

耳石日周輪幅から算出した太平洋のメバチ (*Tunnus obesus*) の成長

加藤 健太

Growth of Bigeye tuna(*Tunnus obesus*) calculated from daily otolith increments in Pacific Ocean.

Kenta Kato

Abstract

Growth of the bigeye tuna(*Tunnus obesus*) were estimated from daily otolith increments. Five and forty specimens were counted precisely all daily increments width and total number of daily age from primordium to postrostrum, respectively. The relationship between daily age and body length(cm) was as follows. $BL = 208.34(1 - e^{-0.1985152t - 0.1666})$ This growth curve was different from the former growth curve estimated by ring radius in 1~3 age fish.

はじめに

メバチ (*Tunnus obesus*) は全大洋の熱帯域に生息する熱帯性まぐろの一種である。本種は三崎港で水揚げされる、主要なまぐろの一種である。

近年、はえなわ漁船が漁獲対象としている大型魚の漁獲は減少しており、メバチの資源量の減少が懸念されている。

まぐろ類の資源状態の解析に必要な年齢解析法にはコホートによる年齢解析の他、鱗、臀鰭棘条、臀鰭軟条、脊椎骨を用いた方法があるが、これらの方法は、高齢魚での査定が難しいという欠点があるため、現在は、耳石 (otolith) の一つである扁平石 (sagitta) の日周輪を利用した年齢解析が試みられている (Itoh and Tsuji¹⁾、Lehodey et al²⁾、Matsumoto³⁾)。またメバチの年齢は、鱗紋を基にした報告はあるが (行純・薮田⁴⁾、須田・久米⁵⁾)、電子顕微鏡を用いた日周輪幅の計測から輪幅と体長との関係を求めた事例は少ない。

昨年度研究報告⁶⁾においてメバチの日周輪幅と成長の関係を1個体について報告したが、本報では観察個体を増やし、メバチの耳石について日周輪の幅を計測し、その成長の度合を求めたところ二、三の知見を得たので報告する。

材料と方法

試料は、湘南丸が2000年に行った第1次航海 (操業期間4月29日~6月14日、北緯4~17度、西経146~160度) 及び第2次航海 (操業期間10月12日~11月28日、北緯19

~32度、西経137~155度) ではえなわによって漁獲したメバチ20個体 (体長範囲86~165cm) 及び三崎のまぐろ小売業者の集まりである三崎まぐろ活性化サークルから提供された1999~2000年に三崎港で水揚げされた太平洋で漁獲されたメバチ20個体 (体長112~183cm) である。耳石は頭蓋骨内からピンセットで摘出し、5倍にうすめた家庭用漂白液 (次亜塩素酸ソーダ) に一晩浸し、耳石を覆う軟組織を溶解させ、1日乾燥し保存した。耳石は一番大きな扁平石 (以下耳石) を用いた。

耳石は核 (primordium、Fig.1) を中心に日周輪が形成されていく。耳石長はFig.1に示したように核から縁辺までの長さで、この耳石長に沿って計測した。日周輪は縁辺 (postrostrum) の方向に数えた。日周輪は耳石表面に露出していないため、3N HClを実験用ワイピングペーパーにしみこませ、実体顕微鏡下でエッチング後、数秒以内に水洗した。これを繰り返し、光学顕微鏡で核及び日周輪が露出しているかを確認した。露出させた後、0.2N EDTAに数分浸し、耳石全体を軽くエッチングした。次に耳石は白金を蒸着させ、電子顕微鏡の計測に供した。

日周輪は一日ごとに形成されることから日周輪幅、日周輪数及び耳石長を計測するものとし、核から縁辺部の方向へ日周輪幅を全数計測したもの (5個体)、日周輪全数及び耳石長を計測したもの (40個体) を試料として供した。メバチの成長は、日周輪幅の累積と体長の関係から Bertalanffy の成長曲線に当てはめた。

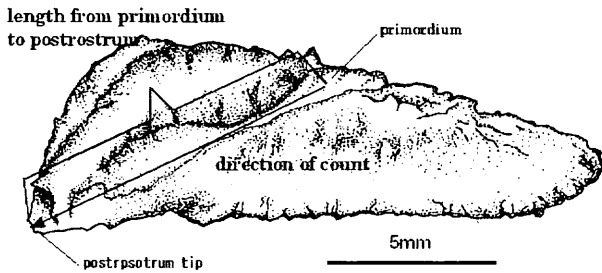


Fig.1 Otolith (sagitta) of bigeye tuna.

結 果

体長と耳石長の関係

メバチの耳石長 (Y) と体長 (X) の関係をFig.2に示した。これらの関係は次式の直線回帰で示された。

$$Y = 0.0398X + 2.0676 \quad (R^2 = 0.758)$$

耳石長は最小のものが体長が86cmの個体で6.02mm、最大のものが体長165cmの個体で9.75mmであった。

日齢と日周輪幅の関係

日齢と日周輪幅の関係をFig.3に示した。日周輪幅を全て計測した5個体は、体長が86cm、148cm、152cm、158cm、183cmと大きさが異なっていたが、日周輪幅は日齢の増加とともにほぼ同じような変化を示した。15日齢までは10μm以下であったが、15~45日齢ほどにかけて20~35μmの幅の広い日周輪が形成された。45~60日齢にかけては40μm以上で最も幅の広い日周輪が形成された。60~75日齢には逆に急激に幅は減少し、約25μm前後で推移した。その後190日齢までは20μmから10μm前後まで緩やかに減少し、それ以降10μm以上の日周輪が形成されることはほとんどなかった。1500日齢を過ぎると2~3μm程度で推移した。

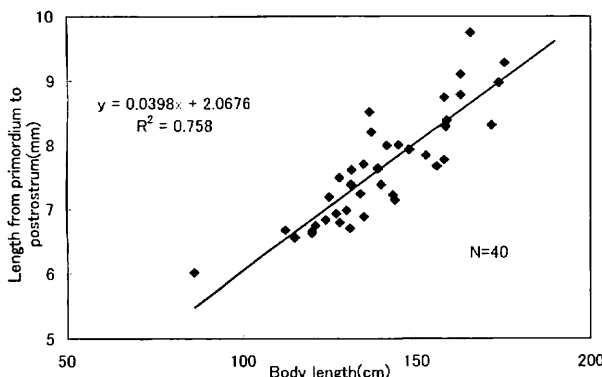


Fig.2 Relationship of between otolith length and body length in bigeye tuna.

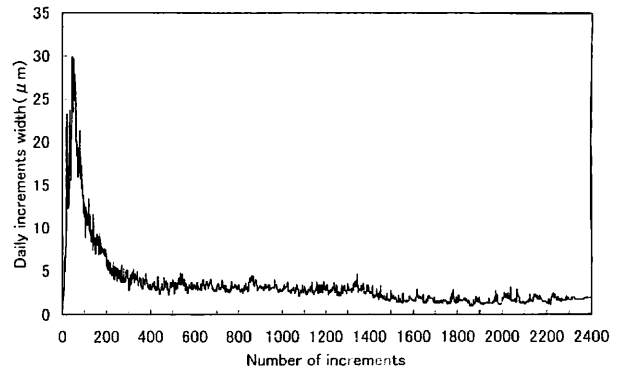


Fig.3 Relationship of between number and width of increments and daily increments in otolith of bigeye tuna.

成長曲線

日齢の増加に伴う日周輪幅の累積をFig.4に示した。耳石長と体長との比例関係から、365日を1年として、1~6歳時の平均体長を求めた。

Walfordによる定差図を作成するため、横軸にn歳時、縦軸にn+1歳時の体長をプロットし、y=xとの交点から極限体長を求めたところ、208.34cmであった (Fig.5)。

これらの値をBertalanffyの式に当てはめると、

$$L = 208.34(1 - e^{-0.1985152t - 0.1666})$$

と求められた。平均体長は1歳時63.6cm、2歳時85.9cm、3歳時111.3cm、4歳時133.6cm、5歳時153.9cm、6歳時154.3cmであった。

そこで、耳石日周輪数を全て数えた40個体のデータを成長曲線のグラフ上にプロットしたところ、今回導き出された成長曲線にほぼ当てはまった (Fig.6)。

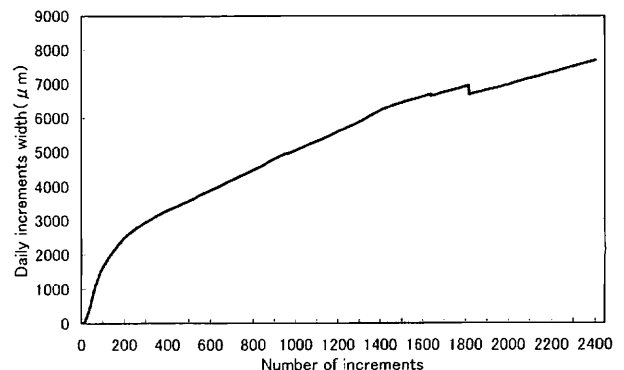


Fig.4 Relationship of between number and cumulative width of daily increments in otolith of bigeye tuna.

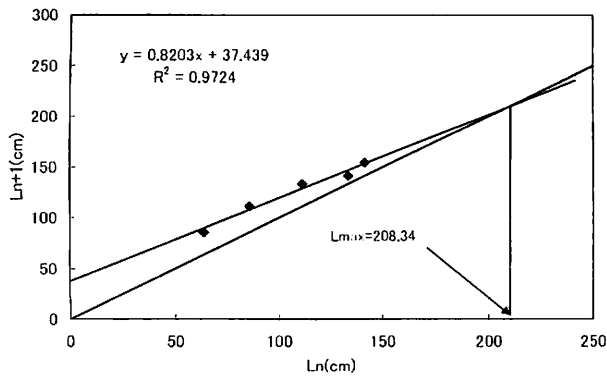


Fig. 5 Walford's graphic transformation method. (n = age)

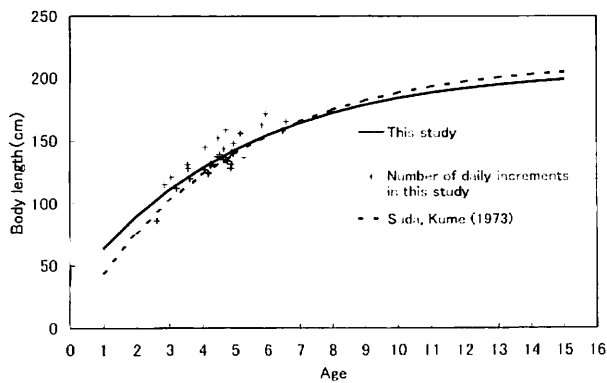


Fig. 6 Growth curve of bigeye tuna estimated by daily increments width and ring radius.

考 察

メバチの成長は、Lehodey et al²⁹ の標識放流データによると、約60cmまでは急激に成長し、約60cm付近での成長量の減少後、再び80~90cmで増加すると報告されている。その日間成長量は体長約60cm付近で1.6cm/日であり、80~90cmでは2.5cm/日と推定されている。Matsumoto³⁰ は体長と日周輪数との関係について報告しているが、日周輪数は体長約40cmで200輪程度、体長約55cmで400輪程度であり、200輪目を過ぎたあたりから成長がややぶるとしている。

本報では日周輪幅は15~45日齢までは急激に成長し、45~60日齢にかけて最高の成長を示し、これ以後200日齢まで急激に減少した。すなわち、日周輪の幅が減少し、10 μ m以下で推移しはじめる時期は、Matsumoto³⁰ の結果とほぼ一致した。ただし、Lehodey et al²⁹ の成長量が再び増加する体長80~90cmの期間は、本報の結果からは認めることはできなかった。

日周輪幅の増減は、ヤマトカマス、キンメダイ（三谷・林³¹）やカタクチイワシ（山上³²）といった他の魚種と同じように日周輪幅がある段階まで急激に増加し、その後減少し、ある一定幅で推移する。ただし、初期成長における急激な増加をする期間の日周輪幅は、ヤマトカマス（*Sphyræna japonica*）はほぼ同一で、キンメダイ（*Beryx splendens*）はさらに大きく、カタクチイワシ

（*Englauris japonicus*）は非常に小さい。ピークを迎える期間はメバチが45~60日齢、ヤマトカマスが23~35日齢、カタクチイワシが30~45日齢、キピナゴ（*Spratelloides gracilis*）が20~30日齢（白藤³³）、キンメダイが20~80日齢である（Table 1）。また、ピーク時の日周輪幅は、メバチが46 μ m、ヤマトカマスが46 μ m、カタクチイワシが17 μ m、キピナゴが10 μ m、キンメダイが26 μ mとそれぞれ異なる。体長と耳石長が比例関係にあるとするならば、メバチは他の魚種と比べ、ふ化後の成長が非常に大きい。

須田・久米³⁴によるメバチ成長曲線は、

$$L = 214.8(1 - e^{-0.2066t - 0.0249})$$

である。本研究の成長曲線の値から須田・久米³⁴の成長曲線の値を引くと、1歳時+19.2cm、2歳時+13.5cm、3歳時+8.9cm、4歳時+5.4cm、5歳時+2.6cm、6歳時+0.5cm、7歳時-1.2cm、8歳時-2.5cm、9歳時-3.5cm、10歳時-4.2cmであった。6歳時までは本研究の成長曲線の成長が上回り、7歳時以降は須田・久米³⁴の成長曲線の成長が上回った。この違いは次のとおりと考えられる。鱗紋は年単位の齢査定のみにも供され、一般に5歳以上の高齢魚の査定は難しいといわれている。須田・久米³⁴の鱗紋からの成長曲線は主に4歳魚までの個体を基に算出したものであるために本報の結果と異なると考えられる。本報の計測個体は日齢が一番少ないもので960日（2.6歳）であり、最高で2401日（6.5歳）と幅広く日齢査定を行ったが、1~2歳魚のデータが少なかったため、今後はこれらの耳石日周輪を計測し、さらに鱗紋データとの整合性を調べる必要がある。

また、本報では太平洋のメバチを資料に用いたが、大西洋、インド洋の個体、あるいは年度別に計測を行い、各々の成長曲線を求め、年齢別の資源量を算出する基礎データの精度向上が求められる。

Table 1 Comparison of otolith increments width by other species.

specie	Peak of daily increments width	Maximum daily increments width (μ m)
<i>Tunnus obesus</i>	45~60days	46
<i>Sphyræna japonica</i>	23~35days	46
<i>Englauris japonicus</i>	30~45days	17
<i>Spratelloides gracilis</i>	20~30days	10
<i>Beryx splendens</i>	20~80days	29

謝 辞

ここで本研究にあたり、メバチの耳石を供与して下さった、神奈川県三崎水産高校湘南丸佐藤佐七船長以下船員の皆様方、三崎まぐろ活性化サークルの方々には厚く御礼を申し上げる。また、耳石観察の指導を賜った水産総合研究センター遠洋水産研究所松本隆行主任研究官、資源環境部三谷勇専門研究員、英文校閲を賜った海洋科学技術センターリンジー・ドゥーガル博士にも厚く御礼申し上げる。

要 約

太平洋で漁獲されたメバチ（体長86～183cm、）について耳石日周輪幅を電子顕微鏡下で観察し、日周輪の本数と幅を計測した。メバチ耳石長と体長は直線回帰で示された。累積日周輪幅と体長の関係をBertalanffyの成長曲線に当てはめたところ、

$$L = 208.34(1 - e^{-0.1985152t - 0.1666})$$

の式が算出された。鱗紋から求めた成長曲線（須田・久米⁶⁾）とは1～3歳魚で違いが見られた。

参 考 文 献

- 1) ITOH,T and S.TSUJI (1996) : Age and Growth of Juvenile Southern Bluefin Tuna *Thunnus maccoyii* based on Otolith Microstructure, Fisheries Science., 62 (6), 892-896.
- 2) LEHODEY,P.,J.HAMPTON and B.LEROY (1999) : Preliminary Results on Age and Growth of Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) from The Western and Central Pacific Ocean as Indicated by Daily Growth Increments and Tagging Data, Standing Committee on Tuna and Billfish 12, Working Paper Bet-2
- 3) MATSUMOTO,T (1998) : Preliminary Analysis of Age and Growth of Bigeye Tuna (*Tunnus obesus*) in The Western Pacific Ocean, Based on Otolith Increments, IATTC Special Report 9., 238-242.
- 4) 行縄茂理・薮川洋一 (1963) : メバチの成長と年齢、南海区水研報, 19, 103-118.
- 5) 須田明・久米漸 (1967) : まぐろはえなわ漁業の漁獲物から推定された太平洋メバチの加入と生き残り、南海区水研報, 25, 91-104.
- 6) 加藤健太 (2001) : 東部太平洋で漁獲されたメバチ (*Tunnus obesus*) の耳石日周輪について(短報)、神水研報, 6, 67-70.
- 7) 三谷勇・林陽子 (2001) : ヤマトカマスの若齢魚の日齢査定、神水研報, 6, 29-34.
- 8) 由上龍嗣 (2000) : 耳石微細構造によるカタクチイワシの初期成長と形態の地理的差異、東京大学卒業論文
- 9) 白藤徳夫 (2001) : 串本周辺海域におけるキビナゴの成長と成熟、東京大学大学院修士論文