

長崎県大村湾におけるマナマコ資源の解析*1

松 宮 義 晴

Analysis of the Sea Cucumber Population
in Omura Bay, Nagasaki Prefecture

Yoshiharu MATSUMIYA

In order to analyse the dynamics of the sea cucumber, *Stichopus japonicus*, population in Omura Bay, Nagasaki Prefecture, Japan, the fishery data and the body weight composition data were examined. Data used were the statistics of the catch and effort by the sea cucumber dredge fishery for five fiscal years from 1978 to 1982. Collection of these data and biological measurement of the catch were conducted at Omura City Fisheries Co-operative Association located in the eastern coast of Omura Bay. The method and results obtained are enumerated as follows:

1. The outline of the sea cucumber fishery in Omura Bay was explained on the fishing season and manner etc.. The yearly variation of the total catch of the sea cucumber in Omura Bay shows a decreasing tendency after 1970. In general, the sea cucumber was commercially classified into two forms of the blue and red one. The blue sea cucumber occupied the major portion of the catch in this bay, so it was chosen as the object of this research.

2. Using the DeLury's method based on the daily catch and effort data, the initial population size, the catchability coefficient and the exploitation rate were estimated at 11.0~40.6 t, 0.0015~0.0066 boat⁻¹. day⁻¹ and 63~90%, respectively. The fluctuation of these parameters by fiscal years was presented and examined.

3. The estimate of the catch efficiency by the dredge net for the sea cucumber was given 0.344 by calculating the areas of each haul and fishing ground.

4. The mean body weight of the sea cucumber was about 140 g, and did not increase straightly as the fishing season progressed. The sea cucumber population was composed of many I+ and little above II+ age groups.

5. The linear regression lines of the body wall weight on the body weight, and the allometry equations of the body wall weight to the length of alimentary canal were calculated by fiscal years.

わが国で一般にマナコと呼ばれ、生食されているマナコ *Stichopus japonicus* SELENKA は、体色の特徴からアカマナコとアオマナコに分けられている。崔・大島(1961)は体色のみでなく、生態的・形態的にも多くの差異をみとめている。アカマナコは主として

外洋性で岩礁や礫底にすみ、アオマナコは内湾の砂泥底を主な生息場としている。

マナコは日本全国で年間約1万トンの漁獲があり、北海道、広島、山口、石川、愛媛、青森、長崎などの各道県では特に重要な漁業生物資源である。古く

*1 本報告の概要は1981年4月3日、日本水産学会春季大会(東京)において口頭発表した。

から投石、柴漬などの漁場造成や親ナマコの放流など種々の増殖法がとられてきた。近年では、人工種苗生産（石田，1979）やカキ殻を垂下器材とした天然採苗（酒井ら，1980）も開発されている。

重要水産生物であるにもかかわらず、マナマコの水産資源学的研究例は乏しい。本報告では、漁業協同組合の漁獲水揚伝票の整理と漁獲物の測定などから、長崎県大村湾におけるマナマコ資源について若干の解析を行った。湾内では、多くの増殖手法が盛んに実施されており、マナマコの資源学的知見は増殖事業の効果算定のために、貴重な基礎資料ともなるものである。

本文に先立ち、種々の御指導と本報告の校閲を賜った長崎大学水産学部教授の道津喜衛博士と千田哲資博士に深謝する。貴重な漁獲統計資料を提供下さり、諸調査に御協力いただいた大村市漁業協同組合新城支部の皆様方に感謝の意を表す。長崎大学水産学部水産資源学教室の奥村重信・藤森大友季・今里和広・山田勝郎氏（いずれも当時の学生）には研究全般を手伝っていただいた。厚く御礼申し上げる。

大村湾のマナマコ漁業

大村湾は長崎県の中央部に位置する面積311km²の極めて閉鎖性の強い内湾である（Fig. 1）。湾内には9漁業協同組合が設立され、2500名の組合員により各種漁業や養殖業が営まれている。大村湾は古くから良質なマナマコの生産地として知られている。マナマコは湾内の最も重要な漁業対象資源であり、戦前から中国に輸出され、関西地方にも出荷されている。他に目立った漁獲物がない冬季においては、特にマナマコに対する依存度が高い。

湾内のマナマコ漁獲量は Fig. 2 のように、1970年の730tをピークとして減少傾向をたどっており、1981年には180tにまで落ち込んでいる。1970年はそれまで手漕ぎであった使用漁船の機械化がほぼ完了した年にあたる。ちなみに湾内のマナマコ漁獲量は長崎県全体のおおよそ半分を占めている。

マナマコの採捕期間は長崎県漁業調整規則により、11月1日から3月31日までの5ヶ月間と決められている。大村湾では各漁業協同組合が自主的に資源保護の目的で操業期間を2～3ヶ月間に短縮している。また乱獲や値崩れ防止のため、1日の操業時間を3～5時間に規制したり、漁場を数ヶ所に区切り、各区画ごとに操業の解禁日を設定しているところが多い。

マナマコはアカナマコとアオナマコに区別されている。アカナマコは主に岩礁地帯で、箱眼鏡を用いて長さ3～4mの竿鉤で採捕される。アオナマコは網口

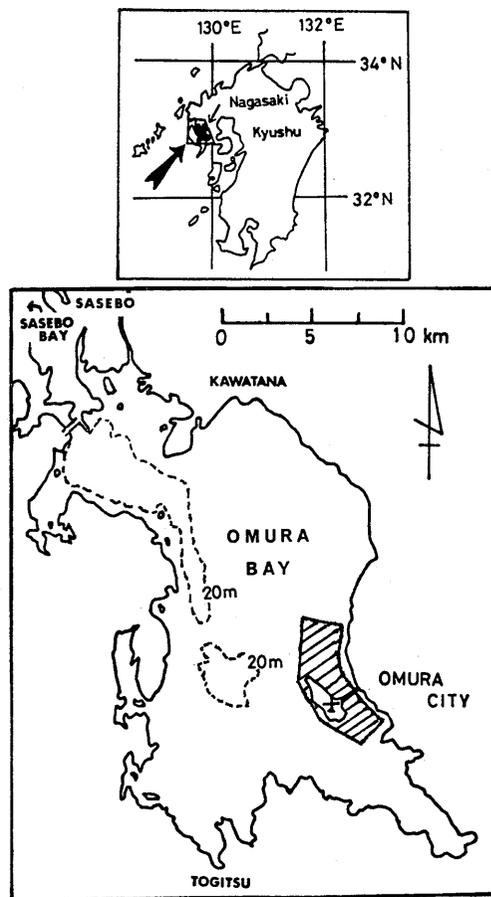


Fig. 1. Map of Omura Bay, Nagasaki Prefecture. Shaded area shows the research area.

幅2～3m高さ20～30cmの鉄製枠をもつ網目約7cmのナマコ桁網（小型機船底曳網の一種、手操第3種ナマコ桁網）で主として漁獲される。湾内では約1200隻のナマコ桁網が許可されている。竿鉤も桁網も操業はふつう昼間に行われるが、水中灯を用いる夜間灯火竿鉤漁法を許可している漁業協同組合もある。漁場水深は3～20mで、湾内の沿岸域の多くがマナマコ漁場となっている。

マナマコの価格は1kgあたり千円程度であるが、アカナマコはアオナマコより2割ほど高値で取り引きされる。需要の関係で年末には他の時期と比べて、5割以上の値上りがみられる。湾内におけるアカナマコ・アオナマコ別の漁獲量の比率は、アオナマコがほぼ9割を占める。本報告ではナマコ桁網によるアオナマコのみを研究対象とした。

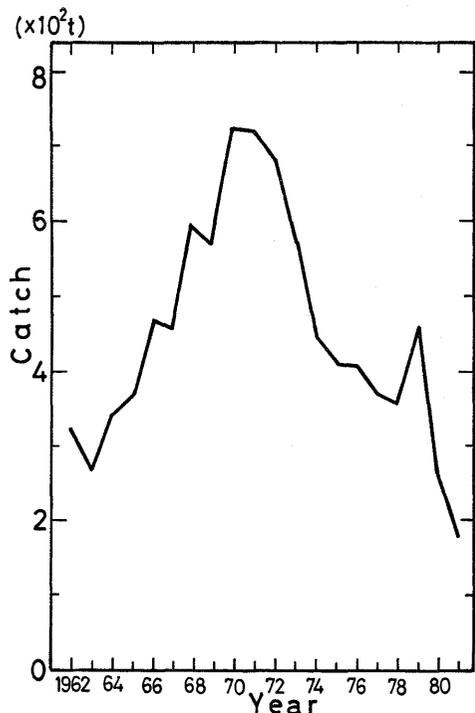


Fig. 2. Yearly variation of the total catch of the sea cucumber in Omura Bay.

資料および方法

大村湾内の漁業は小規模なため、地域によっては漁業者がマナモコを個人的に出荷販売しており、漁業協同組合が管理出荷していないところもある。本報告は湾内において最も資料が整っており、漁場管理がよい大村市漁業協同組合新城支部（以下、市漁協と略す）を研究対象とした。市漁協は漁獲物のすべてを組合を通じて出荷しており、湾東岸の長崎空港周辺12.5km²のマナモコ漁場を有する（Fig. 1, 3）。操業許可は130隻である。

資料としては1978～1982年度の水揚伝票を用いた。マナモコの漁期は冬季であり、2年間にまたがるため、年度（4月から翌年3月まで）を単位としてまとめている。水揚伝票には漁獲重量がアカナマコ・アオナマコ別に、日別個人別に記録されている。本報告ではマナモコ桁網によるアオナマコの資料のみを用いた。

市漁協では操業を規制するために漁場を Fig. 3 の A, B, C の3地区*2にわけ、それぞれ別に解禁日をずらし、通常8～11時の1日3時間の操業を行っている。ふつうは11月下旬～12月上旬にA地区が、ついで

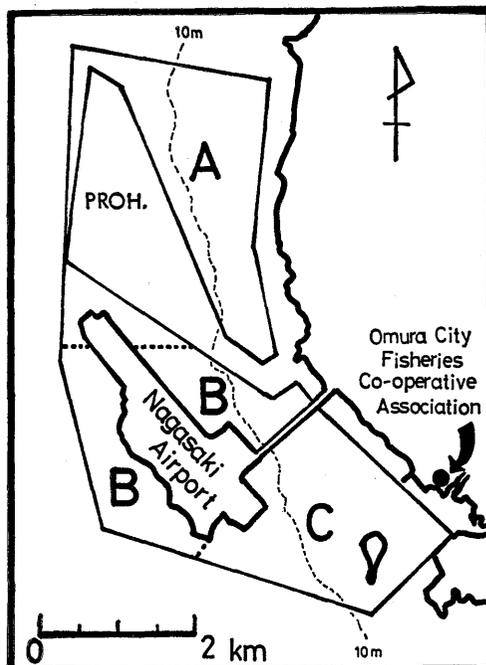


Fig. 3. Fishing ground of the sea cucumber for Omura City Fisheries Co-operative Association.

Areas of A, B and C regions are 5.4 km², 3.3 km² and 3.8 km², respectively. PROH.: Prohibited area from fishing

B地区が、そして12月下旬にC地区が解禁される。休漁は荒天日のほか、魚市場との関係で土曜日に定められている。

3～5 km²の狭い漁場で100隻程度の桁網船が集中操業を行うため、解禁後しばらくは、毎年どの地区も日毎の平均漁獲重量は急激に低下する。このように短期間に強度の漁獲が加えられると、DeLury (1947)の方法がよくあてはまり、解禁日前の資源重量と漁獲能率を年ごと地区ごとに推定できる。

市漁協において、マナモコ桁網によるアオナマコを対象に体重測定を行った。測定は1979～1982年度の漁期中、週に1回ないし2回実施した。1回の測定は77～324個体を漁獲物のなかから無作為抽出し、上皿自動秤で1個体ずつ1g単位まで計測した。4年間で合計50回、9332個体を測定した。また一部の個体については解体して、殻重および消化管長を各々1g単位、1cm単位まで計測した。

*2 A, B地区の境界部には自衛隊の水陸機発着場があり、そこは操業禁止水域になっている (Fig. 3 のPROH.)。なお、漁場全般の水深は3～16mである。

結果および考察

資源量推定

市漁協より得られた桁網によるアオナマコの資料により、日毎の漁獲重量と出漁隻数について解析を行った。狭い漁場で短期間に強度の漁獲が加えられると、解禁後数日間は1隻1日(3時間*)あたり漁獲量は急激に低下する。1978~1980年度の地区別の結果をFig. 4に示す。以下のようなDeLury (1947)の方法によって、解禁日前の初期資源重量 N_0 と漁獲能率 q を年ごと地区ごとに推定できる。解禁後数日間はマナマコの移動や自然死亡はなく、漁獲によってのみ資源が減少しているという仮定は十分に満足される。

$$x \text{ 軸に } t-1 \text{ 日目までの累積漁獲重量 } K_t = \sum_{i=1}^{t-1} Y_i,$$

y 軸に t 日目の1隻1日あたり漁獲重量 Y_t/X_t をプロットすると、

$$Y_t/X_t = qN_0 - qK_t \quad (1)$$

により、 N_0 と q が計算される (X_t と Y_t は t 日目の出漁隻数と漁獲重量)。Fig. 5に1978年度A地区の結果を例示する。どの年どの地区においても、この図と同様に点はほぼ直線状に並び、DeLury法がよくあてはまる。

得られた年度別地区別の初期資源量 N_0 、漁獲能率** q 、漁獲率 E および計算の適用期間を一括してTable 1に示す。漁獲率は適用期間内の総漁獲量 ($\sum_{i=1}^t Y_i$) を N_0 で除したものである。漁場全体の漁獲能率 q は地区ごとの値の単純平均、漁獲率 E は重みづけ平均で示した。

3地区合計の漁場全体の初期資源量 N_0 は1978年度が最高、1980年度が最低で3.7倍の変動がみられた。地区ごとの多少には一定の傾向はみとめられない。漁獲能率 q には経年的な向上がみられた。1978年以降大きな漁具の改良はなく、 q の変化は漁場そのものの狭まり、底質、天候などが影響したものと思われる。漁場全体の漁獲率 E は63~90%で、かなりの高率であった。

市漁協におけるアカナマコおよびアオナマコの漁獲重量は、全漁期合計については1969年から得られている。これらはFig. 2の大村湾全体の変動傾向とよく似通っていた。ちなみに、市漁協におけるアオナマコの総漁獲量は1978年度41.6t、1979年度34.9t、1980年度13.5t、1981年度18.7t、1982年度63.0tであった。2月中旬の終漁時までには、初期資源量の30~90%程度の加入があるものと推測されている。

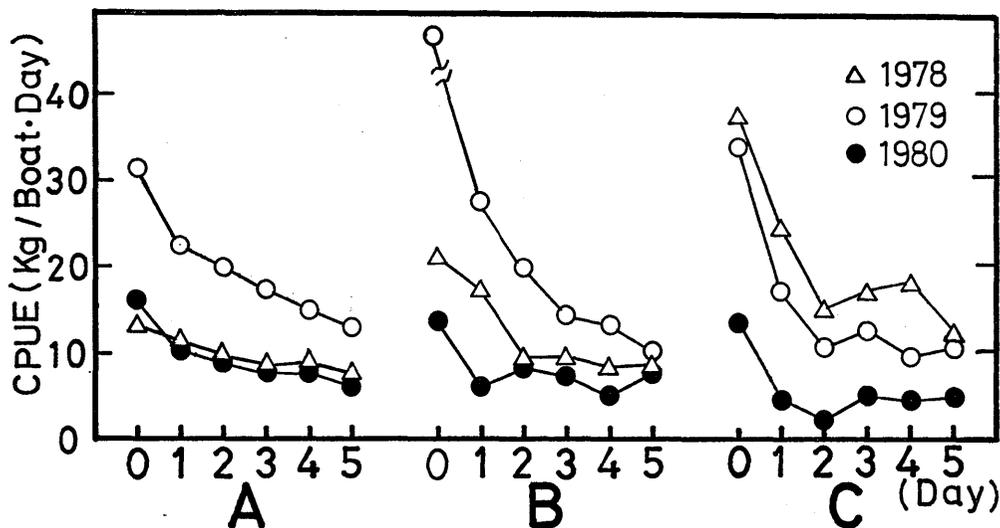


Fig. 4. Daily changes of CPUE (catch per boat · day) after the opening day of fishing season by regions and fiscal years.

Day indicates the time elapsed since fishing season is started.

*3 通常(1日3時間)と異なり、2時間あるいは4時間の操業が行われる日がある。この場合、すべて3時間あたりに換算した。

*4 catchability coefficient 漁具能率ともいう。ここでは1つの地区内における1隻1日(3時間)操業あたりの漁獲率を意味する。

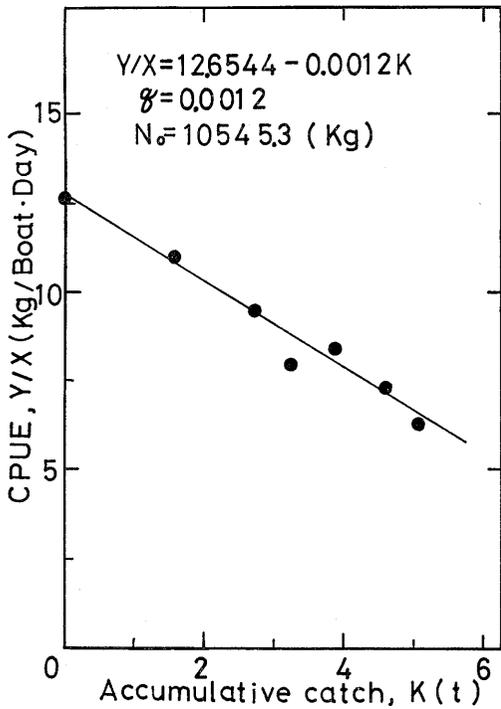


Fig. 5. Regression of CPUE (catch per boat · day) on accumulative catch for the sea cucumber in A region from Dec. 1 to 8, 1978.

ナマコ、アワビ、サザエなどの移動の少ない根付資源の解析には、DeLury法が特に有効な手法である。これらは高価なため、短期間に強度の漁獲が加えられ、漁獲統計資料も比較的良好に整っている。これらの漁場は沿岸地先であるため、海象、天候、生息環境などをきめ細かに把握できる利点をもつ。アワビの資源解析にDeLury法を適用した例には小島ら(1978)、渋井(1982)、平田ら(1983)、松宮(1983)などが挙げられる。

漁獲効率の算定

操業時の曳網面積と対象漁場の面積がわかれば、解禁日前の初期資源量 N_0 と解禁日の漁獲量とから、ナマコの生息密度ひいては使用漁具の漁獲効率* ϵ が概算できる。漁業現場において行った諸実測値から、ナマコ桁網の網口2.5m、曳網速度1m/sec、1回の曳網時間15分、1日(3時間)の曳網回数10回と規定することができた。1隻1日の平均曳網面積は

$$2.5(m) \times 1(m/sec) \times 15 \times 60(sec) \times 10(回) = 22.5 \times 10^{-3} (km^2) \quad (2)$$

と計算できる。

地区別の許可漁場面積はA地区5.4km²、B地区3.3km²、C地区3.8km²である(Fig.3)。これらのすべて

Table 1. Estimates of initial population size N_0 , catchability coefficient q , exploitation rate E and application interval by regions and fiscal years, using DeLury's method.

Parameter	Fiscal year	Region*1			Total Mean
		A	B	C	
N_0 (t)	1978	10.5	14.8	15.3	40.6*2
	1979	13.8	8.6	8.3	30.7
	1980	6.1	2.5	2.4	11.0
	1981	8.4	4.2	1.2	13.8
	1982	10.4	6.6	17.6	34.6
q (boat ⁻¹ · day ⁻¹)	1978	0.0012	0.0011	0.0023	0.0015*3
	1979	0.0021	0.0061	0.0030	0.0037
	1980	0.0024	0.0051	0.0051	0.0042
	1981	0.0030	0.0024	0.0084	0.0046
	1982	0.0025	0.0109	0.0063	0.0066
E (%)	1978	48	64	72	63*3
	1979	81	86	87	84
	1980	75	69	76	74
	1981	73	45	75	65
	1982	84	97	90	90
Application interval	1978	Dec.1~8	Dec.10~26	Dec.27~Jan.7	Dec.1~Jan.7
	1979	Dec.3~17	Dec.18~26	Dec.27~Jan.10	Dec.3~Jan.10
	1980	Dec.1~11	Dec.18~23	Dec.27~Jan.6	Dec.1~Jan.6
	1981	Nov.25~Dec.2	Dec.3~6	Dec.27~30	Nov.25~Dec.30
	1982	Nov.26~Dec.10	Dec.27~30	Nov.10~25	Nov.10~Dec.30

*1 A, B and C show fishing grounds as Fig. 3.

*2 Total of A, B and C. *3 Mean of A, B and C.

*5 catch efficiency 漁獲量を、曳網面積中に生息する生物量で除したもの。

がマナマコ漁場として利用されているわけではなく、実際は40~60%の漁場面積で操業が実施されている。実際の操業面積は、漁船に同乗したり、漁業者からの聞き込み調査などにより、年ごと地区ごとに推定した。

漁獲効率 κ は以下の例のように計算される*6。1982年度のA地区では初期資源量 N_0 10.4 t、解禁日の1隻平均漁獲量 30.38 kg、利用漁場面積 2.16 km² なので

$$\kappa = \frac{30.38 \times 10^{-3}(\text{t})}{\frac{10.4(\text{t})}{2.16(\text{km}^2)} \times 22.5 \times 10^{-3}(\text{km}^2)} = 0.280 \quad (3)$$

となる。10.4/2.16=4.8 t/km² は解禁日前のマナマコの生息密度に該当する。

年度別地区別に算出した漁獲効率 κ を Table 2 に示す。 κ の範囲は0.206~0.482に及ぶが、すべての値の平均は0.344となった。地区別にみると、C地区の κ はどの年度も、他地区より若干大きかった。1978年度は漁場に、アナアオサが多量に繁茂し、一部の操業には支障をきたした。1978年度の κ が最低値を示すのは、このことが原因していることも考えられる。

マナマコの桁網の漁獲効率に関する研究例はみあたらない。貝類については数例がみられる。網口幅1~2 mの貝桁網の漁獲効率に関して、塩川ら(1968)はアカガイを対象として0.18、北原ら(1977)はサルボウガイについて0.18~0.29を得ている。Caddy(1986)と富士・梶原(1977)はホタテガイについて桁網の漁獲効率(0.02~0.44)を推定している。小型魚に対する底曳網の漁獲効率の知見なども参考にすると、本報告のマナマコに対する漁獲効率0.344は妥当なものと思われる。

Table 2. Estimates of catch efficiency κ in the dredge net for the sea cucumber by regions and fiscal years.

Fiscal year	Region*			
	A	B	C	Mean
1978	0.248	0.206	0.366	0.273
1979	0.300	0.427	0.454	0.394
1980	0.354	0.321	0.401	0.359
1981	0.270	0.218	0.388	0.292
1982	0.280	0.444	0.482	0.402

* A, B and C show fishing grounds as Fig. 3.

体重組成

マナマコの成長の概要や、年級別の資源変動を知ること大きな目的に、体重測定を行った。マナマコに

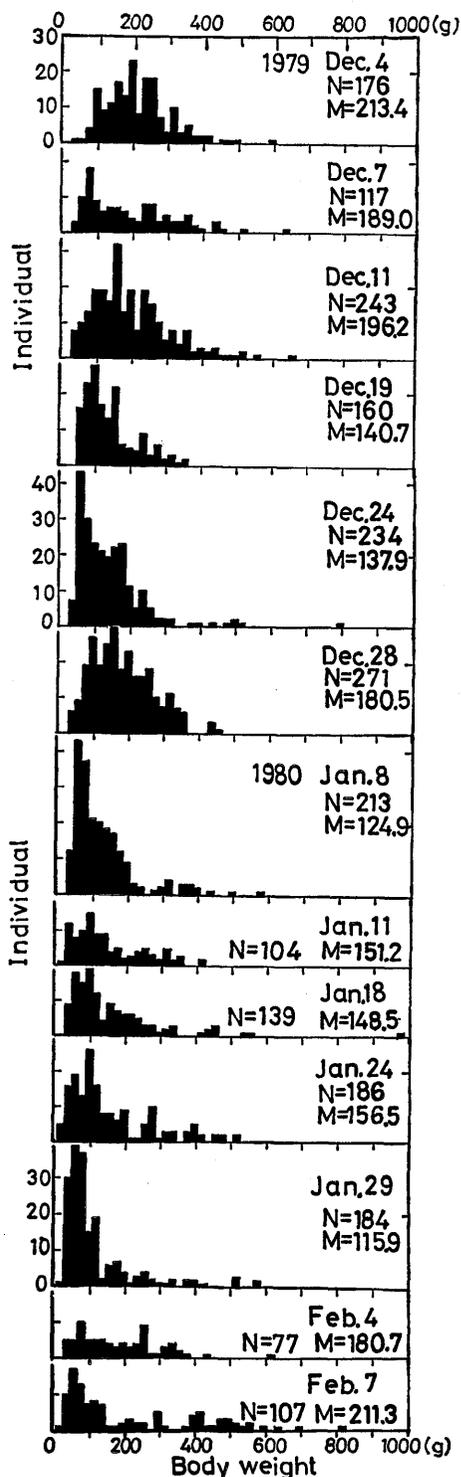


Fig. 6. Body weight compositions of the sea cucumber caught in Omura Bay from December, 1979, to February, 1980.

*6 $\kappa = \text{漁獲能率} \times \frac{\text{利用漁場面積}}{1 \text{ 隻 1 日の平均曳網面積}}$ でも計算できる。本報告では、実際の解禁日における1隻平均漁獲量を重視して、(3)式を用いた。

は年齢形質とみとめられるものがなく、体成長をもって年齢査定を行わざるを得ない。マナマコは身体伸縮が大きいため、一般に成長の指標とされている体長を基準とすることができない。崔 (1963) は測定誤差の一番少ないものとして、殻重を用いている。ここでは、すべての個体を購入し解体できないため、体腔内の消化管などの内容物や海水を含んだ、生きたままのアオナマコの体重^{*7}を計測した。

測定した体重は調査回ごとに、20g間隔のヒストグラムに整理した。1979年度の結果を一例として Fig. 6に示す。他の年もほぼ類似した体重組成を示した。モードの追跡を行ったが、どの年も明瞭なアオナマコの成長は確認できなかった。崔 (1963) や酒井ら (1980) などの成長の知見を参考とすると、60~120g付近の第1のモードは主に、漁獲の前年の春生まれの10歳であると推測される。第2のモードは140~200g付近に出現するが、あまり明確ではない。これは20歳と推察される。対象水域のアオナマコは10歳が主体で、20歳以上が加わって構成されている。

測定日ごとの平均体重の経時変化を Fig. 7に示す。1979~82年度のどの年も、漁期とともに平均体重の増加はみとめられない。資源量の多かった1979年度と1982年度の平均体重は、他の2年と比べて若干大きかった。A, B, Cの3地区の平均体重にはどの年も大きな差異はみられなかった。対象水域のアオナマコの平均体重はおおよそ140gで、資源重量をこの値で除せば、資源尾数を概算できる。1tは約7000尾に相当す

る。

殻重と体重および消化管長の関係

マナマコの場合、殻重^{*8}は個体の大きさを表わす最もよい指標となる。殻重を測定するためには、個体を買取り、解体することが不可欠で、資源研究のように多数の測定値が必要な場合には、経済上困難が大きい。ここでは、魚市場でも容易に測定できる体重および、コノワタとして用いられる消化管の長さから殻重を算定するアオナマコの関係式を求めた。

体重 (X :g単位) に対して殻重 (Y :g単位) をプロットすると、ほぼ直線上に並び、年度ごとに以下のような一次回帰式が得られた (N は測定個体数)。

$$1979年度 \quad Y=10.46+0.3701X \quad (N=111)$$

$$1980年度 \quad Y=10.32+0.3599X \quad (N=79) \quad (4)$$

$$1981年度 \quad Y=1.06+0.3651X \quad (N=80)$$

3つの推定式はよく近似していた。崔 (1963) は愛知県および三重県産のアオナマコについて、産地別に殻重に対する体重の関係式を求めている。本報告の大村湾産のものとは多少の相違がみられる。

消化管長 (L :cm単位) に対する殻重 (Y :g単位) の関係はアロメトリー式がよくあてはまった。1980と1981年度の結果はよく近似しており、以下のようになった。

$$1980年度 \quad Y=0.0040 L^{2.2397} \quad (N=30) \quad (5)$$

$$1981年度 \quad Y=0.0048 L^{2.2340} \quad (N=74)$$

崔 (1963) によると、消化管長の季節変化は大きく、水温とは逆相関がみられるという。消化管長そのもの

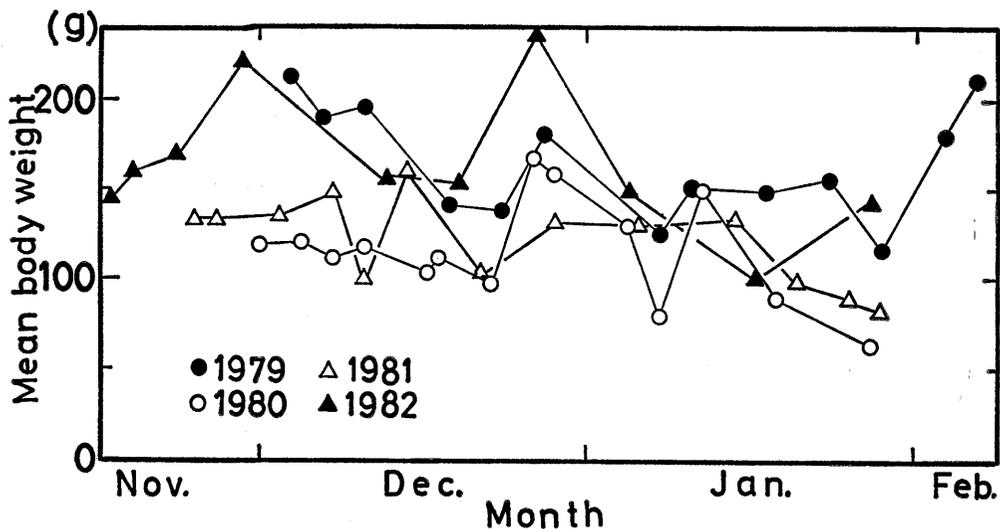


Fig. 7. Monthly changes of mean body weight of the sea cucumber by fiscal years.

*7 崔 (1963) は全体重と呼称している。本報告では以下これを単に、体重という。

*8 体を切開して消化管、呼吸樹および体腔水を除去した殻の重量。

を、アオナマコの成長の指標とすることは困難が伴う。仮にコノワタの材料として消化管のみが多量に得られる時、季節を限定しさえすれば、消化管長より殻重組成を推定することは可能である。

要 約

漁業協同組合の漁獲水揚伝票の整理と漁獲物の測定などから、長崎県大村湾におけるマナマコ資源について若干の知見を得た。

(1)大村湾のマナマコ漁業の概要を述べた。湾内の漁獲量は1970年をピークとして、減少傾向をたどっている。マナマコはアカナマコとアオナマコに区別されるが、本報告では9割を占めるアオナマコを対象とした。

(2)湾東岸に位置し、12.5km²の漁場をもつ大村市漁業協同組合新城支部より得られた、ナマコ桁網によるアオナマコの漁獲統計資料を用いた。

(3)日毎の漁獲重量と出漁隻数を用いた DeLury 法による解析の結果、1978～1982年度の解禁日前の初期資源重量は11.0～40.6 t、漁獲能率は0.0015～0.0066、また漁獲率は63～90%と推定された。

(4)操業時の曳網面積と対象漁場の面積などから、アオナマコに対するナマコ桁網の漁獲効率を0.344と算定した。

(5)アオナマコの平均体重は漁期とともに増加せず、おおよそ140gであった。アオナマコ資源は1十歳が主体で、2十歳以上が若干加わっていた。

(6)体重に対する殻重の一次回帰式と、消化管長に対する殻重のアロメトリー式を年度ごとに求めた。

文 献

- Caddy, J. F. (1968). Underwater observations on scallop (*Placopecten magellanicus*) behaviour and drag efficiency. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 25 (10), 2123-2141.
- DeLury, D. B. (1947). On the estimation of biological populations. *Biometrics*, 3(4), 145-167.
- 富士 昭・梶原昌弘 (1977). メガロベントスの定量測定—潜水観測船による—。海の生態学と測定, 日本水産学会編, 恒星社厚生閣, 東京, 67-82.
- 平田 満・石原 勝・尾脇満雄 (1983). 5つの手法で推定した熊本県黒島保護水面のアワビ現存量. 熊本水試研報, (3), 27-34.
- 石田雅俊 (1979). マナマコの種苗生産. 栽培技研, 8(1), 63-75.
- 北原 武・林 功・多胡信良 (1977). 貝桁網の漁獲効率の推定. 日水誌, 43(2), 135-142.
- 小島 博・中丸喜昭・谷本尚則・石橋喜美子 (1978). 徳島県海部郡産クロアワビ資源の研究—II—. 海土漁業と資源特性値. 東海水研研報, (93), 45-62.
- 松宮義晴 (1983). 沿岸水産生物の資源評価. 水産資源の解析と評価 その手法と適用例, 石井丈夫編, 恒星社厚生閣, 東京, 115-129.
- 崔 相・大島泰雄 (1961). ナマコにみられる「アオ」と「アカ」の形態および生態的差異について. 日水誌, 27(2), 97-106.
- 崔 相 (1963). まなこの研究—まなこの形態・生態・養殖—. 海文堂, 東京, 219 pp.
- 酒井克己・小川七朗・池田修二 (1980). 大村湾におけるナマコの天然採苗. 栽培技研, 9(1), 1-20.
- 渋井 正 (1982). 岩手県宿戸漁業協同組合におけるアワビの増産実績とその背景. 栽培技研, 11(2), 9-13.
- 塩川 司・桑岡亦好・藤木哲夫・立石 賢 (1968). アカガイ資源の研究—I—. 一定区域内における貝の生息量の推定方法と貝桁網の漁獲効率. 日水誌, 34(4), 310-314.