

東京湾におけるシャコの生物学的特性

中 田 尚 宏

A biological study on the Japanese mantis shrimp in Tokyo Bay.

Naohiro NAKATA*

はしがき

東京湾の内湾部は、首都圏の開発が進み、周囲の海岸も埋立地の護岸に変わり、天然の磯は残り少なくなりました。しかし、現在も東京湾の内湾部には多くの海洋生物が生息しており、底曳網の試験採集で、魚類64種、甲殻類41種類、いか・たこ類6種類が確認されている(中田1988)。これは TAKAGI (1958) の魚類55種や KUBO and ASADA (1957) の甲殻類84種の当時と比べても、主要種に大きな変化は見られない。

当海域で操業する神奈川県の小型機船底曳網漁業が主対象とするのはカレイ類とシャコ (*Oratosquilla oratoria* DE HAAN) である。東京湾の内湾部のような閉鎖型の湾で、海底の魚介類を捕り過ぎると資源は現象してしまうので、現在、資源管理モデルの開発を進めている。東京湾のシャコに関して、KUBO et al (1959), 原ら (1963), 清水 (1987), 大富ら (1988-a, 1988-b) が個体群の特性を報告している。筆者は現在までに、シャコの浮游幼生, 成長, 移動 (中田1986, 1987, 1989) などを報告したが、本報ではシャコの性比, 肥満度, 成熟, 体長と体重の関係, 相対成長など生物学特性をまとめて報告する。

材料及び方法

東京湾の内湾部の川崎・横浜沖の海域で、1984年6月30日から'88年3月19日まで、底曳網による試験採集(図1)で得たシャコ, ならびに1984年5月28日から1987年4月8日まで、横浜市漁業協同組合柴支所の漁業者の漁獲物から買い上げにより入手したシャコを測定に供した。シャコの体長の計測は額板の付け根から尾節中央のくび

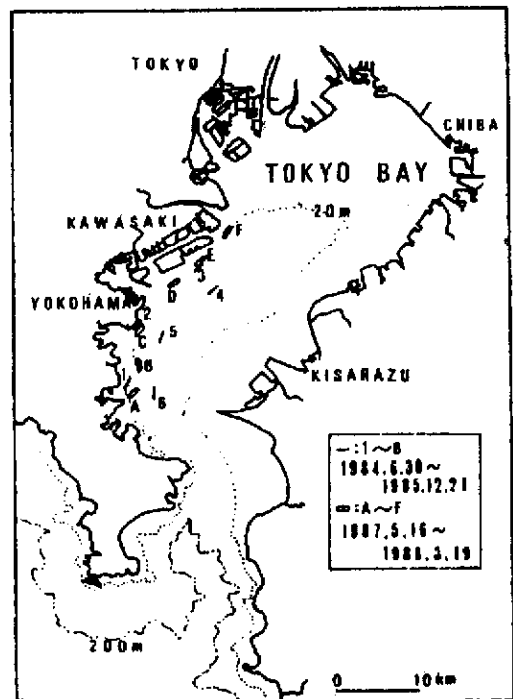


図1 底曳網試験採集の地点図

れの後端までとし、ノギスおよび測定穿孔板により行なった。本報告の体長は千田ら(1969)によると KUBO et al (1959)の尾節中央のくびれの前端までより、約1.2%長い。体重は生きたシャコを計量あるいは生きたものをホルマリンで固定し、後日に計量した。生殖腺の測定は生きたシャコとホルマリン固定の双方が含まれている。

脚注

1989.12.15受理 神水試業績 No89-157

*資源研究部

雌雄判別は第3補脚の雄性突起の有無により行った。胃内容物は前述したシャコの標本から中味が20尾確認できるまで観察し、空胃率の算出もあわせて行った。

結果及び考察

性比

シャコの性比は雄/雌 × 100で表示し、その値を表1と図2, 3に示した。性比は51~303の範囲で変動し、漁獲物のシャコでは4~6月と9~10月に100%を

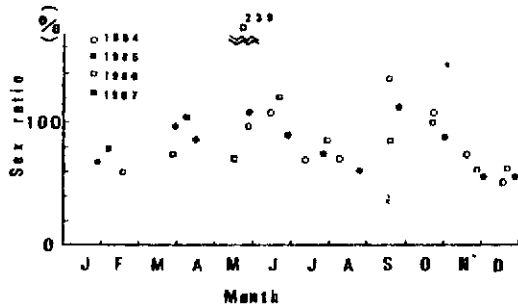


図2 シャコ（漁獲物）の性比の季節変化

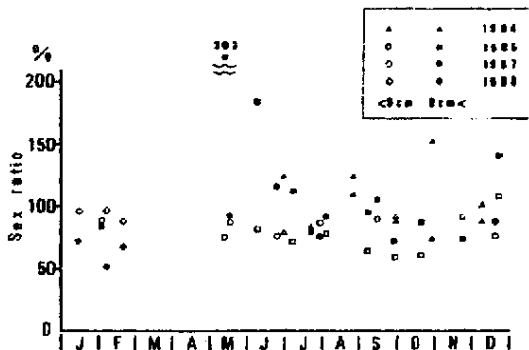


図3 シャコ（試験採集）の性比の季節変化

越え、1986年の1標本だけ、239のものがみられた。一方、試験採集のシャコで性比を見ると、9cm以下はあまり変化せず、9cm以上は5~12月の間に大きく変化するが、漁獲物のシャコにみられるような季節変化は明らかでなかった。これは試験採集では9cm以上の個体の採集量が少ないことに起因すると思われる。

この5~6月の山は雌が産卵し、巣穴で保育するため捕獲されにくいと考えられている（林ら 1978・大富ら 1987）が、9cm以上の体長のもので変化が大きいくことからうなずける。9~10月の山は交尾（林ら 1978）と考

えられていたが、HAMANO T. (1988) は5~7月に交尾を確認し、山崎 (1988) は生殖腺の成熟過程を組織学的に研究し、雄は春に発達し、5~6月が放精期と述べている。従って、交尾以外に原因があり、春に産卵のため脱皮しなかった雌が秋に脱皮する割合が相対的に高くなるためではないかと推定される。

肥満度

シャコの肥満度は13.2~17.7の間にあり、雄のほうが雌よりも高い。季節変化は7~8月が13~14と最低で、9月から10月にかけて上昇し、11月から4月までは16以上の高い値で経過した。尚、年による違いもみられ、1984年は低く、1985年は高かった。季節的には5月にそ

表1 シャコの生物特性値(標本ごとの平均値)

年月日	体長	性比	G I	肥満度	
				雄	雌
28 May 1984	11.46	96.1	10.66	14.20	13.48
14 June	10.29	113.0	5.38	14.60	13.82
11 July	10.44	70.2	3.94	13.74	13.56
9 Aug.	11.84	70.8	3.89	13.4	13.7
17 Sep.	10.48	133.7	2.38	14.25	14.35
22 Oct.	10.68	109.5	2.17	15.98	15.71
19 Nov.	10.60	73.6	2.41	15.04	14.57
19 Dec.	10.28	51.1	5.67	15.58	15.14
31 Jan. 1985	10.70	69.3	5.86	16.92	15.76
29 Mar.	10.81	98.0	9.18	15.88	15.84
15 Apr.	9.97	86.0	10.21	17.28	16.38
29 May	11.22	106.8	12.57	16.28	15.53
27 June	11.45	99.3	8.62	15.00	14.50
25 July	12.16	75.4	6.59	14.41	13.90
26 Aug.	12.12	63.0	6.24	14.06	13.29
26 Sep.	10.73	111.4	5.78	15.54	14.93
1 Nov.	10.07	84.7	3.72	17.15	16.90
2 Dec.	10.49	55.6	3.86	16.93	16.70
26 Dec.	10.87	54.3	3.62	16.67	16.42
18 Feb. 1986	11.32	59.9	4.34	16.89	16.31
28 Mar.	10.10	74.1	6.73	17.71	17.06
16 May	11.57	71.8	13.73	15.33	15.39
22 May	11.91	238.8	14.60	16.61	15.21
20 June	11.27	121.2	13.15	15.48	14.38
30 July	10.77	85.6	5.59	13.99	14.00
18 Sep.	10.36	79.2	1.29	14.48	13.69
21 Oct.	9.55	100.6	1.19	16.34	15.95
28 Nov.	10.69	61.9	1.32	16.71	15.85
22 Dec.	11.75	52.9	2.64	16.35	15.97
5 Feb. 1987	10.89	77.1	3.98	16.39	16.47
8 Apr.	10.90	103.8	9.65	16.20	15.72

の変化の幅が最も大きかった(表1, 図4)。KUBO et al (1956)の当時に比べ、近年のシャコは肥満度の回復時期が早まっていると述べた大富・清水(1989)を支持する結果となっている。肥満度の値は従来の報告(KUBO et al-1956, 林ら-1978, 大富・清水 1989)に比べて高い。測定時の付着水による誤差があると思われるが、本研究では生きた状態の肥満度であり、他の報告はホルマリン固定の物が多く、ホルマリン固定するまでに、体重が現象してしまっているため差を生じたと考えられる。

体長と体重の関係
1986年5月16日から1987年4月8日までの体長と体重の関係を最小二乗法で求め表2に示した。係数Bは4

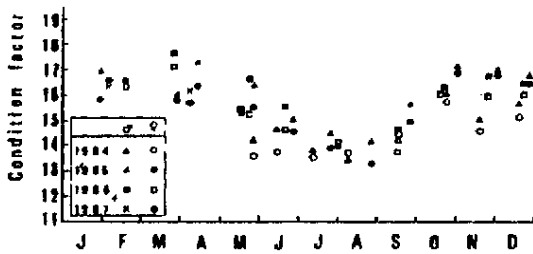


図4 シャコ(漁獲物)の肥満度の季節変化

表2 シャコの体長と体重の関係

年 月 日	Y = A X ^B		
	A	B	r
16 May 1986	0.0144	3.03	0.993
22 May	0.0340	2.70	0.904
20 June	0.0471	2.53	0.889
30 July	0.0228	2.79	0.965
18 Sep.	0.0166	2.93	0.960
21 Oct.	0.0312	2.71	0.967
28 Nov.	0.0432	2.59	0.944
22 Dec.	0.0869	2.32	0.942
5 Feb. 1987	0.0291	2.76	0.975
8 Apr.	0.0156	3.01	0.967

Y : 体重 (g), X : 体長 (cm), r : 相関係数
~5月に3を越えるが、そのほかの季節は全て2台である。測定に使用したシャコは漁業者による漁獲物のため、大きさがある範囲に限られているので、小さいものから

大きなものまで全て揃えて計算すれば KUBO et al (1956)が述べたように、体重は体長の3乗に近似すると考えるのが妥当であろうが、肥満度の項で述べたように季節変化があることを考慮する必要がある。

脱皮と成長

1984年5月28日から1988年3月19日まで入手したシャコの全標本について、世代解析プログラム(堤・田中 1988)を使用して、平均体長と標準偏差を図5に示した。試験採集と漁獲物のシャコの平均体長を比較する

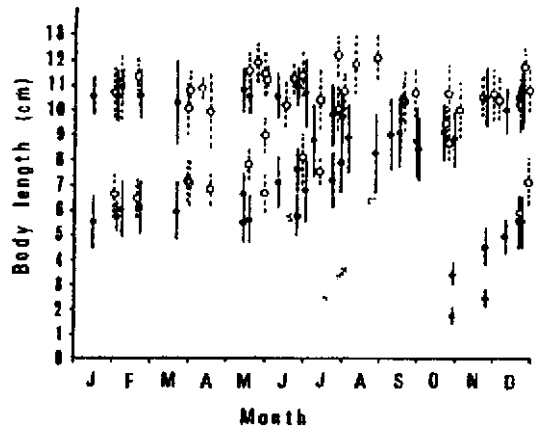


図5 シャコの平均体長と標準偏差
漁獲物 -----
試験採集

と、漁獲物のほうが大きい傾向にあり、試験採取のシャコは1~5月の間はわずかしが成長していない。筆者(1987-b)は成長式を曲線として示したが、シャコは脱皮により階段状に成長することから、現実と合った成長を考えることが必要である。そこで、シャコの脱皮による成長率として、初期成長は中田(1987-b)の1.3倍を使い、その後はHAMANO et al(1987)の1.1倍を採用して、中田(1987-b)の成長曲線に適合する脱皮時期を推定すると図6のとおりである。この仮説によれば、発生したシャコは当年の暮には5回の脱皮をして5~6cmに成長し、次年の6月頃から3回脱皮して、10cmを越える。3年目は2回、4年目は1回の脱皮が想定される。シャコの脱皮は発生年から順に、5回、3回、2回、1回となり、15cm以上の個体はほんのわずかしが出現しないことから、寿命は3.5年以下と考えられる。脱皮の時期は漁業者によると春から夏は脱皮するものとし、秋は全ての個体が脱皮すると言っていることと符号する。勿論、産卵期が長く、2回産卵など個体群の個

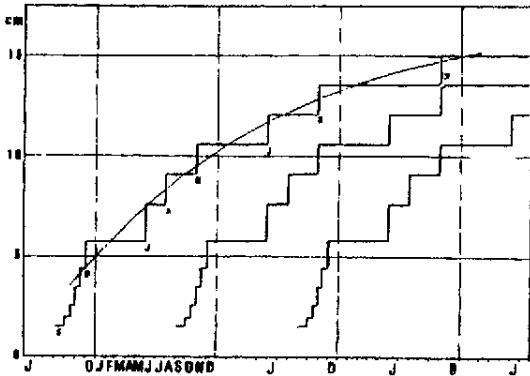


図6 シャコの脱皮時期と成長の模式図

体差は大きいですが、脱皮による成長時期を具体的に示していると考えます。

相対成長（頭胸甲長と体長）

頭胸甲長（以下甲長と言う）と体長の関係は MATSUURA et al (1984) が

$$Y = 4.67X^{0.984} \quad r = 0.99$$

(Y : 体長 mm, X : 甲長 mm)

の関係式を示した。

東京湾のシャコについての相対成長も、確かに図7のように、

$$Y = 4.65X^{0.998} \quad r = 0.998$$

(Y : 体長 mm, X : 甲長 mm)

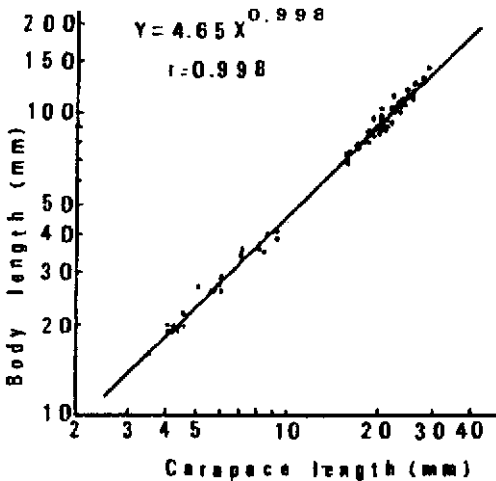


図7 シャコの頭胸甲長（甲長）と体長の関係
 { 27 Oct. 1984 40尾 16 May. 1986 10尾 }
 { 21 Oct. 1986 50尾 22 Dec. 1986 10尾 }

として、べき乗回帰の関係が求められた。しかし、1986年5月から1987年4月までの標本について、関係式と係数を求めると、表3のとおりである。10月から12月まではべき乗の係数が1より小さくなっているが、その他の

表3 シャコの体長と頭胸甲長（甲長）の関係

月日	関係式			Y = AX ^B			Y = A + BX		
	A	B	r	A	B	r			
16 May 1986	4.51	1.02	0.998	-1.30	4.84	0.997			
22 May	4.58	1.01	0.998	-0.174	4.73	0.996			
20 June	4.46	1.03	0.998	-1.26	4.90	0.996			
30 July	4.35	1.04	0.998	-1.88	5.03	0.997			
18 Sep.	4.40	1.03	0.998	-1.67	4.96	0.996			
21 Oct.	4.70	0.994	0.998	0.210	4.60	0.995			
28 Nov.	4.77	0.984	0.998	1.04	4.45	0.997			
22 Dec.	4.72	0.989	0.986	-0.288	4.68	0.998			
5 Feb. 1987	4.61	1.00	0.998	-0.392	4.71	0.997			
8 Apr.	4.46	1.02	0.998	-1.38	4.90	0.997			

Y : 体長 (mm), X : 甲長 (mm), A・B : 定数, r : 相関係数

月は1を越えた。一方、直線回帰でも相関係数は相当に高い。一般に漁業で利用される大きさは10cm以上であるので、大きなシャコについては直線回帰のほうが利用するのに便利である。従って、直線回帰式の係数の平均から、

$$Y = -0.71 + 4.78X$$

(X : 甲長 mm Y : 体長 mm)

を甲長と体長の換算式として十分使用出来ると考えた。

性成熟

1984年5月28日から1987年4月8日までの雌シャコの熟度指数 (GI : 生殖腺重量 / 体重 × 100) を図8, 9, 表1に示した。熟度指数は12月から上昇し始め、5~6月に山となり、7月には急激に低下する。しかし、個体別では3月から8月まで20或いはそれ以上のものが出現している。GIの値がどの段階でシャコが産卵するかは確定していないが、千田ら (1968), KUBO et al (1959) 山崎 (1988), 大富ら (1988-a) を参考にすると、GIが10以上になると産卵が近いと考えられている。従って、東京湾のシャコの産卵は5月下旬から6月をピークにその前後1~2月にわたっていることになる。

KUBO et al (1959) は6月を東京湾のシャコの産卵盛期としているが、清水 (1987) は4-5月から8月頃、大富ら (1988-a) は4月と8月との2回に分けて、4月を産卵盛期と報告している。当场が行っている月例観測で、シャコの幼生の出現は確かに1山の年と2山の年が見られる。しかし、今回入手したシャコの標本では、

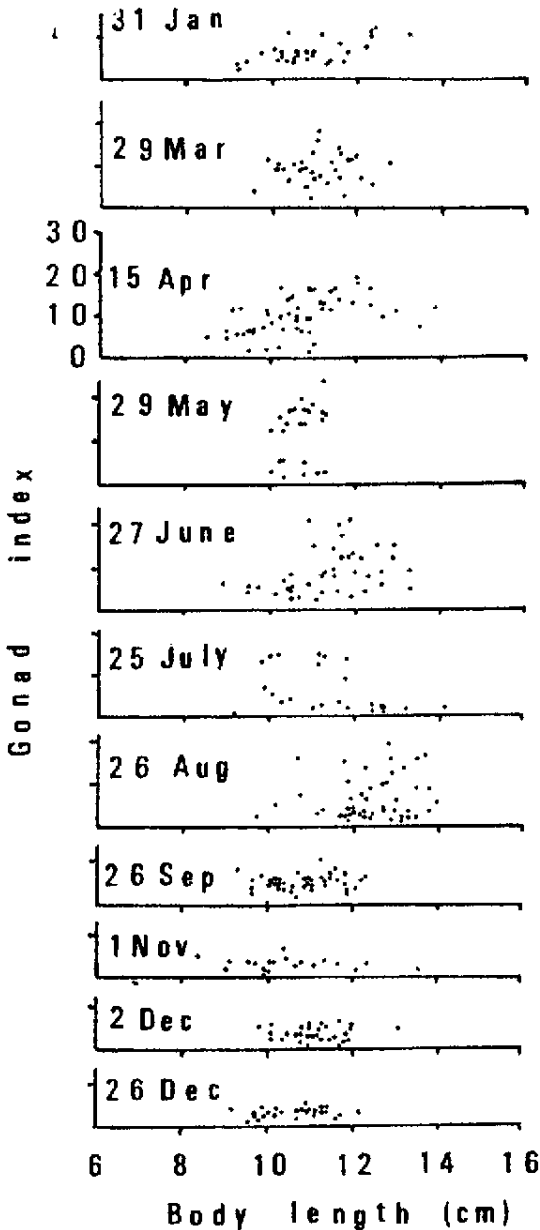


図8 雌シャコの生殖腺熟度指数 (1985)
4月に山があらわれる年は無く、いずれの年も5~6月に山が出現している。大富ら(1988-a)のように、4月が産卵盛期とすると、シャコ幼生の多い7月(中田1986)、着底稚シャコの多い9月(中田1987-b)から考えると、産卵後の保育期間および浮游幼生の期間が、それぞれ約二か月間となる。現在までに、シャコの産卵

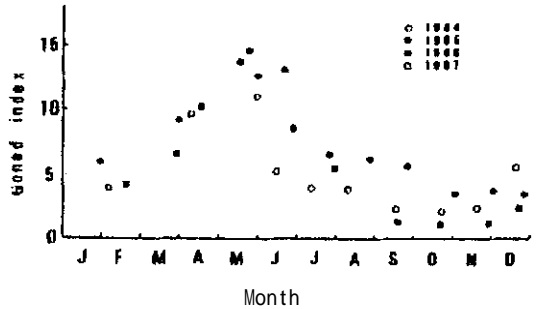


図9 雌シャコの生殖腺熟度指数の季節変化

盛期、浮游幼生の出現盛期、稚シャコの着底盛期を時系列で、量的に追跡された事例はみられないので、筆者はKUBO et al (1959)の6月を産卵盛期として支持する。シャコは9cmを越えると急にGIが高くなることから、生物学的最小形は9cmと見られるが、測定標本は10cm以下のものが少ないので、大富ら(1988-a)が述べたような8cmで成熟する事は確認できなかった。

食性(胃内容物)

表4 シャコの胃内容物含有率(%)

月	1	2	6	7	9	10	12	平均
測定数	102	240	140	160	60	120	92	
空胃率	41.7	31.8	28.3	24.2	11.1	37.1	38.8	30.4
魚類	14	19	24	21	27	4	20	18.4
クモヒトデ類	5	3	4	3	2	2	3	3.1
甲殻類	6	19	35	36	15	43	20	24.9
貝類	60	65	48	60	82	44	29	55.4
多毛類	61	39	30	28	48	29	45	40.0

表5 シャコの体長別胃内容物種類組成(%)

種類	種類	魚類	甲殻類	貝類	多毛類
cm					
	2~4	62.5	12.5	25.0	0.0
	4~6	15.2	18.1	41.9	24.8
	6~8	11.6	8.9	43.0	36.4
	8~10	13.6	3.4	39.0	44.1
	10~12	12.2	13.0	41.5	33.3
	12~14	15.8	26.3	36.8	21.1

シャコの胃内容物には軟体類, 多毛類, 甲殻類, 魚類, クモヒトデ類が出現し, 貝類と多毛類の比率が高い。また, シャコの胃の空胃率は約3割で, 9月は空胃率が低かった(表4)。9月に空胃率が低いのは脱皮前の栄養蓄積が盛んなためと考えることができる。シャコの体長毎の胃内容物では2~4cmでは魚類の比率が高く, 4~12cmでは貝類が多く, 多毛類がそれに続き, 12~14cmでは貝類, 甲殻類, 多毛類, 魚類の組成に偏りがなくなった(表5)。

論議

シャコの浮游幼生が多く分布するのは横浜から木更津にかけての海域であり, 昼間は20~30cmの中層に, 夜間は表面(中田 1986・1987-a)に多く分布する。着底後の稚シャコ(15~50mm)が多く採集されたのは本牧から川崎沖である。変態後の稚シャコは8~9月に現れ, 1回の脱皮で, 1.3倍大きくなり, 12月には5cm台に成長する。その後, 1~5月の間はほんのわずかしが成長しないが, 水温の上昇する夏から秋にかけて成長し, 年末には10cmになる。10cm以上のシャコは夏に南下移動する。しかし, 標識放流の結果からはその後の北への移動は追跡できていない(中田 1989)。その原因は横浜市漁協柴支所の漁船の行動範囲が南に偏っているため北部での再捕が少ないか, 秋から冬は季節的に再捕率が極端に悪い時期のためと考えることもできるが, 筆者は冬に北上移動の行動はあまりしないと考えている。清水(1987)は底曳網の定点採集から, シャコは1980年代に入って分布を北に拡大しており, 冬には北部海域にも相当量分布していると報告した。確かに, シャコの分布域は北に拡大しているかもしれないが, 冬に北部海域で分布量が多いのは北上移動ではなく, 加入群が北に多いためではないかと考える。

シャコの性比が5~6月と10月に高く, それは雌の産卵保育とその後の脱皮活動が盛んになることによると考えられた。体長と体重の関係は体長の3乗に体重が近似するが, 肥満度の季節変化とも関係しており, 相対成長(体長と甲長)も同じ様に季節変化を示す。

シャコの成長と脱皮時期から, 1年目 5回, 2年目 3回, 3年目 2回, 4年目以後 1回の脱皮をして成長すると推定したが, 発生から3年間でほとんどが漁獲されてしまう。これは大富ら(1988-b)の2歳を寿命とすることと一致する。成熟個体は9cm以上であったが, これは測定標本が大きなものに偏っていたためと考えられ, 大富ら(1988-a)の述べたように, 8cm以上

で成熟するようになっていいると考えたほうが妥当であろう。食性は小さい間は魚類, 貝類, 多毛類に偏るが, 大きくなると甲殻類を含む餌をバランス良くとるようになる。この事は成長にともなって, 深いところへ移動する事ならびに捕獲能力が強くなるためと理解される。

これまで筆者はシャコの生物学特性をまとめてきたが, 今後は分布密度や漁獲量および生産額など漁業としてシャコ資源の解析を進めたいと考えている。

要約

- 1 東京湾の内湾部において, 1984年から1988年までに入手したシャコについて, 性比, 肥満度, 体長と体重の関係, 体長と頭甲胸長(甲長)の関係, 性成熟, 胃内容物等の生物特性を取りまとめた。
- 2 シャコの性比は初夏と秋に高くなる。これは産卵保育とその後の脱皮と関係すると考えられた。
- 3 シャコの肥満度は夏に低く, 秋から冬に高い。
- 4 体長と体重の関係は3乗に近似するが, 季節によって変化する。
- 5 シャコの成長を脱皮による段階状の成長として提示した。
- 6 体長と甲長の関係は $Y = -0.71 + 4.78x$ の比例式で, 換算することができる。
- 7 シャコの胃内容物は魚類, 甲殻類, 貝類, 多毛類が多く, 小さい時は魚類, 貝類に偏るが, 12cmをこえると, 魚類, 甲殻類, 貝類, 多毛類を偏り無く食べるようになる。

文献

- HAMANO T. and S. MATSUURA (1987): Groth of the Japanese Mantis Shrimp of the Laboratory Birth [Short Paper], Nippon Suisan Gakkaishi, 55 (5), 889
- HAMANO T. (1988): Mating behavior of *Oratosquilla oratoria* (DE HAAN, 1844) (CRUSTACEA: STOMATOPODA), J. of CRUSTACEAN BIOLOGY, 8 (2), 239-244
- 林 凱夫・辻野耕實 (1978): 大阪湾産シャコの漁業生物学研究, 大阪水試研究(5), 116-135
- 原 武史・塩谷照雄・丸山武紀・岩沢俊一・豊崎悦久 (1963): 東京湾産シャコについて, 東京水試研究要報, 38, 1-22
- KUBO I. and E. ASADA (1957): A quantitative study on crustacean bottom epifauna of Tokyo Bay, Jour. of the Tokyo univ. of Fisheries, 45(2), 249-289.
- KUBO I., S. HORI, M. KUMEMURA, M. NAGANAWA and J. SOED-

- JONO (1959): A biological study on a Japanese edible mantis - shrimp. SQUILLA ORATORIA DE HAAN, J.Tokyo Univ., Fish., 45(1), 1-25
- MATSUURA S and T.HAMANA O (1984): Selection for Artificial Burrows by the Japanese Mantis Shrimp with Some Notes on Natural Burrows, Nippon Suisan Gakkaishi 50(12), 1963-1968
- 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
- 中田尚宏 (1987-a): プランクトンネットによるシャコ幼生調査, 昭和61年度東京湾横断道路漁業影響調査報告書, 日本水産資源保護協会, 279-283
- 中田尚宏 (1987-b): 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 (1988): 横浜・川崎沖の底生性魚類, 甲殻類, 軟体類の分布, 神水試研報, 8, 67-74
- 中田尚宏 (1989): 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
- 大富 潤・清水 誠・J.A.MARTINEZ VERGARA(1988-a): 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
- 大富 潤・清水 誠 (1988-b): 東京湾における加入完了後のシャコの成長および寿命について, 日本水産学会誌, 54(11), 1935-1940
- 大富 潤・清水 誠 (1989): 東京湾シャコの性比および肥満度の季節変化, 水産増殖, 37(2), 143-146
- 千田哲資・清水 昭・原田徳三 (1969): 瀬戸内海のシャコ卵巣の季節変化, 岡山水試報 1968.20-29
- 清水 誠 (1987): 東京湾の魚介類(4)シャコの個体群生態, 海洋と生物 52(9) 340-347
- TAKAGI K. (1958): Zoogeographical studies on the demersal fishes of the Tokyo Bay, Jour. of the Tokyo Univ. of Fisheries, 45(1), 37-77.
- 山崎 誠 (1988): シャコ *Oratosquilla oratoria* (De Haan) の生物生産過程に関する生態学的研究, 西水研報 66, 69-100