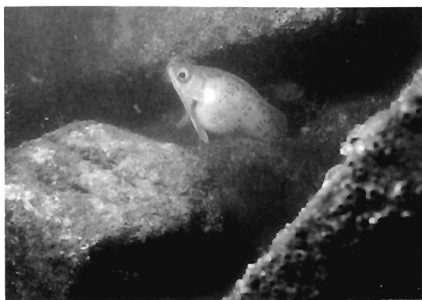


若狭湾西部海域におけるメバルの年齢・成長・成熟

久田 哲 二
井上 太郎
濱 中 雄 一



1997年4月から1998年3月に京都府沿岸域で採集したメバル880個体を用いて年齢と成長について調査した。耳石縁辺の成長から若狭湾西部海域においてメバルの耳石輪紋は年1回、6～7月に規則的に形成されることがわかった。GSIと生殖腺の観察結果から交尾期は11～12月、仔魚の産仔期は1～2月であることがわかった。耳石輪群別の成熟比率から雌のメバルは満2才から成熟することがわかった。耳石輪紋を用いて Von Bertalanffy の成長式を算出し、 $L_{\infty}=182.7 \times \{1 - e^{-0.4576(t+0.262)}\}$ を得た。雌の第1輪群において卵巣の発達状況から、成長の良い個体は孵出後約1年で生殖活動に参加し得ると推定された。

メバル (*Sebastes inermis*) は京都府沿岸に広く分布し、主に2～6月に刺網や小型定置網で漁獲されている。メバルの成長、成熟、食性などの生態についてこれまでいくつかの研究がなされている (水江, 1959; 布施, 1959; 三尾, 1961; 畑中・飯塚, 1962; 松清, 1963; 横川・井口, 1992; 横川ら, 1992; Utagawa and Taniuchi, 1999)。しかし、京都府沿岸および若狭湾海域を含む日本海沿岸域についてはいまだ知見の蓄積がなされていない。今回は、京都府沿岸のメバルの年齢・成長・成熟について若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

材料としたメバルは1997年4月22日から1998年3月31日の間に京都府舞鶴市野原地先で刺網、小型定置網、カゴで漁獲されたもの、および京都府宮津市小田宿野地先の当センター棧橋でカゴにより採集されたものを合わせた880個体であった。

採集したメバルは、体長 (cm)、体重 (g)、生殖腺重量 (g)、胃内容物重量 (g) を測定し、生殖腺で雌雄を判別して卵巣及び精巣の熟度を観察した。生殖腺熟度指数 GSI は次式から求められた：

$GSI = \frac{\text{生殖腺重量 (g)}}{\text{体重 (g)}} - \frac{\text{胃内容物重量 (g)}}{\text{生殖腺重量 (g)}}$

また、耳石 (扁平石：以後単に耳石とする) を頭部より取り出して年齢の解析に供した。取り出された耳石はデジタルマイクロスコープ VH-6300 (KEYENCE 社製) の20倍率で観察し、耳石径 (R) と耳石輪径 (r_n) を測定した。なお、耳石の中心部から深い欠刻のみられる側の長軸に沿って最外縁までの距離を耳石径 R (mm) とした。また、耳石輪径については輪紋標示部位を不透明部分の外縁

部とした (Fig. 1)。各部位の計測は2回行いその平均を計測値として用いた。メバルの耳石には左右で差がない (三尾, 1961) ので、耳石の計測には原則として右側のものを用いた。しかし、右側のもが割れるなどして計測が不能な場合は左側のもを計測した。耳石が両方割れるなどして計測不能な個体を除き、耳石を計測できたメバルは858個体であった。

結果

輪形成の周期性および輪形成時期 耳石輪紋の形成時期を検討するために、ほぼ周年にわたって採集された1輪群

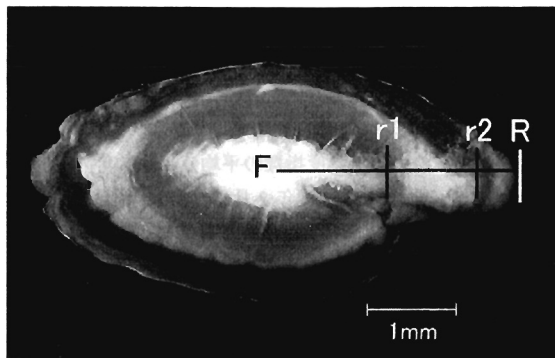


Fig. 1. An otolith of *Sebastes inermis* was caught on 20 April 1997 by set net in Nohara (body length: 112 mm, body weight: 31.4 g, female). The line shows a direction of measurement. "F" focus; "R"; radius, "r₁, r₂"; annual indicates radii 1, 2.

と、2輪群について月別の縁辺成長率 ($MI = (R - r_{n+1}) / (r_{n+1} - r_n)$) の平均値を求め、Fig. 2 に示した。同図から、1輪群、2輪群とも平均縁辺成長率は1997年1月から増加傾向を示し、5月に最大となった後、6月から7月にかけてその値は著しく減少した。8月以降97年の2月まで、平均縁辺成長率は再び増加傾向を示した。このような平均縁辺成長率の月変化から1輪群、2輪群とも輪形成は年1回、6~7月に形成されることが明らかとなった。

輪形成時の体長 雌雄が判別できた雄286個体、雌234個体について体長と耳石輪径の関係を求めた。雌雄別の耳石径 R (mm) に対する体長 L (mm) の回帰式は次のように求められた。

$$\text{雌 } L = 44.0R - 11.3 \quad (r = 0.94)$$

$$\text{雄 } L = 44.6R - 11.0 \quad (r = 0.95)$$

5%有意水準で共分散分析を行ったところ、雌雄とも耳石径と体長との関係に差が認められなかった。したがって、全材料を用いた耳石径に対する体長の回帰式は次のように決定された:

$$L = 43.4R - 8.24 \quad (r = 0.97) \quad (1)$$

各輪群別に平均輪径を Table 1 に表した。平均輪径は r_1 : 1.44 mm, r_2 : 2.53 mm, r_3 : 3.22 mm, r_4 : 3.63 mm, r_5 : 3.90 mm, r_6 : 4.11 mm

であった。なお、 r_1 については Lee 現象 (1912) は認められなかった。各輪群の平均輪径を (1) 式に代入して、各輪形成時の体長を Table 2 に示した。これらの輪形成時体長をもとに Walford の定差図 (1946) を描くと Fig. 3 のようになり、次式で表される直線上によく乗る:

$$L_{n+1} = 0.63L_n + 67.091 \quad r = 0.99 \quad (2)$$

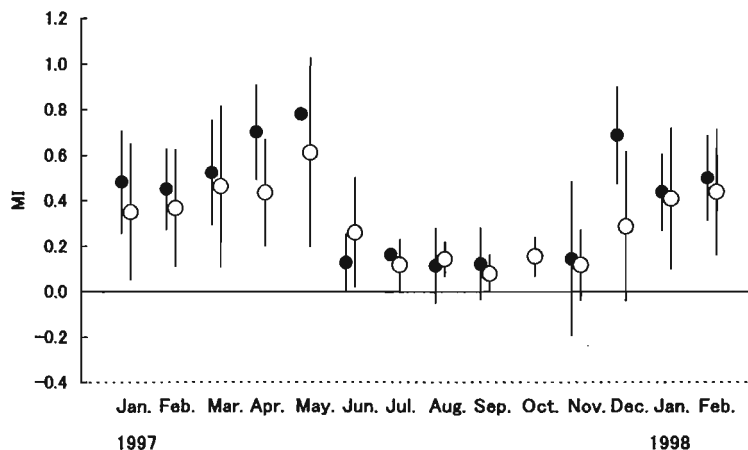


Fig. 2. Monthly changes in proportions of mean marginal increment of otolith of *Sebastes inermis*. Closed and open circles indicate 1- and 2-rings otoliths. Vertical lines indicate standard deviation. Proportions of marginal increment were estimated by the following equations: $MI = \{(R - r_n) / (r_n - r_{n+1})\}$.

Table 1. Mean radius of each annulus on otolith of *Sebastes inermis*

Number of ring	Radius of otolith in mm						Number of individual
	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	
1	1.46						393
2	1.45	2.63					208
3	1.50	2.64	3.34				91
4	1.42	2.48	3.20	3.66			103
5	1.39	2.50	3.19	3.63	3.90		40
6	1.45	2.41	3.16	3.59	3.90	4.11	16
Mean	1.44	2.53	3.22	3.63	3.90	4.11	851

Table 2. Back-calculated body length of *Sebastes inermis* in mm at time of ring formation

Number of ring	1	2	3	4	5	6	7
Back-calculated body length	53.8	101.1	131.1	150.0	162.0	169.6	174.4

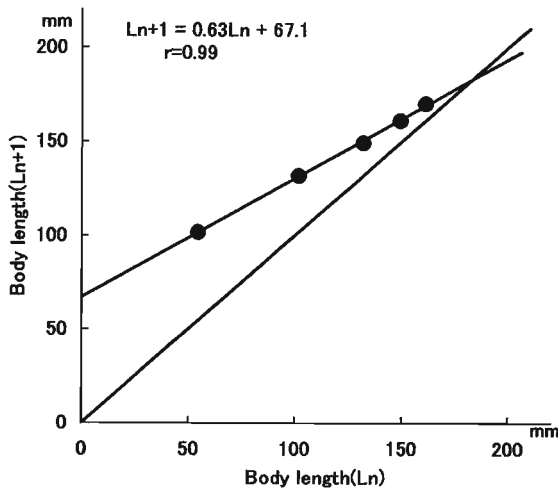


Fig. 3. Walford's finite difference diagram of body length of *Sebastes inermis*.

このことは、若狭湾西部海域産のメバルの成長は Von BERTALANFFY (1938) の成長式に適合することを示し、定差図から求めた Von BERTALANFFY (1938) の成長式は次のように決定された：

$$L_n = 182.7 \times \{1 - e^{-0.4576(n-0.238)}\} \dots \dots \dots (3)$$

生殖腺熟度指数の月変化 1997年1月から1998年3月までのメバルの雌雄別・月別平均生殖腺熟度指数 (GSI) の変化を Fig. 4 に示した。雄の生殖腺熟度指数の平均値は1997年1月から10月まで0.0~0.5と低い値であったが、同年11月に2.9とその値は著しく増加し、12月にも1.4と比較的高い値を維持した後、1998年1月には0.2と再び低い値

になった。雌の生殖腺熟度指数の平均値は1997年の1月に9.2と高い値を示した後、同年2月には0.6と著しく低くなり、その後、徐々に値は低下し、8月には0.1と最低の値を示した。11~12月にはその値は1.1~1.5とやや増加し、1998年1月には再び3.9、2月には7.6と高い値を示した。しかし、3月にはその値は再び0.8と低い値となった。以上のように、雄の生殖腺熟度指数のピークは11~12月であるのに対し、雌のそれは1~2月にみられ、雌雄の生殖腺熟度指数の変化には明らかに雄性先熟の傾向が認められた。

成熟年齢 雌の場合、生殖腺熟度指数は1~2月に高い値を示した。そこで、1~2月に採集された雌43尾に対して耳石による年齢査定を行い、耳石輪群別に成熟個体の出現率を求めて Table 3 に示した。なお、卵巣内に発眼卵や孵出前の仔魚の観察される生殖腺熟度指数は3以上であったので、この値以上の指数値を示す個体、および GSI の値が低くても、卵巣の状態から産仔した形跡があるものを成熟個体として取り扱った。各輪群の成熟個体の出現率は2輪群で60.6%、3輪群で40.0%、4輪群で75.0%であった。ただし、1輪群については性不明の個体が多く成熟個体の出現率を算出できなかった。雄については成熟期である11、12月に採集された個体数が少なく、輪群別にサンプルを取るまでには到らなかったため、成熟と年齢についての関係を明らかにすることはできなかった。

考察

年齢と成長 1月から2月に孵出したメバルは6月から

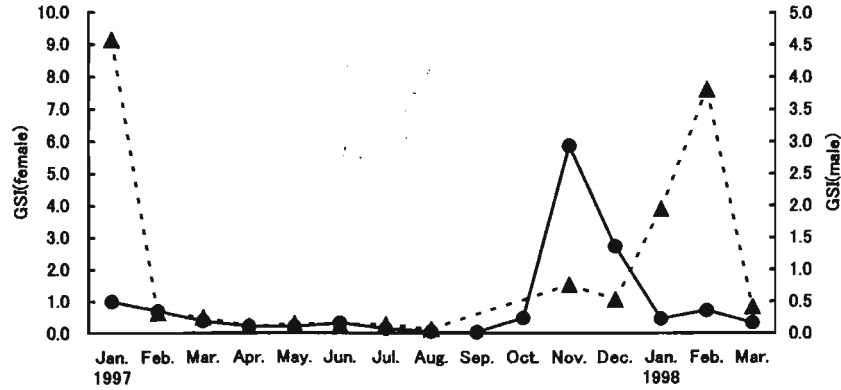


Fig. 4. Monthly changes in gonad somatic indices (GSI) of *Sebastes inermis*. Closed triangle and circle indicate female and male, respectively gonad somatic indices were estimated by the following equation: $GSI = \{GW / (BW - SCW - GW)\}$.

Table 3. Occurrence of mature female of *Sebastes inermis* captured from January to February, 1997 and 1998

	2-rings group	3-rings group	4-rings group
Maturity ratio (%)	66.6	40.0	75.0
Number of individual	30	5	8

Table 4. Back-calculated body length in mm of *Sebastes inermis* at full age

Full age	1	2	3	4	5	6	7
Back-calculated body length	80.1	117.8	141.6	156.7	166.3	172.3	176.1

7月に第1輪が形成される。その後1年ごとに輪が形成され、 n 番目の輪形成期の体長は(3)式で表される。(3)式では第1輪形成時期の体長 $L_{(1)}$ は、生まれてから約半年後の体長を表していることになる。その後の輪形成時期 $L_{(2)}$ 、 $L_{(3)}$ は生まれてから約1年半後、約2年半後の体長を表していると考えられる。つまり、 $L_{(n+0.5)}$ (n は1以上の整数)が生まれてから満約 n 年後の体長を表していると考えて差し支えない。これをもとに(3)式を補正して、孵出してから満 t 年後の体長 L_t を表す Von BERTALANFFY の成長式

$$L_t = 182.7 \times \{1 - e^{-0.4576(t+0.262)}\} \dots \dots \dots (4)$$

を得た。(4)式により計算した t 年後の満年齢時の体長を Table 4 および Fig. 5 に示した。

今回得られた結果を用いて他海域とのメバルの成長を比較した。UTAGAWA and TANIUCHI (1999) がいくつかの海域のメバルについて Von BERTALANFFY の成長式を整理しているので、今回はそれらの式を用いて比較した (Table 5)。最も成長がよいのは福岡県津屋崎産で生後7年目の体長で212.0 mm と計算された。最も成長が悪かったのは香川県播磨灘産の雌で、生後7年目で体長154.4 mm と

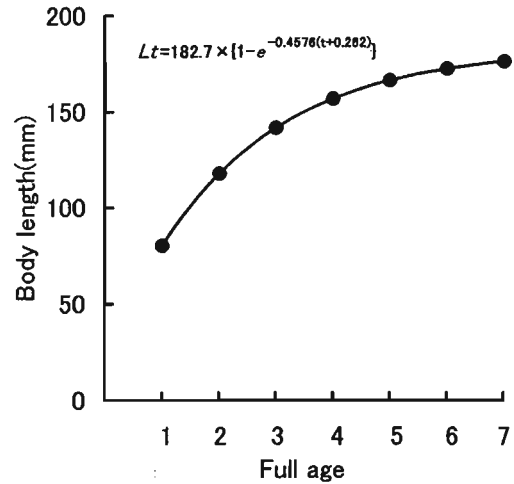


Fig. 5. Growth curve in body length by Von BERTALANFFY's equation.

計算された。若狭湾産の成長は播磨灘産の雄雌よりもよいが、津屋崎産、山口県秋保湾産およびその近海産、宮城県松島湾産、三浦半島産の雄雌よりは成長が悪い。

Table 5. Comparison in growth of *Sebastes inermis* with seven areas estimated by Von Bertalanffy's equation

Survey area	Body length at full age (mm)						
	1	2	3	4	5	6	7
Western Wakasa Bay (Kyoto Pref.)	80.1	117.8	141.6	156.7	166.3	172.3	176.1
Tsuyazaki (Fukuoka Pref.)	51.5	106.3	144.5	171.3	189.9	202.9	212.0
Akiho Bay (Yamaguchi Pref.)	85.8	126.3	152.5	169.4	180.4	187.4	192.0
Akiho and the adjacent seas (Yamaguchi Pref.)	85.2	122.9	149.5	168.3	181.5	190.9	197.5
Harima nada (Kagawa Pref.) female	76.3	109.0	128.7	140.5	147.5	151.8	154.4
male	76.5	109.0	130.4	144.6	154.0	160.2	164.3
Matsushima Bay (Miyagi Pref.)	73.7	117.0	147.9	170.1	185.9	197.2	205.3
Miura Pen. (Kanagawa Pref.) female	89.3	118.8	143.8	164.9	182.9	198.1	210.9
male	89.6	119.1	141.5	158.4	171.3	181.0	188.4

Alteration from UTAGAWA and TANIUCHI (1999)

成熟年齢 本調査の結果では、雄の生殖腺熟度指数のピークは11~12月であるのに対し、雌のそれは1~2月にみられ、雌雄の生殖腺熟度指数の変化には明らかに雄性先熟の傾向が認められた。三尾 (1961) は、メバルは胎生魚であり、雄のほうが先に成熟して交尾したあと雌が遅れて成熟し、産仔するとしている。したがって、若狭湾西部海域におけるメバルの交尾期は11~12月、産仔時期は1~2月であると考えられた。

三尾は (1961) メバルは2歳 (筆者注: 孵出2年後) で成熟するとしており、松清 (1961) は2年級 (筆者注: 孵出2年後) に成長して初めて産卵群に参加するとしている。横川 (1992) も松清と同様の考察をしている。今回の調査結果では、若狭湾西部海域産のメバルの雌においては2輪魚 (満2歳) 以上で高い成熟個体の出現率が認められ、同海域では他海域と同様に満2歳以上で成熟すると考えられた。しかし、今回1月および2月に採集された第1輪群の259個体中の雌と判別できた9個体のうち、成熟していたものが4個体みられた。それらの個体の中には発眼卵や孵出前の仔魚が確認できたことから、孵出後約1年で生殖に参加する個体もいると考えられた。これらの卵巣の発達した個体の体長範囲は118~126 mmであった。これらは孵出約1年後の計算体長80.1 mm よりもかなり大きな個体であり、孵出2年後の計算体長117.8 mm に相当する程の大きさであった。これより雌については孵出後約1年であっても成長の早い個体は成熟し、生殖活動に参加し得ると推定される。

参考文献

- 水江一弘. 1959. メバル精巣の季節的循環に就て. 長崎大
水産研報. (8): 111-122.
- 布施真一郎. 1959. ガラモ場における動物群集. 生理生
態, **11**(1): 23-45.
- 三尾真一. 1961. 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. 九大農芸学
誌, **18**(4): 419-436.
- 畑中正吉・飯塚景記. 1962. モ場の魚の群集生態学的研
究—I. モ場周辺の魚群集. 日水誌, **28**(2): 155-
161.
- 松清清. 1963. 山口県瀬戸内海における重要生物の生態
学的研究. 第22報. メバル *Sebastes inermis*
(Cuvier et Valenciennes). 山口内水試調研業績,
13(1): 29-37.
- 横川浩治・井口政紀. 1992. 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**(2): 139-144.
- 横川浩治・井口政紀・山賀賢一. 1992. 播磨灘南部沿岸海
域におけるメバルの年齢, 成長, 及び肥満度. 水産
増殖, **40**(2): 235-240.
- UTAGAWA, K. and TANIUCHI, T.. 1999. Age and Growth
of the Black Rockfish *Sebastes inermis* in Eastern
Sagami Bay off Miura Peninsula, Central Japan.
Fisheries Science, **65**(1): 73-78.

Synopsis

Age, Growth and Maturity of a Black Rockfish in the Western Wakasa Bay

Tetsuji HISADA, Taroh INOUE and Yuichi HAMANAKA

Age, growth and maturity of a black rockfish *Sebastes inermis* collected from the western Wakasa Bay were studied.

An otolith ring is formed once a year, during June to July. No significant difference between growth is apparent between sex.

The growth formula for this rockfish is fit by Von BERTALANFFY's equation as follows:

$$L_t = 182.7 \times \{1 - e^{-0.4576(t+0.262)}\}$$

Mean body length is back-calculated as 80.1, 117.8, 141.6, 156.7, 166.3, 172.3 and 176.1 mm at full age of 1 to 7 years, respectively. A comparison with other studies on the growth of the black rockfish indicates that the fish from the western Wakasa Bay grows faster than that from Harima Nada and slower than those from Tsuyazaki, Akiho Bay, Matsushima Bay and Miura Peninsula.

Seasonal variations of gonad somatic indices of both sexes clearly show that male matures earlier (Nov.–Dec.) than female (Jan.–Feb.). These facts suggested mating and extrusion season of the fish are estimated from November to December and from January to February.

Occurrence of mature ratio on female shows high ratio from 2-rings group that means female mature more than 2 ages. However, 4 matured 1-age female were caught. This fact shows fast grown female reachable to maturation.