

## 周防灘産マコガレイの資源管理

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	木本, 秀明 林, 泰行 桧山, 節久
巻/号	56巻2号
掲載ページ	p. 207-215
発行年月	1990年2月

周防灘産マコガレイの資源管理<sup>\*1</sup>

木本秀明, 林 泰行, 檜山節久, 上城義信, 小川 浩  
林 功, 石田雅俊, 有江康章, 伊東 弘, 正木康昭

(1989年8月29日受付)

## Stock Management Scheme for Japanese Flounder in Suō-Nada

Hideaki Kimoto,<sup>\*2</sup> Yasuyuki Hayashi,<sup>\*3</sup> Setuhisa Hiyama,<sup>\*3</sup>  
Yoshinobu Kamijyo,<sup>\*4</sup> Hiroshi Ogawa,<sup>\*5</sup> Satoshi Hayashi,<sup>\*6</sup>  
Masatoshi Ishida,<sup>\*6</sup> Yasuaki Arie,<sup>\*6</sup> Hiroshi Ito,<sup>\*7</sup>  
and Yasuaki Masaki<sup>\*8</sup>

The stock size of Japanese flounder *Limanda yokohamae* in Suō-Nada of Seto Inland Sea is considered to be on the decrease. We reexamined parameters of stock characteristics. We proposed a stock management scheme for this stock.

The adult stock size was estimated to be about half of the level giving the MSY, which suggests that the stock is in the overexploited state. Age at recruitment should be raised from 1.3 to 2.0.

周防灘産マコガレイ *Limanda yokohamae* は周防灘における小型底びき網漁業手ぐり 2, 3 種, 刺網漁業, 小型定置網漁業等の重要な漁獲対象魚種である。しかし, 本種の資源状態は 1974 年以前に比べて悪化している可能性が報告され,<sup>1,2</sup> 早急に適切な管理が望まれている。

本研究では, 周防灘産マコガレイの成長と成熟等に関する知見を再検討し, その結果に基づいた資源管理方策を報告する。

## 資料および方法

周防灘産マコガレイの成長に関する知見<sup>1,3-7</sup>と他海域産のそれ<sup>8-11</sup>とを比較検討材料として用いた。比較の基準としての体長は標準体長を用い, 以下では体長と略称する。体長-体重関係の知見<sup>1,3-6,8-10</sup>を Table 1 と Fig. 1 に示した。雌雄が区別されていない関係式は, 雌雄間に差はないと考え, Fig. 1 の雌雄各々の図に示した。周防灘で漁獲されているマコガレイの体長範囲は,

雌雄各々 100~250 mm (平均 174 mm), 100~210 mm (平均 161 mm) であることから,<sup>1</sup> この範囲内で Table 1 の関係式を検討した。

年齢-体長関係は von Bertalanffy の成長式から見直した。

1 個体当たり 1 産卵期の産出卵数と産卵期の年齢別成熟率については, 周防灘産とその隣接海域産の知見<sup>2,4-5,12-15</sup>を用い, 産卵数と体長との関係は図解して検討した。全長で表現されている知見<sup>4,12-14</sup>は, 全長-体長関係式<sup>2</sup>)を用いて体長に変換した。

寿命は, 周防灘における漁獲物の体長組成<sup>1,6-9,16</sup>)と, von Bertalanffy の成長式のパラメタから推定する方法<sup>17</sup>)を使用した。この寿命は, 死亡が自然要因のみによって起こるときの個体群の平均的な生存年数(生態的寿命)に該当する。<sup>18</sup>)

自然死亡係数の推定は, 生物特性値から求める Pauly,<sup>19</sup>) Chen 他,<sup>20</sup>) 土井<sup>21</sup>) の 3 つの方法で検討した。Pauly,

\*1 本報の予報は 1987 年 2 月, 日本水産学会中・四国支部例会(広島)で発表した。

\*2 日本エヌ・ユー・エス株式会社 (Japan NUS Co., Ltd, Osaka, Osaka 530, Japan).

\*3 山口県内海水産試験場 (Yamaguchi Prefectural Naikai Fisheries Experimental Station, Yamaguchi, Yamaguchi 754, Japan).

\*4 大分県水産試験場 (Oita Prefectural Fisheries Experimental Station, Kamiura, Oita 879-56, Japan).

\*5 大分県浅海漁業試験場 (Oita Prefectural Shallow Sea Fisheries Experimental Station, Bungo-takada, Oita 879-06, Japan).

\*6 福岡県豊前水産試験場 (Fukuoka Prefectural Buzen Fisheries Experimental Station, Buzen, Fukuoka 828, Japan).

\*7 日本海区水産研究所 (Japan Sea National Fisheries Research Institute, Niigata, Niigata 951, Japan).

\*8 南海海区水産研究所 (Nansei National Fisheries Research Institute, Ohno, Saeki, Hiroshima 739-04, Japan).

Table 1. Length-weight relationship ( $W=aL^b$ ) for Japanese flounder

Region	Suō-Nada			Others		
	♀	♂	♀ + ♂	♀	♂	♀ + ♂
a ( $\times 10^{-5}$ )	2.4597 <sup>1)</sup>	3.4890 <sup>1)</sup>	0.59918 <sup>4)</sup>	1.206 <sup>8)</sup>	7.629 <sup>8)</sup>	1.37 <sup>8)</sup>
	1.2049 <sup>1)</sup>	1.4315 <sup>1)</sup>	0.95869 <sup>5)</sup>			
	1.6420 <sup>1)</sup>	0.99833 <sup>1)</sup>				
	0.62528 <sup>8)</sup>	0.14512 <sup>8)</sup>				
	5.9510 <sup>6)</sup>	1.5193 <sup>6)</sup>				
b	2.9932 <sup>1)</sup>	2.9167 <sup>1)</sup>	3.2745 <sup>4)</sup>	3.115 <sup>8)</sup>	2.781 <sup>8)</sup>	3.11 <sup>8)</sup>
	3.1413 <sup>1)</sup>	3.1090 <sup>1)</sup>	3.1839 <sup>5)</sup>			
	3.0595 <sup>1)</sup>	3.1641 <sup>1)</sup>				
	3.2664 <sup>8)</sup>	3.5561 <sup>8)</sup>				
	2.8219 <sup>6)</sup>	3.0897 <sup>6)</sup>				

L: Standard length (mm), W: Body weight (g), superscripts with parentheses indicate reference numbers.

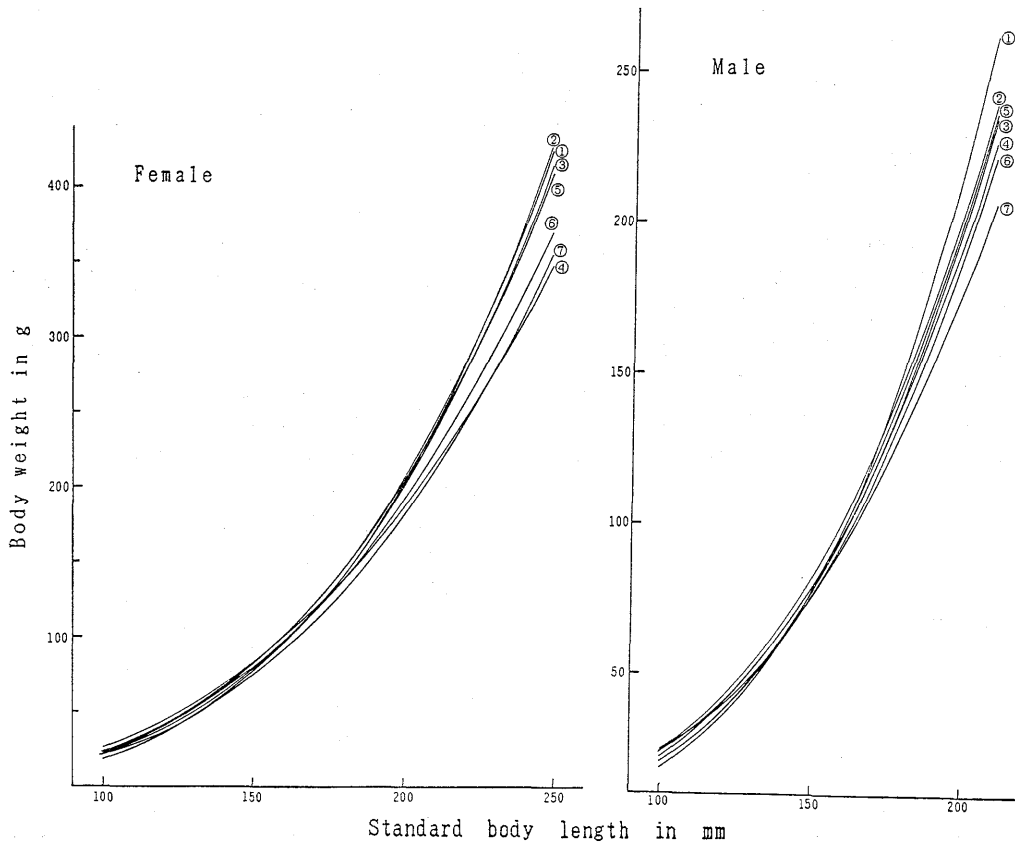


Fig. 1. Length-weight relationship for Japanese flounder in Suō-Nada.

① Fuji *et al.*,<sup>3)</sup> ② Kagawa Pref. Fish. Exp. St. *et al.*,<sup>4)</sup> ③ Oita Pref. Shallow Sea Fish. Exp. St. *et al.*,<sup>5)</sup> ④ Yamaguchi Pref. Naikai Fish. Exp. St. *et al.*,<sup>6)</sup> ⑤~⑦ Masaki *et al.*,<sup>1)</sup>

Iy と Chen 他の方法については仙台湾,<sup>8)</sup> 東京湾,<sup>9)</sup> そして周防灘産マコガレイ<sup>1),5),7)</sup>に適用した。仙台湾産や東京湾産のマコガレイをここで取り上げたのは、成長式に基づく方法であり、これらの成長曲線が周防灘産のそれと

類似していることから、より精度の高い自然死亡係数の推定に貢献すると考えたからである。Pauly の方法は環境の水温を必要とするので、周防灘の月別の沖合いの底水温図<sup>22)</sup>から約 18°C とした。仙台湾のそれは福島県の

資料<sup>23)</sup>から 12°C, 東京湾のそれは、鎌谷他<sup>24)</sup>の観測水温 (1980 年の 8 月と 1 月の 20 m 水深—これに満たない所では 10 m—の水温) から 16°C とした。Chen 他<sup>25)</sup>の方法では時間間隔を 1 年として、周防灘産マコガレイの漁獲物を構成している年齢幅 (1 歳~6 歳まで)<sup>27)</sup>で解析して、それらの結果の平均を用いた。土井の方法は「Biomass Analysis」と呼ばれている成長式を用いた簡便推定法であるため、本報告の成長式を用いた。さらにこの方法では性比を必要とするので、性比は 1:1<sup>27)</sup> とし、寿命時の残存 Biomass 量が基準年齢 (1 歳とする) における生物量の約 10% である時の生残率から推定した。

再生産関係は、現在と過去の資源解析結果からそれぞれ求められる親魚尾数と、1 年遅れの子の尾数との対応関係から推定する方法を用いた。<sup>26)</sup> 1969~1974 年 (過去) の資源解析は山口県内海水産試験場他<sup>27)</sup>が用いた 1971~1972 年の漁獲物組成と、1969~1974 年の期間における漁獲量を用い、その他の入力データは本研究の資源解析のものと同じデータを用いて行った。

本研究で使用した資源解析のモデルは再生産機構を組み入れた定常解析モデル「KAFS 85.6」<sup>28)</sup>である。使用理由は次の 2 点に基づく。①資源の変動は過渡期現象であるが、近年の周防灘におけるマコガレイの漁獲量と努力量変動の停滞から、<sup>26)</sup> 資源は一定水準にあると仮定できる。②周防灘産マコガレイは、標識放流調査等から隣接する伊予灘へも一部が季節的に分布するが、主群は周防灘を生活の場としており、<sup>27)</sup> 周防灘のマコガレイを捉えれば資源をほぼ把握しているものと考えられる。

資源解析モデルの入力データは上記の検討項目を除き、1984~1986 年に周防灘で実施された「沿岸域漁業管理適正化方式開発調査」で得られたデータ<sup>6,7,28)</sup>を使用した。

### 結果および考察

**成長の再検討** 周防灘産マコガレイの体長—体重関係群は、雌雄とも図示範囲の両端ほど差が大きい (Fig. 1), 雄ほど顕著である。体長—体重関係式のパラメータを定数として推定するために、この曲線群の上, 下および中央を通る 3 つの曲線を設定し、関係式を求めた。すなわち、Table 1 の各式からある体長における体重の上・下限値を求め、中央値はその平均とした。これら 3 つの組データを資料および方法で示した体長幅で多数作成し、これらを最小二乗法で解析して求めた関係式は次のように示すことができる。

$$\text{上限の曲線 雌: } W=2.641L^3 \times 10^{-5}$$

$$\text{雄: } W=2.674L^3 \times 10^{-5}$$

$$\text{中央の曲線 雌: } W=2.443L^3 \times 10^{-5}$$

$$\text{雄: } W=2.460L^3 \times 10^{-5}$$

$$\text{下限の曲線 雌: } W=2.245L^3 \times 10^{-5}$$

$$\text{雄: } W=2.250L^3 \times 10^{-5}$$

上記の関係式の資源計算における影響は、資源尾数に現れる。中央の曲線を使用した場合の資源尾数を 100% とすると、上・下限の各々の曲線では 93%, 109% となり、中央の曲線で求めた値の 1 割内に納まる。したがって、資源解析に用いる体長—体重関係式としては中央の曲線式を用いることにする。

年齢—体長関係を用いた周防灘産マコガレイの成長式を Fig. 2 に図示した。正木他<sup>1)</sup>の成長曲線は耳石の輪紋径を計測し、年輪形成時における標準体長を用いて求めているが、山口県内海水産試験場他<sup>7)</sup> 大分浅海漁業試験場他<sup>5)</sup> は年齢の基準月を 1 月とし、その月における耳石の透明帯の数を年齢とし、その年齢における平均体長を用いて成長曲線を推定している。しかしながら、正木他<sup>1)</sup> は不透明帯の形成時期は 12 月中旬~4 月中旬であり、その 50% 形成時期は 12 月下旬~1 月初旬と報告している。これに従うならば、山口県内海水産試験場他<sup>7)</sup> と大分浅海漁業試験場他<sup>5)</sup> の年齢査定結果は正木他<sup>1)</sup> の結果よりも、1 歳多く査定している個体が多く混在している可能性が考えられる。その割合を推測すると、2 月初旬~4 月中旬に満年齢に達する個体の割合は、残る 50% を旬数で単純に比例配分すると、おそらく 40% 近くあるものと思われる。そこで Fig. 2 の曲線②, ③を各々年齢軸に対して 0.5 歳移動させると、正木他<sup>1)</sup> の曲線①とはほぼ一致する。4 歳において正木他<sup>1)</sup> の値がやや小さくなっているが、標本数の少ないことが影響しているものと考えられる。したがって、4 歳以上の各年齢における体長は、標本数の多い山口県内海水産試験場他<sup>7)</sup> の値 (0.5 歳たしたもの) を用いて成長曲線を推定し直した。その結果は以下に示す通りである。極限体長は雌雄各々 416 mm, 296 mm である。

$$\text{雌: } L_t=416 [1-\exp \{-0.194(t+0.254)\}]$$

$$\text{雄: } L_t=296 [1-\exp \{-0.286(t+0.301)\}]$$

**成熟の再検討** マコガレイの成熟雌 1 個体は 1 産卵時期に 1 回産卵する。<sup>4,28)</sup> その 1 個体当たり産卵数は抱卵数から推定されたり、完熟と判断された雌から直接採卵することによって推定されている。周防灘および他の瀬戸内海水域からの、産卵数と体長との関係<sup>4-5,12-14)</sup> を Fig. 3 に示した。回帰分析を行ってこの関係を指数回帰式で示せば以下のように表せる。

$$E=3.61 \times 10^{-9} \times L^{4.28} \quad (r=0.913)$$

E: 産卵数 (万粒)

L: 体長 (mm)

雌の年齢別成熟割合<sup>2,7,15)</sup>のうち、有江他<sup>15)</sup>の報告は周防灘最奥部の豊前海産の値であり、標本に偏りがあると報告されている<sup>15)</sup>ので検討対象から除いた。その他の

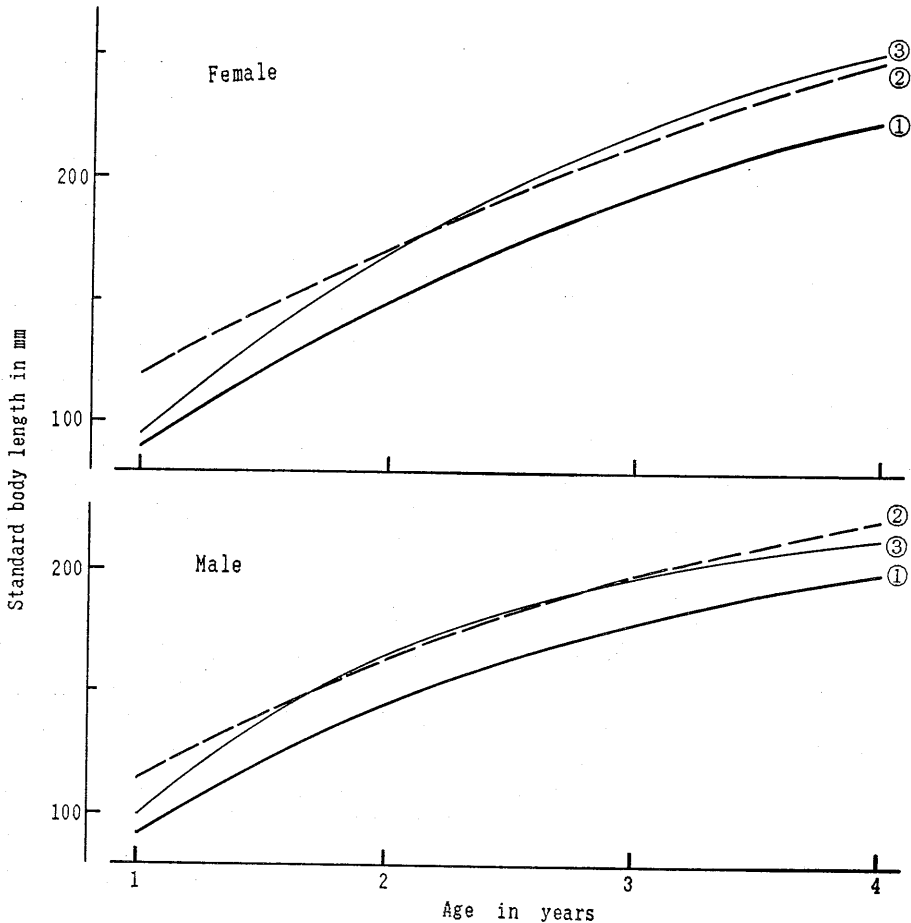


Fig. 2. Growth curves of Japanese flounder in Suō-Nada.

① Masaki *et al.*,<sup>1)</sup> ② Yamaguchi Pref. Naikai Fish. Exp. St. *et al.*,<sup>7)</sup> ③ Oita Pref. Shallow Sea Fish. Exp. St. *et al.*<sup>9)</sup>.

2つの報告<sup>2,7)</sup>は共に、年齢の基準月日は1月1日であったが、山口県内海水産試験場他<sup>7)</sup>の成熟割合は基準月日のものであるのに対し、正木他<sup>2)</sup>は12月中旬であった。この事は、同一個体を12月と1月に調べる状況を想定すると、年齢は単純に基準月で決定されるため、2者の差である僅か半月のづれが1歳の差をもたらすことになる。しかし、半月の差は生物学的には同等と見なせるので、後者<sup>2)</sup>の年齢に1歳を加算して前者<sup>7)</sup>の基準に合わせた。その結果、両報告ともほぼ等しい関係にあることが判明した。すなわち、1歳の成熟率は0%、2歳では70~73%、3歳では90~100%、4歳以上では100%である。この結果、成熟率を1歳では0%、2歳で72%、3歳で95%、そして4歳以上では100%とした。

**その他の生物特性値** 生理的寿命あるいは生態的寿命<sup>18)</sup>を知ることは一般的には難しい。通常、漁獲物に現れる最高年齢を寿命の1つの目安と見なせるので、これまでの漁獲物の年齢組成に関する知見をも加えて検討し

た。

山口県内海水産試験場他<sup>7)</sup>では寿命を10歳としているが、根拠は不明確である。一方、周防灘や他海域の漁獲物の年齢組成に見られる最高年齢は、宮城県水産試験場他<sup>9)</sup>では5歳、山口県内海水産試験場他<sup>7)</sup>では9歳、正木他<sup>2)</sup>では7歳、Solomon 他<sup>9)</sup>では6歳、松村他<sup>10)</sup>では5歳である。このうち、周防灘では7~9歳の範囲にある。これらはごく近年の漁獲物からの報告であることと、さらに、近年のマコガレイの資源状態が悪化している<sup>1)</sup>ことを考え合わせると、少なくとも、本来の寿命は9歳以上であると推測できる。

前出の成長式のパラメタを用いて陳他の方法<sup>17)</sup>で求めた寿命は雌で12歳、雄で7歳である。前述したように、近年の本種の資源状態の悪化を考慮すれば、本来の寿命付近のマコガレイは相当減少していると予想される。したがって、漁獲物の最高年齢である9歳は寿命より相当若齢であると考えられる。したがって、ここでは寿命を

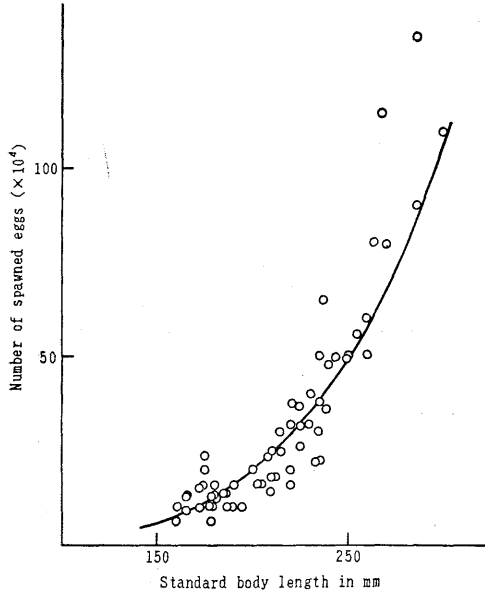


Fig. 3. Relationships between number of spawned eggs and standard body length for Japanese flounder in Suō-Nada.

12歳として取り扱うことにした。

自然死亡係数の推定において、Pauly および Chen 他の方法では、3地域雌雄別に6種類、計12の成長式について計算し、全ての平均を求めた。成長式に基づくこれらの推定法の適用は雌雄別に行うべきであるが、本報告で使用するモデルでは雌雄を込みにした自然死亡係数を入力データとするため、雌雄こみにした平均値を推定した。Paulyの方法<sup>19)</sup>による自然死亡係数  $M$  は 0.660 ( $\sigma_{n-1}$  は 0.215)、Chen 他の方法<sup>20)</sup>では 0.579 ( $\sigma_{n-1}$  は 0.140) と推定された。土井の方法<sup>21)</sup>による自然死亡係数は 0.64 と推定され、3者は共に良く近似している。推定された生残率は、52~58%の範囲にあり、マコガレイの生残率としては55% (自然死亡係数では 0.598) を資源解析モデルで用いることにする。

推定された再生産関係を Fig. 4 に示した。再生産関係式は、Beverton-Holt 型にも良く適合したが ( $r=0.991$ )、Ricker 型の相関が僅かに優れていた ( $r=0.997$ ) ので以下の式を採用した。

$$R = 2.216A e^{-0.000178A}$$

R: 親魚から生産された1年後の満1歳魚尾数 (万尾)

A: 親魚尾数 (万尾)

現在の資源状態 前述の検討結果も含め、資源解析に用いた入力データを Table 2 に示した。これらの入力データを用いて定常解析モデル「KAFS 85.6」<sup>25)</sup> を実行した。1970年頃の解析にもこのモデルを用いているのは、

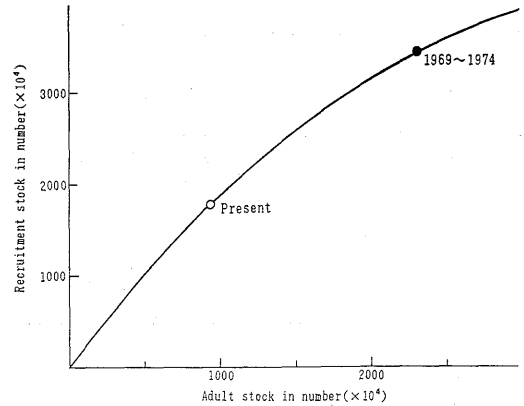


Fig. 4. Reproduction curve of Japanese flounder in Suō-Nada.

1969~1974年にかけて漁獲量が安定しておりこの期間においては定常状態と見なすことが出来ると考えたからである。<sup>6)</sup>

現状の資源解析結果を Table 3 に示した。この結果は現在の漁業形態におけるある漁獲係数での定常状態の結果であるから、漁獲係数が変化しない限り再生産率や漁獲量なども一定である。<sup>25)</sup> しかしこの漁獲係数が変化すると、一旦過渡期に入るものの再生産関係に従って次第に変化した漁獲係数での定常状態に到達して、新たな水準の再生産率や漁獲量が持続するようになる。よって、漁業形態を変化させずに様々な漁獲係数を設定すれば、その基での様々な持続生産量  $SY$  がこのモデルから計算できる。その中での最大の  $SY$  が、その漁業形態における最大持続生産量  $MSY$  である。これはある漁業形態におけるものであり、漁業形態が変化すると利用度も変化し、漁獲開始年齢が変わるので全く別の様相となり、その新たな漁業形態下での新たな  $MSY$  が求められる。<sup>25)</sup> 現在の漁業形態における計算結果を Table 4 と Fig. 5 に示した。ただし、定常に到達するまでの過渡期の資源の状態はこのモデルでは不明である。

処女資源時の親魚尾数は 4,888 万尾であるのに対して、現在は 944 万尾であるから、処女資源時の 19% にまで減少している。この状態は明らかに乱獲状態であると考えられる。最大持続生産量  $MSY$  (重量) を示す時の親魚尾数は 2,465 万尾で、処女資源時の 50% 点である。 $MSY$  は 1,073 トンであるから現在の 1.6 倍に相当する。逆に現在は最大の漁獲量の約 5 割強しか利用していないことになる。 $MSY$  を達成するときの漁獲係数  $F$  は 0.24 であり、現在の 0.41 の約 3/5 であるから、漁獲努力を半分にするに示している。

なお、 $MSY$  を尾数で見ると 880 万尾である。この時の親魚数は 2,141 万尾、漁獲係数は 0.27 である。した

Table 2. Input data for stock analysis of Japanese flounder in Suō-Nada

Start month of age	Longevity (year)	Weight-length relationships $W(g) = aL(mm)^3$	Full age at recruitment (year)	Natural mortality coefficient (year <sup>-1</sup> )	Catch (t)		
Jan.	12	♀: $W = 2.443 \times 10^{-5} L^3$ ♂: $W = 2.460 \times 10^{-5} L^3$	2	0.597837	1969~74 year: 1350 1979~83 year: 660		
Age (year)	Standard body length (mm)		Sexual maturity rate (%)	Number of spawned eggs ( $\times 10^4$ )	Sex ratio (♀:♂)	Age composition of catch	
	Female	Male				1979~1983 Relative nos.	1971~1972 %
1	90	92	0	0.0	1:1	2018.5	9.7
2	149	144	72	9.6	1:1	1175.4	56.1
3	193	178	95	26.5	1:1	797.6	23.4
4	233	210	100	50.0	1:1	146.6	7.3
5	266	231	100	75.8	1:1	31.1	2.7
6			100	101.8	1:1	5.0	0.8
7			100	123.7	1:1	1.3	0.01
8			100	143.3	1:1	3.9	
9			100	158.9	1:1	1.3	
10			100	173.7	1:1		
11			100	182.6	1:1		
12			100	191.8	1:1		

Table 3. Present status of Japanese flounder stock in Suō-Nada

Age (year)	Total stock		Available stock		Catch		Adult		Numbers of spawning ( $\times 10^8$ )
	Number ( $\times 10^4$ )	Weight (t)	Number ( $\times 10^4$ )	Weight (t)	Number ( $\times 10^4$ )	Weight (t)	Number ( $\times 10^4$ )	Weight (t)	
1	1769.85	738.42	1269.09	529.49	327.32	136.56	0.00	0.00	0.00
2	739.01	852.28	739.01	852.28	190.60	219.82	532.09	613.64	2554.01
3	269.95	577.43	269.95	577.43	69.63	148.93	256.46	548.56	3398.04
4	98.61	319.65	98.61	319.65	25.43	82.44	98.61	319.65	2465.30
5	36.02	156.99	36.02	156.99	9.29	40.49	36.02	156.99	1365.24
6	13.16	71.36	13.16	71.36	3.39	18.40	13.16	71.36	669.77
7	4.81	30.75	4.81	30.75	1.24	7.93	4.81	30.75	297.30
8	1.76	12.76	1.76	12.76	0.45	3.29	1.76	12.76	125.81
9	0.64	5.15	0.64	5.15	0.17	1.33	0.64	5.15	50.96
10	0.23	2.03	0.23	2.03	0.06	0.52	0.23	2.03	20.35
11	0.09	0.79	0.09	0.79	0.02	0.20	0.09	0.79	7.81
12	0.03	0.30	0.03	0.30	0.01	0.08	0.03	0.30	3.00
Total	2934.2	2767.9	2433.4	2559.0	627.6	660.0	943.9	1762.0	10957.6

がって、持続生産量曲線は最大値が中央より左側に存在するような山型を呈する。この 880 万尾の漁獲重量は 1,053 トンに相当する。これは先の重量を基準とした MSY のそれと比較すると僅かに低い。重量と尾数で MSY 値にこの様な差が見られるのは、複数の年齢から漁獲物は構成され、その中の若齢群と高齢群の漁獲尾数の関係と、漁獲重量の関係が比例的でないことによる。

**マコガレイの管理方針** 資源や漁業の管理を考えるためには、様々な漁業形態の変化を想定する必要がある。

Fig. 6 は漁業形態の変化を漁獲開始年齢の変化に置き換

え (モデル上では利用度の変化を意味し、具体的な管理方針に例えれば網目の規制などがそれに相当する)、親魚尾数との関係で示した等持続生産量曲線である。この図の左上部の破線は、親魚量の最少ラインを示している。この図からも明らかなように、現状は不合理漁獲が行われていることを示している。周防灘におけるマコガレイの漁獲量は、1972 年に最大の 1,500 トンが記録されている。<sup>7)</sup> 再生産関係を求めるときに、1969~1974 年の期間の資源解析を行ったが、その時期の漁獲開始年齢は 1.9 歳であった。1969~1974 年の平均漁獲量は 1,350 トンで

Table 4. Sustainable yield of Japanese flounder stock in Suō-Nada

Fishing mortality coefficient $F(\text{year}^{-1})$	Adult stock		Catch		Reproduction rate $K$	Production parameter $Y/F$
	Number ( $\times 10^4$ ) $A$	Weight (t) $AW$	Number ( $\times 10^4$ ) $C$	Weight (t) $Y$		
0.00	4888.0	12618.6	0.0	0.0	0.9511	11279.9
0.05	4300.2	10544.5	304.8	471.4	1.0529	9428.2
0.10	3749.7	8767.4	542.9	784.9	1.1582	7849.1
0.15	3232.2	7232.3	716.5	973.3	1.2666	6488.5
0.20	2744.3	5895.8	827.3	1060.9	1.3782	5304.4
0.25	2283.0	4723.5	876.9	1066.1	1.4927	4264.3
0.30	1845.8	3687.8	866.5	1002.7	1.6099	3342.5
0.35	1430.6	2766.9	797.4	881.6	1.7298	2518.7
0.40	1035.4	1943.1	670.9	710.8	1.8522	1777.1
0.45	658.7	1202.0	488.1	497.1	1.9770	1104.7
0.50	299.2	531.8	250.2	245.6	2.1038	491.2
0.55	-44.5	-77.1	-41.5	-39.4	2.2327	-71.6
Present 0.409	943.9	1762.0	627.6	660.0	1.8751	1612.9

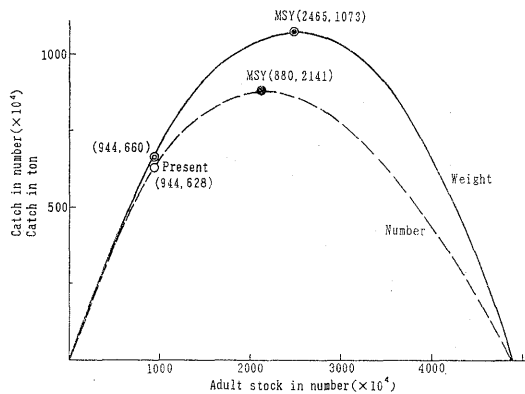


Fig. 5. Sustainable yield curves of Japanese flounder in Suō-Nada

あり, Fig. 6 から漁獲開始年齢 1.9 歳の水準における MSY は 1,350 トンであるから, 当時の漁業形態は資源を合理的に利用していたと判断できる。したがって, 現在の漁獲量水準を 1969~1974 年の漁獲量水準のそれに回復させることは可能であると考えられる。

すなわち, 現在の漁獲開始年齢 (1.3 歳) を 2 歳に引き上げることににより, 現在の漁獲量 660 トンを 1,350 トンまで増大させることが期待できる。平均漁獲体重も現在の 105 g からおよそ 160 g に増加する。

しかし, この様な管理方策が漁業者の立場で受け入れられるか否かは別問題である。実際上の可能性を考えれば, 過去の実績はそれなりの説得力を持つと思われるので, 少なくとも, 1969~1974 年にかけての漁獲量水準に近付けるような管理方策を立案すべきであろう。

以上, 周防灘産マコガレイの体長-体重関係式, 成長

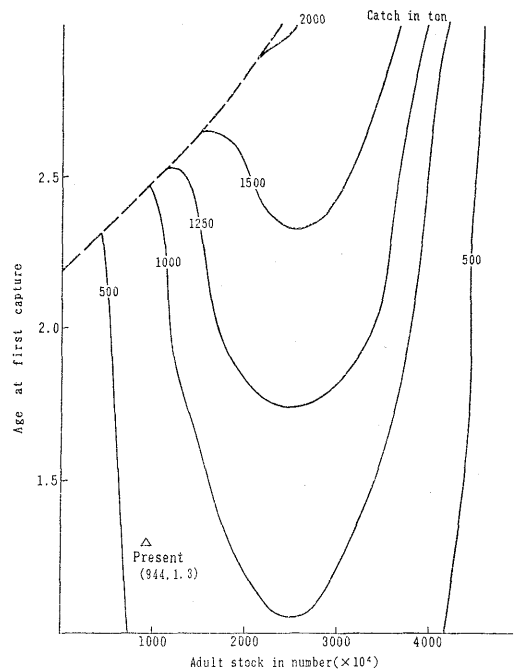


Fig. 6. Isopleth contour line of sustainable yield of Japanese flounder in Suō-Nada.

式, 年齢別成熟率, 寿命, 再生産関係を再検討し, 現在および過去の資源状態を解析したが, その妥当性について考察する。

周防灘におけるマコガレイの漁獲量は, 1972 年の 1,500 トンを頂点に年々減少し, 近年では 600~700 トンで推移している。<sup>6)</sup> 1969~1974 年においては, 山口県 1 県で周防灘産マコガレイの全漁獲量の 86%, 近年



(1981~1985年)でも74%を占有している。<sup>27)</sup>したがって、周防灘全域におけるマコガレイの漁獲量の経年変化は、山口県の経年変化の様相と等しい。周防灘のマコガレイを漁獲している山口県の主な漁業は、福岡県、大分県と同様に、小型底びき網漁業(手ぐり2,3種)、刺網漁業および小型定置網漁業である。<sup>28)</sup>この山口県の漁業によるカレイ類の漁獲量比率を見ると,<sup>27)</sup>1969~1974年においては、小型底びき網手ぐり2種が26%、小型底びき網手ぐり3種が16%、刺網53%、そして小型定置網が6%を占めている。これに対し近年(1981~1985年)は各々21%、37%、38%、4%であり、小型底びき網手ぐり3種と刺網に変化が現れている。しかし、この変化は刺網による漁獲量の一時的減少の結果であり、このことは山口県におけるマコガレイ漁獲量の減少傾向が、刺網のそれと一致していることから明らかである。<sup>27)</sup>以上から、周防灘におけるマコガレイの漁獲量変遷は山口県の刺網漁業の動向と一致していることが示された。

一方、先の周防灘3県の主な漁業種の漁獲努力量(延べ出漁日数)を過去から見ると,<sup>28)</sup>1972年に最大の35万日が記録されたものの、翌年の1973年には28万日に減少し、その後は26~30万日で推移している。1969~1974年にかけて年平均1,350トンを漁獲していたことは、前記の解析結果よりMSYの状態にあるものと推定できる。しかし、実際の漁獲量は1,270~1,500トンの間で変動し、この1,500トンは努力量が最大を示した、1972年に記録されている。周防灘の全漁業種の努力量もその変動に対応して31~35万日の変動幅を示す<sup>28)</sup>ことは、その後の漁獲量の急激な低下から、MSYを維持する以上の漁獲量の投下が1969~1974年の頃にあったと解釈する方が妥当である。すなわち、MSY(1,350トン)を達成する漁獲量に一時は到達したものの、<sup>27)</sup>さらに上回る漁獲量の投下により一旦漁獲量はMSYを上回る漁獲量(1972年の1,500トン)を達成したが、<sup>27)</sup>これは乱獲に至る経過を辿ることにつながった。その結果、漁獲量の減少が時間の遅れを伴って顕在化し、努力量は低下したものの乱獲による影響が安定するまで、漁獲量の減少が続いたと推測される。そして、現在の600~700トンの低位安定に到達したと考えられる。

このことは、既に述べたように周防灘の本種の漁獲量変遷が、山口県の刺網漁業の動向と一致していることから、1970年以降の山口県の刺網の努力量とその漁獲量の変遷からも裏付けられる。すなわち、1971~1972年に最大の11万日と760トンが記録され、その後努力量は8~9万日で推移しているものの、漁獲量は一方的に減少を続け、近年(1981~1985年)では160~190トンで推移している。<sup>28)</sup>この様に山口県の刺網による漁獲量の減

少分が、そのまま周防灘全体の減少分のほとんどに反映されている。なお、この推移に伴う漁獲物の質的变化の有無を、刺網漁業の好漁場である山口県秋穂地区における漁獲物の体長組成で調べると、1971~1973年の頃と1980~1984年の期間のその比較から、<sup>7,29-30)</sup>殆ど変化していないことが示された(比較のために全長-体長関係式<sup>7)</sup>を使用した)。この事は刺網の漁獲開始年齢に1970年の頃から現在に至るまで、変化の起こっていない事を示している。

以上により、過去から現在に至る漁業実態を、今回の計算結果によって矛盾なく良く説明し得ていると考え、これらの求められた結果は妥当なものと考えられる。

## 文 献

- 1) 正木康昭, 伊東 弘, 東海 正, 山口義昭: 日水誌, **52**, 423-433 (1986).
- 2) 正木康昭, 伊東 弘, 上城義信, 横松芳治, 小川 浩, 山口義昭, 東海 正: 日水誌, **53**, 1181-1190 (1987).
- 3) 藤 紘和, 多胡信良, 林 功: 昭和47年度研究業務報告, 福岡県豊前水産試験場, 福岡, 1974, pp. 81-108.
- 4) 香川県水産試験場, 岡山県水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場, 山口県内海水産試験場: 瀬戸内海栽培漁業事業 魚類放流技術開発カレイ類総括報告書 昭和46~49年度, 山口県内海水産試験場, 山口, 1975, pp. 1-51.
- 5) 大分県浅海漁業試験場, 山口県内海水産試験場, 山口県内海栽培漁業センター: 昭和59年度放流技術開発事業(マコガレイ)総合報告書, 山口県内海水産試験場, 山口, 1985, pp. 8-10.
- 6) 山口県内海水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場: 昭和60年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘域海域別調査事業報告書, 山口県内海水産試験場, 山口, 1986, pp. 23-137.
- 7) 山口県内海水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場: 昭和61年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘域海域別調査事業報告書, 福岡県豊前水産試験場, 福岡, 1987, pp. 35-115.
- 8) 宮城県水産試験場, 宮城県栽培漁業センター, 山口県内海栽培漁業センター, 山口県内海水産試験場, 大分県浅海漁業試験場: 昭和57年度放流技術開発事業(マコガレイ)総合報告書, 大分県浅海漁業試験場, 大分, 1983, pp. 51-56.
- 9) G. Solomon, M. Sato, M. Shimizu, and U. Nose: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 711-716 (1987).
- 10) 福田富男: 岡山水試報, **2**, 167-170 (1987).
- 11) K. Suzuki: *Rep. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie*, **6**, 17-27 (1967).
- 12) 松浦修平: 内海性海域における生物群集の生産の動態に関する研究, 昭和43年度研究業績報告(JIBP-PM セクション), 九州大学, 福岡, 1969,

- pp. 31-33.
- 13) 和田 功, 勝谷邦夫: 昭和 43 年度事業報告書, 岡山県水産試験場, 岡山, 1969, pp. 112-120.
  - 14) 大分県 栽培漁業センター, 大分県 浅海漁業試験場: 昭和 62 年度放流技術開発事業報告書, マコガレイ, 大分県浅海漁業試験場, 大分, 1988, pp. 8-9.
  - 15) 有江康章, 石田雅俊: 福岡県豊前水試研報, 2, 39-44 (1989).
  - 16) 松村真作, 服部洋年, 篠原基之, 寺島 朴: 昭和 48 年度瀬戸内海栽培漁業事業魚類放流技術開発調査事業経過報告 (カレイ・ガザミ), 岡山県水産試験場, 岡山, 1974, pp. 5-41.
  - 17) 陳 寶斌, 渡邊精一, 高木和徳: 日水誌, 54, 1567-1572 (1988).
  - 18) 伊藤嘉昭: 比較生態学, 岩波書店, 東京, 1966, pp. 1-15.
  - 19) D. Pauly: *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 39, 175-180 (1980).
  - 20) S. Chen and S. Watanabe: *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55, 205-208 (1989).
  - 21) T. Doi: *Bull. Fish. Res. & Develop. Agency*, 28, 127-145 (1982).
  - 22) 山口県内海水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場: 西瀬戸地域漁業調査報告書 昭和 46~49 年度, 山口県内海水産試験場, 山口, 1975, pp. 72-78.
  - 23) 福島県水産試験場: 福島県沿岸域海域別調査事業報告書, 福島県水産試験場, 福島, 1986, pp. 45-55.
  - 24) 鎌谷明善, 高野正徳, 森田良美: 日水誌, 49, 251-258 (1983).
  - 25) 木本秀明, 檜山節久, 上城義信, 有江康章: 日水誌, 54, 1499-1504 (1988).
  - 26) 山口県内海水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場: 昭和 62 年度漁業高度管理適正化方式開発調査事業報告書 (周防灘海域), 大分県浅海漁業試験場, 大分, 1988, pp. 34-70.
  - 27) 山口県内海水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場 昭和 59~61 年度周防灘海域漁業管理適正化方式開発調査事業最終報告書, 福岡県豊前水産試験場, 福岡, 1985, pp. 2-74.
  - 28) 山口県内海水産試験場, 福岡県豊前水産試験場, 大分県浅海漁業試験場: 昭和 59 年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘域海域別調査事業報告書, 山口県内海水産試験場, 山口, 1985, pp. 106-142.
  - 29) 山口県内海水産試験場: 昭和 46 年度魚類放流技術開発調査結果報告書 (資源生態漁場調査結果), 山口県内海水産試験場, 山口, 1972, pp. 1-25.
  - 30) 富山 昭, 陣之内征龍: 栽培技研, 3, 23-30 (1974).