

伊勢湾におけるイシガレイの成長と成熟

森 浩一郎・木村 清志*・戸嶋 孝・田代 恵一

三重大学水産学部

Growth and Maturity of Stone flounder *Kareius bicoloratus* in Ise Bay, Central Japan

Koichiro MORI, Seishi KIMURA*,
Takashi TOJIMA and Keiichi TASHIRO

Faculty of Fisheries, Mie University

The stone flounder, *Kareius bicoloratus*, inhabits the sand or sandy mud bottom along the coast of Japan Island, and is fished by means of handy-trawl and gill-net. We have the report by SUZUKI (1966) concerning the growth analysis in Ise Bay. However, it has not yet offered satisfactory information on the growth and maturity of this species.

The authors, therefore, have done research on the growth and maturity of the stone flounder in the waters of Ise Bay. The materials used in this study consist of 847 specimens from 37 to 428mm in body length, which were mostly caught in the western area of the bay, during the period from March 1985 to January 1986.

The results obtained are summarized as follows :

1) The relationships of the standard length (*SL* in mm) to the total length (*TL* in mm), and to the body weight (*W* in g) were shown by the following equations:

$$TL = 1.199 SL + 3.118$$

$$\log W = 2.865 \log SL - 4.356$$

2) The minimum values of the marginal increment of otolith on the blind side were obtained during the period from December to June, while the maximum value was in November. From this, it may be inferred that the ring of otolith is formed once a year from winter to early summer

* 附属水産実験所 (Fisheries Research Laboratory, Mie University, 4190-172 Wagu, Shima-cho, Mie 517-07)

and its formation is frequent in March and April.

3) The relationship between the otolith radius (R in mm) and the standard length was shown by the following equation :

$$\log SL = 1.194 \log R + 1.769$$

4) The results obtained from the WALFORD's growth transformation method indicated that the plots of l_{n+1} against l_n fall on a straight line, given by the following equation :

$$l_{n+1} = 0.7232 l_n + 124.4$$

5) Since the time difference between spawning and ring formation on the otolith was about 0.67 year, the BERTALANFFY's growth equations for full age (t) in the standard length (Lt) and the body weight (Wt) were given as follows :

$$Lt = 449.6 (1 - \exp(-0.3241(t + 0.1368)))$$

$$Wt = 1755.3 (1 - \exp(-0.3241(t + 0.1368)))^{2.865}$$

6) The monthly changes of the gonadosomatic index ($GSI = GW/W \times 100$; GW , gonad weight in g) show that the spawning season is during the period from December to January and its peak appears in December.

7) From the changes of the gonadosomatic index, the matured age of stone flounder is 2-age in female and 1-age in male. Moreover, it may be indicated that the biological minimum size is about 200mm for females and 120mm for males based on the relationships between the standard length and the gonad weight in December.

Key words : *Kareius bicoloratus*, growth, maturity

イシガレイ *Kareius bicoloratus* は本邦沿岸に広く分布し、沿岸漁業の対象魚種として極めて重要な位置を占めている。このため本種の成長や成熟に関する研究は、北海道から九州までのいくつかの水域で、断片的なものも含めて比較的多く報告されている(山下 1963, 山下ほか 1963, 山下・苫米地 1964, HATANAKA et al. 1952, 宮城県水産試験場 1975, 小松 1968, 高越・秋元 1975, 平川 1980, 庄司ほか 1982, SUZUKI 1966, 三重県伊勢湾水産試験場 1975, 正木ほか 1986, 藤・多湖 1972, 藤・林 1975, 藤ほか 1974 など)。伊勢湾についても前述の SUZUKI (1966) や三重県伊勢湾水産試験場 (1975) の報告が知られている。このうち、前者は主として耳石の形状や輪紋形成期、耳石径-体長関係、体長-体重関係などについて報告し、また後者は伊勢湾におけるカレイ類数種の生態について総合的に行なわれた調査研究の一部である。したがって、この海域における本種の成長や成熟については未だ十分な知見は得られていないと思われる。

このようなことから、著者らは伊勢湾におけるイシガレイの成長や成熟について調査研究を行い、その結果いくつかの知見が得られたのでここに報告する。

研究 方 法

供試魚は1985年3月から1986年1月までの期間に、主として伊勢湾西岸において漁獲された847個体である (Fig. 1, Table 1)。採集した標本は形態測定後、耳石を摘出し、生殖腺重量を秤量

した。摘出した耳石は水洗後風乾し、内面を若干研磨した後、キシレン中に浸し、実体顕微鏡で観察した。なお、耳石径や輪紋径の測定は無眼側耳石について行なった。輪紋標示は不透明帯から透明帯への移行境界部とし、輪紋径および耳石径の測定軸は焦点から耳石後方外縁とした (Fig. 2)。成長解析に用いた耳石は破損したものや帯構造が不明瞭なものを除いた751個体である。

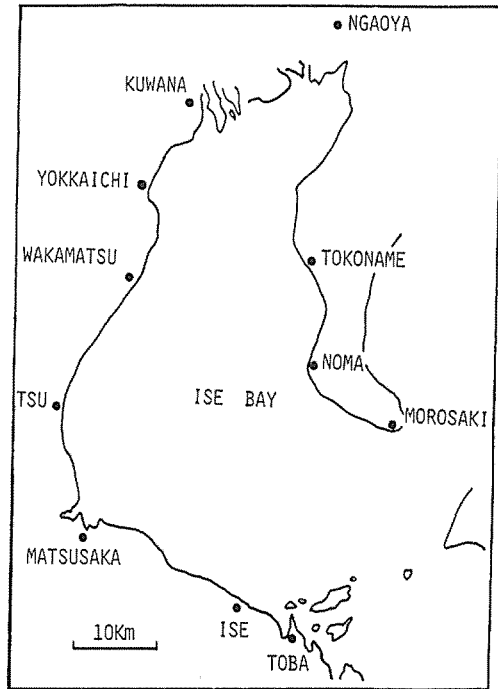


Fig. 1. A map showing collecting localities.

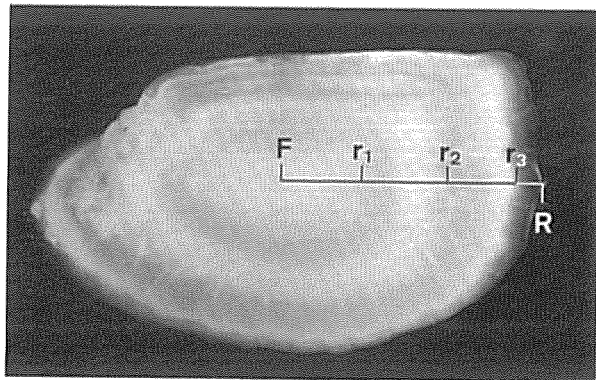


Fig. 2. Outer surface of otolith on blind side of stone flounder. F, focus; R, otolith radius; r_1 - r_3 , the first to the third ring radii (outer margins of opaque zones).

Table 1. Collecting data of the specimens used in this study

Date	Locality	No. of specimens	Range of standard length in mm
Mar. 9, 1985	Wakamatsu	51	108-185
Apr. 16	Wakamatsu	4	121-157
Apr. 26	Matsuzaka	38	133-190
May 17	Ise	6	148-203
May 18	Matsuzaka	50	40-71
May 19	Matsuzaka	1	191
June 16	Matsuzaka	28	146-194
June 22	Kuwana	53	37-96
July 8	Ise	4	160-177
July 17	Wakamatsu	144	46-179
July 21	Matsuzaka	23	74-183
July 28	Ise	3	165-212
July 31	Ise	15	161-193
Aug. 18	Matsuzaka	12	83-199
Aug. 22	Matsuzaka	17	77-125
Sep. 2	Ise	15	155-199
Sep. 12	Ise	1	168
Sep. 15	Matsuzaka	26	67-176
Sep. 22	Wakamatsu	48	82-145
Oct. 5	Ise	28	121-272
Oct. 13	Matsuzaka	5	77-131
Oct. 19	Ise	6	212-293
Oct. 21	Ise	11	139-199
Nov. 12	Ise	14	149-328
Nov. 17	Matsuzaka	34	93-144
Nov. 6	Ise	56	107-266
Nov. 29	Ise	11	229-428
Dec. 12	Tsu	12	132-275
Dec. 17	Ise	26	95-349
Dec. 18	Matsuzaka	29	81-139
Dec. 21	Ise	16	219-327
Jan. 12, 1986	Ise	9	114-207
Jan. 16	Ise	20	110-270
Jan. 16	Matsuzaka	11	71-207
Jan. 18	Ise	4	235-269
Jan. 19	Ise	10	245-396
Jan. 21	Ise	4	231-242
Jan. 27	Ise	2	303-330

結 果

1. 年齢・成長

相対成長 標準体長 SL (mm) と全長 TL (mm) および体重 W (g) との関係はそれぞれ次式で表わされる (Figs. 3, 4)。

$$TL = 1.199 SL + 3.118 \quad (r = 0.999), \dots\dots\dots (1)$$

$$\log W = 2.865 \log SL - 4.356 \quad (r = 0.995), \dots\dots\dots (2)$$

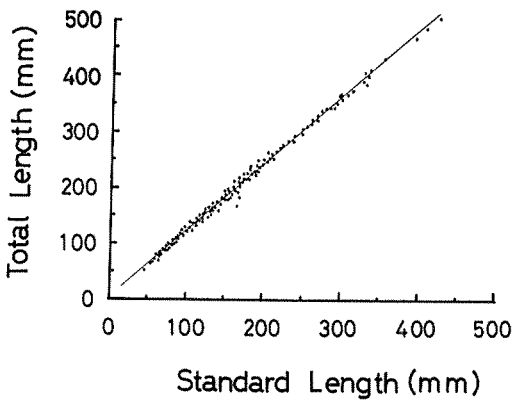


Fig. 3. Relationship between standard length and total length.

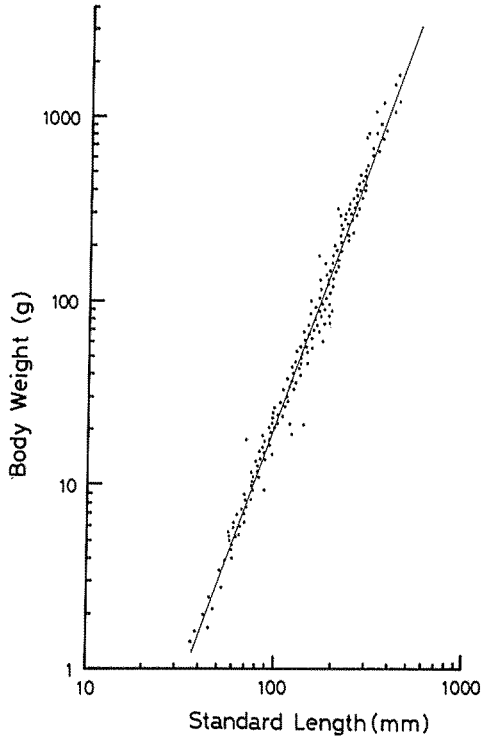


Fig. 4. Relationship between standard length and body weight.

耳石の形状 耳石の外観はほぼ楕円形で、中央部ほど肥厚している。中心部は不透明で、その周囲に透明帯と不透明帯が交互に出現し、比較的明瞭な帯構造を示している。無眼側耳石の焦点は耳石のほぼ中央部に位置しているが、有眼側の焦点は後方に偏在している。

輪紋形成期 2輪魚の243個体について縁辺成長率MIを求め、その頻度分布の経月変化をFig. 5に表わした。

$$MI = (R - r_2) / (r_2 - r_1) \quad \text{..... (3)}$$

R , 耳石径 (mm) ; r_1 , 第1輪紋径 (mm) ; r_2 , 第2輪紋径 (mm)

縁辺成長率の極小値は12月から6月まで出現し、また極大値は11月に出現している。このことから、耳石の輪紋は年1回、冬から初夏にかけて比較的長期間にわたって形成されていると考えられ、そのピークは3月、4月であろうと推察できる。

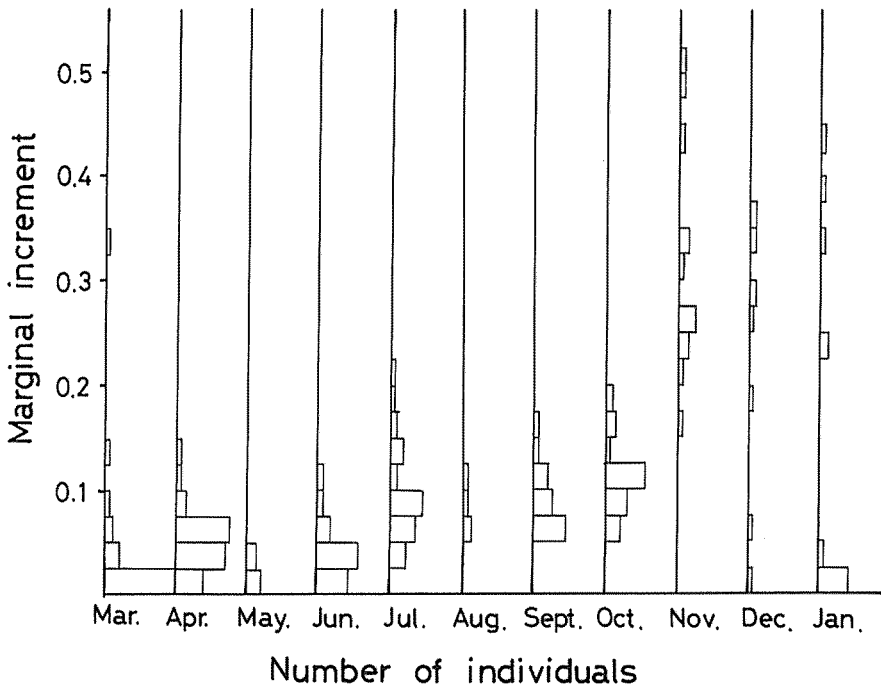


Fig. 5. Monthly change in the frequency distributions of marginal increment of otolith $((R - r_2) / (r_2 - r_1))$ for 2-ring group.

耳石径—標準体長関係と計算体長 耳石径と標準体長との関係は次式で表わされる (Fig. 6)。

$$\log SL = 1.194 \log R + 1.769. \quad (r = 0.981) \quad \text{----- (4)}$$

輪群別輪紋径の平均値は Table 2 に示したとおりで、顕著な LEE 現象や反 LEE 現象はみられない。そこで、ここでは各輪紋径の代表値として全体の平均値を用いることにした。この各輪紋径から (4)式を用いて輪紋形成時の計算標準体長 l_n (mm) を求めると、それぞれ次のようになる。

$$l_1 = 73.8, l_2 = 158.0, l_3 = 264.1, l_4 = 327.0, l_5 = 343.8 .$$

成長式 各輪紋形成時の計算標準体長から WALFORD の定差図を描くと Fig. 7 のようになり、回帰式は次式で表わされる。

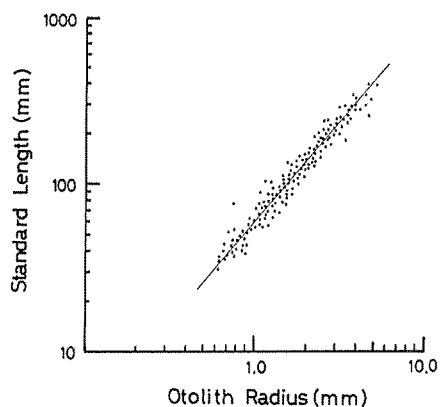


Fig. 6. Relationship between otolith radius and standard length.

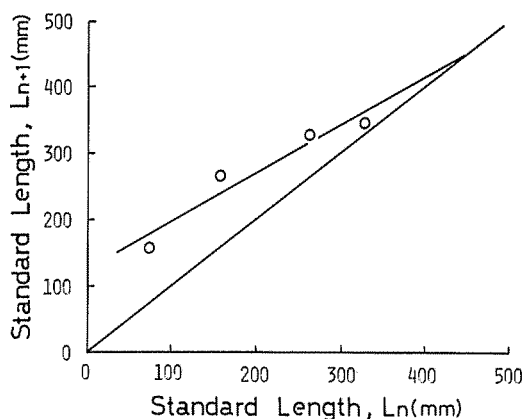


Fig. 7. WALFORD's growth transformation of calculated standard length.

Table 2. Mean ring radii for each ring group

Ring group	No of. indiv.	Ring radius in mm				
		r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
1	460	1.26				
2	243	1.10	2.24			
3	42	1.17	2.55	3.52		
4	2	1.20	2.65	3.85	4.65	
5	4	1.17	2.34	3.40	3.99	4.39
Mean		1.21	2.29	3.52	4.21	4.39

$$L_{n+1} = 0.7232 L_n + 124.4 \quad (r=0.965) \quad \text{..... (5)}$$

(5)式から BERTALANFFY の成長式は次のように表わされる。

$$L_n = 449.6 (1 - \exp(-0.3241 (n - 0.5299))), \quad \text{..... (6)}$$

L_n , 第 n 輪形成時の推定標準体長 (mm).

後で述べるように、この海域における本種の産卵盛期は12月である。そこで、輪紋形成期を4月と仮定し、輪紋形成期と産卵期との時間差を修正して、満年齢に対応した成長式を求めると次のようになる (Fig. 8)。

$$L_t = 449.6 (1 - \exp(-0.3241 (t + 0.1368))), \quad \text{..... (7)}$$

L_t , 満 t 歳時の推定標準体長 (mm).

また、満年齢時の体重 W_t (g) は(2)式, (7)式から次のように表わされる。

$$W_t = 1755.3 (1 - \exp(-0.3241 (t + 0.1368)))^{2.865}. \quad \text{..... (8)}$$

Table 3 に産卵期における各年齢群の平均標準体長および平均体重を示した。(7)式, (8)式からの推定値はこれらの実測値とかなりよく一致している。

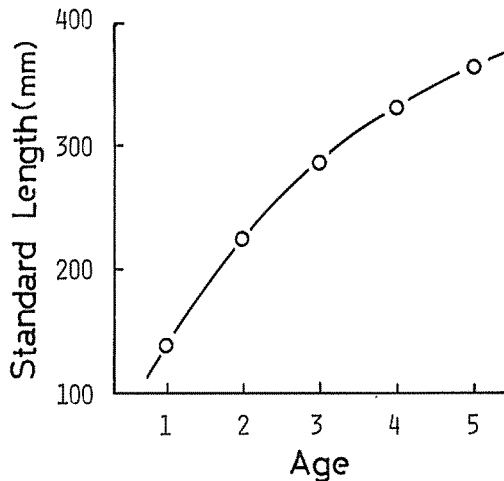


Fig. 8. Length growth curve of stone flounder.

Table 3. Estimated and actual standard length and body weight in the spawning season

Age	Standard length in mm		Body weight in g	
	Estimated	Actual	Estimated	Actual
1	139	127.8	61	49.1
2	225	223.3	242	253.9
3	287	279.5	485	485.4
4	332	330.0	736	932.1
5	365	356.0	966	935.3

2. 成熟・産卵

産卵期の推定 雄1輪魚および雌1輪魚, 2輪魚について, 生殖腺重量指数 GSI の経月変化を Fig. 9 に表わした。

$$GSI = \frac{GW}{W} \times 100, \dots\dots\dots (9)$$

GW , 生殖腺重量 (g).

雌の場合, 1輪魚の GSI はほとんど季節的変化を示さないが, 2輪魚では12月に明瞭なピークを示し, その後1月にかけて減少している。雄の場合には1輪魚で11月にピークがみられ, その後1月にかけて減少している。このようなことから, この海域での本種の産卵期は12月から1月, その盛期は12月であると推定できる。

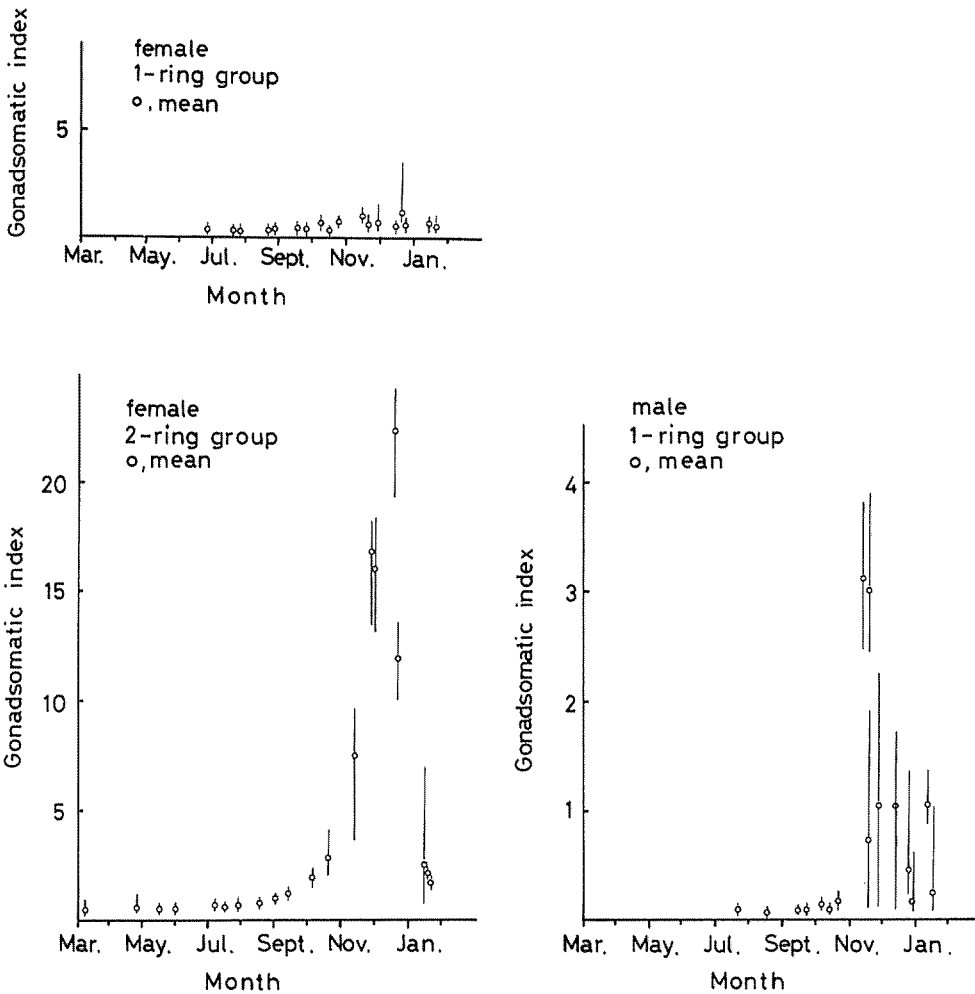


Fig. 9. Monthly changes in the gonadosomatic index (GSI). $GSI = (GW/W) \times 100$ where GW = gonad weight in g and W = body weight in g. Circles indicate mean values and vertical lines ranges.

最小成熟体長および最小成熟年齢 産卵期の12月における標準体長と生殖腺重量との関係を Fig. 10に表わした。この図から、最小成熟体長は雌で200mm前後、雄で120mm前後であると推定される。また、最小成熟年齢は前述の *GSI* の変化から雌で2歳、雄で1歳であると考えられる。

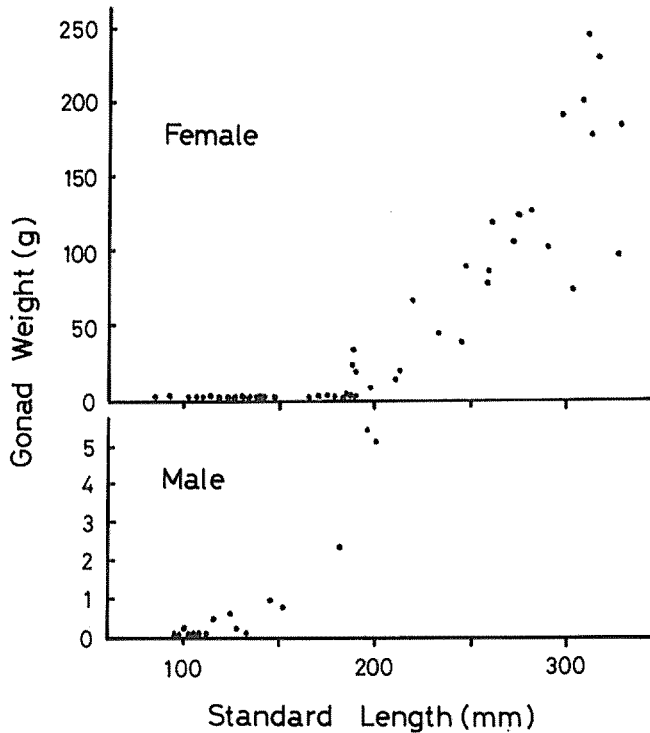


Fig. 10. Relationships between standard length and gonad weight in December.

考 察

本種の年齢は、いずれの海域においても、耳石に現われる透明帯と不透明帯の帯構造によって査定されている。しかし、水域によって帯構造の明瞭さに差があるためか、成長解析の基準となる輪紋標示は、研究者によって不透明帯の内縁とする場合と外縁とする場合とに分かれている。また、これらの両帯の出現期には各水域間で差が認められている。すなわち、緑辺が透明帯に移行する時期は仙台湾で8月下旬 (HATANAKA et al. 1952), 福島県沖で8月~9月 (平川 1980), 銚子沖で9月~1月 (庄司ほか 1982), 伊勢湾で3月~4月, 周防灘で5月下旬 (正木ほか 1986), 豊前海で6月~7月 (藤ほか 1974) と報告され、おおむね、銚子以北では夏から秋、伊勢湾や瀬戸内海では春から夏に透明帯の形成が開始されている。

水域間における本種の成長の比較はすでに山下 (1963) や庄司ほか (1982), 正木ほか (1986) によって行なわれている。また、本種の成長は雌雄で大きく異なり、雌は雄よりも成長速度が大き

く、より大型になることも報告されている(山下 1963, 小松 1968, 藤ほか 1974, 平川 1980, 庄司ほか 1982, 正木ほか 1986)。本研究では雌雄別に成長を求めているため、これら既往の研究と直接比較できないが、ここで推定した成長が雌雄の中間的な値であると仮定すると、この水域での成長は仙台湾(HATANAKA et al. 1952)や銚子沖(庄司ほか 1982)、豊前海(藤ほか 1974)とほぼ同様で、石狩湾(山下 1963)よりは成長が悪く、周防灘(正木ほか 1986)よりも成長はよいようである。

本種の産卵期は全国的に12月から1月あるいは2月で、地域差は認められないようである(山下 1963, 山下ほか 1963, 山下・苫米地 1964, 宮城県水産試験場 1975, 高越・秋元 1975, 庄司ほか 1982, 三重県伊勢湾水産試験場 1975, 藤・多湖 1972)。

最小成熟年齢や最小成熟体長は雌の場合いずれの海域でも2歳, 180~220mmと報告されており(山下・苫米地 1964, 宮城県水産試験場 1975, 藤・多湖 1972), 本研究結果もこれらとよく一致している。これに対し雄の場合は、既往の報告では2歳, 170mm前後とされているが、本研究結果では満1歳, 120mm前後と推定され、相違が認められた。

本研究を行うにあたり、種々御指導をいただき、論文の御校閲をたまわった三重大学水産学部教授鈴木清博士に衷心より謝意を表す。また標本の採集に御尽力いただいた三重大学水産学部練習船勢水丸の乗組員ならびに三重県水産技術センター伊勢湾分場の各位に厚く御礼申し上げる。

文 献

- 藤 紘和・林 功, 1975. カレイ類の漁場資源生態調査研究 第Ⅲ報 対象魚種イシガレイ, マコガレイ. 昭48福岡豊前水試業務報告: 57-78.
- ・多湖信良, 1972. カレイ類の漁場資源生態調査 研究対象魚種イシガレイ・マコガレイ. 昭46福岡豊前水試業務報告: 29-50.
- ・——・林 功, 1974. カレイ類の漁場資源生態調査研究 第Ⅱ報 対象魚種イシガレイ, マコガレイ. 昭47福岡豊前水試業務報告: 81-108.
- HATANAKA, M., K. SEKINO and A. OTSUKA, 1952. Studies on the populations of the flatfishes in Sendai Bay. II Age, growth and spawning of *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY). Tohoku J. Agr. Res., 2(2): 25-32.
- 平川英人, 1980. 福島県における小型底曳網漁業の資源に関する研究-I. イシガレイの漁業への加入以降の年齢および成長について. 福島水試研報, 6: 1-10.
- 小松昭衛, 1968. 福島県に於けるイシガレイの分布・移動. 福島水試調査資料, 70: 1-10.
- 正木康昭・伊東 弘・東海 正・山口義昭, 1986. 周防灘産イシガレイの年令と成長. 日水誌, 52(3): 435-445.
- 三重県伊勢湾水産試験場, 1975. 昭和49年度太平洋中区栽培漁業漁場資源生態調査 カレイ類調査報告, 1-59.
- 宮城県水産試験場, 1975. 昭和47, 48, 49年度総括 太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査報告書, 1-64.
- 庄司泰雅・目黒清美・伊藤光正, 1982. 銚子近海のイシガレイの成長と成熟. 千葉水試研報, (40): 67-74.
- SUZUKI, K., 1966. Growth of *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY) deduced from otolith. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 5(3): 455-468.
- 高越哲夫・秋元義正, 1975. イシガレイの生態に関する研究-I. 0年魚群の成長と生息場. 福島水試研報, (3): 41-50.
- 山下 豊, 1963. 石狩湾における産卵期のイシガレイの生活と資源について. 北水試報告, (5): 1-6.
- ・苫米地洋文, 1964. 余市沿岸における産卵期のイシガレイ. 北水誌月報, 21(1): 3-8.
- ・——・森田 祥, 1963. 石狩湾におけるイシガレイ I 接岸群の生活周期. 同誌, 20(6): 18-20.