

タカベ飼育魚の成長および鱗・耳石の輪紋形成

安藤和人・亘 真吾*・米沢純爾・橋本 浩・妹尾浩太郎

Body Growth and Ring Formation of Scale and Otolith of a few years Reared Yellowstriped Butterfish *Labracoglossa argentiventris*

Kazuto Ando, Shingo Watari, Juunji Yonezawa, Hiroshi Hashimoto and Koutaro Seno

タカベ *Labracoglossa argentiventris* は、伊豆半島や伊豆諸島をはじめ、本州中部以南から九州にかけての太平洋沿岸の浅海岩礁域に生息する体長20cmほどの磯魚である¹⁾。本種は東京都、愛媛県、千葉県、高知県等で漁獲されているが、2002年の東京都内3卸売市場（築地、足立、太田）への入荷割合は伊豆諸島産が95%を占めている²⁾。伊豆諸島では、1960年代に最高で年間約800tの漁獲があり、1995～1999年の5年間の平均漁獲量は237tで、東京都の魚種別漁獲量では第4位にランクされる水産上の重要種である。

タカベは年間の成長量が小さいうえ、生息場所や海況条件により成長が異なる³⁾ ことなどから、体長組成法による年級分離が困難な魚種である。このため、これまで年齢査定には鱗の輪紋が使用されてきたが、漁場や個体によっては輪紋の形成状況が異なる場合があり³⁾、これが年齢査定を不安定なものにしている。伊豆諸島では現在、漁業者と行政機関が協力して、本種の資源管理を進めているが、これを推進していくうえで年齢査定の精度向上は基本的課題である。そこで今回、幼魚から飼育した履歴の明らかなタカベの鱗を用い、成長と輪紋の形成過程を調査した。また、併せて同じ飼育魚の耳石の輪紋形成について調査し、その年齢査定形質についても検討したので報告する。

材料と方法

供試魚と飼育法 1999年5月29日、6月9日および2001年5月26日に伊豆大島の南西岸で、夜間、沿岸に接岸したタカベ天然幼魚を追い込み網で採集した。これらの魚は、採集後ただちに東京都水産試験場大島分場内の0.5 m³または1 m³のポリカーボネイト水槽

に收容し飼育に供した。飼育尾数は1999年5、6月採集群（以下、1999年採集群）、2001年5月の採集群（以下、2001年採集群）ともに約300尾であった。1999年採集群の飼育期間は、採集日から2001年9月4日までの約2年3ヶ月間、2001年採集群の飼育期間は採集日から2003年2月17日までの約1年8ヶ月間であった。両群とも飼育中は配合飼料（（株）日本農産 みさき1～3号）、またはこれにアミ類とイカのミンチを混合したものを、土・日曜日を除き1日1回飽食量給餌した。また、飼育開始当初の供試魚の尾叉長は1999年採集群が60～83mm（平均±標準偏差：72.4±5.7mm）、2001年採集群が60～83mm（平均±標準偏差：71.5±4.6mm）であった。飼育期間中、毎年9～12月には、飼育水の排水口に297 μm目合の採卵ネットを設置し、産卵の確認と産卵数の計数を行った。なお、飼育水槽の水温測定は行わなかったため、東京都水産試験場大島分場が伊豆大島波浮港口（飼育水揚水地点から約600m離れた場所）で、毎日午前9時に行っている定地観測の資料を飼育水温として使用した。また、1949年以降のデータを基に、過去51年の定地水温平均値を算出した。

測定 1999年採集群では、飼育期間中に1～4ヶ月間隔で、延べ13回尾叉長を測定した（表1、付表1、3）。このうち、2000年4～8月の測定では、それぞれ10～11個体、2001年9月の測定では53個体について尾叉長、体重、生殖腺の測定を行った後、鱗および耳石（扁平石：以下、耳石とは扁平石を指す）を採取した。

2001年採集群では、2002年6月と9月に各1回尾叉長を測定し、2003年2月に11個体について尾叉長、体重、生殖腺の測定を行った後、鱗および耳石を採取した（表2、付表2）。なお、1999、2001年採集群とも尾叉長の

表1 1999年採集群の尾叉長測定結果

測定年月日	個体数 (尾)	尾叉長 (mm)			標準偏差 (mm)
		平均	最小	最大	
1999. 6. 9	49	72.4	60	83	5.7
7. 15	114	79.4	50	96	7.7
8. 12	103	86.9	69	106	8.0
9. 6	102	96.1	68	115	8.8
11. 5	79	118.0	107	135	5.7
12. 17	75	122.2	110	138	6.0
2000. 4. 3	79	130.0	105	147	6.5
5. 24	68	133.0	110	150	6.6
6. 19	121	139.5	117	155	6.1
8. 2	106	145.4	121	161	6.1
9. 28	92	149.7	119	170	7.8
2001. 5. 8	20	154.0	145	167	5.6
9. 4	53	159.3	148	172	6.3

表2 2001年採集群の尾叉長測定結果

測定年月日	個体数 (尾)	尾叉長 (mm)			標準偏差 (mm)
		平均	最小	最大	
2001. 5. 3	159	71.5	60	83	4.6
2002. 6. 6	31	135.2	118	147	7.0
9. 5	53	142.7	123	158	7.8
2003. 2. 7	11	143.5	123	154	9.8

みの測定の際には2-フェノキシエタノール300ppmで供試魚を麻酔し、測定後再び飼育を継続した。

鱗標本の作製と輪紋数の観察 鱗は、体側の胸鰭内側部位から1個体あたり左右約10枚ずつ採取した。これらは、水道水に半日から1日間浸漬した後、5%水酸化ナトリウム溶液で洗浄し、さらに水道水ですすいだ後にスライドガラスに貼り付けた。これを光学顕微鏡または万能投影機を用い倍率10倍で観察し、成長線の断ち切り部を輪紋として読み取った(図1)。採取した全ての鱗について、成長線の形成状況から正常鱗と再生鱗とに区分し、正常鱗と一部の再生鱗について、輪紋数の読み取りを行った。さらに読み取った輪紋数により、輪紋未形成鱗、輪紋1輪形成鱗、輪紋2輪形成鱗等にタイプ分けした(以下、これらを生輪タイプ、1輪タイプ、2輪タイプ等という)。輪紋が形成されている正常鱗から個体別タイプ別に標本を数枚抽出し、鱗径と輪紋径を有馬³⁾に従って計測した。また、縁辺成長率(Δ)を下式により計算した。

$$\Delta = (R - r_1) / r_1$$

但し、R: 鱗径, r_1 : 第1輪の輪径

耳石切片の作成と観察 実体顕微鏡による外見観

察では、耳石の透明帯と不透明帯を明瞭に判別することができなかつたため、Secorら⁴⁾に従って切片を作製した。すなわち、耳石はポリエステル樹脂(丸本ストルアス社製冷間包埋用樹脂#105)に包埋し、ダイヤモンドカッター(マルトー社製マイクロカッターMC-201)で横断方向に核をはさむようにして切断した。その後、研磨試料接着ワックス(マルトー社製シフトワックス)で、切断した切片をスライドガラスに貼り付け、切断面の両面を核が明瞭に観察できるようになるまで、研磨機(マルトー社製ドクターラップ)で厚さ0.5mmほどに磨いた。作成した切片を生物顕微鏡により透過光下、倍率40倍で観察し、透明帯から不透明帯に変化する部分を輪紋として読み取った。この輪紋部は生物顕微鏡下で観察すると段差のように見え、そこで成長方向が変化する。従って、核から縁辺までの直線長は、耳石の成長量の指標として適当ではない。このため、図2に示すように耳石の成長軸に沿って測定した核から縁辺までの長さを耳石径とした。なお、実際の計測にあたっては、生物顕微鏡に装着したデジタルカメラ(ニコン社製COOLPIX995)で耳石切片を撮影し、画像処理ソフト(Adobe Photoshop5.0)を使用し、腹部側と背部側の2方向について耳石径を0.01mm単位で計測した。縁辺成長率は輪紋の計測結果から、鱗に準じて算出した。

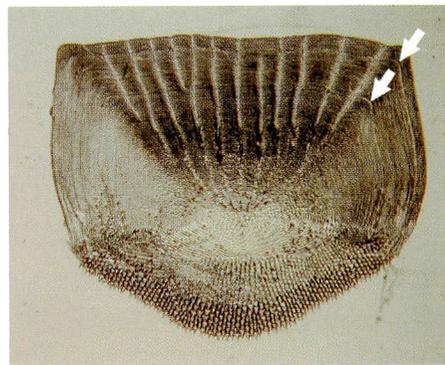


図1 鱗における輪紋の読み取り部位(断ち切り部)

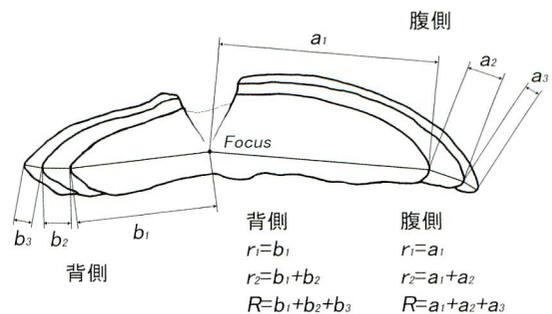


図2 耳石における輪紋の読み取り部位と計測方向

結 果

供試魚の成長 供試魚の魚体測定結果を表1, 2に示した。1999年採集群は, 収容時の平均尾叉長(±標準偏差)が72.4(±5.7)mmであったが, 2年3ヶ月後の飼育終了時には, 尾叉長が148~172mm(平均±標準偏差: 159.3±6.3mm), 平均体重が71.3g, 体重範囲は52.0~97.0gとなった。性比(♀/♂)は0.83で雄が多かった。

2001年採集群は, 収容時の平均尾叉長(±標準偏差)が71.5(±4.55)mmであったが, 1年8ヶ月後の飼育終了時には尾叉長が123~154mm(平均±標準偏差: 143.5±9.75mm)平均体重が44.95g, 体重範囲は27.3~54.7gとなった。性比(♀/♂)は2.67で雌が多かった。飼育開始から1年後における尾叉長の成長倍率は1999年採集群が1.93倍, 2001年採集群が1.89倍で, 両者に大きな違いは認められなかった。

1999年採集群は, 2000年10~12月に延べ66日間, 約109万粒の産卵を行った。2001年採集群は, 2002年10~12月に延べ33日間, 約62万粒の産卵を行った。産卵数の多かったのは, 両年とも11月であった。

大島波浮港口で観測された定地水温の旬平均(以下, 水温という)を図3に示した。飼育期間中の水温

は1999年採集群では14.1~25.8°C, 2001年採集群では13.1~26.4°Cの範囲にあった。

鱗の輪紋形成 輪紋数の読み取り結果を表3および付表1~3に示した。測定月単位でみると1999年採集群では, 再生鱗の出現率は2000年4月に25.7%であったが, その後増加し32.4~47.7%で推移した。2000年4~8月は無輪タイプが多く, 1輪タイプは5.6~19.8%であった。2001年9月には無輪タイプが減少し, 2輪タイプが増加した。輪紋数の最大値は4輪であった。2001年採集群では正常鱗66.4%, 再生鱗33.6%で2輪タイプが最も多く出現した。

各個体内における最大輪紋数と最多輪紋数の出現頻度を表4に示した。ここでは, 各個体の正常鱗の中

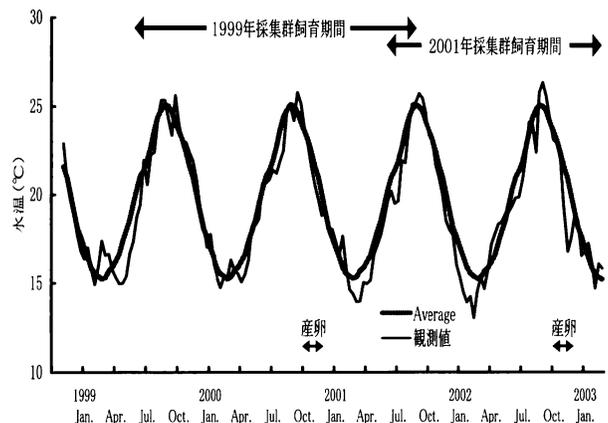


図3 伊豆大島波浮口における定地水温の変動

表3 鱗の輪紋数別出現頻度

検体区分	採鱗年月	個体数 (尾)	検鱗数 (枚)	正常鱗 (%)					再生鱗 (%)		
				無輪	1輪	2輪	3輪	4輪	無輪	1輪	2輪
1999年採集群	2000年4月	10	261	56.3	18.0	0.0	0.0	0.0	25.3	0.4	0.0
	5月	10	288	52.1	5.6	0.0	0.0	0.0	42.0	0.3	0.0
	6月	11	250	53.2	11.6	0.0	0.0	0.0	32.4	2.8	0.0
	8月	10	222	47.7	19.8	0.0	0.0	0.0	32.4	0.0	0.0
	2001年9月	53	1,040	13.4	15.0	21.5	2.3	0.1	10.7	7.5	29.5
2001年採集群	2003年2月	11	279	22.2	13.3	39.4	0.0	0.0	2.5	5.7	25.4

表4 鱗の輪紋数別出現頻度(正常鱗)

検体区分	採鱗年月	個体数 (尾)	最大輪紋数*1別出現頻度(尾)					最多輪紋数*2別出現頻度(尾)			
			無輪	1輪	2輪	3輪	4輪	無輪	1輪	2輪	3輪
1999年採集群	2000年4月	10	5	5	0	0	0	8	2	0	0
	5月	10	5	5	0	0	0	10	0	0	0
	6月	11	2	9	0	0	0	10	1	0	0
	8月	10	1	9	0	0	0	9	1	0	0
	2001年9月	53	0	2	40	10	1	10	8	20	3
2001年採集群	2003年2月	11	0	1	9	0	0	3	0	8	0

*1 個体内における輪紋数の最大値

*2 個体内における最多出現輪紋数。最多輪紋数が個体内で2タイプにまたがる場合は計数しない。

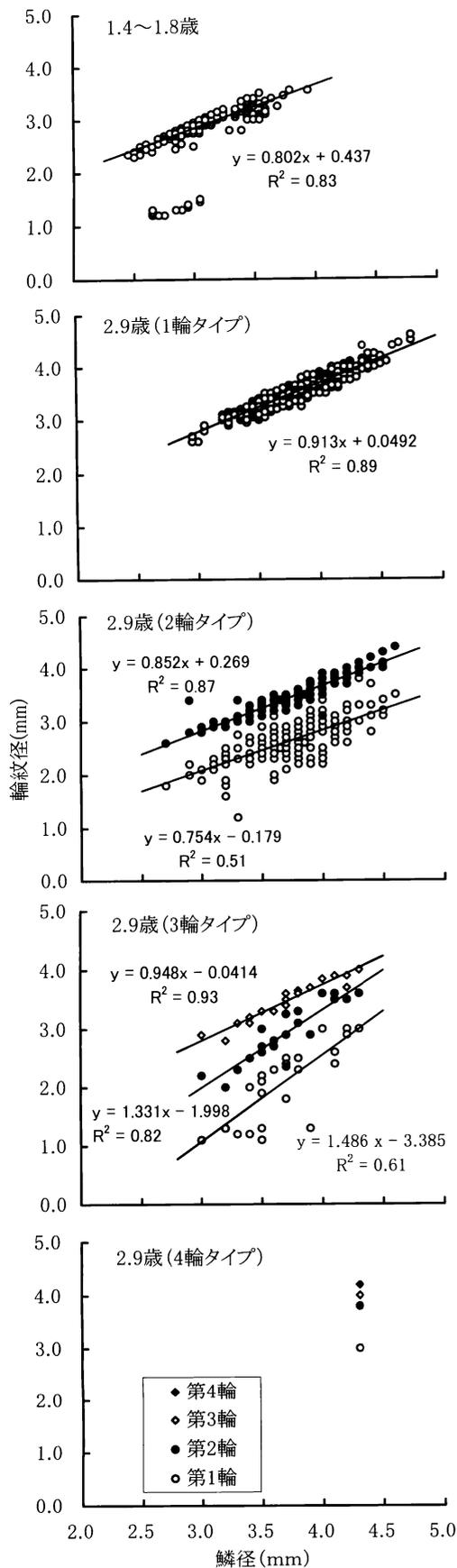


図4 輪経と輪紋径の関係 (1999年採集群)

で、輪紋数の最大値を最大輪紋数、最も出現頻度の高かった輪紋数を最多輪紋数とした。1999年採集群では、2000年4~8月には最大輪紋数は無輪または1輪のいずれかであったが、最多輪紋数が無輪の個体が大部分を占め、2001年9月には、最大輪紋数が1~4輪、最多輪紋数が無輪~3輪のケースが出現したが、最大輪紋数が2輪で最多輪紋数も2輪の個体が最も多かった。2001年採集群では、最大輪紋数は1輪または2輪で、最多輪紋数が無輪または2輪であった。最大輪紋数、最多輪紋数ともに2輪の個体が82%、73%と多かった。

鱗径と輪紋径の関係 正常鱗における鱗径と輪紋径の関係を図4,5に示した。1999年採集群では、2000年4~8月(推定1.4~1.8歳)の標本は、輪紋は全て1輪であったが、標本の一部では他に比べ明らかに核近くに輪紋が出現した(図6)。縁辺成長率は2000年4~8月にかけ増加した(図7)。ただし、縁辺成長率の算出にあたっては、明らかに核近くに輪紋が出現した標本は除外した。2001年9月(推定2.9歳)の1~3輪タイプでは輪紋数が多い鱗ほど鱗径がやや小さくなる傾向がみられた。最外輪の鱗径に対する相対的位置は類似していたが、第1輪と第2輪における鱗径-輪紋径の回帰直線は、第3輪のそれに比べ傾きが大きかった。4輪タイプは1標本のみであったが、その第1輪は2輪タイプの第1輪形成位置に、第2~4輪は、2輪タイプの第2輪位置付近に形成されていた。

尾叉長と鱗径の間には有意な相関が認められた(図8, $r=0.87$, $P<0.01$)。2001年採集群では、1999年採集群の2000年4~8月時点と比べ鱗径が小さく、2001年9月における2輪タイプに比べ1輪と2輪の間隔が狭かった。

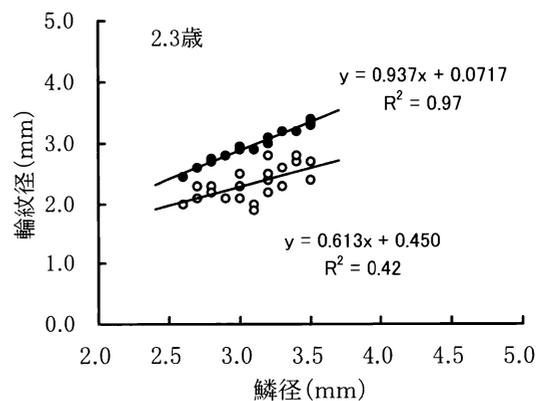


図5 輪経と輪紋径の関係 (2001年採集群)

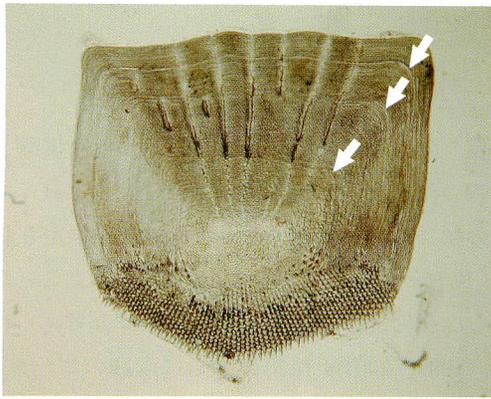


図6 通常の第1輪に比べ核よりに出現した輪紋

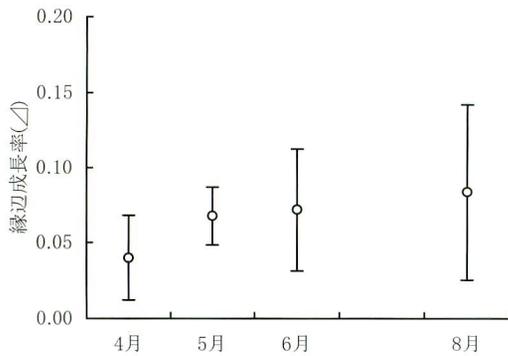


図7 鱗の縁辺成長率 (2000年4~8月) 垂線は最大、最小の範囲を示す。

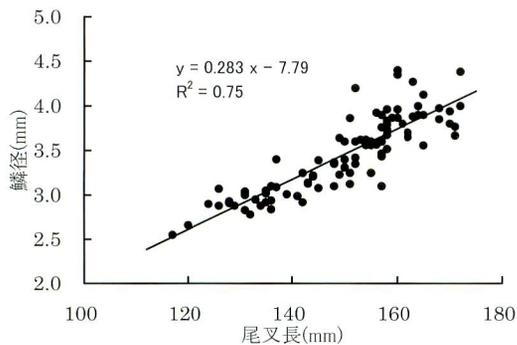


図8 尾叉長と鱗径の関係

耳石の輪紋形成 耳石の読み取り結果を表5に、輪紋の形成過程を図9に示した。1999年採集群では、2000年4月には無輪が6個体、1輪が4個体であったが、同年6月と8月には全ての標本で1輪が観察された。2001年9月には50個体中48個体で2輪が観察された。なお、一部の個体に耳石中心部の不透明帯に隣接して輪紋状の構造が観察される場合があったが(図10)、この輪は通常の第1輪形成位置に比べ、明らかに核近くに形成されており、輪紋との識別は容易であった。縁辺成長率は耳石の背側と腹側の両方向とも4~8月に増加した(図11)。尾叉長と耳石径の間には有意な

相関が認められた(図12, 背側 $r=0.72$, $p<0.01$, 腹側 $r=0.66$, $p<0.01$)。2001年採集群では11個体の全てで1輪が確認された。

表5 耳石の輪紋数別出現頻度

検体区分	耳石採取年月	個体数(尾)	無輪	1輪	2輪
1999年採集群	2000年4月	10	6	4	0
	5月	10	1	9	0
	6月*	10	0	10	0
	8月	10	0	10	0
	2001年9月*	50	0	2	48
2001年採集群	2003年2月	11	0	11	0

*採取・保存過程で耳石が破損したものがあつたため、測定個体数は鱗に比べ少ない。

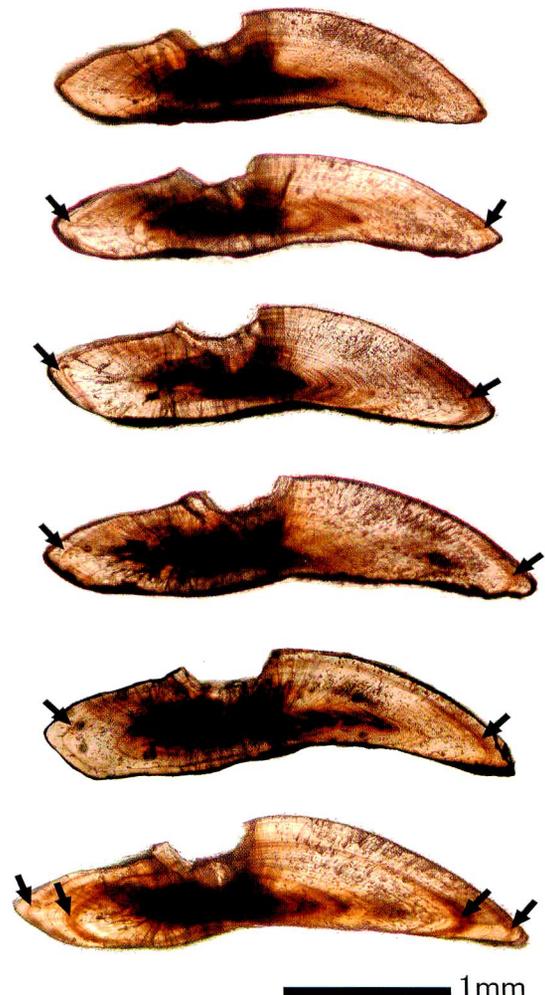


図9 耳石の輪紋形成過程。上から順に1999年採集群の2000年4月, 5月, 6月, 8月, 2001年採集群の2001年2月, 1999年採集群の2001年9月の標本。矢印は輪紋の位置を示す(2000年4月は輪紋がちょうど縁辺部にある)。

考 察

成長 今回の供試魚は、1999、2001年採集群とも、採集時の尾叉長が70mm程度であったことから、採集前年の秋に産卵、ふ化した0歳魚^{5,6)}と推定された。また、飼育魚の産卵期が10～12月であったことから、これらは産卵後約半年を経過した魚群と考えられた。また、1999、2001年採集群ともに産卵のピークが11月であったことから、鱗と耳石を採取した時点の年齢は1999年群が1.4～1.8歳および2.9歳、2001年採集群が2.3歳と推定された。

供試魚の成長を、有馬³⁾が大島産天然タカベについて算出した成長式と比較すると、図13に示したように1999年採集群、2001年採集群ともに、供試魚は0歳時にやや小さく、1+歳時にはやや大きく、2+歳時にはほぼ同様な値を示した。このことから今回の飼育魚では、天然魚と比べ成長に大きな違いはないものと考えられた。産卵は供試魚が産卵後の推定年齢満2歳、平均尾叉長150mm前後ではじまったことから、生物学的最小形もこのあたりにあるものと思われた。

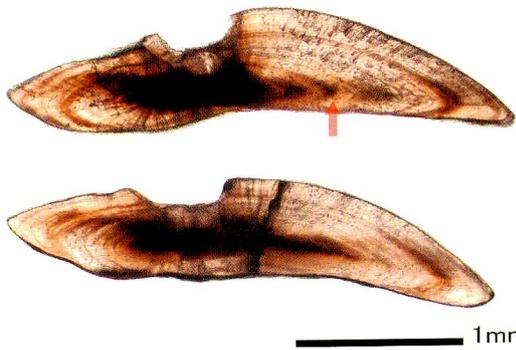


図10 偽年輪(赤矢印)が観察できる個体(上)とできない個体(下)

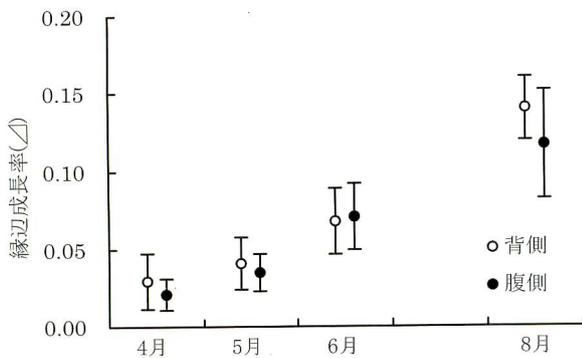


図11 耳石の縁辺成長率(2000年4～8月) 垂線は最大、最小の範囲を示す。

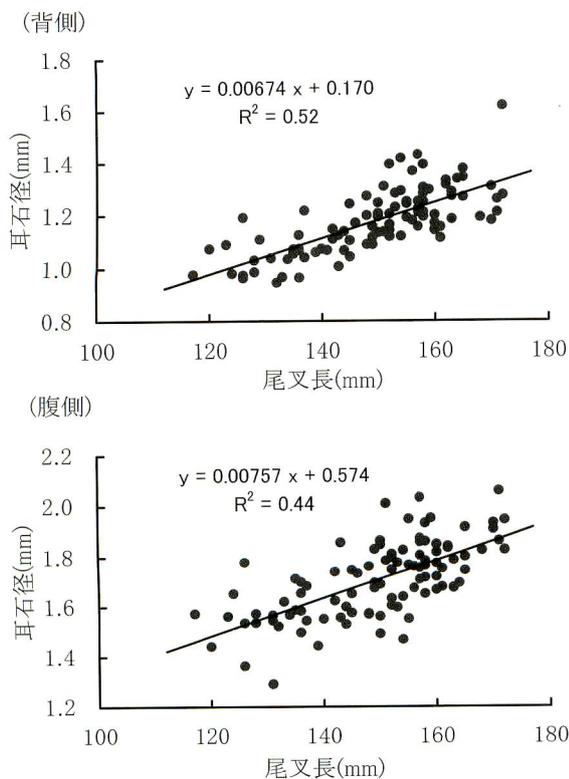


図12 尾叉長と耳石径の関係

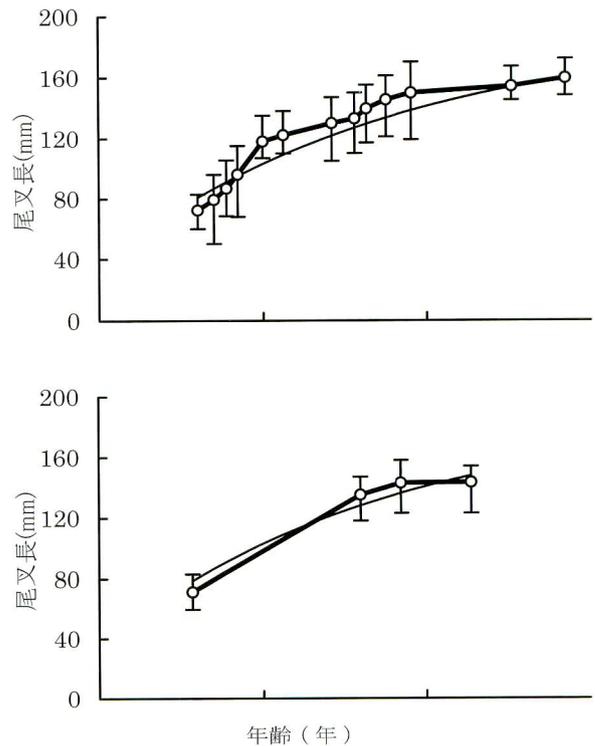


図13 飼育魚の成長(太線)と天然魚の成長(細線:有馬1984)との比較。白丸は飼育魚の尾叉長の平均値、垂線は最大、最小範囲を示す。

鱗の輪紋形成 1999年採集群では、最大輪紋数と縁辺成長率の推移から1.4～1.8歳前後に輪紋が1輪形成されることがわかった。推定2.9歳時の最大輪紋数は2輪個体が多数を占めたことから、1.8～2.9歳の間に2輪目が形成されたものと考えられる。従って、最大輪紋数は4～8月頃、年に1回増加することから、これを年輪として使用可能と考えられた。有馬³⁾はタカベの天然魚について、1～4歳魚では年に1回4、5月に輪紋が形成されることを報告しており、今回の飼育における結果と基本的に一致している。仮に供試魚の年齢を未知とし、この最大輪紋数を基準に年齢推定をすると、2000年8月時点(推定1.8歳)では9/10の確率で1歳魚と判断され、2001年9月時点(推定2.9歳)では40/53の確率で2歳魚と判断されることになる。

1999年採集群の2.9歳では3輪タイプの第1輪と第2輪では、鱗径一輪紋径の回帰直線における傾きが第3輪の傾きに比べ明らかに大きかった。これは第1輪あるいは第2輪と判読されたそれぞれの輪紋群の中に、形成時期が異なるものが混入しているためと考えられる。鱗径4mm以下の小型鱗の中には、1歳魚で観察されたように通常の第1輪形成位置より明らかに核近くに第1輪が形成されているものがあつたが、鱗径4mm以上の標本では観察されなかった。また、3輪タイプの第3輪の出現位置は2輪タイプの第2輪の出現位置に概ね対応していた。これらのことから、鱗径4mm以下の小型鱗に出現した第1輪の中には1.4～1.8歳時に形成される輪紋とは別に、早期に核近くに輪紋が形成されるものもあると推測される。また、鱗径4mm以上の大型輪では2輪タイプの第1輪と第2輪の間にもう1輪形成されていた可能性が高い。図4に示した1999年採集群の2.9歳時における2輪タイプにおける鱗径一輪紋径関係の回帰直線を参考に、これらから外れる輪紋を年輪計数から除外することにより、年齢査定はより正確になると考えられる。

一方、最多輪紋数でみると、推定1.4～1.8歳時には無輪個体が多数を占めた。2.9歳時には2輪個体が多数を占めたものの、無輪～3輪まで種々のタイプが出現した。この、最多輪紋数で判断すると2000年6月時点(推定1.8歳)では1/10の確率で1歳と判断され、2.8歳では20/53の確率で2歳と判断される。これから、飼育した若齢魚の場合、最多輪紋数は年齢形質として不適當であることがわかる。

2001年採集群では2003年2月時点(推定2.3歳)で最大輪紋数、最多輪紋数ともに2輪の個体が多かった。第1輪の位置は1999年採集群の2.9歳時における1輪の位置と類似していた。第2輪は2月時点で明瞭に形成されていたことから、これは前年12月前後には出現していたものと推測され、4～8月に出現する輪紋とは異なるものと考えられた。前述のとおり、1999年採集群の2.9歳時に出現した3輪タイプの中には、同様に通常の第2輪より早く輪紋が形成される標本があることが示唆されている。この期間は満2歳前後にあつており、その際にできる輪紋は産卵記号である可能性も考えられる。有馬³⁾は、漁場によっては産卵記号と推測される輪紋が形成されることを示唆しており、今回の結果はその指摘を支持するものとする。2001年採集群は1999年採集群に比べ雌が多く、産卵期にあたる11月の水温は過去の平均水温に比べ2.5～4.2℃低かった。産卵期の生理条件や、環境条件が、産卵期における輪紋形成を誘起していることが示唆される。

上述したように飼育タカベの場合、同年齢でも種々の輪紋タイプが出現したが、個体内においても種々の輪紋タイプがみられた。これらの事実は、輪紋形成要因に対する感度が個体間だけでなく、同一個体の鱗間でも異なる可能性を示唆している。すなわち、感度が低い鱗では輪紋が未形成となり、感度が高い鱗では断ち切り型の輪紋の形成されることが推測される。1999年採集群のように餌料を十分供給され、水温条件も安定している場合には、天然魚に比べ鱗の成長停滞が少なく、輪紋の未形成が助長されることが示唆された。

鱗と耳石による年齢査定の比較 耳石では生後1年半の4～5月に輪紋の第1輪が形成され、翌年の3～8月に2本目の輪紋が形成されることがわかった。鱗の輪紋形成は飼育環境等の変化に対し敏感に反応することが示唆されたのに対し、耳石輪紋の形成は安定的で、ほとんどの個体で年に1回確実に形成されると考えられた。他魚種においても、鱗より耳石による年齢査定の精度が高い事例が報告されている⁷⁾。このように飼育タカベでは耳石による年齢査定が効果的であると判断されたことから今後、天然魚についての有効性を検証する必要がある。

なお、天然タカベの鱗については飼育魚の鱗でみられたような最大輪紋数と最多輪紋数の不一致は比較的少ないとされる(有馬多恵子氏、私信)。鱗による

年齢査定は標本作成が簡便で経費も少なくすむことから、大量に年齢査定を行うことにより、母集団の年齢推定精度を向上できるという利点もある。断ち切り部の明瞭な輪紋を読み取るとともに、今回の飼育実験で明らかになった通常の第1輪より核側に出現する輪紋や、産卵に伴う輪紋形成に留意することにより、さらに年齢の推定精度向上が図れるものと思われる。

謝 辞

供試魚の採集にご尽力いただいた東京都水産試験場大島分場の向山常比古、山田雅行、石川忠幸の各氏にお礼申し上げます。また、本稿の作成にあたり、種々ご助言をいただいた東京都水産試験場奥多摩分場の有馬多恵子主任、原稿の校閲をいただいた東京都水産試験場大島分場の加藤憲司主任研究員、青木雄二分場長とお礼を申し上げます。

文 献

1) 真木長彰・寺島裕晃・中村啓美 (1997) タカベ. 阿部宗明・

本間昭郎 (監修) 現代おさかな辞典, 漁場から食卓まで. エヌ・ティー・エス, 東京: 476-478.

2) 東京都中央卸売市場事業部業務課 (2002) 市場月報 (水産物編). 6~9月号.

3) 有馬多恵子 (1984) 伊豆諸島海域におけるタカベの資源生態について (概要). 昭和59年度沿岸重要資源委託調査成果報告書. 東海区水産研究所: 49-59.

4) 小達繁 (1962) 東北海区における稚魚の研究Ⅲ, タカベ *Labracoglossa argenriventris* Peters. 東北海区水研報, (21): 63-70.

5) 武藤修一 (1971) 伊豆諸島におけるタカベの漁業生物学的研究. 修士学位論文. 東京水産大学: 1-69.

6) Secor, D. H., J. M. Dean, E. H. Laban (1992) Otolith removal and preparation for microstructural examination: 19-57. In D. K. Stevenson and S. E. Campana. eds. Otolith microstructure examination and analysis, Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci., 117

7) 渡邊良朗 (1997) 年齢形質の有効性検討. 赤嶺達郎・麦谷泰雄 (編). 水産動物の成長解析. 恒星社厚生閣, 東京: 17-27.

付表1 鱗の輪紋数別出現頻度
(1999年採集群, 2000年4~8月採鱗分)

採鱗 年月	個体 番号	計測 鱗数	正常鱗(%)		再生鱗(%)	
			無輪	1輪	無輪	1輪
2000.4	1	24	87.5	4.2	8.3	
	2	21	47.6	42.9	9.5	
	3	27	85.2		14.8	
	4	23	95.7		4.3	
	5	26	65.4	26.9	7.7	
	6	25	4.0	84.0	8.0	4.0
	7	31	87.1		12.9	
	8	28	53.6		46.4	
	9	28	3.6	32.1	64.3	
	10	28	35.7		64.3	
	計	261	56.3	18.0	25.3	0.4
2000.5	1	38	23.7	2.6	73.7	
	2	29	48.3		51.7	
	3	40	77.5	5.0	17.5	
	4	28	25.0	21.4	50.0	3.6
	5	24	33.3	12.5	54.2	
	6	34	44.1	11.8	44.1	
	7	25	40.0		60.0	
	8	23	87.0		13.0	
	9	24	79.2		20.8	
	10	23	73.9		26.1	
	計	288	52.1	5.6	42.0	0.3
2000.6	1	27	48.1	11.1	25.9	14.8
	2	20	90.0	10.0		
	3	24	50.0	16.7	33.3	
	4	20	75.0		25.0	
	5	25	32.0	8.0	56.0	4.0
	6	25	68.0	4.0	28.0	
	7	20	50.0		45.0	5.0
	8	20	50.0	10.0	40.0	
	9	24	62.5	8.3	29.2	
	10	20	50.0	30.0	15.0	5.0
	11	25	20.0	28.0	52.0	
	計	250	53.2	11.6	32.4	2.8
2000.8	1	20	60.0	35.0	5.0	
	2	25	24.0	20.0	56.0	
	3	24	16.7	37.5	45.8	
	4	30	33.3	13.3	53.3	
	5	23	52.2	30.4	17.4	
	6	18	72.2	11.1	16.7	
	7	21	61.9	19.0	19.0	
	8	21	81.0	9.5	9.5	
	9	19	52.6		47.4	
	10	21	42.9	19.0	38.1	
	計	222	47.7	19.8	32.4	0.0

付表2 鱗の輪紋数別出現頻度
(2001年採集群, 2003年2月採鱗分)

個体 番号	計測 鱗数	正常鱗(%)			再生鱗(%)			
		無輪	1輪	2輪	無輪	1輪	2輪	
1	26	3.8	3.8	84.6			7.7	
2	25	12.0		60.0	24.0		4.0	
3	24	41.7		50.0	4.2		4.2	
4	22	4.5	4.5	54.5	36.4			
5	28	7.1	14.3	28.6	28.6	17.9	3.6	
6	27	11.1		37.0	44.4		7.4	
7	28	28.6	3.6	39.3	10.7		17.9	
8	24	54.2	16.7		29.2			
9	24	37.5		33.3	25.0		4.2	
10	24	37.5	8.3	25.0	25.0		4.2	
11	27	11.1		22.2	51.9	7.4	7.4	
	計	279	22.2	4.7	39.4	2.5	5.7	25.4

付表3 鱗の輪紋数別出現頻度
(1999年採集群, 2001年9月採鱗分)

個体 番号	計測 鱗数	正常鱗(%)					再生鱗(%)		
		無輪	1輪	2輪	3輪	4輪	無輪	1輪	2輪
1	20	25.0		20.0			15.0	40.0	
2	18	61.1		16.7			16.7	5.6	
3	21	28.6	4.8	14.3			38.1	9.5	4.8
4	18	16.7	22.2	5.6			33.3	22.2	
5	21	9.5		33.3			52.4	4.8	
6	20	30.0		30.0			20.0	15.0	5.0
7	21	4.8	19.0	38.1			23.8	14.3	
8	20	20.0	5.0	20.0			30.0	15.0	10.0
9	18	11.1	5.6	22.2			27.8	16.7	16.7
10	21		14.3	14.3			57.1	9.5	4.8
11	22		22.7	22.7		4.5	18.2	27.3	4.5
12	18		5.6	27.8	5.6		33.3	5.6	22.2
13	21	4.8	14.3	14.3	4.8		61.9		
14	21	33.3	19.0	23.8			9.5	9.5	4.8
15	23		8.7	17.4	21.7		30.4	8.7	13.0
16	21	4.8	14.3	14.3			23.8	42.9	
17	20	10.0	25.0	40.0				5.0	20.0
18	21	14.3	19.0	28.6	4.8		4.8	4.8	23.8
19	21	14.3	42.9				28.6	14.3	
20	22	45.5	22.7	9.1			13.6		9.1
21	21	28.6	14.3	19.0	4.8		19.0	9.5	4.8
22	21		33.3	19.0			23.8	19.0	4.8
23	20		40.0	15.0	5.0		40.0		
24	15	6.7	13.3	13.3			20.0	13.3	33.3
25	21	4.8		4.8			57.1	28.6	4.8
26	21	33.3	4.8	38.1			4.8		19.0
27	18		16.7	33.3			44.4	5.6	
28	24	20.8	8.3	25.0	4.2		37.5		4.2
29	18	27.8	5.6	22.2			38.9	5.6	
30	18		16.7	61.1			11.1	5.6	5.6
31	18			5.6			50.0	27.8	16.7
32	18	11.1	55.6	5.6			22.2	5.6	
33	18		16.7	16.7			66.7		
34	18		16.7	33.3			22.2	22.2	5.6
35	18	50.0	27.8	11.1			11.1		
36	21	19.0	14.3	9.5	28.6		9.5	9.5	9.5
37	18	44.4		5.6			44.4	5.6	
38	18	5.6	33.3	11.1			44.4	5.6	
39	18		5.6	27.8			11.1	27.8	27.8
40	24	37.5	16.7	8.3			37.5		
41	18	11.1	11.1	33.3			16.7	5.6	22.2
42	21		28.6	57.1			4.8	4.8	4.8
43	18		16.7				77.8	5.6	
44	18		5.6	55.6			16.7		22.2
45	18			38.9			16.7		44.4
46	18	16.7		16.7			66.7		
47	18		16.7	27.8			50.0		5.6
48	18	16.7	16.7	22.2			22.2	22.2	
49	18			27.8	33.3		16.7	22.2	
50	18	22.2	22.2	11.1			22.2	22.2	
51	21	4.8		4.8			90.5		
52	21		14.3	28.6			9.5	14.3	33.3
53	21	4.8	52.4	23.8	4.8		4.8	9.5	
計	1,040	13.4	15.0	21.5	2.3	0.1	10.7	7.5	29.5