

周防灘産イシガレイの資源管理

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	木本, 秀明 桧山, 節久 有江, 康章
巻/号	57巻6号
掲載ページ	p. 1009-1017
発行年月	1991年6月

周防灘産イシガレイの資源管理^{*1}

木本秀明, 檜山節久, 有江康章, 小川 浩

(1990年1月11日受付)

Stock Management Scheme for Stone Flounder in Suō-Nada

Hideaki Kimoto,^{*2} Setuhisa Hiyama,^{*3} Yasuaki Arie,^{*4}
and Hiroshi Ogawa^{*5}

The status of stone flounder *Kareius bicoloratus* stock in Suō-Nada of the Seto Inland Sea, which is considered to be decreasing, was reexamined on the basis of a review and synthesis of the growth curve, fecundity, maturity, etc.

The present status of the flounder is judged as being overfished and the age at culling should be raised from one to about 1.6 years old in order to rebuild the stock.

周防灘で漁獲されている主要なカレイ類であるマコガレイ *Limanda yokohamae*, イシガレイ *Kareius bicoloratus*, メイタガレイ *Pleuronichthys cornutus* の3種のうち、イシガレイは、カレイ類漁獲量の32%を占める^{*6}重要な資源である。漁獲量は1973年に最高の1,623トンを記録したが、1985年には549トンに低下し、本資源に対する早急な管理方策が求められている。

資源評価の手法の一つとしてKAFSモデルが開発されているが、¹⁾これを活用するためのパラメータ等は短時間に用意できないことが多い。

本研究では、周防灘産イシガレイについて既報の結果、データを用い、再評価と簡便作成手法によってパラメータを推定し、資源管理方策を提起する。

本研究のとりまとめにおいて、始終ご指導頂いた富山県水産試験場場長正木康昭博士、日本海区水産研究所伊東弘部長、山口県内海水産試験場林泰行博士、福岡県豊前水産試験場林功場長、石田雅俊科長、大分県水産試験場上城義信科長に謝意を表します。

資料および方法

周防灘産イシガレイの成長の知見^{2,3),*6-12}を検討材料に用いた。他海域産のそれ⁴⁻⁷⁾も参考のため併記した。体長は標準体長を用いた。体長-体重関係の知見^{2,5-7),*8,*10,*12}をTable 1とFig. 1に示す。近年の周防灘での漁獲体長範囲は、雌雄それぞれ約10~40, 10~30 cmである。^{*7}この範囲内で体長-体重関係^{2),*8,*10,*12}

*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 福岡県豊前水産試験場 (Fukuoka Prefectural Buzen Fisheries Experimental Station, Buzen, Fukuoka 828, 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 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-298 (1987).

*7 山口県, 福岡県, 大分県: 昭和60年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘海域別調査事業報告書, 周防 1-210 (1986).

*8 山口県, 福岡県, 大分県: 昭和61年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘海域別調査事業報告書, 1-253 (1987).

*9 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: 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カレイ類総括報告書, 1-25 (1974).

*10 藤 紘和, 多胡信良, 林 功: 福岡県豊前水産試験場 昭和47年度研究業務報告, 81-108 (1974).

*11 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 魚類放流技術開発調査カレイ類総括報告書, 昭和46~49年度, 1-51 (1975).

*12 有江康章: 第20回南海区ブロック内海漁業研究会報告, 27-39 (1988).

Table 1. The length-weight relationships ($W=aL^b$) of stone flounder

Region Sex	Suō-Nada			Others		
	♀	♂	♀+♂	♀	♂	♀+♂
a ($\times 10^{-5}$)	2.1322* ¹	1.8532* ¹	5.2935* ⁵	5.9225* ⁹⁾	31.369* ⁹⁾	1.1891* ⁹⁾
	5.4815* ⁵	10.4779* ⁵		3.475* ⁷⁾	13.01* ⁷⁾	
	1.9160* ³⁾	2.0629* ²⁾				
	0.68081* ²⁾	0.56735* ²⁾				
	1.8254* ²⁾	2.8463* ²⁾				
	1.1362* ⁴⁾	3.3345* ⁴⁾				
b	2.9999* ³⁾	3.0000* ³⁾	2.8154* ⁵	2.8219* ⁹⁾	2.4976* ⁹⁾	3.1294* ⁹⁾
	2.8128* ⁵	2.6775* ⁵		2.9096* ⁷⁾	2.6463* ⁷⁾	
	3.0189* ²⁾	3.0110* ²⁾				
	3.2272* ²⁾	3.2638* ²⁾				
	3.0405* ²⁾	2.9293* ²⁾				
	3.1159* ⁴⁾	2.8936* ⁴⁾				

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

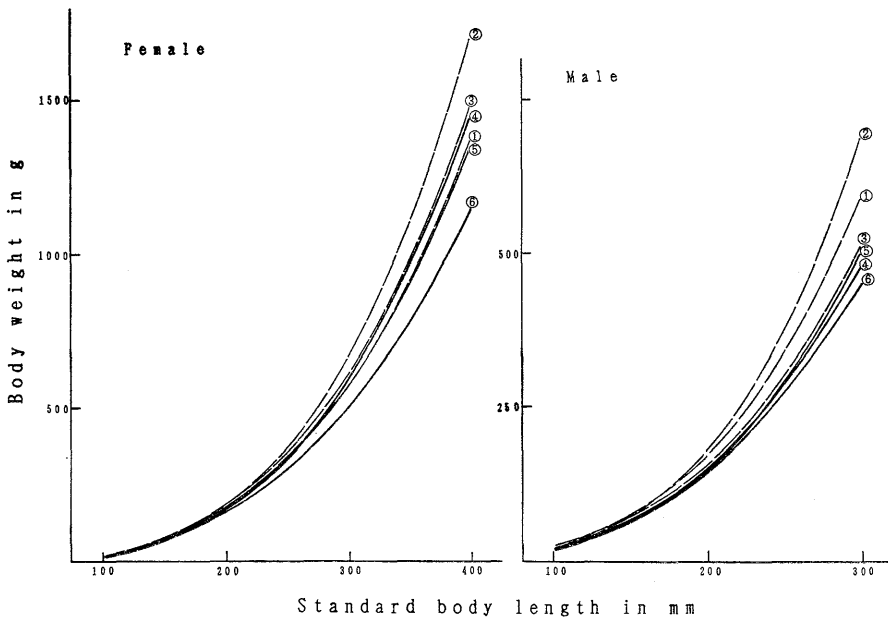


Fig. 1. Length-weight relationship for stone flounder in Suō-Nada.

- ①~③ Masaki *et al.* (1986),²⁾ ④ Arie *et al.* (1988),^{*7}
- ⑤ Yamaguchi Pref. *et al.* (1986),^{*2} ⑥ To *et al.* (1974)^{*5}.

を比較検討した。

1 個体当たり 1 産卵期における産出卵数と産卵期の年齢別成熟率は、周防灘産のそれと隣接海域の知見⁷⁾, *1~*4) について検討した。

寿命の推定には、成長、性比、全減少係数を用い、漁獲加入年齢 (1 歳) 以降の資源重量の積算割合が 20 歳までの累積値に対してほぼ 100% に達する年齢を寿命とした。

*1 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-253 (1987).

*2 有江康章: 第 20 回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 27-39 (1988).

*3 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 周防 1-210 (1986).

*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 魚類放流技術開発調査カレイ類総括報告書, 昭和 46~49 年度, 1-51 (1975).

*5 藤 紘和, 多胡信良, 林 功: 福岡県豊前水産試験場 昭和 47 年度研究業務報告, 81-108 (1974).

再生産関係の推定には簡便法を用い、1971~76年のプロットおよび現在の親魚量、加入量を表すプロットの2プロットを用い、前者のプロットを得るためには山口県他^{*1}による1971~72年の漁獲物組成と、1971~76年の期間における漁獲量を用い、体長-体重関係式もその当時のものを用いた。^{*2} また、自然死亡係数については本研究での推定値を使った。この簡便推定法^{*1}では、これら2点と原点を通るようにフリーハンドで曲線を描

き、この曲線上の値を読みとり、最小二乗法により曲線式を決定する。

本研究で使用した資源解析のモデルは KAFS85.6¹⁾である。使用理由は、①近年の周防灘におけるインガレイの漁獲量と努力量の変動は停滞しており、^{*3} 本資源は一定水準にあると仮定できること、②標識放流調査等から隣接する伊予灘などへも季節的(7~8月)に分布するが、その他の時期は周防灘を生活の場としており、^{8),*4}

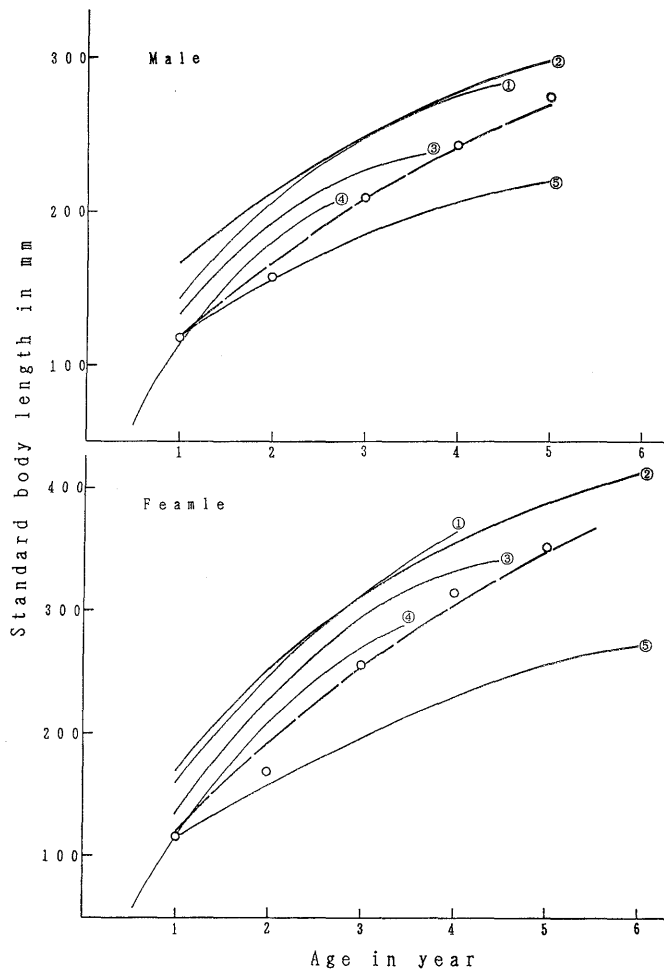


Fig. 2. Growth curves of stone flounder in Suō-Nada.

- ① Arie *et al.* (1988),⁸⁾ ② Yamaguchi Pref. *et al.* (1987),^{*5}
- ③ Kagawa Pref. *et al.* (1974),^{*6} ④ To *et al.* (1974),^{*2}
- ⑤ Masaki *et al.* (1986)²⁾.

Open circle and broken line: Present result.

*1 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 周防 1-210 (1986).

*2 藤 紘和, 多胡信良, 林 功: 福岡県豊前水産試験場 昭和 47 年度研究業務報告, 81-108 (1974).

*3 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-190 (1988).

*4 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-298 (1987).

*5 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-253 (1987).

*6 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: 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カレイ類総括報告書, 1-25 (1974).

周防灘のイン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ことによる。

資源解析のための入力データは、上記の検討項目を除き、1984~86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事業（水産庁）」で得られたデータ^{*1~*4}を用いた。

結果および考察

成長の再検討 インガレイは体長約 200 mm まで体長-体重関係の雌雄差は小さい^{*1}が、それ以降では雌の方が重い (Fig. 1)。それゆえ、体長-体重関係および成長曲線 (後述) については雌雄別に扱う必要がある。

Fig. 1 の破線は、2~5 月の成長の良い時期 (Fig. 1 の①)、あまり成長しない時期の 6~9 月 (同②)、成長停滞期の 10~1 月 (同③) の体長-体重関係²⁾を示している。資源評価のためには漁獲重量から漁獲尾数に変換することが必要であるが、これら 3 時期別に分割したデータの取り扱いはできなかったため、近似的に 1 年を通じた体長-体重関係を用いることとした。このため、以下に述べる 2 段階の手続きによってそれを求めた。

実線は周年の標本に基づく曲線であるが、データは、周防灘産^{*3}も豊前海産^{*4}も、全体の 50~70% が成長停滞期に集中している。そこで 10~1 月について、Fig. 1 の③~⑤の曲線の 100~400 mm の体長範囲で 10 mm ごとに体重を計算し、その平均値を用いて最小二乗法で新たな体長-体重関係式を求めた。これと①および②の合計 3 つの曲線の中央域を通る曲線を設定して、これを年間の代表的な関係とした。すなわち次式である。

$$\text{雌: } W=2.357L^3 \times 10^{-5}$$

$$\text{雄: } W=2.246L^3 \times 10^{-5}$$

周防灘産インガレイの成長曲線についての知見^{2),3),*4,*5,*6}を Fig. 2 に示した。山口県他^{*4} (曲線②) と有江ら³⁾ (曲線①) の成長は良く近似しているが、その他は何れも近似していない。資源水準の変化に伴う成長

の変化が予想されるが、三尾ら⁹⁾の方法で検討した結果からはそのような変化は認められなかった。

Fig. 2 に示した何れの知見も複数年にわたる標本を用いているが、差異がみられるのは年齢査定法および漁具の違いによるのではないかと考えられる。年齢査定法では、ア) 耳石の標定径解析からの理論的成長式による方法^{2),*6} イ) 耳石の輪紋数と体長、採集月の 3 者の関係から成長を類推する方法^{3),*4,*5}の 2 つに分類できる。

後者の方法 (前記のイ) による香川県他^{*5,*7} (Fig. 2 の曲線③) は透明帯数で年齢を決定しているが、その形成期間は 3~7 月²⁾で産卵期を 1 月とすると約 0.5 歳ずれる。一方、有江ら³⁾の報告では、連続採集の体長組成から 1 月の平均体長を決めているので期間の偏りはないものの年齢が 1 歳ずつ過小である。すなわち、彼らが当歳魚としている投棄魚の体長組成と、漁獲物の当歳魚のそれを 7~12 月と比較すると、重複せず 2 峰型を呈することから、漁獲物の当歳魚は実際には 1 歳であるとする方が合理的である。これは連続採集による投棄魚の翌年 2 月の体長組成のモードと、当歳魚とされている漁獲物の体長組成とがつかがる³⁾ことから支持される。

前者の方法 (前記のア)) でも、正木ら²⁾ (Fig. 2 の曲線⑤) では満年齢における最終輪半径を、藤ら^{*6} (同曲線④) では平均半径を使用していることから、異なる結果をもたらしたと考えられる。また、藤ら^{*6}は核が偏在している有限側の耳石^{2),5)}を用いた点が問題である。成長曲線が他と大きく異なる正木ら²⁾の標本は小型底びき網の漁獲物で、体長組成は刺網よりも小さい方に偏っている (前者の主漁獲サイズは 15~25 cm, 刺網のそれは 15~30 cm)。*2 さらに、3 歳以上の高齢群の分析個体数が激減していることも、²⁾ 高齢群で大きく偏る一因と考えられる。

この様に、各知見の年齢別体長データは均質ではない。そこで、本種の平均的な成長を示す妥当なデータを次のように判断した。

*1 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-298 (1987).

*2 山口県, 福岡県, 大分県: 昭和 59 年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘海域別調査事業報告書, 周防 1-223 (1985).

*3 山口県, 福岡県, 大分県: 昭和 60 年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘海域別調査事業報告書, 周防 1-210 (1986).

*4 山口県, 福岡県, 大分県: 昭和 61 年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘海域別調査事業報告書, 1-253 (1987).

*5 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: 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カレイ類総括報告書, 1-25 (1974).

*6 藤 紘和, 多胡信良, 林 功: 福岡県豊前水産試験場 昭和 47 年度研究業務報告, 81-108 (1974).

*7 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 魚類放流技術開発調査カレイ類総括報告書 昭和 46~49 年度, 1-51 (1975).

正木ら²⁾の1~2歳の若齢魚の値には、高齢魚に対するような漁具の選択性は見られないと判断できる。有江ら³⁾の値は1歳加算して2歳以上とする。香川県他^{*1}も0.5歳くり上がるので1.5歳からの値となる(0.5歳きざみで報告されている)。3歳以上では、漁具の選択性が無いとみなせる2知見^{2),*1}の値が利用できる。よって、1歳の体長には正木他²⁾の値を、2歳では3知見^{2),*1}の体長の平均値を、3歳以上では、香川県他^{*1}と有江ら³⁾の平均値を妥当な値と見なして求めた。

上記のデータを用いて次式に示す von Bertalanffy の成長式を得た。

$$\text{雌: } L_t = 571[1 - e^{-0.175(t+0.328)}]$$

$$\text{雄: } L_t = 412[1 - e^{-0.180(t+0.907)}]$$

これらの曲線を Fig. 2 に示した (○印と鎖線)。

成熟の再検討 イシガレイの雌は多回産卵するが、^{*2,*3} 総産卵数は解明されていない。

山口県他^{*4}は産卵数から体長-産卵数関係を求めているが、このデータのうちの卵径が0.2mm以上のものは、多回産卵によって産出される総産卵数と見なせる。^{*3} この関係は一部資料が削除された上で求められているが、全ての資料を用いて再度、両対数変換による回帰分析を行い次式を得た。

$$E = 1.10 \times 10^{-5} \times L^{2.85} \quad (r = 0.950)$$

L : 体長 (mm), E : 産卵数 (万粒)

イシガレイの雌の年齢別成熟割合の知見は少なく、^{*5,*6} 組織学的知見は皆無で、生殖腺の肉眼観察と成熟度指数からのみ推定されている。有江ら³⁾は、12月の標本を基に当歳(ほぼ1歳)からの産卵を報告しており、山口県他^{*5}では2歳魚から産卵するとしている。この年齢差は、成熟判定基準に用いた指数値(0.5, 1.0以上)の相違による。

産卵の可否を判定する成熟度指数について、以上の他

にも香川県他^{*7}は2.0以上、庄司ら⁷⁾は1.0以上と報告しており、確定した基準は得られていない。山口県他^{*4}の標本は卵巣の充分発達した21個体に基づいており、成熟度指数を求めると、1.1~6.2(平均 \pm σ_{n-1}: 3.22 \pm 1.42)である。これより、成熟度指数が1.0以上の個体については成熟していると判断できる。この値を成熟の基準として有江ら³⁾のデータを再計算すると、満1歳魚の成熟率は3.5%、2歳魚は93%になった。この数値と山口県他^{*4}のそれ(1歳魚0%、2歳魚70%、3歳魚以降100%)とから、本報では1歳魚の成熟率は0%、2歳魚は80%、3歳魚以上では100%として取り扱うことにした。

その他の生物特性値 周防灘産イシガレイの寿命は、山口県他^{*4}が12歳として報告しているが、その根拠は不明確である。他海域では、福島県沿岸域産の雌で12.5歳以上、雄で12.5歳である。^{*8} 現在の漁獲物の年齢組成(Table 2)から、平均年齢法¹⁰⁾で全減少係数を求めると $Z = 0.98815$ である。1歳を基準として20歳までの積算資源重量割合の変化を調べると、5歳までは急上昇しその積算割合は93%となる。その後の増加は小さく、10歳で99.9%、12歳で99.99%、15歳で99.999%となる。上記知見^{*4,*8}も考慮しつつ、ここでは12歳を寿命とした。

山口県他^{*9}は本種の自然死亡係数 M を標識放流実験の結果から推定している(0.35)。この調査は1971~'74年に実施されたものであるが、信頼性は高い。一般に資源水準により M は変化すると考えられるが、この事象を解析するためのデータが無いので、ここでは M は一定と仮定して山口県他^{*9}の0.35を使用する。

資料および方法の項で既述した簡便推定法により推定した再生産関係を Fig. 3 に、再生産関係式を以下に示す。

*1 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：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カレイ類総括報告書、1-25 (1974)。

*2 山口県、福岡県、大分県：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、周防1-223 (1985)。

*3 松浦修平：内湾性海域における生物群集の生産の動態に関する研究—43年度研究業績報告— JIBP-PM セクション、38-45 (1969)。

*4 山口県、福岡県、大分県：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、周防1-210 (1986)。

*5 山口県、福岡県、大分県：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、1-253 (1987)。

*6 有江康章：第20回南西海区ブロック内海漁業研究会報告、27-39 (1988)。

*7 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 魚類放流技術開発調査カレイ類総括報告書、昭和46~49年度、1-51 (1975)。

*8 福島県：福島県沿岸域海域別調査事業報告書、福島1-191 (1986)。

*9 山口県、福岡県、大分県：西瀬戸地域漁業調査報告書昭和46~49年度、1-245 (1975)。

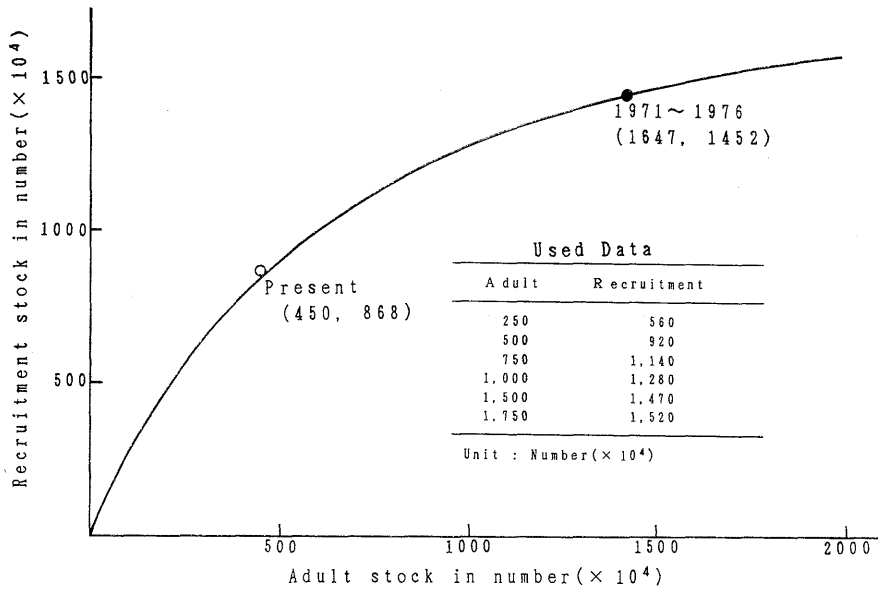


Fig. 3. Reproduction curve of stone flounder in Suō-Nada.

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

Start month of age	Longevity (year)	Weight-length relationships W (gr)= aL (mm) ³	Full available age	Natural mortality coefficient (year ⁻¹)	Catch (t)		
1	12	♀: $a=2.357 \times 10^{-5}$ ♂: $a=2.246 \times 10^{-5}$	1	0.35	1971~76 year: 1420 1979~83 year: 945		
Age (year)	Standard length (mm)		Maturity rate (%)	Number of spawned eggs (x10000)	Sex ratio (♀:♂)	Age composition of catch (Relative numbers)	
	Female	Male				1979~1983	1971~1972
1	115	118	0	0.0	1:1	2615.4	20.0
2	168	158	80	24.2	1:1	1161.4	33.0
3	255	210	100	79.4	1:1	335.3	16.5
4	314	244	100	143.8	1:1	78.5	6.7
5	352	275	100	199.1	1:1	82.2	4.9
6	380	292	100	247.6	1:1	16.8	3.8
7			100	312.8	1:1		2.0
8			100	370.9	1:1		0.5
9			100	424.9	1:1		
10			100	473.9	1:1		
11			100	517.8	1:1		
12			100	556.9	1:1		

$1/R=(0.00151+1/A)/3.20$

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 前述の検討結果を含め, 周防灘産イシガレイの資源解析に用いたデータを Table 2 に示した。これらを用いて KAFS 85.6¹⁾ を実行した。

現状の資源解析結果を Table 3 に示す。これは定常状態での結果であり, 漁獲係数 F が変化すると, 当初は過

渡的状态になる。その後, 再生産関係に従い次第に変化し, ある F (一定値) のもとで新たな定常状態に達して, 新たな水準の再生産率や漁獲量が持続されることとなる。この様に, 漁業形態を変化させず様々な F の設定で, 様々な持続生産量 SY がモデルから計算できる。¹⁾ Table 4 と Fig. 4 は現在の漁獲状況での SY を示している。

処女資源時と現在の親魚資源尾数は各々 3,972 万尾 (Table 4 の F=0.0 に対応する Adult Number) と 450

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

Age (year)	Total stock		Available stock		Catch		Adult		Numbers of spawning ($\times 10^6$)
	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	867.57	335.38	867.57	335.38	351.71	277.46	0.00	0.00	0.00
2	322.97	453.83	322.97	453.83	130.93	269.34	258.37	348.66	3126.31
3	120.23	347.91	120.23	347.91	48.74	187.04	120.23	347.91	4773.09
4	44.76	217.78	44.76	217.78	18.14	108.08	44.76	217.78	3218.05
5	16.66	118.12	16.66	118.12	6.75	55.70	16.66	118.12	1658.66
6	6.20	58.37	6.20	58.37	2.51	26.57	6.20	58.37	767.88
7	2.31	27.04	2.31	27.04	0.94	12.00	2.31	27.04	361.13
8	0.86	11.95	0.86	11.95	0.35	5.21	0.86	11.95	159.41
9	0.32	5.10	0.32	5.10	0.13	2.19	0.32	5.10	67.98
10	0.12	2.12	0.12	2.12	0.05	0.90	0.12	2.12	28.23
11	0.04	0.86	0.04	0.86	0.02	0.36	0.04	0.86	11.48
12	0.12	0.35	0.02	0.35	0.01	0.14	0.02	0.35	4.60
Total	1382.1	1560.8	1382.1	1560.8	560.3	945.0	449.9	1138.3	14176.8

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

Fishing mortality coefficient F (year ⁻¹)	Adult		Catch		Reproduction rate K	Production parameter Y/F
	Number ($\times 10^4$) A	Weight (t) AW	Number ($\times 10^4$) C	Weight (t) Y		
0.000	3972.3	22958.7	0.0	0.0	0.4557	20252.2
0.100	2758.6	13256.7	376.8	1419.4	0.6174	14194.2
0.200	1968.2	8039.4	574.0	1763.1	0.8031	8815.3
0.300	1423.1	5053.4	665.2	1714.4	1.0132	5714.8
0.400	1029.5	3243.8	685.8	1521.8	1.2491	3804.6
0.500	734.7	2090.5	653.9	1277.2	1.5130	2554.4
0.600	507.5	1323.1	579.3	1014.4	1.8074	1690.7
0.700	328.2	793.5	467.1	744.7	2.1353	1063.8
0.800	184.0	416.8	319.9	470.2	2.4999	587.8
0.900	66.2	141.8	138.5	189.7	2.9049	210.8
1.000	-31.2	-63.5	-77.4	-99.7	3.3544	-99.7
Present						
0.638	449.9	1138.3	560.3	945.0	1.9284	1481.2

万尾 (Table 3 の Adult Number。処女資源時の 11%) と推定され、現状は最大持続生産重量 MSY をもたらす親魚資源水準 (1,784 万尾。処女資源の 45%) を大きく下回り、明らかに乱獲であると考えられる。現在の漁獲量は MSY (1,774 t) の 53% である。MSY 時の F は 0.23 で現在 (0.64) の 36% であるから、MSY が達成できれば、現在の漁獲努力を約 6 割削減できる可能性を示唆している。

また、MSY を尾数で示すと 686 万尾であり、この時の親魚資源尾数と F は各々 1,064 万尾、0.39 である。この尾数の MSY は SY 曲線の中央から大きく左側にずれている (Fig. 4)。現在の親魚資源尾数と MSY 時のそれとの差は小さく、重量比較よりも尾数比較の方が乱獲の

程度が低いように感じられるが、後者の MSY が中央より大きく左側に位置しているため、わずかな親魚尾数の変化が漁獲量を激変させる。

イシガレイの管理方策 漁獲開始年齢は利用度 $Q^{1,10)}$ で求められる。Q の変化は漁業形態の変化 (例えば、網目が変わる) に対応する。この Q の変化を漁獲開始年齢の変化に置換し、これと親魚尾数の関係で求めた等持続生産量曲線を Fig. 5 に示した (漁獲開始年齢に伴う成長の変化が不明なため現在の解析資料を使用)。図中の左上部の破線は、 $F=\infty$ に対する漁獲開始年齢と親魚尾数の関係で、この線より左の親魚量には決して減らないことを示す。¹⁾ 現在の本種に対する漁業は明らかに不合理である。これまでの最大漁獲量は 1973 年の 1,600 t であ

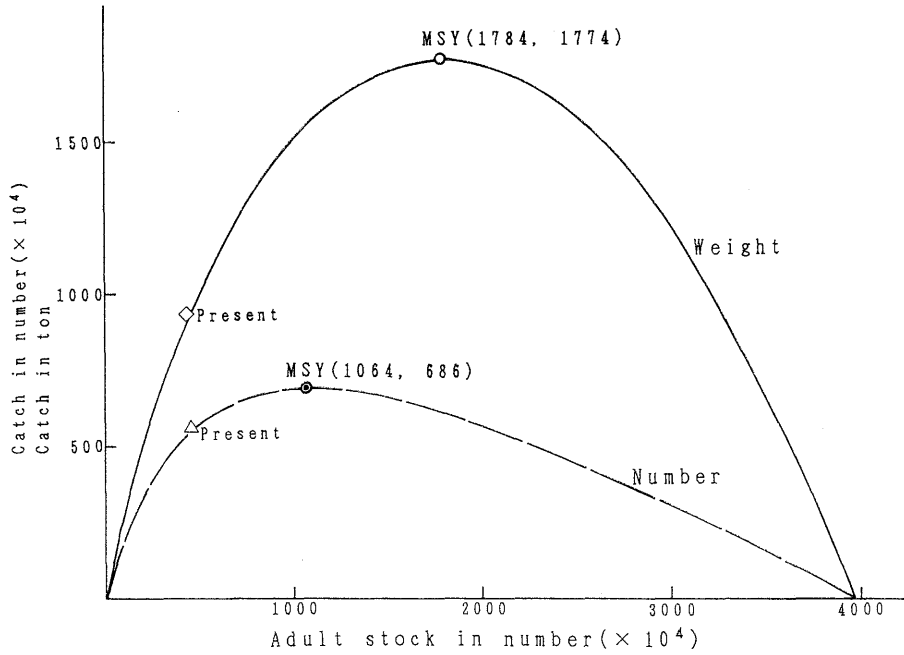


Fig. 4. Sustainable yield curves of stone flounder in Suō-Nada.

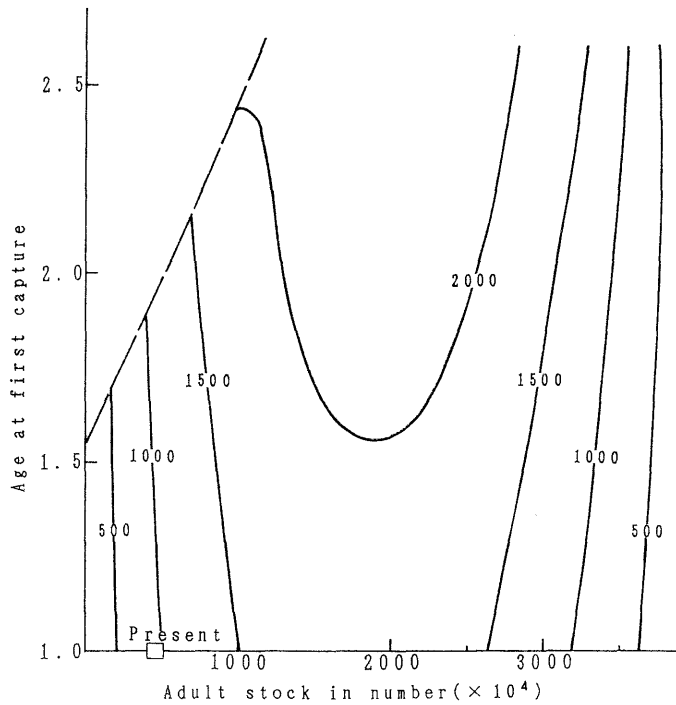


Fig. 5. Isoleth contour line of sustainable yield of stone flounder in Suō-Nada.

る。* 1971~'76年の漁獲開始年齢は1.6歳, 平均漁獲量は1,420t, MSYは2,021tと推定され, 現在よりも大

型個体を利用していただけると推察できる。

この漁獲量の減少原因として, 漁獲努力量の変化と漁

* 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-298 (1987).

獲開始年齢の低下について検討した。努力量の量的変化については、1971~'76年の期間において、本種を漁獲する主要な漁業種類は山口、福岡、大分3県の小底びき網(手ぐり3種、以下小底3種と略称する)と刺網であり、過去も現在もこれらで全漁獲量の約80%を占める。1970~'73年における小底3種と刺網の努力量(操業日数)と漁獲量の関係は、年別にそれぞれ、28万日と900t、23万日と1,500t、1972年には25万日と1,500t、19万日と1,600tであり、両者の変化は連動していない。

漁獲努力量の質的变化についても、前記と同様に、2漁業種でみた。1971~'76年(過去)と1979~'83年(現在)の2期間の努力量は、山口県と福岡県の小底3種では20~30%の減少が認められるのに対して、逆に、刺網では福岡県で約2倍、大分県で約1.5倍に増大している。^{*1} 両漁業種の網目の目は県によりわずかに異なるが、小底3種では内径約20mm(魚捕部)、刺網では80mmであり、^{*2} 小底3種の方が小さい個体(若齢魚)を多く漁獲する。したがって、過去に漁獲開始年齢の低下が始まっていることが推定できれば、現在の減少が説明できる。これを小底3種と刺網の漁獲量比で比較すると、漁獲量が増加し始めた1968~'70年では、小底3種は刺網の漁獲量の約50~56%の漁獲量であったが、1971~'76年になると65~140%(平均88%)に増加している。このことから、漁獲開始年齢の低下が推定できる。この低下の漁獲量に与える影響は魚体重の低下(漁獲重量の低下)、さらには、産卵親魚資源と加入量の減少に現れる。前者の影響については、Table 2の過去と現在の漁獲物組成を百分率に変換し、漁獲物の代表的体重(7月の体重に相当)を用いて漁獲物重量を求め比較すればおおよその傾向がつかめる。すなわち、1971~'76年の漁獲物重量を1とすると、1979~83年のそれは約0.6である。一方、前者の漁獲尾数は約585万尾であり、後者のそれは560万尾でほぼ等しい(Table 3)。したがって、過去の年平均漁獲重量(1,420t)から現在のそれは、逆計算で、850tと推定され、現在の945tより1割ほど小さいがほぼ近似している。この様に、漁獲尾数は増加したものの、漁獲開始年齢の低下により漁獲重量の減少をもたらしたと考える。親魚資源尾数への影響についても、先の漁獲物組成にみられる最高年齢の低下と併せて、2歳以上の資源(親魚)の比率が過去の50%から現在では30%にまで減少していることから、同様に示せる。

この様に漁獲開始年齢の低下は漁獲量の減少を招き、さらに資源も低下させる。よって、漁獲開始年齢を上げれば漁獲量の回復が期待できる。この資源回復の予測について、木本ら¹⁾の資源の生残方程式と漁獲方程式をコホート毎に1年後の予測(前進法)に利用し、また、加入資源としての1歳魚は本報の再生産式より求めることにより、将来予測計算を1年ずつ順次に実行して検討した。ここで使用したパラメタのうち利用度Qを除きその他はTable 2の値を、計算開始時点の資源尾数はTable 3を用い、漁獲開始年齢を1.6歳に対応させるために、1歳のQを現在の1.0から0.4に変化させて10年間計算した。その結果、1年目には1歳魚の漁獲量が減少するため現在の945tから778tに減る。逆に生残尾数は増加するため翌年の2歳魚が増え、漁獲増につながると共に親魚も増加する。この親魚の増加で3年目の加入資源も増加する。このような生残と再生産過程の変化で3, 5, 7, 10年目と年を追うごとに漁獲量はそれぞれ1,034, 1,270, 1,439, 1,583tに増加する。

以上から、資源の減少原因として、小底3種による若齢個体の漁獲増とそれによる漁獲開始年齢の低下が推定された。したがって、1971~'76年の水準まで資源を回復させることは可能と考える。本報では管理方策としての漁獲開始年齢の引き上げを利用度Qで検討したが、実際上の具体的な管理方策ではない。例えば、漁業種類別の漁獲量比率を管理するなどの、具体的な管理方策の検討が将来必要である。

文 献

- 1) 木本秀明, 檜山節久, 上城義信, 有江康章: 日水誌, **54**, 1499-1504 (1988).
- 2) 正木康昭, 伊東 弘, 東海 正, 山口義昭: 日水誌, **52**, 435-445 (1986).
- 3) 有江康章, 石田雅俊, 尾田一成: 福岡豊前水試研報, **1**, 17-24 (1988).
- 4) M. Hatanaka, K. Sekino, and A. Otsuka: *Tohoku Jour. of Agr. Res.*, **2**, 25-32 (1952).
- 5) K. Suzuki: *Rep. Fac. Fish. Pre. Univ. of Mie*, **5**, 455-468 (1966).
- 6) 平川英夫: 福島水試研報, **6**, 1-10 (1980).
- 7) 庄司康雅, 目黒清美, 伊藤光正: 千葉県水試研報, **40**, 67-74 (1982).
- 8) 正木康昭, 伊東 弘, 山口義昭, 東海 正: 南西海区水研報, **20**, 13-37 (1986).
- 9) 三尾真一, 浜田律子, 篠原富美子: 西水研研報, **47**, 51-95 (1975).
- 10) T. Doi: *Bull. Fish. Res. & Develop. Agency, Korea*, **28**, 127-145 (1982).

*1 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 1-190 (1988).

*2 山口県, 福岡県, 大分県: 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, 周防 1-210 (1986).