現と環境との関係

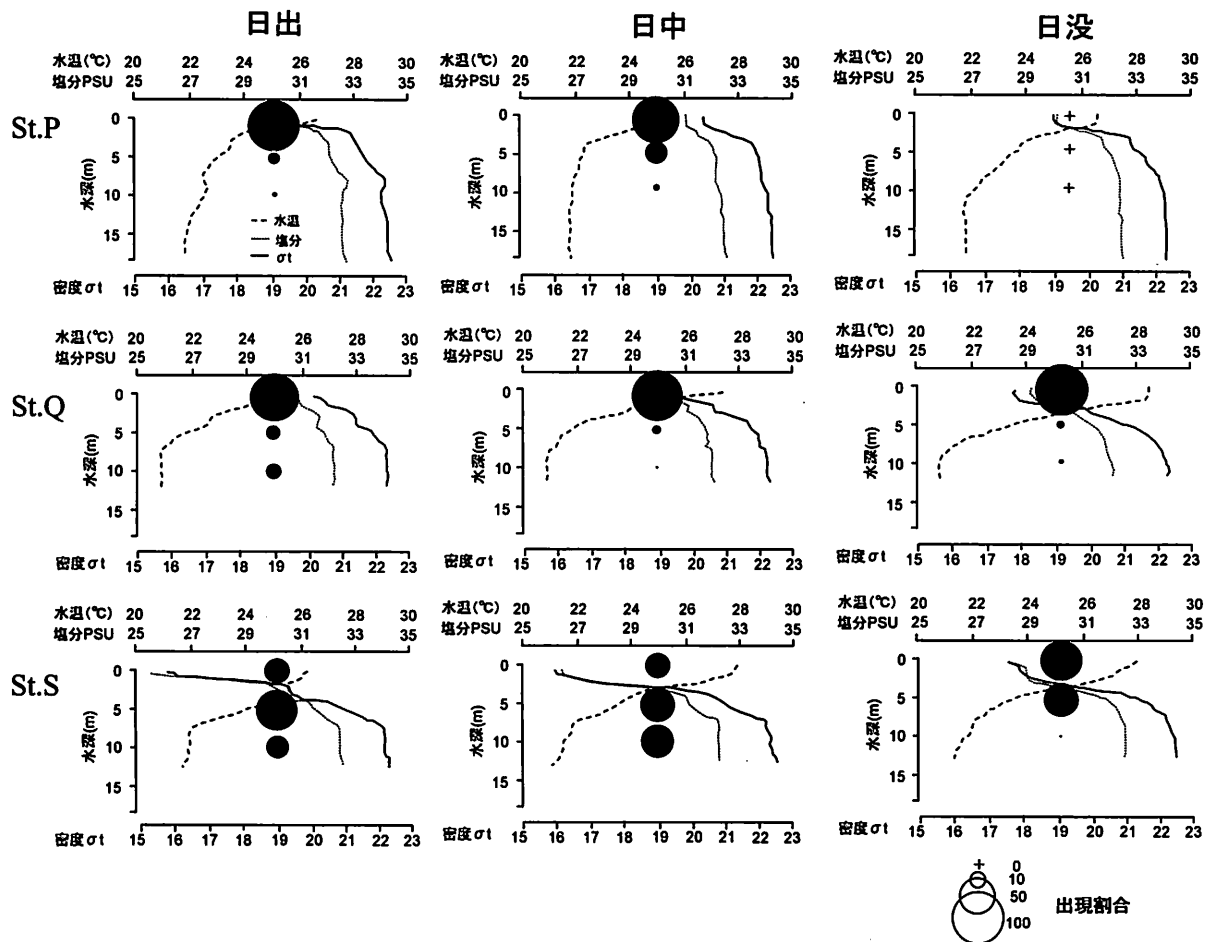


図 11 7月調査におけるカタクチイワシ卵の出現と環境との関係

層付近でみられたが、表層と底層の密度差は大きくなく、5m以深では各測定項目ともほとんど変化していなかった。定点Fでは、最も強く成層していた。水温・塩分・ σ_t の大きな躍層が3m層付近にみられ、5m以深では各測定項目ともほとんど変化していなかった。さらに、この点の表層では、他の2定点に比べ水温が高く、塩分が低く、 σ_t が非常に小さかった。このことから、定点Fの表層では河川水の影響が強いと考えられた。定点Gでは明瞭な躍層はみられないが、各測定項目ともに定点Dよりも表層と底層での値の差が大きかった。これを卵の出現割合とあわせてみると、表層水の σ_t が非常に小さい定点Fでのみ、卵が表層に分布していないことがわかる。このことから、河川起源の密度の小さい海水が卵の鉛直分布に何らかの影響を与えている可能性が考えられるが、卵の採集数が非常に少ないため、淀川河口沖で卵が多く得られた7月の調査結果とあわせて考察する。

2) 7月調査

図11に7月調査時における水温・塩分および、それらから算出した海水密度(σ_t)の鉛直分布と各水深における卵の出現割合を示した。

中・底層においては3定点ともに水温・塩分・ σ_t の時間的な変化はほとんどなかった。表層においては、定点Pで、日中に水温が低下、塩分・ σ_t が上昇、日没時に水温が上昇、塩分・ σ_t が低下しており、定点Qでは、時間の経過とともに水温が上昇、塩分・ σ_t が低下していた。定点Sでは、表層水の σ_t が日出時・日中には約16と非常に低く、日没時には約18と高くなっていた。これを卵の出現割合とあわせてみると、定点P・Qでは、表層において、日出時・日中・日没時に各測定項目が変化するにもかかわらず、いずれも卵は表層に集中分布していた。一方、 σ_t の非常に低かった淀川河口沖に位置する定点Sの日出時・日中には卵が5~10m層に多く、 σ_t が高くなる日没時

には、他の定点と同様に、卵の主分布層は表層にあった。これは、表層の σ_t が低いとき卵が表層に分布していなかった6月の定点Fでの結果とも一致していた。田中²⁾によると、卵の浮上速度は0.56mm/sec程度であり、産卵時刻を22時、日出時の調査時刻を6時とすると、8時間で約16m浮上することになる。卵の鉛直分布で述べたように、大阪湾における卵の産卵層を10m付近とすると、日出時の調査時にはほとんどの卵が表層に浮上していることになる。したがって、淀川河口沖の定点Sにおいて日中まで5m層付近に卵が分布し、日没時に浮上する傾向がみられたことから、 σ_t の非常に小さい表層水が卵の発生にともなう浮上を妨げていたという可能性が示唆された。

4. まとめ

大阪湾奥は、河川起源の水塊が卓越し、豊富な栄養塩が流入するため非常に生産性の高い海域であり¹²⁾、卵がここに多く分布することは、ふ化後の生残率向上に寄与するものと考えられる。今回の調査では、卵が時間の経過にともない湾奥から大阪府沿岸にかけての海域に集積する可能性が示唆され、同海域における卵の水平的な分布の中心が、日出時・日中・日没時で変化する事が明らかになった。

また、鉛直分布に関しては、卵が10m層付近で産卵され、発生が進むにつれ、Bb期まで浮上し、Bc期以降ふ化前まで沈降する傾向がみられた。田中²⁾は、卵が発生に伴い比重を変え、浮上・沈降することによって、水深により異なる水平流を積極的に利用し、餌料生物が豊富な岸よりの海域に移動する可能性を示している。今回の水平・鉛直分布の結果から、大阪湾においても卵の発生にともなう浮沈が、良い生育場と考えられる湾奥に移動するための何らかの働きをもっている可能性が示唆されたが、これを明らかにするためには、時空間的にさらに詳細な卵の採集調査を行うとともに、風や流れに関しても調査する必要がある。

一方、淀川河口沖においては、河川水由来の密度の低い海水に発生にともなう浮上が妨げられている可能性が示唆された。この海域では卵が多く分布しており、この河川水の影響は決して無視できないと考えられることから、今後、河口付近でのより詳細な調査を

行うことで、卵の生き残りにどのような影響を与えるかを明らかにしていく必要があると思われる。

謝 辞

本研究をおこなうにあたり、調査にご協力いただいた、水産試験場前調査船「はやて」の榊 昭彦前船長をはじめとする乗組員の皆様に深く感謝します。また、本稿をまとめるにあたっていろいろ論議いただいた水産試験場職員の方々にもお礼申し上げます。

文 献

- 1) 落合 明・田中 克(1986) 新版 魚類学(下). 502-511.
- 2) 田中祐志(1990) 流れと生物と 水産海洋学特論. 2-2 魚卵・仔魚の比重変化と流れの構造に関連した分布・移動, 60-78.
- 3) 元田 茂(1971) 簡単なプランクトン研究用具の考察-V. 北海道大学水産学部紀要, 22, 101-106.
- 4) 中井甚二郎(1952) 鰻類卵・仔魚発育期別名称. 鰻資源調査担当者会議資料東海区水産研究所.
- 5) 山本圭吾(2003) 大阪湾における浮遊期仔魚の季節的分布. 大阪水試研報, 14, 1-9.
- 6) 畔田正格(1981) 初期減耗研究の方法論について -カタクチイワシの初期生態の研究から-. 漁業資源研究会議報, 第22号, 7-28.
- 7) 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. 日水誌, 50, 1285-1292.
- 8) 藤原建紀・肥後竹彦・高杉由夫(1989) 大阪湾の恒流と潮流・渦. 海岸工学論文集, 36, 209-213.
- 9) 上嶋英機・田辺弘道・宝田盛康・湯浅一郎・橋本英資・山崎宗広(1991) 大阪湾の流動特性を利用した環境改善への提言. 沿岸海洋研究ノート, 29(1), 60-75.
- 10) 藤原建紀・澤田好史・中辻啓二・倉本茂樹(1994) 大阪湾東部上層水の交換時間と流動特性-内湾奥部にみられる高気圧性渦-. 沿岸海洋研究ノート, 31(2), 227-238.
- 11) 中田尚宏・今井千文(1981) 神奈川県城ヶ崎沖における魚卵・仔魚の垂直分布について. 神奈川県水

試研報, 3, 19-27.

12) 城 久 (1986) 大阪湾における富栄養化の構造と

富栄養化が漁業生産におよぼす影響について. 大

阪水試研報, 7, 1-174.