

備讃瀬戸産マダイの年齢と成長

唐川 純一

Age and Growth of Red Sea Bream *Pagrus major* in Bisan-Seto, Seto Inland Sea

Junichi KARAKAWA

前報¹⁾及び本報のマダイ *Pagrus major* の資源生態に関する研究は、備讃瀬戸以東、紀伊水道内海域以北の水域を分布範囲とする瀬戸内海東部系群の資源増殖を図るため、1988～'90年に実施した瀬戸内海東ブロック栽培資源調査の結果を主体にとりまとめたものである。その意図するところは、当水域における東部系群マダイ資源に対する効果的かつ現実的な増殖手法の模索にある。

東部系群マダイは紀伊水道、播磨灘において、坂本('81, '84)^{2)~4)}、島本('84, '85)^{5)~6)}らによって年齢、成長、形態および回遊等についての研究がなされているが調査水域は比較的資源量が多く、冬季も一部の

水域を除いて比較的温暖である。一方、備讃瀬戸では近年、主に小型底曳網による漁獲圧の増大と環境の悪化により資源量は低迷している²⁾。また、冬季の水温は近隣水域に比べて低く、生息環境としてはきびしい水域である。このため、上記の水域に比べて冬季の水温低下が主要原因となって、発生時期と成長は比較的遅いであろうと予測されるが、その実態は明らかにされていない。今回、備讃瀬戸産マダイの年齢と成長について調査結果を整理したので、ここに報告する。

調査に当たって下津井漁業協同組合の関係者にはひとかたならぬご協力をいただいた。ここに厚くお礼申し上げ

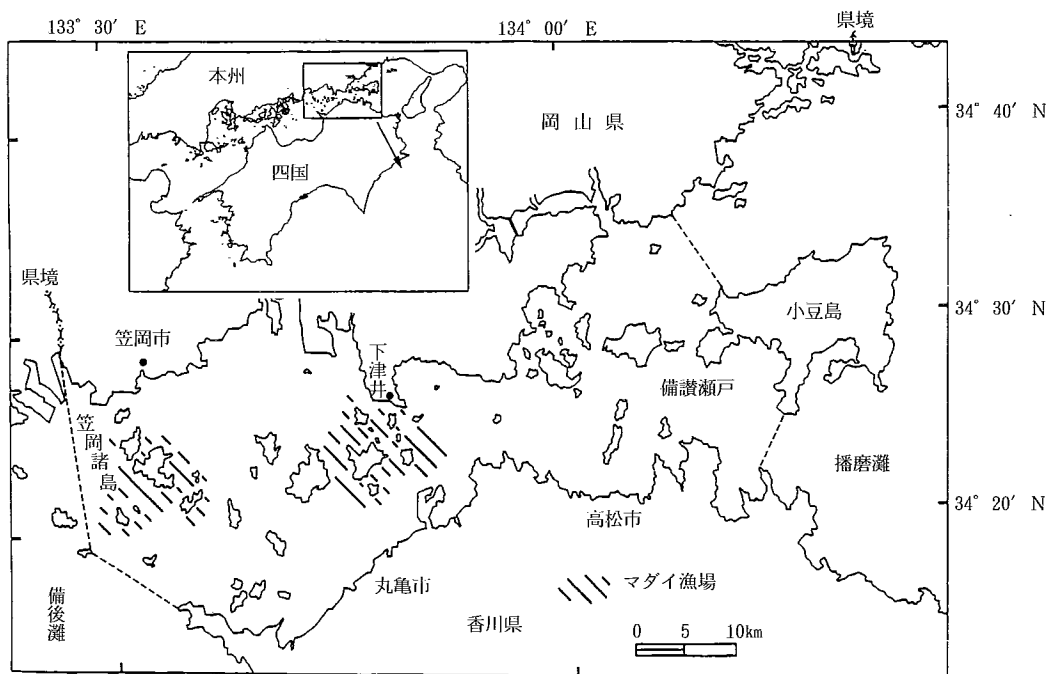


図1 調査水域

表1 本研究で使用了したマダイ標本の内訳

No.	年月日	個体数 (尾)	尾叉長 範囲 (mm)	年 齢 (歳)											漁 法			漁獲場所	
				0	1	2	3	4	5	6	7	8≤	不明	小型定置網	小型底曳網	刺網			
1	'88. 4. 21	5	217~402	1		1	2	1								5			笠岡諸島
2	5. 11	10	292~445		1		3	4	2							10			"
3	5. 18	2	360~455						1						1	2			下津井地先
4	6. 9	6	229~460				2	1	1						2	6			笠岡諸島
5	10. 19	7	235~398			3	3						1			7			"
6	'89. 4. 21	5	209~395			2		1	2							5			"(飛島)
7	4. 28	14	215~370		5	5	1	2	1							14			"(白石島)
8	5. 9	7	205~382		1	2	2		2							7			"(真鍋島)
9	5. 25	5	205~347			2	2		1							5			下津井地先
10	5. 31	28	121~326		12	8	3	1	4								28		"
11	6. 22	42	150~333		15	11	4	9	2					1			42		"
12	7. 20	35	155~467		13	11	4	1	3	1	1	1					35		"
13	8. 23	23	173~387		8	4	6	1	2			2					23		"
14	9. 27	23	175~395		17	3	1		2								23		"
15	11. 22	36	195~344		9	15	8	1	2	1							(36)		"
16	'90. 1. 23	7	200~311		4	1	1	1										7	"
17	3. 20	12	190~330		3	3	1	1	3	1								12	"
18	4. 17	8	198~330		4		1	1	1		1							8	"
19	4. 18	6	190~358		2	2			2									6	"
20	5. 23	14	232~336		4	4	5		1							14			笠岡諸島
21	5. 24	1	290				1									1			"
22	6. 15	4	181~335		1	2		1								4			"
23	12. 6	11	131~277		9	1		1								11			下津井地先
24	'91. 3. 20	3	237~361			1	1		1								3		"
計		314			9	96	69	54	26	40	10	5	1	4	91	190	33		

注), () は釣により漁獲したマダイを含む。

げる。

材 料 と 方 法

調査水域 調査水域を図1に示した。備讃瀬戸においてマダイ未成魚、成魚が比較的多獲される場所は図に斜線で示した倉敷市下津井と坂出市を結ぶ線上の周辺水域と笠岡諸島周辺水域である。前者は主に小型底曳網、釣りにより、後者は小型定置網で漁獲している。本研究で使用了した標本は'88年4月から'91年3月の間、これらの水域で漁獲したマダイを購入し、あるいは試験操業で得た合計314個体を用いた。なお、試験操業は下津井地先では小型底曳網により、笠岡諸島の真鍋島では小型定置網によった。標本の内訳を表1に示した。

標本は水産試験場に持ち帰り、外部各部位の測定を行った。測定項目と部位の基準²⁾は次のとおりである。全長(TL)-上顎吻端から尾鰭を真直に伸ばした場合の先端までの長さ

尾叉長(FL)-上顎吻端から尾鰭の切れ込みまでの長さ

体長(BL)-上顎吻端から尾鰭基底までの長さ

肛門長(AL)-上顎吻端から肛門中央までの長さ

頭長(HL)-上顎吻端から鰓蓋後端までの長さ(鰓膜を含む)

眼径(ED)-眼の角膜を横ぎる最大水平径

鱗長(R)-鱗の焦点から被覆部の基側角までの直線距離

体高(BH)-腹部から背までの最大鉛直高

以上は鱗長を除きすべて生鮮状態で測定した。

魚類の年齢査定形質としては、鱗、耳石、鰓蓋骨、脊椎骨などによる方法がある⁷⁾が、材料の採取から観察にいたるまでの手間、輪紋の明瞭度、輪紋計測の難易などを考慮して、マダイの年齢査定には一般に鱗が用いられている^{2-6), 8)}。このため、本調査でも鱗を用いて検討した。査定に使用した鱗は原則として魚体の左胸鰭付根から数枚後方のもので、10枚程度を採取した。

採取した鱗は5%水酸化カリウム溶液におおむね1昼夜浸漬し、引き続き数時間水洗いした後、標準的な供試鱗5枚を選び、2枚のスライドガラスにはさみこんでプレパラート標本とした。

観察と測定には万能投影機を用いて、20倍に拡大して行った。測定部位は図2に示すように、鱗長(R)は焦点

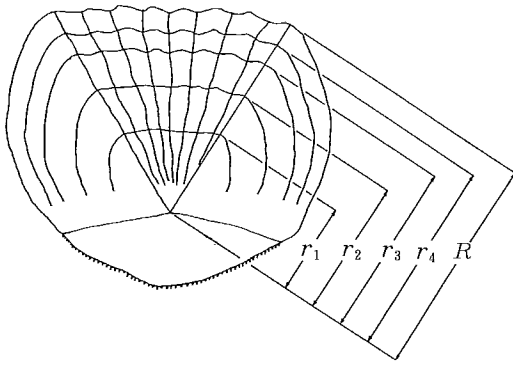


図2 鱗長、鱗紋径の測定部位
R: 鱗長 r_n : n 番目の鱗紋径

から被覆部にある2個の基側角のうち、原則として右基側角までの直線距離を測り、同時に同一直線上の各輪紋までの距離(r_n)を測定した。輪紋は最も内側のものから順次第1輪(r_1)、第2輪(r_2)、第n輪(r_n)とした。ただし、輪紋数が多くなる大型個体では正確な読み取りが困難となるとともに標本数が少なくなることから、輪紋長の読み取りは第7輪(r_7)までとした。なお、プレバート標本内の鱗のうち再生鱗等の判読不可能なものを除いて1~5枚を測定し、測定値は算術平均して代表値とした。

結 果

相対成長 魚体の各部位の測定結果から、尾叉長に対

する各形質の相対成長式を求め、表2に示した。FL-BW, FL-Rはべき乗回帰式で、他の関係は一次回帰式で示した。尾叉長の範囲は121~467mm, 体重の範囲は39.3~2,307.8gであった。相関係数(r)は0.928~0.995で尾叉長-眼径の関係は最も低かったが、尾叉長-全長, 体長, 体重の関係は比較的高かった。眼径の測定範囲は11.3~26.8mmで鱗長を除く他の形質に比べて測定が困難であり、測定誤差が大きく影響したものと考えられる。

水域間における相対成長関係の形質の差は尾叉長-全長, 肛門長, 体高等で差異がみられている事例があり⁹⁾, 坂本²⁾は内海群と外海群には生活圏の相違に基づく形質上の差異の存在を予測している。本報告とこれらの結果の比較は体長組成の違いと標本の採集時期の違いもあり、詳細には検討していないが共分散分析法等を用いた検討も必要である。本報ではおおまかには各形質とも内海における調査結果^{2~6)}に近似した係数, 指数が得られている。一方, 当歳魚の尾叉長-体重の関係において $BW = a \cdot FL^b$ の形で表すと b の値は3以上を示す事例^{10, 11)}がみられるのに対し, 未成魚, 成魚では3以下を示す事例^{2~6, 8)}が多かった。

輪紋形成時期 輪紋形成時期の推定には縁辺成長率(α^*)をもって行った。各月の鱗の縁辺成長率の平均値及び標準偏差を図3に示した。なお, 検討した鱗は比較的, 材料の多い1~3輪群とした。1~3輪群共に鱗は6月以降11月頃まで成長するがその後, 翌年4月頃までは停滞する。そして, 5月には輪紋が新しく形成された個体と, 形成されていない個体が混在し, 6月には大

表2 マダイ未成魚・成魚の相対成長式

関係形質	関 係 式		関係範囲	備考
尾叉長-全長	$TL = 1.098 \cdot FL + 1.049$ $FL = 0.901 \cdot TL + 0.254$	$r=0.995 \quad n=292$	(mm) TL: 130~535 FL: 121~467	1988年4月 ~'91年3月 漁獲方法 小型底曳網 小型定置網 刺網 釣
尾叉長-体長	$BL = 0.911 \cdot FL - 8.862$ $FL = 1.083 \cdot BL + 12.690$	$r=0.993 \quad n=305$	BL: 104~424	
尾叉長-肛門長	$AL = 0.526 \cdot FL + 0.015$ $FL = 1.678 \cdot AL + 29.886$	$r=0.940 \quad n=312$	AL: 63~271 HL: 17.1~129	
尾叉長-頭長	$HL = 0.263 \cdot FL + 3.964$ $FL = 3.618 \cdot HL - 1.997$	$r=0.976 \quad n=312$	ED: 11.3~26.8 BH: 45~167.1	
尾叉長-眼径	$ED = 0.046 \cdot FL + 6.896$ $FL = 18.731 \cdot ED - 93.613$	$r=0.928 \quad n=312$	R: 3.59~13.18 (mm) BW: 39.3~2,307.8	
尾叉長-体高	$BH = 0.337 \cdot FL + 9.790$ $FL = 2.878 \cdot BH - 20.873$	$r=0.986 \quad n=312$	(g)	
尾叉長-鱗径	$R = 0.0719 \cdot FL^{0.843}$ $FL = 28.531 \cdot R^{1.073}$	$r=0.951 \quad n=311$		
尾叉長-体重	$BW = 5.564 \cdot 10^{-5} \cdot FL^{2.839}$ $FL = 32.479 \cdot BW^{0.347}$	$r=0.993 \quad n=312$		

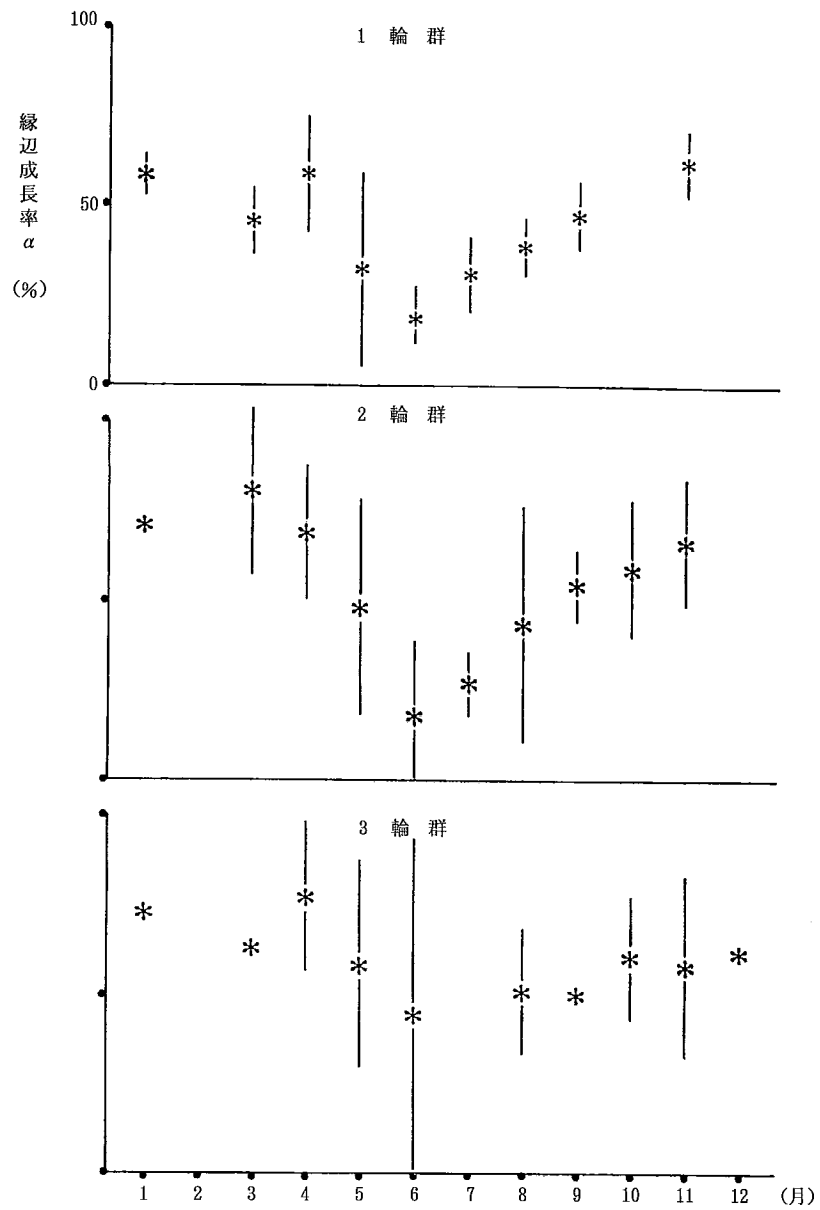


図3 輪群別，月別縁辺成長率

部分の個体で新たな輪紋が形成され，再び鱗は成長を開始する。このため，輪紋は年1回6月頃形成され，年輪として使用することが可能である。

$$* \alpha = ((R - r_n) / (r_n - r_{n-1})) \times 100$$

R : 鱗長 r_n : 最外輪紋長(mm)

表3 備讃瀬戸産マダイの輪紋群別平均輪径

輪紋数	個体数	輪 径 (mm)						
		r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7
1	108	4.31±0.47* ¹						
2	67	4.45±0.56	6.78±0.64					
3	55	4.19±0.57	6.51±0.75	7.93±0.80				
4	30	4.01±0.48	6.05±0.61	7.34±1.01	8.55±0.97			
5	29	4.06±0.53	6.41±0.79	7.55±0.69	8.51±0.75	9.24±0.87		
6	3	4.38±0.36	6.41±0.74	7.39±0.50	8.10±0.55	8.69±0.65	9.27±0.72	
7	5	4.11±0.48	6.73±0.89	8.18±0.99	9.00±1.17	9.73±1.21	10.42±1.24	10.67±1.24
合計	297	1,265.81	1,232.58	938.37	572.59	342.68	79.91	53.35
平均* ²	-	4.26	6.52	7.69	8.55	9.26	9.99	10.67

*1: 平均値と標準偏差

*2: $\sum N_i \cdot r_i / r_i$

表4 輪紋形成時の尾叉長

輪紋数	尾叉長(mm)						
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7
1	136.81						
2	141.58	222.45					
3	132.73	212.96	263.17				
4	126.62	196.85	242.22	285.31			
5	128.31	209.45	249.66	283.87	310.09		
6	139.19	209.45	243.99	269.23	290.33	311.17	
7	130.01	220.69	272.08	301.45	327.77	352.77	361.86
平均	135.11	213.31	254.63	285.31	310.81	337.17	361.86

輪紋形成時の尾叉長 輪群別の各輪径の平均値を表3に示した。1～5輪群については弱いLEE氏現象⁷⁾がみられる。全体を込みにして計算した各輪径の平均値を表2に示した鱗径と尾叉長の関係式に代入し、輪紋形成時の尾叉長を求めたものが表4である。

成長 輪紋形成時の各輪群に対応した平均尾叉長からWALFORDの定差式を求め、図4に示した。得られた定差方程式は

$$FL_{(t+1)} = 105.172 + 0.737FL_{(t)}$$

$$r = 0.990$$

FL : 尾叉長(mm), t : 年齢(歳)

である。相関係数は0.990と極めて高く、毎年一定の成長率をもって成長していることがわかる。これより

BERTALANFFYの成長式定数である FL_{∞} と K を求めると、それぞれ399.89と0.3052となる。したがって、成長式は

$$FL_{(t)} = 399.89 \{1 - e^{-0.3052(t+0.2802)}\}$$

で与えられる。

また、先に求めた体重と尾叉長の相対成長式より、体重の成長式は

$$BW_{(t)} = 1,356 \{1 - e^{-0.3052(t+0.2802)}\}^{2.839}$$

BW : 体重(g)

で与えられる。

これらより、年齢 t 歳における尾叉長 $FL_{(t)}$ 、体重 $BW_{(t)}$ を求め、成長曲線を描けば図5が得られる。また、産卵盛期を5月、輪紋形成の盛期を6月として、満年齢に換算した値を表5に示した。年間の成長の状況を各年齢間の尾叉長差、体重差から検討した。尾叉長については1歳から2歳の成長量は73mm/年を示し、最も大きく、以降、年齢が高くなるにつれて漸次小さくなり、体重は3歳から4歳の成長量が184g/年で最も大きく、これより若齢、高齢でもやや小さかった(表6参照)。体重の単純成長量が最大となる時期は尾叉長に比べてやや遅かった。

同化と異化 尾叉長と体重の関係を $BW = \delta \cdot FL^3$ の形で求めると、定数項は $\delta = \sum BW \cdot FL^3 / \sum FL^6$ で与えられ、

$$BW = 2,1407 \cdot 10^{-5} \cdot FL^3 (n=312)$$

が得られる。

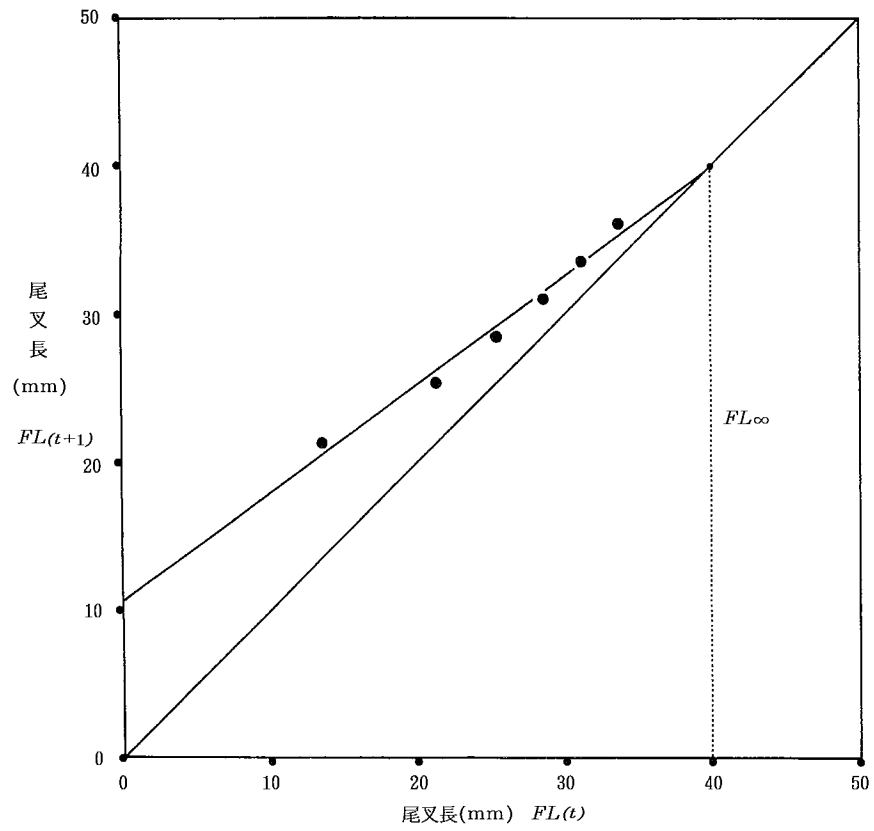


図4 WOLFORDの定差成長図

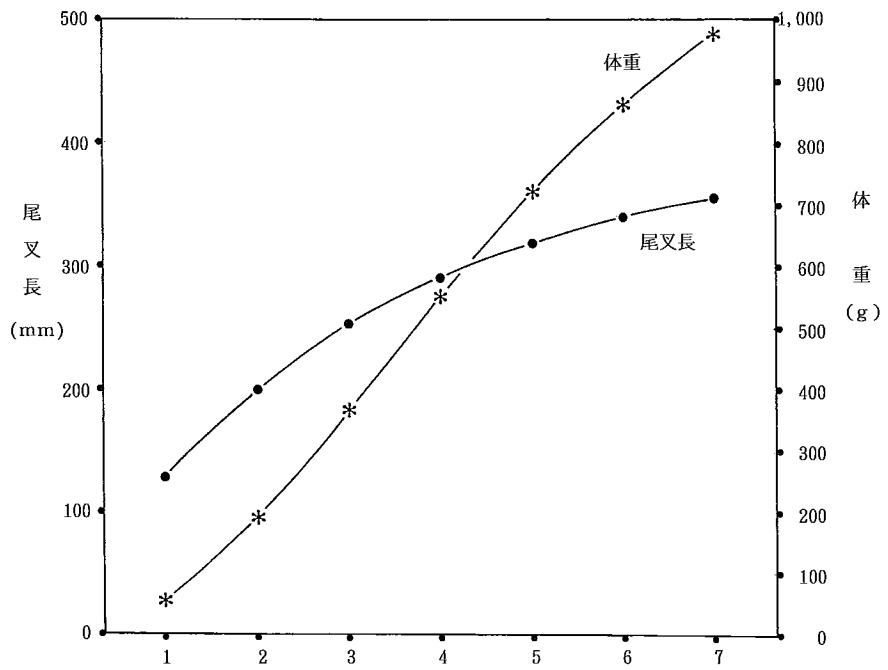


図5 マダイの尾叉長と体重の成長曲線

表5 満年齢時の計算尾叉長と体重

年齢 (歳)	FL(t) (mm)	BW(t) (g)
1	123	48
2	196	178
3	249	355
4	289	539
5	318	709
6	340	853
7	356	971

表6 各年齢間の尾叉長, 体重差

年齢(t) (歳)	FL(t+1)-FL(t) (mm)	BW(t+1)-BW(t) (g)
1	73	130
2	53	177
3	40	184
4	29	170
5	22	144
6	16	118

表7 マダイの同化量と異化量

年齢 (歳)	平均体重 (g)	同化量 (g/日)	異化量 (g/日)	成長量 (g/日)
1	113	0.651	0.284	0.367
2	267	1.154	0.670	0.484
3	447	1.628	1.122	0.506
4	624	2.033	1.566	0.467
5	781	2.361	1.960	0.401
6	912	2.618	2.289	0.329

成長とは同化量と異化量の差であって, BERTALANFFY は, 生物体の成長を栄養物質の吸収面に比例する同化量と, 質量に比例する異化量の差として成長式を導いた。それによると, 代謝モデルは次式⁷⁾で表わされる。

$$dw/dt = A \cdot W^{2/3} - B \cdot W$$

W: 体重(g)

これから理論的に得られる同化係数(A)^{*1}, および異化係数(B)^{*2}は, それぞれ, A=10.162, B=0.916と計算される。また, 一日当りの同化量, 異化量は次式で表わされる。

$$\text{同化量} = A / 365 \cdot W^{2/3}$$

$$\text{異化量} = B / 365 \cdot W$$

これらの各式より, 各年齢の平均体重時(各年齢群の初重+最終体重)/2)における同化量, 異化量, 成長量を求め表7に示した。当水域のマダイは1歳時の成長量は0.367g/日を示し, その後増加し, 3歳時には0.506g/日と最大となる。4歳時以降は漸次低下する。

考 察

三尾¹²⁾, 村上⁸⁾らは, 地域による体長の成長差を比較するため, WALFORDの成長転換式の係数(β)と常数(γ)および極限体長(FL_{∞})を取りあげて検討している。その結果, マダイの年間成長率(β)は地域による差はほとんどなく, 地域による成長の相違については常数(γ :初期成長量)に起因すると報告している。瀬戸内海各産地におけるマダイの年成長率, 初期成長量, 極限尾叉長を表8に示した。今回得られたこれらの係数を各産地の調査結果と比較すると, 年間成長率($\beta=0.737$)は最も小さな値を示しているが, 初期成長量($\gamma=105$ mm)は比較的大きい値であり, 全国的にも大きな値である^{2, 13)}。これは水域環境の特性を反映していると考えられる。岡山水試が実施している漁海況予報事業浅海定線調査によれば'72~'88年の底層平均水温は低温期には1月 9.9°C, 2月 8.4°C, 3月 8.2°Cで高温期は8月 26.2°C, 9月 26.3°C, 10月 24.6°Cとなっている¹⁴⁾。高温期と低温期の幅は他水域より大きく, 冬季の水温低下はマダイの成長に多分に影響を及ぼしているものと推察される。一方, 当歳魚の成長率が最大の時期は8月であり, その後, 秋季まで比較的大きい成長率を維持するが¹⁾, これは高水温の時期と一致している。初

* 1 : $A = 3 \cdot \delta \cdot FL_{\infty} \cdot K$ ただし, δ は尾叉長の3乗に対する体重の関係式の係数

* 2 : $B = 3 \cdot K$

表8 瀬戸内海各産地におけるマダいの年成長率(β),初期成長量(γ),
極限尾叉長(FL_{∞})

産地	報告者	β	γ	FL_{∞}
燧灘	矢野(1973)	0.890	75	679
広島中部	国行(1975)	0.830	82	483
紀伊友ヶ島	坂本(1981)	0.793	129	623
明石	坂本(1981)	0.900	70	705
淡路島由良	島本(1984)	0.855	105	729
明石	島本(1985)	0.825	116	665
備讃瀬戸	著者(1991)	0.737	105	400

$$\beta : e^{-k}, \gamma = FL_{\infty}(1 - e^{-k})$$

表9 年齢と成長に関する既往知見

(単位: 尾叉長mm)

報告者 (年)	矢野 (1970)	国行 (1975)	坂本 (1981)	坂本 (1981)	島本 (1984)	島本 (1985)	著者 (1991)	
産地	燧灘	広島中部	紀伊友ヶ島	明石	淡路島由良	明石	備讃瀬戸	
標本数 (尾)	—	449	285	169	617	160	297	
満 年 齢	1	100	112	134	115	147	147	123
	2	167	175	235	214	231	238	196
	3	224	228	315	260	303	312	249
	4	271	271	379	307	365	374	289
	5	313	—	429	351	417	425	318
	6	351	—	470	382	463	467	340
	7	389	—	501	418	501	501	356
	8	425	—	526	437	534	530	—
	9	—	—	546	463	562	554	—
	10	—	—	562	494	586	573	—
輪紋形成 時期(月)	—	4~5	5	—	4	—	5~6	

期成長量が比較的大きいのは夏季の高水温によるのかも
知れない。

極限尾叉長は表8によると400~729mmで本報の調査
結果では400mmを示し最も小さかった。続いて広島中
部産マダいの値が小さく、内海奥部付近ではおおむね近
い値を示すようである。今回調査したマダいの最大尾叉
長は467mmで、この大きさのものが当水域における最
大級のものであるが希である。大型で比較的漁獲尾数
が多い個体の平均的大きさのものはこれらより若干小型
であり、極限尾叉長400mmは妥当であると考えられる。

年齢と成長に関する既往知見を表9に示した。本報告

の成長の様式は燧灘、広島中部産マダいに近く、友ヶ島、
由良、明石産のものより成長量はかなり小さく、尾叉長
差は6、7歳でおおむね10cm以上を示した。

瀬戸内海東部水域においてマダイ資源が低迷して久し
いが、資源の縮小した近年では紀伊水道北部を基点とし
た産卵親魚群の播磨灘、備讃瀬戸への大規模な回遊はみ
られず、これらの水域における漁獲対象はおおむね地付
き群的性格を持ったものと考えられている²⁾。このため、
今回調査した備讃瀬戸産マダイも大部分が地付き群的な
ものであると推察され、これらの1~2歳魚までの初期
成長は良好であるがその後は他水域のグループに比較し

て鈍化する。坂本ら²⁾は初期成長を調査した結果、友ヶ島産で大きく($\gamma=129$)、明石産では小さい($\gamma=70$)が、このことは、幼魚期の生態調査、例えば秋季に成長の良いものから友ヶ島方面へ南下し、発育の遅れたものが明石に越冬することを示唆していると述べている。本報告では友ヶ島産のものより小さいが明石産より大きく($\gamma=105$)、輪紋の形成状況から初期成長はかなり良好であろうと予測される個体も多少みられる。このため、本水域のマダイ当歳魚のうち、成長が良好な個体でも必ずしも灘規模の移動はせず、一部は備讃瀬戸水域で越冬するものと考えられ、このことは当歳魚の標識放流結果¹⁾と一致している。

要 約

備讃瀬戸はマダイの瀬戸内海東部系群と中西部系群の混獲した水域である。当水域において、近年では本種の資源量は低迷していることも原因として資源生物学的特性の詳細については十分な情報は得られていない。このため、今回は年齢と成長について検討した。

1. 1988年4月～'91年3月に倉敷市下津井地先、笠岡諸島周辺で漁獲したマダイ未成魚、成魚の中から314個体を入手し、その鱗を用いて年齢査定を行った。

2. 輪紋は年1回形成され、形成の時期は5月から6月であり、その盛期は6月と推定された。このため、年齢として使用することが可能であると考えられた。

3. 鱗長(R)と尾叉長(FL)との関係式は次式で示される。

$$FL = 28.531 \cdot R^{1.073}$$

$$FL : \text{mm}, R : \text{mm}$$

4. WALFORDの定差方程式によって年成長率を求め、その直線式を示すと次式で示される。

$$FL_{(t+1)} = 105.172 + 0.737FL_{(t)}$$

$$FL_{\infty} = 399.89 \text{mm}$$

$$t : \text{年齢 (歳)}$$

5. 尾叉長と体重(BW)の関係式は次式で示される。

$$BW = 5.564 \cdot 10^{-5} \cdot FL^{2.839}$$

$$BW : \text{g}$$

6. 年齢と尾叉長、体重の関係は次式により示される。

$$FL_{(t)} = 399.89 \{1 - e^{-0.3052(t+0.2802)}\}$$

$$BW_{(t)} = 1.356 \{1 - e^{-0.3052(t+0.2802)}\}^{2.839}$$

7. 本研究結果と既往の結果を比較検討した。その結果、備讃瀬戸産マダイの漁獲対象は地付き群が主体であり、年成長率は瀬戸内海の他水域産のものに比べて小さいが初期成長量は比較的大きかった。この原因として夏季の高水温と冬季の低水温の影響が大きく関与しているものと考えられた。

文 献

- 1) 唐川純一, 1991: 岡山県沿岸におけるマダイ当歳魚の生物学的検討(1988), 岡山水誌報, 5, 1-14
- 2) 阪本敏雄・土井長之・岩井昌三・石岡清英, 1981: 瀬戸内海東部におけるマダイの生物情報と資源診断, 東水研研報, 105, 59-113
- 3) 阪本敏雄, 1984: 紀伊水道外域産マダイの年齢と生長, 日水誌, 50(11), 1829-1934
- 4) 阪本敏雄, 1984: 紀伊水道外域マダイの標識放流結果からみた分布と移動, 日水誌, 50(11), 1835-1842
- 5) 島本信夫, 1984: 淡路島南東部海域におけるマダイの資源増殖に関する研究-I 成長と成熟, 兵庫水試研報, 22, 11-25
- 6) 島本信夫・堀 知寛, 1985: 明石海峡周辺海域におけるマダイの成長と成熟, 23, 1-12
- 7) 吉原友吉・久保伊津男, 1986: 水産資源学 改訂版, 共立出版株式会社, PP482
- 8) 村上上郎・岡田啓介, 1967: 東シナ海・黄海産マダイの資源研究-III. 年齢と成長, 西水研研報, 35, 23-40
- 9) 岡田啓介, 1974: 東シナ海・黄海産マダイの漁業生物学的研究, 西水研研報, 44, 49-185
- 10) 兵庫県立水産試験場, 1984: 昭和58年度版大規模増殖場造成事業調査総合報告書(水産庁編)東淡路地区, 53pp
- 11) 唐川純一, 1991: 岡山県におけるマダイ当歳魚, 第23回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 52-72
- 12) 三尾真一, 1962: 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究IV. マダイの年齢および成長, 九大農学部学芸雑誌, 19(4), 507-520
- 13) 阪本俊雄, 1978: タイ類の生物学並びに資源培養技術に関する既往資料, 南西海区ブロック会議タイ類技術部会(瀬戸内海・四国グループ), 10-17
- 14) 林浩志・藤沢邦康・小笠弘誠, 1990: 岡山県沿岸海域の海況及び水質(平成元年度), 岡山水誌報, 5, 149-153