

# 大阪湾におけるヨシエビの漁業生物学的研究

安部恒之・日下部敬之・鍋島靖信・辻野耕實

## Fisheries Biology of the Greasyback Shrimp *Metapenaeus ensis* in Osaka Bay

Tsuneyuki Abe. Takayuki Kusakabe.  
Yasunobu Nabesima. Koji Tsujino

ヨシエビ *Metapenaeus ensis* は、クルマエビ科に属する暖海性のエビで大阪湾ではクルマエビや小型のサルエビとともに小型底びき網漁業で漁獲される。本種の漁獲量は、1960年以前に100トン台の漁獲（大阪府農林統計）を記録したこともあったが、その後一時的な回復はあっても長い間低迷を続け、大阪府の主要な種苗放流対象種として資源の増大を図っているところである。しかし、1990年になって漁獲量が58トンに急増後、1993年には70トンを越えるまでに回復し、近年は石桁網漁業者にとって本種が総水揚金額の15%<sup>1)</sup>にも達する重要種として今後の資源動向が注目されている。大阪湾における本種の生態については種苗生産技術の知見はあるものの、資源生態に関する調査研究はこれまでほとんど行われていない。そこで、1983年以降に様々の調査の中で蓄積されてきた資料を整理し、特に季節発生群の存在に焦点を当てて、成長、成熟、漁獲動向など漁業生物学的な解析を行った。

### 材料と方法

調査地点を図1に示した。漁獲量の変動を検討した資料は、200海里水域内漁業資源総合調査の一環として1983年から実施している泉佐野漁協のA石桁網標本船日誌データをもちいた。

漁獲量の分布を検討した資料は、200海里水域内

漁業資源総合調査および資源管理型漁業推進総合対策事業において1990年1月～1993年12月に実施した底びき網標本船日誌調査のデータを用いた。泉佐野漁協A、B標本船、尾崎漁協C標本船、西鳥取漁協D標本船、下荘漁協E標本船の計5航について、計4年間にわたる出漁日の操業海域とヨシエビ漁獲量から、月別に2.5分メッシュ毎の漁獲重量を積み上げ海区別CPUE (kg/日)を求めた。なお、A標本船を除く他の標本船では水揚金額で記載されているため、A標本船の重量・金額データから年別、月別に単価を求め重量を推定した。

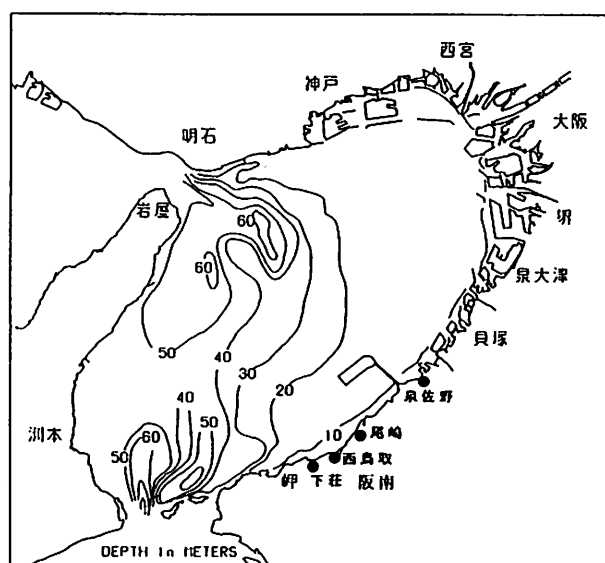


図1 調査地点図

成長を検討した資料は、1989年4月～1993年12月の間に原則的に毎月1回、泉佐野漁港または西鳥取漁港において石桁網漁船1隻分のヨシエビを買い上げ、雌雄別に全ての標本について体長を測定した。標本数が多いときはデジタイザーを用いて<sup>2)</sup>体長のみを測定した。また一部については全長、頭胸甲長、体重を計測した。成熟、産卵の検討資料は、上記漁獲物のうち1991～1993年のサンプルの一部について雌の生殖腺重量を測定した。生殖腺重量の測定を簡便化するため、電子レンジで加熱し体重を測定した後、凝固した生殖腺を取り出し重量を測定、生殖腺重量指数(GSI) (生殖腺重量/体重×100)を求めた。

### 結果および考察

#### 近年におけるヨシエビ資源の増大

大阪湾の比較的広範囲を操業海域としている中部地区の石桁網標本船で漁獲されたヨシエビ重量(kg/日)の経年変化を示した(図2)。

1989年まで1kg/日以下と低水準で経過していたが1990年から急増し、ここ数年は6kg/日と多獲されヨシエビの資源水準が高くなっている。急増前からの季節変化を同標本船の月別漁獲量(図3)で見ると、1989年は8月から漁獲が増加し、盛期は1月までであることがわかる。翌1990年にはいると8月以降のいずれの月においても急増しているが漁獲時期は大きく変化していない。ところが、1991年以降では、前年までほとんど漁獲されていないか、少なかった7、8月に大量に漁獲されており、明らかに漁獲盛期の開始が1～2カ月ほど早まっていること、すなわち資源の増大に伴い質的な変化が起こっていることが窺われる。

#### 体長組成による季節発生群の分離

各月の体長データが比較的整っている1989年4月から1993年10月までの雌の体長組成を年度別に示した(図4)。なお、図中の曲線は、以下に述べる手順により各発生群が底びき網の漁場へ加入した後の成長曲線として描いたもので各年とも同じ曲線を表示してある(例：'91早は1991年早期発生群を表す)。

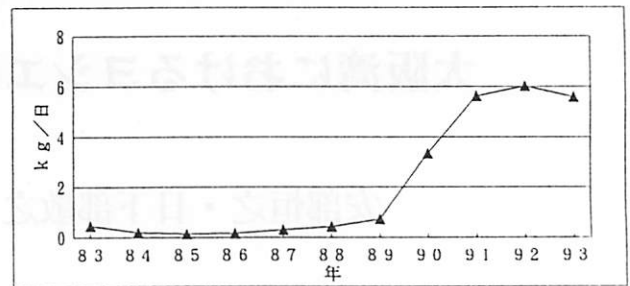


図2 ヨシエビ漁獲量の経年変化  
(石桁網標本船kg/日)

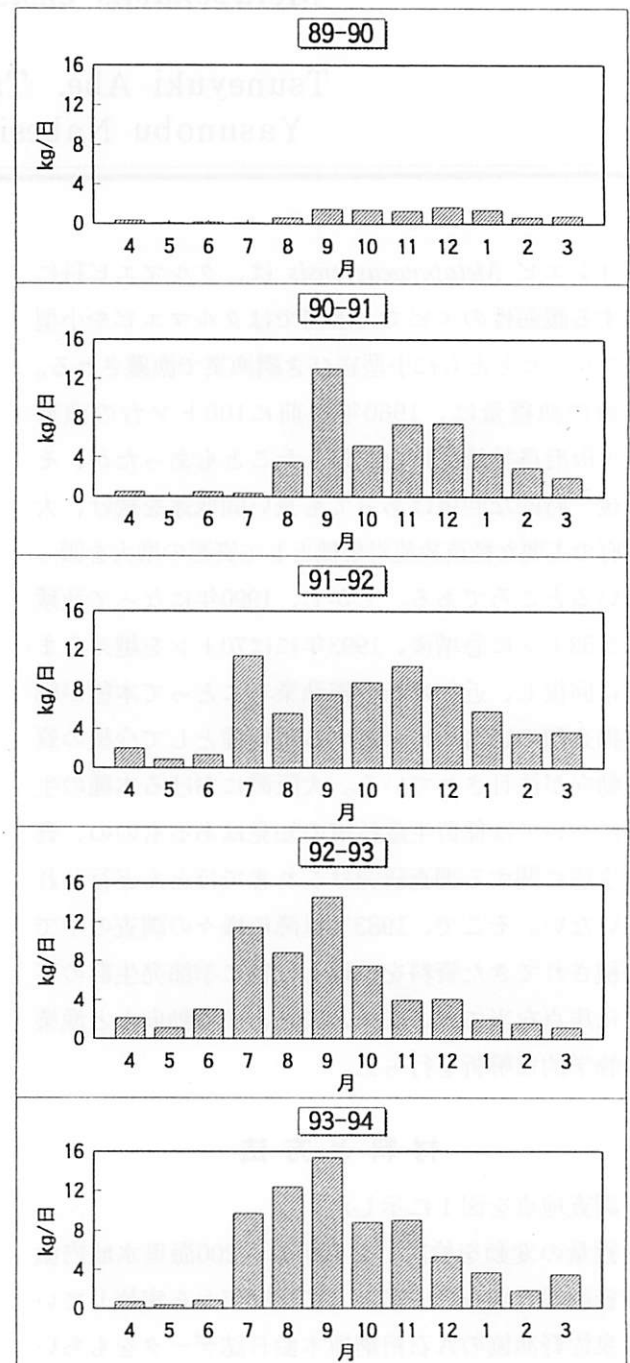


図3 ヨシエビ漁獲量(kg/日)の月別変化  
(石桁網標本船)

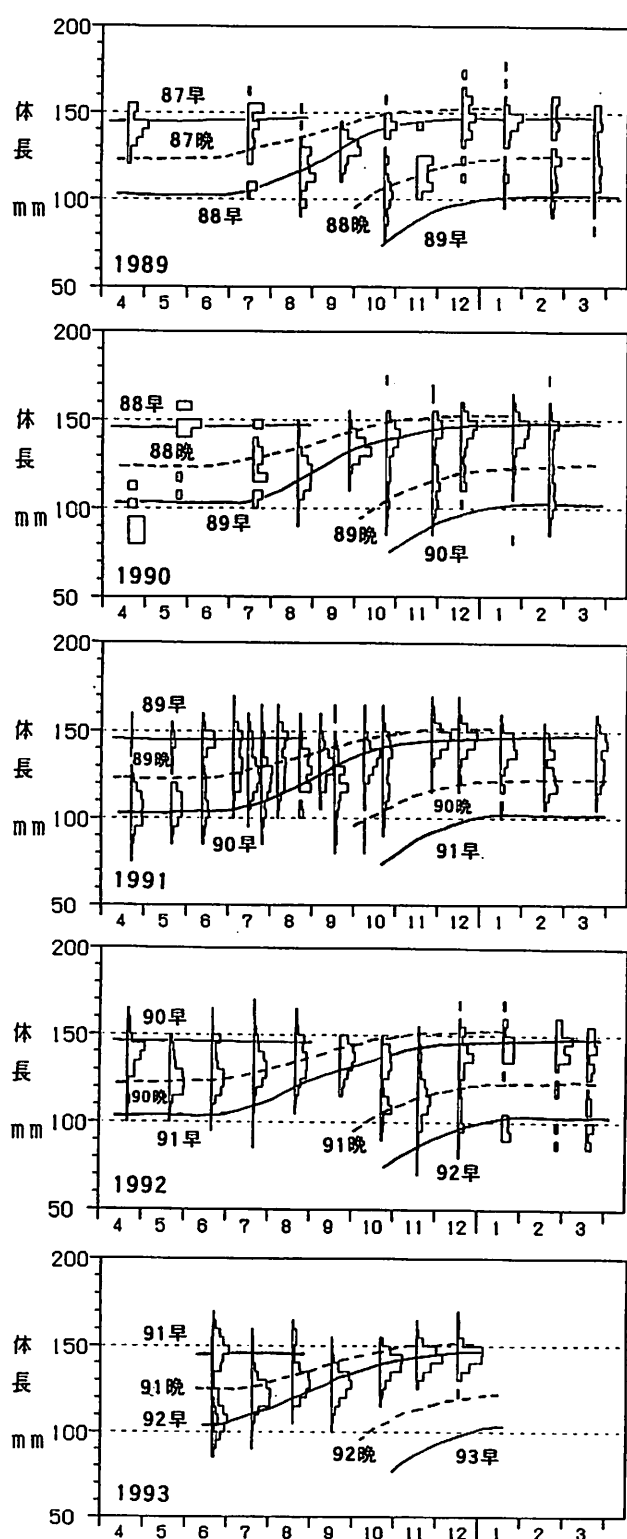


図4 ヨシエビの体長組成 (雌)

まず、漁獲量では大きな差があるものの漁獲が8月から始まる1989年と1990年の組成を見ると、兩年とも8月(体長120mm)、9月(同130mm)、10月(135mm)と成長し、年内には約145mmに達する群が卓越していることが明らかである。さらに、10月に体長100mmで加入し年内に約120mmに成長する群も確認できる。兩年の盛漁期において、この両群が漁獲の主体になっていたものと考えられる。後で述べるように産卵期を7~8月の夏季としてこれらの発生年を検討する。10月に加入する後者を当年発生群とすると発生年内に120mmまで成長することになるが、このような成長例は他海域でもみられないことから、前年発生群とみなす方が妥当であろう。そこで、これを前年発生群と仮定すると、8月に120mmで加入する前者は年級の異なる前々年発生群であると推定することも可能である。しかし、このように考えると、両者の成長差が小さいことや、推定した成長曲線にみられるように1年間に出現する五つの発生群が全て異なる年級群、すなわち最高5歳のヨシエビが存在することになり、これまで推定されている本種の寿命が最大で2年という報告<sup>3)</sup>と大きく隔たった寿命ともなることから、前者も前年発生群の1歳群と考える方が合理的である。

したがって、ここでは漁獲盛期に出現する二つの群を同一年の季節発生群、すなわち8月に120mmで加入する群を前年早期発生群、10月に100mmで加入する群を前年晚期発生群とみなして以下の検討をすすめる。

再び1989年の組成に戻って、さきの仮定により名付けた'88年早期群は冬期に140mm台で成長せず1990年8月まで存在が確認できる。また、1990年8月に主群が加入する'89早期群についても1991年8月頃まで追跡が可能であることから、早期発生群の寿命は約2年と推定される。この群が、発生した年に漁場に一部出現する例として1992年12月から1993年3月に、明瞭ではないまでも確認できる100mmのモードをあげることができる。発生した年の冬期に体長100mmまで成長すると推定した報告例<sup>5)</sup>もあることから、この群を当年発生と推定することは妥当であ

ろう。1991年2月にみられる100mmの群も当歳と思われ、これは4月から6月の100mm台の明瞭なモードに続いている。なお、これをみると6月までは成長が停滞することがうかがわれる。

一方、1989年10月に100mmで加入した'88年晩期群は1990年3月まで追跡することができるが、その後は7月にこの群と推定できる弱いモードがみられるだけである。しかし1990年10月に加入した'89年晩期群は1991年7月からモード120mmで再び出現し、7、8月の卓越モードとなっていることがうかがわれる。ただ8月以降は、年級の異なる'90年早期群との体長差が小さく組成の相違に基づく識別を困難なものにしているが、1992年5～8月のモードは'90年晩期に発生した約2歳群の存在を示した典型的な例と思われる。晩期発生群についても6月まで成長が停滞することがうかがわれる。体長組成を1991年以降の月別漁獲量の変化(図3)と対応させてみると、7～8月の高漁獲が約2歳の晩期発生群によって支えられていることが明らかである。

なお、各年について最大体長の変化を追ってみると1月頃まで増加がみられることから、この群の寿命は早期群よりもやや長いものと考えられる。また、当年発生 of 早期群がその年の冬に漁場に参加することがあるのに対し、晩期群は漁場に参加するまで1年以上を経過しているようである。

雄の体長組成についても雌と同様に示した(図5)。成長に雌雄差があるため雄の体長範囲は雌に較べて狭く、体長110mm以上での各発生群の分離は困難であるが、各年の特徴は雌と同様に現れていることから雌と同じ五つの発生群が存在している。

以上、各年の体長組成の変化から、大阪湾産のヨシエビには季節発生群が存在する可能性が高いことを示したが、前提とした季節発生群が本当に存在するのかという問題が残される。これは言い換えれば季節発生群を作り出す成熟親エビが群として存在するのかという問題になるが、夏の産卵期に産卵に関与する群としては2歳の早期・晩期群と1歳の早期群が該当すると考えられるので、成熟・産卵の項でさらに検討を加える。

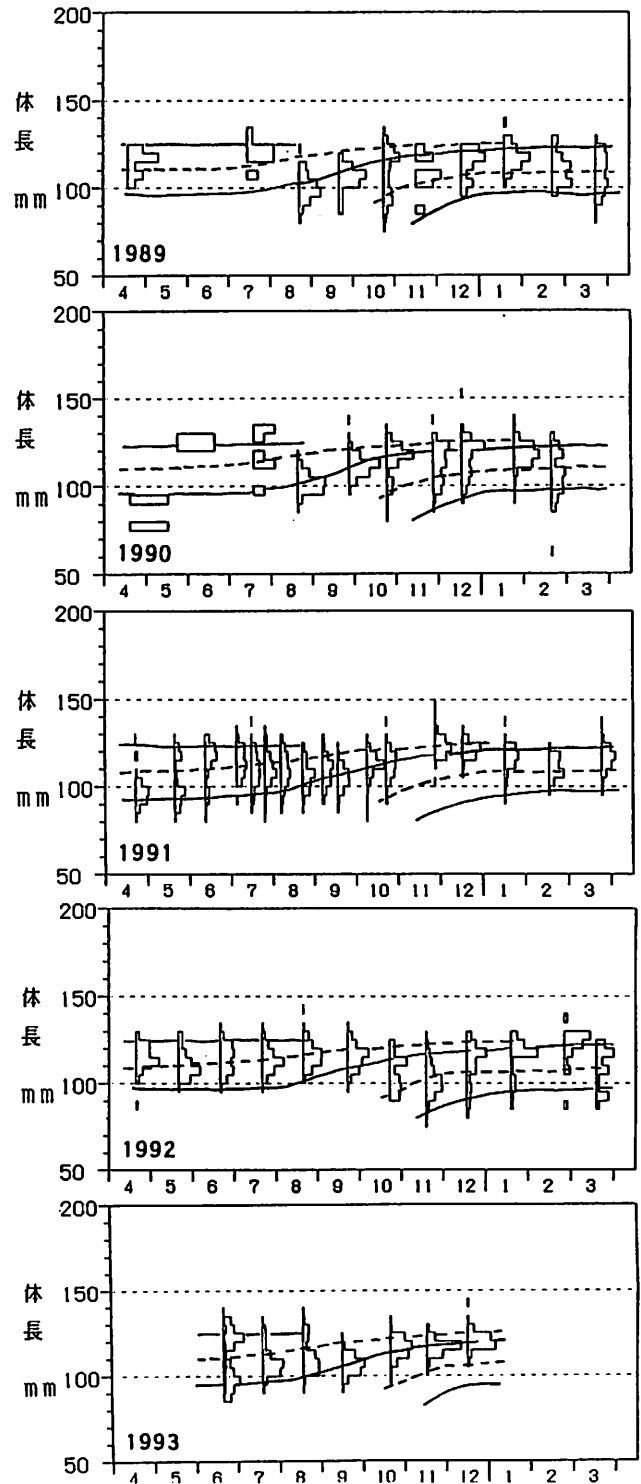


図5 ヨシエビの体長組成(雄)

ヨシエビの産卵期

雌の生殖腺重量の測定は、先に述べたようにすべて電子レンジによる加熱法で行ったが、卵巣の熟度を判定するG S I 値を評価するために生体標本の一部について、加熱前に卵巣重量と体重を測定した後、取り出した卵巣を再び体内に収納し、加熱後の卵巣重量と体重を測定した。加熱前と加熱後のG S I 値を比較すると(図6)、加熱の前後で変化がないことから、加熱法によるG S I 値が熟度判定の基準と

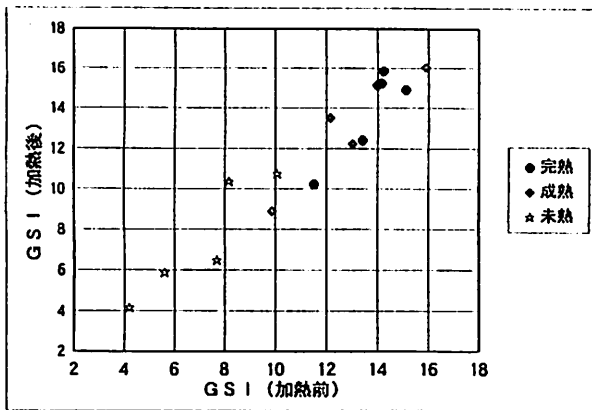


図6 加熱前後における生殖腺重量指数の比較

して評価できることが明らかになった。また加熱前に、大阪府栽培漁業センターがヨシエビの種苗用の親エビを市場で購入する際、外部から熟度を判定する経験則により完熟(背側より卵巣を透かして暗緑色または暗褐色を呈し輪郭をはっきりしており、水槽に収容するとその晩に産卵可能な個体)、成熟(外観の程度は完熟個体よりやや弱い)が2、3日後に産卵可能な個体)、未熟の3段階に分類した。外部判定基準と対応づけるとG S I 値10以上が産卵の基準であると判断される。

各月の平均G S I 値の季節変化(図7)から平均G S I 値が10以上の7、8月が主産卵期と推定されるが、産卵期間をさらに詳細に検討するため6~9月の間にはほぼ旬別に測定した体長に対するG S I 値の変化を示した(図8)。まずG S I 値10以上の個体が出現する時期をみるとおおよそ6月下旬から9月上旬までで、この期間を大阪産ヨシエビの産卵期とみなすことができる。同時に調査した雌の交接器

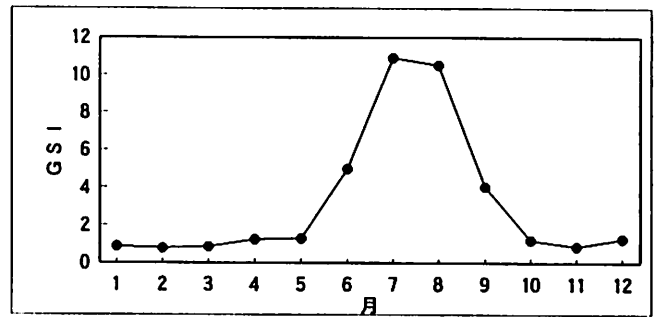


図7 生殖腺重量指数の月別変化(1992年)

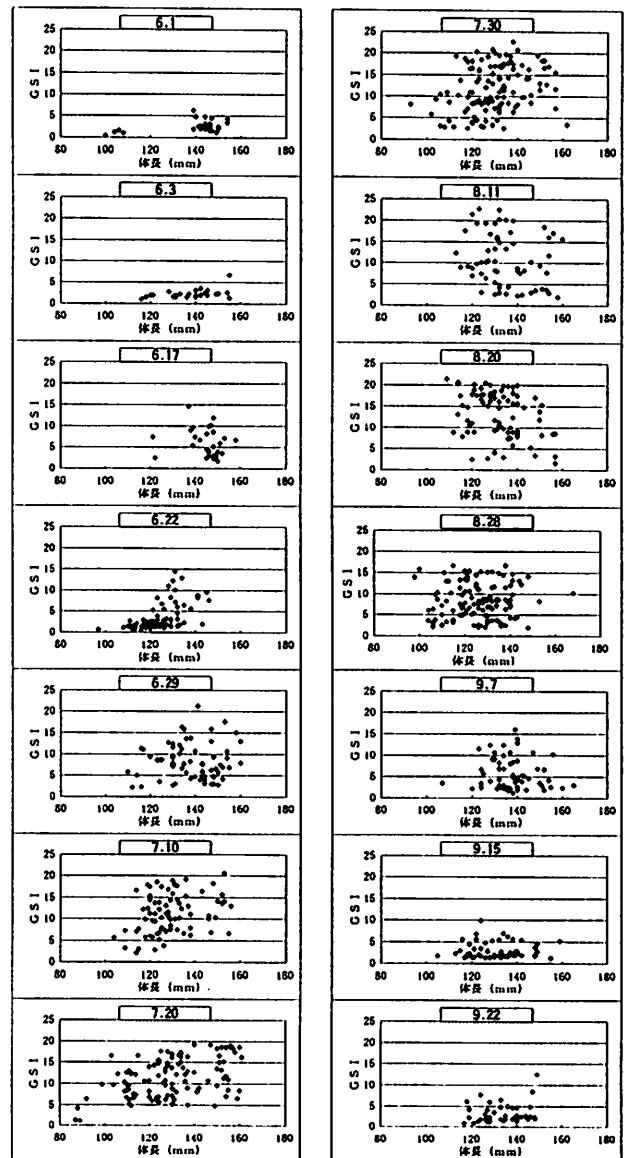


図8 産卵期における生殖腺重量指数の変化(1992年)(ヨシエビ♀)

に付着した交尾栓の出現状況を示した（図9）。40%以上の個体に交尾栓が付着している期間は6月下旬から9月上旬まででG S I値からみた産卵期と対応している。この産卵期は有明海<sup>3)</sup>、周防灘<sup>4)</sup>、豊前海<sup>5)</sup>とはほぼ一致している。また、土佐湾<sup>6)</sup>では5月中旬から10月中旬と他海域で最も産卵期間が長い。大阪湾の場合は開始時期が1カ月遅く、終了時期は1カ月早い。

1991年、1993年にもG S I値の測定を行ったが、各測定回次の平均値を1992年の結果と併せて示した（図10）。1991年は1992年とはほぼ同じ傾向で変化し産卵期は6月下旬から9月上旬と推定される。1993年は7月上旬のG S I値が低く、逆に9月中旬の値は他の2年より高い結果が得られ、産卵は例年より遅れて7月中旬より始まり9月中旬以降まで続いたと推測されるが、これは冷夏のため水温の上昇が遅れたことに起因している可能性がある。

#### 発生群別の産卵期

体長とG S I値の関係（図8）を見ると、産卵期前半の6月17日～7月20日のようにG S I値は大型個体のほうが小型個体よりも大きく、反対に後半の8月11日、8月20日、9月7日では大型個体のほうが小さいこと、すなわち体長に対して右上がりの勾配が右下がりの勾配に転換する傾向が見られることから、大型個体から産卵が始まり大型個体から産卵が終了するものと推定される。これを、体長組成で述べた、産卵期間にモードの異なる二つの群があることと併せて考えると、大型個体で構成される2歳群は1歳群よりも早く産卵することを示唆している。

発生群毎の産卵状況を推定するため生殖腺測定標本を抽出した漁獲物の体長組成（図11）と併せて検討を行った。1992年の体長組成ではすでに述べたように'90年晩期発生群すなわち2歳晩期群が卓越しており、1歳早期群のモードは不明瞭で群分類をすることは不可能である。そこで、さきに推定した成長曲線から、各発生群に該当する体長範囲にある個体のG S I値を各発生群の熟度とみなして比較した。各群の体長範囲は、9月上旬までの140mm以上の個体を早期発生2歳群、また115mm以下（6、7月）、

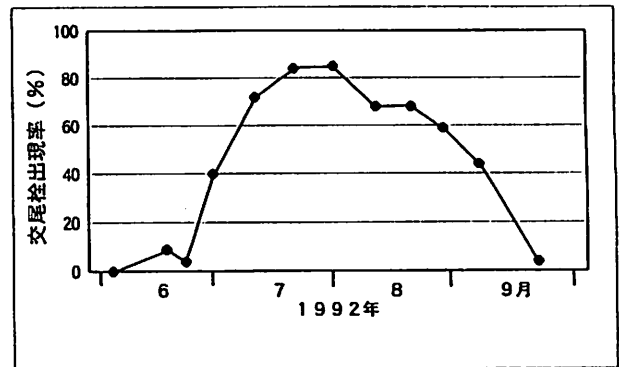


図9 産卵期における交尾栓の出現率（雌）

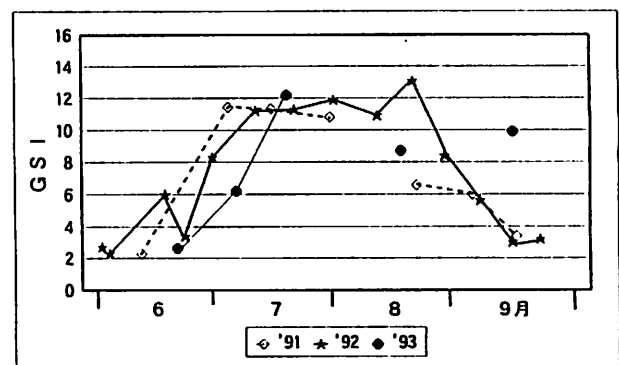


図10 生殖腺重量指数(平均値)の年別比較

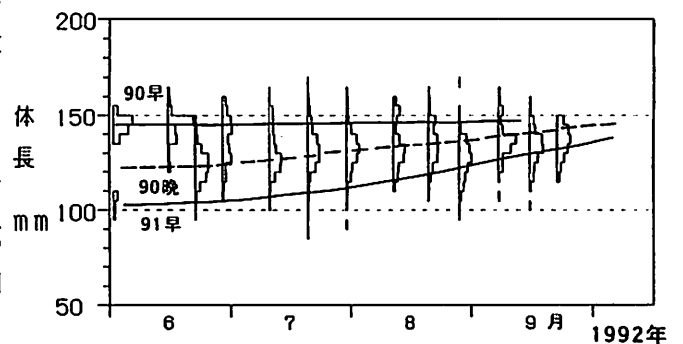


図11 産卵期における体長組成（雌）

120mm以下(8月)、130mm以下(9月)の個体を早期発生1歳群、両群の間の体長を持つ個体を晚期2歳群とした。各発生群毎のG S I値の変化を図12に示した。各測定回次の最大G S I値の変化に着目すると、図の上段の早期2歳群では6月20日頃から産卵可能なG S Iが10以上の個体があられ、7月にはG S I値10以上の出現頻度が高くなり20以上の個体もあらわれる。また7月には各調査回次の最低G S I値は他の月より高い傾向もみられる。8月にはいると全体にG S I値の下降傾向がみられ、9月上旬では10以下の個体が多くなる。このことから、早期2歳群の産卵は6月下旬から始まり20以上の最大G S I値が出現する7月を盛期として8月まで産卵が続くものと推定される。

一方、図の下段に示す早期1歳群では6月中に産卵可能個体はみられず、7月下旬になって初めてG S I値10以上の個体出現する。8月は20以上のG S I値がみられ、G S Iの最低値も他の月よりも高い。8月末頃から下降傾向があらわれ、9月中旬以降は10以下に低下している。これらのことから、早期1歳群の産卵は早期2歳群より約1カ月遅い7月下旬に始まり、8月を盛期として9月上旬まで続くものと推定される。

さて、1992年の産卵期間に卓越していた晚期2歳群の産卵状況を図の中段でみると、G S I値が10以上に上昇するのは早期2歳群と同じ6月下旬で、10以下に低下するのは早期1歳群と同じ9月中旬以降であり、したがってこの群の産卵期は他の2群の産卵期を包含する6月下旬から9月上旬までで、盛期は7、8月と推定される。

以上に述べたことをまとめると、2歳早期群は1歳群より約1カ月早い6月下旬に産卵を開始し、産卵の盛期も1歳群より1カ月早い7月に形成されるものと推定されたが、2歳晚期群は他の2群の産卵の期間全体にわたって6月下旬から9月上旬まで産卵し、したがって1992年は全体としては7～8月を盛期とする単峰型の産卵状況にあったものと考えられる。おそらく晚期発生群が卓越しこの群が2年目に産卵に関与するようになった1991年以降の産卵状

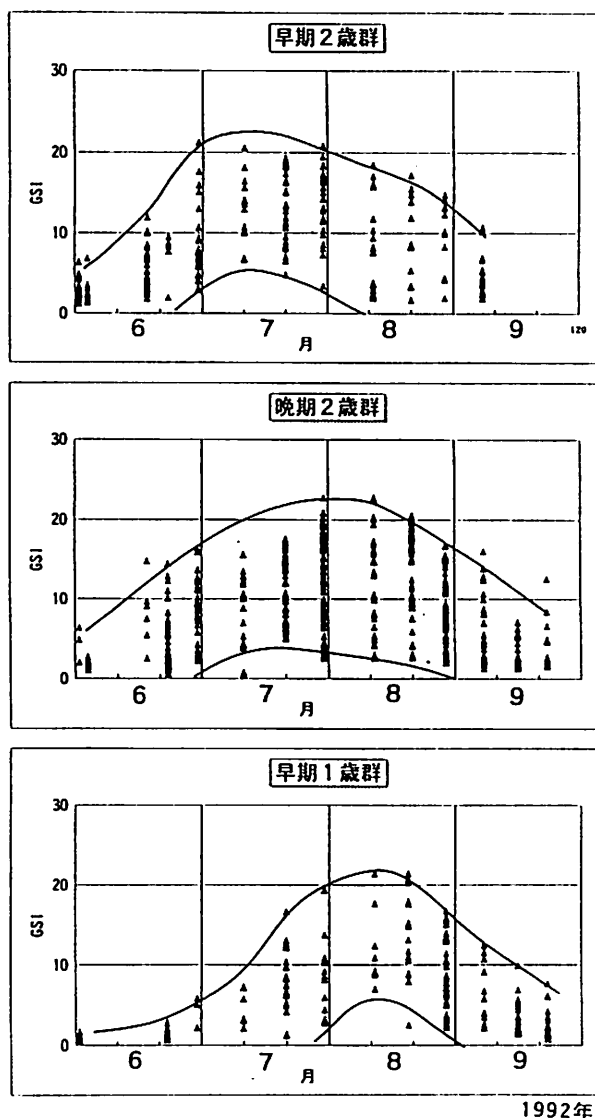


図12 発生群別生殖腺重量指数の変化

況は単峰型であったと思われる。

しかし、産卵期に晚期2歳群が卓越していなかった1989、1990年は、早期2歳群と1歳群のみの群構造が体長組成でも明瞭に現れていることから、早期2歳群が7月に新たな早期群を、早期1歳群が8月に晚期群を産出するいわゆる2峰型の産卵状況が支配的であったものと推量される。1カ月の発生時期の相違は発生した稚エビの成長に群としての成長差をもたらすものと思われ、体長組成の変化から推定した季節発生群の存在は産卵生態からも説明できる。

ところで晩期発生2歳群が7～8月に産卵すると、早期、晩期の発生群は形成されず体長組成のモードも不明瞭になるはずであるが、産卵に参加するようになった1991年以後の1992、1993年の組成にはそうした現象はみられず、基本的には晩期発生群が卓越していない時の組成を保っている。この理由については今後の課題であるが、体長組成に大きな変化がみられないということは晩期発生2歳群が再生産に及ぼす影響は小さいことも考えられる。いずれにしてもこの群からの発生群が大阪湾のヨシエビ資源にどのような影響をおよぼすのか注目される。

### 季節発生群の成長

既述した各年の体長組成の変化から推定した雌雄別発生群別成長曲線を示した(図13)。底びき網漁場へ加入する以前の発生群としての成長は现阶段では不明であるが、2歳群は6月下旬から1歳群は7月下旬から産卵するという推定結果により発生起点を早期発生群で7月1日に晩期発生群で8月1日におき、また加入前においても1月から6月までは成

長が停滞すると仮定して推定した。さらに着底後の生息域と推定される淀川河口域を中心とする湾奥沿岸域の調査<sup>7)・8)</sup>得られた体長データも参考にした(図中の●印)。

雌の早期発生群は発生後5～6カ月経過した12月頃体長100mmで一部が漁場へ加入し6月まで成長は停滞する。満1歳になった7月から急速な成長がみられ8月で120mm、9月で130mmに達するが、この成長期の8月に産卵を行い晩期発生群を作り出す。11月には体長140mm、発生後16カ月経過した12月に145mmに達した後その後は夏になっても成長しない。満2歳になった7月に2回目の産卵を行うが産卵の開始は1歳時より1カ月早い。この産卵によって早期発生群を作り出す。各年の体長組成では9月に最大体長が小さくなることから産卵後8月に死亡するものと推定される。寿命は約2年である。

雌の晩期発生群は2年目、発生から15カ月経過した10月頃体長100mmで加入する。G S I値10以上の産卵可能個体が出現したのは1992年8月28日に体長98mm、G S I値14の1個体(図8)のみで生物学的最小形を98mmとすると、この晩期発生群は1歳では産卵しないと推定される。12月まで125mmまで成長した後、6月まで成長は停滞する。早期発生群と異なり約2年経った7月以降に再び体長は増加し8月で130mm、9月で140mm、10月で145mmに成長する。この群は約2歳の7月から8月にかけて初めての産卵を行うが早期発生群より産卵盛期は長い。この晩期発生2歳群がどのような発生群を産出するかについては不明であるが、産卵期の長さからみれば早期および晩期いずれの発生群の産出に関わっているものと思われる。12月には体長150mmまで緩やかに成長した後1～2月に死亡する。寿命は約2年半と推定される。

雄の早期発生群は12月頃体長95mmで漁場へ加入し6月まで成長は停滞する。満1歳になった7月から成長するが雌に較べて緩やかで12月に125mmに達した後は雌同様に成長はみられず約2年で死亡する。

雄の晩期発生群は雌の同群と同じく発生から15カ月経過した10月頃、体長90mmで加入し年内に110mm

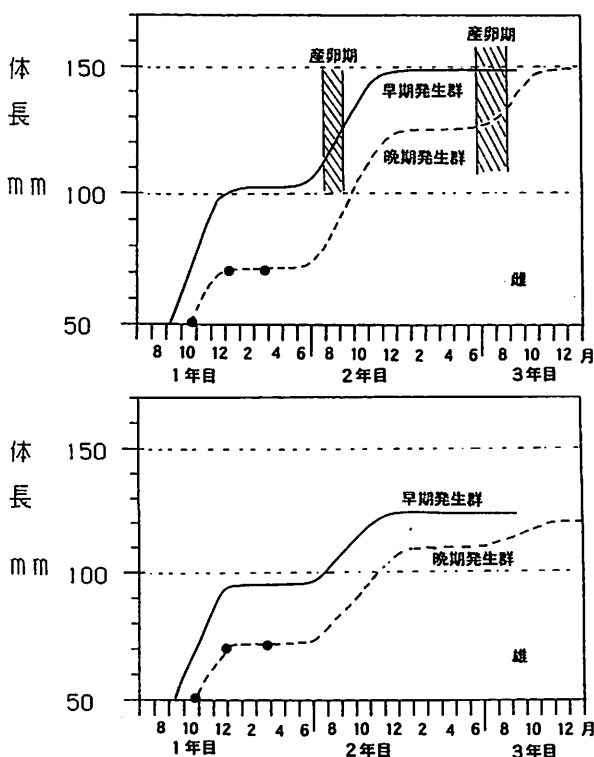


図13 ヨシエビの推定成長曲線



mまで成長する。雌と同様に約2年経った7月から再び緩やかに約120mmに成長したのち1月頃死亡すると推定される。寿命は約2年半である。

以上に発生群別に成長を推定したが、成長停止期間が、有明海(11~4月)<sup>3)</sup>、中海宍道湖(10~5月)<sup>9)</sup>、豊前海(11~3月)<sup>10)</sup>などと較べて開始、終了時期とも遅い。特に6月に入っても成長しないという仮定は、体長組成のモード追跡から推定された結果ではあるが今後の検討課題である。

なお、相対成長は今回の解析では主な検討項目ではないが、今後、他海域のヨシエビ資源との比較や資源解析を行う場合に必要となるため、体長(BL: mm)、全長(TL: mm)、頭胸甲長(CL: mm)、体重(BW: g)の相互の関係式を以下に示した。

(体長-体重関係)

$$\text{雌 } BW = 9.692 \times 10^{-6} BL^{3.054}$$

$$(r = 0.9837) \quad (n = 4,000)$$

$$\text{雄 } BW = 3.175 \times 10^{-5} BL^{2.784}$$

$$(r = 0.9632) \quad (n = 2,787)$$

(全長-体長関係)

$$BL = 0.889 TL - 3.875$$

$$(r = 0.9940) \quad (n = 610)$$

(頭胸甲長-体長)

$$\text{雌 } BL = 2.843 CL + 25.09$$

$$(r = 0.9917) \quad (n = 152)$$

$$\text{雄 } BL = 3.127 CL + 21.76$$

$$(r = 0.9359) \quad (n = 305)$$

## 分布と移動

各海域で操業している5つの石げた網標本船について1990年1月から1993年12月までの4年間の漁業日誌から、ヨシエビの海区(2.5分メッシュ)別C P U E (kg/日)の月別分布を示した(図14)。この図と過去に様々の海域で漁獲されたヨシエビの体長組成のモードを踏まえて季節的な分布の特徴について述べる。

漁獲量の月別変化(図3)から4、5月は最も漁獲量が少ない時期であるが、これは分布のうえでもあらわれており、北部または南部の沖合い域でやや多い程度ではほとんどの海域で1kg/日以下しか漁獲

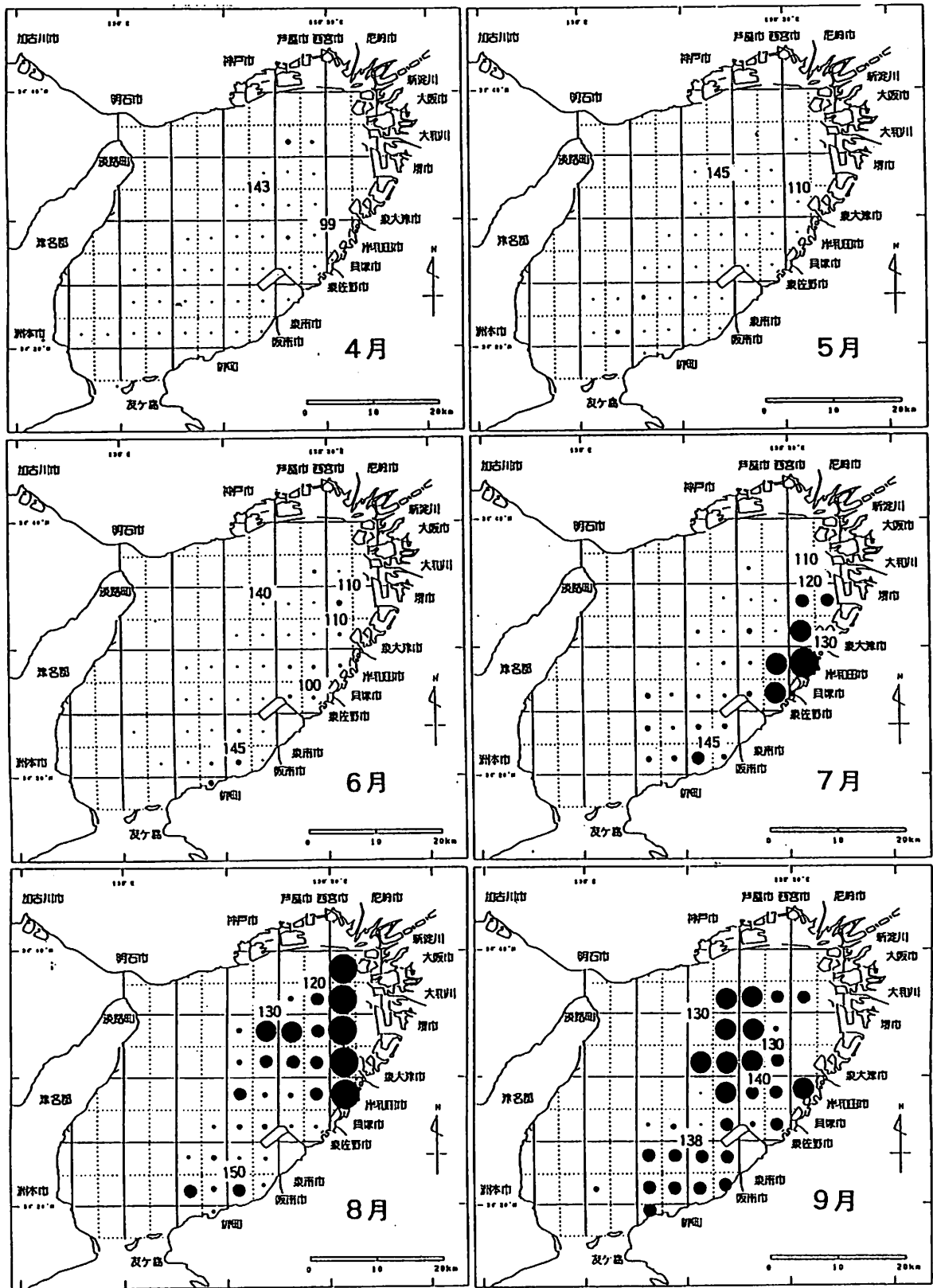
されていない。この時期は沖合いの方が大型群で(雌のモード約140mmの約2歳群)、ごく沿岸域では小さい(同100mmの前年早期発生群)。

6月では沖合い域では少ないものの北部から南部にかけての沿岸域で2.5~5kg程度漁獲されるようになる。

7月にはいると10~20kg以上に多獲される海域が泉佐野から堺市のごく沿岸域に出現する。この出現は6月末から7月中頃にかけて1週間程度の間で急激にみられるのが特徴である(後述の図17を参照)。また、6月からすでにその傾向が現れているが、南部の阪南市~岬町の沿岸域にも短期間に高分布域が形成される。この南部沿岸域の漁獲物はモード145mmの2歳早期群(早期発生)の満2歳群が多く、北部沿岸域の1歳群および2歳晚期群(100~130mm)と対照的である。おそらくこの海域は2歳早期群の産卵場の一つになっているものと思われ、大阪府では従来より7月の種苗生産用の親エビとして、この海域で漁獲された大型個体を利用している<sup>11)</sup>。

8月になると北部沿岸域で20kg/日以上に多獲されているが、これは1993年の同月に1日だけ大量に漁獲されたことによるやや特異的な分布であると思われる。全体には北部沖合いに高分布域が形成されており、1991年以降は2歳の晚期群が、1990年は体長120mmの早期1歳群が漁獲主体になっている。早期1歳群は神戸市から堺市にかけての北部沿岸域から沖合い漁場へと加入してくるようである。この時期は晚期2歳群と早期1歳群の産卵盛期にあっているが、漁獲海域からみて早期2歳群のように南部沿岸の特定の海域を産卵場としている様子はなく広い範囲で産卵しているようである。また、南部沿岸域に産卵のため集群していた早期2歳群は8月中頃から当海域でみられなくなり、沖合い域でも漁獲されないことから産卵後死亡するものと思われる。

9月、10月では北部沖合い域に10~20kgの高密度域があるものの湾全体に高分布域が広がっている。これは早期1歳群が成長しながら南部海域へ分布域を拡大していくことに対応している。沖合い域では体長140mmに成長した早期1歳群が卓越しているが、



1kg以下・1~2.5・2.5~5 ● 5~10 ● 10~20 ● 20kg/日以上

図14 ヨシエビの海区別・月別CPUE(kg/日)(1990~1993年)  
 ※添字は雌の体長モード(mm)(買上げ調査による)

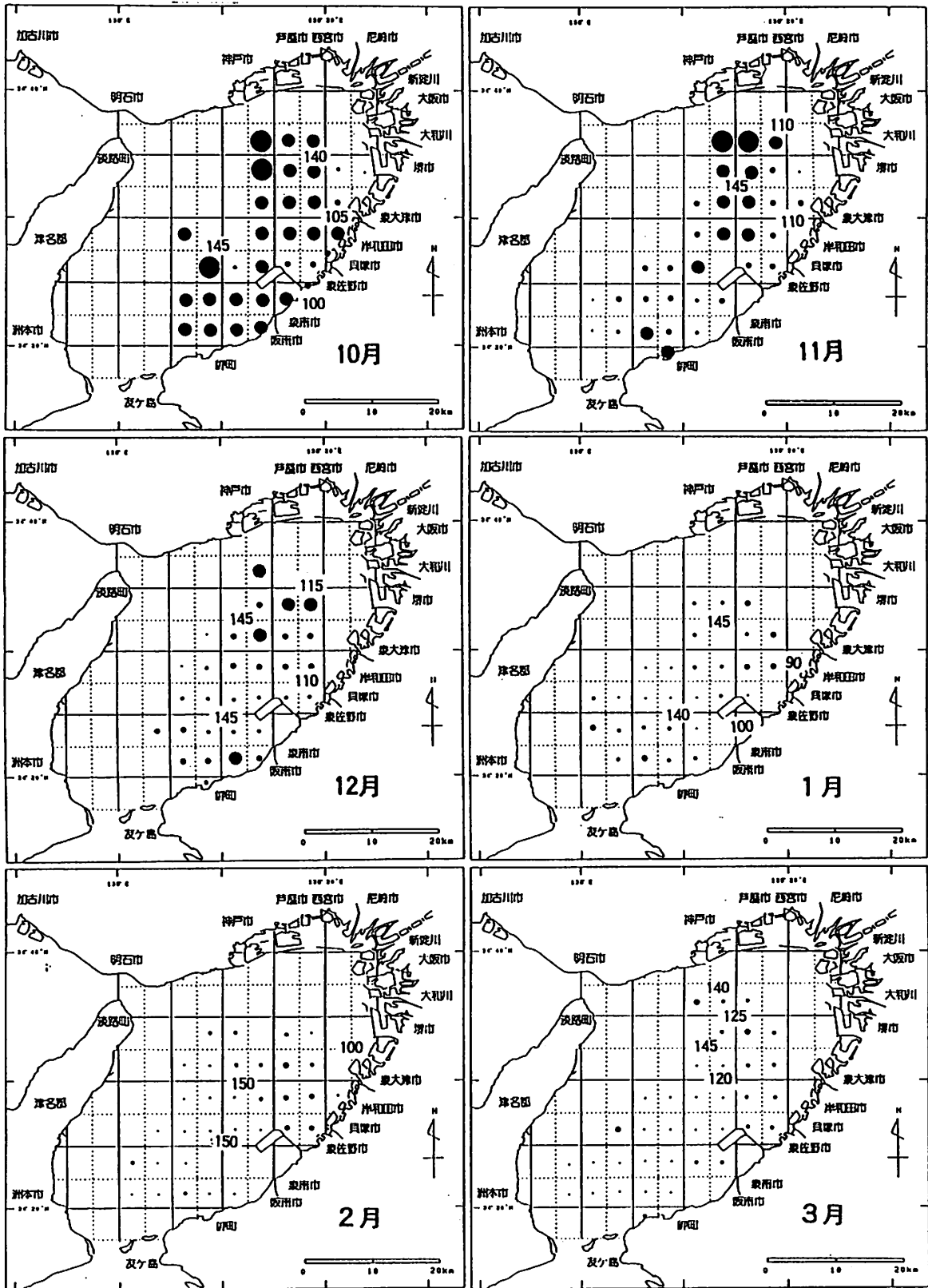


図14 続き

沿岸域では晩期1歳群(100mm)が底びき網漁場に加入してくる。

11月、12月は中南部海域の漁獲は急減し北部沖合いの高分布域も縮小する。漁獲の主体は大型の早期1歳群と小型の晩期1歳群で前者は南部域や沖合い域に、後者は北部域や沿岸域に多い。また、沿岸域では当歳の早期発生群が加入してくる(100~110mm)。

1月以降は北部を中心に2.5~5kg漁獲されているが全体に1kg以下の海域が広がる。12月までに体長145mmに達した早期1歳群も120mm台の晩期1歳群も沖合いに、当歳の早期群は泉佐野市以北の沿岸域に分布する傾向がある。

以上に述べた季節的な漁獲量の分布から、発生群

別の分布・移動を模式的に示した(図15)。7月に孵化したと推定される早期群は、稚・幼エビ期を北部の沿岸域で過ごし一部は12月頃から北部~中部の沿岸漁場に出現するが、冬季は沿岸域で越冬する。満1歳になった7月頃から再び北部の底びき網漁場に参加し、8~10月に沖合いから南部域へと分布域を拡大、漁獲の主群となる。この間8月に産卵し晩期発生群を産出する。12月までに約145mmに成長するが冬季は沖合い域で越冬する。約2歳の6月~7月に、この群の産卵場の一つである阪南市から岬町の南部沿岸域に集群して産卵、早期群を産出した後9月頃死亡する。

一方、8月に孵化した晩期群は翌年の夏まで沿岸域に留まり、9~10月頃から漁場に参加し12月までの漁獲主体となる。冬季は北部の沖合い域で越冬するが、約2歳の7月頃から急速に北部沿岸域に出現し7~8月の産卵群の一つとなる。9月以降は1歳早期群との体長差が小さくなるため分布移動を特定できないが、次第に沖合いに分散し冬季に死亡するものと思われる。

分布の季節変化で特徴的なことは、7月を中心に沿岸域に濃密な分布が形成されることである。基本的に沿岸の産卵場への集群状況を反映していると考えられるが、日誌調査の結果や漁場の聞き取り調査から、この分布は夏期に大阪湾の東部海域を中心に形成される貧酸素水塊<sup>12)</sup>の消長とも密接に関連している(図16)。図の×印がヨシエビの多獲された場所であるが、南部の沿岸域の産卵場を除いていずれも酸素飽和度が40%以下の貧酸素水塊の縁辺部に集中し、貧酸素水塊の動きとともに多獲位置も移動している。これは湾奥部沿岸域で発達した貧酸素水塊からのヨシエビの逃避行動のあらわれであると推定される。

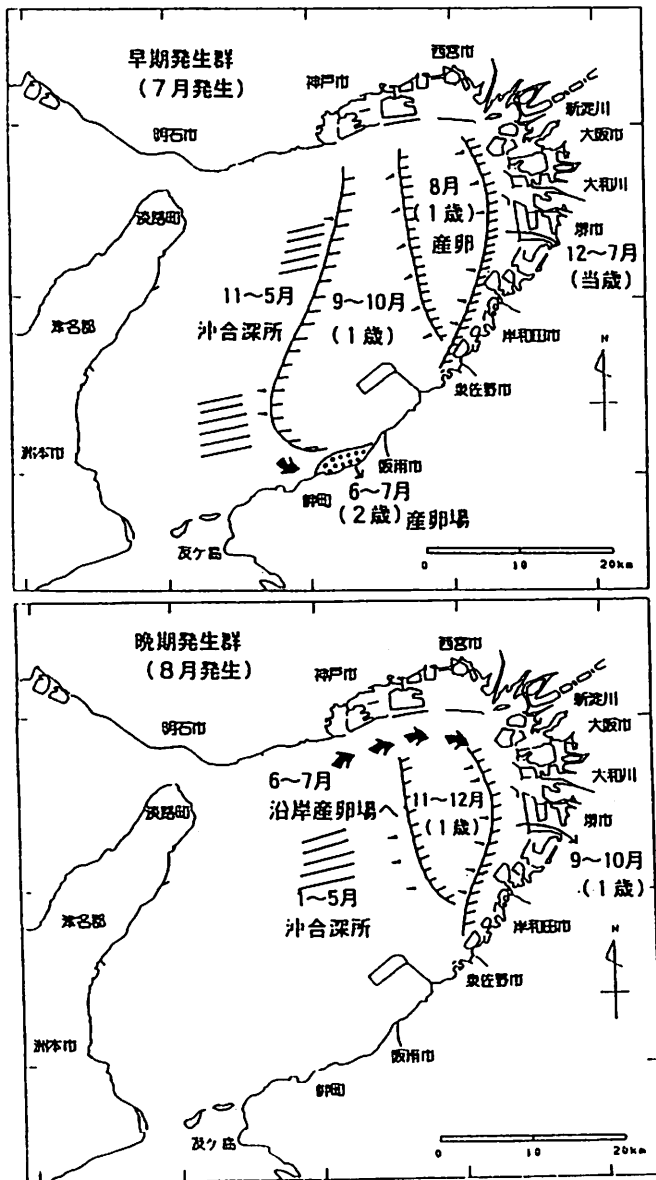


図15 発生群別の分布と移動

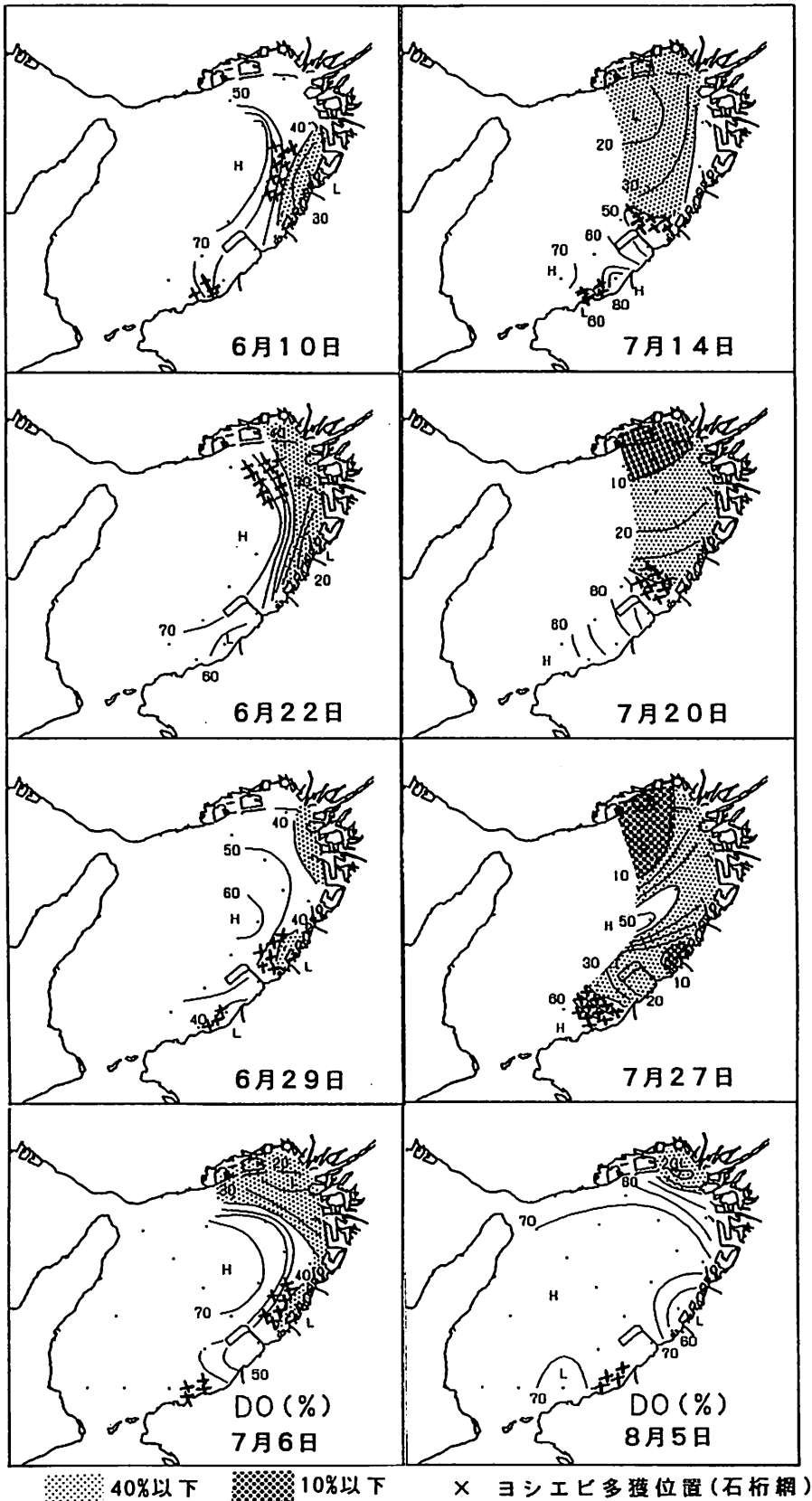


図16 底層の酸素飽和度の分布<sup>12)</sup>とヨシエビの多獲位置(1992年)

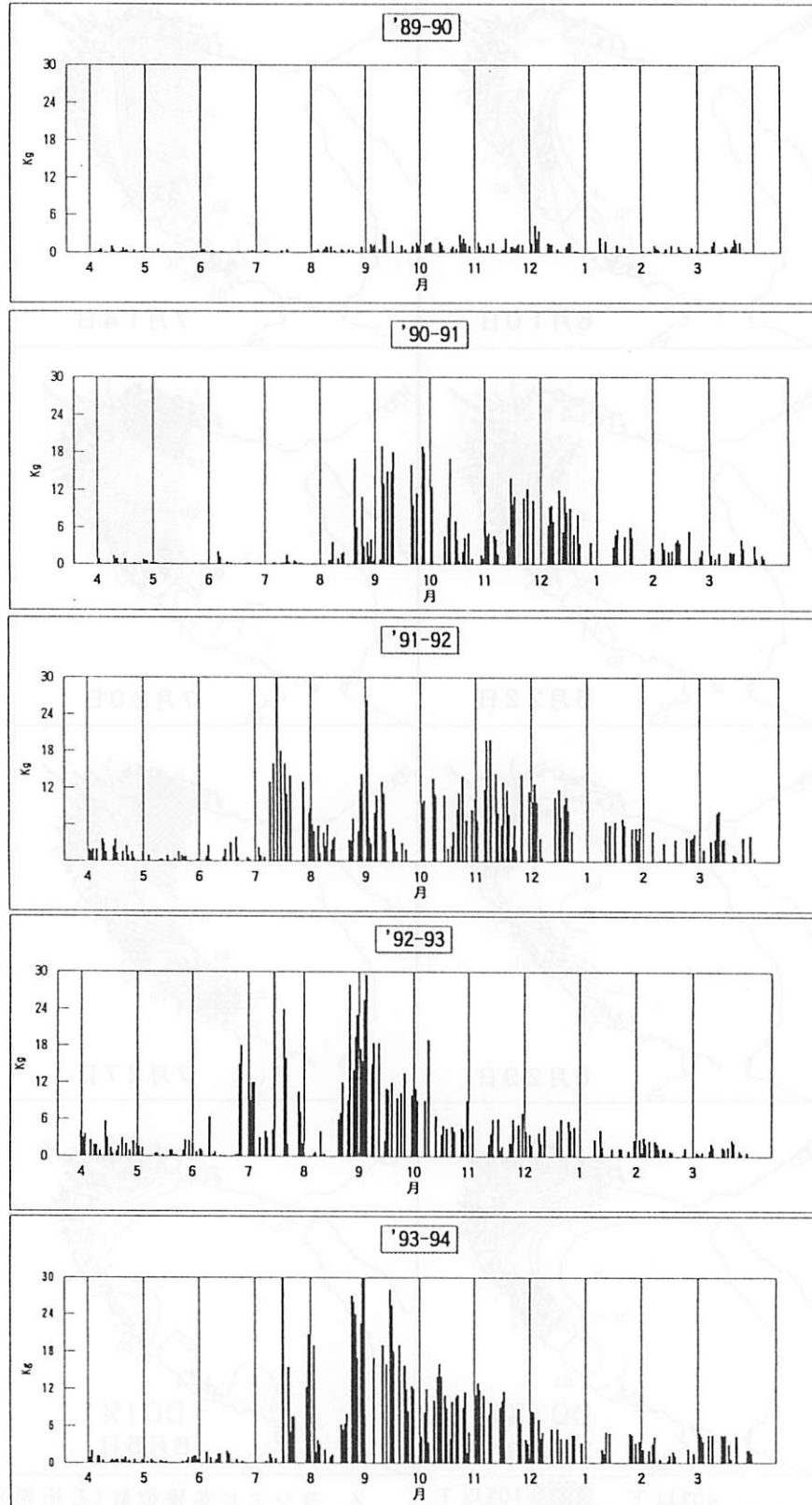


図17 ヨシエビ漁獲量の経日変化（石桁網標本船）

### 季節発生群の消長と漁獲量の変動

体長組成の項で季節発生群と月別漁獲量の関係について若干触れているが、ここでは成長で述べた親子関係も踏まえて検討する。図17は石げた網標本船の月別漁獲量(図3)を日別、年別に示したものである。各年の変動をながめるといずれの年も漁獲のピークが複数存在しているのが読みとれる。体長組成、成長模式図ををもとに検討すると、第一は各年9月を中心に現れる漁獲のピークで前年7月に早期2歳群から生まれた早期1歳群である。第二は11月～12月にみられるピークで前年8月に早期1歳群から生まれた晚期1歳群である。第三は7月を中心にみられるピークで、第二の晚期1歳群が再び漁場に加入してきた晚期2歳群であると推察される。なお、この晚期2歳群の産卵は翌年の9～12月の漁獲量全体に関わっているものと思われる。

具体的に親子関係をながめると、1993年9～12月の漁獲量は前年1992年7～8月の産卵群が、同様に1992年の9～12月については1991年7～8月の産卵群が産出した発生群である。1991年の漁獲量については、前年の7月に晚期発生2歳群が存在しないためより明確に親子関係をみることができる。1991年11～12月のピークは1990年8～9月の漁獲ピークであらわされる早期1歳群が産卵した群である。1991年9月のピークは1990年7月に早期2歳群の産卵によるものであるが、この産卵群は既述のように南部沿岸域に集群するため中北部域を操業海域とするこの標本船の時系列には現れていない。このことは1991年以降についても同様で、したがって1992、1993年9月の漁獲ピークはそれぞれ1991、1992年7月に早期2歳群が産卵群として存在していたことをうかがわせる。さらに、親子関係ではないが、1990年以降の11～12月に卓越する晚期発生群が翌年7月に2歳群となって出現している様子がよくあらわれている。これらのことから資源が増大した1990年以降の漁獲量変動は親の量が子の量を支配する一定の再生産関係が機能していたようにみてとれる。

しかしながら、資源が増大した1990年と増大前の1989年を比較すると、1990年の9月の早期1歳群の

親となる早期2歳群の存在は既述の理由で1989年7月に現れていないが、他の標本船データからみて漁獲量は少なかったものと思われる。また11～12月に大量の晚期1歳群を加入させた早期1歳群は1989年8～9月の漁獲量のレベルにはほとんど現れていない。おそらく1989年は孵化後、浮遊期を経て着底後の生き残り環境が非常に良好であったものと思われる。

### ヨシエビの資源変動におよぼす水温の影響

ここでは、1990年の急増現象も含めて過去の漁獲量の変動が環境変動とどのように関係したかについて検討する。

天然のヨシエビについて産卵、孵化、変態、着底後稚エビ期の生残環境について検討した例はないが、本種の大量種苗生産技術開発研究の成果は天然ヨシエビの生残を考える上で重要なヒントを与えてくれる。

産卵親エビはクルマエビと同様に夜間に表層を遊泳しながら産卵し、沈性卵は0.5日で孵化、ノープリウスとして浮遊生活を始める<sup>13)</sup>が、幼生期の経過日数はノープリウス期2日、ゾエア期5日、ミス期7日<sup>13)・14)</sup>でポストラバに変態後5～6日で着底する<sup>15)</sup>。産卵から変態の過程で重要な飼育環境要因の一つは水温であり25℃以下に低下すると産卵の遅れ<sup>16)</sup>、ノープリウスからゾエアへの変態停止<sup>16)・17)</sup>が起こる。したがって、ヨシエビの種苗生産においては26～30℃の水温環境が最適とされており、自然水温が25℃に達するまでは加温して飼育している<sup>14)</sup>。また、ポストラバ期でも低水温飼育時では成長の遅れ<sup>16)</sup>、脱皮の遅れ<sup>18)</sup>が報告されている。これらのことは、天然においても産卵期では水温が重要な環境要素であることを示唆している。

一方、冬期においては底層水温が8℃台の大阪湾淀川河口域で約70mmヨシエビが多数生息していることが確認されており<sup>8)</sup>低水温耐性は比較的強いと思われるが、室内飼育実験では11℃以下になると斃死個体が見られたとの報告<sup>5)</sup>もあることから、漁場に加入するまでの生き残り環境として冬期の水温も検討する必要がある。

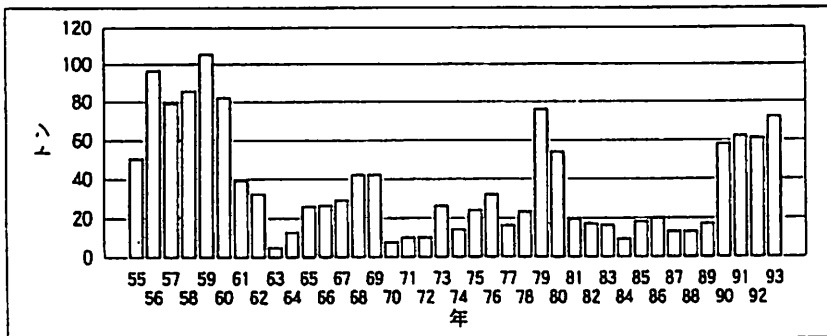


図18 ヨシエビ漁獲量の経年変化 (大阪府)  
(大阪府農林統計)

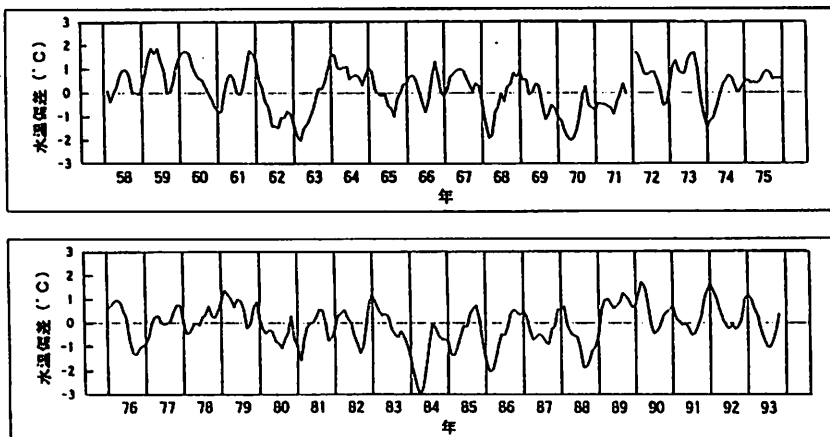


図19 底層水温偏差の経年変化  
\*1958～1971年：大阪府水試、兵庫県水試海洋  
観測結果(10cm層：湾奥部)  
\*1958～1971年：大阪府水試浅海定線調査結果  
(底層：全域)

1955年以降の大阪府におけるヨシエビの漁獲量経年変化(図18)と兵庫水試、大阪水試の海洋観測結果から底層水温の月別年平均偏差(3項移動平均)の変化(図19)を示した。なお、既述のことから浮遊期においては表層の、着底後は底層の水温について検討する必要があるが、大阪湾のような内湾では数カ月のタイムスケールで見れば年平均偏差の傾向は表層で大きく変わらない。

ヨシエビの漁獲量は1960年までの40～100トン台の多獲期を経た後、1963年には10トン以下に急落し、その後は一時的に回復することはあっても全体的には長い間低迷状態が続いたが、1990年になって、既述のように急激に回復し近年では60トン台の漁獲で安定している。

特徴は漁獲量の低下または増加が急激に起こっていることである。すなわち、1963年、1970年、1981年にみられる急落と1979年そしてこれまでも述べたように1990年の急増である。漁獲の主体となるのは夏以降の漁獲量を支える前年早期および晩期発生群であるから、前年の産卵期の夏から冬の水温傾向の変化に着目してみる。まず1963年の急減については、その前年の1962年夏から1963年夏まで顕著な低温傾向が続いたことが明らかである。1970年に10トン以下に落ち込んだ前年の1969年後半からの低温傾向も著しい。また、1981年に50トン台から20トンに急落した前年の1980年も夏からの低温傾向が認められる。さらに、落ち込みは大きくないが前年の漁獲量との比較で減少がみられる1974年、1977年、1984年についてもそれらの前年にあたる1973年、1976年、1983年は秋

から低水温傾向が強まっている。

反対に漁獲量が70トン以上に急増した1979年の前年にあたる1978年は前後を含めて高水温傾向の持続が目立っている。そして、1990年の前年は1年半にわたる高水温傾向が続いている。

また、やや長いスケールでも1981～1989年にかけて漁獲が低迷している時代に対応する水温は全体に低め傾向で推移し、1990年以降の好漁年に対しては水温の高め傾向が支配的である。

これらのことから、漁獲量が急減する前年の夏以降の水温は低めで、反対に急増する前年の夏以降の水温は高めで推移していることが明らかになった。このことを種苗生産の知見をもとに偏差ではなく水温値で評価するが、漁獲量が急増した1979年と急落



した1981年当時に泉佐野沖5 km (水深18m)の地点でパイロットによる海況の自動観測を実施していたので、その結果から産卵期に当たる7～9月の月平均表・底層水温を1978<sup>19)</sup>、1980年<sup>20)</sup>について表1に示した。

漁獲量が急増する前年1978年の表層水温は7月から26℃台に達し8月には平均27.8℃を記録しているのに対し、急減した前年1980年の表層水温はいずれの月も25℃以上に昇温していない。底層でも両年の差は著しく1980年は8、9月の平均水温も23℃台と低水温であった。既述のように種苗生産では25℃以上の飼育環境が大量生産の基本であるが、天然環境においても1978年はその基準を十分満たしており、一方、1980年は幼期の生育環境としては劣悪であったことがうかがわれる。さらに、表には示していないが冬期、1～3月の月平均底層水温も1979年は11～12℃と高く、1981年は約8℃と低い。

この両年における水温差が産卵後の生き残りを支配し、それぞれ翌年の漁獲量の高低をもたらしたであろうことは十分に考えられる。

以上に述べたことから、大阪湾におけるヨシエビ資源の動向を基本的に支配しているのは、前年の発生環境としての水温であることが明らかにされたと思われる。特に高い漁獲量水準から急減するときの低水温傾向は1962年、1969年、1980年とも著しく、これらの年には親エビの成熟自体が低水温により阻害されたことをうかがわせる。

しかしながら、資源の大量発生をもたらした1978年程度の高水温傾向は例えば1975年にも認められるが、その翌年の漁獲量増加は大きなものではない。このことは、水温がヨシエビ資源の大量発生をもた

らす環境の必要条件であっても十分条件ではないことを意味している。種苗生産では孵化からゾエア期の1週間程度の間で最適塩分範囲が大きく変化すること<sup>16)</sup>、また、種苗生産の成否を決定するゾエア期の最適餌料はSkeletonema等の珪藻であること<sup>14)</sup>が指摘されている。既述の自動観測点でも夏季を中心に塩分は24以下に低下することもあり塩分環境の検討も必要であろう。また、ゾエア期の最適餌料とされる珪藻類は大阪湾では「赤潮」として優占種になっているが季節的に変遷がある<sup>21)・22)</sup>ため無視できない要因であると思われる。

さらに、着底後の底層環境として問題となるのは夏季に起こる底層の貧酸素化<sup>21)</sup>であるが、これについては淀川河口周辺域の環境と稚エビの動態について調査<sup>22)</sup>が継続中であり、季節発生群の検証とあわせて今後の解明が期待される。

## 要 約

1983年以降、さまざまな事業で集められたヨシエビに関する標本船日誌データ、生物測定データを用いて、大阪湾産ヨシエビの漁獲量変動、成長、成熟、分布に関する知見を得た。

1. 大阪湾のヨシエビは夏～秋期に底びき網(石けた網)漁業で漁獲される重要種であるが、近年では1990年から資源が増大し、漁獲盛期の始まりは増大前後で8月から7月へと変化した。
2. 石桁網漁獲物の4年間の体長組成の推移から、雌雄ともに早期、晩期の2つの季節発生群が存在することが考えられた。
3. 6月から9月の間、旬別に雌の生殖腺重量を測定した結果、全体の産卵期は6月下旬から9月上旬であるが体長組成で推定した発生群毎に産卵期、産卵盛期が異なることが明らかにされた。満2歳の早期発生群の産卵は6月下旬から始まり7月を盛期とするのに対し、満1歳の晩期発生群の産卵は2歳早期群より約1カ月遅れて始まり8月を盛期として9月上旬まで続くことがわかり、産卵生態からも季節発生群の存在が裏付けられた。
4. 体長組成の推移と産卵期から雌雄別・発生群別

表1 産卵期における水温(月平均値)  
(泉佐野沖5 km)

		(℃)		
		7月	8月	9月
1978	表層	26.6	27.8	25.4
	底層	21.5	25.3	25.0
1980	表層	24.1	24.9	24.5
	底層	20.3	23.3	23.3

に成長を推定した。雌雄とも7～12月に成長するが雄の成長速度は小さい。また1～6月の成長は停滞する。雌の早期発生群は発生後5～6カ月経った12月頃100mmで一部漁場に参加する。約1年で体長120mmに達し産卵する。1年4カ月で145mmに達した後は成長せず、約2年で2回目の産卵後死亡する。雌の晩期発生群は発生から1年3カ月を経過した10月頃100mmで漁場に参加する。約2年後の7月には130mmに成長し初めて産卵する。産卵後もゆるやかに成長し2年半で死亡する。雄の成長様式は雌と同じであるが約125mmまでしか成長しない。

5. 大阪湾の各海域で操業する底びき網（石げた網）漁船の4年間にわたる標本船日誌データを整理し、海区別（2.5分メッシュ）に月別の漁獲量分布を求め、その季節分布の特徴について検討した。産卵期の6月～7月に沿岸域に高密に分布するが、8月以降は沖合いに分布域が移り9～10月は湾全体に分布するようになる。11月以降分布密度は減少し、1～5月は湾内での漁獲は少なくなる。なお、夏季の沿岸域の分布は貧酸素水塊の消長と深く関連していることが考えられた。
6. 標本船日誌調査から1989年以降の日別漁獲量の推移を季節発生群の消長と関連づけて検討した結果、1989年前期および晩期発生群の増大が1990年以降の増加をもたらす、特に晩期発生群が近年の漁獲量を支配しているものと推定した。
7. 1955年以降の漁獲量経年変化を水温変化と関連づけて検討した。1990年、1979年のように漁獲量が急増する前年は高温傾向が、逆に急減する前年は低温傾向が卓越していることが明らかになり、ヨシエビ種苗生産の飼育環境基準である水温25℃は天然においても生き残りを支配する基本要因であると考えられた。

## 謝 辞

本研究の実施に当たり漁業日誌の記帳をして頂いた各漁業協同組合の関係者、とりわけヨシエビの漁獲重量の測定を行い分布に関する貴重な意見を頂い

た泉佐野漁業協同組合所属の西座真二氏に感謝します。また、体長・体重・生殖腺重量の測定、日誌の入力作業等に多大のご協力を頂いた大野照代、高瀬玲子の両氏にお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 安部恒之：底魚資源調査。平成4年度大阪水試事報,82-87(1994)。
- 2) 安部恒之：ディジタイザを用いた魚体長の測定法について。第24回南西海区ブロック内海漁業研究会報告,29-40(1992)。
- 3) 池末 弥：有明海産ヨシエビの生活史について。有明海研究報告,5,19-29(1959)。
- 4) 八柳健郎,前川兼佑：山口県瀬戸内海に於ける重要生物の生態学的研究 第11報 周防灘産ヨシエビ *Metapenaeus monoceros* F.の生態。山口内海水試調査研究業績,8(1),39-51(1956)
- 5) 石田雅俊,有江康章,中村光治,尾田一成,鶴島治市,柴田利治：ヨシエビ放流技術について-7。昭和58年度福岡県豊前水試研究業務報告,153-173(1985)。
- 6) 高知地区漁業改良協議会,高知県高知漁業指導所：土佐湾産ヨシエビの生態について,1971,37pp。
- 7) 有山啓之,林 凱夫,矢持 進：種苗放流技術開発試験 ヨシエビ。平成元年度大阪水試事報,125-132(1991)。
- 8) 林 凱夫,有山啓之：栽培漁業対象種の幼稚個体生息分布調査。平成2年度大阪水試事報,97-103(1992)。
- 9) 水産庁調査研究部資料課：中海宍道湖産ヨシエビ (*Metapenaeus monoceros*)生態調査,調査資料第18号,1949,18pp。
- 10) 徳田眞孝,濱田弘之,有江康章,尾田一成：ヨシエビ種苗放流効果に関する研究-6 1989年度放流調査。福岡県豊前水試研報,4,53-66(1991)。
- 11) 林 凱夫：放流用種苗生産試験1)ヨシエビ種苗生産試験。昭和62年度大阪水試事報,82-83(1989)。
- 12) 中嶋昌紀,辻野耕實,青山英一郎：貧酸素水塊発生状況調査。平成4年度大阪府立水試事報,29-35

(1994).

- 13) 生田哲郎:ヨシエビの種苗生産技術研究-5.昭和44年度京都水試事報,13-21(1971).
- 14) 村田 守:栽培漁業と新養成技術 ヨシエビの種苗生産.水産の研究,9(5)97-104(1990)
- 15) 時岡 博:ヨシエビ種苗生産試験.昭和47年度大阪水試事報,78-83(1974).
- 16) 生田哲郎:ゾエア期幼生に人工餌料を投与しての種苗生産実験.昭和45年度京都水試事報,8-13(1972).
- 17) 時岡 博:ヨシエビ種苗生産試験.昭和48年度大阪水試事報,75-79(1975).
- 18) 陸谷一馬,福永恭平:ヨシエビ種苗生産・放流事業.大阪府漁業振興基金栽培事業場平成5年度報告,13-17(1994).
- 19) 安部恒之,城 久:ブイロボットによる海況の自動観測.昭和53年度大阪水試事報,19-26(1978).
- 20) 安部恒之,城 久:ブイロボットによる海況の自動観測.昭和55年度大阪水試事報,16-19(1982).
- 21) 城 久: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.大阪水試研究報告7,1-174(1986).
- 22) 矢持 進:大阪湾.水域の窒素:リン比と水産生物(吉田陽一編),恒星社厚生閣,84-95(1993).
- 23) 大阪府立水産試験場:平成4年度重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査事業報告書,大1-大44(1993).