

# 日周輪解析によるハマダイ及びヒメダイの成長式推定の試み

(生物情報収集調査及びアオダイ等資源回復推進調査)

海老沢明彦、前田健

## 1. 目的

水深 100m 以深に生息するフエダイ科魚類は沖縄の地方名でマチ類と呼ばれ、市場価値が高く重要種として扱われている種類が多い。それらの中でアオダイ(しちゅうまち)、ハマダイ(あかまち)、ヒメダイ(くるきんまち)、及びオオヒメ(まーまち)は特に漁獲量が多く重要種である。この4種は資源回復計画の対象種としてとりあげられ、南西諸島海域全体での資源回復を図るため、鹿児島県、沖縄県及び国が様々な調査研究を開始した。これらの種は生息水深が深いため耳石に年輪は形成されない。そのためそれらの成長式は体長組成のモード推移<sup>1-3)</sup>、日周輪解析<sup>4-5)</sup>などにより行われている。ここでは琉球列島域に分布するハマダイとヒメダイの耳石に形成された日周輪と思われる輪紋を走査型電子顕微鏡で計数し、それらの値をもとに成長式の推定を試み、モードを基に推定した成長<sup>1,3)</sup>と比較した。

## 2. 材料及び方法

ヒメダイの標本は山本・島田<sup>6)</sup>により採集された標本を用いた。ハマダイは2001年5月8日から2005年3月までに収集した標本を用いた。尾叉長(FL)、標準体長(SL)及び体重(BW)を測定後、開腹し生殖腺を採取し、肉眼で性別を判定し重量(GW)を計測した。耳石は採取し水洗後、乾燥状態で保存した。乾燥後左右耳石重量(OTW-L, OTW-R)を0.0001gの単位まで計測した。耳石はエポキシ樹脂に封入し、中心を含んで薄切し(ビューラー社アイソメット使用)、スライドガラスに貼り付け研磨した(Struers社 RotoPol-35 および PdM-Force-20 使用)。研磨は切断痕の大半が消え耳石中心が表出するまで耐水研磨紙(FEPA P#2400)で、その後表面がほぼ鏡面状態となるまでポリッシングクロス(DP-Nap)に焼結アルミパウダー $3\mu$ (OCON-008)を用いて行った。その後1~2%塩酸で表面処理、イオンスパッタ(日立社 E1010)で耳石

切断面表面をコーティングし走査型電子顕微鏡(日立社 S3000N)で1,500倍から3,000倍程度の倍率で観察した。

ハマダイ、ヒメダイとも耳石には日周輪であろうと推定される通常の輪紋と、それ以外に深く明瞭な溝が観察された(図1a,c)。この深く明瞭な溝には複数の輪紋が部分的に吸収されていたが、溝と輪紋をたどると溝に吸収された輪紋数が計数できる場合とできない場合があった。計数できない場合はその前後1本ずつの溝に吸収された輪紋数の平均をあてた。耳石中心(図1b)付近で輪紋数が計数できない場合は、最も内側の輪紋幅を基に計数できない部分の輪紋数を推定した。

表1に1例としてハマダイ37.0cm FL(図1cの個体)の耳石輪紋と溝の出現状況を示した。この個体の耳石には縁辺部から中心付近まで5つの不連続な溝(吸収された輪紋数が計数できなかった溝)が出現した。縁辺からの最初の区域では182輪紋まで連続して計数できた。その中には2つの溝aとbが現れ、前者には8本、後者には6本の輪紋が吸収されていることが確認できた。その後の溝は計数不可能な溝であった。2番目の連続した区域では56本の輪紋が連続して計数できた。その中には10本の輪紋が吸収された溝cが現れた。この2つの連続した区域の間の計数できなかった溝には溝bとcに吸収されていた輪紋の平均値8を当てはめた。以上の処理を繰り返し、縁辺から中心付近までで1,387本の輪紋が確認された。中心付近の輪紋幅及びその内側から中心までの距離から、中心付近の計数できない部分に8本の輪紋があるとし、全体の輪紋数を1,395本と決定した。

## 3. 結果と考察

溝が多く出現する耳石、輪紋が不明瞭で計数不可能と判断された耳石は除き、計数が容易と判断できた個体について計数を行った。その結果を表2に示す。ハマダイ7尾、ヒメダイ5尾の輪紋数を計数できた(ハマダイの標本番

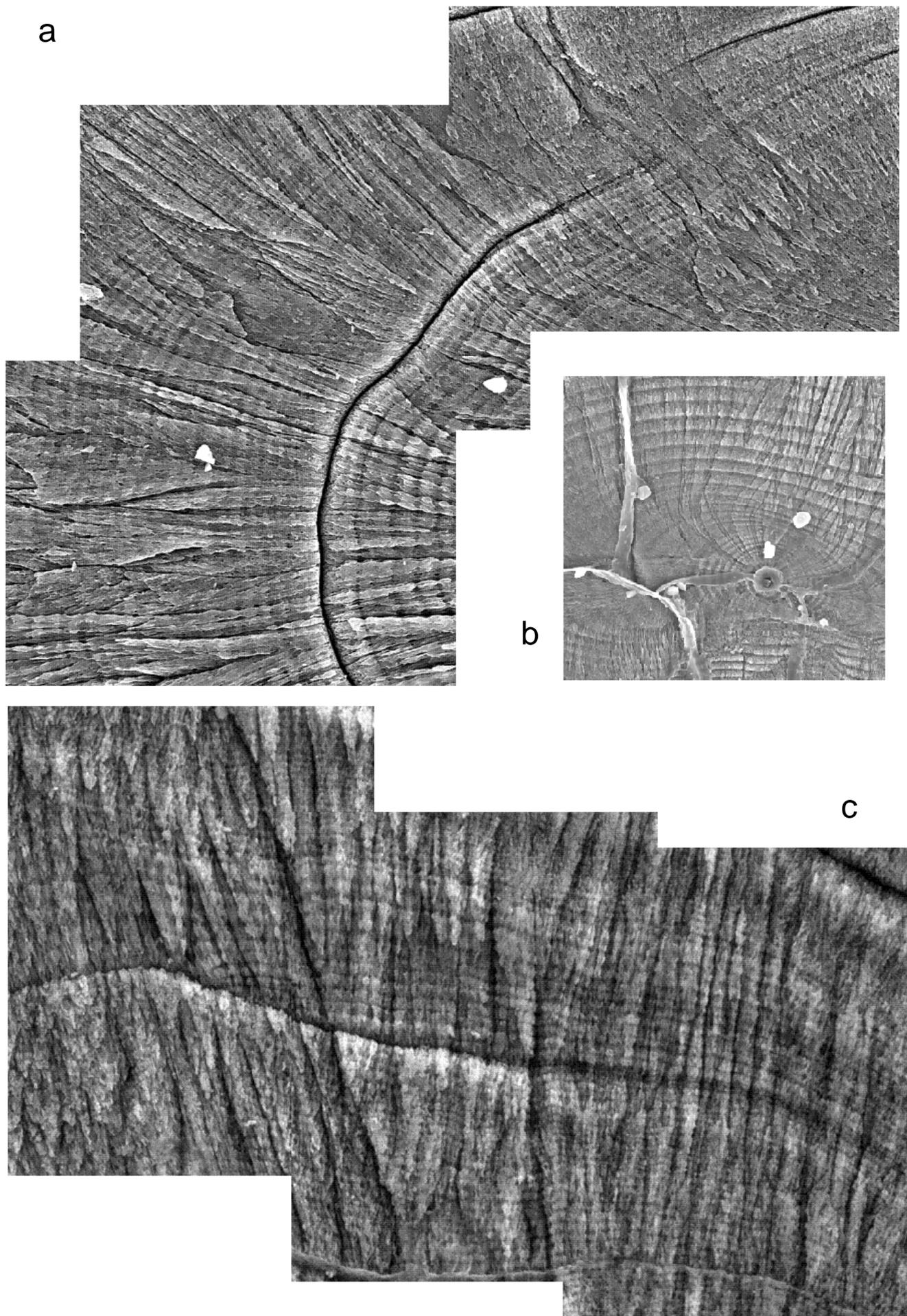


図1ハマダイの耳石に認められた輪紋、溝および中心(a,b 標本番号0, 15.0cm FL; c 標本番号36, 37.0cm FL)

表1 ハマダイ標本番号36番(表2参照)の耳石の輪紋数の計数と推定の方法

	連続部分計数値	不連続部分推定値	累積輪紋数	輪紋数を計数できた溝、及び吸収された輪紋数
縁辺部	182	8	190	a(8), b(6)
	56	7.5	246	c(10)
	600	6	254	d(5), e(5), f(4), g(1), h(5), l(4)
	158	9.5	854	
	111	8.5	860	j(8), k(11)
	240	8	1,018	l(8), m(5)
中心部			1,027	n(12), o(6), p(10), q(2), r(1)
			1,138	
			1,147	
			1,387	
			1,395	

表2 輪紋数の計数結果

種類	標本番号	購入日	FL (cm)	SL (cm)	BW (g)	SEX	OTW-L(g)	OTW-R(g)	推定日齢	計数できなかった溝の数	中心付近の推定値	
ハマダイ	0	2002.12.2	15.0				0.0120		510	2	0	
	10	2001.7.11	86.6	79.4	9,671	f	0.1762	0.1759	計数不能			
	36	2004.4.13	37.0	33.8	885	f	0.0413		1,395	5	8	
	38	2004.4.13	32.3	29.5	615	f	0.0325	0.0333	1,038	5	13	
	41	2004.4.13	29.7	26.7	448	f	0.0308	0.0299	954	7	16	
	44	2004.4.13	45.0	41.1	1,534	m	0.0577		1,952	15	73	
	72	2004.5.18	36.7	33.6	764	m	0.0431	0.0418	1,432	4	18	
	107	2004.11.10	52.3	47.9	2,415	f	0.0711	0.0713	2,342-2,662	64	2	
	ヒメダイ	250	1997.6.26	25.3	23.2	313	f	0.0581	0.0567	746	18	10
		296	1997.5.26	17.5	15.8	103		0.0338	0.0333	335	0	20
306		1997.5.26	17.4	15.8	90		0.0323	0.0328	315	1	20	
852		1998.3.24	25.7	23.4	293	f	0.0729	0.0717	840	24	20	
856		1998.3.24	23.3	21.0	245	f	0.0581	0.0588	521	2	10	

号 10 は輪紋数計数を試みたが、輪紋の形成が不明瞭な部分が多かったため、結果として計数不可能と判断された。標本番号 107 は計数できなかった溝が数多く（64 本）出現した。この耳石では計数できた溝が少なかったため、先に述べた“前後の計数できた溝の平均値をあてる”という方法を用いることができなかった。そこで他の個体の溝へ吸収された輪紋数の平均的な値 5 本、8 本、及び 10 本を当てはめると、輪紋総数はそれぞれ 2,342 本、2,534 本、及び 2,662 本となった。ハマダイ、ヒメダイとも大型の標本では輪紋数の計数が困難であった。両種とも輪紋数を計数した個体数が少なく成長式の推定には不十分であるが、表 2 の結果を基に海老沢他<sup>3)</sup>が行ったように、別に求めた L と輪紋数、体長の関係から成長式の推定を試みた。

現在までに得られているハマダイ約 200 尾の耳石重量（OTW - L）と尾叉長（FL）の関係を図 2 に示す。耳石重量は年齢と直線的な関係が認められていることから<sup>7-11)</sup>、便宜的に耳石重量 × 100 を年齢として尾叉長との間に VB 成長式のパラメーターを推定すると L は 83.3cm FL となった。L を 83.3cm FL で固定し、表 2 の日齢を 365 で割った値（年齢）と尾叉長から成長式の他のパラメーターを推定したところ  $k=0.141$ ,  $t_0= -0.287$  が得られた。ヒメダイでも同様に L を 44.1cm FL で固定し<sup>3)</sup>、表 2 の日齢を変換した年齢と尾叉長から他のパラメーターを推定したところ  $k=0.285$ ,  $t_0= -0.940$  が得られた。これらの成長式と体長組成のモード推移と L から得られた両種の成長式<sup>1,3)</sup>を比較した（図 3）。海老沢<sup>1)</sup>に示された 1 歳の体長は日齢から求めた 2 歳の体長と一致したため、 $t_0$  を 1.0 調整し 2 歳の体長をほぼ同じにして図示した。

ハマダイの L は海老沢<sup>1)</sup>では 80.7cm FL が用いられており今回の値より僅かに小さい。その影響により、海老沢<sup>1)</sup>の成長式は日齢から求めた成長より僅かに遅い結果となった。しかしハマダイ、ヒメダイとも概ね体長組成のモードを基に推定した成長と日齢からもとめた成長は一致している。ヒメダイの成長<sup>3)</sup>はモードの月変化を基にしており、その成長と本研究で得られた成長がほぼ一致したことは、本研究で計数した輪紋は日周輪であると結論づけられる。一方ハマダイ<sup>1)</sup>では、1 回の調査操業で得られた体長組成に認められたモードを基に成長式を推定している。そのためそれらのモードが全て連続した年齢群であるという根拠はない。しかしそこから得られた成長と本研究

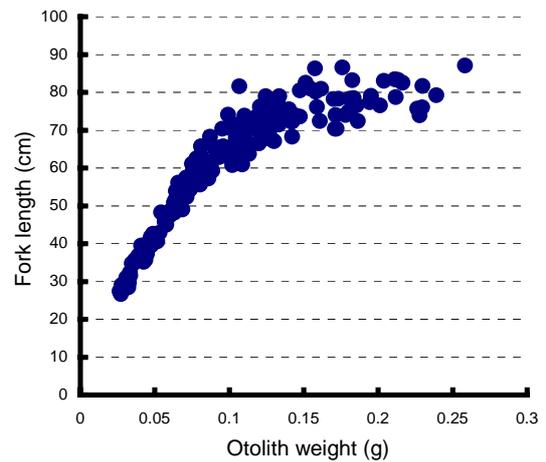


図2 ハマダイの耳石重量と尾叉長の関係

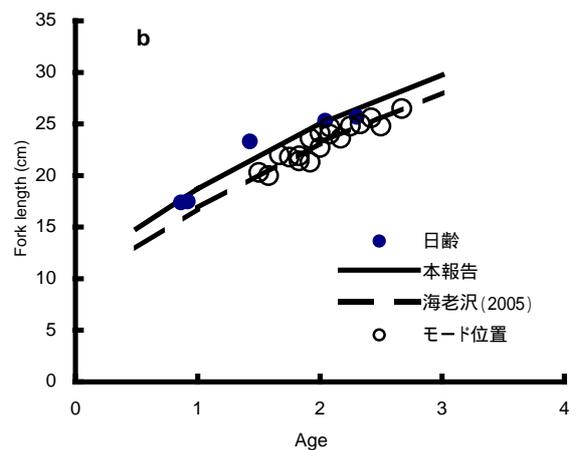
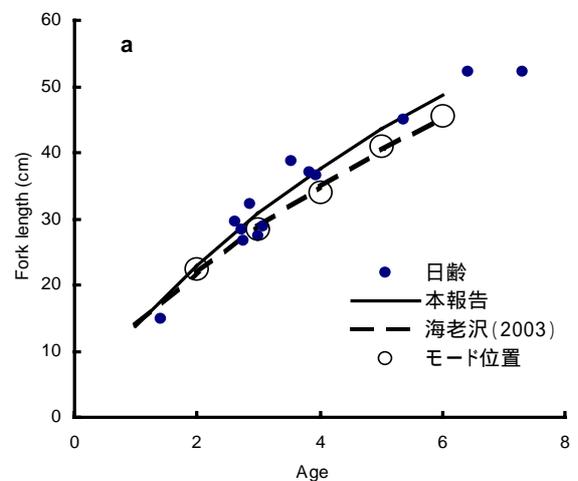


図3 ハマダイ(a)とヒメダイ(b)の成長式の比較

で得られた成長がほぼ一致していること、ヒメダイの輪紋が日周輪であると判断できること、からハマダイでも計数したのは日周輪であると考えられる。

表 2 の日齢(dayage)と左側耳石重量（OTW-L）の間にはハマダイでは  $dayage = -40 + 35060 \times OTW$  の関係が認められ、この関係式から最も重い耳石重量 0.27g の年齢、

即ち寿命を計算すると約 25 歳となった。一方ヒメダイでは  $\text{dayage} = -99 + 12748 \times \text{OTW}$  の関係が認められ、最も重い耳石重量 0.4g の年齢は 13.7 歳となった。現在までに得られているハマダイの標本からメスの 50% 成熟体長を推定すると 68.5cmFL となるが(この部分の詳細は標本の拡充を待ち別途報告),得られた成長式からは 68.5cmFL に達するのは 12 歳となる。一方ヒメダイは 2 歳から 3 歳にかけて成熟する<sup>3)</sup>。フエダイ科の多くの魚種で成熟年齢は寿命年齢の 1/5 ~ 1/13 程度<sup>12-13)</sup>であることを考えると、ヒメダイの寿命は特に問題は認められないが、ハマダイの寿命はかなり過少に推定されたと考えられる。この推定方法は若齢期の関係式からその外側部分を推定する外挿計算であり、あまり推定精度の高い方法ではない。両種とも高齢魚の日周輪計数は非常に困難であることから、新たな寿命年齢の推定手法を探索する必要があると考えられる。

## 文献

- 1) 海老沢明彦. ハマダイ (*Etelis coruscans*) の産卵期と成熟体長及び成長に関する予備的研究(マチ類の漁業管理推進調査). 平成 13 年度沖縄県水産試験場事業報告書. 2003; 81-83.
- 2) 海老沢明彦・山本隆司・福田将数. 体長組成のモード推移と尾叉長 耳石重量関係式から推定したアオダイの成長式(マチ類の漁業管理推進調査). 平成 14 年度沖縄県水産試験場事業報告書. 2004; 110-114.
- 3) 海老沢明彦・山本隆司・福田将数. 体長組成のモード推移と尾叉長 耳石重量関係式から推定したヒメダイの成長式(マチ類の漁業管理推進調査). 平成 15 年度沖縄県水産試験場事業報告書. 2005; 97-101.
- 4) Ralston, S. and G. T. Miyamoto. Analyzing the width of daily otolith microincrements to age the Hawaiian snapper, *Pristipomoides filamentosus*. Fish. Bull., 1983; 81: 523-535.
- 5) Williams, H. A. and K. M. Lowe. Growth rate of four Hawaiian deep slope fishes: a comparison of methods for estimating age and growth from otolith microincrement widths. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 1997; 54: 126-136.
- 6) 山本隆司・島田和彦. 沿岸漁場総合整備開発基礎調査の概要. 平成 9 年度沖縄県水産試験場事業報告書. 1999; 89-94.
- 7) Boehlert, G. W. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. Fish. Bull., 1985; 83: 103-117.
- 8) Casselman, J. M. Growth and relative size of calcified structures of fish. Trans. Amer. Fish. Soc., 1990; 119: 673-688.
- 9) Pawson, M. G. Using otolith weight to age fish. J. Fish Biol., 1990; 36: 521-531.
- 10) Fletcher, W. J. and S. J. Blight. Validity of using translucent zones of otoliths of age the Pilchard *Sardinops sagax neopilchardus* from Albany, Western Australia. Mar. Freshwater Res., 1996; 47: 617-624.
- 11) Newman, S. J., D. M. Williams and G. R. Russ. Age validation, growth and mortality rates of the tropical snappers (Pisces: Lutjanidae) *Lutjanus adetii* (Castelnau, 1873) and *L. quinquelineatus* (Bloch, 1790) from the Central Great Barrier Reef, Australia. Mar. Freshwater Res., 1996; 47: 575-584.
- 12) Loubens, G. Biologie de quelques especes de poissons du lagon neo-caledonien. III Croissance. Cah. Indo-Pac., 1980; 23:101-153.
- 13) Shimose, T. and K. Tachihara. Age, growth and maturation of the blackspot snapper *Lutjanus fulviflammus* around Okinawa Island, Japan. Fish. Sci., 2005; 71: 48-55.