

## 大村湾および有明海におけるメバルの年齢，成長および肥満度

鈴木 洋行

### Age, Growth and Condition Factor of the Black Rockfish, *Sebastes inermis* in Omura Bay and Ariake Sound

Hiroyuki Suzuki

Age and growth of the Black Rockfish, *Sebastes inermis* in Omura Bay and Ariake Sound were examined by measuring the radii of otolith annulus. The von Bertalanffy's growth equations were then derived as follow:

Omura Bay

Male :  $L_t = 208.08 \times (1 - \exp(-0.353(t + 0.718)))$

Female :  $L_t = 231.24 \times (1 - \exp(-0.267(t + 1.010)))$

Ariake Sound

Male :  $L_t = 261.66 \times (1 - \exp(-0.374(t + 0.395)))$

Female :  $L_t = 248.89 \times (1 - \exp(-0.441(t + 0.152)))$

Omura Bay indicated a lower value in the condition factor than Ariake Sound.

Key words : *Sebastes inermis*, Age, Growth

メバル *Sebastes inermis* は重要な沿岸資源の一つであり，本県では，一本釣，刺網，籠，定置網などで主に漁獲されている。沿岸域の藻場に定着する傾向が見られる<sup>1)</sup>ことが知られており，近年，沿岸漁業者からの増殖要望が高くなっている。

年齢と成長に関する知見は栽培漁業や資源管理手法を検討する上で大変重要である。本研究では本県の主な漁獲海域である有明海及び大村湾で漁獲されたメバルを用いて年齢と成長を明らかにすることを目的とした。

### 実験方法

本研究では2002年6月～2004年3月に大村湾群は

大村湾南部漁協及び西彼町漁協で水揚げされた431個体（全長85～218mm），有明海群は島原市漁協で水揚げされた372個体（全長138～275mm）を用いた。供試魚は，雌雄別に全長，体長，体重，生殖腺重量，胃内容物重量を測定した。

また，耳石の扁平石（以後単に耳石とする）を頭部より摘出し，左右いずれかの測定部位に欠損のない耳石を年齢の解析に供した。取り出した耳石は十分に風乾した後，キシレンに浸潤して，デジタルマイクロスコープ VH-6300（KEYENCE 社製）の25倍率に拡大して観察した。耳石輪紋の測定軸は耳石長軸方向の耳石前縁から核までとし，最外縁までの距離（耳石径R）と不透明帯の外縁部までの距離（耳石輪径 $r_n$ ）を測定した（Fig. 1）。

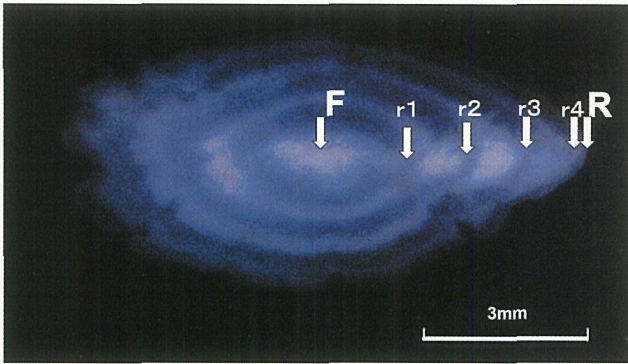


Fig. 1. Otolith of *S. inermis* (210mm in total length) caught in Ariake Sound on 16 October 2003. F, focus; R, otolith margin; r1-r4, the first to fourth annulus.

## 結 果

**生殖腺重量指数の経月変化** 産仔期を検討するため生殖腺重量指数 GSI (100×生殖腺重量/体重) の経月変化を Fig. 2 に示した。両海域群とも雄については10月より上昇し11月にピークを迎え、雌については11月に急激に上昇し12～1月にピークを示した。メバルは卵胎生魚で年1回産仔することが知られており<sup>2-3)</sup>、両海域群の産仔期は12～1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、縁辺成長率 MGI の経月変化を Fig. 3 に示した。

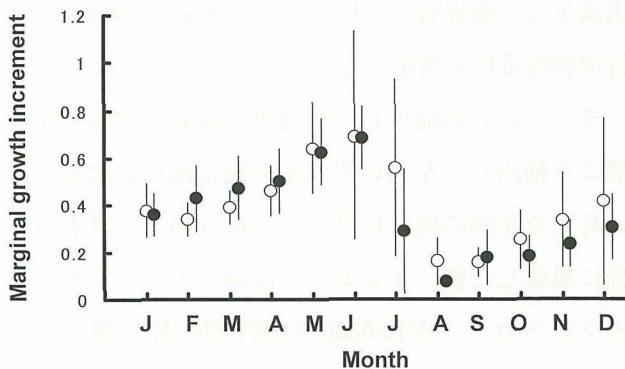


Fig. 2. Monthly change of marginal growth increment of sectioned otoliths in two local populations. Circles and vertical bars indicate mean and standard deviation, respectively. Open circle, Omura Bay; solid circle, Ariake Sound.

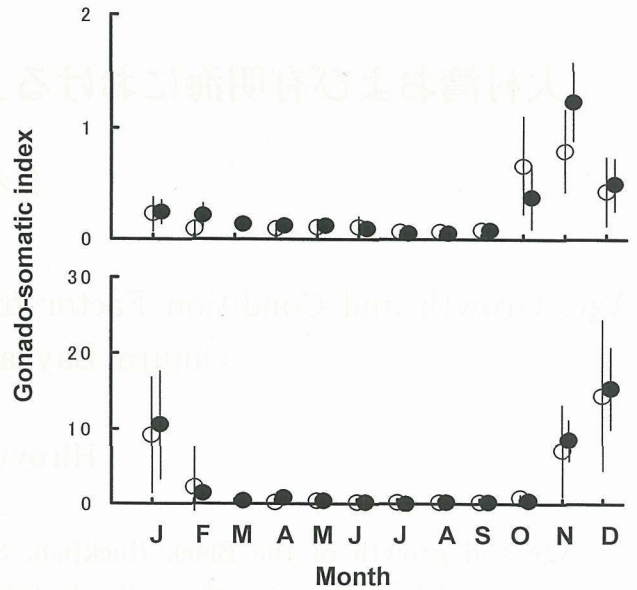


Fig. 3. Monthly changes of the gonado-somatic index in two local populations. Circles and vertical bars indicate mean and standard deviation, respectively. Top, male; bottom, female. Open circle, Omura Bay; solid circle, Ariake Sound.

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

$r_n$  : 最外輪紋 n の輪紋径

$r_{n-1}$  : n-1 輪紋の輪紋径

各海域群ともに6月にもっとも高くなり、その後急激に減少し8月には最低値を示して徐々に大きくなった。このことから、輪紋は年1回、6～7月頃に形成されているとみなした。

**全長-耳石径関係** 全長 TL (mm) と耳石径 R (mm) の関係は下式で表された。

有明海群 雄:  $TL = 46.770 \times R + 15.404$   $r = 0.866$

雌:  $TL = 47.639 \times R + 11.892$   $r = 0.904$

大村湾群 雄:  $TL = 46.129 \times R + 11.442$   $r = 0.916$

雌:  $TL = 43.872 \times R + 19.180$   $r = 0.898$

各海域群の雌雄で耳石径と全長の関係について共分散分析を行った。5%有意水準で各海域群の雌雄では差が認められなかったが、海域群間は差が認められた。したがって海域群別に全試料を用い、全長と耳石径の関係はそれぞれ下式の直線で表された。

有明海群  $TL = 50.104 \times R + 2.2108$   $r = 0.848$  (1)

大村湾群  $TL=44.197 \times R+13.063$   $r=0.860$  (2)

各海域群とも三尾<sup>2)</sup>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使用した。

輪紋形成時の全長 年齢群別・雌雄別に両海域群の平均輪紋径を Table 1 に示した。輪紋径を各輪紋群間で比較し，Lee 現象及び反 Lee 現象が認められないので，それらの平均を各輪紋径の代表値とした。その値を(1)，(2)式に代入して算出した輪紋形成時の全長を Table 2 に示した。

年齢と全長 両海域群の輪紋形成時の全長から Walford の定差図法により極限全長を求めた。大村湾群のメバルの極限全長は，雄208.08mm，雌231.24mm，有明海群の極限全長は，雄261.66mm，雌248.89mm

と計算された。産仔期と輪紋形成時期は両海域群とも約6ヶ月ずれている。そこで成長の季節変化を一定と仮定し，von Bertalanffy の成長式にあてはめた結果は次のように表された。

大村湾群

$$\text{雄} : Lt=208.08 \times (1-\exp(-0.353(t+0.802))) \quad (3)$$

$$\text{雌} : Lt=231.24 \times (1-\exp(-0.267(t+1.094))) \quad (4)$$

有明海群

$$\text{雄} : Lt=261.66 \times (1-\exp(-0.374(t+0.479))) \quad (5)$$

$$\text{雌} : Lt=248.89 \times (1-\exp(-0.441(t+0.236))) \quad (6)$$

Lt : t 歳時の推定全長

年齢と体重 体重 (BW ; g) と全長 (TL ; mm) の関係は

大村湾群

Table 1. Mean annulus radii ( $\pm$ SD) for each ring group of two local populations

Population	Sex	Ring group	Number of individual	Ring radii (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>	
Omura Bay	Male	1	17	1.48 $\pm$ 0.18						
		2	118	1.46 $\pm$ 0.12	2.62 $\pm$ 0.19					
		3	24	1.34 $\pm$ 0.14	2.29 $\pm$ 0.21	2.95 $\pm$ 0.26				
		4	62	1.35 $\pm$ 0.13	2.16 $\pm$ 0.18	2.74 $\pm$ 0.21	3.37 $\pm$ 0.27			
		5	17	1.38 $\pm$ 0.15	2.23 $\pm$ 0.31	2.81 $\pm$ 0.36	3.30 $\pm$ 0.29	3.63 $\pm$ 0.31		
		6	2	1.44 $\pm$ 0.03	2.36 $\pm$ 0.07	3.03 $\pm$ 0.04	3.46 $\pm$ 0.10	3.70 $\pm$ 0.17	3.91 $\pm$ 0.18	
		mean	240	1.41 $\pm$ 0.13	2.33 $\pm$ 0.19	2.88 $\pm$ 0.22	3.38 $\pm$ 0.22	3.66 $\pm$ 0.24	3.91 $\pm$ 0.18	
	Female	1	12	1.54 $\pm$ 0.36						
		2	95	1.46 $\pm$ 0.13	2.59 $\pm$ 0.19					
		3	16	1.35 $\pm$ 0.12	2.28 $\pm$ 0.23	2.90 $\pm$ 0.26				
		4	54	1.34 $\pm$ 0.13	2.14 $\pm$ 0.15	2.71 $\pm$ 0.22	3.32 $\pm$ 0.23			
		5	11	1.37 $\pm$ 0.16	2.09 $\pm$ 0.22	2.69 $\pm$ 0.26	3.23 $\pm$ 0.23	3.63 $\pm$ 0.28		
6		3	1.58 $\pm$ 0.12	2.48 $\pm$ 0.16	3.07 $\pm$ 0.20	3.44 $\pm$ 0.10	3.75 $\pm$ 0.10	4.03 $\pm$ 0.09		
	mean	191	1.44 $\pm$ 0.17	2.31 $\pm$ 0.19	2.84 $\pm$ 0.23	3.33 $\pm$ 0.19	3.69 $\pm$ 0.19	4.03 $\pm$ 0.09		
Ariake Sound	Male	1	22	1.62 $\pm$ 0.11						
		2	65	1.59 $\pm$ 0.19	2.98 $\pm$ 0.26					
		3	53	1.49 $\pm$ 0.18	2.79 $\pm$ 0.24	3.70 $\pm$ 0.30				
		4	35	1.40 $\pm$ 0.17	2.56 $\pm$ 0.29	3.46 $\pm$ 0.28	4.02 $\pm$ 0.25			
		5	6	1.42 $\pm$ 0.16	2.42 $\pm$ 0.28	3.27 $\pm$ 0.35	3.90 $\pm$ 0.27	4.21 $\pm$ 0.19		
		6	2	1.46 $\pm$ 0.06	2.47 $\pm$ 0.03	3.36 $\pm$ 0.07	4.03 $\pm$ 0.21	4.43 $\pm$ 0.26	4.62 $\pm$ 0.31	
		mean	183	1.50 $\pm$ 0.14	2.64 $\pm$ 0.22	3.45 $\pm$ 0.25	3.98 $\pm$ 0.24	4.32 $\pm$ 0.23	4.62 $\pm$ 0.31	
	Female	1	12	1.71 $\pm$ 0.10						
		2	64	1.61 $\pm$ 0.27	2.98 $\pm$ 0.46					
		3	64	1.52 $\pm$ 0.22	2.84 $\pm$ 0.28	3.74 $\pm$ 0.31				
		4	31	1.39 $\pm$ 0.15	2.57 $\pm$ 0.26	3.47 $\pm$ 0.26	4.07 $\pm$ 0.28			
		5	7	1.34 $\pm$ 0.25	2.60 $\pm$ 0.43	3.49 $\pm$ 0.49	4.15 $\pm$ 0.45	4.54 $\pm$ 0.45		
6		11	1.51 $\pm$ 0.12	2.54 $\pm$ 0.28	3.35 $\pm$ 0.29	3.88 $\pm$ 0.27	4.26 $\pm$ 0.25	4.52 $\pm$ 0.26		
	mean	189	1.51 $\pm$ 0.19	2.71 $\pm$ 0.34	3.51 $\pm$ 0.34	4.04 $\pm$ 0.33	4.40 $\pm$ 0.35	4.52 $\pm$ 0.26		

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

Ring group	Omura Bay		Ariake Sound	
	Male	Female	Male	Female
1	75.39 $\pm$ 18.63	76.67 $\pm$ 20.54	77.20 $\pm$ 9.38	78.06 $\pm$ 11.49
2	116.06 $\pm$ 21.48	115.34 $\pm$ 21.49	134.73 $\pm$ 13.26	137.88 $\pm$ 19.25
3	140.44 $\pm$ 22.68	138.78 $\pm$ 23.38	174.93 $\pm$ 14.69	178.24 $\pm$ 19.24
4	162.34 $\pm$ 22.81	160.20 $\pm$ 21.41	201.77 $\pm$ 14.46	204.41 $\pm$ 18.88
5	174.92 $\pm$ 23.57	176.20 $\pm$ 21.31	218.70 $\pm$ 13.50	222.70 $\pm$ 19.61
6	185.68 $\pm$ 21.02	191.22 $\pm$ 17.23	233.59 $\pm$ 17.60	228.90 $\pm$ 15.47

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

Age	Omura Bay				Ariake Sound			
	Male		Female		Male		Female	
	TL	BW	TL	BW	TL	BW	TL	BW
1	97.93	13.18	99.03	13.44	111.17	27.11	104.58	20.68
2	130.69	32.72	130.01	32.57	158.13	77.16	156.04	72.41
3	153.71	54.55	153.73	56.15	190.43	133.99	189.15	132.30
4	169.88	74.77	171.90	80.73	212.66	185.96	210.46	184.80
5	181.24	91.68	185.80	103.96	227.95	228.53	224.16	225.18
6	189.22	105.02	196.45	124.61	238.47	261.29	232.98	254.10

雄：BW = 7.023 × 10<sup>-6</sup> TL<sup>3.151</sup> (r = 0.985) (7)

雌：BW = 4.367 × 10<sup>-6</sup> TL<sup>3.251</sup> (r = 0.977) (8)

有明海群

雄：BW = 22.832 × 10<sup>-6</sup> TL<sup>2.969</sup> (r = 0.970) (9)

雌：BW = 9.785 × 10<sup>-6</sup> TL<sup>3.132</sup> (r = 0.970) (10)

で表される。(3)~(6)の成長式及び(7)~(10)の関係式から求めた満年齢時の推定全長、推定体重を Table 3 に示した。

**肥満度と摂餌量指数** 肥満度と摂餌量指数の計算方法は横川ら<sup>3-4)</sup>が算出に用いた以下の方法を採用した。

$$CF = \{(BW - GW - SCW) / BL^3\} \times 10^3$$

$$FI = \{SCW / (BW - GW - SCW)\} \times 100$$

(CF：肥満度, FI：摂餌量指数, BW：体重, GW：生殖腺重量, SCW：胃内容物重量, BL：体長)

上式により海域毎に雌雄別肥満度及び摂餌量指数の月別平均値を算出し、時期的な変動状況を Fig. 4, Fig. 5 に示した。肥満度の月別変動については大村湾群の雄が25~35, 雌が24~32で変動し、平均値は雄が29.0, 雌が29.2であった。有明海群の雄は33~38, 雌は30~39で変動し平均値は雄が35.9, 雌が35.2と、大村湾群に対し高めに推移した。

摂餌量指数の月別変動は大村湾群については周年低い値を示し平均値は雄が0.015, 雌が0.026であった。有明海群については2~5月及び8月に高い値を示し平均値は雄が0.323, 雌が0.339であり、大村湾群に対し高めに推移した。

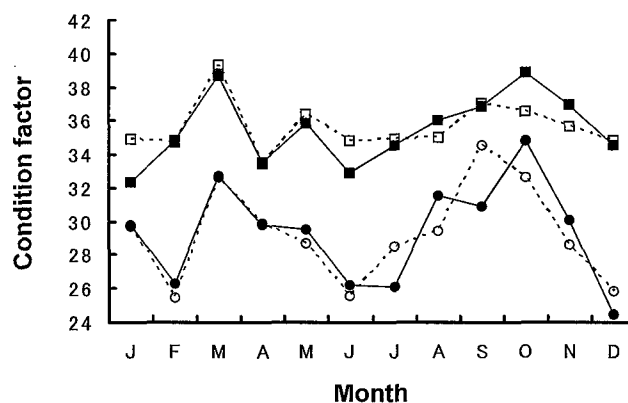


Fig. 4. Monthly changes of condition factor of two local populations. Solid line with solid square, females of Ariake sound; dotted line with open square, males of Ariake Sound; solid line with solid circle, females of Omura Bay; dotted line with open circle, males of Omura bay.

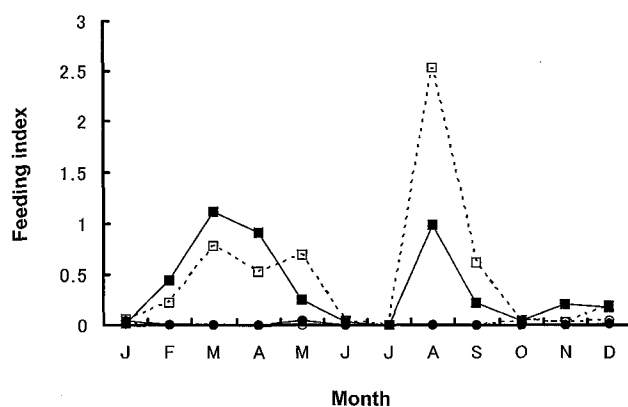


Fig. 5. Monthly changes of feeding index of two local populations. Solid line with solid square, females of Ariake Sound; dotted line with open square, males of Ariake Sound; solid line with solid circle, females of Omura Bay; dotted line with open circle, males of Omura Bay.

## 考 察

雌雄とも満年齢時の推定全長・体重は大村湾群より有明海群が大きく，その差は成長に伴い増大した。

メバルについてはこれまでもいくつかの海域で成長をとりまとめている<sup>2,4-8)</sup>。その一部は体長で示されているものもあるため，それらは今回は本研究で扱った標本全体から得た体長と全長の回帰式(TL=1.2277×BL-0.503 R<sup>2</sup>=0.99)を用いて，満年齢と全長の関係に改変し比較した (Table 4)。有明海の成長は山口県秋保湾とほぼ同成長で，これまでに調べられている他海域と比較して成長が良い海域であると考えられた。また大村湾は香川県播磨灘と成長が近似しており，他海域と比較して成長の悪い海域であると考えられた。

肥満度や摂餌量指数については大村湾群より有明海群が高く推移している。この結果と，雌雄別成長が大村湾群より有明海群の方が良かったことから，有明海における良好な成長の一要因として摂餌量の多さが考えられた。

また，横川ら<sup>4)</sup>は肥満度の季節変動と生殖時期の関係を示唆しているが，今回の調査においては肥満度の明確な季節変動は確認されなかった。今回の調査では大村湾群で漁獲されたメバルで胃内容物の観

察された個体が少なく，各海域群毎の餌生物種の比較等は出来なかった。しかし，有明海群では摂餌量指数が低い6～7月は肥満度も低い傾向が見られたことから，肥満度の季節変動については生殖時期との関係だけでなく，餌料生物発生状況等の海域特性も関わっているものと考えられた。

Kaiら<sup>9,10)</sup>は石川県能登周辺で採捕されたメバルについて魚体の色彩や鱗条数などの異なる3タイプのメバルは生殖的隔離が成立しており，別種の可能性があるとしている。

今回の標本のうち，大村湾群214個体，有明海群131個体において，Kaiら<sup>9)</sup>が指摘する形態的な違いによる分類を行った結果，大村湾群においてはA型5個体，C型209個体が混在し，有明海群においてはC型のみであった。

今回は両海域群ともC型主体の比較となったが，今後，大村湾においては形態的な違いによりタイプを分け，成長を再度精査していく必要がある。

## 謝 辞

本論文のとりまとめにあたり，種々のご指導を賜るとともに校閲の労をとられた，九州大学大学院農学研究院 中園明信教授に深謝の意を表する。

Table 4. Comparison of growth and age of *Sebastes inermis* in coastal waters of Japan. Sizes are represented in total length (mm)

Survey area	Total length at full age(mm)						
	1	2	3	4	5	6	7
Western Wakasa Bay(Kyoto pref.)	97.8	144.1	173.3	191.9	203.7	211.0	215.7
Tsuyazaki(Fukuoka Pref.)	62.7	130.0	176.9	209.8	232.6	248.6	259.8
Akiho Bay(Yamaguchi Pref.)	104.8	154.6	186.7	207.5	221.0	229.6	235.2
Akiho and the adjacent seas(Yamaguchi pref.)	104.1	150.4	183.0	206.1	222.3	233.9	242.0
Harima nada(Kagawa Pref.)female	93.2	134.4	157.5	172.0	180.6	185.9	189.1
Harima nada(Kagawa Pref.)male	93.4	133.3	159.6	177.0	188.6	196.2	201.2
Matsushima Bay(Miyagi Pref.)	90.0	143.1	181.1	208.3	227.7	241.6	251.5
Miura Pen.(kagawa Pref.)female	109.1	145.3	176.0	201.9	224.0	242.7	258.4
Miura Pen.(kagawa Pref.)male	109.5	145.7	173.2	194.0	209.8	221.7	230.8
Omura Bay(Nagasaki Pref.)female	99.0	130.0	153.7	171.9	185.8	196.4	204.6
Omura Bay(Nagasaki Pref.)male	97.9	130.7	153.7	169.9	181.2	189.2	194.8
Ariake Sound(Nagasaki Pref.)female	104.6	156.0	189.2	210.5	224.2	233.0	238.7
Ariake Sound(Nagasaki Pref.)male	111.2	158.1	190.4	212.7	227.9	238.5	245.7

## 文 献

- 1) 恵崎 撰, 古田久典. 標識放流からみた福岡湾周辺海域におけるメバルの分布移動生態. 福岡水試研報, 16, 15-20 (1990).
- 2) 三尾真一. 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究 I, メバルの年齢, 成長および成熟. 九大農学芸誌, 18, 419-436 (1961).
- 3) 横川浩治, 井口政紀. 播磨灘南部沿岸海域におけるメバルの食性と成熟. 水産増殖, 40, 139-144 (1992).
- 4) 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メバルの年齢, 成長, および肥満度. 水産増殖, 40, 235-240 (1992).
- 5) 畑中正吉, 飯塚景記. モ場の魚の群集生態学的研究—Ⅲ—モ場の魚の生産効率. 日水誌, 28, 305-313 (1962).
- 6) 藤村治夫, 廣本正和, 木村 博. メバル生態調査. 山口県内海水産試験場報告, 26, 87-91 (1997).
- 7) Kenichi Utagawa and Toru Taniuchi. Age and Growth of the Black Rockfish *Sebastes inermis* in Eastern Sagami Bay off Miura Peninsula, Central Japan. *Fisheries Sci*, 65, 73-78 (1999).
- 8) 久田哲二, 井上太郎, 濱中雄一. 若狭湾西部海域におけるメバルの年齢・成長・成熟. 京都府海洋センター研究報告, 22, 44-48, (2000).
- 9) Yoshiaki Kai and Tetsuji Nakabo. Morphological differences among three color morphotypes of *Sebastes inermis* (Scorpanidae). *Ichthyol Res*, 49, 260-266 (2002).
- 10) Yoshiaki Kai, Kouji Nakayama and Tetsuji Nakabo. Genetic differences among three colour morphotypes of the black rockfish, *Sebastes inermis*, inferred from mtDNA and AFLP analyses. *Molecular Ecology*, 11, 2591-2598 (2002).