

7.3 調査結果

7.3.1 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus*

(1) 序論

マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* (図 7. 2) は、ヨーロッパから南西アフリカにかけての大西洋沿岸の水深 10-200m に分布している。若齢期は、浅海域に生息し、体長 30cm 以上になると水深 50m 以深の水域に移動する (Bauchot and Hureau, 1990)。本種は、主に IRM 籍のトロール漁船で漁獲され、ヨーロッパや北アフリカに輸出されている。

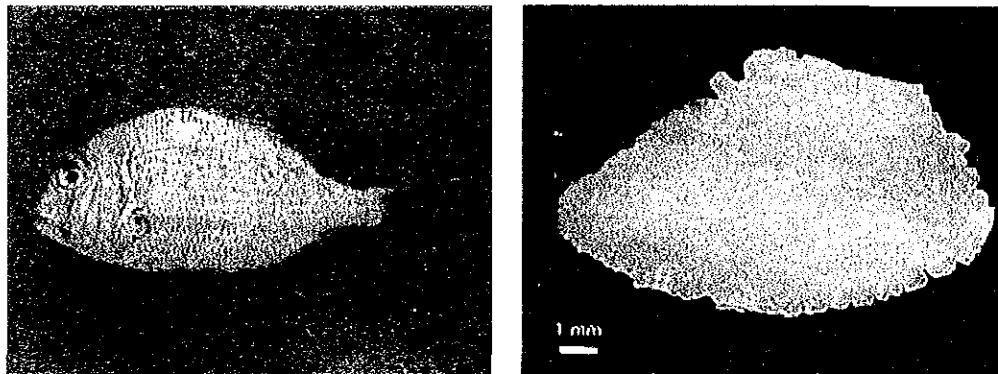


図 7.2 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* とその耳石。

本種の資源生物学的な知見は、体長-体重関係 (Showers, 1993)、成熟、産卵期及び食性 (Bauchot and Hureau, 1990)、再生産関係 (Maigret and Ly, 1986) について報告がある。しかし、本種の年齢を年齢形質を用いて明らかにした報告は、現在までのところ皆無と思われる。CNROP は、1984 年に本種 215 個体の鱗を用いて年齢査定を試みたが、その輪紋が年輪であるかどうかの検証は行っていない (Boukatine *et al.*, 1985)。

ここでは、*Pagrus caeruleostictus* の耳石を用いた年齢査定の可能性の検証と、輪紋の観察結果について報告する。

(2) 材料と方法

年齢査定のための試料は、2000 年 3 月から 2001 年 10 月までに収集した *Pagrus caeruleostictus* の耳石 461 個体を用いた。寒期 (3-5 月) 及び暖期 (9-10 月) は、調査海域 (16-20°N、水深 3-80m) でトロール漁法により採集した同種を材料とした。また、移行期 (6-8 月、11-1 月) は、NDB の零細漁港に水揚げされた同種を使用した (表 7. 3)。供試魚は、尾叉長等を生物学的多項

目測定するとともに性を確認した。年齢査定用に耳石を採取し、年齢形質袋に封入・保存した。移行期を除いて、ここまでの作業は、海上調査チームによって行われた。研究室では、耳石をアクリル樹脂（プラスチックキット）で包埋し、自動精密切断機（アイソメット 5000）により薄切標本（0.4-0.7mm）を作成した。薄切標本は、スライドガラス上に固定し、その表面に透明マニキュアを塗布して観察に用いた。

表 7.3 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* の標本数. () は輪紋観察数.

Month	Sex			Total
	Male	Female	Unknown	
January ^A	15 (7)	14 (6)	2 (1)	31 (14)
February	-	-	-	-
March ^B	12 (7)	5 (3)	-	17 (10)
April ^B	22 (16)	32 (29)	6 (4)	60 (49)
May ^B	13 (3)	25 (12)	12 (5)	50 (20)
June ^A	17 (13)	29 (20)	10 (5)	56 (38)
July ^A	20 (15)	38 (26)	2 (1)	60 (42)
August ^A	28 (15)	28 (15)	2 (2)	58 (32)
September ^B	25 (16)	26 (19)	4 (3)	55 (38)
October ^B	14 (11)	15 (11)	-	29 (22)
November ^A	12 (5)	15 (7)	-	27 (12)
December ^A	13 (7)	5 (3)	-	18 (10)
Total	191 (115)	232 (151)	38 (21)	461 (287)

^A Specimens collected at artisanal fisheries port in NDB

^B Specimens collected by sea survey

準備した標本 461 個体のうち 287 個体 (62%) で輪紋の観察が可能であった。使用した標本のうち切片の厚い (0.6-0.7mm) 標本については、輪紋が不明瞭であった。輪紋は、小型個体に比べて大型個体ほど明瞭であった。

観察の結果、耳石の輪紋は核から下端部にかけての不透明帯が明瞭であったので、これを輪紋と定義し、短軸方向の輪紋を計測した (図 7.3)。

輪紋の形成周期 (年に定期的に輪形が形成されるか) を明らかにするために 2 通りの方法を用いた。第 1 の方法は、輪紋が、耳石の縁辺部に形成される状態の季節的推移を検討する方法である。耳石の縁辺部の状態を不透明帯、狭い透明帯、広い透明帯の 3 つに分け、それぞれの

出現率を検討した。第2の方法は、耳石縁辺部に形成される縁辺成長率 (Marginal Increment Ratio: MIR) を用いる方法である。MIR は、以下の式で求めた。

$$\text{MIR} = (\text{OR} - \text{Rn}) / (\text{Rn} - \text{Rn-1})$$

ここで、OR は耳石半径 (mm)、Rn は最外側の不透明帯までの距離 (mm)、Rn-1 は最外側の1つ内側の不透明帯までの距離 (mm) である。

各輪紋の計測は、3人の観察者が、生物顕微鏡下 (倍率は40倍) で各1回行い、その平均値を求めた。2通りの方法のうち、一般的に使われているMIRの解析による結果について報告する。

これらの資料をもとに、耳石半径と尾叉長との関係、年齢別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差、年齢と尾叉長の関係式、Age-Length 相関表を作成するための基礎表等を求めた。

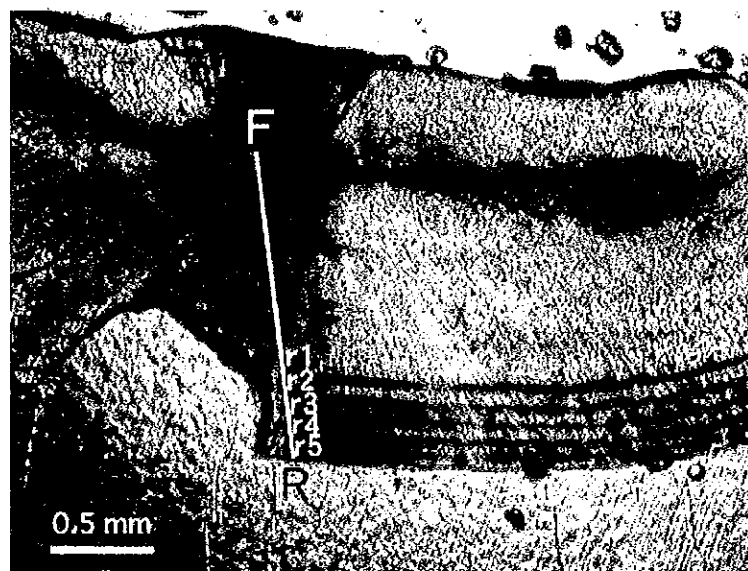


図 7.3 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* の耳石の断面。
雄, 尾叉長 326 mm, 2001 年 4 月漁獲。
F: 核, R: 耳石半径, r1-r5: 輪紋半径。

(3) 結果と考察

Pagrus caeruleostictus の耳石半径と尾叉長との関係を図 7.4 に示す。耳石半径と尾叉長との関係は、標本の範囲内では直線的であった。このため、耳石半径より尾叉長を推定できるものと考えられた。

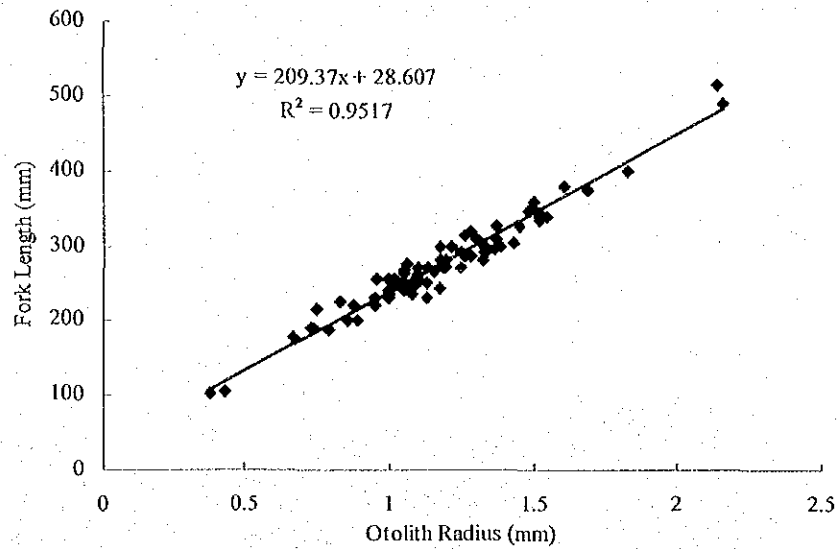


図 7.4 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* の耳石半径と尾叉長の関係。

Pagrus caeruleostictus 耳石の縁辺成長率 (MIR) の月別変化を図 7.5 に示す。

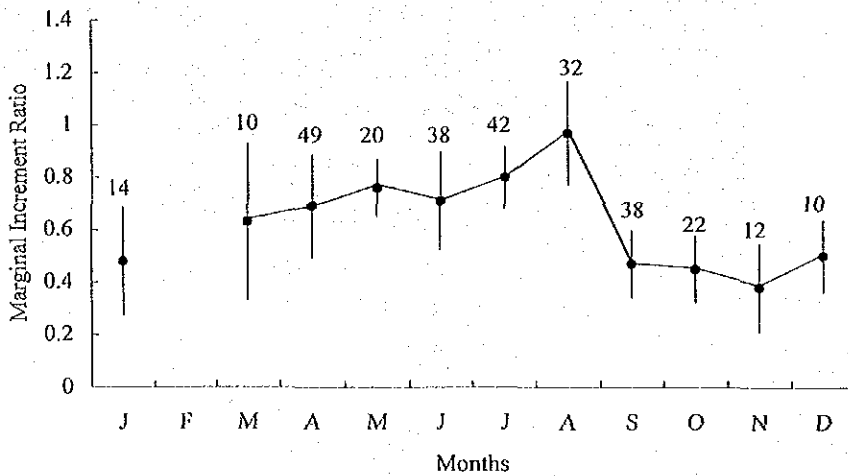


図 7.5 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* 耳石の輪紋成長率。
黒丸は平均, 縦線は標準偏差, 数字は標本数。

MIR の平均値は、暖期 (9-11 月) に低く、最低は 11 月の 0.38 で、その後増加して、3-8 月には高い。このことは、輪紋が年 1 回、9-11 月にかけて形成されることを示唆する。調査水域の水深 3-80 m 層における水温は、寒期が 13.6-22.4℃、暖期は 16.0-29.1℃の範囲にあり、寒期よりも暖期が高い (2 章)。環境要因のうちで魚類の活動生理に与える影響の大きいものは光と温度と考えられており、水温の変動が *Pagrus caeruleostictus* の輪紋形成に影響を与えた可能性がある。村上・岡田 (1967) は、東シナ海・黄海産のマダイ *Chrysophrys major* の輪紋形成時期と産卵期が一致することから、輪紋形成は産卵などによる生理的な影響に起因するものと考えた。IRM 海域に生息する *Pagrus caeruleostictus* でも、成熟割合の高い暖期 (3 章) と輪紋形成期が一致した。

Pagrus caeruleostictus の年齢別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差を表 7.4 に示す。年齢別の計算尾叉長において、顕著な Lee 現象や反 Lec 現象は認められなかった。

Pagrus caeruleostictus の年齢と尾叉長との関係は二次方程式に最も適合した (図 7.6)。

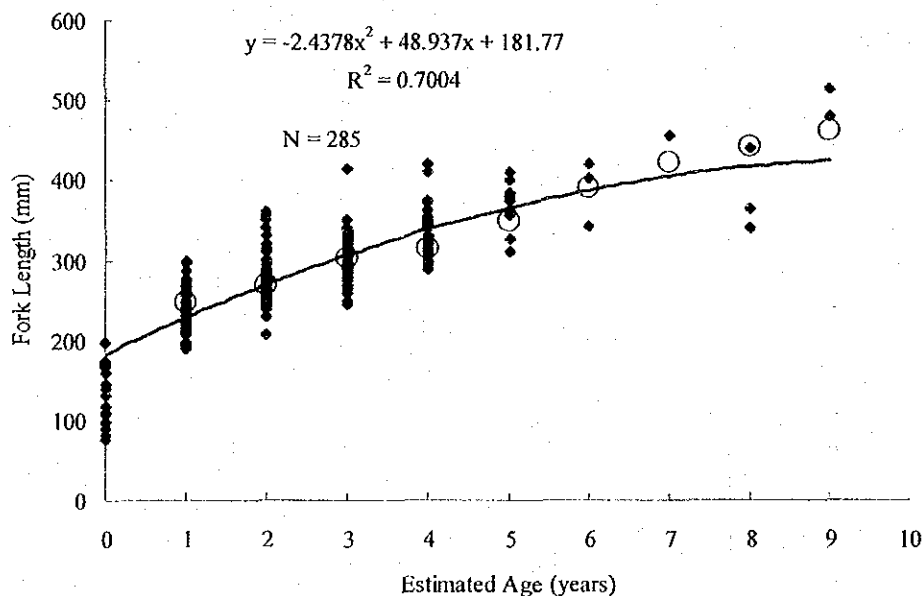


図 7.6 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* の年齢と尾叉長の関係。
丸印は年齢別の計算尾叉長。

Pagrus caeruleostictus の最高年齢は、雄が 9 歳、雌が 8 歳であった。1 歳の最小個体 (雄) は、全長 190 mm であった。計測尾叉長と計算尾叉長を比較すると、8-9 歳では計算尾叉長が大きいが、1-7 歳の計算尾叉長は概ね成長曲線上に分布した。これは 8-9 歳の標本数が少ないことに由来する結果と思われる。

表 7.4 マダイ属 Bluespotted seabream *Pagrus caeruleostictus* の年齢別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差.

Age groups	N	Ring radius (mm)								
		r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9
1	58	1.02±0.10								
2	75	1.01±0.07	1.14±0.07							
3	66	1.13±0.14	1.16±0.11	1.35±0.14						
4	47	1.00±0.10	1.11±0.09	1.24±0.11	1.34±0.12					
5	13	1.05±0.12	1.16±0.12	1.27±0.13	1.39±0.13	1.48±0.13				
6	3	1.18±0.07	1.22±0.15	1.34±0.07	1.43±0.07	1.52±0.08	1.62±0.11			
7	1	1.19	1.30	1.41	1.46	1.56	1.69	1.79		
8	3	1.28±0.08	1.37±0.05	1.40±0.07	1.54±0.06	1.64±0.11	1.79±0.10	1.89±0.07	1.95±0.06	
9	2	1.23±0.07	1.39±0.06	1.50±0.11	1.65±0.04	1.66±0.04	1.81±0.09	1.91±0.04	2.02±0.06	2.07±0.06
Mean±SD		1.05±0.10	1.15±0.09	1.31±0.12	1.37±0.11	1.53±0.11	1.73±0.10	1.88±0.06	1.98±0.06	2.07±0.06
N		268	210	135	69	22	9	6	5	2
Back-calculated length (mm)		248	269	303	315	349	391	422	443	462

本種の成長曲線を、Boukatine *et al.* (1985)が同種の鱗を用いた調査結果と比較すると、同じ年齢(輪紋数)では、本調査の *Pagrus caeruleostictus* の方が大きい(表 7.5)。両結果の相違は、輪紋形成の周期性の検証の有無に起因しているものと考えられる。

表 7.5 マダイ属 *Bluespotted seabream Pagrus caeruleostictus* の年齢に関する過去の研究との比較。

Fork length (mm) at estimated age or ring count										Information based on
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
73.9	99.9	150.2	202.2	226.8	257.7	285.4	330.4			Boukatine <i>et al.</i> (1985)
181.8	228.3	269.9	306.6	338.5	365.5	387.6	404.9	417.2	424.7	This study

Pagrus caeruleostictus の Age-Length 相関表を表 7.6 に示す。この結果から *Pagrus caeruleostictus* の年齢組成の推定が可能となる。

表 7.6 マダイ属 *Bluespotted seabream Pagrus caeruleostictus* の Age-Length 相関表。

Fork length (mm)	Age									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
180-200	4									4
201-220	11	1								12
221-240	12	2								14
241-260	17	19	9							45
261-280	11	27	6							44
281-300	3	12	22	6						43
301-320		7	14	20	2					43
321-340		4	12	10	1			1		28
341-360		3	2	6	1	1				13
361-380				3	5			1		9
381-400					2					2
401-420			1	2	2	2				7
421-440								1		1
441-460							1			1
461-480									1	1
481-500										
501-520									1	1
Total	58	75	66	47	13	3	1	3	2	268

7.3.2 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis*

(1) 序論

メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* (図 7. 7) は、北西アフリカ沿岸の水深 18-500m の水域に分布している。本種の最大体長は 81cm、平均体長は 42cm 前後である (Cohen *et al.*, 1990)。IRM 海域では、同国との合弁によるスペインのトロール船と延縄船が本種を主な漁獲の対象としている。

本種の漁業生物学的知見に関して、Doutre (1960)、FAO (1979、1990、1995)、Inada (1981)、Wysokinski (1986)、Ramos and Fernandez (1995)、Ramos *et al.* (1998) が報告している。IRM 海域の *Merluccius senegalensis* については、その地理的分布 (Overko *et al.*, 1985) が知られている程度である。

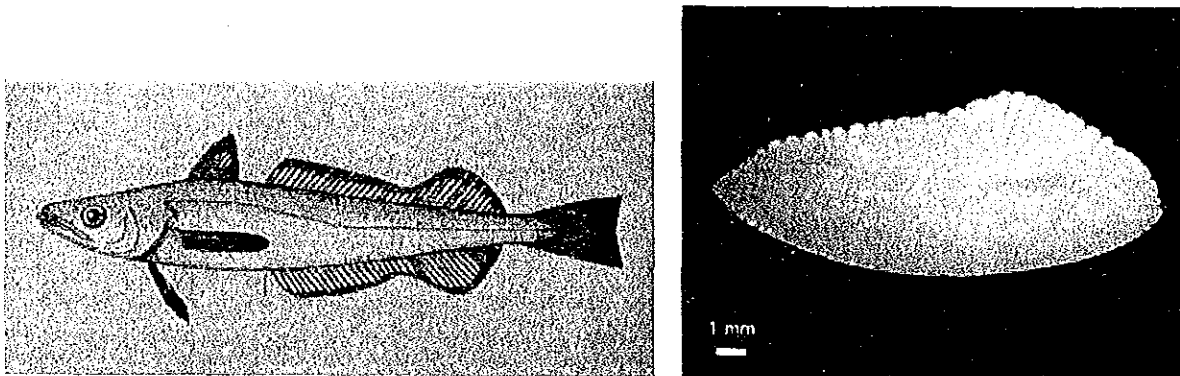


図 7.7 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* (Cohen *et al.*, 1990) とその耳石.

本種の年齢と成長に関する知見は、その耳石を用いた Doutre (1960) と体長組成を用いた Wysokinski (1986) の報告がある。

本調査の目的は、IRM 海域産の *Merluccius senegalensis* の耳石の輪紋構造を調べ、年齢査定の可能性を検討し、本種の資源評価に役立てようとするものである。

(2) 材料と方法

年齢査定のための *Merluccius senegalensis* の試料は、2000 年 3 月から 4 月までの寒期と同年 9 月から 10 月までの暖期に、IRM 海域 (16-21° N、水深 60-400m) でトロール漁法によって採集した漁獲物を用いた (表 7. 7)。

表 7.7 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* の標本数. () は輪紋観察数.

Month	Sex			Total
	Male	Female	Unknown	
March	4 (4)	6 (6)	3 (3)	13 (13)
April	3 (3)	3 (3)	1 (1)	7 (7)
September	7 (7)	11 (11)	36 (36)	54 (54)
October	7 (7)	17 (17)	-	24 (24)
Total	191 (115)	232 (151)	38 (21)	98 (98)

採集された試料のうち、全長の相違する 98 個体の耳石を年齢査定のために抽出した。標本は、寒期 (3-4 月) は 20 個体の耳石を砥石 (#250 荒研ぎ用、#1000 中仕上げ用) で研磨し、また、暖期 (9-10 月) では 78 個体の耳石をアクリル樹脂で包埋した後に、自動精密切断機により短軸方向に 0.4-0.5mm の厚さに切断して、観察のための切片を作成した。その後、切片をスライドガラス上にボンドで接着し、その表面に流動パラフィン又は透明マニキュアを滴下して固定した。

Merluccius senegalensis の耳石は、透明帯と不透明帯が観察されたが、ここでは明瞭な透明帯を輪紋と定義した (図 7. 8)。耳石の輪径は、生物顕微鏡下 (倍率は 40 倍) で核から各輪紋までの直線距離をマイクロメーターで測定した。測定は、1 個体につき 3 回行い、その平均値を求めた。

輪紋の形成周期の検討は、*Pagrus caeruleostictus* の方法に従った。しかし、輪紋の形成時期を明らかにするためには、周年にわたる標本が必要であり、3 月から 4 月、9 月から 10 月のデータだけでは不十分であった。

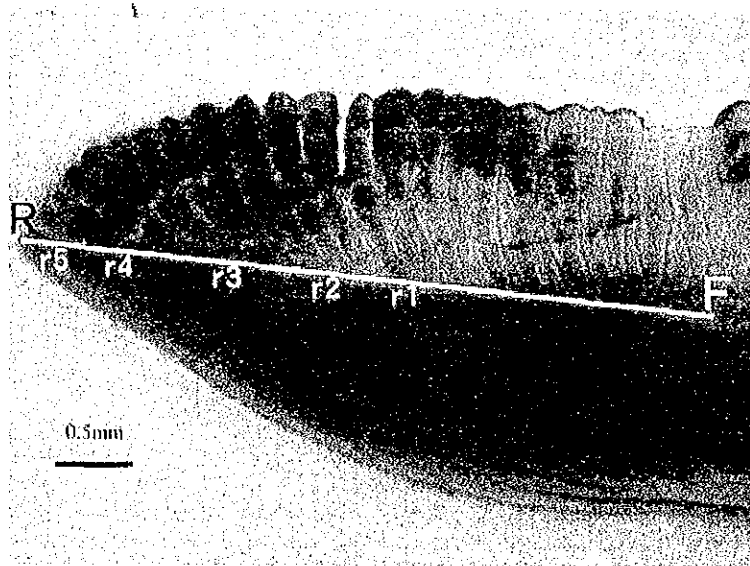


図 7.8 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* の耳石の断面。
雌、全長 576 mm、2000 年 4 月漁獲。F：核、R：耳石半径、 r_1 - r_5 ：輪紋半径。

(3) 結果と考察

Merluccius senegalensis の耳石半径と全長との関係を図 7.9 に示す。耳石半径と全長との関係は、調べた標本の範囲では直線的であった。

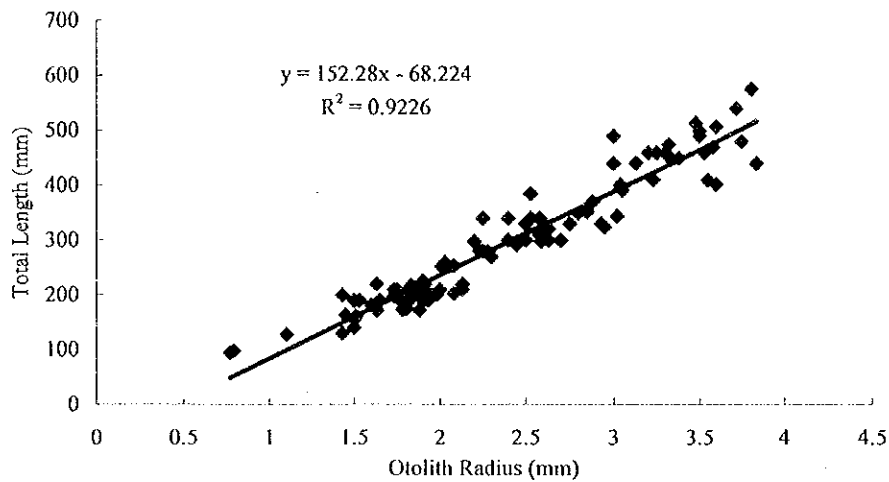


図 7.9 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* の耳石半径と全長の関係。

Merluccius senegalensis の耳石の縁辺成長率 (MIR) を図 7.10 に示す。

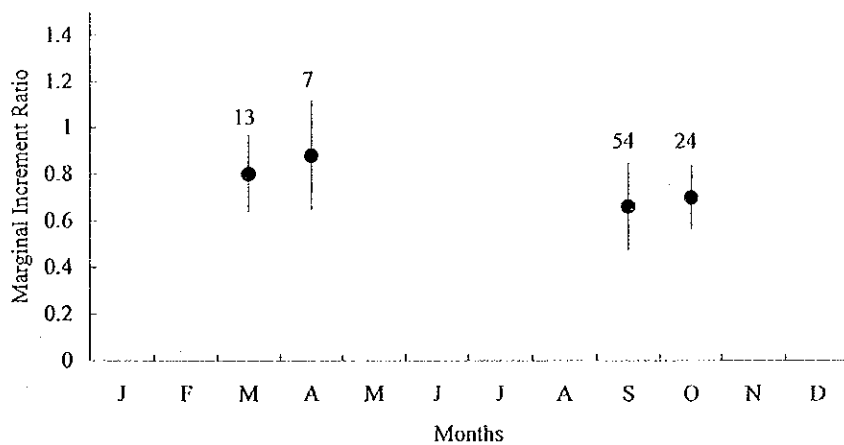


図 7.10 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* 耳石の輪紋成長率。

観察した標本では、MIRの平均は寒期(3-4月)から暖期(9-10月)にかけて若干小さくなるが、両期では大きな相違は認められない。今後は、本調査で採集できなかった期間のMIRを調べて、輪紋形成の周期性(MIRが最小となる時期)を明らかにする必要がある。

*Merluccius senegalensis*の輪群別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差を表7.8に、輪群グループ2の耳石半径と輪紋半径との関係を図7.11に示す。輪群別輪紋半径の標準偏差は小さく、また、輪群グループ2の輪紋半径は、概ね回帰直線に沿って分布していることが分かる。このことは、本種の輪紋形成には個体間の対応性があることを示唆している。今後、標本数を増やして、輪紋形成の対応性について詳しく検討する必要がある。

表 7.8 メルルーサ属 *Senegalese hake Merluccius senegalensis* の輪群別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差。

Ring groups	N	Ring radius (mm)					
		r1	r2	r3	r4	r5	r6
1	23	1.09±0.11					
2	25	1.52±0.18	1.74±0.18				
3	21	1.85±0.32	2.19±0.28	2.52±0.20			
4	11	2.35±0.11	2.93±0.16	3.24±0.33	3.49±0.28		
5	3	2.36±0.64	2.66±0.54	2.89±0.53	3.17±0.51	3.44±0.47	
6	1	2.19	2.86	3.14	3.30	3.47	3.64
Mean±SD		1.63±0.20	2.17±0.23	2.79±0.27	3.41±0.33	3.45±0.47	3.64
N		84	61	36	15	4	1

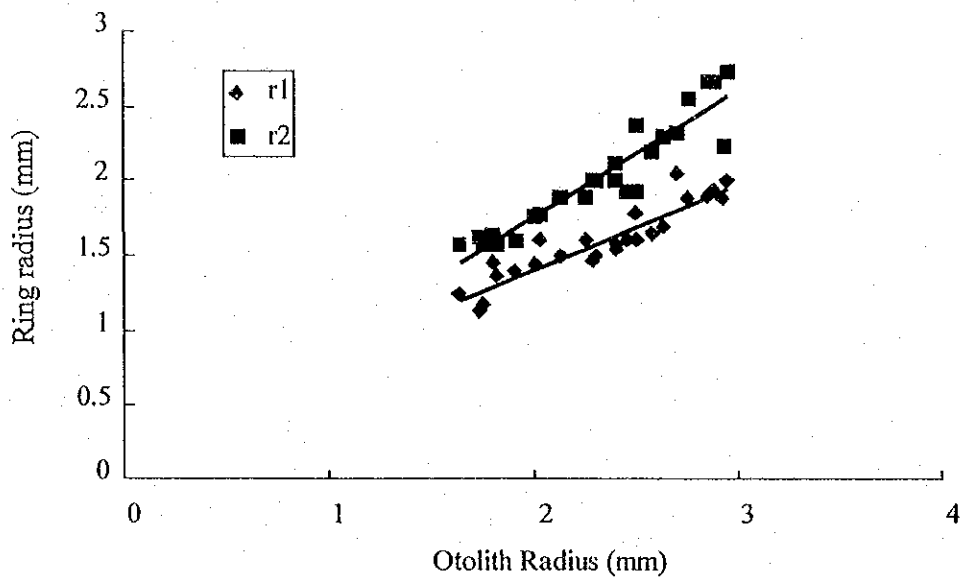


図 7.11 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* 輪群グループ 2 の耳石半径と輪紋半径の関係.

耳石の輪紋数と全長との関係を図 7.12 に示す。

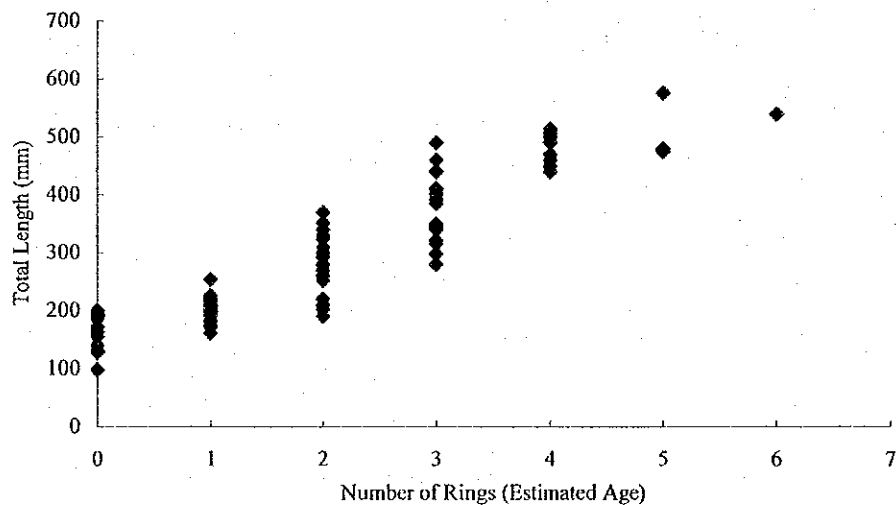


図 7.12 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* の輪紋数と全長の関係.

これを見ると、耳石の輪紋数が多い個体ほど全長が大きくなる傾向がみられた。輪紋数が6本の個体は、全長 540 mm の雌であった。また、最大全長は 576 mm の雌で、その輪紋数は5本であった。全長 161 mm 以上の個体において、輪紋が観察された。ここでの輪紋数と全長との関係は、Doutre (1960) が耳石の解析から求めた年齢別の

全長とほぼ一致したが、Wysokinski (1986) が体長組成から求めた年齢別の全長よりも大きかった (表 7.9)。

表 7.9 メルルーサ属 Senegalese hake *Merluccius senegalensis* の年齢に関する過去の研究との比較.

Total length (mm) at estimated age or ring count												Information based on	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
130.0	199.0	268.5	334.8	449.5	529.0	584.7	700.5						Doutre (1960)
	167.0	232.0	293.0	350.0	403.0	453.0	499.0	542.0	583.0	621.0	656.0		Wysokinski (1986)
166.7	198.6	279.6	371.5	472.8	510.3	540.0							This study

7.3.3 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus*

(1) 序論

Mustelus mustelus (図 7.13) は、IRM 内ではごく普通に見られるホシザメの一種である。本種は、大西洋東岸や地中海沿岸の水深 5-100m の水域に生息し、最大体長は 165cm が記録されている (Smale and Compagno, 1997)。*Mustelus mustelus* は、底層トロール漁業の混獲物として相当な量が漁獲されているが、商業的価値が低いことから、これまでは海上投棄されることが多かった。しかし近年では、本種は食用魚として、或いは様々な薬理作用をもつ医薬品の原料として徐々に注目されてきている。このような背景から CNROP では、本種の資源評価や資源管理に向けて、本種に関する漁業生物学的研究に取り組んでいる。

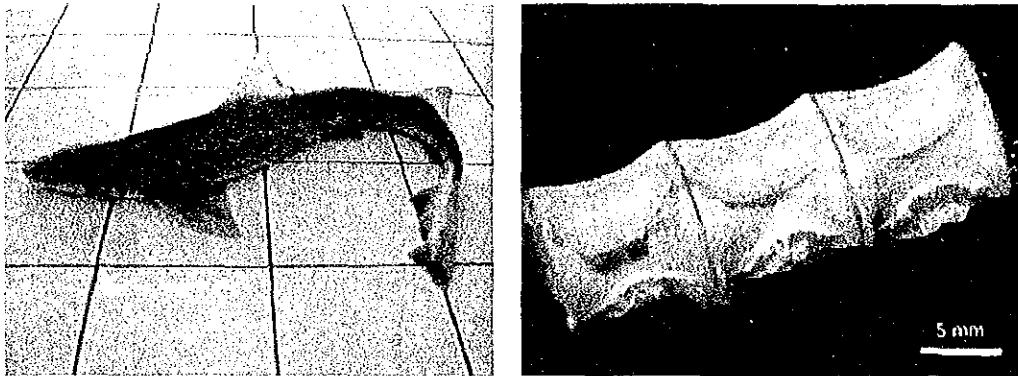


図 7.13 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* とその脊椎骨.

本種の年齢と成長に関しては、南アフリカの Goosen and Smale (1997) の脊椎骨を用いた年齢査定に関する報告があるにすぎない。一方、ホシザメ属 (Genus *Mustelus*) について調べてみると、オーストラリア、アメリカ、日本においても年齢査定に関する研究が報告されている (表 7.10)。

ここでは、IRM 海域における *Mustelus mustelus* の脊椎骨を用いた年齢査定の第一段階として、標本の作成方法、椎体に形成される輪紋の特徴、輪紋数-体長関係等について述べる。

表 7.10 ホシザメ属の年齢に関する過去の研究.

Species	Country	Age determination methods			Estimated life-span (years)	Information based on
		Age character analysis	Size frequency analysis	Tagging experiment		
<i>Mustelus antarcticus</i>	Australia	+		+	16	Moulton <i>et al.</i> (1992)
<i>Mustelus californicus</i>	United States	+			6 (male), 9 (female)	Yudin and Cailliet (1990)
<i>Mustelus henlei</i>	United States	+			7 (male), 13 (female)	Yudin and Cailliet (1990)
<i>Mustelus lenticulatus</i>	New Zealand		+	+	12	Francis and Francis (1992)
<i>Mustelus manazo</i>	Japan	+			8 (male), 10 (female)	Yamaguchi <i>et al.</i> (1996)
<i>Mustelus mustelus</i>	South Africa	+			17 (male), 24 (female)	Goosen and Smale (1997)

(2) 材料と方法

年齢査定のための試料は、2000年9月から10月及び2001年4月から5月にかけてIRM沿岸(16-21°N)の水深20-80mの海域で漁獲された *Mustelus mustelus* を用いた。(表7.11)。

表 7.11 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* の標本数。
() は輪紋観察数。

Month	Male	Female	Total
September	5 (4)	1 (1)	6 (5)
October	8 (2)	31 (19)	39 (21)
April	13 (12)	8 (8)	21 (20)
May	28 (14)	16 (10)	44 (24)
Total	54 (32)	56 (48)	110 (70)

船上にて全長、体重、性別などを計測・判定後、脊椎骨の椎体を採取した。採取位置は椎体直径が最大となる第30-35番目(第一背鰭下)で、椎体を年齢形質袋に封入した後、船内で凍結・保存した。帰港後、実験室で椎体を煮沸して、周囲の筋肉組織などを取り除いた後、約1週間乾燥させた。椎体は、アクリル樹脂で包埋(24時間)した後、自動精密切断機により体軸に平行に0.2-0.3mmの厚さの切片をつくった。

染色方法は、2000年9-11月の調査では、5%のギ酸(Tanaka and Mizue, 1979)で約24時間脱灰してからアリザリンレッドSで染色した。しかし多くの個体の輪紋は不明瞭であった。そこで2001年5-6月の調査では、各椎体につき3枚の切片を準備し、3通りの染色法を試みた。第1の方法は、切片を5%のギ酸で約24時間脱灰してからアリザリンレッドSで染色した。アリザリンレッドS染色液は、同粉末0.1g、90%エタノール10ml、蒸留水90mlの割合で作った。第2の方法は、切片を上記アリザリンレッドS染色液に1分間浸漬した後、水で洗い、3%過酸化水素に約1時間浸漬した。第3の方法は、まず、アリザリンレッドS粉末2g、蒸留水33ml、濃縮酢酸33mlの割合でアリザリンレッドS溶液を作った。次に、15%水酸化カリウム、16%グリセリン、アリザリンレッドS溶液を35:14:1の比で混合して染色液とし、切片を染色液(1-2分間)、水、97%エタノールの順で浸漬した(Seki et al., 1998)。3つの染色法を比較した結果、第3の方法がIRM産 *Mustelus mustelus* の輪紋明瞭化に最も効果的であることが明らかとなった。

椎体切片の観察は、生物顕微鏡を用い透過光のもとで 40 倍に拡大して行った。椎体には透明帯と不透明帯が観察されたが、ここでは明瞭で幅が狭い不透明帯を輪紋と定義した。ホシザメ属では誕生輪が認められることから (Taniuchi *et al.*, 1983)、観察された輪紋数から 1 を引いた値を全輪紋数とした。椎体の輪径は、核から各輪紋までの距離をマイクロメーター又は輪紋計測器で測定した。輪紋の計測は、2 人の観察者が各 1 回行い、平均値を求めた。

輪紋形成の周期性の検討は、基本的には *Pagrus caeruleostictus* の方法に従った。

(3) 結果と考察

Mustelus mustelus 椎体の直径の測定結果を図 7. 14 に示す。頭部から尾部にかけての椎体 128 個の測定が可能であった。椎体直径のピークは 30 番目と 31 番目に見られた。他の研究者が第一背鰭下の椎体を使用していることを勘案して、本調査では第一背鰭下の 30 番目から 35 番目の椎体を採取することとした。

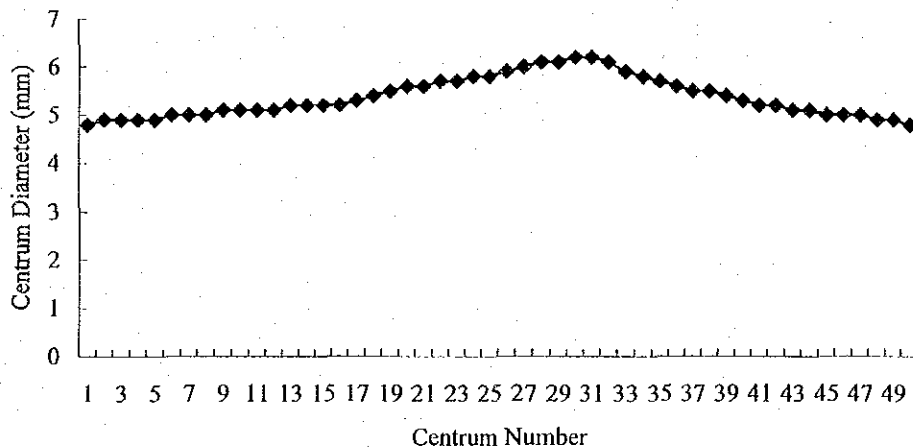
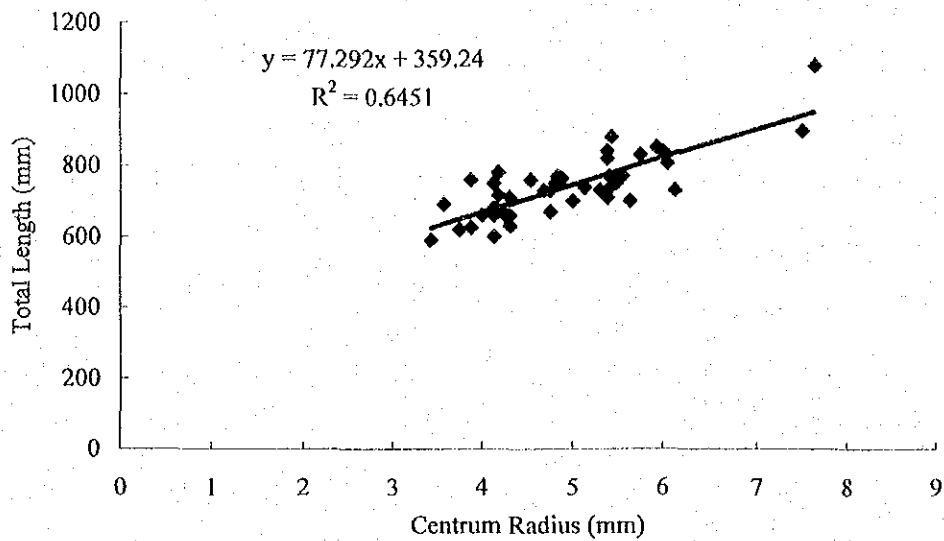


図 7. 14 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* 椎体の直径の測定結果.

Mustelus mustelus の椎体半径と全長との関係を図 7. 15 に示した。椎体半径と全長は、それぞれ 3.43-7.63mm、590-1080mm の範囲にあった。全長 700mm 以上の個体においては椎体半径のばらつきが大きく、高い相関は得られなかった。船上において、第一背鰭下の椎体が正確に採取されなかった可能性がある。



7.15 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* の椎体半径と全長の関係。

供試魚 110 個体のうち、70 個体 (64%) の椎体で輪紋が観察されたが、残り 40 個体の椎体には明瞭な輪紋が見られなかった。その原因としては、1) 椎体の保存方法、2) エッチング方法、3) 染色方法 (2 と 3 は輪紋明瞭化の処理)、4) 生息環境、5) 摂餌や繁殖様式による影響が考えられる。

椎体の縦断面を図 7.16 に示す。輪紋は外層域 A (corpus calcareum) と中層域 B (intermedialia) で観察された。小型個体の輪紋は比較的明瞭であったが、大型個体では明瞭でない場合が多かった。

椎体の縁辺成長率 (MIR) を図 7.17 に示す。MIR は 4 月から 5 月にかけて高く、9 月と 10 月は低下している。まだ標本数少なく、かつ 4 ヶ月分しかないので、年間の周期を検証することができない。MIR による輪紋形成の周期性を明らかにする上でも、季節的な標本採集が欠かせない。

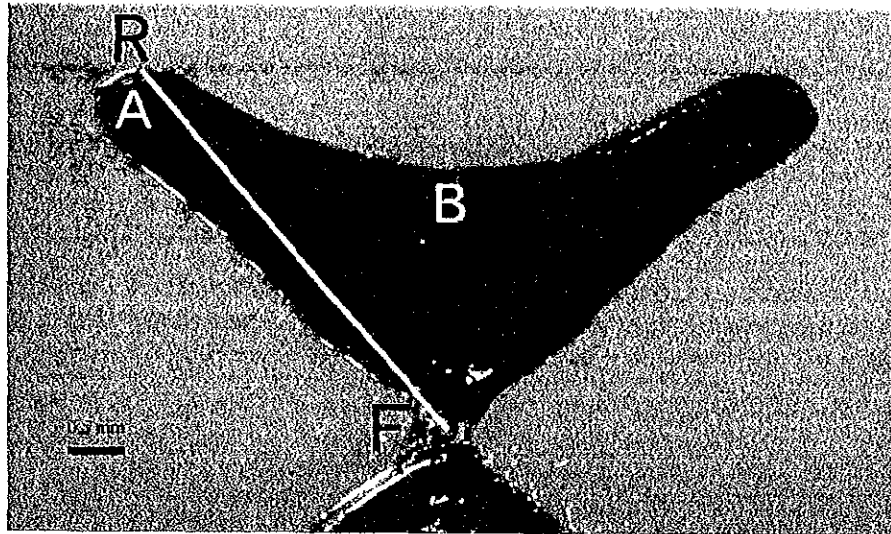


図 7.16 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* 椎体の断面.

雌、全長 710 mm、2001 年 5 月漁獲.

F: 核、R: 耳石半径、r1-r4: 輪紋半径、A: 外層域、B: 中層域

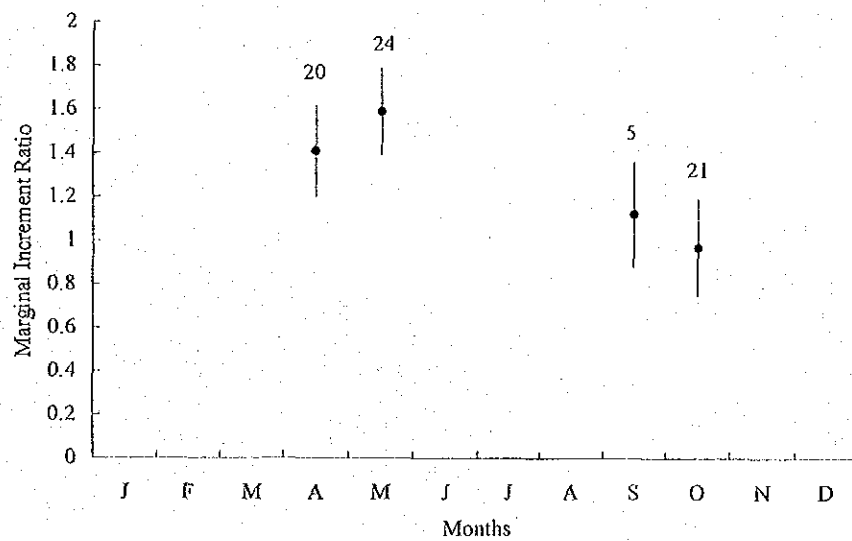


図 7.17 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* 椎体の輪紋成長率.

黒丸は平均、縦線は標準偏差、数字は標本数.

Mustelus mustelus の輪群別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差を表 7.12 に、輪群グループ 3 の椎体半径と輪紋半径との関係を図 7.18 に示す。輪群別輪紋半径の標準偏差は小さく、また、輪群グループ 3 の輪紋半径は概ね回帰直線に沿って分布していることが分かる。このことは、本種の輪紋形成には個体間の対応性があることを示唆している。今後、標本数を増やして、輪紋形成の対応性について詳しく検討する必要がある。

表 7.12 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* の輪群別の標本数と核から各輪紋までの長さの平均値及び標準偏差。

Ring groups	N	Ring radius (mm)					
		Birth	r1	r2	r3	r4	r5
1	2	1.47±0.48	2.07±0.64				
2	22	1.64±0.25	2.37±0.37	2.92±0.41			
3	30	1.67±0.34	2.38±0.42	2.88±0.46	3.25±0.47		
4	10	1.83±0.65	2.48±0.71	2.80±0.67	3.11±0.63	3.40±0.63	
5	6	1.51±0.25	2.23±0.41	2.75±0.49	3.17±0.46	3.48±0.47	3.70±0.47
Mean±SD		1.66±0.35	2.37±0.45	2.87±0.48	3.21±0.50	3.43±0.57	3.70±0.47
N		70	70	68	46	16	6

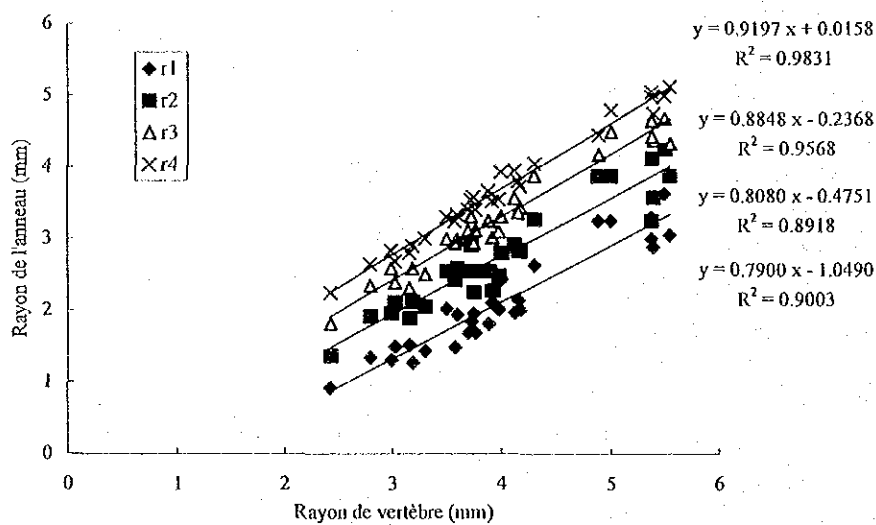


図 7.18 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* 輪群グループ 3 の椎体半径と輪紋半径の関係。

椎体の輪紋数と全長との関係（図 7.19）は、輪紋数が増えるにつれて全長が大きくなっていることがわかる。最小個体（455 mm）と最大個体（850mm）の輪紋数は、それぞれ 2 輪と 5 輪であった。雄と雌の輪紋数の範囲は、それぞれ 2-5 輪、2-6 輪であった。輪紋数が 3 輪の個体の全長は、Goosen and Smale（1997）が報告した南アフリカ産の同種の 3 歳魚の全長とほぼ一致した。しかし、輪紋数が 4 輪以上では、IRM 産の全長の方がやや小型である。今後、年齢と全長の関係を明らかにするためには、季節別月別に標本数を増やす必要がある。

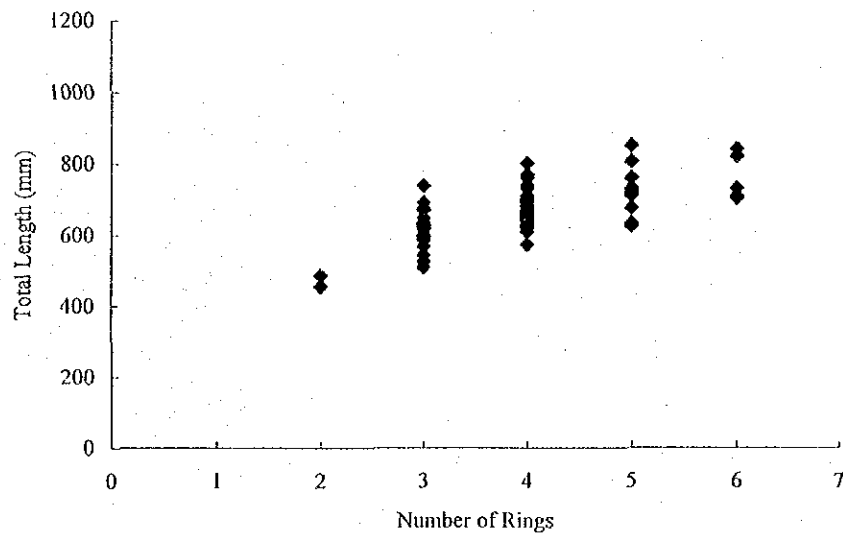


図 7.19 ホシザメ属 Smooth-hound *Mustelus mustelus* の輪紋数と全長の関係.

7.3.4 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris*

(1) 序論

マダコ *Octopus vulgaris* (図 7. 20) は IRM において水産業上、最も重要な種である。*Octopus vulgaris* は、通常、沿岸域の砂泥質の海底近くに生息し (Mangold,1983)、大型個体の体重は 10kg を超す (Roper *et al.*,1984)。同国では *Octopus vulgaris* の多くはトロール漁船によって漁獲され、その大部分はヨーロッパやアジアに輸出されている。近年では、零細漁民による「たこつぼ漁業」も盛んである。このような *Octopus vulgaris* 資源の重要性を背景として、CNROP では漁業管理のため、分布と回遊、繁殖などの生物学的諸特性の解明、漁獲資料を用いた資源の解析・評価などを行ってきた (例えば、Mohamed Fall,1999; Inejih,2001)。しかし、年齢形質に基づく年齢査定に関する報告は不十分である。

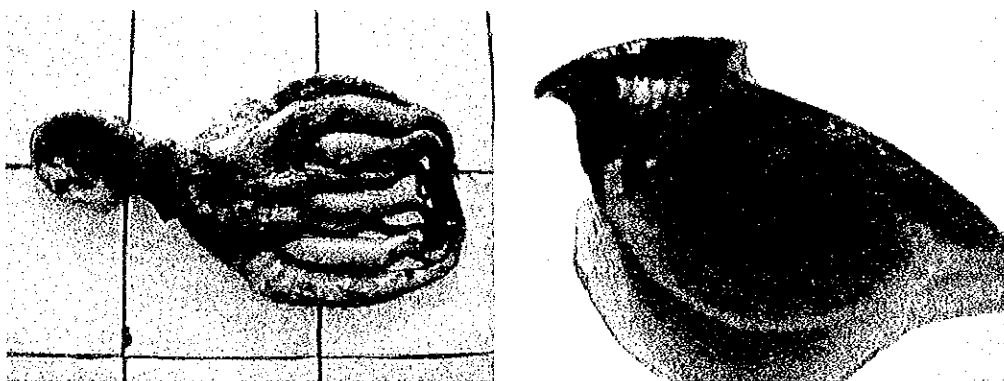


図 7.20 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* とその上顎板。

Octopus vulgaris の年齢と成長は、諸外国の多くの研究者が報告しており、その中には、体長・体重組成資料を用いた年齢推定、飼育観察、標識放流からの年齢証明等、多彩な研究が含まれている (表 7. 13)。しかし、これまで年齢形質による年齢査定を報告したのは Raya and Hernandez-Gonzalez (1998)のみである。Raya and Hernandez-Gonzalez は、北西アフリカ沿岸域 (21-26° N) で漁獲された同種 25 個体の上下の顎板(ピーク)に形成される輪紋の観察を行い、輪紋数に関する知見を得ている。

ここでは、IRM 産の *Octopus vulgaris* の年齢査定に必要な顎板処理の方法と輪紋観察の結果を報告する。

表 7.13 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* の年齢に関する過去の研究.

Country	Age determination methods					Estimated life-span(months)	Information based on
	Size frequency analysis	Weight analysis	Laboratory rearing	Tagging experiment	Beak microstructure		
North-West Africa	+					48 (male), 24 (female)	Hatanaka (1979)
-ditto-		+				> 24	Guerra (1979)
-ditto-					+	9 >	Raya and Hernandez-Gonzalez (1998)
Senegal				+		12-14	Domain <i>et al.</i> (2000)
South Africa		+				15 (male), 12 (female)	Smale and Buchan (1981)
France			+			12-18	Mangold and Boletzky (1973)

(2) 材料と方法

Octopus vulgaris は 2000 年 4 月 3 日と 2001 年 9 月 7 日に、IRM 沿岸域南部 (17° 08'77"-17° 52'30"N) の水深 30-80m において、調査船でトロール漁法により採集された。採集後、標本をただちに冷凍し、実験室に持ち帰り、解凍後に外套長 (DML)、体重、性などを調べた。その後、上下の顎板を頭部から摘出し、70%アルコールに入れて保存した。

上下顎板の各部の測定項目は、Hood Length (HL)、Rostral Length (RL)、Shoulder-Tip Length (STL)、重量であった (図 7.21、表 7.14)。

顎板の標本作成は、80 個体について以下の手順で行った。まず、顎板の吻部を中心にアクリル樹脂で包埋した後、自動精密切断機により長軸方向に沿って焦点を切り落とさないように注意して 0.5-0.6mm の切片をつくり、スライドガラスに透明マニキュアで接着し、1 晩以上静置した。その後、耐水研磨紙 (JIS 2000 番)、トライデント (研磨用パフの商品名、1 μ の粒度のダイヤモンド研磨剤を塗布)、マスターテックス (同、アルミ液体研磨剤を塗布) を使用して、この順に研磨した。顎板の標本の仕上げは、30%塩酸 (HCL) 又は 8.5%エチレンジアミン四酢酸 (EDTA) により各々 10 分間、6-24 時間エッチングを行った後に、検鏡に供した。輪紋の観察は生物顕微鏡を使用し、ファイバースコープによる反射光を用いた。最終倍率は 100-400 倍であった。輪紋の計数は 1 個体につき 2 回行い、その平均値を輪紋数とした。

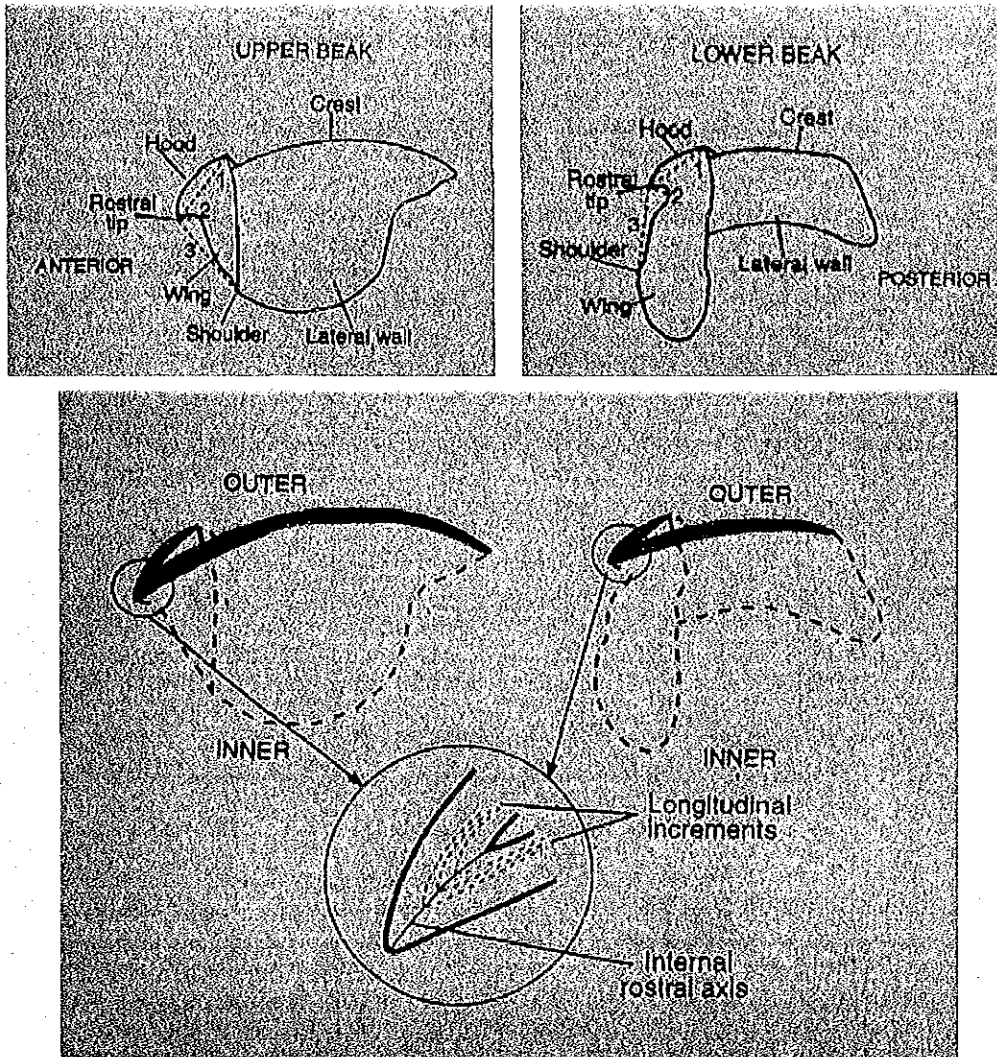


図 7.21 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* の上下顎板の各部位の名称
(Raya and Hernandez-Gonzalez, 1998).

表 7.14 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* 上下顎板の Internal Rostral Axis と輪紋数.

Sample	DML	Sex	Upper beak				Lower beak			
			HL(mm)	RL(mm)	STL(mm)	Weight(g)	HL(mm)	RL(mm)	STL(mm)	Weight(g)
1	78	F	5.1	2.1	4.2	0.04	3.2	1.8	4.5	0.02
2	67	F	5.1	1.9	4.2	0.03	3.6	2.1	4.8	0.03
3	75	M	5.5	1.8	4.2	0.04	3.8	1.8	5.1	0.03
4	68	M	4.8	2.2	4.5	0.04	3.2	1.5	4.2	0.03
5	93	F	5.8	2.2	4.8	0.05	3.8	2.0	4.5	0.04
6	145	F	7.8	3.2	6.8	0.11	5.1	2.8	5.5	0.08
7	88	M	5.2	2.1	4.2	0.03	3.6	1.7	4.3	0.03
8	101	F	5.9	2.9	5.2	0.05	3.8	1.9	4.5	0.04
9	77	M	5.1	1.5	4.1	0.03	3.2	2.2	4.1	0.02
10	85	F	5.8	2.1	4.8	0.05	3.8	2.2	4.5	0.04
11	68	M	4.2	1.9	3.8	0.02	2.9	1.9	3.2	0.02
12	102	F	6.1	2.2	5.8	0.05	4.2	2.2	4.3	0.05
13	132	M	7.0	3.0	5.8	0.08	4.8	2.2	4.8	0.06
14	89	F	5.8	2.2	4.3	0.04	4.1	2.2	3.8	0.03
15	78	M	5.0	2.1	4.2	0.04	3.2	1.6	3.5	0.03

(3) 結果と考察

Octopus vulgaris の上・下の顎板の Hood Length (HL) と外套長 (DML) との関係を図 7.22 に示す。上顎板の方が下顎板よりも外套長に対する寄与率が高いことから、両者の関係式は上顎板と外套長を適用する方が妥当であると考えられる。

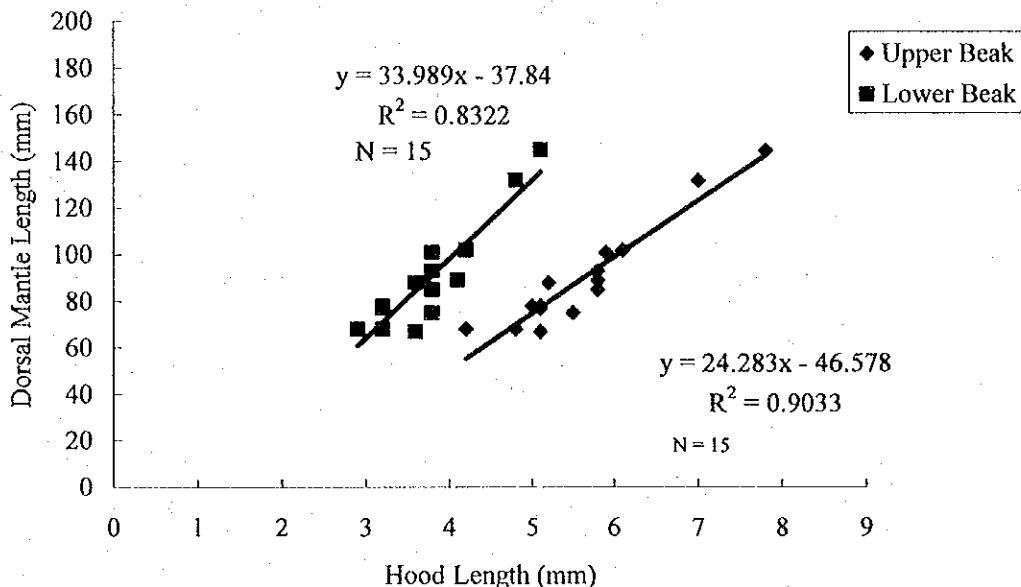


図 7.22 マダコ Common octopus *Octopus vulgaris* 上下顎板の Hood Length と外套長の関係。

上・下の顎板の Internal Rostral Axis (IRA)と外套長 (DML) との関係を図 7.23 に示す。IRA の外套長に対する変化はあまりみられない。上・下の顎板間での相違も認められなかった。今後標本数を増やしてさらに検討する必要がある。

輪紋は、上・下顎板の Internal Rostral Axis (図 7.24) で観察された。しかし、2000 年の調査時は、輪紋が不鮮明で、見えたとしても輪紋の間隔が狭かったために全数を計数することはできなかった。また、輪紋は前方 (Anterior) よりも後方 (Posterior) で明瞭で、計数された輪紋数は 5-20 本であった。明瞭な輪紋が見られなかった原因としては、以下の 2 つが考えられた。すなわち、1) 研磨速度が速く、Internal Rostral Axis の一部を削り落としてしまった可能性があること、2) HCL が *Octopus vulgaris* 顎板のエッチングには適さないことである。そこで、2001 年の調査時は 顎板の研磨を慎重に行うとともに、エッチング処理にはエチレンジアミン四酢酸 (EDTA) を使用した。その結果、35 個体の顎板について輪紋の計数が可能となった (図 7.25)。

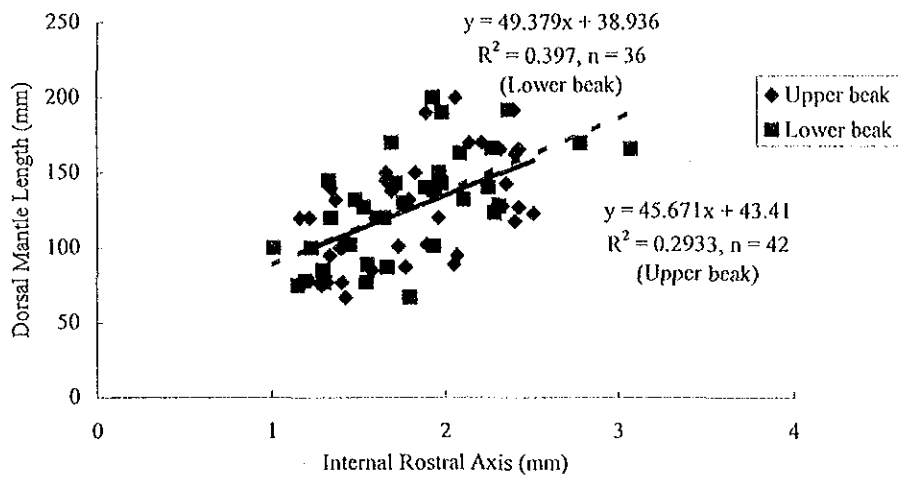


図 7.23 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* 上下顎板の Internal Rostral Axis と 外套長の関係.

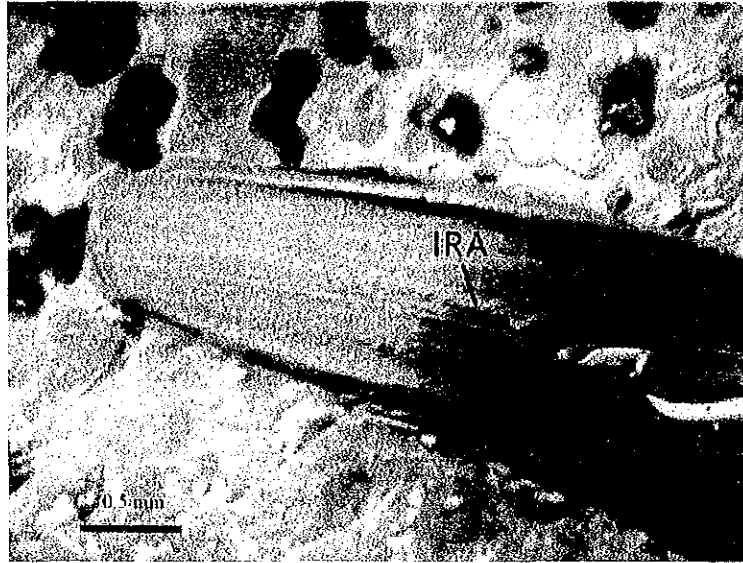


図 7.24 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* 上顎の断面に見られる Internal Rostral Axis.

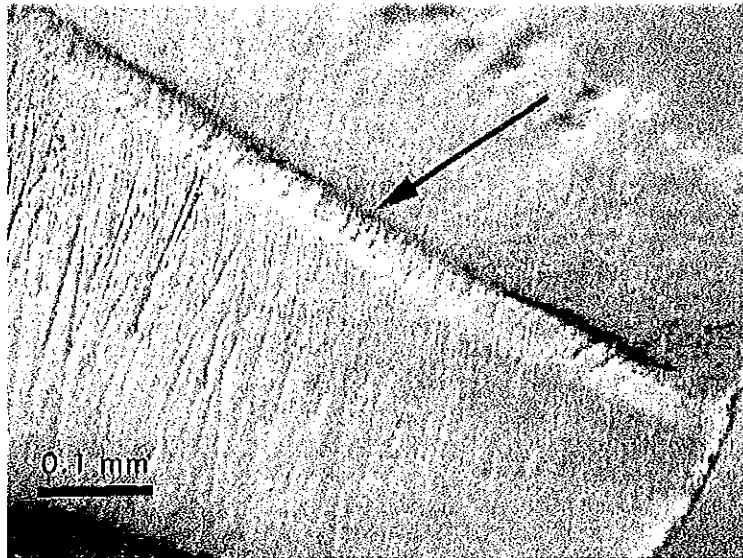


図 7.25 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* 上顎板の断面に見られる輪紋（矢印）。

輪紋数の範囲は、45（上顎板、雌、77 mm DML）-199（上顎板、雌、200 mm DML）であった（表 7.15）。

表 7.15 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* の上下顎板の Internal Rostral Axis と輪紋数.

Specimen No.	DML (mm)	Sex	IRA (mm)		Increment count	
			Upper beak	Lower beak	Upper beak	Lower beak
1	101	F	1.73	1.93	102	99
2	140	F	1.34		122	
3	145	F	1.66	1.33	108	
4	75	M	1.29	1.16	78	
5	170	F	2.21	2.78	110	134
6	120	F	1.60	1.65		110
7	170	M	2.14	1.70	150	165
8	143	F	1.95	1.98	51	64
9	87	F	1.77	1.67	76	
10	128	F	2.33	2.31	93	95
11	163	M	2.41	2.09		76
12	192	M	2.40	2.37	180	
13	143	F	2.36	1.72	178	166
14	89	F	2.05	1.55	74	
15	130	M	1.76	1.76		90
16	166	F	2.43	3.07		146
17	140	M	1.70	1.89		88
18	127	F	2.43	1.54		81
19	120	F	1.22	1.35	120	125
20	100	M	1.40	1.01	84	61
21	132	M	1.37	1.48	150	160
22	200	F	2.06	1.93	199	
23	166	F	2.32	2.27	189	189
24	140	M	1.71	2.25	90	100
25	132	F	1.79	2.11	89	110
26	120	F	1.16	1.61	57	
27	100	F	1.41	1.23	67	
28	77	F	1.32	1.31	45	
29	67	F	1.39	1.70	55	65
30	75	F	1.30	1.28	80	71
31	145	M	1.79	1.46	120	130
32	101	F	1.55	1.64	90	82
33	77	F	1.12	1.01	80	
34	102	M	1.89	1.45	60	
35	115	M	1.55	1.68	90	78

顎板の輪紋数と外套長との関係を図 7.26 に示す。

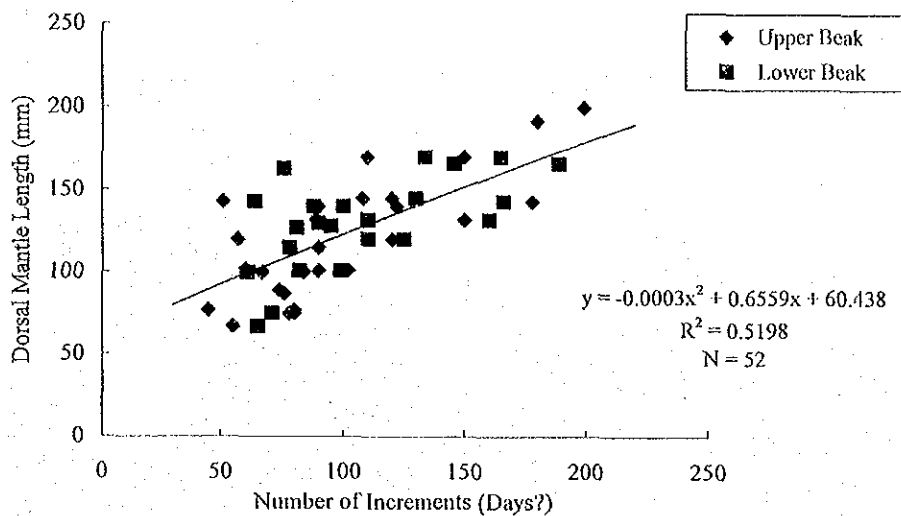


図 7.26 マダコ *Common octopus Octopus vulgaris* の輪紋数と外套長の関係。

標本数（上顎板 29、下顎板 23）は少ないが、輪紋数と外套長との間には正の関係が認められる。現在までのところ、*Octopus vulgaris* 顎板の輪紋形成の周期性の検証は行われていない。しかし、Raya and Hernandez-Gonzalez (1998)は、輪紋間隔、輪紋数と外套長との関係、飼育実験などの知見から、輪紋が日輪であることの可能性を述べている。輪紋を日輪と仮定すると、年齢（日数）と外套長との関係は図 7.26 のようになる。

IRM 産の *Octopus vulgaris* の産卵終了個体の顎板を用いた最近の研究では、輪紋数が 140-175 であった。このため、同国産の *Octopus vulgaris* の寿命は 5-6 ヶ月と推定されている (Raya, C.P., 私信)。産卵期に採集された本調査の *Octopus vulgaris* の輪紋数の最大は 199 であった。今後は輪紋形成の周期性を検証して、年齢・外套長関係を明らかにする必要がある。

7.3.5 ヨーロッパヤリイカ European squid *Loligo vulgaris*

(1) 序論

ヨーロッパヤリイカ European squid *Loligo vulgaris* (図 7. 27) は、IRM 海域では主に複数魚種を対象としたトロール漁業によって漁獲される産業的に重要な種である。本種は、水深 10-150m 付近に多く生息し (Worms,1983)、サハラ砂漠沖合域では冬季が産卵期と考えられている (Raya *et al.*,1999)。

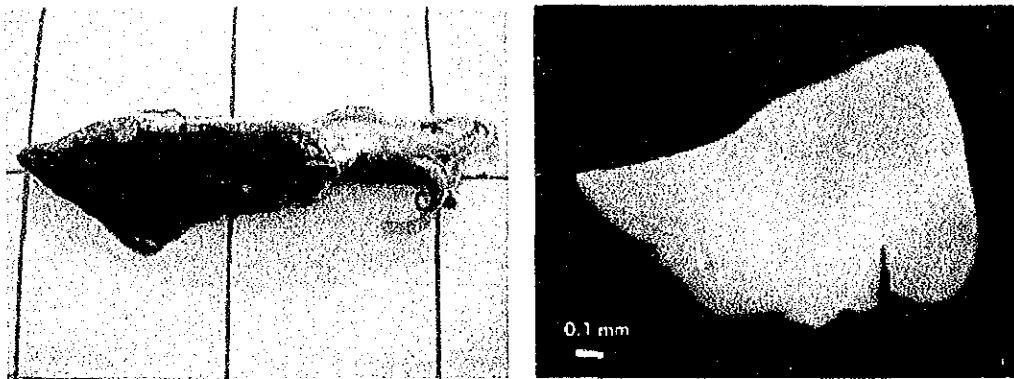


図 7. 27 ヨーロッパヤリイカ European squid *Loligo vulgaris* とその平衡石.

本種を対象とした年齢査定の研究は、大きく分けて、体長組成資料を用いた解析と年齢形質 (平衡石) を用いた方法とがある。前者の場合は、本種の寿命を 2-4 年とする報告が多い (例えば、Mangold,1963)。しかし、一般的に、体長組成解析は、各年級群の発生時期が明瞭でかつ短期間でなければ、年齢を推定することは困難である。そのため、漁獲データのみでは不十分で、平衡石に形成される輪紋の観察結果とも比較することが大切である (Arkhipkin,1991)。

Loligo vulgaris の平衡石を用いた年齢査定の研究は、1990 年代に入って本格化した (Natsukari and Komine,1992;Arkhipkin,1995; Raya *et al.*, 1999;Rocha and Guerra,1999)。それらの結果、現在では本種の寿命は約 1 年と推定されている。

イカ類の平衡石を用いた年齢査定の研究に対する CNROP の関心は高いが、これまで年齢 (日輪) 査定のための標本作成や輪紋計測に関する技術を修得する機会がなかった。ここでは、*Loligo vulgaris* の平衡石を対象に研磨標本の作成方法を紹介するとともに、実際に IRM の同種について行った輪紋の観察結果を報告する。

表 7. 16 ヨーロッパヤリイカ *Loligo vulgaris* の年齢に関する過去の研究.

Studyarea	Maximumnumberofincrements	Informationbasedon
FrenchMediterraneancoast	236(male,277mmDML),179(female,174mmDML)	NatsukariandKomine(1992)
North-WestAfrica(21-23° N)	396(male,498mmDML),335(female,290mmDML)	Arkhipkin(1995)
North-WestAfrica(21-26° N)	308(male,534mmDML),294(female,285mmDML)	Rayaetal.(1999)
North-westSpain	382(male,383mmDML),361(female,255mmDML)	RochaandGuerra(1999)

(2) 材料と方法

Loligo vulgaris の標本は、IRM の中部から南部海域 ($16^{\circ} 30'68''$ - $17^{\circ} 51'32''$ N、水深 30-200m) において、2000 年 9 月と 2001 年 10 月に調査船で採集された 97 個体 (外套長は 68-365 mm の範囲) を用いた。冷凍保存された標本は実験室に持ち帰り、解凍後、外套長、体重などを測定した。魚体測定後、頭部から平衡石を摘出し (図 7.28)、水で洗浄した後、90%アルコールで保存した。

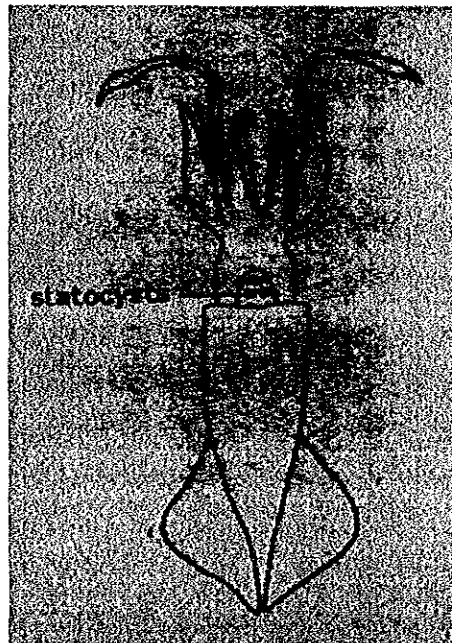


図 7.28 平衡石の採取位置.

包埋標本の作成手順は、Natsukari and Komine (1992)が地中海産の *Loligo vulgaris* の平衡石を用いて行った方法にほぼ準拠した。すなわち、まず、ユニファストII (超速硬性常温重合レジン) の粉末を耳搔きで少量とりスライドガラスの中央にのせる。続いて、ユニファストIIの液を小筆を使って粉に少量加える。ユニファストは、数十秒後に重合・固着するので、その樹脂の上に平衡石の凸面を上にしてのせる。この時、平衡石の姿勢が悪いと、輪紋の観察は失敗する。平衡石はユニファストIIの粉 (耳搔き半杯) で覆い、液で湿らすと全体が固着する。次に、葉

局方カプセル（基準内容量 1g）をはさみで輪切りにする。平衡石が輪の中央にくるように、カプセルをスライドガラスの上におく。液をつけた小筆に粉をつけ、カプセルとスライドガラスが接する部分を内側から封じる。さらに、スライドガラスに固着したカプセルの中に液を入れ、バイオレジン（義歯床用アクリリック樹脂）の粉を液に注ぎ、半日-1日静置すると固化する。

研磨の手順は、以下の通りである。平衡石を包埋した樹脂ブロックのカプセルをはぎとり、金切鋸でブロックの不要な部分を切り落とす。金切鋸で切り落とした面を耐水研磨紙（JIS 800番）で平らに整形する。その後、ブロックの平衡石が包埋されている面を耐水研磨紙（JIS 1000番）で研磨する。少し削るたびに、平衡石のある面を上にしてスライドガラス上におき、研磨面に水を1滴加え、カバーグラスをかけて生物顕微鏡で検鏡する（倍率は150-300倍）。その際、平衡石の核を削り落とさないよう、かつ不透明部が残らないよう慎重に研磨する。ブロックの最終的な深さは0.1mm程度である。最後に、スライドガラスに、ブロックの平衡石のない面をカナダバルサムで貼り付け、平衡石の露出している面をカバーグラスとカナダバルサムで封入・固定する。

平衡石の核から吻部（ロストラム）の先端にかけての輪紋数を計測した（図7.29）。計測は、テレビモニター画面上で2人の観察者により行い、平均値を求めた。輪紋が読めない不透明部が10%以上ある平衡石は計測しなかった。

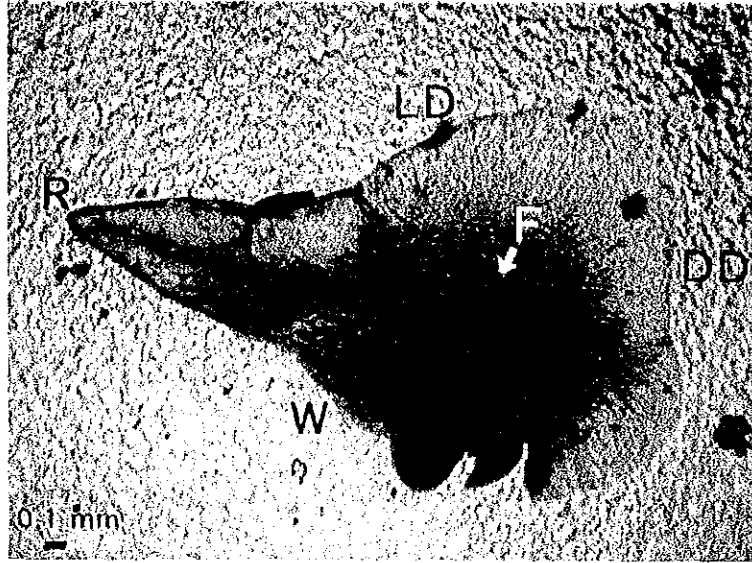


図 7. 29 ヨーロッパヤリイカ *Loligo vulgaris* 平衡石の断面。
雄、背外套長 245mm、2000 年 9 月漁獲。
F: 核、R: ロストラム、LD: ラテラルドーム、DD: ドーサルドーム、W: ウイング。

(3) 結果と考察

平衡石の半径（核から吻部先端までの長さ）と外套長との関係を図 7.30 に示す。小型個体の平衡石の半径は、概ね回帰直線に沿って分布しているが、大型個体はばらつきが大きい。平衡石の半径の差は、最大 0.6 mm と小さかった。このことは、平衡石の輪紋間隔は大型個体ほど狭く、計測が困難であることを示している。

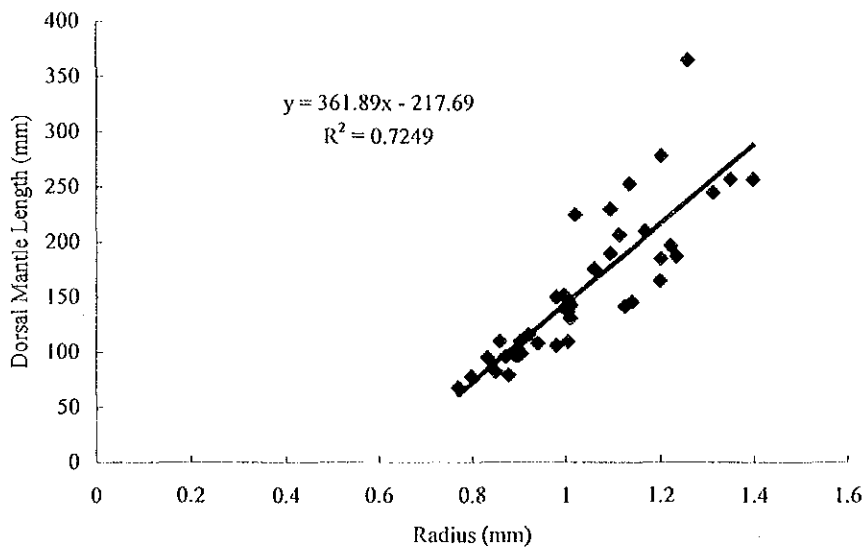


図 7.30 ヨーロッパヤリイカ *Loligo vulgaris* 平衡石の半径と外套長の関係。

平衡石の輪紋を観察するための標本作成は、材料と方法で述べたように長い時間と熟練した技術が要求された。今回は、1つの平衡石を研磨するのに 45-60 分を要した。取り扱った平衡石 60 個のうち、輪紋が観察できたのは 36 個であった（表 7.17）。輪紋の太さは焦点（Focus）の周辺で細く、吻部（Rostrum）寄りでは太かった。（図 7.31）。

輪紋の間隔は、細い輪紋が 0.005mm 程度、太い輪紋では 0.02mm 程度であった。輪紋数の範囲は 100-275 であった。この値は Natsukari and Komine (1992) 及び Raya *et al.* (1999) が報告した同種の同一サイズの輪紋数よりも約 10% 少なかった。

表 7. 17 ヨーロッパヤリイカ *European squid Lotigo vulgaris* の平衡石の半径と輪紋数.

Specimen No.	DML (mm)	Sex	Radius (mm)	Increment count
1	98	M	0.89	120
2	142	M	1.00	150
3	187	F	1.23	162
4	230	M	1.09	202
5	278	M	1.20	232
6	365	M	1.25	275
7	79	F	0.87	101
8	210	M	1.16	200
9	197	M	1.22	198
10	245	M	1.31	202
11	165	F	1.19	182
12	207	F	1.11	190
13	137	M	1.00	105
14	142	M	1.12	170
15	257	M	1.35	180
16	185	F	1.20	160
17	68	F	0.77	102
18	152	F	0.99	150
19	146	F	1.13	160
20	82	?	0.85	120
21	190	M	1.09	180
22	150	F	0.97	148
23	97	?	0.89	115
24	116	M	0.92	120
25	131	F	1.01	155
26	96	?	0.87	101
27	78	?	0.79	104
28	176	F	1.06	188
29	143	M	1.01	120
30	110	M	0.90	120
31	95	?	0.83	104
32	110	?	0.86	100
33	99	M	0.90	120
34	97	?	0.90	105
35	106	F	0.98	120
36	110	M	1.00	110

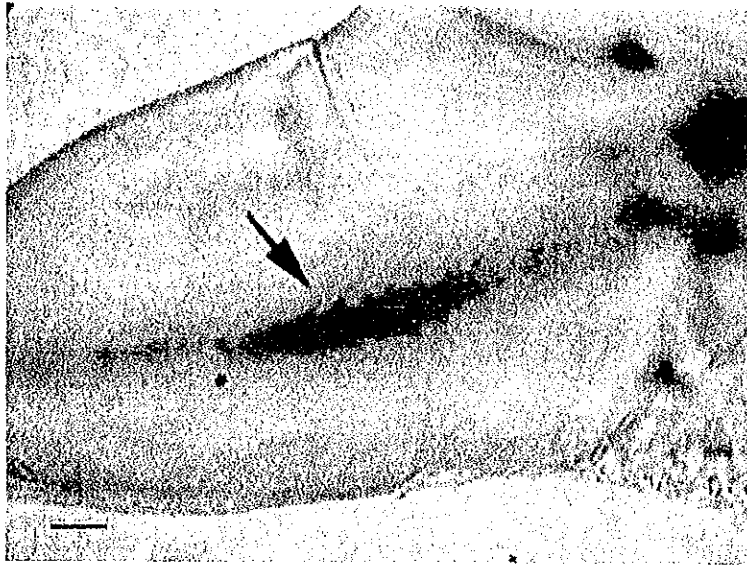


図 7.31 ヨーロッパヤリイカ *Loligo vulgaris* 平衡石断面の核からロストラムにかけてみられる輪紋。
雄、背外套長 278mm、2000 年 9 月漁獲.スケール : 0.1mm.

平衡石の輪紋数と外套長との関係を図 7.32 に示す。両者の関係は、比較的ばらつきが少なく、正の関係が認められた。ここでは両者の当てはまりの良さを勘案して二次方程式を求めた。両者の関係は、雌雄ほぼ同様であったが、他の研究者は、雌よりも雄の方が成長が早いと報告している(Raya *et al.*,1999;Rocha and Guerra,1999)。今後標本数を増やして詳しく検討する必要がある。

Loligo vulgaris では、間接法による日輪の証明が行われている (Lipinski,1986)。また、ヨーロッパオオヤリイカ *Loligo forbesi* では飼育観察 (直接法) により、平衡石の輪紋が日輪であることが証明されている (Hanlon *et al.*,1989)。本調査の *Loligo vulgaris* の平衡石の輪紋が日輪であると仮定すると、最低齢は外套長 68 mm の雌の 3 ヶ月、最高齢は外套長 365 mm の雄の 9 ヶ月となる。この結果は、Raya *et al.* (1999) が報告した西サハラ産の同種の寿命約 1 年とほぼ一致している。

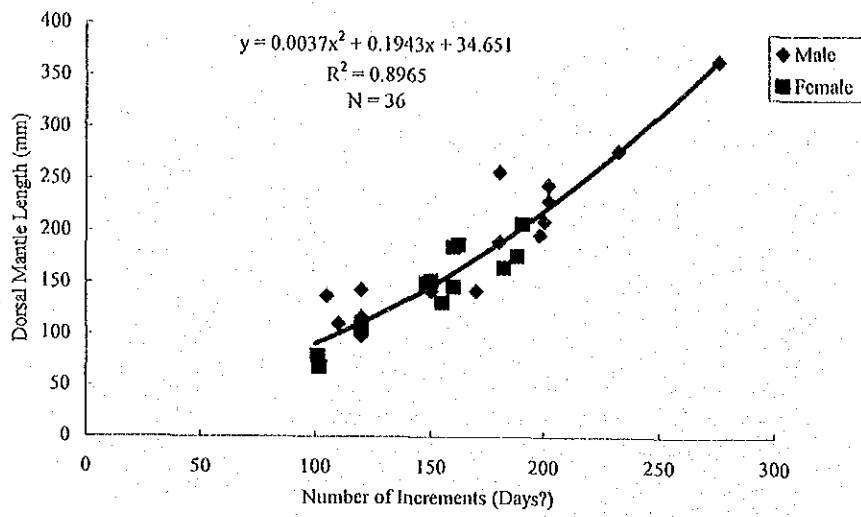


図 7.32 ヨーロッパヤリイカ *Loligo vulgaris* の輪紋数と外套長の関係.

7.4 提言

CNROP の研究活動を活性化させるために、以下の3つを提言する。

- ① 共同調査チームは、2年間にわたり年齢査定に関する調査・研究を行ってきた。当初の目標通り、重要魚類・頭足類の年齢査定手法を開発し、また、データ解析手法を含むIRM側カウンターパートへの技術移転も精力的に行った。CNROPにおける年齢研究の目処がついたといえよう。しかし、月別標本が採集された *Pagrus caeruleostictus* を除けば、対象種の年齢について明らかになったことは、僅かである。大型・小型個体の年齢は何歳か？輪紋は年1回（頭足類では1日1本）形成されるのか？といった疑問には正確に答えることができなかった。CNROPは、相異なる大きさ、季節別月別の標本を多数用いて、年齢査定を継続的に行うべきである。
- ② CNROPの研究者とテクニシャンは、調査・研究の成果を論文や報告書にとりまとめて発表すべきである。CNROPには紀要 (Bulletin Scientifique, Documents Techniques) があり、国際雑誌も数多い。共同調査チームが行った年齢査定の仕事は、IRM内はもちろん、アフリカでも初めての仕事が数多く、研究成果を発表する価値があると思われる。論文や報告書がまとまれば、諸外国（例えば、セネガル、ギニア、モロッコ、チュニジア、スペインなどの水産研究の盛んな国）の研究者とお互いに研究成果を交換することができ、様々な研究情報、研究支援を得ることで、CNROPの研究レベルも向上する。
- ③ 水産資源は変動するので、資源評価は、継続的に行う必要がある。CNROPは、国内唯一の水産研究機関として、年齢査定を含む水産の研究に積極的に取り組んでいく必要がある。対象種を決定し、標本が採集されれば、年齢・成長ばかりではなく、分布・移動、成熟・産卵、食性、初期生活史等の様々な研究を行うことが可能となる。多角的なアプローチで対象生物の調査・研究を実施することが、資源の管理や評価を行う上で不可欠である。

7.5 参考文献

- Arkhipkin, A., 1991: Methods for cephalopod age and growth studies with emphasis on statolith ageing techniques. In Squid age determination using statoliths. Proceedings of the International Workshop, Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITPP-CNR), Mazara del Vallo, Italy, 9-14 October 1989 (ed. Jereb, P. et al.): pp. 11-17.
- Arkhipkin, A., 1995: Age, growth and maturation of the European squid *Loligo vulgaris* (Myopsida, Loliginidae) on the west Saharan shelf. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 75: 593-604.
- Bauchot, M.L.; Hureau, J.C., 1990: Sparidae. In: J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.): Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA): 790-812.
- Boukatine, P.; Ba, A.; Oumar, S., 1985: Etude sommaire de l'age et de la croissance de certaines especes de Sparides (Fam. Sparidae). *Bull. CNROP* 14: 130-137.
- Cohen, D.M.; Inada, T.; Iwamoto, T.; Scialabba, N., 1990: FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fish. Synop.* 125: 343-344.
- Compagno, L.J.V., 1984: FAO Species Catalog. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. (2) Carcharhiniformes. *FAO Fish. Synop.* 125: 250-655.
- Domain, F.; Jouffre, D.; and Caveriviere, A., 2000: Growth of *Octopus vulgaris* from tagging in Senegalese waters. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 80: 699-705.
- Doutre, M.P., 1960: Les merlus du Senegal. *Rev. Trav. Inst. Scient. Tech. Peches Marit.* 24: 513-536.
- FAO, 1979: Rapport du groupe de travail ad hoc sur les merlus (*Merluccius merluccius*, *M. senegalensis*, *M. cadenati*) dans la zone nord du COPACE. *FAO/COPACE/PACE Ser.* 78/9: 1-93.
- FAO, 1990: Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes d'eaux profondes dans la zone nord COPACE. *FAO/COPACE/PACE Ser.* 90/51: 1-249.
- FAO, 1995: Evaluation des stocks et des pecheries Mauritaniens. Voies de developpement et d'aménagement. *FAO/COPACE/PACE Ser.* 95/60: 1-114.
- Francis, M.P.; Francis, R.I.C.C., 1992: Growth rate estimates for New Zealand Rig (*Mustelus lenticulatus*). *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 43: 1157-1176.
- Goosen, A.J.J.; Smale, M.J., 1997: A preliminary study of age and growth of the smoothhound shark *Mustelus mustelus* (Triakidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.* 18: 85-91.

- Guerra, A., 1979: Fitting a von Bertalanffy expression to *Octopus vulgaris* growth. *Investigacion Pesquera* 43: 319-327.
- Hanlon, R.T.; Yang, W.T.; Turk, P.E.; Lee, P.G.; Hixon, R.F.; 1989: Laboratory culture and estimated life span of the eastern Atlantic squid, *Loligo forbesi* Steenstrup, 1856 (Mollusca: Cephalopoda). *Aquaculture and Fisheries management*, 20: 15-34.
- Hatanaka, H., 1979: Studies on the fisheries biology of common octopus off the northwest coast of Africa. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 17: 13-124 (in Japanese with English abstract).
- Inada, T., 1981: Studies on the Merluccid fishes. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 18: 1-172.
- Inejih, C.A., 2001: Dynamique spatio temporelle et biologie du poulpe: Implications en evaluation et aménagement des stocks. These de Doctorat, Universite de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Europeen de la Mer.
- Lipinski, M.R., 1986: Methods for the validation of squid age from statoliths. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 66: 505-526.
- Maigret, J. ; Ly, B., 1986: Les poissons de mer de Mauritanie. 1-213.
- Mangold, K., 1963: Biologie des cephalopodes benthiques et nectoniques de la mer Catalane. *Vie et Milieu* 13, supplement: 1-285.
- Mangold, K.; Boletzky, S.v., 1973: New data on reproductive biology and growth of *Octopus vulgaris*. *Marine Biology*, 19: 7-12.
- Mangold, K., 1983: *Octopus vulgaris*. In *Cephalopod Life Cycles. 1. Species Accounts*. Boyle, P.R. (Ed.), London, Academic Press: 335-364.
- Mohamed Fall, K.O., 1999: Reproduction du poulpe *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) en Mauritanie: etude de la gametogenese et validation d'une echelle macroscopique de maturite sexuelle. Rapport de D.E.A., Universite de Bretagne Occidentale, Brest, France: 1-26.
- Moulton, P.L.; Walker, T.I.; Saddler, S.R., 1992: Age and growth studies of gummy shark, *Mustelus antarcticus* Gunther, and school shark, *Galeorhinus galeus* (Linnaeus), from southern Australian waters. *Aust. J. Mar. freshw. Res.* 43: 1241-1267.
- Murakami, S.; Okada, K., 1967: Studies on the fishery biology of the sea bream, *Chrysophrys major* TEMMINCK et SCHLEGEL, in the East China and the yellow Seas-III. Age and Growth. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.* 35: 23-40.

- Natsukari, Y.; Komine, N., 1992: Age and growth estimation of the European squid, *Loligo vulgaris*, based on statolith microstructure. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 72: 271-280.
- Overko, S.; Boukatine, P.; Ly, B., 1985: Quelques donnees sur les merlus de la zone economique mauritanienne. *Bull. CNROP* 14: 106-118.
- Ramos, A.; Fernandez, L., 1995: Biology and fisheries of North-West African hakes (*M. merluccius*, *M. senegalensis* and *M. polli*). In: Hake. Fisheries, ecology and markets (Chapman & Hall Fish and Fisheries Series). J. Alheit and T.J. Pitcher (eds.) 15: 89-124.
- Ramos, A.; Fernandez, L.; Gonzalez, R., 1998: The black hake fishery in the Mauritanian EEZ: Analysis of the possible application of a 30 cm minimum. *Informes Tecnicos* 173: 1-40.
- Raya, C.P.; Hernandez-Gonzalez, C.L., 1998: Growth lines within the beak microstructure of the octopus *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 20: 135-142.
- Raya, C.P.; Balguerias, E.; Fernandez-Nunez, M.M.; Pierce, G.J., 1999: On reproduction and age of the squid *Loligo vulgaris* from the Saharan Bank (north-west African coast). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 79: 111-120.
- Rocha, F.; Guerra, A., 1999: Age and growth of two sympatric squid *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi*, in Galician waters (north-west Spain). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 79: 697-707.
- Roper, C.F.E.; Sweeney, M.J.; Nauen, C.E., 1984: FAO Species Catalogue Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.* 125, Vol. 3: 211-212.
- Seki, T.; Taniuchi, T.; Nakano, H.; Shimizu, M., 1998: Age, growth and reproduction of the oceanic whitetip shark from the Pacific Ocean. *Fish. Sci.* 64: 14-20.
- Showers, P.A.T., 1993: Length-weight relationships of five species of the family Sparidae in the Gulf of Guinea. *Naga, ICLARM Q.* 16: 32-33.
- Smale, M.J.; Buchan, P.R., 1981: Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. *Marine Biology* 65: 1-12.
- Smale, M.J.; Compagno, L.J.V., 1997: Life history and diet of two southern African smoothhound sharks, *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) and *Mustelus palumbes* Smith, 1957 (Pisces: Triakidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.* 18: 229-248.
- Tanaka, S.; Mizue, K., 1979: Studies on sharks-XV. Age and growth of Japanese dogfish *Mustelus manazo* BLEEKER in the East China Sea. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 45: 43-50.

- Taniuchi, T.; Kuroda, N.; Nose, Y., 1983: Age, growth, reproduction, and food habits of the star-spotted dogfish *Mustelus manazo* collected from Choshi. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 49: 1325-1334 (in Japanese with English abstract).
- Wague, A.; Watanuki, N., 2001: Manuel de preparation. Inclusion en resine, realisation de coupes fines, polissage, coloration, montage sur lame et observation de pieces dures (otolithes, vertebres, becs et statolithes) pour la determination de l'age individuel chez quelques especes d'animaux aquatiques (poissons et cephalopodes) et methodes de traitement des donnees collectees. JICA/MPPEM/CNROP: 1-40.
- Worms, J., 1983: *Loligo vulgaris*. In Cephalopod Life Cycles. 1. Species Accounts. Boyle, P.R. (Ed.), London, Academic Press: 143-157.
- Wysokinski, A., 1986: Evaluation des stocks des merlus dans les divisions statistiques 34.1.3 et 34.3.1 du COPACE, basee sur les donnees polonaises (1966-1975), FAO/ COPACE/ PACE Ser. 86/33: 72-120.
- Yamaguchi, A.; Taniuchi, T.; Shimizu, M., 1996: Age and growth of the starspotted dogfish *Mustelus manazo* from Tokyo Bay, Japan. Fish. Sci. 62: 919-922.
- Yudin, K.G.; Cailliet, G.M., 1990: Age and growth of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, and the brown smoothhound, *M. henlei*, sharks from central California. Copeia 1990: 191-204.