

## 東京湾におけるシャコ浮遊幼生の生残率の推定

清水 詢道

On the Survival Rate at Larval Stage of Japanese Mantis Shrimp, *Oratosquilla oratoria*, in Tokyo Bay

Takamichi SHIMIZU\*

### はじめに

横浜市漁業協同組合柴支所の小型底びき網漁業にとって、シャコは年間の生産金額の75%前後を占める最重要資源である。柴支所では1977年から漁船1隻あたりの漁獲量制限、1978年から漁獲努力量の制限、1989年から袋網の網目規制、などのシャコ資源管理対策を実践して生産を拡大してきたが、1991年の秋以降、漁況にかげりが生じ、1992年の春には従来の漁獲量の1/20以下、という大不漁にみまわれた。この不漁は6月以降回復したものの、秋には再び不漁となり、1993年以降、春と秋に不漁になるという悪いパターンが定着してしまった。シャコの不漁パターンの定着は、小型底びき網漁業の生産金額にも大きく影響し、たとえば1990年の生産金額は13億円強あったが、1998年には7億8千万円弱に低下している。

シャコが柴支所の小型底びき網漁業の生産の基礎であるという実態は変化しようがなく、したがってシャコ資源の管理を従来以上に強化して、生産を安定させる必要があり、そのためには精度の高い漁況予測方法を確立することが必要である。

筆者は従来からシャコ浮遊幼生の分布や着底状況など初期生態の把握を中心とした調査を行ってきた。本報では、浮遊幼生の生残率を推定した結果について述べ、若干の論議を行う。

水産総合研究所調査船さがみの奥村船長をはじめとする乗組員の皆様には、調査に全面的にご協力いただいた。資源環境部の工藤孝浩主任研究員、山田佳昭主任研究員には調査にご協力いただくとともに貴重なご意見をいただいた。横浜市漁業協同組合の小山道治さん、穴倉昇さんには貴重なご意見、ご批判をいただいた。あわせて心から感謝する。

### 材料と方法

シャコ浮遊幼生の採集は、1992年には東京湾内の15定点で、1993年-1998年は17定点で、5月から10月まで、おおむね月2回行った(Fig.1)。採集は、改良型ノルパックネット(GG54)を用い海底直上からの鉛直曳とした。採集物は船上でホルマリン固定し、研究室に持ち帰ってシャコ浮遊幼生を拾い出し、個体数を計数



Fig.1 Location of sampling stations.  
図1 調査地点

したのち、万能投影機(Nikon Profile Projector V-12B)上で頭胸甲長を測定し、Hamano and Matsuura(1987)<sup>1)</sup>にしたがって令期の判別を行った。

生残率は以下の方法によって推定した。浮遊開始直後の個体数Rと第i令期の個体数N<sub>i</sub>の間には、令期間の自然死亡係数Mを一定であると仮定すると次の式が成り立つ。

$$N_i = R \cdot \exp(-(i-1)M) \quad (1)$$

したがって

$$\ln N_i = \ln R - (i-1)M \quad (2)$$

各令期の個体数の自然対数を令期に回帰させることによって自然死亡係数Mを推定した。Hamano and Matsuura (1987)<sup>1)</sup>は、浮遊幼生は11令あると述べている。着底初期の稚シャコを12令に相当すると考えて、このMの推定値から、浮遊幼生期間全体の生残率Sを

$$S = \exp(-11 \cdot M) \quad (3)$$

として推定した。

## 結 果

### 浮遊幼生の出現状況

調査によって得られたシャコ浮遊幼生の1曳網あたりの出現状況をFig.2に示した。浮遊幼生は5月下旬ないし6月上旬から出現し10月下旬までみられたが、6月下旬から7月中旬(前期群)と8月下旬-9月中旬(後期群)の2つの盛期がみとめられた。大富・清水(1988)<sup>2)</sup>は東京湾のシャコには4-5月及び7-8月の2回の産卵盛期が認められる、と述べているが、浮遊幼生の出現状況は産卵盛期と対応していると考えられた。出現個体数は、1998年には後期群に対応する調査ができなかったが、一般には後期群の方が多いと考えられた。中田(1986)<sup>3)</sup>の報告した1983年の浮遊幼生の出現状況では前期群の出現個体数は後期群のそれをはるかに上回っており、1993年以降の状況とは異なっていた。

### 令期組成

各年の、前期群と後期群にわけた令期組成をFig.3に示した。どちらの群でも採集されたのは3令-11令で、1, 2令の浮遊幼生は採集されなかった。Hamano and Matsuura(1987)<sup>1)</sup>によれば1, 2令の幼生は卵黄を体内にもっており、活発な摂餌をしない時期であると考えられる。また、工藤・長谷川(1966)<sup>4)</sup>の飼育観察結果によれば、1, 2令に相当する時期には、海底の小さなくぼみや物の陰などに集まって生活している、と考えられており、ノルパックネットなどではほとんど採集されない状態なのであろう。

前期群と後期群を比較すると、1998年を除いて、令期の進んだ幼生は後期群の方が多かった。中田(1986)<sup>3)</sup>の結果では、前期群に相当する群で頭胸甲長8mm(10令ないし11令と考えられる)の幼生も相当数採集されており、ここでも1993年以降の状況とは異なっていた。前述したように、シャコの漁況は1991年を境に大きく変化しており、浮遊幼生の出現状況も大きな変化があったと考えられる。

### 生残率の推定

令期の組成をもとに生残率を推定した。1992年、93年、97年の前期群を除いて、有意な回帰直線が得られ、令期間の自然死亡係数Mとこれにもとづいた浮遊期間の生残率が推定された(Fig.4, Tab.1)。生残率の年変動は大きく、前期群では0.002%(95)-0.413%(96)、後期群では0.017%(96)-4.80%(92)の範囲にあり、96年を除いて後期群の方が前期群より高かった。中田(1990)<sup>5)</sup>は浮遊幼生期の生残率を $8.89 \times 10^{-5}$ と計算しているが、本報で得られた値はこれより大きかった。

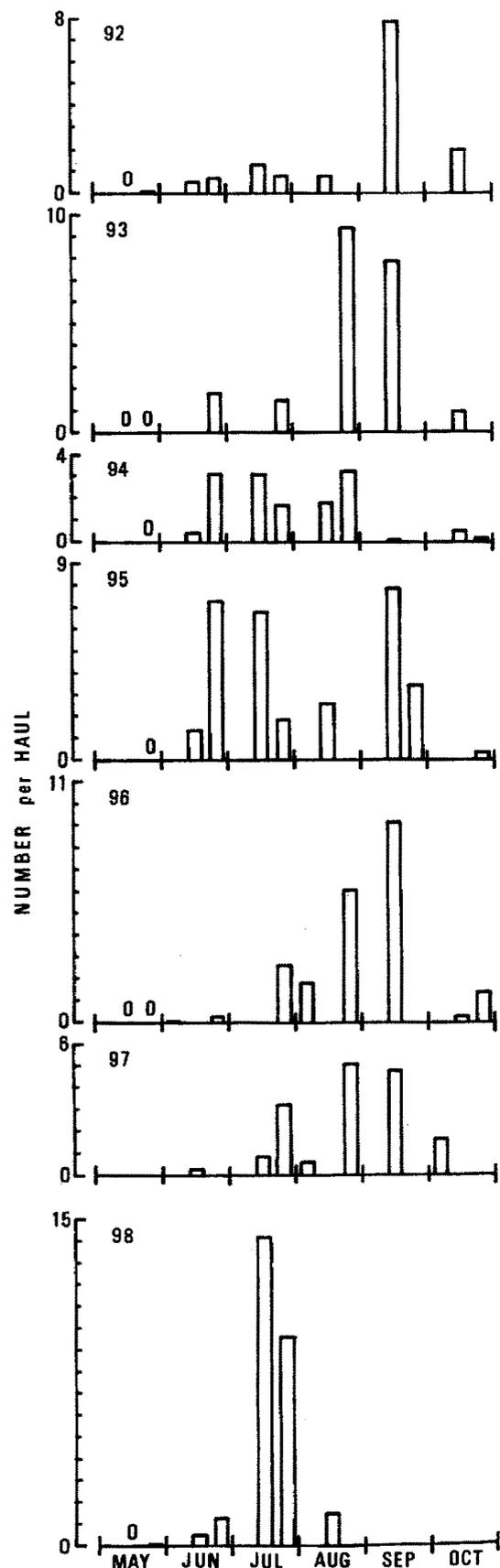


Fig.2 Number of individuals per haul at each sampling day.

図2 1曳網あたりの採集個体数

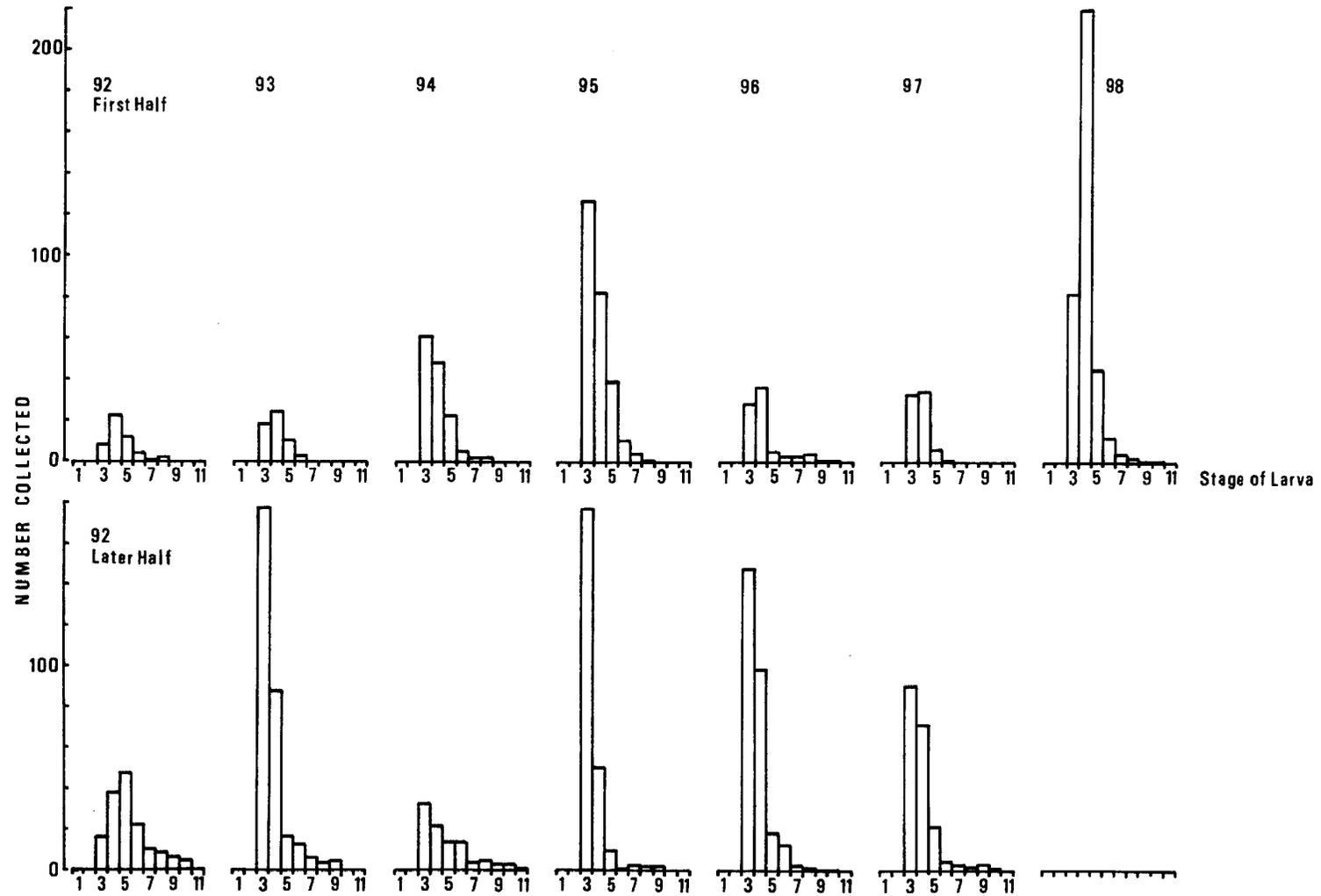


Fig.3 Stage distribution of larvae dividing first half group and later half group.  
 図3 前期群と後期群にわけた令期組成

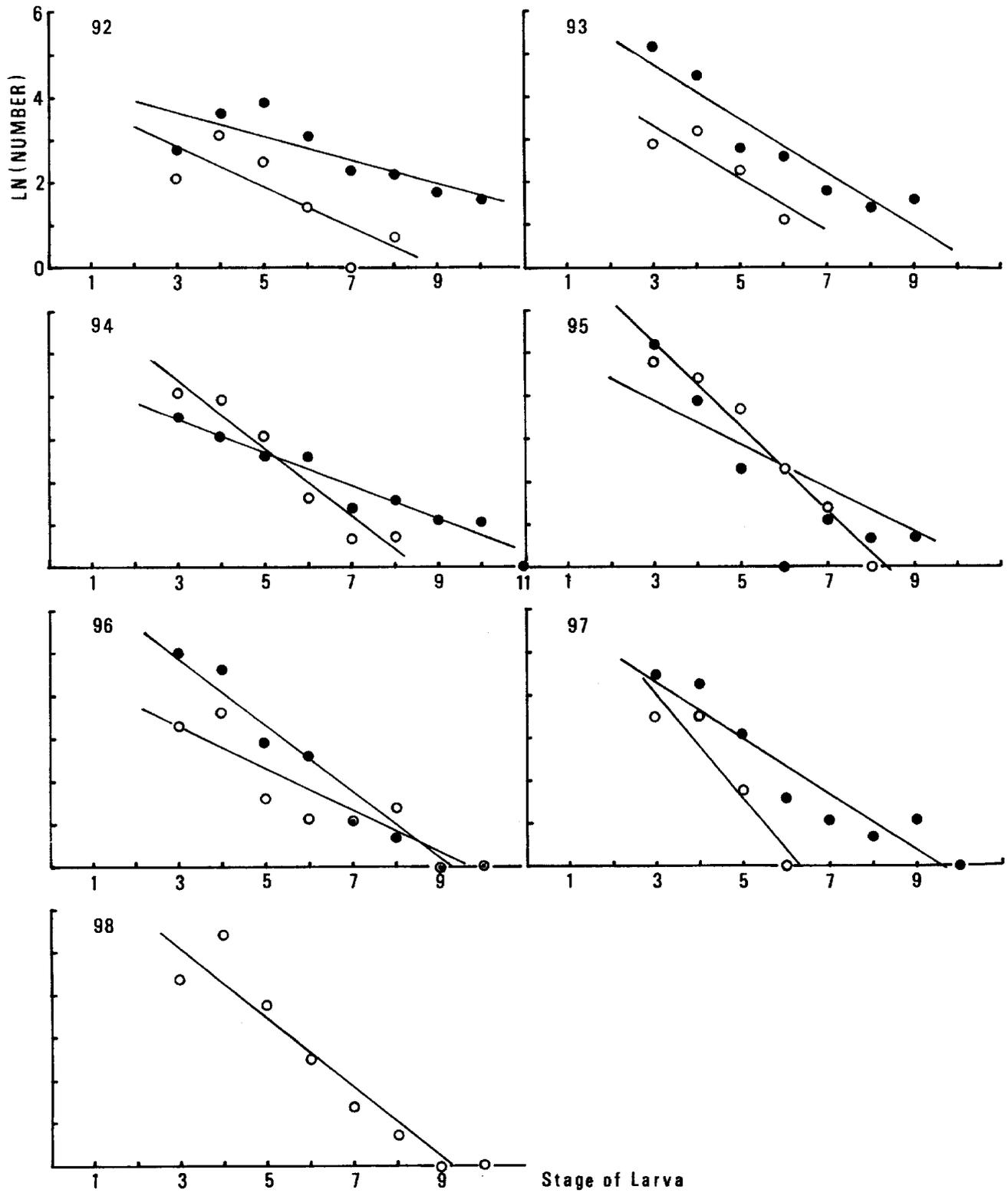


Fig.4 Regressions between the number(logalismic) and the stage of larvae.  
White circles and dots mean first half group and later half group , respectively.

図4 個体数と令期との関係  
白丸は前期群，黒丸は後期群を示す

Table 1 Estimated equations and survival rates.

\*, \*\* mean significant under  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively.

表 1 推定された回帰式, 生残率

\*, \*\*は各々  $p < 0.05$ ,  $P < 0.01$  水準で有意, を示す

year and group	equation	survival rate	Result of F-test
1992 first half	$\ln Ni = 3.84717 - 0.49438(i - 1)$	0.435	not significant
1992 later half	$\ln Ni = 4.17702 - 0.27597(i - 1)$	4.804	*
1993 first half	$\ln Ni = 4.55517 - 0.62507(i - 1)$	0.103	not significant
1993 later half	$\ln Ni = 6.03482 - 0.64013(i - 1)$	0.087	**
1994 first half	$\ln Ni = 5.95823 - 0.80298(i - 1)$	0.015	**
1994 later half	$\ln Ni = 4.30279 - 0.40123(i - 1)$	1.211	**
1995 first half	$\ln Ni = 7.22135 - 0.98981(i - 1)$	0.002	**
1995 later half	$\ln Ni = 5.75834 - 0.75465(i - 1)$	0.025	*
1996 first half	$\ln Ni = 4.25785 - 0.49896(i - 1)$	0.413	**
1996 later half	$\ln Ni = 6.44466 - 0.78781(i - 1)$	0.017	**
1997 first half	$\ln Ni = 6.48210 - 1.22241(i - 1)$	0.0001	not significant
1997 later half	$\ln Ni = 5.65967 - 0.65680(i - 1)$	0.073	**
1998 first half	$\ln Ni = 6.74251 - 0.81282(i - 1)$	0.013	**
1998 later half	no data		

### 論 議

シャコは産卵後, 平均 15.3 日の保育期間の後にふ化し約 1 ヶ月の浮遊期間を経過して変態, 着底する (Hamano and Matsuura, 1987<sup>1)</sup>)。その後約 1 年で漁獲対象資源として加入する。したがって, シャコの漁況予測, 資源評価を行うためには, 浮遊期の生残, 着底から漁獲対象資源になるまでの生残を明らかにすることが必要である。浮遊期の生残を決定するのは他生物による捕食や餌生物の量などによる生物的要因と流れや水質環境などによる物理化学的要因が考えられる。東京湾の流れについては宇野木他(1985)<sup>6)</sup>の研究があるが, 最近の研究によって, 外洋水の流入にともなって湾内に生じる流動が明らかになってきており, 表層では常に湾外に流出する傾向にあることがわかってきている (藤原ら, 印刷中)<sup>7)</sup>。東京湾のシャコ浮遊幼生の垂直分布は, 6 - 7 月には躍層の下に分布の中心があり, 8 月には躍層の上に分布する (中田, 1986<sup>3)</sup>)。したがって, 湾外に流出する可能性は前期群よりも後期群の方が大きく, 生残率は前期群の方が高くなると考えられるが, 本報で述べたように 92 - 97 年の間では生残率は後期群の方が高い傾向にあった。この理由は明らかではないが, 東京湾内の生残率は湾外への流出だけではなく, 他の要因によっても決定されるところが大きいということであろう。また, 千田 (1967)<sup>8)</sup> が述べているような明瞭な昼夜の深浅移動によって湾外への流出を回避するような機構が存在することもありうる。さらに, 好漁時代と不漁時代である現在とで垂直分布のあり方が異なっているということも可能性としては否定できない。生物的要因について, とくに捕食の可能性を論議できるようなデータはない。シャコ浮遊幼生の飼育には主としてアルテミアが餌として用いられている

(Hamano and Matsuura, 1987<sup>1)</sup>, 高松他, 1966<sup>9)</sup>)。浮遊幼生と同時に採集された甲殻類のサンプルは保存されているので, 餌生物の問題を今後検討する際のデータとして用いることができよう。いずれにしても, 浮遊幼生期の生残率の変動はシャコ資源の精度の高い漁況予測を行うために重要な要因なので, 引き続き着底以後の稚シャコの動態とあわせてさらに検討していく必要がある。

好漁時代の浮遊幼生の出現は, 中田 (1986)<sup>3)</sup> にみられるように前期群が多く, 後期群は少なかったと考えられる。92 年以降 97 年までは前期群が少なく後期群が多い状況にあった。すなわち, 好漁時代の資源を支えていたのは前期群であったと考えることができよう。91 年秋以降の低迷の原因は不明だが, ひとつには 91 年夏の「あなご網」の操業が考えられる。91 年の「あなご網」では, マアナゴの他に, それだけで出荷量に相当するシャコも同時に確保されていた。細かい網でシャコを漁獲するということは, シャコ資源にとっては再生産まで含めてきわめて大きいプレッシャーを与える (清水, 1994<sup>10)</sup>)。さらに, 91 年は東京湾でマダコ資源が, 異常発生と表現されるほど多かった年で, 通常では漁獲されない泥の海域でも漁獲された年であり, 数値的には明らかではないが, マダコによる捕食が大きかった, と想像される。これらが相互に作用して, 不漁時代につながった, と筆者は考えている。98 年は, 後期群の出現については調査できなかったが, 前期群の出現は 92 年以降では最も多かった。これを反映して 99 年夏の漁況は良く, 好漁時代に匹敵した。さらに, 今回は報告しなかったが, 99 年の前期群の浮遊幼生の出現量は 98 年をも大きく上まわっており, 生残率も高かった (清水, 未発表)。すなわち, 不漁時代の出現パターンから好漁時代のパターンに移行しつ

つあり、シャコ資源は好転しつつある、と推測される。  
このことの実証には 2000 年の漁況をまたなければならぬが、少なくとも資源に好転の兆しのみえる現在、資源を維持し小型底びき網漁業経営を安定させるために必要なのは可能なかぎり小型シャコの漁獲を回避することである。

### 要 約

- 1 1992 年から東京湾内でシャコ浮遊幼生の採集を行った。
- 2 浮遊幼生の発生には産卵盛期に対応した 2 つの盛期がみとめられ、後期群の方が出現量は多い傾向があった。
- 3 令期ごとの個体数から、生残率を推定した。生残率は年変動が大きかった。また、後期群の生残率の方が前期群のそれより高い傾向があった。
- 4 生残率の変動には湾外への流出以外にも原因があることが推測された。
- 5 浮遊幼生の出現状況から、シャコ資源には好転の兆しがあることが推測された。

### 引用文献

- 1) HAMANO Tatsuo and Shuhei MATSUURA(1987): Eggsize, Duration of Incubation, and Larval Development of the Japanese Mantis Shrimp in the Laboratory. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(1), 23-39

- 2) 大富 潤, 清水 誠, J.A. Martinez Vergara (1988): 東京湾のシャコの産卵期について, Nippon Suisan Gakkaishi, 54(11), 1929-1933
- 3) 中田尚宏 (1986): 東京湾におけるシャコ幼生の分布について, 神水試研報 7, 17-22
- 4) 工藤盛徳, 長谷川 武 (1966): シャコ幼生の分布からみた相模湾と東京湾の交流について, 水産海洋研究会報, NO.9, 17-23
- 5) 中田尚宏 (1990): 東京湾産シャコの資源量の見積りと資源状態, 神水試研報 11, 17-25
- 6) 宇野木早苗, 岡崎守良, 長島秀樹 (1980): 東京湾の循環流と海況, Tech. Rep. 4, 理研海洋物理研究室, 1-262
- 7) 藤原建紀, 高橋鉄哉, 山田佳昭, 兼子照夫: 東京湾の貧酸素水塊に外洋の海況変動がおよぼす影響, 日本水産学会誌, 印刷中
- 8) 千田哲資 (1967): 瀬戸内海におけるシャコ幼生の出現と垂直分布, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. Vol. 33, No. 6, 508-512
- 9) 高松利演, 三村哲夫, 塩屋照雄 (1966): シャコ幼生の飼育について (予報), 水産増殖, 14(1), 1-7
- 10) 清水詢道 (1994): 東京湾の小型底びき網の漁業管理に関する研究— アナゴ網の使用がシャコ資源に与える影響, 神水試研報 15, 35-39