

長崎県大瀬戸地先および口之津地先における カサゴの年齢と成長について

渡邊 庄一*

Age and Growth of Scorpion fish, *Sebastiscus marmoratus*
in Coastal Waters off Oseto and Kuchinotsu, Nagasaki

Shouichi Watanabe

The age and growth of the Scorpion fish, *Sebastiscus marmoratus* were studied by measuring the radii of otolith annulus. Specimens were collected from April, 2000 to March, 2002 in coastal waters off Oseto and Kuchinotsu, both located in Nagasaki. After confirming a single formation of annulus in a year and a spawning occurring from January to March in both waters, the total length in a given year from the birth was back calculated. The von Bertalanffy's growth equations were then derived as follow:

Coastal waters off Oseto

Male : $L_t = 230.68(1 - \exp(-0.286(n + 1.383)))$

Female : $L_t = 179.18(1 - \exp(-0.310(n + 2.007)))$

Coastal waters off Kuchinotsu

Male : $L_t = 232.60(1 - \exp(-0.328(n + 1.410)))$

Female : $L_t = 191.96(1 - \exp(-0.391(n + 1.636)))$

Key words : *Sebastiscus marmoratus*, Age, Growth, Otolith

カサゴ *Sebastiscus marmoratus* は、長崎県で一般に“あらかぶ”と呼ばれ、身近な食用魚として古くから人々に親しまれてきた。本県では、主に釣や延縄で漁獲されているが、近年その漁獲量が減少傾向にあることから、適切な資源管理による資源量の増加が望まれている。

資源管理手法を検討するうえで、年齢と成長についての知見は不可欠である。これまで、カサゴの年齢と成長に関しては、いくつかの報告¹⁻⁵⁾があり、地域間での成長差が報告^{3,5)}されている。本研究では、長崎県において本種の主要漁獲地である大瀬戸地先

および口之津地先の漁獲物を用いて年齢と成長について解析を行い、若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

標本には、2000年4月～2002年3月に一本釣と延縄により漁獲された大瀬戸地先の1,876個体と口之津地先の1,517個体を用いた。標本は、雌雄別に、全長、体長、体重と生殖腺重量を測定し、扁平石（以後、単に耳石とする）を摘出した。耳石は、摘出時の破損が少ない、左右いずれかを年齢の解析に供した。

*長崎県総合水産試験場 (Nagasaki Prefectural Institute Fisheries, 1551-4, Taira, Nagasaki, 851-2213, Japan).

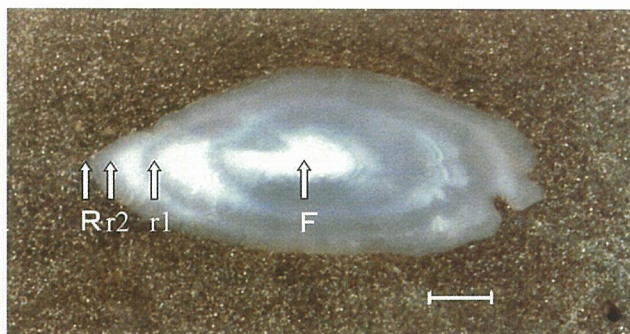


Fig. 1. Otolith of *S. marmoratus* (188mm in total length) caught on 21 February 2002. F, focus; R, otolith radius; r1-r2, the first to second annulus radii. Scale, 1 mm.

輪紋の読み取りと測定は、デジタルマイクロスコープ (KEYENCE社製VH-6300) を用い、キシレンに浸潤した耳石を拡大し、落射照明下で行った。耳石輪紋の測定軸は、耳石長軸方向に耳石前縁から核までとし (Fig. 1), 測定軸に沿って核から不透明帯外縁までの長さを耳石輪紋径 r_n , 外縁までの長さを耳石径 R とした。

結 果

生殖腺重量指数 (GSI) の経月変化 雌雄の区別が確実でない個体を除外し、大瀬戸地先で漁獲された1,829個体と口之津地先の1,399個体について、生殖腺指数 GSI (生殖腺重量/体重×100) の経月変化を Fig. 2 に示した。両群の経月変化は相似しており、雄は、1～9月に0.1以下と低い値であったが、11月をピークに、10～12月に0.2以上の高い値を示した。雌は、4～11月に1以下の低い値であったが、12月に1～3の値となり、1～3月は5以上の高い値を示した。カサゴは、多回産卵の卵胎生魚であり、産仔期に GSI や GI 値が高いことが知られている^{2, 6, 7)}。したがって、産仔期は、2月をピークとする1～3月と考えられた。

輪紋形成時期 耳石輪紋の形成時期を明らかにするために、標本数が多い2～6輪群について、縁辺成長率 MGI の経月変化を Fig. 3 に示した。

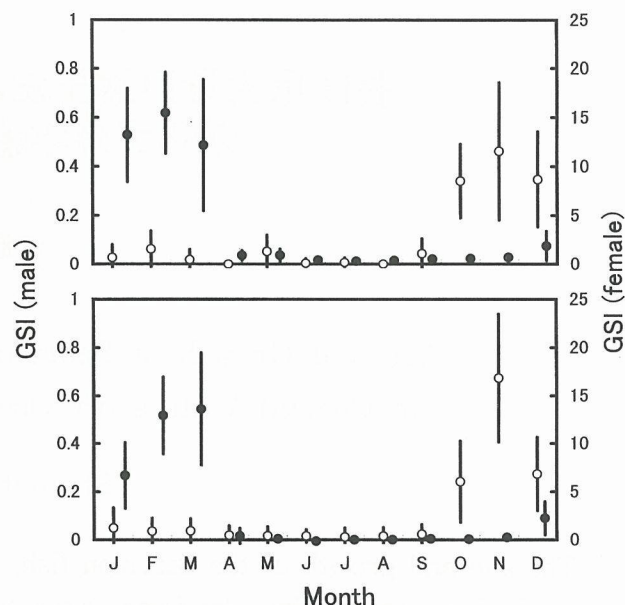


Fig. 2. Monthly changes of the gonadosomatic index (GSI) in two *S. marmoratus* local populations. Circles and vertical bars indicate mean and standard deviation, respectively. Top, Oseto; bottom, Kuchinotsu. Open circle, male; closed circle, female.

$$MGI = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$$

r_n : 核から最終 n 輪までの輪紋径 (mm)

r_{n-1} : 核から最終 $n-1$ 輪までの輪紋径 (mm)

MGI は、大瀬戸群では、8月に最大値を示した後、11月に最小値を示すまで徐々に小さくなり、その後、翌年8月まで徐々に大きくなった。口之津群では、7月に最大値を示し、8月に最小値を示した後、翌年7月まで徐々に大きくなった。この結果から、両群とも輪紋は年1回形成され、形成時期は大瀬戸群で9～11月、口之津群で8月とみなした。

輪紋の相似性 多くの標本が得られた4輪魚について、耳石径と輪紋径の関係を Fig. 4 に示した。両群の雌雄とも第1輪の分散はやや大きいですが、耳石径と輪紋径の間に直線的な関係が認められ、相似性があるものと判断した。

全長一耳石径関係 全長 TL (mm) と耳石径 R (mm) との関係を Fig. 5 に示した。両群とも回帰式の傾きに雌雄差がみられた (共分散分析, $P < 0.001$) ので、雌雄別に取り扱った。全長と耳石径との関係

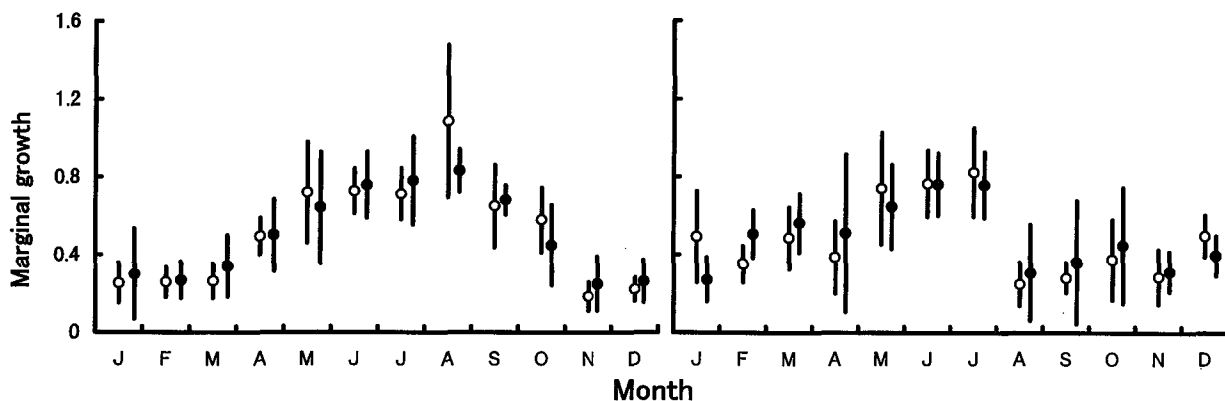


Fig. 3. Marginal growth of otolith in individuals having 1-4 opaque zones. Circles and vertical bars indicate mean and standard deviation, respectively. Left, Oseto; right, Kuchinotsu. Open circle, male; closed circle, female.

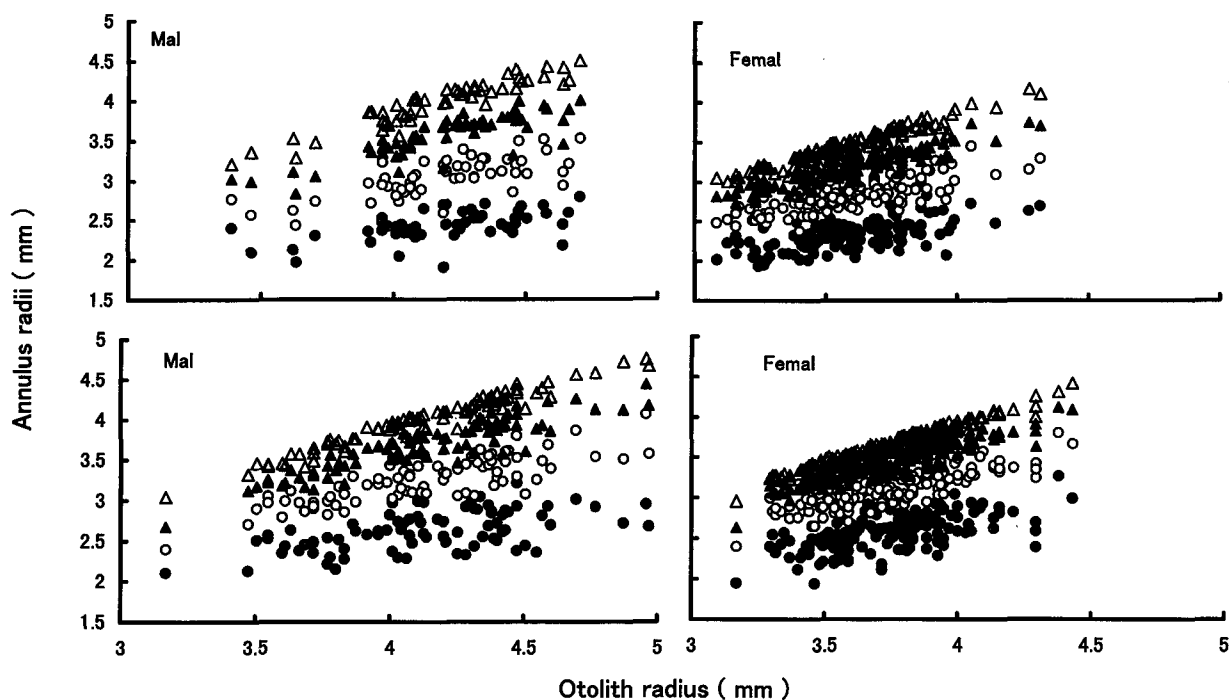


Fig. 4. Relationships between otolith radius and annulus radii in two *S. marmoratus* local populations. Top, Oseto; bottom, Kuchinotsu. Solid circle, 1st annulus; open circle, 2nd annulus; solid triangle, 3rd annulus; open triangle, 4th annulus.

は、それぞれ、下に示す直線で表された。

大瀬戸群

雄 $TL = 48.79R - 10.10$ ($r = 0.919$) (1)

雌 $TL = 41.75R + 9.37$ ($r = 0.860$) (2)

口之津群

雄 $TL = 47.38R - 3.57$ ($r = 0.917$) (3)

雌 $TL = 39.29R + 21.95$ ($r = 0.864$) (4)

各群とも耳石径実測値に、ばらつきが見られるた

め、三尾²⁾に従い、上式で各個体の実測値を標準化し、以後の解析には標準化した値を用いた。

両群の平均輪紋径を Table 1 に示した。輪紋径は、輪紋数が増えるに従って減少する、いわゆる Lee 現象が認められた。この原因は、現段階では解明されていない。本研究では、標本数が多い輪紋群に重みがかかることを避けるため、10個体以上の標本がある輪紋群のみを用い平均輪紋径をさらに平均して代

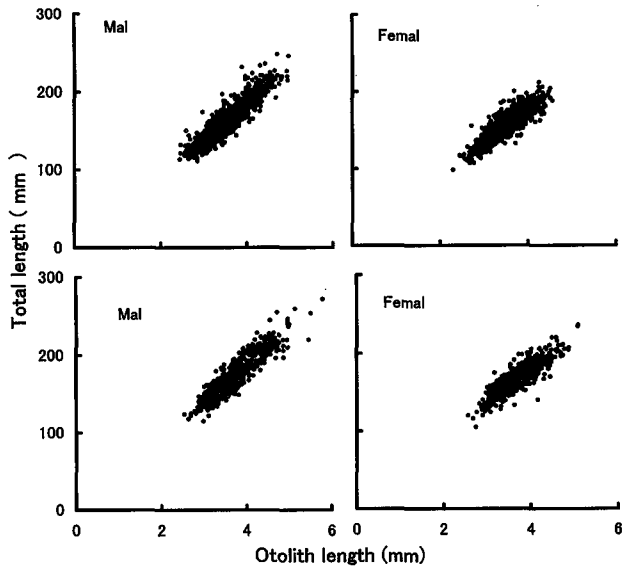


Fig. 5. Relationships between otolith length and total length in two *S. marmoratus* local populations. Top, Oseto; bottom, Kuchinotsu.

表値とした。この値を(1)~(4)式に代入して算出した輪紋形成時の計算全長を Table 2 に示した。

成長 輪紋形成時における両群の雌雄別計算全長をもとに、定差図法により von Bertalanffy (1938) の成長式をあてはめた結果、n 輪形成時の推定全長 Ln は(5)~(8)式で表された。

大瀬戸群

雄 : $Ln = 230.68(1 - \exp(-0.286(n + 1.383)))$ (5)

雌 : $Ln = 179.18(1 - \exp(-0.310(n + 2.007)))$ (6)

口之津群

雄 : $Ln = 232.60(1 - \exp(-0.328(n + 1.410)))$ (7)

雌 : $Ln = 191.96(1 - \exp(-0.391(n + 1.636)))$ (8)

輪紋形成時期と産仔期は、大瀬戸群で約 8 ヶ月、口之津群で約 6 ヶ月ずれている。そこで、成長の季

Table 1. Mean annulus radii (±SD) in otolith of two *S. marmoratus* local populations

Population	Sex	No. of annulus	No. of sample	Radius of otolith in mm										
				r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8			
Oseto	Male	1	446	2.73 ± 0.20										
		2	253	2.61 ± 0.24	3.38 ± 0.28									
		3	103	2.44 ± 0.29	3.12 ± 0.32	3.68 ± 0.34								
		4	54	2.50 ± 0.21	3.14 ± 0.26	3.66 ± 0.25	4.10 ± 0.27							
		5	36	2.39 ± 0.24	2.99 ± 0.31	3.48 ± 0.39	3.90 ± 0.43	4.20 ± 0.44						
		6	14	2.39 ± 0.20	3.00 ± 0.25	3.41 ± 0.29	3.73 ± 0.30	4.08 ± 0.32	4.36 ± 0.38					
		7	8	2.27 ± 0.31	2.85 ± 0.47	3.19 ± 0.52	3.41 ± 0.44	3.59 ± 0.39	3.76 ± 0.35	3.93 ± 0.33				
		8	1	2.15 ± 0.16	2.69 ± 0.08	3.18 ± 0.04	3.50 ± 0.05	3.62 ± 0.10	3.76 ± 0.11	3.95 ± 0.13	4.16 ± 0.13			
		9	2	2.32 ± 0.19	3.03 ± 0.26	3.41 ± 0.36	3.73 ± 0.41	3.88 ± 0.54	4.01 ± 0.53	4.13 ± 0.55	4.27 ± 0.53			
		mean	906	2.51 ± 0.23	3.13 ± 0.28	3.56 ± 0.32	3.91 ± 0.33	4.14 ± 0.38	4.36 ± 0.38					
Kuchinotsu	Female	1	106	2.54 ± 0.22										
		2	126	2.52 ± 0.20	3.06 ± 0.23									
		3	109	2.38 ± 0.30	2.90 ± 0.28	3.27 ± 0.29								
		4	129	2.36 ± 0.20	2.86 ± 0.22	3.22 ± 0.24	3.52 ± 0.26							
		5	167	2.28 ± 0.20	2.75 ± 0.24	3.08 ± 0.27	3.36 ± 0.28	3.57 ± 0.30						
		6	101	2.34 ± 0.20	2.82 ± 0.22	3.14 ± 0.25	3.37 ± 0.26	3.56 ± 0.28	3.73 ± 0.30					
		7	110	2.30 ± 0.22	2.78 ± 0.23	3.11 ± 0.25	3.34 ± 0.27	3.51 ± 0.29	3.67 ± 0.30	3.80 ± 0.31				
		8	41	2.31 ± 0.19	2.75 ± 0.21	3.10 ± 0.22	3.37 ± 0.24	3.56 ± 0.27	3.70 ± 0.27	3.83 ± 0.28	3.88 ± 0.28			
		9	17	2.15 ± 0.20	2.63 ± 0.18	2.95 ± 0.17	3.18 ± 0.14	3.37 ± 0.15	3.50 ± 0.15	3.62 ± 0.16	3.75 ± 0.18			
		mean	889	2.38 ± 0.21	2.85 ± 0.23	3.16 ± 0.25	3.39 ± 0.26	3.55 ± 0.28	3.70 ± 0.29	3.81 ± 0.29	3.88 ± 0.28			
Oseto	Male	1	267	2.64 ± 0.20										
		2	266	2.53 ± 0.22	3.24 ± 0.23									
		3	54	2.61 ± 0.25	3.29 ± 0.32	3.75 ± 0.38								
		4	82	2.68 ± 0.26	3.33 ± 0.31	3.76 ± 0.34	4.09 ± 0.35							
		5	38	2.65 ± 0.25	3.29 ± 0.30	3.69 ± 0.33	3.98 ± 0.32	4.19 ± 0.34						
		6	14	2.78 ± 0.28	3.45 ± 0.33	3.92 ± 0.34	4.21 ± 0.31	4.40 ± 0.35	4.55 ± 0.36					
		7	7	2.57 ± 0.31	3.28 ± 0.47	3.78 ± 0.52	4.06 ± 0.44	4.23 ± 0.39	4.39 ± 0.35	4.52 ± 0.33				
		8	4	2.54 ± 0.16	3.25 ± 0.08	3.57 ± 0.04	3.81 ± 0.05	4.03 ± 0.10	4.14 ± 0.11	4.25 ± 0.13	4.33 ± 0.13			
		9	3	2.20 ± 0.19	3.07 ± 0.26	3.62 ± 0.36	4.05 ± 0.41	4.27 ± 0.54	4.43 ± 0.53	4.53 ± 0.55	4.62 ± 0.53			
		mean	721	2.65 ± 0.24	3.32 ± 0.29	3.78 ± 0.35	4.09 ± 0.33	4.29 ± 0.34	4.55 ± 0.36					
Kuchinotsu	Female	1	66	2.53 ± 0.24										
		2	149	2.45 ± 0.19	3.10 ± 0.20									
		3	75	2.47 ± 0.22	3.05 ± 0.27	3.38 ± 0.31								
		4	165	2.57 ± 0.23	3.12 ± 0.24	3.42 ± 0.26	3.64 ± 0.28							
		5	98	2.63 ± 0.21	3.21 ± 0.22	3.53 ± 0.22	3.72 ± 0.22	3.86 ± 0.23						
		6	28	2.69 ± 0.31	3.32 ± 0.37	3.66 ± 0.38	3.84 ± 0.37	3.99 ± 0.37	4.11 ± 0.38					
		7	20	2.52 ± 0.20	3.14 ± 0.24	3.53 ± 0.29	3.76 ± 0.30	3.92 ± 0.28	4.04 ± 0.27	4.14 ± 0.33				
		8	10	2.45 ± 0.36	3.09 ± 0.31	3.46 ± 0.29	3.73 ± 0.27	3.91 ± 0.22	4.05 ± 0.22	4.14 ± 0.30	4.23 ± 0.32			
		9	5	2.28 ± 0.31	2.84 ± 0.25	3.18 ± 0.21	3.43 ± 0.19	3.61 ± 0.19	3.75 ± 0.20	3.87 ± 0.19	3.96 ± 0.20			
		mean	611	2.54 ± 0.24	3.15 ± 0.26	3.50 ± 0.29	3.74 ± 0.29	3.92 ± 0.28	4.07 ± 0.29	4.14 ± 0.32	4.23 ± 0.32			

Table 2. Back-calculated total length (mm) of two *S. marmoratus* local populations

Number of annulus	Osoto		Kuchinotsu	
	Male	Female	Male	Female
1	112.4 ± 11.2	108.7 ± 9.0	122.0 ± 11.5	121.7 ± 9.6
2	142.4 ± 13.9	128.2 ± 9.7	153.9 ± 14.0	145.6 ± 10.4
3	163.4 ± 15.6	141.1 ± 10.5	175.4 ± 16.4	159.3 ± 11.5
4	180.6 ± 16.2	150.9 ± 11.0	190.3 ± 15.6	168.9 ± 11.3
5	191.8 ± 18.4	157.7 ± 11.8	199.8 ± 16.2	176.0 ± 10.9
6	202.6 ± 18.6	163.7 ± 12.0	212.0 ± 17.2	181.7 ± 11.4
7		168.5 ± 12.2		184.7 ± 12.6
8		171.4 ± 11.7		188.2 ± 12.6

節変化を一定と仮定し、(5)(6)式のnをt-0.666, (7)(8)式のnをt-0.500と置き換え、(9)~(12)式で示すt才時の推定全長 Lt を求めた。

大瀬戸群

$$\text{雄} : Lt = 230.68(1 - \exp(-0.286(n + 1.383))) \quad (9)$$

$$\text{雌} : Lt = 179.18(1 - \exp(-0.310(n + 2.007))) \quad (10)$$

口之津群

$$\text{雄} : Lt = 232.60(1 - \exp(-0.328(n + 1.410))) \quad (11)$$

$$\text{雌} : Lt = 191.96(1 - \exp(-0.391(n + 1.636))) \quad (12)$$

全長 (TL:mm) と体重 (BW:g) との関係は、

大瀬戸群

$$\text{雄} : BW = 1.101 \times 10^{-5} TL^{3.081} \quad (r = 0.981) \quad (13)$$

$$\text{雌} : BW = 1.621 \times 10^{-5} TL^{3.017} \quad (r = 0.966) \quad (14)$$

口之津群

$$\text{雄} : BW = 1.295 \times 10^{-5} TL^{3.058} \quad (r = 0.987) \quad (15)$$

$$\text{雌} : BW = 1.561 \times 10^{-5} TL^{3.035} \quad (r = 0.962) \quad (16)$$

で表される。(9)~(12)の成長式および(13)~(14)の関係式から求めた満年齢時の計算全長と計算体重は、Table 3に示すとおりであった。両群のカサゴの全長と体重は、1才で雌雄ほぼ等しく、年齢が増すに

Table 3. Estimated total length (mm) and body weight (g) of two *S. marmoratus* local populations

Age	Osoto				Kuchinotsu			
	Male		Female		Male		Female	
	TL	BW	TL	BW	TL	BW	TL	BW
1	94	13	95	15	108	22	109	24
2	128	34	118	29	143	51	136	46
3	153	60	134	43	168	83	154	68
4	173	86	146	55	186	113	166	86
5	187	110	155	66	199	139	174	100
6	198	131	161	74	209	160	180	110
7	206	149	166	81	215	177	184	117
8	212	163	170	87	220	189	187	122
∞	231	211	179	102	233	224	192	133

従い雄が雌より大きくなった。また、雌雄、各年齢のいずれにおいても口之津群が大瀬戸群より大きかった。

考 察

カサゴの耳石を用いた年齢・成長推定方法について、林ら⁸⁾は、表面法による計数値が横断面法によるそれよりも信頼性に乏しく、年齢査定に用いるのは不相当と考えている。本研究では、輪紋数1~8本の試料30個体について、予め横断面法との比較を行ったが、輪紋数の読み取りに違いは生じなかった。また、大瀬戸地先に1996・1997年に放流した年齢が分かっている標識群について、採捕された輪紋数2~5本の34尾を表面法と横断面法で調べ、読みとり誤差がないことを確かめた。本研究では、キシレンを耳石に十分浸漬させたことにより、林ら⁸⁾が指摘した問題が解決できたと推察した。

カサゴの成長は、Table 3に示すとおり、かなりの個体差が認められた。各年齢の標準偏差を用いて von Bertalanffy 式に当てはめ、成長の変異幅を Fig. 6に示した。各年齢の全長範囲は、雄で5~12 cm、雌で4~7 cmと高年齢ほど広がっていた。本研究で得られた標本の最大全長は、大瀬戸群では雄248mm、雌212mm、口之津群では雄272mm、雌220mmで、いずれも変動幅の範囲内であった。

同一個体群内で成長の幅が広いことは、平山⁹⁾が推定しているとおおり、個体による定住場所の選択、社会的地位やテリトリーの有無が関与していることが考えられる。さらに、本種は移動範囲が狭いため^{3,4)}、個体の生息環境(水温・水深)・餌料環境・生息密度等の影響を強く反映していることが考えられるが、これらの究明は今後の課題である。

カサゴの成長については、各地の個体群について報告がなされている。それらの成長を雌雄別に Fig. 7に示した。なお、体長で示している水江¹⁾およびカ

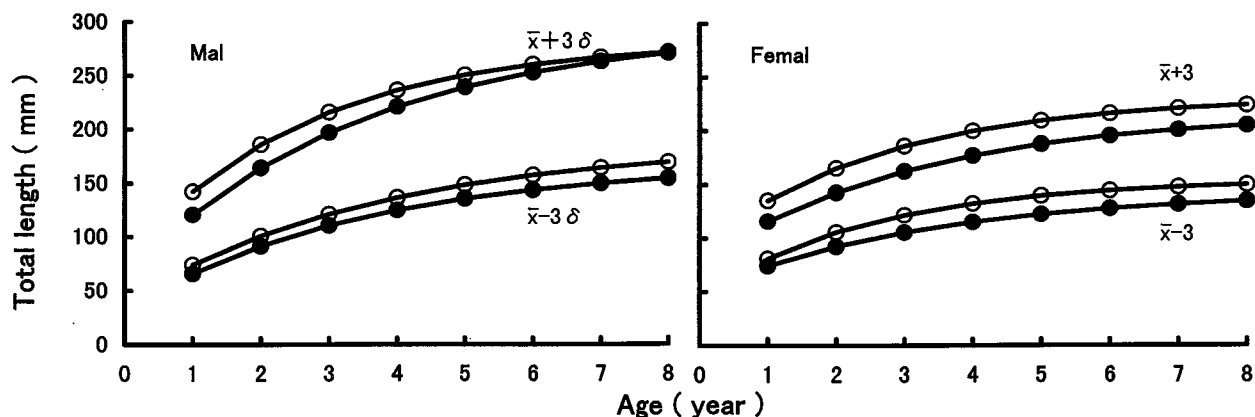


Fig. 6. Range in length of the growth of two *S. marmoratus* local populations. Open circle, Kuchinotsu; closed circle, Oseto. (\bar{x} , mean; δ , standard deviation)

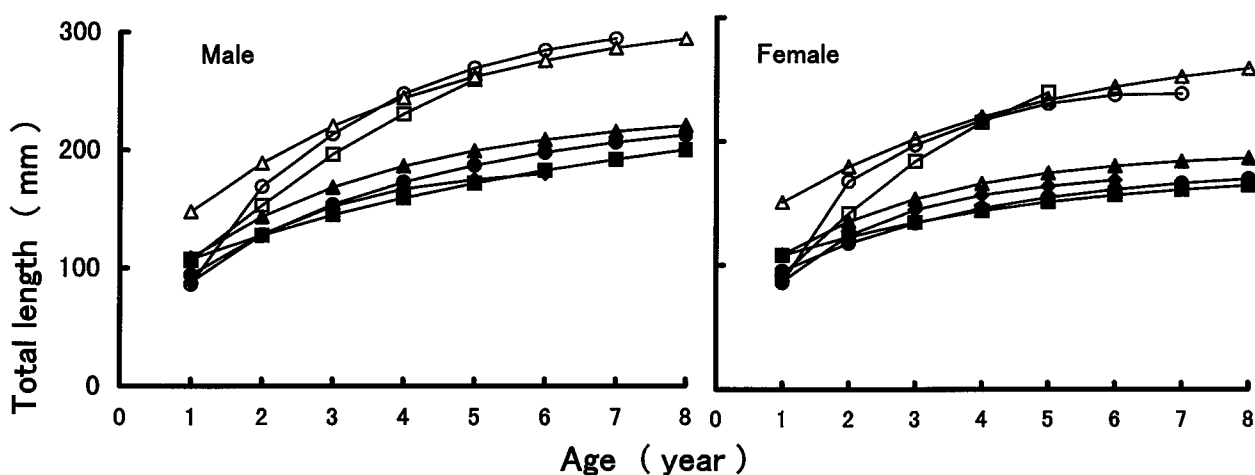


Fig. 7. Growth of *S. marmoratus* in various localities in Japan (total length in mm). Solid circle, Oseto; solid triangle, Kuchinotsu; solid square, Oita; solid rhombic, Kagawa; open circle, Sasebo; open triangle, Miyazaki; open square, Yamaguchi.

サゴ研究会³⁾の結果については、体長と全長との関係式 ($TL = 1.190 \times BL + 0.351$)³⁾により全長に換算し、輪紋形成時の成長を示したカサゴ研究会³⁾の結果については、産仔期より6ヶ月ずれて輪紋が形成されたと仮定して、本研究と同様の成長式に修正した。

カサゴの成長は、全般的に地域差が大きい。長崎県佐世保湾¹⁾、宮崎県³⁾と山口県⁴⁾の3群は、本研究の2群、香川県⁵⁾と大分県³⁾の4群と成長が大きく異った。この違いは、表面法を採用したことで年齢を低く見積もった可能性⁶⁾や、ウツカリカサゴが混入していた可能性⁵⁾も考えられるが、同じ方法で比較検討した本研究の2群やカサゴ研究会³⁾の結果から、

カサゴの成長に地域差が存在することは明らかである。この差が、環境によるものか、遺伝的・生態的に分化した系統によるものか、今後の研究の集積を期待したい。

謝 辞

標本の採集にご協力いただいた、大瀬戸町漁協および島原半島南部漁協口之津支所の職員および漁業者の方々および本研究のとりまとめに当たり、種々のご教示を頂いた長崎大学の田北徹名誉教授に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 水江一弘：カサゴの研究－Ⅲ，カサゴの耳石に顕れる輪紋及びカサゴの成長に就いて．長崎大水研報，7，1-9 (1958)．
- 2) 三尾真一：九州における沿岸魚類の資源生物学的研究Ⅱ，カサゴの年齢，成長および成熟．九大農学芸誌，18，437-449 (1961)．
- 3) カサゴ放流技術開発研究会：カサゴ放流技術開発調査研究報告，瀬戸内海栽培漁業協会，神戸，1-144 (1975)．
- 4) 有菌真琴，松浦秀喜，大内俊彦，道中和彦：カサゴの放流技術開発に関する研究．山口外海水試研報，16，32-52 (1978)．
- 5) 横川浩治，井口政紀，山賀賢一：播磨灘南部沿岸海域におけるカサゴの年齢，成長，および肥満度．水産増殖，40，227-234 (1992)．
- 6) 横川浩治，井口政紀：播磨灘南部沿岸海域におけるカサゴの食性と成熟．水産増殖，40，131-137 (1992)．
- 7) 水江一弘：カサゴの研究－Ⅴ，海産卵胎生硬骨魚類の卵巣の成熟及びその季節循環に関する研究．長崎大水研報，8，84-109 (1959)．
- 8) 林周，道津光生，太田雅隆：耳石によるカサゴの年齢査定における横断面法と表面法の信頼性の比較．日水誌，61，1-5 (1995)．
- 9) 平山明：カサゴ *Sebastiscus marmoratus* の生態 (予報)．南紀生物，25，79-86 (1983)．