

和歌山県串本におけるメジナの年齢と成長

前田 充穂,^{1a*} 木村 清志,² 中坊 徹次³

(2001年11月29日受付, 2002年6月3日受理)

¹京都大学大学院農学研究科, ²三重大学水産実験所, ³京都大学総合博物館Age and growth of *Girella punctata* in Kushimoto, Wakayama Prefecture, JapanMITSUHO MAEDA,^{1a*} SEISHI KIMURA² AND TETSUJI NAKABO³¹Division of Applied Biosciences, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Kyoto 606-8502,²Fisheries Research Laboratory, Mie University, Shima, Mie 517-0703, ³The Kyoto University Museum, Kyoto, Kyoto 606-8501, Japan

Age and growth of *Girella punctata* were estimated by analyzing the ring marks on scales taken from specimens collected from Kushimoto, Wakayama Prefecture, Japan. Examination of marginal increments of scales showed that ring marks were formed once a year, from February to April. The relationships between fork length (FL in mm) and scale radius (R in mm) were shown by separate equations for each sex: $FL = 26.1 R + 22.1$ (for males); $FL = 24.8 R + 29.3$ (for females). In addition, von Bertalanffy's growth equations for fork length (L_t) and weight (W_t) at full age (t) were as follows: $L_t = 380(1 - \exp(-0.244(t + 0.887)))$, $W_t = 1160(1 - \exp(-0.244(t + 0.887)))^{2.95}$. No sexual differences were found in the growth of *G. punctata*. It was also estimated from the gonadosomatic index analysis that the species mainly spawns in April.

キーワード：メジナ, 鱗, 年齢, 成長, 産卵期

日本の沿岸域, 特に岩礁域に生息する魚類の資源生態学的研究は, 多くの魚種においてその採集が困難である故に, ほとんどなされていないのが実状である。磯魚の資源量動態を知ることは, その有効的資源利用を考える上で非常に重要である。特に, それらの年齢, 成長, 成熟に関する知見は資源量動態を知るための基礎的な知見である。

磯魚の代表格の一つに挙げられるメジナ *Girella punctata* は, 我が国では日本海側では新潟県から九州北西部まで, 太平洋側では房総半島から九州南部までに生息し, さらに朝鮮半島南部, 済州島, 台湾そして中国福建省の沿岸域に生息していることが知られている。¹⁾ 本種は一本釣や刺網, 定置網などの漁業対象魚種として非常に重要であるほか, 遊漁の対象魚としても非常に人気が高い。本種には, 卵内発生や仔魚の形態,²⁾ 稚魚の同定,³⁾ そして仔稚魚や幼魚の生態や成長⁴⁻¹⁰⁾などの報告があり, 初期生活史に関する知見は多く見られる。ところが, 本種の成魚に関する資源生物学的研究は非常に少

なく, 年齢形質の年輪形成時期について吉原ら,¹¹⁾ 年齢と成長の報告に関して水江ら,¹²⁾ 成熟に関して水江・三上¹³⁾の報告があるだけである。

本研究は黒潮流域沿岸に位置する和歌山県の串本付近においてメジナの年齢と成長を解明することを目的とした。海産魚類の年齢, 成長, 成熟は同一種でも生息する海域によって異なることが, 他魚種のこれまでの研究で知られている。¹⁴⁾ 黒潮の影響を強く受ける南日本太平洋側の沿岸域は, 日本列島で本種の主要な分布域になっている。一方, 水江ら^{12,13)}の報告は長崎県, 佐世保におけるものである。そこで, 水江らの佐世保からの報告¹²⁾と串本における本報告とを比較することにより, 本種より一般的な資源生態学的知見を明らかにした。

材料と方法

本研究に用いた標本の大部分は1999年1月から2000年12月までの期間に潮岬や紀伊大島の檜野を中心にした和歌山県串本の磯場, および漁港で釣りによって

* Tel : 81-3-3244-4417. Fax : 81-3-3244-7003. Email : mitsuho@nissui.co.jp

^a 現所属 : 日本水産株式会社 (Nippon Suisan Kaisha, Ltd., Tokyo 100-8686, Japan)

採集した (Fig. 1)。また、一部は、周辺海域での定置網や刺網で漁獲されたものを用いた (Table 1)。標本の総個体数は 367 個体、尾叉長範囲は 109–420 mm であ

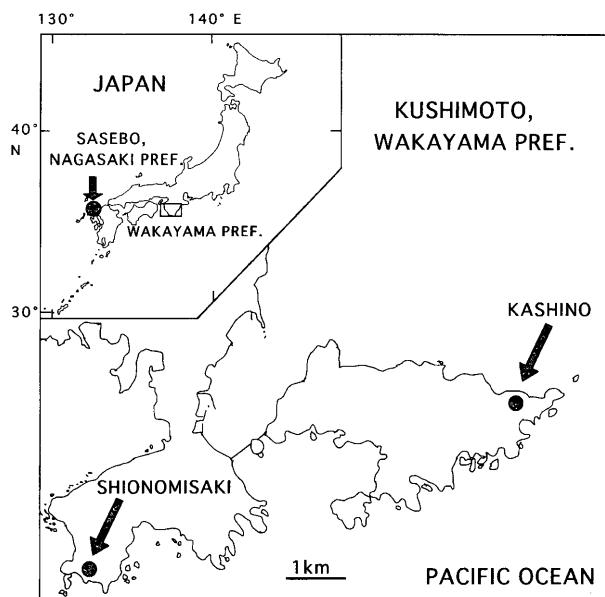


Fig. 1. A map showing collecting localities.

った。

採集した標本は、全長、尾叉長、標準体長、体重、生殖腺重量を測定した。年齢形質として鱗を摘出し、水洗後風乾し、保存した。性判別は生殖腺の目視および生殖腺組織の一部を摘出しスライドガラス上で押しつぶし顕微鏡下で 150 倍に拡大し、卵母細胞の有無によって行った。

年齢査定用の鱗は水江ら¹²⁾に従い、左側胸鰭先端部の数枚を用いた。採取した鱗は 10% 水酸化カルシウム溶液で汚れを落とし、2 枚のスライドガラスに挟んで観察を行った。鱗は万能投影機により、透過光線で 20 倍に拡大し 2 回以上観察し、輪紋径および鱗径を測定した。輪紋の計測は鱗の焦点と被覆部前縁角とを結んだ直線を軸とし、焦点から軸と各輪紋との交点までの距離を輪紋径 ($r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$)、焦点と被覆部前縁角との直線距離を鱗径 (R) とした (Fig. 2)。各個体の輪紋径や鱗径は、計測した 2 枚以上の鱗の平均値で代表させた。なお、検鱗は全個体について行ったが、輪紋が読み取り可能であったのは 341 個体であった。輪紋形成期は鱗上に輪紋が 2 輪から 4 輪観察できた個体群の鱗の縁辺成長率 (MGI) の平均値の経月変化に基づいて推

Table 1. Collecting data of specimens from Kushimoto, Wakayama Prefecture

Sample number	Date of catch	Gear used	No. of specimens	Fork length in mm	
				Range	Mean
1	Jan. 13~14, 1999	Angling gear	6	245~350	248.3
2	Feb. 23~24	Angling gear	6	253~274	265.3
3	Mar. 2~9	Angling gear	23	150~341	238.1
4	Apr. 12~18	Angling gear	13	149~338	223.2
5	May 6~12	Angling gear	11	146~395	257.0
6	June 7~13	Angling gear	15	168~420	244.7
7	July 8~11	Angling gear	17	164~341	209.8
8	Sep. 6~11	Angling gear	13	178~329	244.0
9	Oct. 15~17	Angling gear	16	158~208	181.4
10	Nov. 7~12	Angling gear	14	109~298	216.7
11	Dec.11~16	Angling gear	44	170~306	267.3
12	Jan. 18~22, 2000	Angling gear	21	235~420	299.4
13	Feb. 21~28	Angling gear, Gill net	18	262~380	308.1
14	Mar. 7~14	Angling gear, Gill net, Set net	33	254~413	322.5
15	Apr. 17~21	Angling gear, Gill net, Set net	17	254~386	325.0
16	May 11~17	Angling gear	6	272~356	301.7
17	June 14	Angling gear	1	307	307.0
18	July 19	Angling gear	2	123~144	133.5
19	Aug. 25~30	Angling gear	4	151~244	189.8
20	Sep. 18~19	Angling gear	19	110~296	185.7
21	Oct. 23~25	Angling gear	13	128~318	230.5
22	Nov. 16~22	Angling gear	45	115~298	219.2
23	Dec.11~20	Angling gear	10	268~326	298.2
Total			367	109~420	

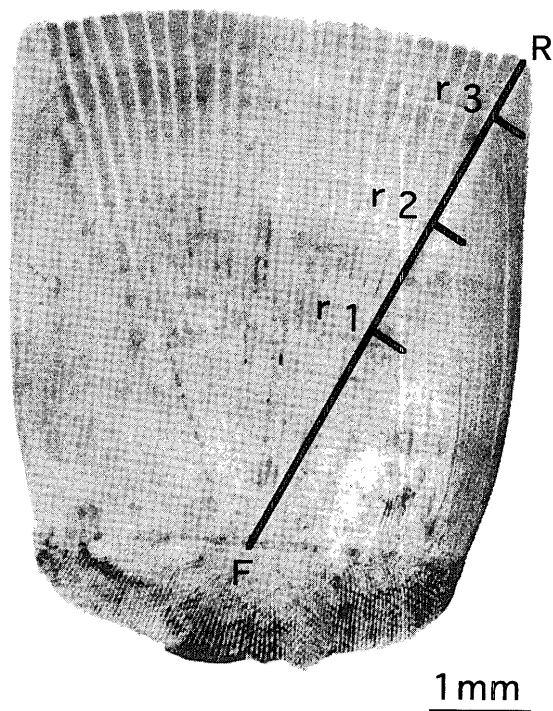


Fig. 2. A scale of *Girella punctata* (296 mm in fork length) showing the area of measurement. F, focus; R, scale radius; r_1 - r_3 , the first to the third ring radii.

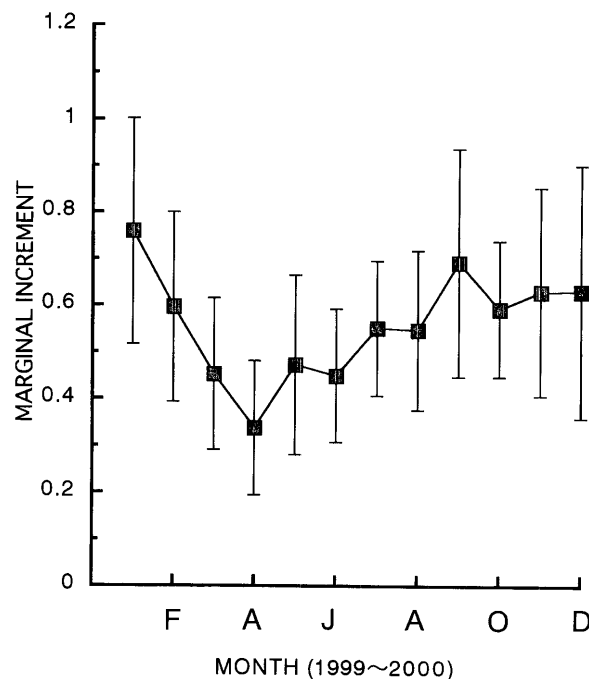


Fig. 3. Monthly change in marginal increment (mean \pm SD) of *Girella punctata* (from 2 to 4-year group). SD, standard deviation.

定した。

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

R: 鱗径, mm, r_n : 最外輪紋の輪径, mm

尾叉長-全長・標準体長・体重・鱗径関係の回帰直線を求め、雌雄の回帰直線間に有意差があるかどうかを調べた。鱗径-尾叉長の回帰直線を求め、各輪紋形成時の輪紋径を代入することによって各輪紋形成時の尾叉長を逆算した。各輪紋形成時の尾叉長より Walford¹⁵⁾の定差図を作成し von Bertalanffy の成長式¹⁶⁾への適合を試みた。

生殖腺指数 (GSI) は、以下の式によって求めた。

$$GSI = (GW/W) \times 10^2$$

GW: 生殖腺重量, g, W: 体重, g

尾叉長と生殖腺指数の散布図より最小成熟尾叉長の推定を行い、さらに生殖腺指数値の周年変化より産卵期の推定を行った。

結 果

尾叉長-全長・標準体長・体重関係 本種に関する各表示尾叉長間の関係を求めると次のようになった。

尾叉長 (FL, mm)-全長 (TL, mm) 関係

$$TL = 1.10 FL - 7.78 (r^2 = 0.994, n = 367) \quad (1)$$

尾叉長 (FL, mm)-標準体長 (SL, mm) 関係

$$SL = 0.851 FL - 3.88 (r^2 = 0.993, n = 367) \quad (2)$$

尾叉長 (FL, mm)-体重 (W, g) 関係

$$\log W = 2.95 \log FL - 4.55 (r^2 = 0.993, n = 365) \quad (3)$$

この3関係を雌雄間で共分散分析で比較した結果、5%水準で有意差は認められず、単一の相対成長式で表された。

鱗の性状と輪紋形成時期 本種の鱗は櫛鱗で、焦点を中心にして鱗の被覆部に成長線が馬蹄形に形成され、成長線の粗密によって休止帯と判断することができる輪紋を比較的容易に判読することができた (Fig. 2)。第1輪と第2輪は、第3輪以降に比較して不明瞭である傾向がみられた。輪紋は10輪まで確認できたが、このような高齢魚の個体数は少なく、また高齢魚では輪紋間隔がせばまり、輪紋の判読が不確実になることが考えられたので、本研究では6輪魚までについて成長解析を行った。

縁辺成長率は、1月に最大値を示し2月から減少し始め4月に極小値を示し、これ以降増加した (Fig. 3)。このような縁辺成長率の経月変化から、輪紋は年1回、2月から4月に形成されると考えられる。

鱗径-尾叉長関係と輪紋形成時の計算尾叉長 鱗径-尾叉長関係には雌雄の回帰直線を共分散分析で比較した結果、5%水準で傾きでは有意ではないが、有意な位置の差がみられたため、雌雄別に関係式を求めた (Fig. 4)。

$$\text{雄: } FL = 26.1 R + 22.1 (r^2 = 0.956, n = 186) \quad (4)$$

$$\text{雌: } FL = 24.8 R + 29.3 (r^2 = 0.936, n = 144) \quad (5)$$

雌雄別, 輪紋群別の平均輪径を Table 2 のように示す。Table 2 から, 雌雄ともに各輪径が高齢魚になるほど大きく算出される反 Lee 現象が, 特に第 1, 第 2 輪でみられた。しかし, この原因を特定できないため, 本研究では反 Lee 現象に対する補正は行わなかった。

各個体について, 各輪径を(4), (5)式に代入し, 輪紋形成時の尾叉長を求めた。輪紋形成時の平均尾叉長は雌

雄それぞれ, 雄で $L_1=137$ mm, $L_2=191$ mm, $L_3=233$ mm, $L_4=263$ mm, $L_5=289$ mm, $L_6=308$ mm。雌で $L_1=144$ mm, $L_2=193$ mm, $L_3=237$ mm, $L_4=266$ mm, $L_5=290$ mm, $L_6=312$ mm であった。雌雄の計算平均尾叉長に対して t 検定を行ったが, 5% 水準で有意差が認められなかったため, ここでは雌雄をまとめた全体の平均値を各輪紋形成時の計算尾叉長の代表値とした。この値は次のようになる。 $L_1=140$ mm, $L_2=191$ mm, $L_3=234$ mm, $L_4=264$ mm, $L_5=289$ mm, $L_6=309$ mm。

輪紋形成時の成長式 各輪紋形成時の計算尾叉長を用いて Walford の定差図¹⁵⁾を描くと各点は同一直線にのり, 第 1~第 6 輪までの成長は von Bertalanffy¹⁶⁾の成長式に適合した。 L_n に対する L_{n+1} の関係式は,

$$L_{n+1} = 0.784 L_n + 82.1 (r^2 = 0.990) \quad (6)$$

となり, von Bertalanffy の成長式は,

$$L_n = 380(1 - \exp(-0.244(n + 0.887))) \quad (7)$$

L_n 第 n 輪形成時の尾叉長

n , 輪紋数

となった。¹⁷⁾ 体重の成長式は(3), (7)式より,

$$W_n = 1160(1 - \exp(-0.244(n + 0.887)))^{2.95} \quad (8)$$

W_n , 第 n 輪形成時の推定体重 (g)

で表された。

産卵期の推定 尾叉長と GSI との関係 (Fig. 5) から, 雌は尾叉長 280 mm 付近で雄は尾叉長 250 mm 付近で GSI が急激に増大した。そこで, 成魚の生殖周期を検討するために全個体の GSI の散布を雌雄別に Fig. 6 に示した。 GSI の大きい雌が最も多く見られたのは 4 月で

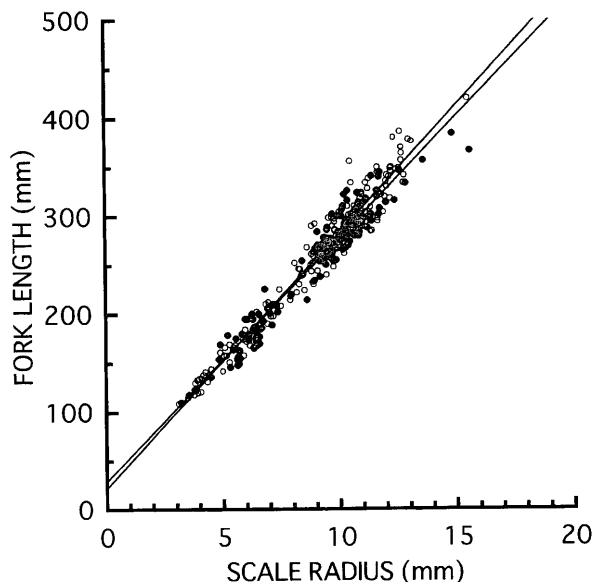


Fig. 4. Relationships between fork length and scale radius. Open circles, male; solid circles, female.

Table 2. Mean values and standard deviation of ring formation radii in *Girella punctata*

Male							
R_n	No. of specimens	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
1	21	4.02 ± 0.553					
2	19	4.25 ± 0.766	6.09 ± 0.820				
3	41	4.58 ± 0.847	6.60 ± 0.906	8.13 ± 0.799			
4	28	4.39 ± 0.812	6.58 ± 0.705	8.09 ± 0.717	9.26 ± 0.596		
5	28	4.51 ± 0.679	6.45 ± 0.632	8.05 ± 0.504	9.32 ± 0.555	10.3 ± 0.571	
6	18	4.74 ± 0.637	6.65 ± 0.772	8.03 ± 0.779	9.18 ± 0.781	10.1 ± 0.779	11.0 ± 0.872
Aver.		4.42 ± 0.781	6.47 ± 0.832	8.08 ± 0.761	9.25 ± 0.667	10.2 ± 0.779	11.0 ± 0.872
Female							
R_n	No. of specimens	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
1	18	4.21 ± 0.479					
2	21	3.66 ± 0.571	5.46 ± 0.543				
3	30	4.54 ± 0.718	6.68 ± 0.710	8.42 ± 0.851			
4	33	4.79 ± 0.794	6.60 ± 0.741	8.05 ± 0.678	9.37 ± 0.683		
5	22	4.83 ± 0.834	6.77 ± 0.727	8.12 ± 0.748	9.33 ± 0.675	10.3 ± 0.721	
6	8	5.56 ± 0.907	7.40 ± 0.749	8.79 ± 0.972	9.89 ± 0.905	10.7 ± 0.959	11.4 ± 0.995
Aver.		4.60 ± 0.853	6.58 ± 0.864	8.35 ± 0.761	9.53 ± 0.667	10.5 ± 0.779	11.4 ± 0.995

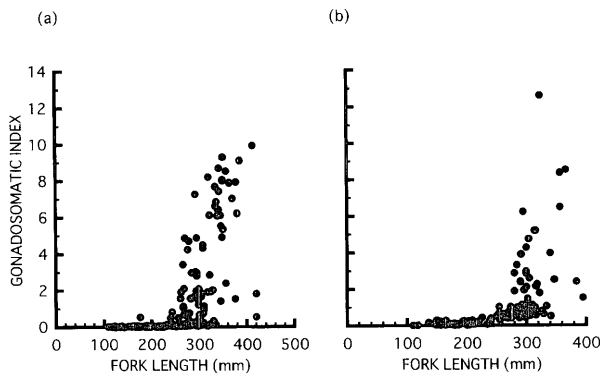


Fig. 5. Relationships between gonadosomatic index ($GW/W \times 10^2$; GW, gonad weight in g; W, weight in g) and fork length of (a) male and (b) female of *Girella punctata*.

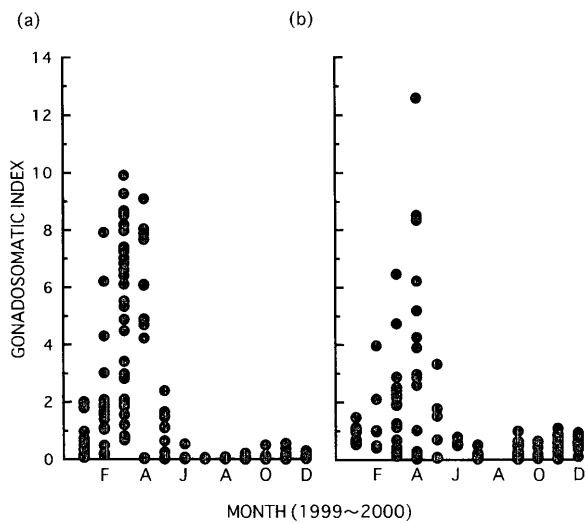


Fig. 6. Seasonal change of gonadosomatic index from January to December (1999~2000), (a) male, (b) female.

あり、GSIの大きい雄が最も多く見られたのは3月から4月であった。これらのことから、本種の主産卵期は4月と推定された。この産卵期は鱗の輪紋形成期(2月から4月)とはほぼ一致することから、ここで推定した成長式は、ほぼ満年齢の尾叉長や体重を表している。なお、雌が尾叉長280 mm、雄が尾叉長250 mmに達する最小年齢は3歳であった。したがって、最小成熟年齢は3歳となった。

考 察

産卵期、最小成熟尾叉長、最小成熟年齢と鱗の輪紋形成 本種の主産卵期は4月であると推定された(Fig. 6)。Okuno⁷⁾は、和歌山県白浜における本種の産卵期のピークが3月から4月にかけてであると、本研究はこれ

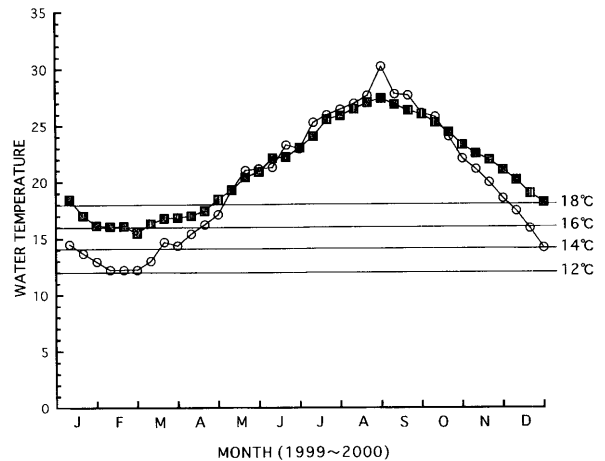


Fig. 7. Seasonal change in water temperature at Kushimoto, Wakayama Prefecture (solid squares) and Sasebo, Nagasaki Prefecture (open circles).

とよく一致している。また、Fig. 5より本種の最小成熟尾叉長は、雌が280 mm、雄が250 mmであると推察でき、雌は雄よりも大きい尾叉長で産卵に加わっているようである。しかし、これらのことは、GSIのみから推察したことであり十分ではあるとは言えない。これ以上の厳密な考察には生殖腺を組織学的に観察し、GSIと生殖腺成熟度の関係を明らかにする必要がある。

本種の鱗における輪紋形成期は2月から4月であった(Fig. 3)。また本種の産卵期は4月であると推定された。したがって、和歌山県串本では、輪紋形成期と産卵期がほぼ一致していると考えられた。また、長崎県佐世保では、水江ら¹²⁾によると、縁辺成長率が極小になる月は、雄では5月で、雌では4月から5月にかけてで、本種の産卵期は5月であるとしている。¹³⁾このことから、佐世保でも、輪紋形成期は産卵期とはほぼ一致する。安田¹⁸⁾は年齢形質の輪紋密度を決定する要因として、餌料や水温のような環境条件よりはむしろ、成長とか成熟のような生理条件の方がより重要だとしている。鈴木・木村¹⁹⁾も鱗の輪紋形成の要因として産卵を挙げている。したがって、佐世保と串本のそれぞれにおいて輪紋形成期と産卵期がほぼ一致したことは、産卵が本種の明瞭な鱗における輪紋形成の重要な要因の一つになりうることを示唆している。さらに、最小成熟年齢が3才であると推察され、性成熟前に形成された第1輪や第2輪は第3輪以降の輪紋に比べて不明瞭であったという事実からも、産卵が明瞭な鱗の輪紋形成に大きく関与していることを支持している。

上述したように串本では4月、佐世保では5月と産卵期に時期的な相違がみられる。この相違の一要因として水温が示唆される。串本と佐世保湾外にあたる大崎観測点における水温の年変化(1999~2000年の平均値)

を Fig. 7 に示した。串本の水温は和歌山県水産総合技術センター水産試験場からのもので、潮岬の東側と西側の2定点において測定された表面水温の平均値を算出したものである。佐世保の水温は長崎県県北水産業普及指導センターからのもので、大崎観測点において水深1 m, 3 mそして底における水温の平均を算出したものである。本種の佐世保における報告^{12,13)}は1960年代のものであるが、1960年代の佐世保における水温データを入力することができなかった。しかし、Fig. 7で見られる両地域間における水温差が、1999-2000年の串本と1960年代の佐世保の水温間にも存在することが十分に予想される。串本と佐世保では冬季から春期にかけての水温上昇度に約1ヶ月のずれがある。ここで、山口²⁰⁾は、マダイの日本各地の産卵期と水温の関係を比較し、水温上昇の早い海域ほど産卵期が早い傾向がみられるとしている。さらに山口²⁰⁾は瀬戸内海そして紀伊水道の複数地点における記録よりマダイの産卵水温は、一般に14.8°Cから16.8°Cであるとしており、原田²¹⁾は、海産魚とその成熟を述べ、産卵の盛んな時期の水温は魚種によってほぼ決まっており、高低の差は数度内であるとしている。本種の産卵水温についての知見はないが、本種の産卵水温が17°Cから18°Cであると予想するならば、水温がその付近に達して初めて本種の産卵が引き起こされることが推察できる。17°Cから18°Cをこえる水温に達するのが、串本では3月中旬から4月であり佐世保では4月下旬から5月にかけてである。したがって両所における産卵期における輪紋形成ならびに産卵期における1ヶ月のずれは水温上昇期の違いに起因していることが示唆される。但し、今後の研究でメジナの産卵期間中の水温を確かめる必要がある。

成長比較 串本における満年齢時の尾叉長は、 $L_1=140$ mm, $L_2=191$ mm, $L_3=234$ mm, $L_4=264$ mm, $L_5=289$ mm, $L_6=309$ mmと算出された。一方、佐世保では、水江ら¹²⁾によると、雄で、 $L_1=105.2$ mm, $L_2=$

156.6 mm, $L_3=201.9$ mm, $L_4=236.1$ mm, $L_5=264.3$ mm, $L_6=284.1$ mm, 雌で、 $L_1=88.5$ mm, $L_2=138.4$ mm, $L_3=181.2$ mm, $L_4=218.5$ mm, $L_5=246.2$ mm, $L_6=270.1$ mmとなる。両地域の成長を比較すると、佐世保に比べて串本の方が良好な成長を示している。なお、水江ら¹²⁾の報告では雄の成長が雌の成長をかなり上回っているが、本研究では、雌雄間の有意な成長差は認められなかった。このことに関する厳密な解析は今後の課題であろう。

両地域間における成長差の要因について、串本と佐世保の水温差が示唆される。このことを考えるにあたって串本と佐世保の結果について Walford の成長転換図によって成長率を求めた (Fig. 8)。求めた直線式は、次に示される通りである。なお、佐世保の Walford 式については、水江ら¹²⁾のデータを用いて計算した。

和歌山県 串本

$$L_{n+1} = 0.784 L_n + 82.2 (r^2 = 0.990) \quad L_{\infty}; 380 \text{ mm}$$

長崎県 佐世保 雄

$$L_{n+1} = 0.801 L_n + 74.2 (r^2 = 0.989) \quad L_{\infty}; 380 \text{ mm}$$

長崎県 佐世保 雌

$$L_{n+1} = 0.832 L_n + 65.7 (r^2 = 0.999) \quad L_{\infty}; 388 \text{ mm}$$

Walford 式の傾斜の値は、串本の値に比べて佐世保雄、佐世保雌の順に大きくなっている。このことから、2年目以降の成長率は串本の方が悪くなることより、計算尾叉長の地域による差は一年目の成長差に原因していると示唆される。満1歳時の尾叉長について、本研究では尾叉長140 mm、水江ら¹²⁾では、雄105.2 mm、雌88.5 mmと推定した。このように、満1歳時の尾叉長の推定値には大きな差がみられ、この原因としては、本質的な成長の個体差や地域差が考えられる。また、水江ら¹²⁾の標本は刺網で採集されたものや商業漁獲の標本を用いているため、満1歳時の尾叉長が過小に推定されるような標本の偏りは考えにくい。矢野ら²²⁾や高場²³⁾は、マダイの当歳魚の成長は、平均水温が高い年には良くな

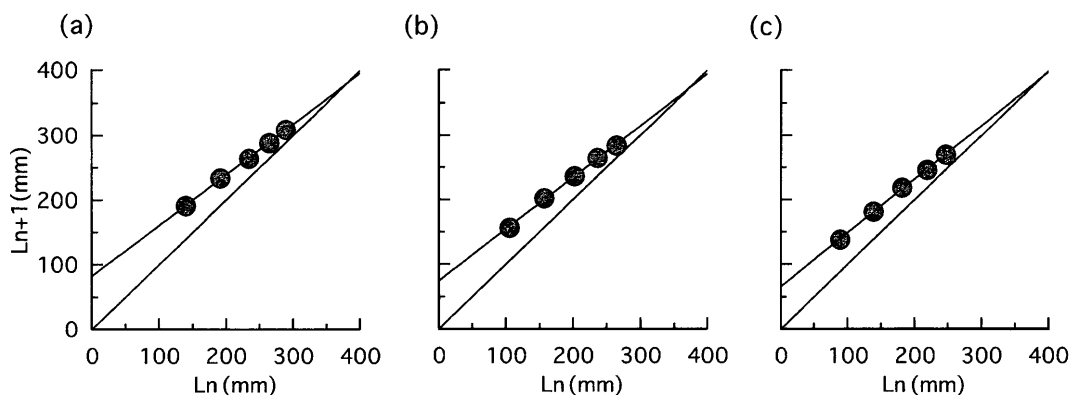


Fig. 8. Walford's growth transformation of calculated fork length. (a) Kushimoto, (b) male and (c) female in Sasebo.

るとしている。Fig. 7より冬季の水温は、串本の方が高く、これによって冬季の当歳魚の成長に差が生じ、串本の当歳魚の方が良好な成長を示したとも考えられ、計算尾叉長の地域間による差が生じたと考えられる。

本研究では極限尾叉長が380 mmと算出された。この値は、本種が最大全長500 mm(換算尾叉長462 mm)くらいにまで達することが知られていることや、本研究標本の最大尾叉長は420 mmであったことから、これらに比べるといくぶん過小である。しかし、本研究材料では尾叉長380 mm以上の個体がわずかに8個体であることや、このような高齢魚は鱗の輪紋が不明瞭で読み取りが不正確になるため、7輪魚以上を成長解析から除外したことを考慮すると、平均的な極限尾叉長として380 mmは妥当な値であるといえる。また、水江ら¹²⁾は、雄の極限尾叉長が380 mm、雌の極限尾叉長が388 mmと算出し、両研究で得られた極限尾叉長値間に大きな差がなく、本種の平均的な極限尾叉長値は380-390 mmであろうと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたって標本の採集に御協力いただいた故本田収氏を初めとした紀州本田会のみなさん、釣りによる標本の採集に便宜をはかっていただいた内田紘臣博士を初めとした串本海中公園センター、本研究に関する様々な情報を提供して下さった和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場ならびに長崎県北水産業普及指導センター、そして週刊釣りサンデー小西英人氏ならびに高崎冬樹氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) Yagishita N, Nakabo T. Revision of the genus *Girella* (Girellidae) from East Asia. *Ichthyol. Res.* 2000; **47**: 119-135.
- 2) 水戸 敏. メジナの卵発生と仔魚期. *魚類学雑誌* 1957; VI-4/5/6: 105-108.
- 3) Fujita S, Takahashi I, Niimi K. Use of iridophore pigmentation patterns to separate juveniles of two *Girella* species (Girellidae). *Ichthyol. Res.* 2000; **47**: 397-400.
- 4) 奥野良之介. メジナ幼魚の群れ生活. *日本生態学会誌* 1956; **6**: 99-102.
- 5) 小林喜雄, 五十嵐 傑. 北海道函館付近におけるメジナ *Girella punctata* Gray の幼稚魚に就いて. *北大水産彙報* 1961; XII, 2: 121-127.
- 6) 森 主一. メジナ幼魚の社会構造一順位となわばり一. *日本生態学会誌* 1956; **5**: 145-150.
- 7) Okuno R. Distribution of young of two reef fishes, *Girella punctata* Gray and *G. melanichthys* (Richardson), in Tanabe Bay and the relationship found between their schooling behaviors. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 1962; **X** (2): 149-164.
- 8) 吉原喜好, 蔵方早苗, 藤田千夏, 池上龍朗, 柳原昌子, 和田孝紀. 沿岸域における標識メジナ稚仔魚の移動と成長について. *水産増殖* 1998; **46**: 177-182.
- 9) 吉原喜好. 体長組成の月変化から推定したメジナ幼稚魚の伊豆半島沿岸域における動態. *水産増殖* 1998; **46**: 371-372.
- 10) 吉原喜好, 岡本英能, 片岡大作. 沿岸域におけるメジナ幼稚魚の体長一体重関係について. *水産増殖* 1999; **47**: 343-348.
- 11) 吉原喜好, 門松寅吉, 筒井絵理. 伊豆半島沿岸域におけるメジナの年輪形成時期について. *水産増殖* 2000; **48**: 135-136.
- 12) 水江一弘, 小川能永, 藤森常生. メジナの年令と成長について. *長大水研報* 1961; **10**: 1-14.
- 13) 水江一弘, 三上健彦. メジナ生殖巣の成熟および季節的循環に関する研究. *長大水研報* 1960; **9**: 18-32.
- 14) 落合 明, 田中 克. 「魚類学(下)」恒星社厚生閣, 東京. 1986.
- 15) Walford, L. A.. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.* 1946; **90**: 141-147.
- 16) Bertalanffy, L. v. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biol.* 1938; **10**: 181-213.
- 17) 田中昌一. 「水産資源学総論, 増補改訂版第1版」恒星社厚生閣, 東京. 1998: 156-171.
- 18) 安田秀明. 魚類の骨, 耳石, 脊椎骨に顕われる輪紋の生成に關する要因の批判的研究. *日水誌* 1941; **10**: 7-10.
- 19) 鈴木 清, 木村清志. 熊野灘におけるイサキの成長. *魚類学雑誌* 1980; **27**: 64-71.
- 20) 山口正男. 産卵期. 「タイ養殖の基礎と実際」恒星社厚生閣, 東京. 1978; 28-34.
- 21) 原田輝男. 海産魚. 「魚類の成熟と採卵—その基礎と応用」(日本水産学会編)恒星社厚生閣, 東京. 1974; 66-75.
- 22) 矢野 実, 井上 明, 国行一正, 高森茂樹, 仁科重巳. 瀬戸内海備後灘におけるマダイ幼魚期の分布と生長. *南西水研報* 1969; **1**: 75-85.
- 23) 高場 稔. マダイの年成長量の年変動. *日水誌* 1997; **63**: 563-569.