

## 銚子近海のムシガレイの成長と成熟

庄司泰雅

### はじめに

ムシガレイ *Eopsetta grigorjewi*(HERZENSTEIN) は、日本各地から東シナ海・台湾まで広く分布しており、本県でも底曳網による漁獲が多い。

本種の年齢と成長については、すでに大内・武田、石戸、今岡・三栖が耳石で、平松が鱗を使って報告している。しかし、それらの結果は調査海域や年齢査定の方法が異なり、成長にも差がみられる。また、千葉県近海での本種の報告はみあたらない。

そこで著者は、銚子近海におけるムシガレイの成長と成熟を明らかにすべく調査したところ、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

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
1977. 9.29	19	184~260	35°23' N 140°45' E
10.27	21	146~224	35°52' 141°08'
11.24	18	177~274	35°35' 141°04'
12.15	11	183~293	36°05' 140°50'
1978. 1.18	20	144~250	35°19' 140°45'
2.16	15	197~237	35°30' 140°47'
3.22	22	168~282	36°20' 140°49'
4.25	21	161~279	35°43' 141°03'
5.25	31	192~320	35°59' 140°53'
6.28	33	205~312	35°14' 140°35'
9.26	31	166~252	36°01' 140°52'
10.25	29	186~258	36°16' 140°47'
11.23	33	169~261	35°25' 140°45'
12.15	33	167~338	35°24' 140°44'
1979. 1.25	42	161~315	35°20' 140°44'
2.22	34	188~378	35°29' 140°51'
3.23	53	174~269	35°28' 140°50'
4.10	30	168~304	35°15' 140°37'
5.10	28	185~316	35°32' 140°52'
6.13	30	160~258	35°16' 140°36'
9.18	31	170~224	36°07' 140°49'
10.11	38	159~239	35°24' 140°46'
11.15	36	176~271	35°52' 141°10'
12.15	42	171~262	35°25' 140°48'
1980. 1.26	31	176~264	35°24' 141°04'
2.15	34	173~302	36°01' 140°52'
3.13	40	190~310	35°29' 140°52'
4.22	39	172~312	35°14' 140°37'
5.28	53	174~281	35°50' 140°55'
6.18	34	181~273	35°21' 140°45'

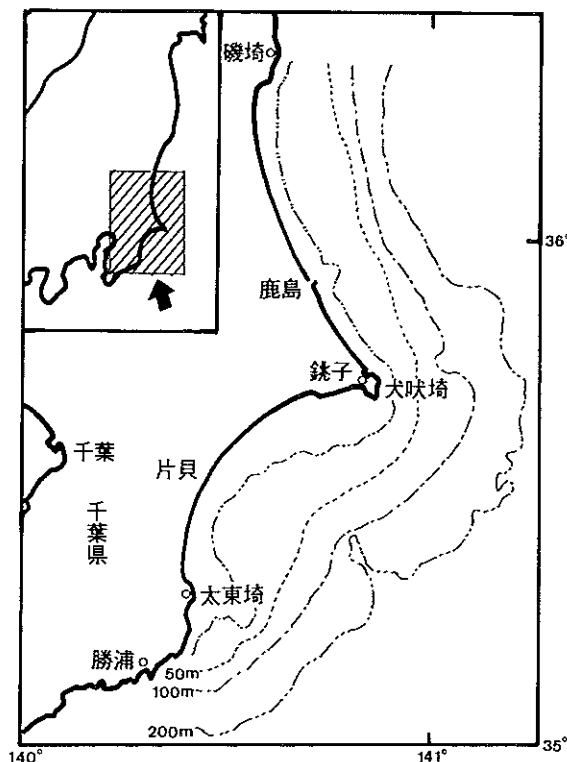


図1 調査海域図

埼沖の海域(図1)で、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932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、体重は大野製上皿秤りで、生殖腺重量は石田式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20倍に拡大し、各輪紋を計測した。

年齢標示は、今岡・三栖<sup>4)</sup>の方法に従い、耳石上の不透明帯外縁部とし、核の中心から第n標示までの距離(rn)と、縁辺部までの距離(R)を測定した(図2)。また、耳石縁辺成長率は $(R - rn) / (rn - rn^{-1})$ で表わした。

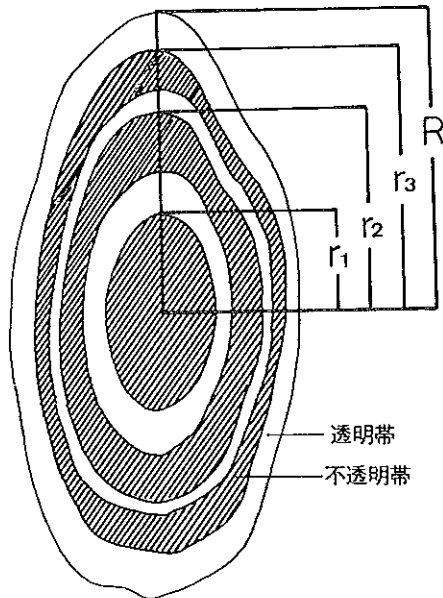


図2. ムシガレイの耳石輪紋模式図

体長(L)と耳石半径(R)の間には、直接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>6)</sup>を描き、これから得られる関係式から極限体長(L<sub>∞</sub>)を求め、さらにVon Bertalanffyの成長式<sup>6)</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<sub>cm</sub>)<sup>3</sup>×10<sup>4</sup>で求めた。

## 結果と考察

### 1. 成長について

#### 1-1 標示の形成時期

耳石の縁辺成長率は、図3に示すとおり、各年とも9月には成長率の低い個体が多い。その後は徐々に高い個体が増加し、3月ころにはもっとも高い個体と低い個体が混在するようになるが、以後高い個体は少な

くなる。この成長率の低い時期は透明帯の始まりを、もっとも高い個体と低い個体が混在する時期は不透明帯の始まりを意味するものと考えられる。したがって透明帯の形成時期は9月、不透明帯の形成時期は3月ころと推定される。また、雌雄による形成時期の差は認められなかった。

本種の輪紋形成時期について、日本海西南海域で調査した大内・武田<sup>2)</sup>は、耳石縁辺部が透明帯でおおわれている期間は9~1月であり、2月からは不透明帯の形成が始まるとし、八戸近海で調査した石戸<sup>3)</sup>は、透明帯の期間は8~11月、不透明帯の期間は4~8月であると報告している。よって著者が銚子近海で調べた透明帯形成時期は、大内・武田<sup>2)</sup>の結果と一致するが、石戸<sup>3)</sup>の結果より1カ月遅い。また、不透明帯形成時期は大内・武田<sup>2)</sup>の結果より1カ月遅く、石戸<sup>3)</sup>の結果より1カ月早いことになる。

#### 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2輪群がもっとも多く、また、2輪群の第2輪半径平均値r<sub>2</sub>は、3輪群の第2輪半径平均値r<sub>2</sub>より大きく、3輪群の第3輪半径平均値r<sub>3</sub>は、4輪群の第3輪半径平均値r<sub>3</sub>より大きい。この傾向が最終輪群まで続いており、高輪群になるに従い各輪半径が小さくなるLee現象<sup>6)</sup>が認められた。

#### 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)があり、最小二乗法により次式で示される。

$$\text{雌 } R = 0.0130L + 0.0493 \quad (r = 0.897)$$

$$\text{雄 } R = 0.0122L + 0.2913 \quad (r = 0.802)$$

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 <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>
雌	1							
	2	189	1.13	2.30				
	3	174	1.04	2.05	2.86			
	4	55	0.99	1.91	2.77	3.37		
	5	25	0.84	1.60	2.34	2.89	3.49	
	6	4	0.85	1.66	2.29	2.85	3.47	3.81
	平均	447	0.97	1.90	2.57	3.04	3.48	3.81
雄	1	1	1.11					
	2	218	1.10	2.26				
	3	195	0.97	1.94	2.67			
	4	58	0.89	1.70	2.39	2.95		
	5	13	0.85	1.51	2.06	2.59	3.14	
	平均	485	0.98	1.85	2.37	2.77	3.14	

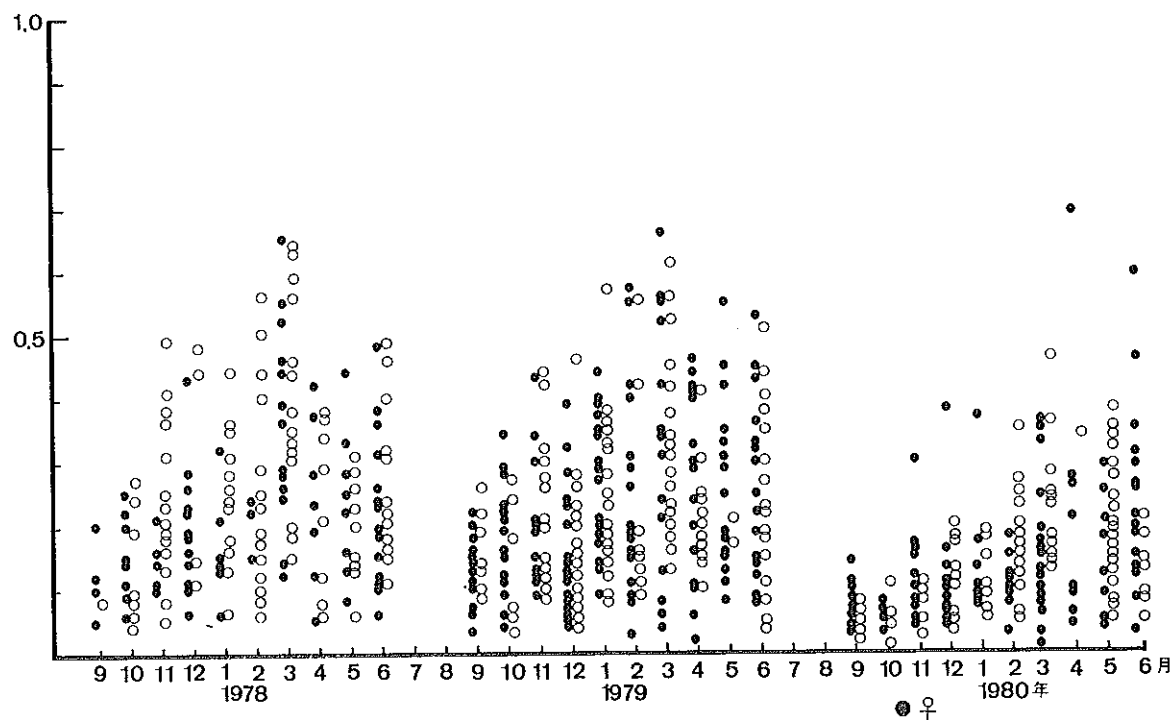


図3. 耳石の縁辺成長率 $\left(\frac{R-r_n}{R_n-r_{n-1}}\right)$

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、 $l_1=70.8\text{mm}$ 、 $l_2=142.4\text{mm}$ 、 $l_3=193.9\text{mm}$ 、 $l_4=230.1\text{mm}$ 、 $l_5=263.9\text{mm}$ 、 $l_6=289.3\text{mm}$ 、雄では、 $l_1=56.5\text{mm}$ 、 $l_2=127.8\text{mm}$ 、 $l_3=170.4\text{mm}$ 、 $l_4=203.2\text{mm}$ 、 $l_5=233.5\text{mm}$ と求められる。この体長からWalfordの定差図<sup>6)</sup>を描くと、図5に示すとおり直線となり、次の直線回帰式で表わされる。

雌  $L_{n+1}=0.7630L_n+86.4015$

雄  $L_{n+1}=0.7120L_n+84.4218$

$L_{n+1}$  :  $n+1$ 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

この直線回帰式により、極限体長( $L_\infty$ )は、雌364.6mm、雄293.1mmと求められる。

#### 1-4 成長

輪紋形成時の体長を、Von Bertalanffyの成長式<sup>6)</sup>、 $L_t=L_\infty[1-e^{-K(t-t_0)}]$ にあてはめると、次式に示される。

雌  $364.6[1-e^{-0.2705(t-0.2149)}]$

雄  $293.1[1-e^{-0.3397(t-0.3913)}]$

L : 体長mm

t : 年

この成長式から計算体長は、雌では、 $l_1=69.7\text{mm}$ 、 $l_2=139.6\text{mm}$ 、 $l_3=192.9\text{mm}$ 、 $l_4=233.6\text{mm}$ 、 $l_5=264.6\text{mm}$ 、 $l_6=288.3\text{mm}$ 、雄では、 $l_1=54.8\text{mm}$ 、 $l_2=123.4\text{mm}$ 、 $l_3=172.3\text{mm}$ 、 $l_4=207.1\text{mm}$ 、 $l_5=231.9\text{mm}$ と求められ、先に標示径から求めた体長に近似の値を示した。

また、体長と体重の関係(図6)は次式で表わされる。

雌  $W=7.497 \times 10^{-6} L^{3.1523}$

雄  $W=2.138 \times 10^{-5} L^{2.9446}$

W : 体重g

L : 体長mm

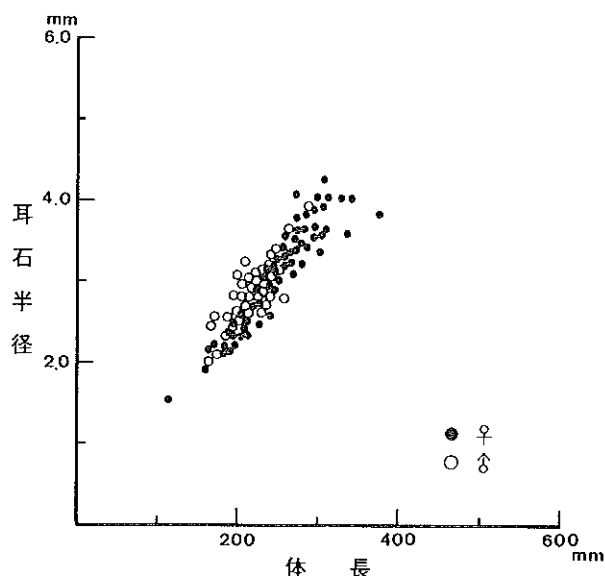


図4. ムシガレイの体長と耳石半径の関係

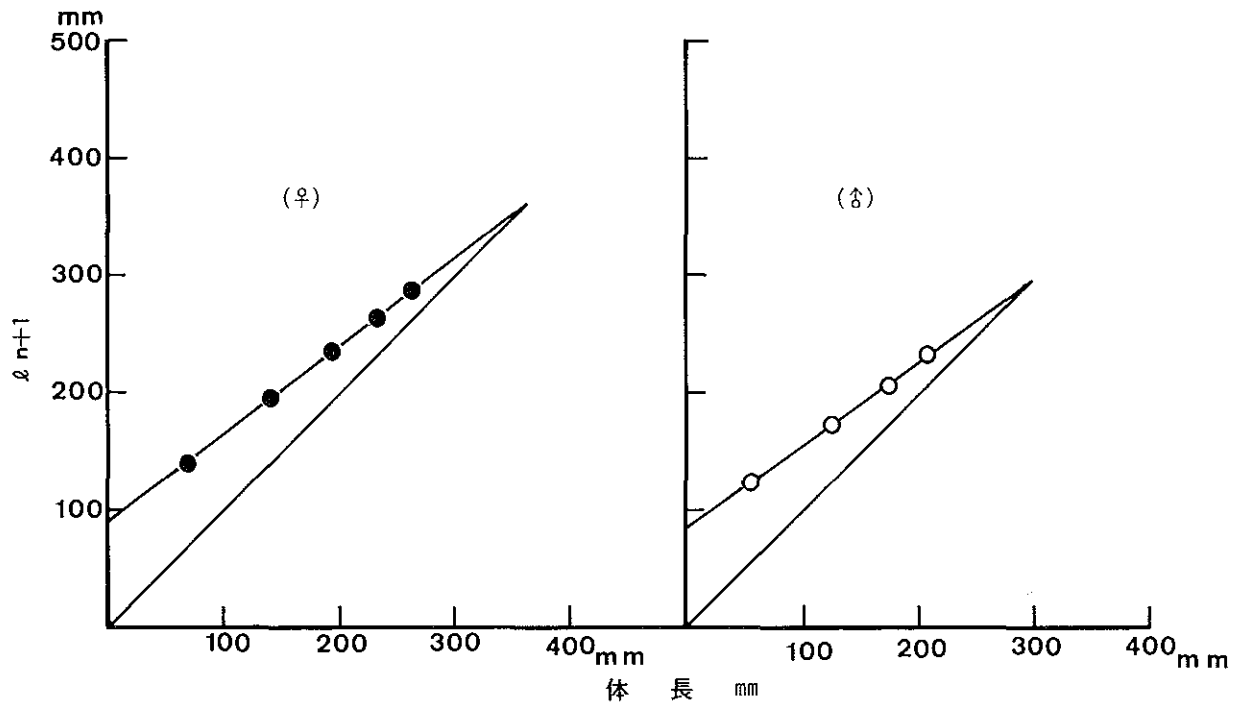


図5. ムシガレイの定差図

この関係式から  $t$  年後の体重を求めると、雌では、 $l_1 = 4.8 \text{ g}$ 、 $l_2 = 43.3 \text{ g}$ 、 $l_3 = 119.9 \text{ g}$ 、 $l_4 = 219.3 \text{ g}$ 、 $l_5 = 324.8 \text{ g}$ 、 $l_6 = 425.5 \text{ g}$ 、雄では、 $l_1 = 2.8 \text{ g}$ 、 $l_2 = 30.8 \text{ g}$ 、 $l_3 = 82.2 \text{ g}$ 、 $l_4 = 141.3 \text{ g}$ 、 $l_5 = 197.2 \text{ g}$  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。

著者が銚子近海で調べた本種の成長を、既往報告(表3)と比較すると、八戸近海で調べた石戸<sup>3)</sup>の結果より、雌雄とも1令以上で大きい。また、日本海南西海域および、その周辺海域で調べた今岡・三栖<sup>4)</sup>より、雌の2~6令で大きい、雄は各令とも銚子近海のものの方が小さい。

著者および、石戸<sup>3)</sup>、今岡・三栖<sup>4)</sup>は不透明帯外縁部(ただし、石戸<sup>3)</sup>は透明帯内縁部と記載)を輪紋として求めた体長であるが、大内・武田<sup>2)</sup>は透明帯外縁部を輪紋として求めた体長である。この透明帯外縁部は著者の観察によれば不透明帯内縁部との境目が不鮮明なものが多い。しかし、透明帯外縁部は成長が始まる時期を意味し、これを輪紋として成長を求める必要がある。それには雌雄別の各標示径の平均値(表4)を先に述べた体長と耳石半径の関係式から、輪紋形成時の体長を求め、これからWalfordの定差図<sup>6)</sup>の方法にもとづき、次の直線回帰式を得る。

雌  $Ln + 1 = 0.7591Ln + 88.5587$

雄  $Ln + 1 = 0.7112Ln + 86.5269$

$Ln + 1$  :  $n + 1$  年の輪紋形成時の体長mm

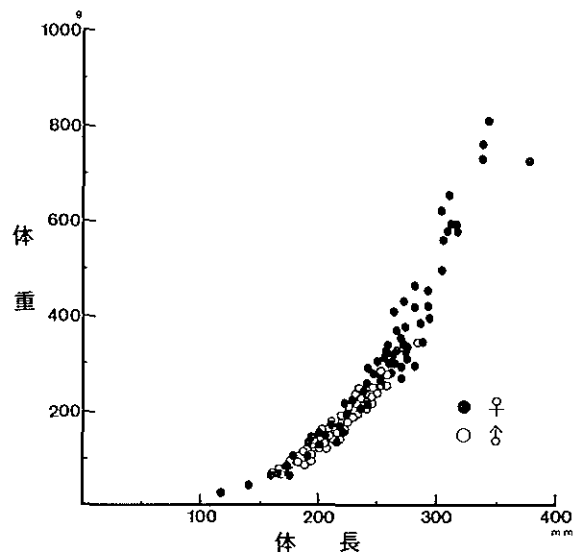


図6. ムシガレイの体長と体重の関係

$Ln$  :  $n$  年の輪紋形成時の体長mm

この直線回帰式から極限体長 ( $L\infty$ ) は、雌 367.6 mm、雄 299.6mmとなり、Von Bertalanffy の成長式<sup>6)</sup>にあてはめると次式となる。

雌  $Lt = 367.6 [1 - e^{-0.2756(t-0.0942)}]$

雄  $Lt = 299.6 [1 - e^{-0.3408(t-0.2581)}]$

$L$  : 体長mm

$t$  : 年

この成長式から得られる計算体長は、雌では、 $l_1 = 81.2 \text{ mm}$ 、 $l_2 = 150.2 \text{ mm}$ 、 $l_3 = 202.6 \text{ mm}$ 、 $l_4 = 242.3 \text{ mm}$ 、 $l_5 = 272.5 \text{ mm}$ 、 $l_6 = 295.4 \text{ mm}$ 、雄では、 $l_1 = 66.9 \text{ mm}$ 、

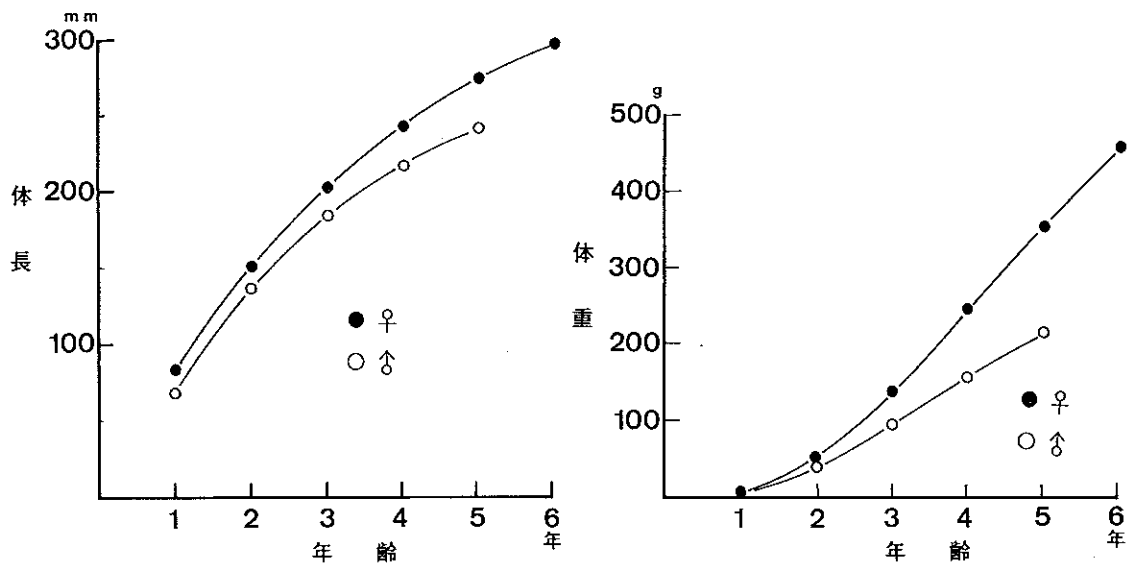


図7. ムシガレイの成長曲線

表3 既往研究によるムシガレイの成長

(単位mm)

研究者	性	年 齢								査定方法	調査海域
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
大内・武田 <sup>*</sup>	♀	81.2	132.3	178.3	215.6	246.4	271.9			耳石 (透明帯外縁部)	日本海 西南海域
	♂	74.9	126.4	166.0	213.0	240.0					
石戸	♀	74.0	118.0	158.0	200.0	236.0	256.0			耳石 (透明帯内縁部)	八戸近海
	♂	74.0	115.0	148.0	178.0						
今岡・三栖	♀	87.3	144.5	190.9	228.7	259.3	284.2	304.4	320.9	耳石 (不透明帯外縁部)	対島以東
		87.2	142.0	184.9	218.6	245.0	265.7				
	♂	79.2	138.0	185.9	224.9	256.6	282.4	303.4	320.5		対島以西
		68.1	133.8	176.2	210.5	238.2	260.6				
平松	♀		143.5	191.8	221.9					鱗	東支那海
	♂		136.9	178.0	220.2						
庄司	♀	69.7	139.6	192.9	233.6	264.6	288.3			耳石 (不透明帯外縁部)	銚子近海
	♂	54.8	123.4	172.3	207.1	231.9					

※大内・武田の体長は、輪紋形成時の平均体長

表4 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>	r <sub>6</sub>
雌	1							
	2	196	1.27	2.43				
	3	192	1.18	2.18	2.98			
	4	37	1.13	2.04	2.90	3.48		
	5	20	0.98	1.73	2.46	3.00	3.59	
	6	2	0.99	1.79	2.41	2.96	3.57	3.90
	平均	447	1.11	2.03	2.69	3.15	3.58	3.90
雄	1	11	1.26					
	2	220	1.24	2.39				
	3	192	1.11	2.07	2.79			
	4	52	1.03	1.83	2.51	3.06		
	5	10	0.99	1.64	2.18	2.70	3.24	
	平均	485	1.13	1.98	2.49	2.88	3.27	

$l_2 = 134.1\text{mm}$ ,  $l_3 = 181.9\text{mm}$ ,  $l_4 = 215.9\text{mm}$ ,  $l_5 = 240.1\text{mm}$ と求められ、透明帯外縁部を輪紋とした場合の計算体長、計算体重、輪紋形成時の体長は表5に示す。

大内・武田<sup>2)</sup>はこの方法により、日本海西南海域で調査し、輪紋形成時期の体長を求めているが、Von Bertalanffyの成長式<sup>6)</sup>へあてはめていない。よって輪紋形成時の体長(表3)で比較すると、銚子近海の本種の成長は、雌では各令とも大内・武田<sup>2)</sup>の結果より大きい、雄では各令ともほぼ同じとなる。

2. 成熟について

2-1 産卵期の推定

生殖腺熟度指数は図8に示すとおり、指数が高い時期は年によってズレがみられる。すなわち、指数は1978年と1980年には雌雄とも2月から急激に高まり、3〜

表5 透明帯外縁部によるムシガレイの年齢と成長

区分	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$l_6$	
雌	輪形成時体長(=)	81.6	152.4	203.1	238.5	271.6	296.2
	計算体長(=)	81.2	150.2	202.6	242.3	272.5	295.4
	計算体重(g)	7.8	54.5	139.9	246.2	356.5	459.6
雄	輪形成時体長(=)	68.7	138.4	180.2	212.2	241.7	
	計算体長(=)	66.9	134.1	181.9	215.9	240.1	
	計算体重(g)	5.1	39.3	96.5	156.7	218.3	

4月に最高となるが、5月には低下する個体が多い。また、1979年には1月から急激に高まり、2~4月に最高となるが、5月には極端に低い。したがって、産卵期は1978年と1980年の場合は3~5月、1979年の場合は2~4月と推定される。

2-2 性比

月別の性比は、9月から翌年6月までを1カ年とし

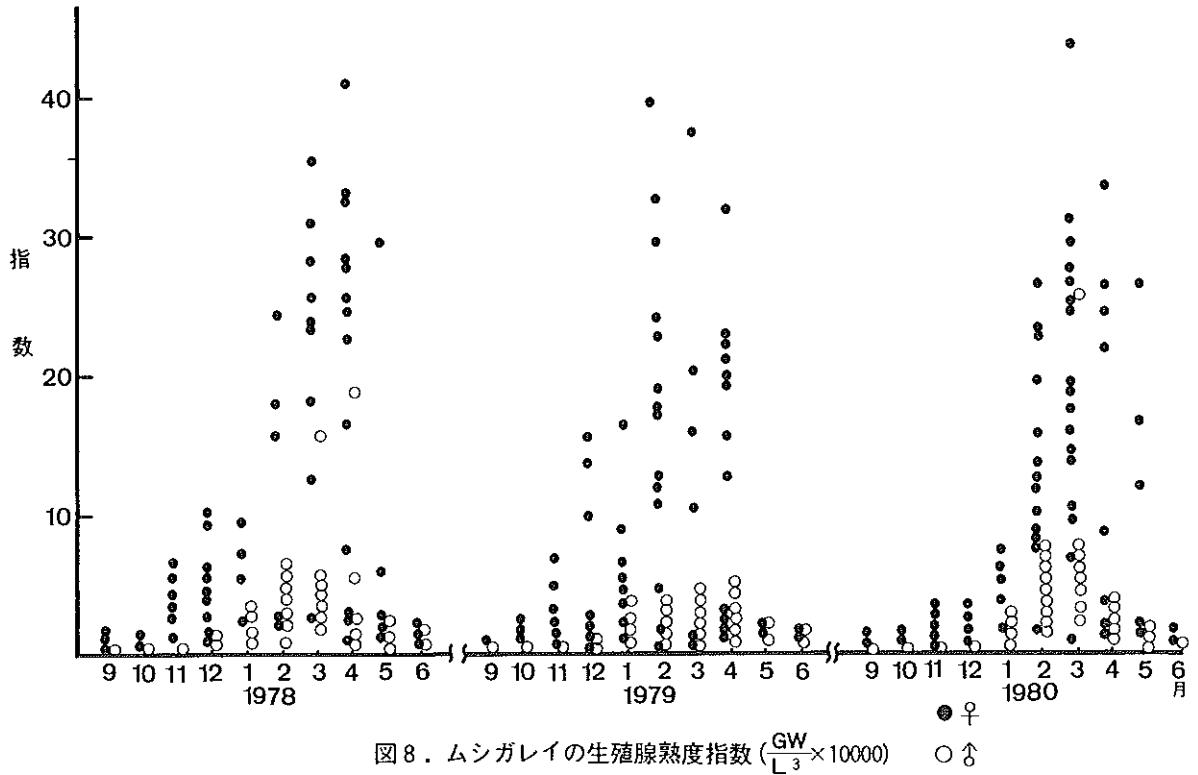


図8. ムシガレイの生殖腺熟度指数 ( $\frac{GW}{L^3} \times 10000$ )

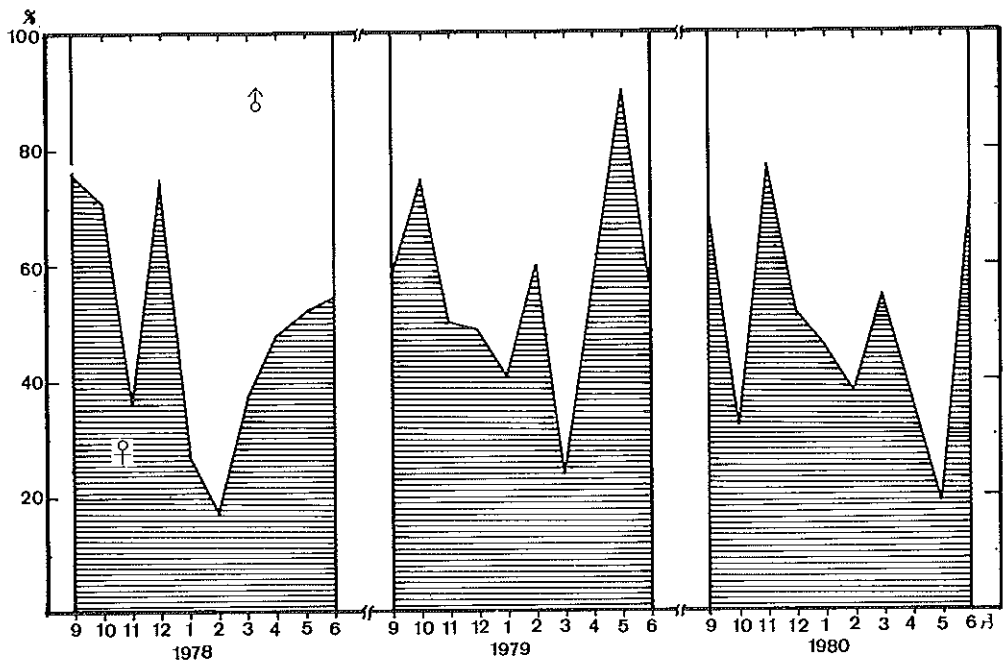


図9. ムシガレイの雌雄別出現ひん度

て表わすと、雌の占める割合は各年とも48~50%で、ほとんど雌雄差はない。しかし、雌は1978年2月の18%、1979年3月の24%、1980年5月の20%と、いずれも産卵期中には極端に少ない(図9)。

産卵期の性比について、日本海南西海域および、その周辺海域で調査した今岡<sup>7)</sup>は、産卵期を1~3月として、産卵前の11月から雌が増加し、産卵期の1~2月には雌がもっとも多くなるが、産卵が終了した4ころから逆に雄が増加するとしている。しかし、著者が銚子近海で調べた結果では、雄が多いのは産卵期中であり、産卵が終了したころには、雌が増加しており今岡<sup>7)</sup>の結果と異なる。

### 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、1978年と1980年には雌雄とも4令魚がもっとも多く、3令魚が次いで多い。1979年には雌雄とも3令魚がもっとも多く、4令魚が次いで多い。各年とも雌の5~6令魚と雄の5令魚は少なく、2令魚では雌雄とも1978年と1979年にわずかにみられるだけで、1980年にはみられず1令魚においては各年、雌雄とも出現していない。

また、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3令魚にあたる体長190mmから指数も高いものが多い。一方、雄は3令魚にあたる体長170mm以上の指数は変動が少なく、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3令魚から加入するものと推定される。

以上、銚子近海におけるム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、今後に残された研究課題として高令魚や低令魚の標本数が少ないことから、これらを重点的に採集してみる必要がある。また、今回ふれなかった産卵場や、卵数、および移動についても究明する必要がある。

### 要 約

- 1) 銚子近海のムシガレイについて、1977年9月から1980年6月の間、茨城県磯崎沖から、千葉県太東崎沖で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932個体を用い、耳石により年齢を調べ、また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、不透明帯外縁部を輪紋とした。
- 3) 耳石の透明帯は9月、不透明帯は3月ころ形成され始めると推定された。
- 4) 体長と耳石半径とは直線的な回帰関係を示す。

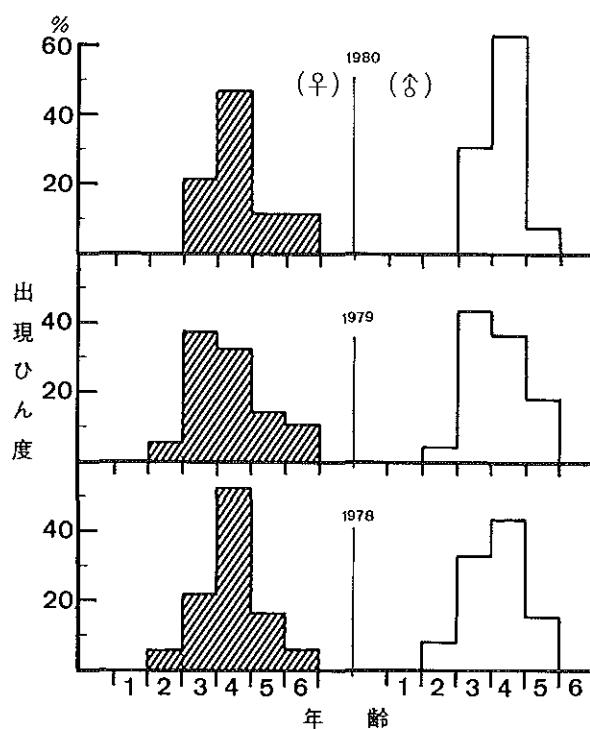


図10. 産卵期の年齢組成

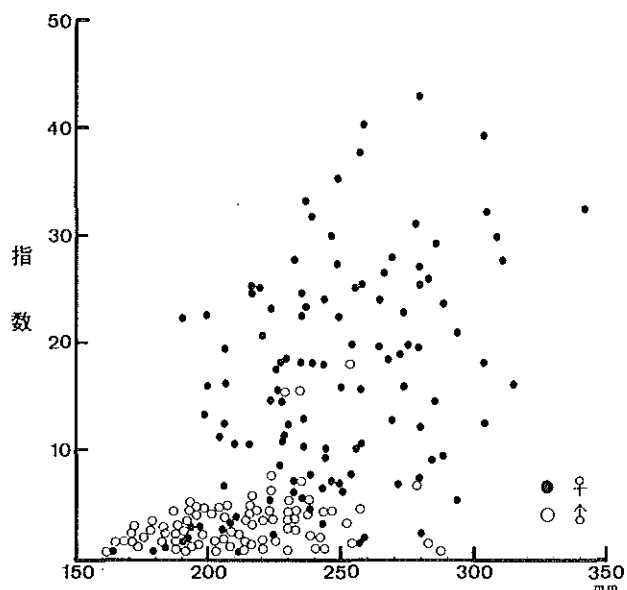


図11. 産卵期の体長と生殖腺熟度指数の関係

- 5) 標示径から、標示形成時期の体長を求めた。この体長からWalfordの定差図を描くと直線関係となり、これから極限体長は、雌 364.6mm、雄 293.1mmと求められた。
- 6) Von Bertalanffyの成長式による計算体長は、雌では $l_1=69.7\text{mm}$ 、 $l_2=139.6\text{mm}$ 、 $l_3=192.9\text{mm}$ 、 $l_4=233.6\text{mm}$ 、 $l_5=264.6\text{mm}$ 、 $l_6=288.3\text{mm}$ 、雄では $l_1=54.8\text{mm}$ 、 $l_2=123.4\text{mm}$ 、 $l_3=172.3\text{mm}$ 、 $l_4=207.1\text{mm}$ 、 $l_5=231.9\text{mm}$ となる。
- 7) 産卵期は、1978年と1980年には3~5月、1979年

には2～4月と推定された。

- 8) 性比は、周年ほぼ同数であるが産卵期には一時雄が多くなる。
- 9) 産卵には雌雄とも3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), 495 北隆館 東京 (1965)
- 2) 大内明・武田信昭: 日本海西南海域のムシガレイの年令及び成長. 日水研研報, 1, 39~44 (1954)
- 3) 石戸芳男: 八戸近海のソウハチ・ムシガレイ・ミギガレイの年令及び生長について. 東北水研研報, 24, 73~83 (1964)
- 4) 今岡要二郎・三栖寛: 日本海南西海域およびその周辺海域産ムシガレイの漁業生物学的研究・第1報 年令と生長について. 西水研研報, 37, 51~70 (1969)
- 5) 平松達男: 東支那海産ムシガレイ (*Eopsetta grigorjewi* (Herzenstein)) の資源学的考察(其の1). 福岡水試報告, 1~18 (1949)
- 6) 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)
- 7) 今岡要二郎: 日本海西南海域およびその周辺海域産ムシガレイの漁業生物学的研究—I 成熟と産卵について. 西水研研報, 39, 51~63 (1971)