

大阪湾におけるコノシロ *Konosirus punctatus* の産卵特性

山本 圭吾

Spawning characteristics of the Konosiro gizzard shad in Osaka Bay

Keigo Yamamoto

はじめに

コノシロ *Konosirus punctatus* はニシン科コノシロ属に属し、日本では岩手県、新潟県以南の沿岸域に広く生息する浮魚類の一種である。大阪府では主に巾着網で漁獲され、マイワシ *Sardinops melanostictus* 資源の減少した現在では、本漁業における重要漁獲対象種となっている。漁獲量においても平成11年までは1位、現在でもカタクチイワシ *Engraulis japonicus* (シラスを含む) に次ぐ漁獲量をあげている重要種である。このように大阪湾においては主要な魚種であるにも関わらず、本種の生態に関する知見は少なく、吉田ほか¹⁾、山本ら²⁾のものがある程度で、特に初期の生態についての知見は乏しいのが現状である。

そこで、本研究では大阪湾におけるコノシロ卵出現の経年変化および分布を示し、その出現と水温、塩分等の環境要因との関係からコノシロの産卵特性について考察した。

材料と方法

調査は1995年から2004年の10年間、毎月1回月上旬に、図1に示す大阪湾の20定点について行った。調査には丸特ネット(口径45cm, 目合い330 μ m)を用い、水深50m以浅の定点では海底上1mから、50m以深の定点では50mからの鉛直曳網を行い、コノシ

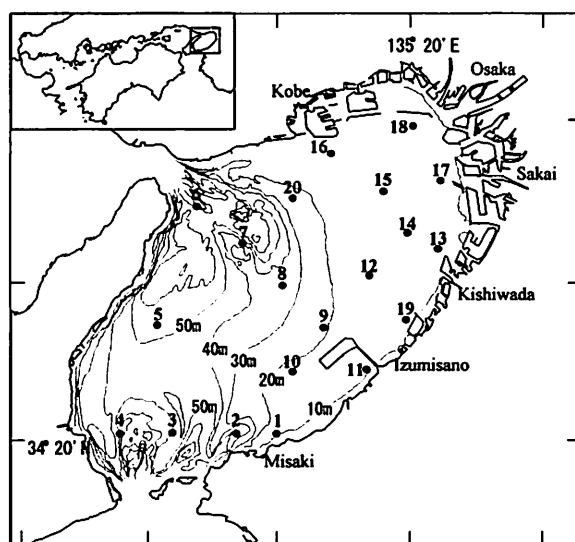


図1 調査定点図

ロ卵を採集した。採集にあたっては濾水計を用いて各曳網ごとの濾水量を求め、単位容積あたりの卵数が把握できるようにした。試料は船上でホルマリン原液を約10%の濃度になるように添加したものを実験室に持ち帰り、実体顕微鏡下でコノシロ卵を選別した。このうち2000年から2004年の卵については、中井³⁾がカタクチイワシでおこなった発生段階区分に準じて卵を発生段階別に計数した。環境要因は1995年から1997年はSTD(アレック電子製, MODEL AST-1000M)を、1998年から2004年については水中型蛍光光度計(アレック電子製, クロロテックMODEL ACL215-DK)を用いて水温・塩分

を測定した。さらに各年5月については、表層採水した海水を実験室に持ち帰り、蛍光法によりクロロフィル a 濃度を測定した。

結 果

卵の出現状況

大阪湾の春期において、出現するコノシロ類似卵としては、マイワシとサツパが考えられる。これら3種は互いに類似した形態の特徴を有するため混同しやすいが、本調査では山本・井上⁴⁾の記載に従い、これら3種の卵を査定した。

'95年～'04年におけるコノシロ卵出現の季節変化を示した(図2)。コノシロ卵は早い年には4月から出現し始め、7月もしくは8月まで出現したが、8月の出現は'96年8月のSt.2のみで、主な出現は5月から7月であった。卵の出現は概ね単峰型で、出現のピークは'95年、'99年、'04年が5月、'96年、'97年、'98年、'01年、'02年が6月、'00年、'03年が7月であった。経年的に出現状況を見ると、'95年～'98年は比較的多く採集されたが、'99年以降採集数は減少した。

発生段階別に計数した'00年～'04年における月別発生段階別卵の出現状況を示した(図3)。出現初期にあたる5月には、いずれの年も、発生初期のA-stage卵が高い割合で採集されていた。6月になるとA-stage卵の割合は減少し、B-stage卵の割合が増加した。7月になるとこの傾向はさらに顕著になり、

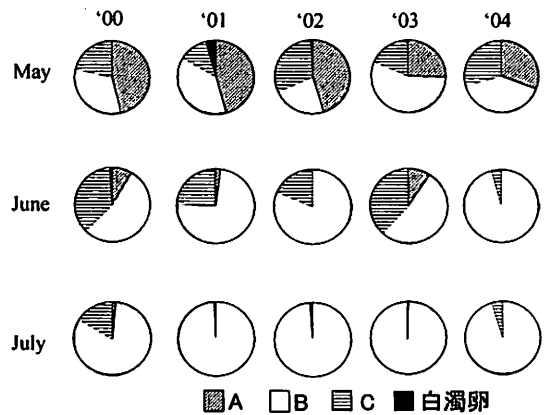


図3 月別発生段階別卵出現状況
A : A-stage卵, B : B-stage卵, C : C-stage卵

'00年を除くと採集された卵のほとんどをB-stage卵が占めた。

卵の分布状況

コノシロ卵が比較的多く採集された'95年から'98年について、出現ピークの5月、6月、7月における分布の変化を示した(図4)。「95年は5月、6月とも大阪湾中北部のSts.12, 14-16, 20などで、7月は湾奥部で多く採集されており、湾の南西部での採集は少なかった。「96年は5月は'95年と同様、中北部の定点で比較的多く採集されていたが、ほぼ湾の全域で採集はみられた。6月は神戸沖のSt.20を中心に、明石海峡から淡路島北部の定点でも多く見られ、湾東部の大阪府沿岸で少ない傾向であった。7月は湾中部から北部にかけてと東部海域で出現していた。「97年は'95年と同じく、5月、6月、7月

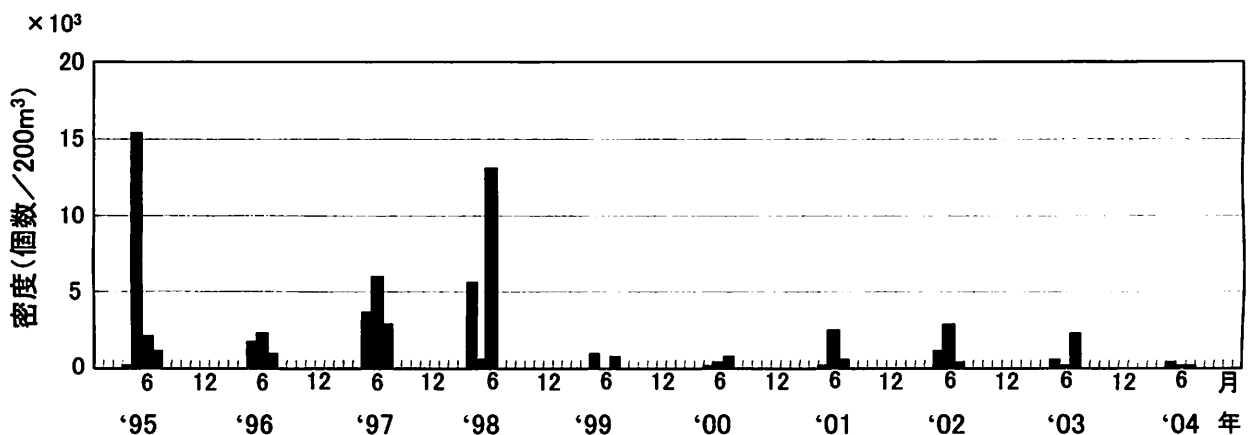


図2 コノシロ卵出現量の変化
(10miあたりの密度×20定点分)

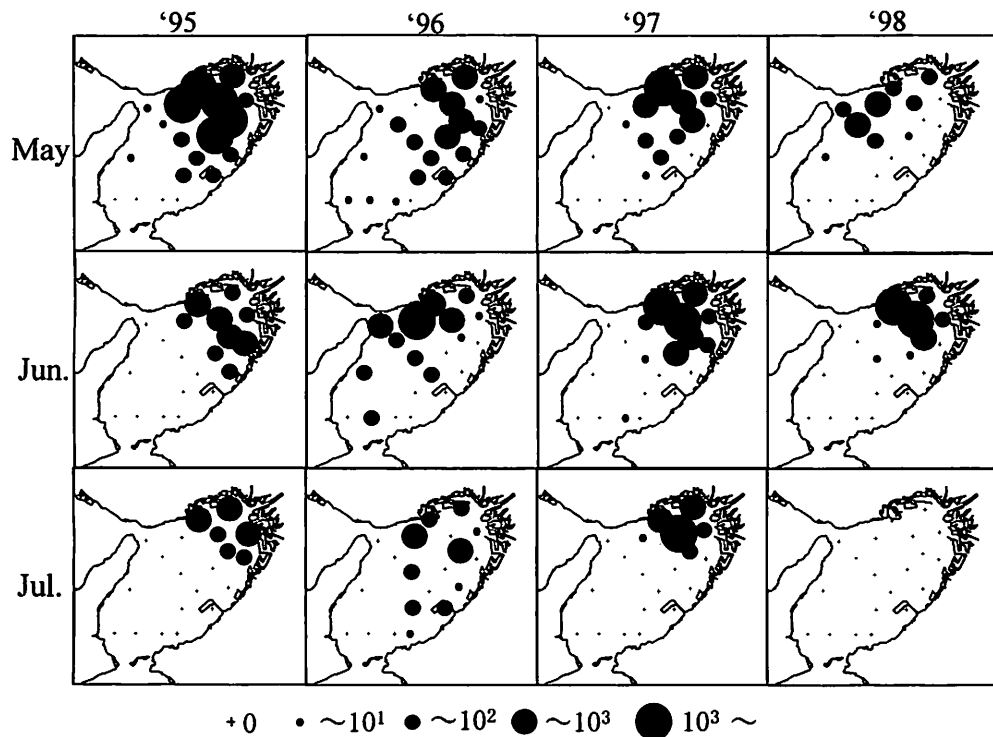


図4 コノシロ卵分布の変化 (10m²あたりの密度)

とも湾中北部の定点で多く採集されており、湾南西部での採集はほとんど見られなかった。'98年は'96年とは逆に、5月において中北部から明石海峡で、6月には中北部の定点で多く採集された。7月の採集はなかった。

'00年~'04年について、各年の出現ピーク月における発生段階別出現状況を示した(図5)。'00年は出現ピークが7月にあり、A-stage卵は湾中北部のSt.15で少数出現したのみであったが、B、C-stage卵は同じ海域から湾奥にかけて多く出現していた。'01年は6月が出現のピークとなり、A-stageの卵は神戸前のSts.16、20を中心に、B、C-stage卵は神戸前から関空にかけて出現していた。'02年は6月が出現のピークで、A-stage卵は採集されなかったものの、B、C-stage卵は湾中北部を中心に多く出現していた。'03年は7月が出現のピークで、やはりA-stage卵は見られず、C-stage卵も少数の出現であったが、B-stage卵が湾中北部から湾奥にかけて多く出現していた。'04年は5月が出現のピークで、他のピーク月に比べるとA-stage卵も比較的多く採集され、その分布の中心は湾の中部から北部であったが、全体的に採集数は少なくB-stage卵、C-

stage卵の出現は散在していた。

'95年から'98年の特徴をまとめると、分布の中心は概ね湾中北部にあり、湾口から南西部海域およびごく沿岸、特に東部の河口域や大阪府側沿岸には少ない傾向であった。また、'96年を除き分布の変化もほとんどみられなかった。また、各発生段階の出現状況は年によって異なるものの、発生初期卵出現の中心は概ね湾中北部であった。さらに、B-stage卵、C-stage卵の出現はA-stage卵と同じ湾中北部から湾奥にかけてであり、発生段階により分布が変化する傾向は明確でなかった。

環境要因との関係

'95~'04における10m層の20定点平均水温、塩分の変化および卵の出現状況を示した(図6)。調査期間中、水温は7.6-26.9℃、塩分は31.27-33.22psuの範囲で推移した。このうち、卵が出現した月の平均水温範囲は11.7-24.8℃、塩分範囲は31.36-33.22psuであった。

図7に10年間を平均した5月~7月各月の10m層における水温、塩分分布、卵の平均分布および5月の表層におけるクロロフィルaの分布を示した。水

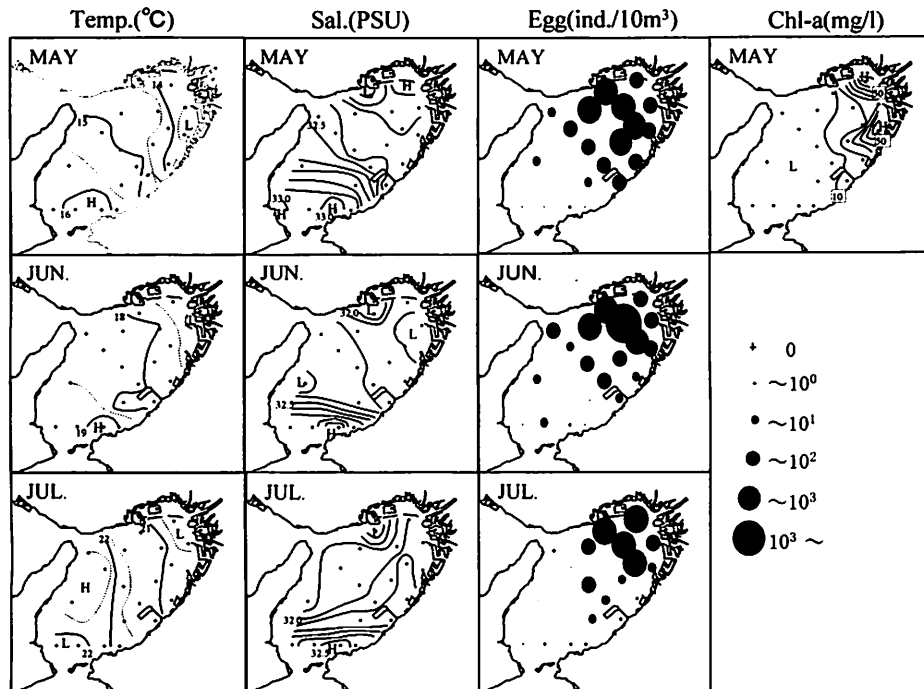


図7 月別環境要因の平均分布および卵の出現状況

温は各月とも湾奥で低く、湾口部に向かって高くなる傾向が見られた。また、塩分は各月とも湾北部のSt.16で低く、湾口部に向かって高くなる傾向で共通していた。クロロフィルaについては湾の最深部、および湾東部沿岸に高濃度に分布しており、湾西部では低い傾向であった。

4～7月のうち卵の出現した月について、10m層水温と卵の出現状況を図8に、同じく塩分と卵の出現状況を図9に示した。出現状況は10ヶ年ほぼ同様であったため、図には'95年～'99年についてのみ示した。

卵が出現した定点別の水温範囲は10.77-23.65℃(8月:26.18)、塩分範囲は29.92-33.86psu(8月:32.94)であった。コノシロ卵は各年とも同じ月においてはほぼ同じ水温帯に出現したが、季節が進むにつれ高水温帯に出現していた。また、出現した点と出現しなかった点の水温範囲には一定の傾向は見られなかった。一方、塩分についても同じ月についてはほぼ同じ塩分帯に出現していたが、水温とは異なり、季節が進んでも出現する塩分帯はほとんど変化せず、概ね32psu前後の出現が多かった。また、出現した点と出現しなかった点を比較すると、'99年の7月を除き、月の塩分範囲のうち低い方で

卵は出現する傾向があった。

図10に'95年～'04年5月の表層におけるクロロフィルaと卵の出現状況を示した。クロロフィルa濃度が高い定点においても卵の密度が高くなるといった傾向はなく、クロロフィルaと卵の出現状況には明確な関係は見いだせなかった。

考 察

出現時期と環境要因

コノシロ卵の出現については、備讃瀬戸⁵⁾、太平洋南西海域⁶⁾、久見浜湾⁷⁾、浜名湖⁸⁾、館山湾⁹⁾、神奈川県沿岸¹⁰⁾、東京湾および相模湾¹¹⁾などで報告されている。大阪湾においても吉田¹⁾による報告があり、これ以前の事例⁵⁻⁹⁾と比較されている。これによると過去の大阪湾における産卵期は4月下旬から8月上旬で盛期は7月とあり、備讃瀬戸および太平洋南西海域とほぼ同じであるが、久見浜湾、浜名湖、館山湾などより遅い傾向であった。今回の結果では4月上旬から8月上旬に卵が確認され、盛期は5月もしくは6月に多くみられた。これを吉田¹⁾以降の他海域の情報(神奈川県沿岸; 4月～7月¹⁰⁾、東京湾および相模湾; 4月～7月¹¹⁾)と併せて比較すると、近年の大阪湾における卵の出現時

期は当時より若干早くなり、他の多くの海域とほぼ同じ出現時期であったと考えられる。

出現時期を環境要因から見ると、水温では15.1~

21.9℃(備讃瀬戸⁵⁾), 11.5~20.0℃(久見浜湾⁷⁾), 12~22℃(浜名湖⁸⁾), 13.0~27.2℃(大阪湾¹⁾)で、大阪湾では出現期が遅い分、高い方に偏ってい

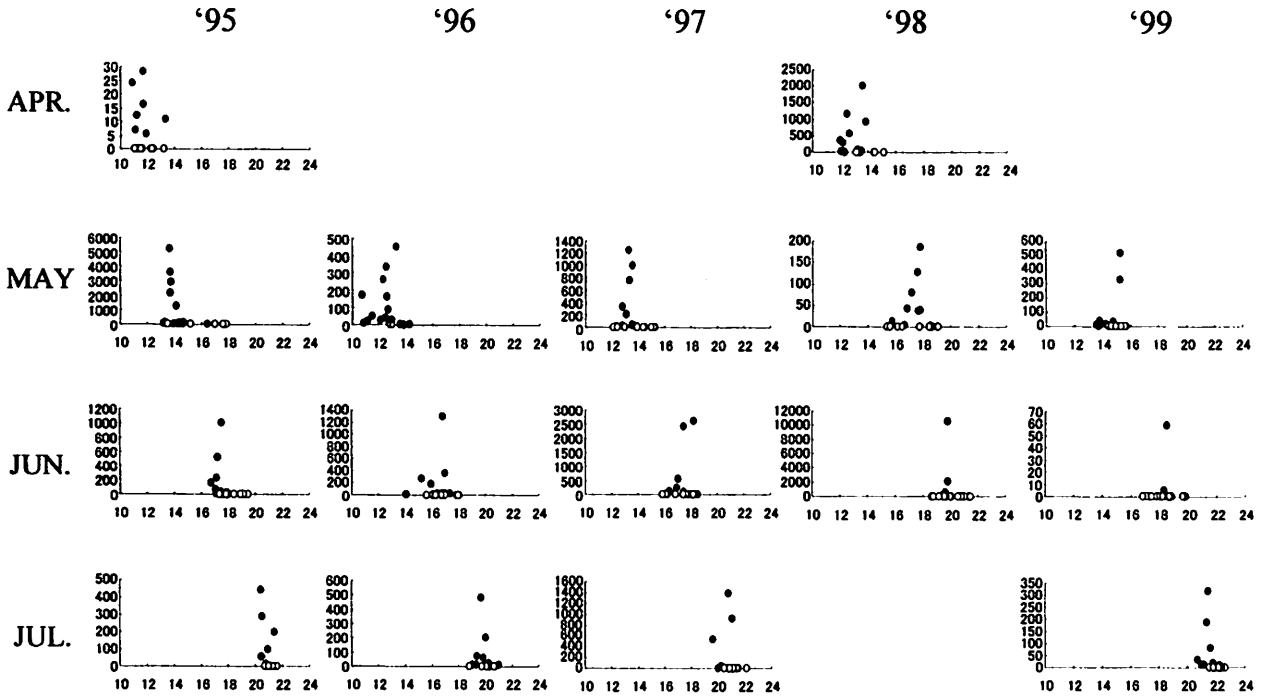


図8 月別、年別、水温と卵出現の関係

●：卵が出現した点, ○：卵が出現しなかった点
縦軸：卵の密度, 横軸：水温(℃)

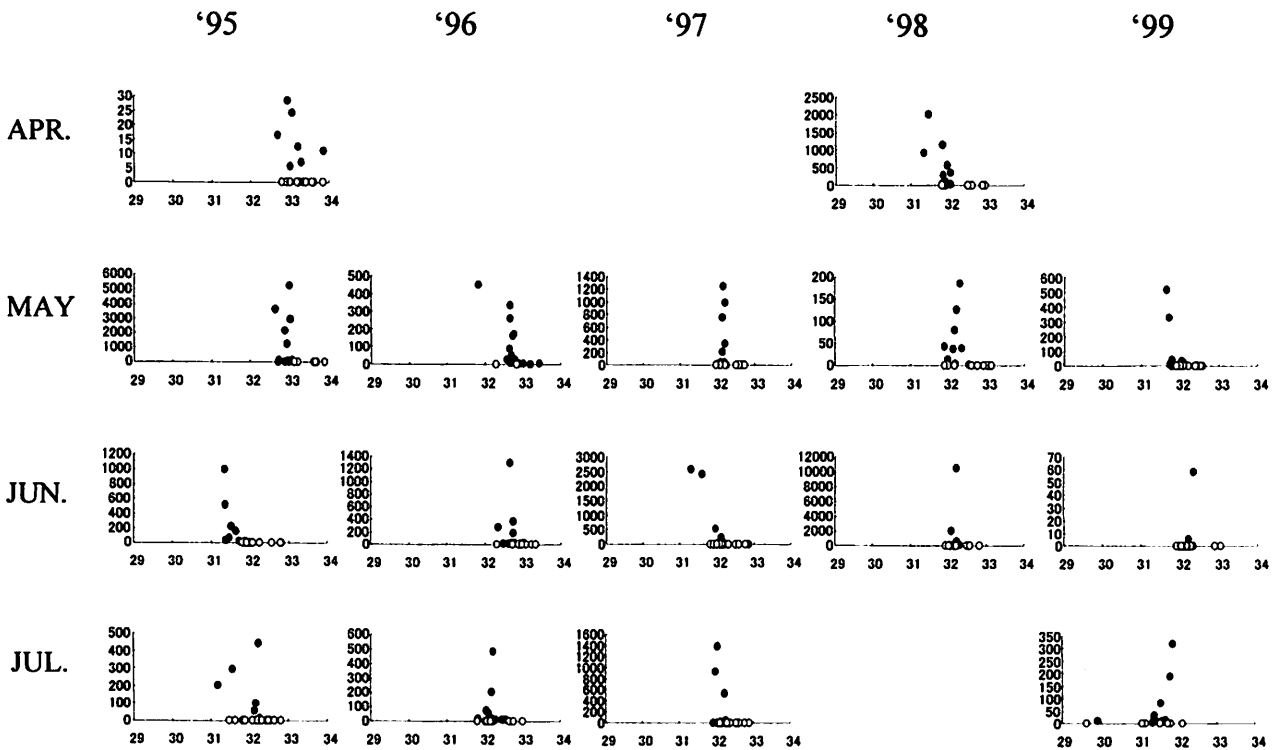


図9 月別、年別、塩分と卵出現の関係

●：卵が出現した点, ○：卵が出現しなかった点
縦軸：卵の密度, 横軸：塩分(psu)

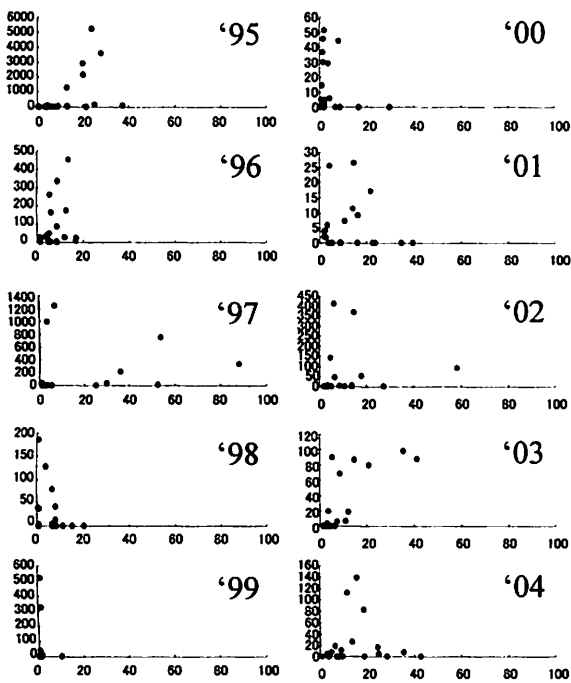


図10 5月における年別、Chl. -aと卵出現の関係
縦軸：卵の密度，横軸：クロロフィルa濃度 (mg/l)

た。ただし、これらはすべて表層の水温であり、必ずしも産卵水温とはいえない。中田・今井¹²⁾は神奈川県城ヶ島沖における産卵直後の浮遊卵の分布から、コノシロ卵はごく沿岸の海底付近で産卵されるものと推測しており、中田¹⁰⁾はこの結果から、コノシロ浮遊卵の多かった30m深の水温を検討し、12.0℃以下20.0℃以上のところで出現が少ないことを示している。大阪湾において計量魚探でコノシロ成魚の分布を調査した結果¹³⁾でも、コノシロ成魚は主に中底層に分布しており、卵・仔稚魚の鉛直分布調査の結果¹⁴⁾ではコノシロ卵は5～10m層で多く採集されていた。これらのことと、今回大阪湾で出現した定点が概ね10～20mの水深であったことから、本研究では産卵水深を10m層と推定し、主に同層における環境と卵の出現を比較した。

卵の出現が見られ始めた10m層水温の最低値は20定点平均値、卵が出現した点の平均値とも11.7℃であった。これは中田¹⁰⁾の結果と比較すると若干低い値を示しているものの、ほぼ一致するものと考えられる。すなわち、大阪湾においても概ね12℃を超える水温で産卵が始まると推察された。4月に比較的多くの卵が確認された'98年には、卵が出現した定

点での平均水温は13℃近くまで上昇しており、この水温の早い上昇が、この年、卵が早期から見られた原因であると推察される。

一方、塩分の変化と卵の出現には明確な関係は見いだせず、産卵の開始時期と塩分の相関は低いと考えられた。

卵の分布と環境要因

コノシロ卵は出現初期の5月には発生初期のA-stage卵が多く、季節が進むにつれ発生中期のB-stage卵の割合が増加し、出現後期の7月にはほとんどB-stage卵となった。

コノシロの産卵は日没直後⁷⁾、もしくは午後3時頃から夜中にかけておこなわれるとされている¹⁵⁾。17～20℃での飼育結果ではA-stage卵に達するのに産卵後約12時間、同じくB-stage卵で約18～26時間と示されている¹⁵⁾。本調査はすべて午前10時前後から、午後2時前後にかけておこなわれたものであり、産卵層に近いと考えられる10m層の5月、6月、7月の水温はそれぞれ、15℃前後、17℃前後、20℃前後であったことから、調査で採集される卵の多くが、1日以内に産卵されたものと推測できる。

'00年～'04年における発生段階別分布をみると、発生初期のA-stage卵は湾中北部、発生中期のB-stage卵、発生後期のC-stage卵は湾中北部から湾奥海域に出現していたが、発生に伴う大きな移動、拡散等は認められなかった。これは当海域が大阪湾の中でも停滞域であり、産卵後1日程度では、流れによる拡散が起こりにくかったためと考えられる。このことから、発生段階を調査しなかった'95年～'99年についても、卵の分布がみられた海域を産卵海域とみなすことができると考えられる。

過去の大阪湾での分布は、5月に湾口部、6～7月に湾奥部、8月に湾西部と変化していた⁷⁾。同様の分布の変化は有明海¹⁷⁾でもみられ、冬は湾口部に近い比較的外洋的な水域に分布し、春から秋は主に湾奥部浅海に分布する。さらに東京湾、相模湾では、相模湾から東京湾外域、東京湾内へとといった分布の変化が観察されている¹¹⁾。一方、久見浜湾⁷⁾や

浜名湖⁸⁾では逆に奥部から口部へと卵の分布に変化がみられるとしている。以上のように、過去には卵分布が変化するという知見が多いが、その変化の傾向は一定ではない。また、本調査におけるコノシロ分布の季節変化を見ると、出現期間を通して概ね湾奥海域での出現であり、他の海域や大阪湾で過去にみられたような分布の変化は確認されなかった。

浜名湖における奥部から口部への卵分布の変化について松下・能勢⁹⁾は、産卵後期になるに従い、湖内の水温上昇や降雨による塩分低下などにより奥部ほど産卵に不適な環境になるためと推察している。また、東京湾および相模湾¹⁰⁾では、コノシロの産卵場の変化は水温、塩分の変化と関連しており、水温は最初、低い海域から高い海域へ、塩分では高い海域から低い海域へ分布が変化している。これらはともに卵分布の変化の要因として水温、塩分をあげているが、浜名湖では水温が低く、塩分が高い海域へと移動すると考えられるのに対し、東京湾・相模湾では逆の傾向を示していた。大阪湾の過去の事例¹⁾では水温のみ示しているが、卵の分布は水温の低い海域から高い海域へと変化していた。塩分については、大阪湾における塩分の平均的な分布パターンから類推すると、塩分の高い海域から低い海域へと変化したことが推察され、東京湾-相模湾の傾向と同様であったと考えられた。

一方、今回の調査では過去の事例と異なり、季節による卵分布の変化はほとんど認められず、卵の採集された定点の10m層水温は季節に伴い上昇し、水温範囲も広がったのに対し、塩分は大きく変化せず、月の塩分範囲のうち低いところで出現するという結果であった。

この時期の大阪湾の各月の平均的な水温、塩分分布からみると、水温では各月とも湾奥東部の海域で低く、西に向かって高くなる傾向で、塩分では湾北部のSt.16で低く、湾口部に向かって高くなる傾向で共通していたが、水温では全体のレベルは上昇するのに対し、塩分ではレベルの変化は少なかった。これらと卵の分布をあわせると、卵の出現域は、塩分の分布状況によく対応しており、概ね湾内でも低

かな海域と一致していた。すなわち、近年の大阪湾においては、コノシロ卵の分布に水温はそれほど重要ではなく、塩分によって規定される可能性を示唆すると考えられた。

コノシロの産卵特性

最後に卵の分布と環境からコノシロの産卵特性について考察する。

環境から産卵特性を考えると、以下の2つの場合が考えられる。すなわち、特定の環境の産卵場を持つ場合と持たない場合である。

大阪湾の過去の事例ではコノシロ成魚は4~11月は索餌のため湾奥に、12~3月には南部に移動している¹⁾。当時のコノシロ卵の分布をみると卵の分布は湾口から湾奥に変化しており、親魚の移動に対応している。このことは特定の産卵場をもたず、親魚の移動に伴い適当な水温になったとき産卵がおこなわれることを示唆する。また、久見浜湾においても成魚は冬季に内湾に、夏期には外海に棲息することから、産卵場は特定の場所を選ぶのではなく移動しつつ産卵期に入っていくと考えるのが妥当であると考察されている⁷⁾。

一方、近年コノシロを主に漁獲する巾着網の操業位置の季節変化をまとめた結果²⁾では、コノシロ漁場は大阪湾東部海域のほぼ全域に及んでおり、季節による移動の傾向は明確でなかったが、産卵期の6月、7月には特に湾奥に集中する傾向が示された。大阪湾の春期の水温分布は湾奥から湾口にかけて高くなる傾向が見られ、季節が進むにつれて水温の高い範囲が湾奥に向かって広がっていく。前述の通りコノシロの産卵開始は水温に規定され、12℃を越えるぐらいで始まると考えられる。親の分布からみて移動に伴う産卵がないとすると、過去の事例と同様に、水温の上昇に伴い卵の分布は湾口から湾奥へ変化すると考えられるが、そのような変化は見られなかった。つまり、コノシロ親魚は季節による湾口から湾奥へとといった移動ではなく、産卵期に特に湾奥の海域に集まってくる可能性が考えられる。このことは久見浜湾での考察⁷⁾とは逆に、移動に伴って産卵するのではなく、産卵期には特定の環境の場所を

選んで産卵する可能性を示唆する。

先にも述べたように、卵の採集された海域は周辺と比べて低かんな海域であり、出現傾向でも月の塩分範囲のうち低い方で出現する傾向が見られた。さらに産卵期にコノシロの親魚が集まって来る海域も卵が多く採集された海域と一致する。これらのことから、コノシロは塩分の低かんな海域で産卵する可能性が考えられ、そのため卵の分布も塩分によって規定されていると推察された。

今回の調査では知見の多い水温、塩分に加え、植物プランクトンの指標となるクロロフィルaについても検討したが明確な関係はみられなかった。吉田¹⁾は湾奥への移動を摂餌のための回遊と説明している。従来の知見ではコノシロはプランクトン食者であるとされていることから、何らかの関係があることが期待されたが、餌料環境との関係についてはさらに検討の必要があろう。

以上のことから、大阪湾ではコノシロ卵の出現時期（産卵時期）に関しては水温と、分布（産卵場所）については塩分と大きく関係していると考えられた。しかし、大阪湾ではコノシロがなぜ産卵期に特に塩分の低い海域に集群するのか、また、塩分のみが産卵期のコノシロを誘引するのかについては不明な点が多く、今後の課題としたい。

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調査船「おおさか（はやて）」の榊昭彦前船長、辻利幸船長をはじめとする乗組員の皆様に深く感謝する。

文 献

- 1) 吉田俊一・林 凱夫・辻野耕實 (1978) 大阪湾におけるコノシロの漁業生物学的研究. 大阪水試研報, 5, 85-98.
- 2) 山本圭吾・中嶋昌紀・辻野耕實 (2001) 大阪湾におけるコノシロの生態と資源変動. 月刊海洋, 33(4), 269-275.
- 3) 中井甚二郎 (1952) 鯧類卵、仔魚発育期別名称.

鯧資源担当者会議資料. 東海区水産研究所.

- 4) 山本公夫・井上慎吾 (1988) マイワシ, コノシロ, サッパ卵の識別およびイワシ類に類似するシラス型仔魚の識別について. 東海ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, 8, 133-143.
- 5) 松村真作 (1975) 第8回内海漁業研究会, 岡山県資料, 1-6.
- 6) 松田星二 (1970) 南西海区水域に出現する魚卵・稚魚の研究-I. 南西水研報, 2, 49-83.
- 7) 桑谷幸正・古旗喜太夫・岩見喜作・船田秀乃助 (1958) コノシロの生態学的研究-IV産卵期と人工授精による卵発生(追補)及び、産卵場について. 水産増殖, 6(1), 29-35.
- 8) 松下克己・能勢幸雄 (1974) 浜名湖におけるコノシロの産卵生態について. 日水誌, 40(1), 35-42.
- 9) 神谷尚志 (1916) 館山湾に現れたる浮遊星魚卵並にその稚仔. 水産講習所試報, 11(5), 1-92.
- 10) 中田尚宏 (1983) 神奈川県沿岸域のコノシロ浮遊卵と漁獲との関係. 神奈川水試研報, 5, 15-26.
- 11) Kong, L., M. Kawasaki, K. Kuroda, H. Kohno and K. Fujita (2004) Spawning characteristics of the Konoshiro gizzard shad in Tokyo and Sagami Bays, central Japan. *Fish. Sci.*, 70, 116-122.
- 12) 中田尚宏・今井千文 (1981) 神奈川県城ヶ島沖における魚卵・仔魚の鉛直分布について. 神奈川水試研報, 3, 19-28.
- 13) 辻野耕實 (2000) 空港島周辺海域における浮魚類現存量調査. 平成10年度大阪水試事報, 167-170.
- 14) 山本圭吾・中嶋昌紀・辻野耕實 (1997) 大阪湾における魚類卵稚仔の鉛直分布について. 大阪水試研報, 10, 1-17.
- 15) Takita, T (1978) Reproductive ecology of a shad, *Konosirus punctatus* in Ariake Sound- II Development and fate of the ovarian egg. *Bull.*

-
- Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, 45, 11-19.
- 16) 桑谷幸正・古旗喜太夫・船田秀乃助 (1958) コノシロの生態学的研究 - (1) 産卵期と人工授精による卵発生について. 昭和31年度京都水試報告, 276-284.
- 17) Takita, T (1978) Reproductive ecology of a shad, *Konosirus punctatus* in Ariake Sound- I Distribution, body condition, and maturation. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, 45, 5-10.