

岡山県海域におけるマダイ鱗の第1輪紋径組成

唐川 純一

The Composition of the First Ring Radius on the Scale of the Red Sea Bream *Pagrus major*
in the Waters of Okayama Prefecture

Junichi KARAKAWA

A b s t r a c t

In order to clarify the movement and migration of the red sea bream *Pagrus major* in the young stage, the possibility of group separation, based on the first ring radius, was observed on the scale of 1 year old fish. The fishes were mainly caught by the small set nets and the small trawl nets in the waters of Okayama Prefecture between 1988 and 1999.

The size compositions of the first ring radius were separated into three groups wherein the average radii were 5.50 ± 0.37 mm (the large radius group), 4.30 ± 0.43 mm (the middle radius group), and 3.05 ± 0.10 mm (the small radius group). A large portion of the red sea bream distributed in the waters of Okayama Prefecture belong to the middle radius group.

It was suggested that the large radius group of migrated to the waters of off Okayama Prefecture from waters of splendid condition, such as waters with a higher seawater temperature.

キーワード：マダイ，鱗，第1輪紋径

岡山県の海域におけるマダイ *Pagrus major* の移動・回遊は当歳魚の標識放流により調査，検討した結果，多くは移動距離2km以内で再捕されたが，一部は10~80km程度まで移動した個体もみられ，比較的，広範な回遊を行う魚種であることが想定された¹⁾。また，鱗による年齢と成長に関する研究²⁾から，1歳魚までの成長は内海域でも早い部類に属するが，2歳魚以降は特に，外海系水の影響が大きい紀伊水道，大阪湾，播磨灘産の個体に比べて小さいことが明らかとなった²⁾。一方，本県の海域で漁獲した個体には少数ではあるが，2歳魚以降も紀伊水道産等と同程度の成長の様相を示す個体が見られたことから，各海域には固有の発生群があり，これらは成長するに伴って生活圏が拡大することにより，一部は混棲していることが予測された。瀬戸内海周辺におけるマダイ系統群は，東部系統群，中西部系統群，西部系統群の3群が存在し，このうち東部系統群は備讃瀬戸以東，

紀伊水道内海域以北の水域を分布域とするとされている³⁾。しかし，備讃瀬戸の漁獲情報からみて分布に連続性がない場所がみられるもののその境界は明瞭でなく，また，標識放流の結果からは，笠岡諸島周辺のマダイは中西部系統群に属する可能性があることを示している報告もある¹⁾。一方，成長は若齢期ほど個体間の差は大きく，その後，成長するにつれ差は小さくなること⁴⁾や初期の成長は産卵場所の水温の影響が大きいことが指摘されている⁵⁾。本県の海域では夏季と冬季の水温差と水温環境の年変動が比較的大きく，このことが原因して海域や年により成長に差が生じていることが考えられるが，その実態は不明である。このため，本報では，播磨灘北西部産と備讃瀬戸産という異なる2つの系統群の存在を想定し，生後1~2歳時までの成長の様相を鱗の第1輪紋径（以下，輪紋径と略す）をとおして検討した。

材料と方法

1988年4月～'99年8月に岡山県の海域において小型定置網、小型底曳網、刺網及び釣によって漁獲されたマダイを標本とした。本研究で使用したマダイの漁獲場所を図1に、各漁場ごとの採集数、漁法、採集年月日を表1に示した。各標本については尾叉長と体重を測定した後、鱗10枚程度を採取した。

鱗長や輪紋径は同一個体においても鱗の採取部位により異なるが、形成されている輪紋径の分散や鱗の大きさの点から胸鰭下とその周辺が最も優れているとされている⁶⁾。このため、採鱗部位は胸鰭の基底部の後方とした。採取した鱗は5%水酸化カリウム溶液に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枚のライドグラスに挟み込んでプレパラート標本とした。このうち再生鱗（焦点が欠落）を除いた2枚以上について鱗長と輪紋径を計測し、平均値を各個体の代表値とした。これらのうち、本報では一つの輪紋が認められる1歳魚を検討の対象とした。

鱗と輪紋径の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に示したように、鱗長(R)は焦点から被覆部にある左右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0.01mm単位まで測り、同時に同一直線上にある輪紋までの距離(r_1)を測定した。これらの値から輪紋の形成時期を推定すると共に、年級

別場所別に輪紋径の組成を比較、検討した。輪紋の形成時期の推定には縁辺成長率(α^*)をもって行った。各個体の縁辺成長率を月別に図3に示した。鱗は6月以降11月頃まで成長したが、その後4月頃までは停滞するものが多かった。そして5月には輪紋が新しく形成された個体と

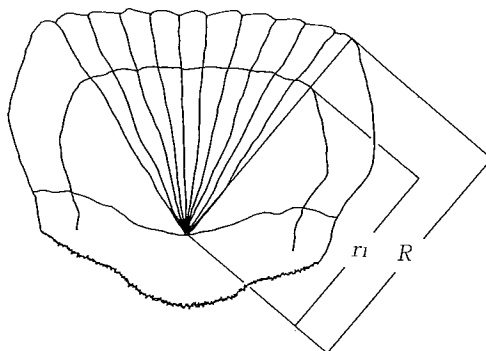


図2 鱗長, 第1輪紋径の測定部位
R 鱗長, r_1 第1輪紋径

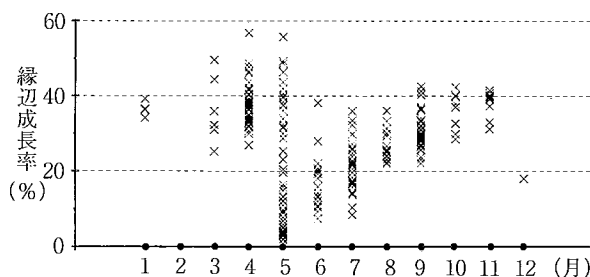


図3 1歳魚の鱗の月別縁辺成長率 (α)

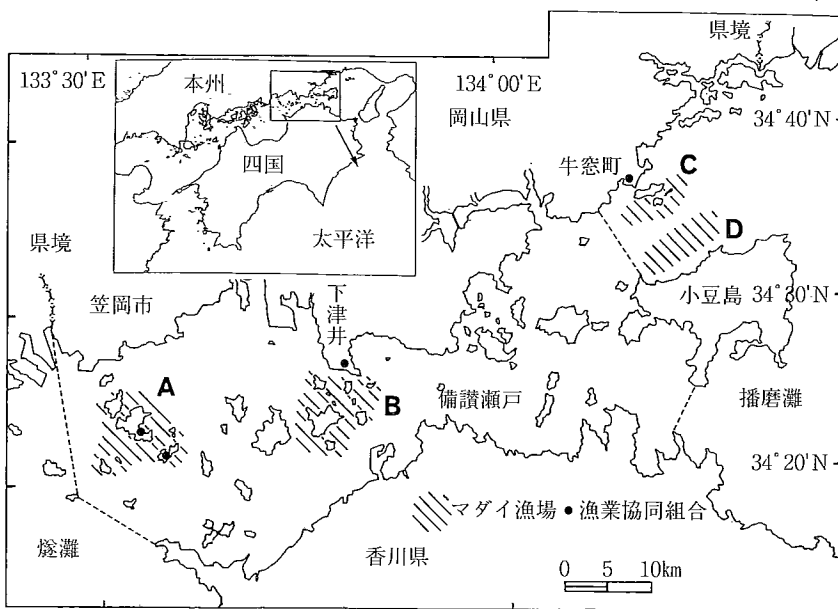


図1 調査水域

* $\alpha = (R - r_1) / r_1 \times 100(\%)$
R 鱗長(mm), r_1 第1輪紋径(mm)

表1 本研究で使用したマダイ標本の内訳

年月日	個体数 (尾)	尾叉長 範囲 (mm)	漁		法		漁獲場所
			小型定置網 (尾)	小型底曳網 (尾)	刺網 (尾)	釣 (尾)	
1988. 4.21	1	217	1				笠岡諸島
5.11	1	242	1				〃
1989. 4.28	5	215-252	5				〃
5. 9	3	216-246	3				〃
5.25	2	205-215	2				下津井地先
5.31	19	121-237		19			〃
6.22	14	150-187		14			〃
7.20	23	154-195		23			〃
8.19	5	177-207			5		牛窓町地先
8.23	8	173-195		8			下津井地先
9.12	4	167-210		4			小豆島北部
9.25	5	181-225			5		牛窓町地先
9.27	17	175-215		17			〃
11.22	9	195-245		9			〃
1990. 1.23	4	200-232			4		〃
3.17	2	206-233			2		〃
3.20	3	190-217			3		〃
4.17	4	198-220			4		〃
4.18	2	190-240			2		〃
5.23	1	225	1				笠岡諸島
6.15	1	181	1				〃
12. 6	1	172	1				下津井地先
1991. 3.20	1	273			1		〃
1993. 4.La*	25	195-263				25	〃
1994. 5.18	3	217-243				3	牛窓町地先
6.17	1	228		1			〃
7.20	9	151-183		9			小豆島北部
1995. 4.21	7	195-231				7	牛窓町地先
5.11	3	160-247				3	下津井地先
5.16	33	139-242				33	〃
6. 6	1	157		1			牛窓町地先
9.14	15	181-223	15				小豆島北部
10.20	9	178-212		9			〃
11.13	1	193		1			〃
1999. 8.30	3	221-230	3				下津井地先
計	245	121-263	33	115	26	71	—

* 月下半期

形成されていない個体が混在し、6月には大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した。このように、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った。年級の区分は大部分の個体で輪紋が形成される6月を基準月とし、翌年5月までに漁獲された個体を同一年級群とした。また、笠岡諸島周辺(A域)と下津井地先(B域)で漁獲された個体と牛窓町地先から小豆島に至る場所(C域、D域)で漁獲された個体の輪紋径の組成から場所別の検討を行った。なお、採取した

標本は、便宜的にA域とB域を西部海域、C域とD域を東部海域とした。

結 果

鱗長と輪紋径 同一個体(尾叉長175mm)において異なる4部位から鱗を5枚ずつを採取し、これらの鱗長と輪紋径を測定した。鱗長と輪紋径の平均値と標準偏差及び輪紋径比(β)を部位別に表2に示した。a~dで採取した鱗の平均鱗長は3.96~5.56mmで、a(3.96mm)とd(4.22mm)

表2 部位別の鱗長と第1輪紋径

部位\区分	鱗長(mm)		輪紋径(mm)		輪紋径比 β (%)		備 考
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
a 背鰭基部前方	3.96	0.12	3.24	0.14	81.8	2.8	2000年5月13日漁獲 尾叉長 175mm 標本数 N=5
b 同測線下	5.44	0.12	4.54	0.21	83.4	2.2	
c 胸鰭基部後方	5.56	0.05	4.56	0.08	82.0	1.5	
d 臀鰭基部後方	4.22	0.17	3.62	0.23	85.7	3.1	

$$\beta = (\text{第1輪紋径} / \text{鱗長}) \times 100(\%)$$

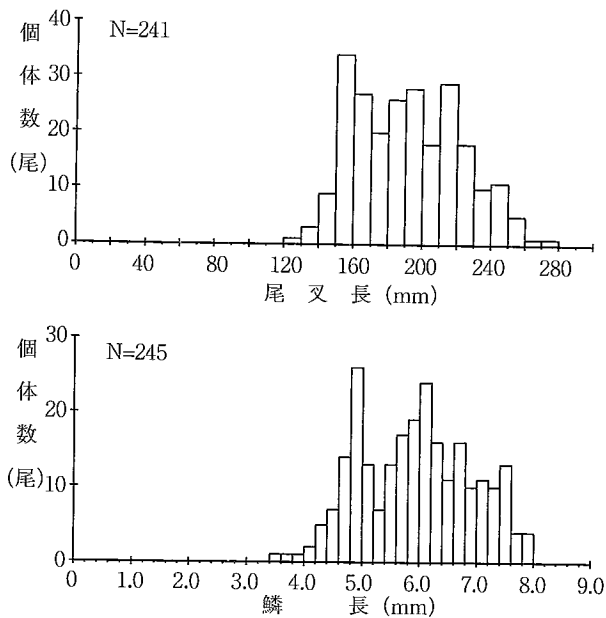


図4 供試したマダイの尾叉長組成と鱗長組成

ではb(5.44mm)とc(5.56mm)に比較して小さく、cとbは僅差であった。一方、平均輪紋径は3.24~4.56mmで、a(3.24mm)とd(3.62mm)ではb(4.54mm)とc(4.56mm)に比較して小さく、cとbはほぼ同程度の大きさであった。なお、cの標準偏差は小さくばらつきが小さかった。輪紋径比は82~86%で概ね一定の値を示し、輪紋は相似性をもって形成されている。これらから、輪紋を読みとるための採鱗する部位は大きさや形状や鮮明性の面から、部位cが適当である。

尾叉長組成と鱗長組成 尾叉長組成と鱗長組成を図4に示した。尾叉長の範囲は121~273mmで、組成は多峰型を示した。主な2つのモードは155mmと215mmであった。鱗長の範囲は3.59~8.00mmで2峰型を示し、2つのモードは4.9mmと6.1mmであった。供試したマダイの尾叉長組成と鱗長組成の頻度分布は概ね一致した。

輪紋径の組成 標本の採集年月別、海域別の尾叉長と輪紋径の平均値と標準偏差を表3に示した。また、採集年月別の輪紋径の相対度数を図5に、海域別の相対度数を図6に示した。'89~'95年のうち検討した5か年の輪紋

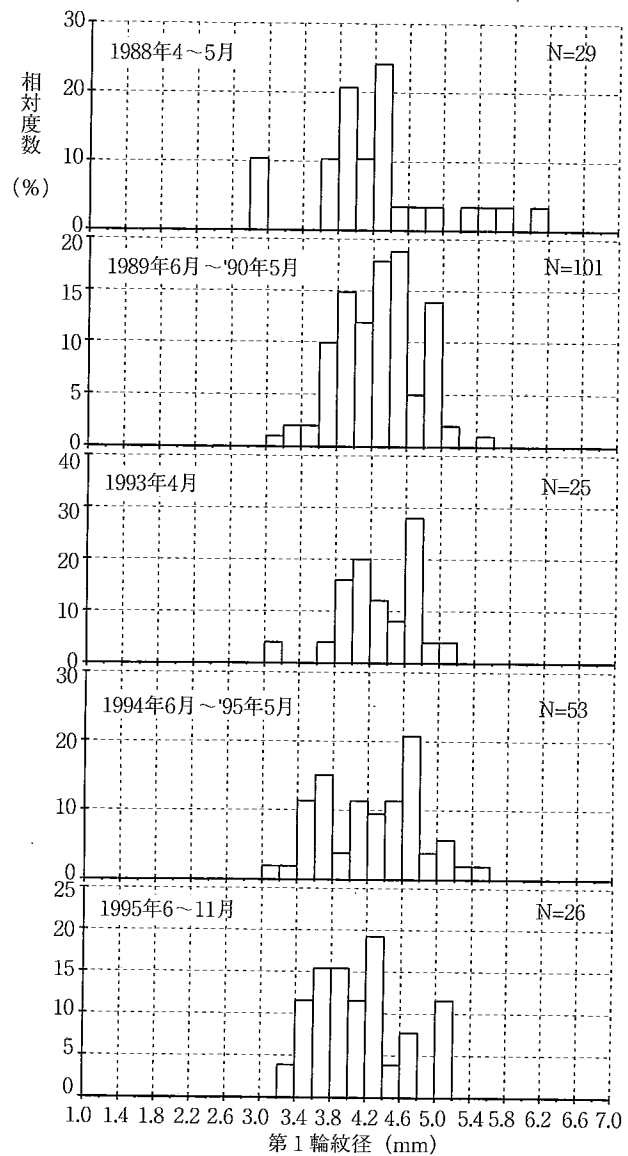


図5 第1輪紋径の年級別相対度数

径の平均値は4.11~4.33mm、標準偏差は0.44~0.73mmで、平均値に有意差はなかった。また、各年級の組成には4.30~4.70mmにモードがみられ、年級間で大きな相違はなかった。一方、これを海域別にみると播磨灘産と備讃瀬戸産の間には有意差は認められなかったが、播磨灘産の標本組成は2峰型であったのに対し、備讃瀬戸産

表3 標本の採集年月別、水域別尾叉長と第1輪紋径

標本採集時期	標本数 (尾)	尾叉長(mm)		第1輪紋径(mm)		備考
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
1989年4~5月	29	190.4	39.1	4.21	0.73	全水域
1989年6月~'90年5月	101	186.3	24.4	4.30	0.45	〃
1993年4月	25	226.1	20.1	4.34	0.44	〃
1994年6月~'95年5月	53	176.7	28.6	4.33	0.57	〃
1995年6~11月	26	199.3	14.4	4.11	0.51	〃
1988年4月~'99年8月	245	191.7	30.6	4.27	0.53	〃
1989年8月~'95年11月	98	186.4	27.2	4.21	0.53	播磨灘
1988年4月~'99年8月	147	195.3	32.1	4.31	0.53	備讃瀬戸

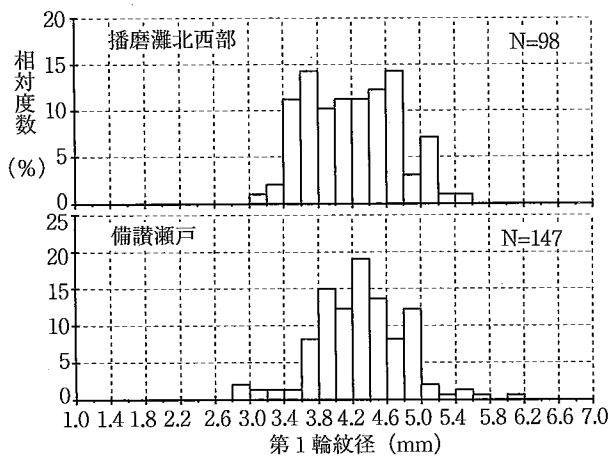


図6 第1輪紋径の海域別相対度数

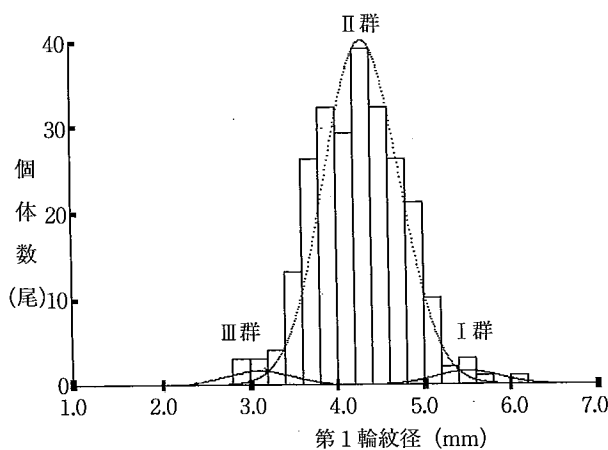


図7 第1輪紋径組成と群別正規分布曲線

表4 分離した群の第1輪紋径と尾叉長の平均値と標準偏差

群名	個体数 (尾)	第1輪紋径(mm)		尾叉長(mm)		備考
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
I	7	5.50	0.37	179.00	18.3	大輪紋径群
II	216	4.30	0.43	145.40	20.8	中輪紋径群
III	6	3.05	0.10	108.80	6.1	小輪紋径群

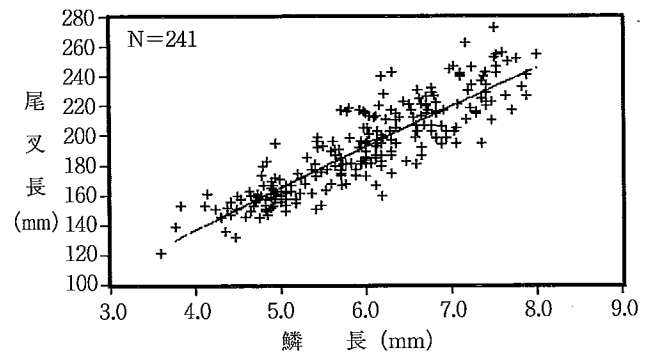


図8 鱗長と尾叉長の関係

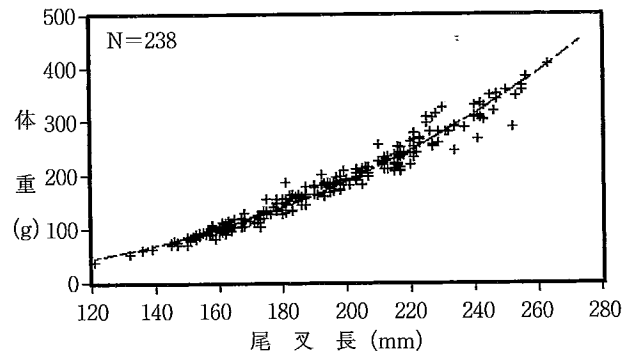


図9 尾叉長と体重の関係

の標本では単峰型を示した。また、'89年4~5月の標本の幅は3.12mmで他の調査年に比べて大きく、これが原因して備讃瀬戸産の標本の幅は播磨灘産に比べて大きくなった。

輪紋径の組成と群分離 各年級間の標本と各海域間の標本においてそれぞれの輪紋径の平均値と標準偏差には統計上、有意差はみられなかったため、各年級群を込みにした輪紋径組成を作成し、これに正規分布曲線を当てはめて発生群に分解し、図7に示した。群の分離には、頻度分布が正規分布すると仮定したCASSIE法及びTAYLOR法を用いた。この組成にはI~III群の3つの

表5 鱗長(SD)と尾叉長(FL)及び尾叉長と体重(BW)の関係

項目 区分	個体数 (尾)	相関係数 (r)	定数		範 囲
			a	b	
SD-FL	241	0.891	4.24×10	0.85	$3.59 \leq SD \leq 8.00$ $121 \leq FL \leq 273$
FL-BW	241	0.967	6.37×10^5	2.81	$121 \leq FL \leq 273$ $39.3 \leq BW \leq 408.0$

$$Y=aX^b$$

正規分布曲線を当てはめることができ、それぞれの平均値と標準偏差は、Ⅰ群(大鱗径群)が 5.50 ± 0.37 mm、Ⅱ群(中鱗径群)が 4.30 ± 0.43 mm、Ⅲ群(小鱗径群)が 3.05 ± 0.10 mmであった(表4)。このうちⅡ群は88%を占め卓越して多く、Ⅰ群とⅢ群はそれぞれ数%であった。

1歳時のマダイの尾叉長と体重異なる発生群の1歳時における尾叉長と体重を明らかにするため、尾叉長(FL)と鱗長(SD)、尾叉長と体重(BW)の関係を累乗式($Y=aX^b$)にあてはめて計算し、定数a、bを求め、表5に示した。また、それぞれの関係を図8と図9に表した。鱗長と尾叉長の関係式から分離したⅠ群の平均尾叉長は179mm、Ⅱ群145mm、Ⅲ群109mmと計算され、本県の海域で大部分を占めるⅡ群の平均尾叉長はⅠ群の0.81倍、Ⅲ群の1.33倍であった。また、平均体重はⅠ群138g、Ⅱ群77g、Ⅲ群34gでⅡ群はⅠ群の0.56倍、Ⅲ群の2.26倍であった。

考 察

本調査で検討の対象とした第1輪紋がみられるマダイの生後の経過時間は1年から2年に亘り、後者と前者では輪紋が形成された後、1か年の差がある。一方、高年齢魚の輪紋径が低年齢魚の輪紋径に比較して小さくなるLee現象やその逆の反Lee現象が現れることが指摘されている³⁾。備讃瀬戸産マダイの年齢と成長では1~6歳魚において概ねLee現象がみられたが、1歳魚から2歳魚にかけては後者の反Lee現象が認められた²⁾。しかし、両者の差は3%と僅少であり²⁾、無視できる大きさといえる。このため今回の輪紋径組成を検討するにあたって、全標本を込みにした値は若干過大となるが、大きな誤差は生じなかったものと考えられた。

本県の海域(播磨灘北西部、備讃瀬戸)に分布するマダイの成長には年級別や海域別によって差はみられなかったが、2つの海域の標本を併せると大きく分けて3つの発生群が存在し、大部分は中鱗径群に属することが明らかとなった。一方、大輪紋径群と小輪紋径群の出現時期と海域は限られており、それぞれ'89年4~5月と備讃瀬戸であった。このため、本県のマダイの成長は中輪紋

径群の成長で代表してもよいと考えられた。

輪紋径と成長の地理的分布について検討した。若狭湾と京都府沿岸及び北九州沿岸の対馬暖流域産マダイの平均輪紋径はそれぞれ2.8mm⁸⁾と3.8mm前後⁹⁾及び3.9mm⁶⁾で、東シナ海・黄海産の4.50mm¹⁰⁾、紀伊水道内外域産の4.29mm¹¹⁾、4.84mm¹²⁾に比べて小さく、後者に比べると本報で検討した備讃瀬戸・播磨灘北西部産の4.27mmは大きい部類に入る。しかし、当海域産には平均輪紋径が3.03mmを示した小輪紋径群も同時にみられ、これらは瀬戸内海奥域の芸予諸島産の平均輪紋径3.00mm¹³⁾に近い大きさであった。海域によって、マダイの成長に差が現れる原因として、各年級群の発生量の多寡や餌料生物の種類や量といった環境要因もこれに挙げられるが、一般には水温との関係が大きいものと考えられている¹⁴⁾。'89年4~5月に備讃瀬戸で漁獲したマダイの輪紋径は2.94~6.06mmで、調査した年級群のうち幅3.12mmは最も大きく、他の調査年にみられない小さい輪紋径の個体と大きい輪紋径の個体が出現した。これらには'87年の発生群が一部含まれているが、'88年発生群が主体となっている。一方、'88年4~12月の底層水温は平年値と比べて概して低く、特に、成長の盛期となる6~9月には0.9~1.2℃低めの状態で推移し¹⁵⁾、上記の小輪紋径を示した個体の出現に水温が関与したことが推測された。また、'87年11月~'88年3月には0.3~2.2℃高めに経過した¹⁶⁾ことを考慮すると、大輪紋径群は'87年発生群か、紀伊水道に近い海域で発生した移入群と考えられた。同様に、播磨灘北西部の標本の輪紋径組成において明瞭ではなかったものの、2峰型を示した。このうち輪紋径4.6~4.8mmを示す個体が比較的多かったのは紀伊水道付近の発生群の入り込みがあったためかも知れない。しかし、成長の差は水温によるところが大きいものと考えられるが、系統群の別によるか否かは明らかでなく、他の形質を検討してみる必要があるものと思われた。

要 約

1. 岡山県の海面で漁獲したマダイ鱗の第1輪紋径組成を検討し、年級群や備讃瀬戸と播磨灘の各発生群の成

長の実態を明らかにした。供試した1歳魚は'89年4月～'99年8月に小型底曳網、刺網及び小型定置網で漁獲した245尾で、尾叉長は121～263mmであった。

2. '90年～'95年のうち検討した5か年の標本の第1輪紋径の平均値と標準偏差はそれぞれ4.11～4.33mmと0.44～0.73mmで統計上、有意差はみられなかった。また、県下の海域を播磨灘北西部と備讃瀬戸に分けて同様に検討した結果、海域による輪紋径の組成には違いは認められなかった。
3. 全標本の輪紋径の組成に正規分布曲線をあてはめ、群に分離した。この結果、Ⅰ～Ⅲの3群に分離され、それぞれの平均値と標準偏差はⅠ群 5.50 ± 0.37 mm (大鱗紋径群)、Ⅱ群 4.30 ± 0.43 mm (中鱗紋径群)、Ⅲ群 3.05 ± 0.10 mm (小鱗紋径群)であった。本県の海域に分布する大部分のマダイは中鱗紋径群に属し、内海域でも成長が速い部類であった。

文 献

- 1) 和歌山県・大阪府・兵庫県・岡山県・香川県・徳島県, 1991:平成2年度広域資源培養管理対策推進事業報告書, 瀬戸内海ブロック, 121-129.
- 2) 唐川純一, 1992:備讃瀬戸産マダイの年齢と成長, 岡山水試報, 6, 19-27.
- 3) 能津純治, 1978:タイ類の生物学的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), 25-27.
- 4) 高場 稔, 1997:マダイの年成長量の年変動, 日水誌, 63, 563-569.
- 5) 戸嶋 孝・桑原昭彦・藤田眞吾, 1995:対馬暖流におけるマダイ鱗の第1輪径組成の海域差, 日水誌, 61, 74-879.
- 6) 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, 507-520.
- 7) 堤 裕昭・田中雅生, 1988:19.体長頻度分布データからの世代解析, パソコンによる資源解析プログラム集, 東海区水産研究所, 189-207.
- 8) 赤崎正人, 1960:若狭産マダイの年齢と成長, 日水誌, 26, 217-222.
- 9) 戸嶋 孝・桑原昭彦・藤田眞吾・山崎 淳・内野 憲, 1993:京都府沿岸海域におけるマダイの鱗の年齢別初輪径について, 京都府海洋センター研報, 16, 18-21.
- 10) 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, 87-92.
- 11) 坂本俊雄・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.
- 12) 坂本俊雄, 1984:紀伊水道外域産マダイの年齢と成長, 日水誌, 50, 1829-1934.
- 13) 国行一正・矢野 実・川西正衛, 1975:広島県中部海域におけるマダイ未成魚の年齢と成長, 南西水研研報, 8, 217-222.
- 14) 坂本俊雄, 1984:紀伊水道外域産マダイの年齢と成長, 日水誌, 50, 1829-1834.
- 15) 藤沢邦康・小橋啓介・小家弘誠, 1989:岡山県沿岸海域の海況及び水質(昭和63年度), 岡山水試報, 4, 191-195.
- 16) 藤沢邦康・小橋啓介・小家弘誠, 1988:岡山県沿岸海域の海況及び水質(昭和62年度), 岡山水試報, 3, 170-174.