周防灘産マコガレイの成熟と産卵期

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

(1986 年 12 月 4 日受理)

Sexual Maturity and Spawning Season of Japanese Flounder in Suō-Nada

Yasuaki Masaki,*¹ Hiroshi Ito,*¹ Yoshinobu Kamijyo,*² Yoshiharu Yokomatsu,*³
Hiroshi Ogawa,*² Yoshiaki Yamaguchi,*¹ and Tadashi Tokai*¹

Since 1972, the catch of flatfish in Suō-Nada decreased dramatically, and the catch in 1984 was only 52% of that in 1972.

This paper presents the biological parameters for stock assessment for Japanese flounder in Suō-Nada, that is, age and body length at sexual maturity, main spawning season, maturity rate by age, and evaluation of the degree of sexual maturity which were mainly based on the data from 1980 to 1985.

The combination of maturity factor [$10^3 \times \text{gonad weight(g)}/\text{body weight without internal organs(g)}$] and observation of gonads by the naked eye can be applied to expedient judgement of sexual maturity for a large number of specimens. Maturity factor and mean body length at 50% sexual maturity were 10.0 in both sexes and 13.5 cm in females and 12.0 cm in males, respectively. The peak of the spawning season was the middle of December. The mean maturity rate was as follows: at age 0, 1, 2, over 3 years, it was 20, 70, 90, 100% for females and 20, 95, 95, 100% for males.

1984 年に周防灘で漁獲された魚類総漁獲量 (17,687 t) のうちカレイ類は (2,260 t) 12.8% であったが, 1972 年のカレイ類の漁獲量 (4,379 t) の 51.6% に減少している。^{1,2)} 周防灘で漁獲される主要なカレイ類はマコガレイ, イシガレイ, メイタガレイの 3 種類である。これらのカレイ類は周防灘の主要漁業種類である小型底びき網漁業 (手ぐり 2 種, 3 種), 刺網漁業, 小型定置網漁業などの重要な漁獲対象種であり, いずれの魚種の資源状態も悪化している。³⁾

現在, 周防灘において「沿岸域漁業管理適正化方式開発調査」が実施されているが, 早急に適切な漁業管理方針を樹立し, 資源の回復と漁業経営の安定・向上をはかることが期待されている。

本報告は, マコガレイの資源解析に必要な生物学的特性のうち, 成熟判定基準としての成熟係数, 成熟体長, 成熟年齢, 年齢別成熟率, 産卵期, 産卵盛期などを解明し, 資源評価の進展に貢献することを目的として行なった。

標本採集および操業日誌調査の実施に際しては山口県

内海水産試験場次長原 健一氏と同場場専門研究員檜山 節久氏に多大のご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表するものである。

材料および方法

1980~1985 年の間に山口県床波, 秋穂, 向島, 平生, 大分県長洲を基地とする小型底びき網 (手ぐり 2, 3 種) 漁船の漁獲物のうちマコガレイを 12,035 尾購入した。凍結後実験室に持ち帰り, 各個体について体長 (mm), 左右の生殖腺重量 (g), 内蔵除去体重 (g) を計測し, 耳石を用いて年齢査定を行った。生殖腺を取り出す際に, 山本,⁴⁾ 石田, 北片⁵⁾ の用いた生殖腺熟度判定基準を参考にして, 卵巣全体の色調, 卵の分離状態, 卵粒の視認度合, 卵の透明・不透明, 精巣の軟らかさ, 生殖腺の膨満状態などから, 未成熟期, 春機発動期, 成熟期, 休止期の 4 段階に判別し記録した。左右合計の生殖腺重量 (A) と内臓除去体重 (B) を用いて成熟係数 (Maturity Factor: MF) を $(A/B) \times 10^3$ として計算した。

*¹ 南西海区水産研究所 (Nansei Regional Fisheries Research Laboratory, Ohno, Saeki, Hiroshima, 739-04, Japan).

*² 大分県浅海漁業試験場 ((Ōita Prefectural Shallow Sea Fisheries Experimental Station, Bungo-takada, Ōita, 879-06, Japan).

*³ 大分県宇佐事務所 (Ōita Prefectural Usa Office, Usa, Ōita, 879-04, Japan).

Fig. 1. (Continued).

Fig. 1. (Continued).

Fig. 1. Change of maturity factor by sexes by body length by 10 days of female Japanese flounder in Suō-Nada.

Fig. 2. (Continued).

結 果

成熟係数の季節的变化 成熟度を数値的に表現する方法はいろいろあるが、⁹⁾本報告では成熟係数を用いた。本報告では以降、成熟係数を MF と略称することにする。

マコガレイの MF の雌雄別、旬別、体長 5 mm 階級別の変化を Fig. 1, 2 に示した。

雌: 4 月下旬～9 月下旬にかけては、体長が大きくなるにしたがって MF の値は大きくなるが、14.9 以下である。以下、少し詳細に季節の進行と MF の値の大きさについて見ると次のようになる。

7 月下旬に入ると MF 10.0 以上の個体の出現が体長 17.5 cm 以上でみられ、旬を追って MF 10.0 以上の個体

の割合が増大するとともにより小さな体長が見られるようになる。

10 月上旬の MF 10.0 以上の個体は体長 15.0 cm 以上において 40% を占める。

10 月中旬には体長 12.5 cm 以上で MF 10.0 以上の個体の割合は 37% になる。

10 月下旬と 11 月上旬では体長 13.5 cm 以上で MF 10.0 以上の個体は 72.0% を占めている。

11 月中旬には体長 12.5 cm 以上の個体の MF は急激に大きくなり、MF 10.0 以上の個体が 89% を占めるが、MF 50.0 以上では 28% にすぎない。

11 月下旬になると MF 10.0 以上の個体の占める割合は 76% に低下するが、MF 50.0 以上の個体は 61% を

Fig. 2. Change of maturity factor by sexes by body length by 10 days of male Japanese flounder in Suō-Nada.

占め、全体として MF の値は増大している。この傾向は 12 月上旬にさらに顕著となる。

12 月中旬に MF の値は最高となり、MF 10.0 以上および MF 50.0 以上の個体の占める割合は各々 85、80%

となる。

12 月下旬には MF 10.0~49.9 の範囲の個体の割合が増加し (28%), これらの個体の卵巣は肉眼観察によると休止状態にある。

1 月上旬～2 月上旬にこの傾向は一段と顕著になる。

雄：2 月下旬から 10 月上旬までの MF は 9.9 以下であり、雌と同様に、体長が大きくなるにしたがって MF の値も大きくなる。

10 月中旬では、体長 14.0 cm 以上で MF 10.0 以上の個体の占める割合は 7% である。

10 月下旬には体長 13.5 cm 以上においてこの割合はさらに増大する (57%)。

11 月上旬における MF 10.0 以上の個体の占める割合は 80% となる。

11 月中旬の体長 13.0 cm 以上で MF 10.0 以上の個体は 87% を占める。

11 月下旬では MF 80.0 以上の個体の割合が増大している。

12 月上・中旬の MF 10.0～49.9 の範囲の個体は極めて少ない (3%)。

しかし、12 月下旬になると MF の平均値は低下しはじめる。

1 月上旬になると MF 9.9 以下の個体の占める割合が増大する (60%)。この傾向は 2 月中旬 (94%) まで旬を追って継続している。

成熟判定基準 魚類の成熟を判定するためには生殖腺の組織学的検討による方法が最良である。しかしながら、この方法は時間的にも経費的にも多くを要する欠点を有している。

組織学的判定結果と卵粒や生殖腺組織の肉眼観察結果を対応させた成熟判定基準を山本、⁴⁾と石田、北片⁵⁾が報告している。本報告も基本的にはこの基準に準じ次のように判定した。

未成熟の卵巣は淡黄色であり、卵巣卵は肉眼では認められない。精巣は比較的小さく白色であり、全体として組織はしっかりとっている。

春機発動期の卵巣は帯黄色～橙黄色となり卵粒が肉眼で認められるが、未だ不透明である。精巣は次第に大きくなり白色で変化はないが、全体的に柔軟さを増してくる。

成熟期の卵巣は黄～橙赤色となり、腹腔中に満ち透明卵粒が視認できると同時に水子のように流れ出るようになる。精巣も腹腔を充たすと同時に内部では乳状になる。

休止期の生殖腺は雌雄ともたるみ、卵や精液が流出してしまった状態にある。さらに、時間が経過すると生殖腺は回復して大きさも小さくなり、外観上は未成熟状態と同様になる。したがって、未成熟個体と休止状態の個体を生殖腺の肉眼で判定するには時として見誤ることが多い。

MF の値を 5 きざみに区分し (5.0 以下, 5.1～10.0 …

Fig. 3. Maturity factor at 50% sexual maturity by sexes of Japanese flounder in Suo-Nada.

Fig. 4. Monthly change of body length at 50% sexual maturity by sexes of Japanese flounder in Suo-Nada.

のように), 各区分における 10～2 月までの結果を一括して成熟個体に休止個体を加えた成熟に達した個体が全体に占める割合を Fig. 3 に示した。マコガレイの雌雄の 50% 成熟を示す MF は 5.0～9.9 と 10.0～14.9 の間にある。したがって、MF 10.0 以上を示す雌雄の各個体は

Fig. 5. Change of body length at 50% sexual maturity by 10 days by sexes of Japanese flounder in Suō-Nada.

成熟していると判定できる。

成熟体長 前項で推定した雌雄別成熟判定基準を用いて体長 5 mm 階級別, 雌雄別, 月別, 成熟率を Fig. 4 に示した。成熟率は全体に対する MF が 10.0 以上の個体の割合として求めた。

雌: 10 月には体長 12.5 cm から成熟率はほぼ直線的に増大し, 体長 22.5 cm 以上では 100% 成熟している。

11 月には成熟開始体長は 10 月よりも小さく (12.0 cm), 18.5 cm で全ての個体が成熟し, 成熟曲線はゆるやかなシグモイド曲線を示している。

12 月の成熟開始体長は 12.5 cm であり, 11 月と比較しても顕著な変化は見られず, 100% 成熟体長も 19.5 cm と大きな差は生じていない。しかしながら, 成熟曲線は 11 月よりもより立ち上がった型を示している。すなわち, 10 月から 12 月までに成熟曲線が変化したのは変曲点以後の部分の成熟割合が経月的に増大した結果であることが判る。

1 月には 11 月の成熟曲線の型に戻っている。

2 月のそれは 1 月よりもゆるやかな成熟曲線となる。

Fig. 6. Change of sexual maturity rate by 10 days by age by sexes of Japanese flounder in Suō-Nada.

これらの変化は, 10~11 月にかけて, 次第に未成熟期から春機発動期へ, そして成熟期へと変化していくことを示している。逆に, 1~2 月には, 成熟後休止状態に入っていくことを示している。

したがって, 成熟最盛期は 12 月, 50% 成熟体長は 13.5~14.0 cm と推定される。

雄: 成熟曲線の型の経月変化は雌よりも顕著であり, 10 月には体長 13.0 cm 以上では, 雌と同様に, 直線的に成熟率は上昇するが, いずれの個体も 50% 以下である。11 月には体長 11.0 cm 以上の個体の成熟率は急激に上昇するが, 体長 13.0 cm では 75% である。12 月には体長 13.0 cm の個体では 85% が成熟する。1 月には急激に成熟率は低下し, 2 月には 10 月の成熟状態に戻っている。

このことから, 雄の成熟最盛期は, 雌と同様に, 12 月であり, その時の 50% 成熟体長は 12.0~12.5 cm と推

定される。

成熟最盛期は雌雄とも 12 月と推定されたが、より詳細な時期を決定するため、11 月下旬～1 月上旬までの雌雄別、旬別、体長別成熟曲線を Fig. 5 に示した。

上述の成熟最盛期の推定方法で Fig. 5 を検討すると、雌雄とも、12 月中旬に成熟最盛期が存在し、雌雄の 50% 成熟体長は各々 13.5, 12.0 cm と推定された。

成熟年齢 年齢の基準月を 1 月 1 日として年齢査定を行ない、⁹⁾ 上述の成熟判定基準を用いて年齢別、旬別、性別、成熟率を Fig. 6 に示した。

雌: 0 歳魚は 11 月上旬と 2 月にわずかではあるが成熟個体が認められるものの他の全ての旬ではいずれも未成熟状態である。

1 歳になると、10 月上旬に成熟個体が認められ (15%)、旬を追って成熟率は高くなり、12 月上旬～中旬において最高に達する (82%)。その後、旬を追って成熟率は低下する。

2 歳では、1 歳と同様に、10 月上旬より成熟個体が認められ、成熟率は 1 歳よりも高い (36%)。その後も成熟率は増大し、2 月上旬の成熟率は 100% である。

3 歳では、9 月下旬に 75% の成熟率を示し、10 月下旬以降では 90～100% の成熟率を示す。

4 歳以上では、10 月上旬以降の成熟率は 100% である。

成熟最盛期における成熟率が各年齢の成熟率を示していると考え、0 歳の成熟率を 0%、1 歳では 70%、2 歳では 90%、3 歳以上では 100% と推定した。

雄: 0 歳の個体では、1 月上旬に成熟個体が認められ始め、3 月下旬まで散見されるが、全体としては低い成熟率を示し、成熟最盛期においても 20% にすぎない。

1 歳では、雌と同様、10 月上旬に成熟個体が出現し旬を追って急速に成熟割合は増加する。11 月下旬～12 月中旬にかけて 95% の成熟率を示す。

2 歳においても、1 歳とほぼ同様の成熟状態を示し、最盛期は 1 歳よりも若干早く 11 月中旬～12 月中旬に認められる。

3 歳以上では、11 月中旬以降 100% の成熟率を示している。

このように、雄の場合には、雌で認められた高齢個体先熟の傾向は顕著ではない。

雄のほうが早期に成熟し始め遅くまで成熟状態を保つとともに 2 歳以下の若齢個体の成熟率は雄の方が高く、産卵は 10 月上旬～2 月中旬まで比較的長く継続すると推定される。

考 察

周防灘産マコガレイの産卵期を GI の経月変化から

藤、多胡⁷⁾は 12 月下旬～1 月下旬 (盛期は 1 月上旬)、香川県水産試験場⁸⁾は 12 月中旬～1 月上旬、松村⁹⁾は 12 月中旬～1 月中旬 (盛期は 12 月下旬)、山口県水産試験場¹⁰⁾は 12 月、と報告しているが、藤・多胡⁷⁾の用いた標本は周防灘の西部の豊前海であり、正木¹¹⁾がマコガレイの分布・移動や年齢と成長で述べているように、周防灘を代表しているとは考えられない。また、上記の他の結果はいずれもその標本数において十分とはいえない。マコガレイの放流技術開発事業報告¹²⁻¹⁶⁾において認められているように、年により成熟時期に変化がある。したがって、本報告の結果はより平均的な産卵期を示していると考えられる。

周防灘における本種の産卵期間は、上記のように 12 月上旬～1 月中旬と報告されているが、仙台湾では 9 月下旬～1 月上旬、¹⁰⁾ 11 月下旬～12 月下旬、¹⁷⁾ 11 月下旬～12 月上旬、¹⁸⁾ 山田湾では 12 月上旬～1 月下旬、¹⁹⁾ 東京湾では 12～2 月、²⁰⁾ 陸奥湾では 12～1 月、²¹⁾ 筑前湾では 12～1 月、²²⁾ 瀬戸内海では 1～2 月²³⁾であり、最大 110 日間である。今回の結果では 140 日間となり、過去の結果よりも産卵期間は長い。

また、南²⁴⁾は大型卵のみ成熟するので産卵期間は短いと報告しているが、今回および過去の結果も決して短くとはいえない。このことは、伊東²⁵⁾がマコガレイの投棄魚調査結果や放流技術開発調査事業結果¹²⁻¹⁶⁾が示している幼稚仔魚の比較的長期にわたる出現状況からも産卵期間は長いと考えられる。

畑中、岩橋、¹⁶⁾ 山口県内海水産試験場、¹⁰⁾ 松村⁹⁾ 香川県水産試験場⁸⁾が報告しているように、雌よりも雄の方が成熟時期は早くかつ遅くまで成熟状態を保っているという事実は今回の結果とも一致するものである。

成熟体長については、藤・多胡⁷⁾ 香川県水産試験場⁸⁾、藤、林²⁶⁾は雌雄各々について全長 16.3, 17.0, 17.0; 16.6, 17.0, 15～17 cm としており、正木⁹⁾の体長—全長関係式を用いて変換すると、雌では 10.7～11.3 cm、雄では 9.6～11.3 cm となり、本結果よりいずれも小さい。この原因としては、彼らの値は成熟最小形を示したものであり、本結果は 50% 成熟体長を採用したことによる。

周防灘産マコガレイの成熟年齢に関しては、藤・多胡⁷⁾ 香川県水産試験場⁸⁾は満 1 歳でほとんど産卵に加わると報告しているが、成熟最小形の個体 (全長 15～17 cm) の年齢であり、産卵期間中の 1 歳の個体の未成熟割合については全く考慮していない。山口県²⁷⁾は、GI が 1.0 以上を成熟と判断して、年齢別成熟割合を 1 歳では 0%、2 歳では 70%、3 歳以上では 100% と報告している。

山口県²⁷⁾の報告では年齢の基準月を 12 月としてい

るため, 本報告の0歳は1歳に相当する。したがって, 両結果に大きな差はないといえる。畑中ら¹⁰⁾は, 仙台湾産について, 1歳では成熟しないと報告しているが, 年齢査定や年齢の基準月の設定に相違があるものと考えられる。

本報告においても成熟判定は生殖腺の肉眼観察と成熟係数に基づいたものであり, 本種の成熟に関する過去の結果も同様である。より正確な成熟判定を行うためにも早急に生殖腺の組織学的検討結果と照合する必要がある。

文 献

- 1) 中国四国農政局統計情報部: 瀬戸内海の漁業, 1-149 (1980).
- 2) 中国四国農政局統計情報部: 瀬戸内海地域の漁業, 1-99 (1986).
- 3) 正木康昭, 伊東 弘, 東海 正, 山口義昭: 日水誌, **52**, 423-433 (1986).
- 4) 山本喜一郎: 北水研報, **11**, 68-77 (1954).
- 5) 石田力一, 北片正章: 東海水研報, **107**, 61-105 (1982).
- 6) 久保伊津男, 吉原友吉: 水産資源学, 共立出版, 1957, pp. 1-345.
- 7) 藤 紘和, 多胡信良: 福岡豊前水試昭和 46 年度研究業務報告, **29-50** (1972).
- 8) 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).
- 9) 松村真作, 服部洋年, 寺島 朴: 瀬戸内海栽培漁業事業魚類放流技術開発調査事業昭和 47 年度経過報告 (マコガレイ, ガザミ), 1-71 (1973).
- 10) 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), 1-25 (1972).
- 11) 正木康昭, 伊東 弘, 山口義昭, 東海 正: 南西水研報, **20**, 13-37 (1986).
- 12) 大分県浅海漁業試験場, 大分県栽培漁業センター: 昭和 60 年度放流技術開発事業報告書, マコガレイ, 1-51 (1986).
- 13) 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, 総 1-25, 1-64, 山 1-40 (1985).
- 14) 山口県, 大分県: 昭和 58 年度放流技術開発事業 (マコガレイ) 総合報告書, 総 1-18, 大 1-75, 山 1-31 (1984).
- 15) 宮城県・山口県・大分県: 昭和 57 年度放流技術開発事業 (マコガレイ) 総合報告書, 総 1-24, 宮 1-39, 山 1-23, 大 1-47 (1983).
- 16) M. Hatanaka and Sanae Iwahashi: Tohoku Jour. of Agr. Res. **3**, 303-309 (1953).
- 17) 鶴田義成, 畑中正吉: 東北水研資料, 87-94 (1968).
- 18) M. Hatanaka, K. Sekino, and A. Otsuka: Tohoku Jour. of Agr. Res. **2**, 25-32 (1951).
- 19) 山本和稔, 寺島 淳, 小野田新一郎, 土田健治, 長洞幸夫, 大向幸三, 佐々木 星, 大野賢二: 岩手水試年報昭和 49 年度, 46-53 (1974).
- 20) 中込 淳: 神奈川県水試研報, **1**, 91-97 (1980).
- 21) 遊佐多津男, 直江春三, 早川 豊, 浜井生三, 久新健一郎, 石川政治: 東北水研資料, 95-109 (1973).
- 22) 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—, 38-45 (1969).
- 23) 北森良之介: 内海水研 C 輯, **2-2**, 1-22 (1964).
- 24) 南 卓志: 海洋と生物, **29** (Vol. 5, No. 6), 450-453 (1983).
- 25) 伊東 弘, 正木康昭, 山口義昭: 第 17 回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 13-20 (1985).
- 26) 藤 紘和, 林 功: 福岡豊前水試昭和 48 年度研究業務報告, 57-78 (1975).
- 27) 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).