

## 銚子近海のイシガレイの成長と成熟

庄司泰雅・目黒清美・伊藤光正

### はじめに

イシガレイ *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY) は、日本各地の浅海域に広く分布し、底曳網や刺網にとって重要な漁獲対象魚であり、その年齢と成長を知ることが資源管理上重要である。

本種の年齢と成長は、すでに小松<sup>2)</sup>、愛知水試<sup>3)</sup>、伊勢湾水試<sup>4)</sup>、茨城水試<sup>5)</sup>、平川<sup>6)</sup> によって報告されている。しかし、それらは査定方法が一定でなく、また成長にも差がみられる。

そこで著者らは、銚子近海におけるイシガレイについて、その成長および成熟を調査し、若干の知見を得たのでここに報告する。

稿を始めるにあたり、標本魚の購入にご協力いただいた銚子市漁業協同組合に感謝の意を表します。

### 材料および方法

1977年9月から1980年6月までの間(ただし7~8月の禁漁期間を除く)、茨城県磯崎沖から、千葉県太東崎沖の海域(図1)で、茨城県と千葉県の小型底曳網漁船および、沖合底曳網漁船によって漁獲され、銚子魚市場に水揚げされた768個体を用い(表1)、各個体について生鮮のまま体長、体重、生殖腺重量を測定した。

体長は吻端から尾部の被肉部までをmitsutoyo製ノギスで、体重は大野製上皿自動秤りで、生殖腺重量は石田式自動上皿天秤でそれぞれ測定した。

年齢査定には無眼側の耳石を用いた。これを砥石で薄板状に研磨した後、万能投影機(日本光学製6C-2型)で10倍にして計測した。

年齢標示は、透明帯外縁部とし、核の中心から第n標示までの距離( $r_n$ )と、耳石縁部までの距離(R)を測定した(図2)。

体長(L)と耳石半径(R)の間には直線的な関係が認められたので最小二乗法を使い、Walfordの定差図<sup>7)</sup>を描き、これから得られる関係式から極限体長( $L_\infty$ )を求め、さらにVon Bertalanffyの成長式<sup>7)</sup>

から計算体長を求めた。また、生殖腺熟度指数(GI)は、生殖腺重量(g)/(体長(cm))<sup>3</sup> × 10<sup>4</sup>で求めた。

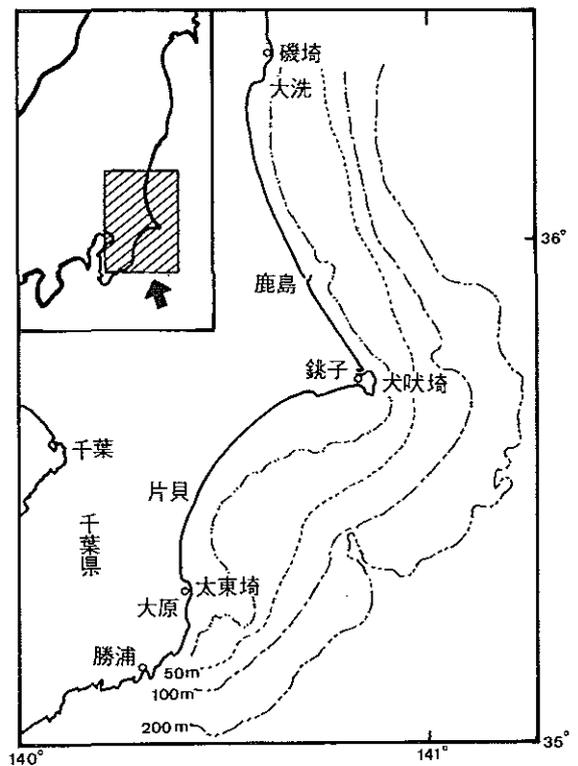


図1. 調査海域

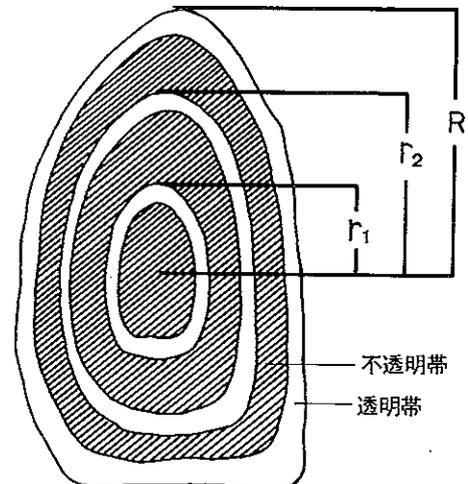


図2. イシガレイの耳石輪紋

表1 年齢査定に用いた材料

漁獲年月日	標本数	体長範囲mm	漁獲位置	漁法
1977. 9.20	12	174~228	35°23' N 140°45' E	沖底
10.27	13	229~323	35°48' 140°58'	〃
11.24	14	195~348	35°49' 140°54'	小底
12.15	19	178~465	36°04' 140°52'	沖底
1978. 1.24	15	165~237	35°30' 140°32'	小底
2.16	20	231~416	36°05' 140°52'	沖底
3.22	21	218~371	35°38' 141°11'	〃
4.25	22	224~343	35°43' 141°03'	〃
5.16	23	234~340	35°58' 140°52'	〃
6.15	20	123~310	35°18' 140°38'	〃
9.26	25	162~335	35°48' 140°51'	小底
10.24	29	150~263	35°57' 140°51'	〃
11.26	30	181~331	35°33' 140°42'	〃
12.20	29	205~423	35°36' 140°51'	沖底
1979. 1.27	30	179~278	35°57' 140°49'	小底
2.20	20	201~328	35°56' 140°51'	〃
3.27	24	229~380	35°42' 141°01'	沖底
4.17	30	202~372	35°45' 140°58'	小底
5. 9	31	202~379	35°51' 140°51'	〃
6. 7	29	172~368	35°57' 140°52'	沖底
9.11	28	190~340	35°53' 140°52'	小底
10.16	32	190~337	35°50' 140°57'	沖底
11.14	32	231~467	35°57' 140°50'	小底
12.13	30	213~410	35°57' 140°50'	〃
1980. 1.17	33	191~367	35°52' 140°52'	〃
2.19	36	209~461	36°13' 140°47'	沖底
3.13	31	195~426	35°29' 140°33'	小底
4.16	37	260~371	35°23' 140°41'	沖底
5.16	29	221~381	35°24' 140°42'	〃
6. 8	24	261~409	35°28' 140°43'	〃

結果と考察

1. 成長について

1-1 標示の形成時期

耳石縁辺部の季節変化は図3に示すとおり、不透明帯でおおわれている期間はおおむね2~6月であり、9~1月にはほとんど透明帯に変わっている。したがって輪紋は2月ころ形成されるものと考えられる。

1-2 各標示径の平均値

標示群別の各標示径平均値を雌雄別にして表2に示した。雌雄とも1輪群の第1輪半径平均値  $r_1$  は、2輪群の第1輪半径平均値  $r_1$  より大きく、また、2輪群の第2輪半径平均値  $r_2$  は、3輪群の第2輪半径平均値  $r_2$  より大きい。しかし、3輪群の第3輪半径平均値  $r_3$  は4輪群の第3輪半径平均値  $r_3$  より小さい。雌雄とも4輪群以上の標本個体数が少ないため、単に結論づけられないが、高輪群になるにしたがい各輪半径が小さくなるLee現象<sup>7)</sup>は認められない。

1-3 体長と耳石半径の関係

体長と耳石半径との間には直線的な関係(図4)が

表2 輪群別輪半径平均値

性	輪群	標本数	輪半径平均値mm				
			$r_1$	$r_2$	$r_3$	$r_4$	$r_5$
雌	1	26	2.23				
	2	207	1.89	3.23			
	3	222	1.71	3.01	3.94		
	4	53	1.75	3.07	4.02	4.71	
	5	5	2.02	3.29	4.01	4.62	5.05
	平均	513	1.92	3.15	3.99	4.67	5.05
雄	1	9	1.93				
	2	122	1.81	2.81			
	3	119	1.60	2.36	3.29		
	4	5	1.69	2.72	3.43	3.75	
	平均	255	1.76	2.63	3.36	3.75	

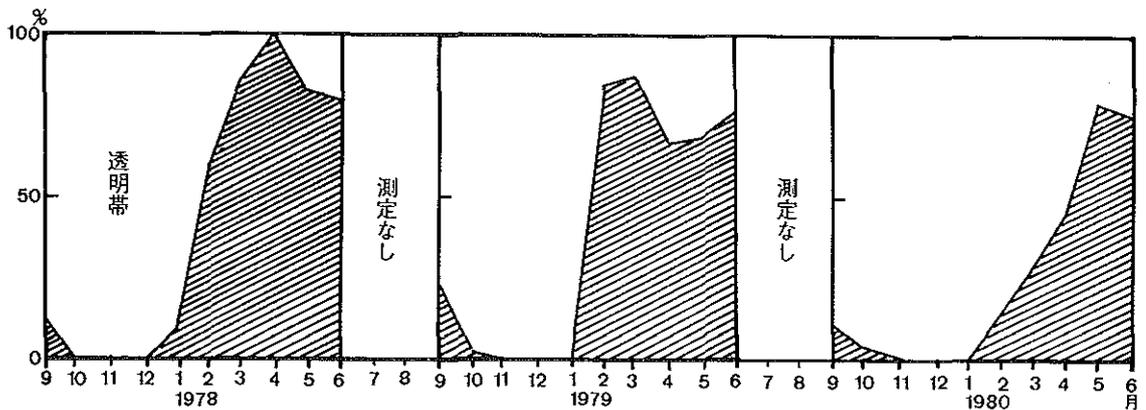


図3. 不透明帯出現度数

あり、最小二乗法により次式で示される。

雌  $R = 0.0103L + 0.9131$  ( $r = 0.911$ )

雄  $R = 0.0105L + 0.8099$  ( $r = 0.872$ )

R : 耳石半径mm

L : 体長mm

この式へ、表2に示されている各標示径の平均値を代入し、輪紋が形成される時期の体長を求めると、雌では  $l_1 = 97.8\text{mm}$ ,  $l_2 = 217.2\text{mm}$ ,  $l_3 = 298.7\text{mm}$ ,  $l_4 = 364.7\text{mm}$ ,  $l_5 = 401.6\text{mm}$ , また雄では、 $l_1 = 90.5\text{mm}$ ,  $l_2 = 173.3\text{mm}$ ,  $l_3 = 242.9\text{mm}$ ,  $l_4 = 280.0\text{mm}$ となる。この体長から Walford の定差図<sup>7)</sup>を描くと図5のお

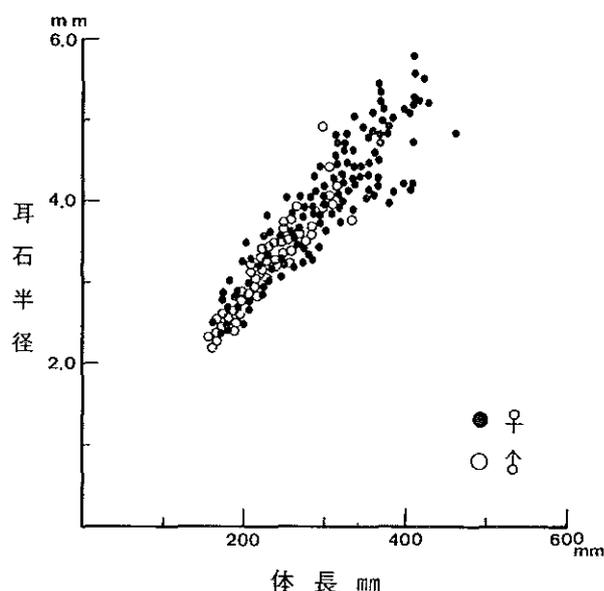


図4. イシガレイの体長と耳石半径の関係

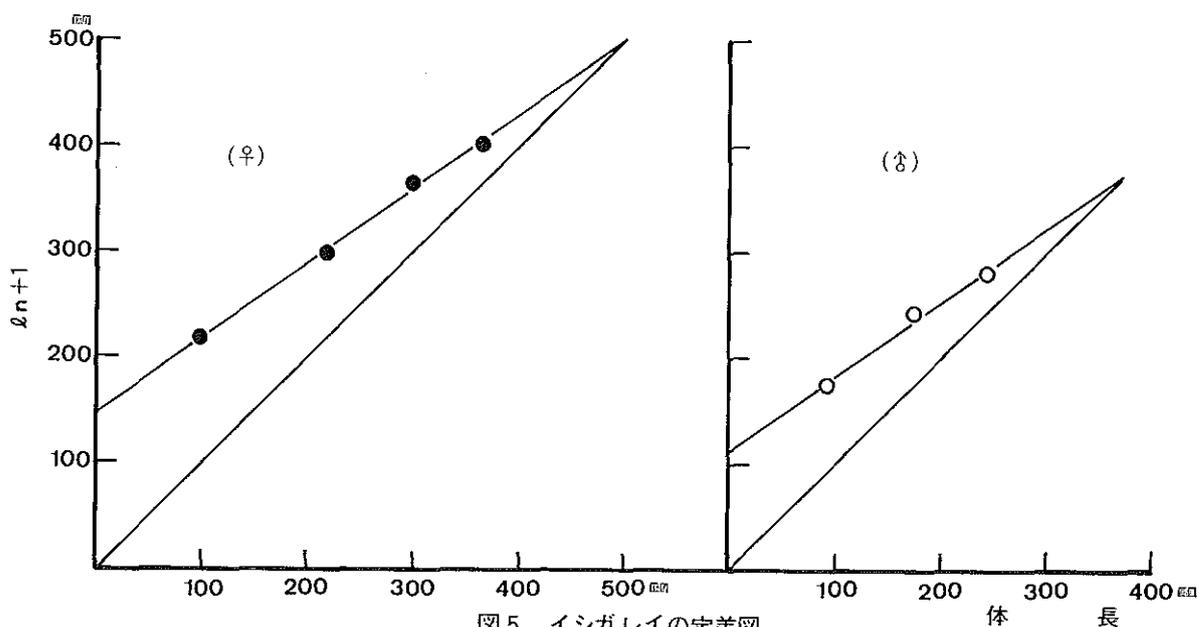


図5. イシガレイの定差図

り直線となり、次の直線回帰式で表わされる。

雌  $L_{n+1} = 0.7035L_n + 148.4954$

雄  $L_{n+1} = 0.7044L_n + 113.1010$

$L_{n+1}$  :  $n + 1$  年の輪紋形成時の体長mm

$L_n$  :  $n$  年の輪紋形成時の体長mm

これにより極限体長 ( $L_\infty$ ) は、雌500.8mm、雄382.6mmと求められる。

1-4 成長

輪紋形成時の体長と極限体長を、Von Bertalanffy の成長式<sup>7)</sup>  $L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$  にあてはめると次に示される。

雌  $L_t = 500.8 [1 - e^{-0.3517(t-0.3751)}]$

雄  $L_t = 382.6 [1 - e^{-0.3504(t-0.2195)}]$

L : 体長mm

t : 年

この成長式から計算体長は、雌では、 $l_1 = 98.1\text{mm}$ ,  $l_2 = 218.0\text{mm}$ ,  $l_3 = 301.8\text{mm}$ ,  $l_4 = 360.8\text{mm}$ ,  $l_5 = 402.4\text{mm}$ , 雄では、 $l_1 = 91.6\text{mm}$ ,  $l_2 = 177.6\text{mm}$ ,  $l_3 = 238.2\text{mm}$ ,  $l_4 = 280.9\text{mm}$ となり、雌雄とも先の標示径から求めた体長に近い値を示した。

また、体長と体重の関係 (図6) は次式で表わされる。

雌  $W = 3.475 \times 10^{-5} L^{2.9096}$

雄  $W = 1.301 \times 10^{-4} L^{2.6463}$

W : 体重g

L : 体長mm

この関係式から  $t$  年後の体重を求めると、雌では、 $l_1 = 22.1\text{g}$ ,  $l_2 = 221.3\text{g}$ ,  $l_3 = 570.4\text{g}$ ,  $l_4 = 958.7$

g、 $l_5=1316.1$  g、雄では、 $l_1=20.2$  g、 $l_2=116.7$  g、 $l_3=253.7$  g、 $l_4=392.4$  gとなり、年齢と体長および年齢と体重の関係を図7に示す。

イシガレイの成長について、既往研究報告は表3の

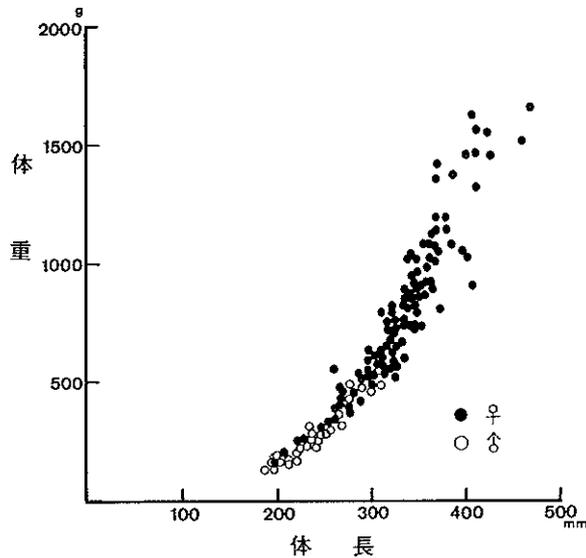


図6. イシガレイの体長と体重の関係

とおりである。

伊勢湾、三河湾、渥美外海で調査した愛知水試<sup>3)</sup>と伊勢湾で調査した伊勢湾水試<sup>4)</sup>は、成長を全長で報告しており、直接比較することが出来ない。また、福島県沖から仙台湾で調査した小松<sup>2)</sup>と、茨城県沖で調査した茨城水試<sup>5)</sup>は耳石の輪紋数と体長組成の結果から求めた結果であり、Von Bertalanffyの成長式<sup>7)</sup>へのあてはめがされていない。また、福島県沖で調査した平川<sup>6)</sup>は、耳石の不透明帯外縁部を輪紋とした結果であり、著者らと比較できない。しかし、銚子近海とは隣接海域であり、平川<sup>6)</sup>の結果と比較する必要がある。よって、銚子近海における本種の成長を不透明帯外縁部から求めると、輪群別輪半径の平均値は表4に示すとおりである。この平均値を先の体長と耳石半径との関係式へ代入し、求められた輪紋形成時の体長からWalfordの定差図<sup>7)</sup>の方法にもとづく、直線回帰式が次に求まる。

$$\text{雌 } L_{n+1} = 0.7066L_n + 145.7169$$

$$\text{雄 } L_{n+1} = 0.6567L_n + 119.3852$$

$L_{n+1}$  :  $n+1$ 年の輪紋形成時の体長mm

$L_n$  :  $n$ 年の輪紋形成時の体長mm

これにより極限体長 ( $L_\infty$ ) は、雌 496.6mm、雄

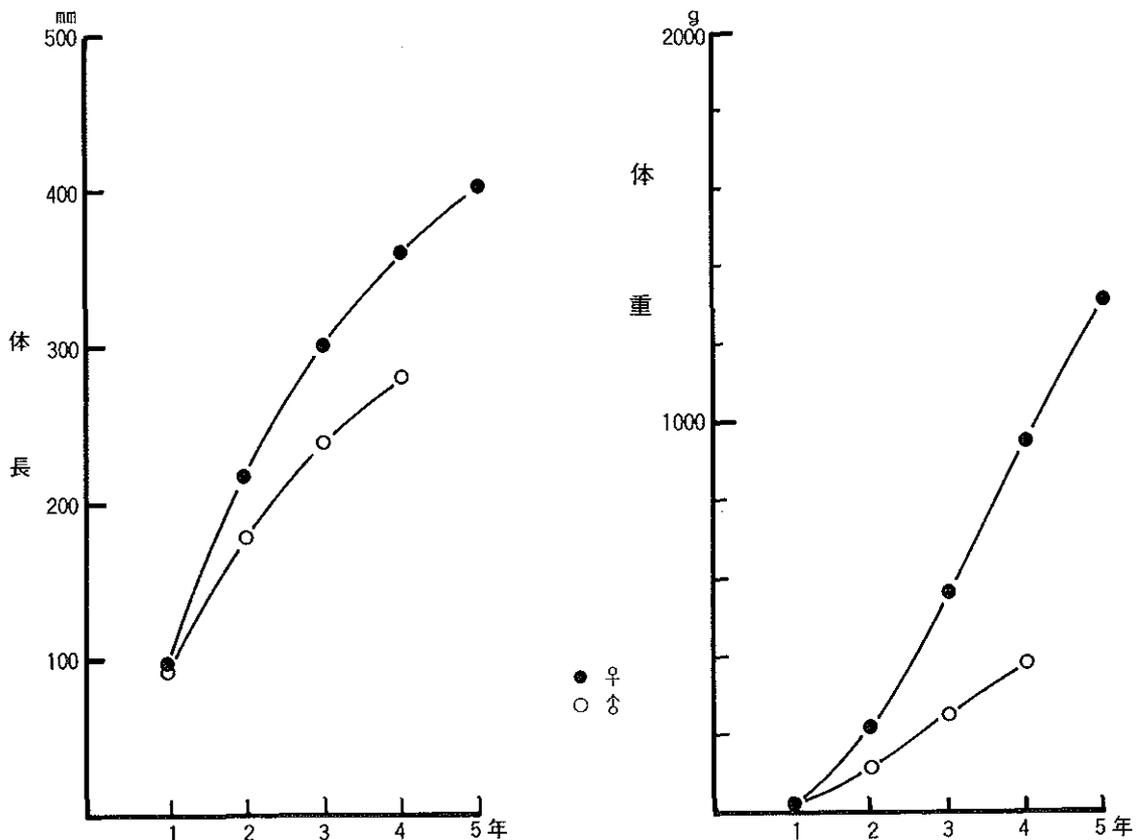


図7. イシガレイの成長曲線

表3 既往研究によるイシガレイの成長

単位mm

研究者	性	年 齢							査定方法	測定部位	調査海域
		I	II	III	IV	V	VI	VII			
小 松	♀ ♂	100	200~220	300~320 260~270	350~370 320~330	370~380	390~400	400~420	耳石・体長組成	体長	福島県沖 ~仙台湾
愛知水試	混	143	231	302	356	398	432	458	耳石 (不透明帯外縁部)	全長	伊勢湾 三河湾 渥美外海
伊勢湾水試	混	146	233	298	348	385	413		〃	〃	伊勢湾
茨城水試	♀ ♂	100	190	280 230					〃	体長	茨城県沖
平 川	♀ ♂	46.7 42.3	200.7 179.9	294.7 237.1	354.2 260.8	387.2 270.7	408.6	421.7	〃	〃	福島県沖
著 者 ら	♀ ♂	98.1 91.6	218.0 177.6	301.8 238.2	360.8 280.9	402.4			耳石 (透明帯外縁部)	〃	銚子近海

347.8mmと求められ、Von Bertalanffy の成長式<sup>7)</sup> にあてはめると次式が得られる。

$$\text{雌 } Lt = 496.6 [1 - e^{-0.3473(t-0.4449)}]$$

$$\text{雄 } Lt = 347.8 [1 - e^{-0.4206(t-0.3842)}]$$

L : 体長 mm

t : 年

この成長式から求められる計算体長は、雌では、 $l_1 = 87.0\text{mm}$ 、 $l_2 = 207.2\text{mm}$ 、 $l_3 = 292.2\text{mm}$ 、 $l_4 = 352.2\text{mm}$ 、 $l_5 = 394.3\text{mm}$ 、雄では、 $l_1 = 79.4\text{mm}$ 、 $l_2 = 171.5\text{mm}$ 、 $l_3 = 232.0\text{mm}$ 、 $l_4 = 271.8\text{mm}$ となり、平川<sup>6)</sup>の結果(表3)と比較すると、2~5歳の成長は、雌雄とも近似の値を示した。したがって、福島県沖から千葉県太東埼沖に分布する本種の成長は、年齢査定の方法を統一すればほとんど差異はないものと考えられる。

なお、不透明帯外縁部を輪紋とした場合の銚子近海における本種の輪紋形成時の体長、計算体長、計算体重は表5に示す。

2. 成熟について

2-1 産卵期の推定

生殖腺熟度指数は、雌雄とも11月から高まるが、もっとも高くなる時期は、年によってズレがみられる(図8)。すなわち指数の高い時期は、雌では、1977年12月から1978年2月までと、1978年12月から1979年1月まで、および1979年12月から1980年1月までの間であり、その後の指数は極端に低い。また、雄では、1977年12月と、1978年11月から1979年1月まで、および1979年12月から1980年1月までの間であり、それ以後の指数は低い。したがって、産卵はおおむね12月から始まり、1978年には2月まで、1979年と1980年には1月までであったと考えられる。

2-2 性比

月別の性比(♀/♀+♂×100)を、9月から翌年6

表4 不透明帯外縁部による輪群別輪半径平均値

性	輪群	標本数	輪半径平均値mm				
			r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>
雌	1	3	2.11				
	2	186	1.78	3.12			
	3	245	1.59	2.90	3.84		
	4	70	1.63	2.96	3.92	4.62	
	5	9	1.89	3.18	3.91	4.53	4.97
	平均	513	1.80	3.04	3.89	4.58	4.97
雄	1	3	1.81				
	2	115	1.69	2.71			
	3	126	1.48	2.47	3.19		
	4	11	1.57	2.61	3.33	3.66	
	平均	255	1.64	2.60	3.26	3.66	

表5 不透明帯外縁部によるイシガレイの年齢と成長

区 分		l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>
雌	輪形成時体長(mm)	86.1	206.5	289.0	356.0	393.9
	計算体長(mm)	87.0	207.2	292.2	352.2	394.3
	計算体重(g)	15.3	190.9	519.0	893.6	1240.8
雄	輪形成時体長(mm)	79.1	170.5	233.3	271.4	
	計算体長(mm)	79.4	171.5	232.0	271.8	
	計算体重(g)	13.9	106.4	236.7	359.9	

月までを1カ年として表わすと、平均的にはおおむね65~68%と雌がやや多い。しかし、1978年1月には20%、1979年1月には26%、1980年2月には32%と、産卵期から産卵直後にかけて雌は極端に少ない(図9)。

産卵期の性比について、山下・苫米地<sup>8)</sup>は余市沿岸の産卵期(12月中旬~2月下旬)に刺網で漁獲された本種を調査したところ、8割が雄であったとしており著者らが調査した結果と類似している。なお、山下・苫米地<sup>8)</sup>は、雄が多いのは刺網によるためではないかとしているが、著者らが底曳網の漁獲物から調査した

ところ、同じような結果を得たことは、本種の産卵期における雌雄の行動の違いが想定される。

2-3 産卵加入群の推定

産卵期間の年齢組成は図10に示すとおり、1977年12

月から1978年2月と、1978年11月から1979年1月の場合には、雌雄とも2令魚がもっとも多く、3令魚が次いで多い。1979年12月から1980年1月の場合には、雌雄とも3令魚がもっとも多く、2令魚が次いで多い。

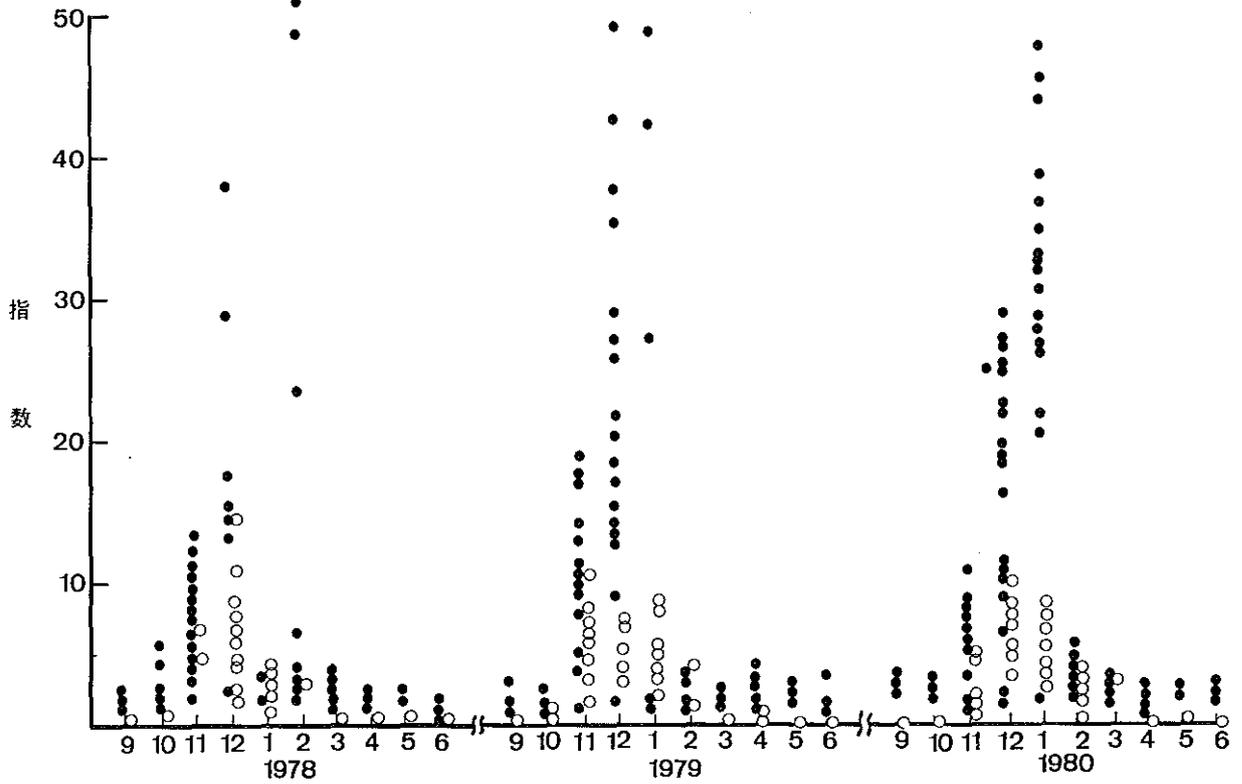


図8. イシガレイの生殖腺熟度指数 ( $\frac{GW}{L^3} \times 10000$ )

● ♀  
○ ♂

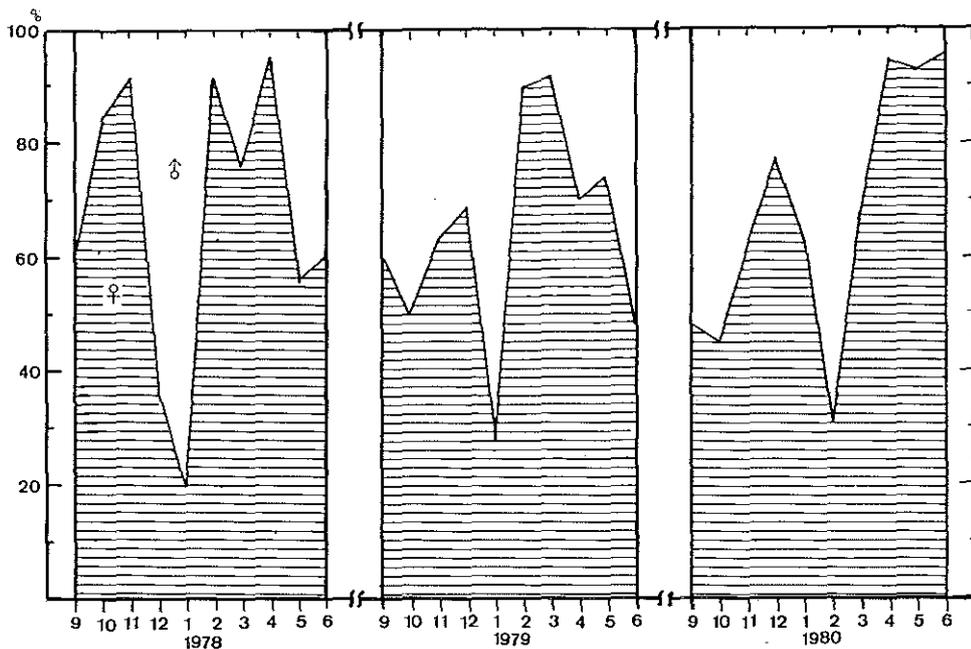


図9. イシガレイの雌雄出現ひん度

各年の産卵期間とも雌の4~5令魚の割合はわずかであり、1令魚においては、1977年12月から1978年2月の場合に若干みられただけで、他年の場合にはみられていない。また雄では、4令魚がみられたのは1978年11月から1979年1月の場合だけであり、1令魚では1977年12月から1978年2月の場合に若干みられただけである。

一方、産卵期間の体長と生殖腺熟度指数の関係は図11に示すとおり、雌は2令魚にあたる体長220mm以上の個体の生殖腺熟度指数はおおむね高い。また、雄は2令魚にあたる体長170mm以上の生殖腺熟度指数は体長差による変化が少なく、これらは成熟しているものと考えられる。したがって、産卵期の年齢組成および体長と生殖腺熟度指数の関係から、産卵には雌雄とも2令魚から加入しているものと考えられる。

以上、銚子近海におけるイシガレイの年齢と成長、および成熟について考察を試みた。しかし、高令魚や低令魚の標本数が少なく、今後は標本魚の採集方法を検討していくことが必要であろう。また、今回ふれな

かった本種の産卵場や分布についても明確にする必要がある。

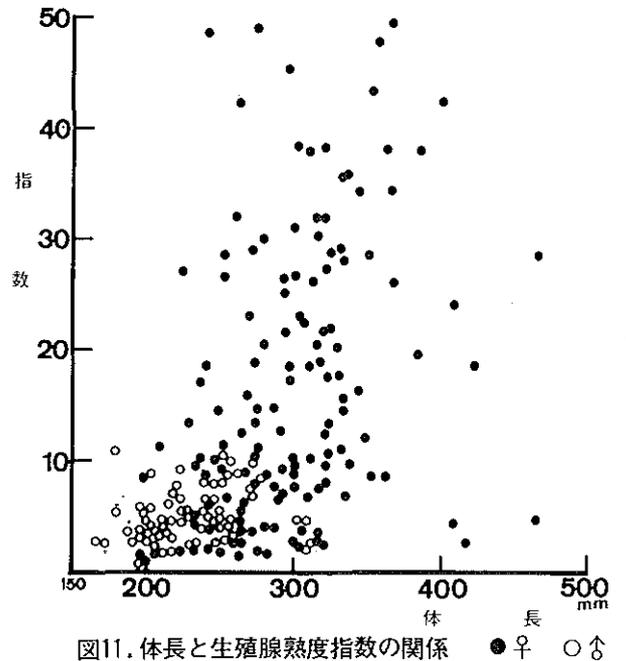


図11. 体長と生殖腺熟度指数の関係 ●♀ ○♂

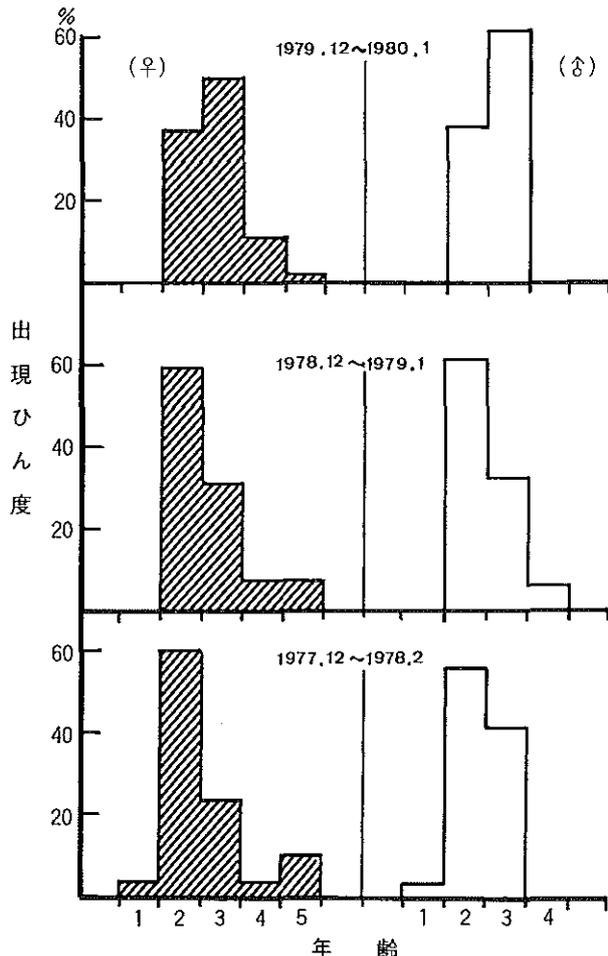


図10. 産卵期の年齢組成(%)

要約

- 1) 銚子近海のイシガレイについて、1977年9月から1980年6月の間、小型底曳網および沖合底曳網漁船によって漁獲され、銚子魚市場に水揚げされた768個体を用い、耳石により年齢と成長を調べ、成熟についても明らかにした。
- 2) 年齢査定には無眼側の耳石を用い、透明帯外縁部を輪紋とした。
- 3) 耳石の縁辺部は、2~6月には不透明帯、9~1月は透明帯でおおわれている。
- 4) 体長と耳石半径とは直線関係を示す。
- 5) 標示径から標示形成時の体長を求め、この体長からWalfordの定差図を描くと直線関係となり、直線回帰式から極限体長は、雌500.8mm、雄382.6mmと求められた。
- 6) Von Bertalanffyの成長式による計算体長は、雌では、 $l_1=98.1\text{mm}$ 、 $l_2=218.0\text{mm}$ 、 $l_3=301.8\text{mm}$ 、 $l_4=360.8\text{mm}$ 、 $l_5=402.4\text{mm}$ 、雄では $l_1=91.6\text{mm}$ 、 $l_2=177.6\text{mm}$ 、 $l_3=238.2\text{mm}$ 、 $l_4=280.9\text{mm}$ となる。
- 7) 産卵期は、12月から始まり、1978年には2月、1979年と1980年には1月までであったと推定された。
- 8) 性比は、周年ほぼ雌が多いが、産卵期から産卵期直後には一時雄が多くなる。
- 9) 産卵には、雌雄とも2令魚から加わるものと推定された。

## 文 献

- 1) 新日本動物図鑑 (下). 493、北隆館 東京 (1965)
- 2) 小松昭衛: 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 (1968)
- 3) 愛知県水産試験場: 昭和49年度太平洋中区栽培漁業資源生態調査報告書 (クルマエビ・カレイ). 87~93 (1975)
- 4) 三重県伊勢湾水産試験場: 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. (1975)
- 5) 茨城県水産試験場: 太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査結果報告書 総括 (昭和47・48・49年度) 42~53 (1975)
- 6) 平川英人: 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 (1980)
- 7) 久保伊津男・吉原友吉: 水産資源学 改訂版 129~198, 共立出版 東京 (1977)
- 8) 山下豊・苔米地洋文: 余市沿岸における産卵期のイシガレイ. 北水試月報, Vol 21, No 1, 3~8 (1964)