

東京湾産シャコの資源量の見積りと資源状態

中 田 尚 宏

The Assessment of Stock and Stock condition on the Japanese Mantis Shrimp
Oratosquilla oratoria (DE HAAN) in Tokyo Bay.

Naohiro NAKATA*

ABSTRACT

The Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (DE HAAN) is one of the main target species of the small sized trawlers in Tokyo Bay. The stock of the Japanese mantis shrimp was estimated based on the life history by NAKATA and the catch by fisher men of Kanagawa prefecture.

Through the theoretical model for assessment of the stock condition, it is judged that the present fishing intensity for the Japanese mantis shrimp stock in Tokyo Bay is in excess of optimum level.

はしがき

東京湾のシャコ*Oratosquilla oratoria* (DE HAAN) は明治時代から漁獲され、食用として利用されてきた。1960年前後は横浜市子安が、1975年以後は横浜市柴が主要な水揚地となっている。

東京湾のシャコの生態学的研究は数多く報告されているが、その資源量についての研究は少なく、中田(1989 - a)と清水(1989)の報告のみである。前者は標識放流の再捕結果からその資源量を3,863~7,397トンと推定し、後者は底曳網による定点採集から夏季 - 1,560~2,900トン、冬季 - 90~610トンと推定しており、両報告には大きな違いがある。

横浜市漁業協同組合柴支所では1977年からシャコの水揚枚数の制限を実施し、さらに1978年からは2操1休制を実施するなど、シャコ資源の保護に努めてきた。しかし、漁獲対象種がシャコに集中してきた現在、シャコの資源維持が問題となっている。

本報では、石岡ら(1981)が大阪湾で行なったシャコ資源解析方法を用いて、東京湾のシャコ資源量を見積り、その診断を行なう。計算にあたり、お世話になった杉浦

暁裕技師に、お礼を申し上げる。

材料および方法

当場では、シャコの生物学的測定を1984年から実施してきた。本報では1989年までのデータを使用した。

中田(1987)の成長式は年齢間隔が3ヶ月単位のため、満年齢と体長の値を用い、中田(1987)のプログラム(von Bertalanffy)で、極限体長・極限体重・成長係数などを計算した。体長と体重の関係は中田(1989 - b)の2月と8月の値を用い、両者の平均値より求めた。産卵数は1989年5月15日に採集した親シャコが抱いていた卵塊により求められた。卵粒の計数は全量の中から約1gを採取し、卵粒を分離して実体顕微鏡下で行った。自然死亡係数は田中(1987)のプログラム(Beverton - Holtの方法)、等漁獲量曲線は加藤(1988)のプログラム、その他資源量の計算は石岡ら(1981)の方法で計算した。

結 果

- 1 成長式ならびに体長・体重関係の検討
シャコの成長は中田(1987)が体長組成より、

脚注

1990. 7.26受理 神水試業積 90 - 163

* 資源研究部

$$L = 173.4 (1 - e^{-0.09 - 0.1355T})$$

T : 3ヶ月単位 L : 体長mm T₁ : 10月 (35mm)

の関係を報告し、産卵盛期を6月とした年齢と体長の関係は下記の通りであった。

年齢	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳
体長	7.7cm	11.7cm	14.1cm	15.4cm

この値を田中 (1987) の成長式のプログラム (von Bertalanffy) で計算した結果、成長係数 K=0.5441, 体長0cmの年齢 t₀ = 0.0861, 極限体長 L = 17.28cm, 極限体重 W = 82.35 gであった。

体長と体重の関係は季節により変動する。体長と比較して、体重の重い2月と軽い8月の平均を年間の代表値と仮定して、中田 (1989 - b) から計算した値は次のとおりであった。

体長	2	4	6	8	10	12	14	16cm
体重	0.17g	1.18	3.76	8.61	16.36	27.67	43.17	63.48g

この体長と体重の数値から求めた関係式は次のとおりであった。

$$W = 0.023022 L^{2.8528} \quad r = 0.9999$$

2 産卵数

1989年5月15日に採取した卵塊から卵粒を計数した。

測定結果はFig. 1のとおりで、産卵数 (E) と体長 (L) の関係は

$$E = (1.44 L - 12.27) \times 10^4 \quad r = 0.847$$

となり、各年齢における産卵数は2歳 E₂ = 45,800粒,

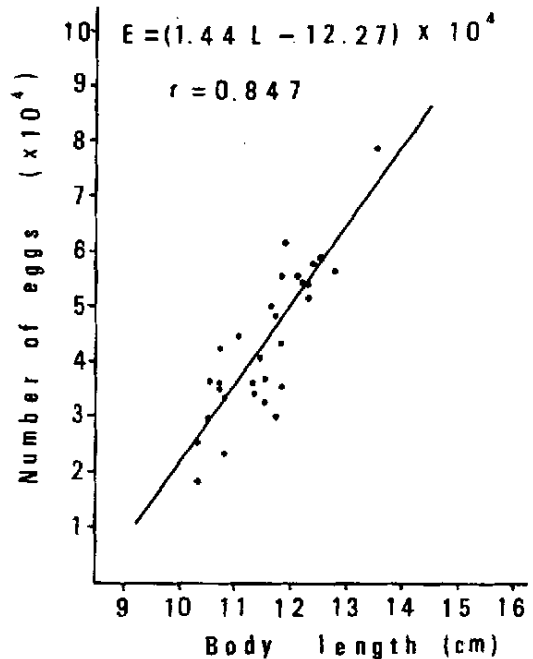


Fig.1 The relationship between the number of eggs and body length on the Japanese mantis shrimp in Tokyo Bay. (15 May 1989)

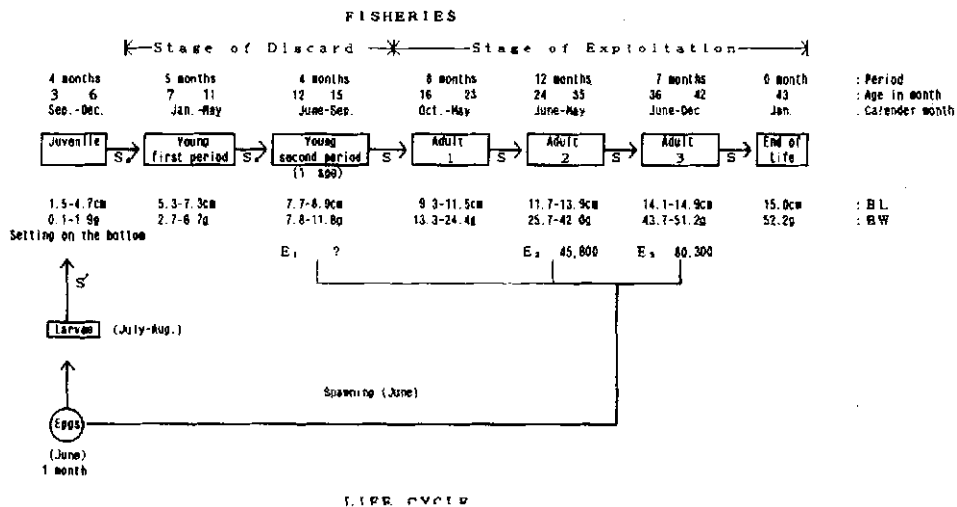


Fig.2 The life cycle model of the Japanese mantis shrimp and the fishing condition in Tokyo Bay.

S', S₀ and S : survival rate for each period.

BL : body length. BW : body weight.

E₁, E₂ and E₃ : number of eggs spawned by a female for each age.

3歳 $E_3 = 80,300$ 粒となった。1歳の産卵量 E_1 は後述する生活史から、産卵盛期の6月にはまだ生物学的最小形に達しないので、産卵は無いものと仮定した。但し、成長の早いものは8月頃産卵に加わる(大富ら1988)が、本報では考慮しない。

3 生活史と漁業との関係

小型底曳網では主として体長11cm以上のシャコが一年を通して利用されている。シャコの産卵から死亡までの生活史(発育段階)と漁業の関係をFig. 2に示した。産卵期は4月～9月まで長期間におよぶが、ここでは6月を産卵盛期と考えて、以下の計算を進めた。

浮游幼生期は主に7～8月、変態・着底期は9月、翌年1月には5.3cmとなり、底曳網に入るようになる。勿論、成長の早いものは10月から入りはじめるが、個体群全体としての加入は1月とした。脱皮成長を繰り返し、満1歳を過ぎて、16ヶ月目の10月から漁獲の対象となる。その後、28ヶ月間漁獲されるが、漁獲の主体は2歳で、3歳は非常に少ない。また、15cmを越える個体は極く稀にしか採集されないため、シャコの寿命を3.5年とした。

4 自然死亡係数の決定

シャコが天然でどの様な死亡をするかは大変難しい問題である。処女資源の生残率から自然死亡係数(M)を決定する方法はあるが、東京湾は明治時代からシャコが利用されてきており、処女資源の状況は不明である。自

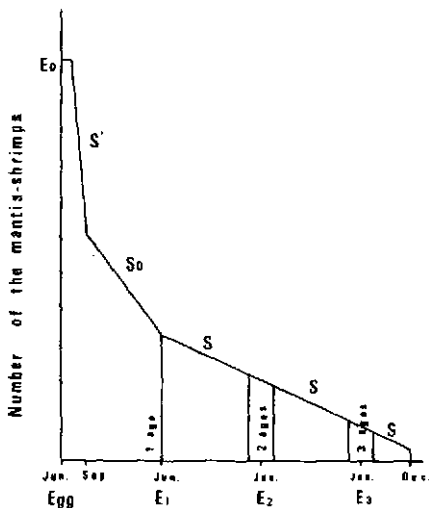


Fig.3 Theoretical number of population in the same year class.
 S' , S_0 and S : survival rate in each period.

然死亡係数を、田中(1987)のプログラム(Beverton-Holtの方法)で計算したところニシン目の $M=0.751$ が、石岡ら(1981)の $M=0.799$ に最も近いので、本研究では自然死亡係数 $M=0.751$ を使用した。

5 加入以前の自然死亡

シャコ資源が平衡状態にあると仮定して、生残過程を模式的に示した(Fig. 3)。

総産卵数を E_0 、浮游幼生期間の生残率を S' 、その後1歳までの生残率を S_0 、1歳以後の生残率は年齢により変化しないと考え S とすると

$$1 \text{ 歳の初めの尾数 } E_0 \times S' \times S_0$$

$$2 \text{ 歳の初めの尾数 } E_0 \times S' \times S_0 \times S$$

$$3 \text{ 歳の初めの尾数 } E_0 \times S' \times S_0 \times S \times S$$

となる。資源が平衡状態にあると毎年同じ量が生まれ、産卵するときには毎年同じ量の産卵群がいることになる。

シャコ資源が平衡状態で雌が1/2とすると、

$$E_0 = 1/2 \cdot (E_0 \cdot S' \cdot S_0) \cdot E_1 \\ + 1/2 \cdot (E_0 \cdot S' \cdot S_0 \cdot S) \cdot E_2 \\ + 1/2 \cdot (E_0 \cdot S' \cdot S_0 \cdot S \cdot S) \cdot E_3$$

の式が成り立つ。 E_1 は前述した結果から、余り産卵するとは考えられないので、0と仮定して、この式を整理すると、次のとおりである。

$$S' \cdot S_0 \cdot S = 2 / (E_2 + E_3 \cdot S)$$

ここで、 $E_2 = 45,800$ 、 $E_3 = 80,300$ とし、自然死亡だけで減耗すると仮定すると、自然死亡係数と生残率の関係($M = -\log_e S$)から、生残率は $S = 0.4719$ である。これらを上記の式に代入すると次ぎのとおりであった。

$$S' \cdot S_0 = 5.0639 \times 10^{-5}$$

これは100万粒の卵から1歳のシャコになるのは51尾であることを示している。

$S' \cdot S_0$ に対応する自然死亡係数を $M' \cdot M_0$ とすると、

$$M' + M_0 = -\log_e (S' \cdot S_0) = 9.8908$$

となった。

前述したように平衡状態にある資源では1歳のシャコになるまでの生残率($S' \cdot S_0$)は、1尾当りの産卵数に変化がなければそれ以後の生残率(S)から計算できる。ここで生残率(S)が0～1に変化した場合、 $S' \cdot S_0$ がどの程度変化するかを計算して、Fig. 4に示した。加入前の生残率 $S' \cdot S_0$ は $F = 1.0$ の 1.6×10^{-5} から $F = 0.1$ の 3.7×10^{-4} 以上まで大きく変化する。1歳以後の生残率(S)により1歳以前の生残率 $S' \cdot S_0$ は一桁以上のオーダーで変化する。しかし、現在の生残率 $S = 0.310$ (後出)の前後で多少変化しても、1歳以前の生

残率は余り変わらない。

次に、浮游幼生期が終って、着底したシャコの自然死亡係数 M_0 が親と同じく、0.751 と考えた場合の浮游幼生期間の生残率 (S') を検討する。着底後 1 歳までの期間は 9 ヶ月なので、 M_0 は次のとおりである。

$$M_0 = 0.751 \times 9 / 12 = 0.5633$$

従って、

$$M' = (M' + M_0) - M_0 \\ = 9.8908 - 0.5633 = 9.3275$$

となった。この M' は浮游幼生期間の自然死亡係数であるから、浮游幼生期間の生残率は

$$S' = e^{-M'} = 8.89 \times 10^{-5}$$

であった。

これは 100 万粒の卵から孵化したシャコが浮游幼生期を終了し、稚シャコになるは 89 尾であることを示している。

6 生残率の算出

東京湾のシャコでは幾つもの年級を同時に追跡できるような年齢構成をしていない。そこで、試験採集したシャコの標本の中から、0 歳と 1 歳および 1 歳と 2 歳の 2 つの山が明かに出現する標本を選び、Table 1 に示し

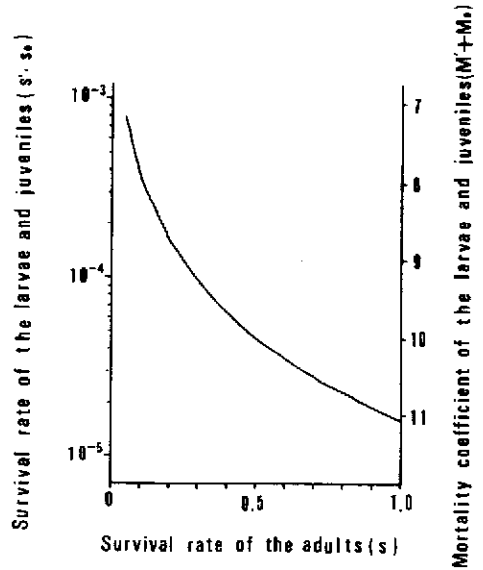


Fig.4 The relationship between the survival rate of the larvae and the juveniles ($S' \cdot S_0$) and that of the adults (S) in the case of the stock in equilibrium.

Table 1 Differentiation of distributions in the body length into age groups.

Date	27 Oct. 1984			11 May 1985			28 July 1987			20 Feb. 1988		
Age	0+1	0	1	0+1	0	1	1+2	1	2	0+1	0	1
BL cm												
1 ~	121	121										
2 ~	231	231		2	2					5	5	
3 ~	646	646		7	7					80	80	
4 ~	200	200		32	32		1	1		364	364	
5 ~	5	3	2	165	165		146	146		750	750	
6 ~	16		16	350	350		593	593		521	521	
7 ~	90		90	226	226		858	858		359	359	
8 ~	149		149	45	23	22	1217	1217		112	112	
9 ~	130		130	16		16	1584	792	792	68	34	34
10 ~	48		48	53		53	652		652	137		137
11 ~	10		10	40		40	351		351	101		101
12 ~	2		2	15		15	151		151	26		26
13 ~				1		1	34		34	3		3
14 ~							1		1			
15 ~												
Total	1648	1201	447	952	805	147	5588	3607	1981	2526	2225	301

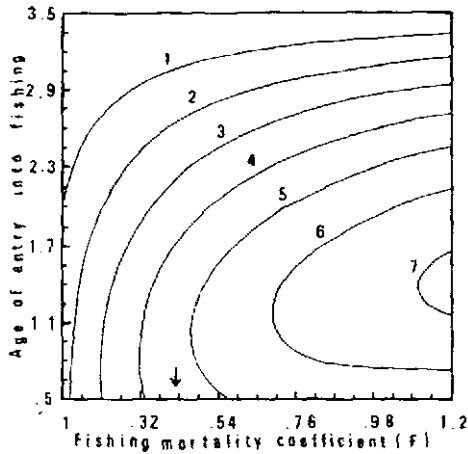


Fig.5 The yield isopleth diagram of the Japanese mantis shrimp in Tokyo Bay.

The isopleth represents the magnitudes of yield in grams (Yw/R) of F and years. The arrow shows the present condition.

$$M = 0.751 \quad W = 82.35 \quad K = 0.5441$$

$$t_0 = 0.0861 \quad t_s = 0.5 \quad t_e = 3.5$$

た。二つの山の間の谷で、年級をわけると、それらの生残率 (S) は10月 = 0.372, 5月 = 0.183, 7月 = 0.549, 2月 = 0.135と季節変動が大きい。しかし、生残率は資源量解析に不可欠であるため、これらの平均の $S = 0.310$ を使用した。石岡ら (1981) は 0.231 を採用しているので、本報の生残率はやや大きい。

7 各種資源特性値の決定

自然死亡係数 $M = 0.751$, 生残率 $S = 0.310$ は既に算出した。この数値に基づき各種資源特性値を順次求めると

$$\text{全減耗係数 } Z = M + F = -\log_e S = 1.171$$

$$\text{自然死亡率 } m = M / Z \cdot (1 - S) = 0.443$$

$$\text{漁獲係数 } F = Z - M = 0.420$$

$$\text{漁獲率 } f = F / Z \cdot (1 - S) = 0.247$$

となる。

これより、初期資源量 (尾数) の 24.7% が漁獲され、44.3% が自然死亡し、31.0% が翌年に残ることになる。

8 等漁獲量曲線

シャコの資源利用のあり方として、何時の時点で漁獲すると有利かを見る方法として Yw/R (Yw : 漁獲量, R : 加入量) を用いる方法がある。前述の成長と寿命 3.5 年を使い、加藤 (1988) のプログラムを用いて図示すると Fig. 5 のとおりであった。

加入 0.5 年から寿命 3.5 年までの間で、漁獲係数の大きさにより、等漁獲量曲線は 1 から 7 まで変化した。

現在は漁獲係数が $F = 0.420$ で、漁獲開始が 1.33 年であるので、シャコ加入量の 5 倍を利用していることになる。漁獲量を増やすには漁獲努力を大きくする必要があるが、後述の資源診断から漁獲量を増大することは好ましくない。

9 加入から死亡までの資源量の查化

変態して着底した小型のシャコが底曳網に入りはじめるのは 10 月頃からであるが、シャコ資源全体として新加入群が安定するのは翌 1 月からとして資源量の計算をした。加入群は入網してははじめは小さいため、船上で選別投棄され、水揚げされるのは 15 ヶ月経過後の 10 月 (9.3cm) として以下の計算を進めた。実際の漁業では、11cm 以上の個体が主に利用されている。

資源量の変化の計算には前述の自然死亡係数 (M), 漁獲死亡係数 (F) を月単位に変換し、 t は月数、 N_s は初期資源尾数として、次の式で行った。

$$\text{生残率} \quad S = e^{-(F+M)t}$$

$$\text{終期尾数} \quad N_e = N_s \cdot S$$

$$\text{漁獲尾数} \quad N_F = N_s \cdot F / (F + M \cdot (1 - S))$$

$$\text{自然死亡尾数} \quad N_M = N_s \cdot M / (F + M \cdot (1 - S))$$

月齢 7 ~ 15 ヶ月の間に漁獲・投棄されたシャコは全て死亡すると仮定した。投棄死亡率は別途調査中である。

漁獲重量は石岡ら (1981) が Beverton and Holt の年平衡漁獲重量の式を改変した次の式によった。

$$Yw = FN_s W_{\infty} \frac{3}{2} \frac{\Omega n e^{-nK(t_s - t_0)}}{F + M + nK} \{1 - e^{-(F+M+nK)(t_e - t_s)}\}$$

この式は月齢 t_s 時の資源尾数 N_s が月齢 t_e までに漁獲される重量 Yw を求めるものである。ただし、 W , K , t_0 は von Bertalanffy の成長曲線の係数, $\Omega = -3 = 1$, $-1 = 2 = 3$ である。

前に求めた自然死亡係数 $M = 0.751$ / 年 (0.0351 / 月), 漁獲死亡係数 $F = 0.420$ / 年 (0.035 / 月) および成長、体長と体重の関係を用いて、加入量 R が 100 万尾の時の資源変化を Table 2 に示した。

東京湾でシャコを漁獲しているのは主として神奈川県 の漁船であり、最近の漁獲量は約 1,000 トンである (農林統計 1986 ~ 1988)。シャコの漁獲量は加工品 1 ケース 0.5kg 10 尾として、尾数になおすと約 20,000,000 尾となった。この尾数を Table 2 の総漁獲尾数 138,339 尾に置き換えて、実際の漁獲の状況に換算すると 144.6×10^6

Table 2 Changes of the stock in each age group.

$$R=1,000,000 \quad F=0.035 / \text{month} \quad M=0.0626 / \text{month} \quad W=82.35 \quad K=0.04534 \quad t_0=0.00718 \quad t_e=43$$

Age in year	0		I			Total
Calendar month	Jan. ~ May	June ~ Sep.	Oct. ~ May	June ~ May	June ~ Dec.	
Age in month	7 ~ 11	12 ~ 15	16 ~ 23	24 ~ 35	36 ~ 42	
Period in month	5	4	8	12	7	
Mean body length of the group (cm)	5.1 ~ 7.2	7.7 ~ 8.9	9.2 ~ 11.4	11.7 ~ 13.9	14.1 ~ 14.9	
Condition of the fishery	Recruit and Discard			Exploitation		
Initial stock in number (N_s)	1,000,000	613,904	415,509	190,345	59,018	
Catch in number (N_E)	(138,480)	(71,158)	80,759	47,103	10,477	138,339
Catch in weight (Y_w : Kg)	(611)	(698)	1,481	1,579	507	3,567
Mean body weight of the catch (Y_w / N_E : g)	4.4	9.8	18.3	33.5	48.4	
Natural mortality in number (N_D)	247,616	127,237	144,405	84,224	18,734	622,216
Final stock in number (N_e)	613,904	415,509	190,345	59,018	29,807	

Table 3 The estimation of the Japanese mantis shrimp stock in Tokyo Bay.

Age in year	0		I			Total
Calendar month	Jan. ~ May	June ~ Sep.	Oct. ~ May	June ~ May	June ~ Dec.	
Condition of fishery	Recruit and Discard			Exploitation		
Initial stock in number (N_s)	144.6	88.8	60.1	27.5	8.5	
Catch in number (N_E)	(20.0)	(10.3)	11.7	6.8	1.5	20.0
Catch in weight (Y_w)	(88.3)	(100.9)	214.1	228.3	73.3	515.7
Natural mortality in number (N_D)	35.8	18.4	20.9	12.2	2.7	90.0
Final stock in number (N_e)	88.8	60.1	27.5	8.5	4.3	

Total number of catch = 20×10^6 (units: 10^6 and ton)

尾が加入して、515.7トンの漁獲を上げていることになる(表3)。この漁獲量515.7トンと前出の約1,000トンには約2倍の差が生じた。

10 資源診断

現在の漁獲量がシャコ資源に対して適正であるか、石岡ら(1981)の方法を用いて、総産卵数から検討した。再生産曲線から、再生産力が処女資源の50~70%の間にあるのが適正な資源状態で、70~100%では未開発、50%以下では乱獲であると考えられている。

総産卵数は次式で計算した。

$$E = R / 2 \cdot (e^{-t_1 Z} \cdot E_1 + e^{-t_2 Z} \cdot E_2 + e^{-t_3 Z} \cdot E_3)$$

Rは加入尾数、 t_1 、 t_2 、 t_3 は加入後1歳、2歳および3歳の産卵期までの月数、Zは全減耗係数(月単位)、 E_1 、 E_2 、 E_3 は1歳、2歳および3歳の産卵数である。但し、1歳の産卵数は無視した。

Table 4 Calculated numbers for assessment of the stock conditions.

Fishing mortality coefficient by the year(F)	Total number of spawned egg(E, ×10 ⁵)	Average stock size in number during a year(Pn)	Average stock size in weight during a year(Pw·kg)	Equilibrium annual catch in number(Y _N)	Equilibrium annual catch in weight(Y _W ·kg)
0.0	144	11,916	198	0	0
0.1	120	10,836	183	529	14.7
0.2	100	9,909	158	909	24.7
0.3	83	9,108	137	1,176	31.2
0.4	70	8,413	119	1,356	35.1
0.5	58	7,806	105	1,470	37.2
0.6	49	7,273	92	1,535	38.0
0.7	41	6,803	82	1,563	37.9
0.8	35	6,386	73	1,563	37.2
0.9	29.5	6,014	66	1,542	35.9
1.0	25	5,681	59	1,506	34.5
1.1	21	5,382	53	1,460	32.8
1.2	18	5,111	49	1,406	31.0

R:10.000 E₂:45.800 E₃:80.300 t₂:17 t₃:29 ts:7 tu:16 te:43

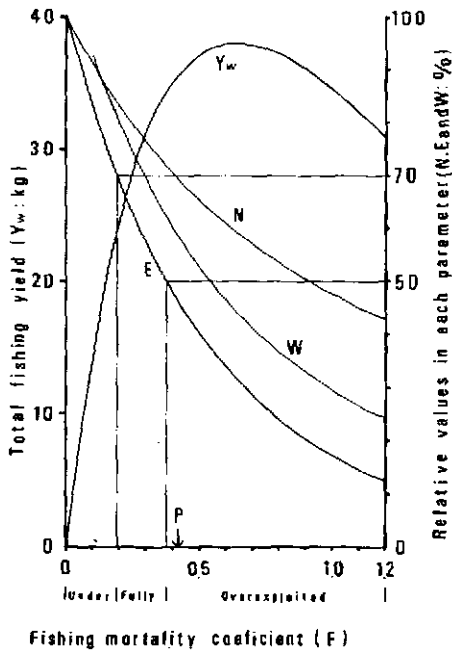


Fig.6 Theoretical diagrams for the assessment of stock conditions.

Parameters are the same as those in Table 4.
 P_N: mean annual population size in number.
 P_W: mean annual population size in weight.
 E: number of total eggs spawned by the population.
 Y_W: total fishing yield in weight (exclusive of discards) when the number of the recruitment in ten thousands.
 F: fishing mortality coefficient in the year

また、単位努力当たり漁獲量の指標となる年平均資源尾数 P_N、年平均資源重量 P_W は Beverton による次の式で計算した。但し、投棄サイズも含む (年単位)。

$$P_N = R / Z \cdot \{ 1 - e^{-(F+M)} \cdot (t_e - t_s) \}$$

$$P_W = R \cdot W_{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\Omega_n e^{-nK(t_e-t_s)}}{F + M + nK} \{ 1 - e^{-(F+M+nK)} (t_e - t_s) \}$$

さらに、年平均漁獲尾数 Y_N、年平均漁獲重量 Y_W は次の式で計算した。(投棄サイズは除く。月単位)

$$Y_N = R' \cdot \frac{F}{F+M} \times \{ 1 - e^{-(F+M)} \cdot (t_e - t_u) \}$$

$$Y_W = P_N \cdot W_{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\Omega_n e^{-nK(t_u-t_s)}}{F + M + nK} \{ 1 - e^{-(F+M+nK)} (t_e - t_u) \}$$

ここで、 $R' = R e^{-(F+W)} \cdot (t_u - t_s)$

である。

シャコの加入量を10,000尾とした計算結果をTable 4に示した。F = 0の時の総産卵数 E、年平均資源尾数 P_N、年平均資源重量 P_W をそれぞれ100とした相対値をFig. 6に示した。この図から判断すると現在の漁獲係数 F = 0.420は総産卵数すなわち再生産力が処女資源の50%を下回っている。

論議

シャコの生活史に関して、第一の問題は産卵の期間が長いので、どこに基準を置いて考えるかと言うことである。林ら(1978)、大富ら(1988)のように、産卵期が前

期と後期に分れると考えると、成長式も別々に作成し、それぞれの量的割合を追跡する必要がある。しかし、着底したシャコは成長して体長が5cmを越える頃には前期と後期を明確に区別することができなくなる。この事から後期に発生したシャコは稚シャコの時代に前期の発生群に追い付き、ほぼ同じ体長グループになると思われる。

次に、シャコの肥満度は冬季に高くなるので、季節により体長と体重の関係が若干異なる。しかし、成長の季節による遅速や肥満度の季節変化は年間を通して考えれば、誤差の範囲を出ないと考えた。

産卵数は1989年5月15日のシャコが抱いていた卵塊を計数したので、天然の産卵を現していると考え。但し、成長の速いものは1歳で産卵に加わるが、本報では無視したので、今後1歳のシャコの産卵数と産卵率および2歳・3歳での産卵率を明らかにすることが必要である。

資源特性値の決定は資源量解析の重要な作業であり、自然死亡係数が天然の状態をどれ位忠実に反映しているかは重要な問題である。資源診断の頃のTable 4で、 $F = 0$ 及び $F = 0.1$ のとき、年平均資源尾数 (P_N) が加入量よりも多くなっている。現実にはこの様な現象は起こり得ないので、年平均資源尾数 (P_N) の算出に使用した自然死亡係数 (M) 又は漁獲期間 ($t_e - t_s$) に原因がある。 $F = 0$ のとき P_N が加入量に等しいと仮定すると、 $t_e - t_s = 3$ では $M = 0.94$ となり、 $M = 0.751$ では $t_e - t_s = 1.85$ が求まる。この事は本研究で解析したシャコの資源特性において、もう少し寿命が短く、自然死亡が大きいことを示しているので、実際の資源状態は更に厳しいと考えなければならない。

また、季節で変動する生残率を平均して年の代表値としたことにも問題が残る。今後は、年間を通した生残率から、季節別に特性値を検討して、資源量の変化を追跡することが必要と考える。

資源量の解析で、船上で投棄されるシャコは全て死亡するとして計算したが、冬季には生き残るものが多い(調査中)。本報では 144.6×10^6 尾が加入して、 20.0×10^6 尾が漁獲され、全資源の13.8%を利用してのことになった。これは石岡ら(1981)の大阪湾の22%より低い。その原因は筆者の成長式の成長速度がやや遅く、商品サイズに達しない小型の時代が長いので、投棄死亡して漁獲に加わっていない事によると考える。仮に、投棄シャコの半分が生き残ると、初期資源量は 123.6×10^6 尾となり、16.2%の利用である。

東京湾のシャコの資源状態は以下のようにまとめられる。総産卵数は現在の漁獲係数 $F = 0.420$ では $F = 0$

の時の50%を下回っている。これは乱獲の徴候であり、シャコ資源に影響することが心配される。加入が10,000尾に対し、漁獲が35.5kgなので、総産卵数50%を確保するには34.4kgに押さえる必要がある。本報の推定漁獲量515.7トンが499.7トン以下でなければ総産卵数50%を維持できない事になる。神奈川県産のシャコの漁獲量は1986 - 1,013トン、1987年 - 1,013トン、1988年 - 990トンであり、1986年と1987年は総産卵数50%を割っており、1988年はわずかに満しているだけである。

東京湾のシャコについて、非常に粗末な計算ではあるが、資源量の変化と漁獲の状況を検討し、漁獲過剰の結論を得た。現在の漁獲量水準は1986年以後1,000トン前後で維持されているので、本報の計算よりも資源状態が良いかも知れない。しかし、自然死亡係数と漁獲期間をもう少し厳しく考える必要がある事と、近年は漁獲の対象がほとんど2歳に集中している事並びに漁獲能率の向上が目覚ましい事を考えると再生産を考慮した総漁獲量の規制など漁業管理の手段をさらに工夫する必要があると考える。

文 献

- 林凱夫・辻野耕實(1978): 大阪湾産シャコの漁業生物学的研究, 大阪水試研究, 5, 116 ~ 135
- 石岡清英・土井長之・林凱夫(1981): 大阪湾のシャコ資源量の推定とその評価, Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (13) 59 ~ 79
- 神奈川県農林統計協会(1987): 神奈川県農林水産統計年報(水産業編), 昭和61 ~ 62年
- 神奈川県農林統計協会(1988): 神奈川県農林水産統計年報(水産業編), 昭和62 ~ 63年
- 神奈川県農林統計協会(1989): 神奈川県農林水産統計年報(水産業編), 昭和63 ~ 平成元年
- 加藤史彦(1988): 加入当り漁獲量の計算と等量線図のプロット, パソコンによる資源解析プログラム集, 東海区水研
- 久保伊津男・吉原友吉(1969): 水産資源学改訂版, 共立出版株式会社, 1 - 480
- 中田尚宏(1987): 東京湾におけるシャコの初期成長及び成長と年齢について, 水産海洋研究会報, 51(4), 307 - 312
- 中田尚宏(1989 - a): 東京湾産シャコの移動と資源量の推定 水産海洋研究会報, 53(2), 131 - 137
- 中田尚宏(1989 - b): 東京湾におけるシャコの生物学的特性 神水試研報, 10, 63 - 69

大富潤・清水誠・J. A. M. VERGARA (1988): 東京湾のシャコの産卵期について, 日本水産学会誌, 54 (11) 1929 ~ 1933

清水誠 (1989): 生態系モデルによる資源管理に関する基礎的研究, 昭和63年度科学研究費補助金研究成果報

告書

田中栄次 (1987): 沿岸域漁業管理適正化方式開発調査 (汎用漁業管理作業モデルプログラム), 日本水産資源保護協会