

# 鱗によるマイワシの年齢査定

三 谷 勇

The relationship of age to number of restiy zones  
found on the scale of sardines.

Isamu MITANI\*

近年、マイワシ資源は非常に高い水準にあり、今後の資源動向が注目されるが、中井・林(1962)、近藤ら(1976)はマイワシ成魚の年齢別成長度を求め、それらの時代のマイワシ資源の増減傾向を示唆している。即ち、マイワシの年齢査定は将来の資源動向を推察する上に非常に重要な要素となっている。

マイワシの年齢査定について、中井(1955)は鱗の硬組織上の休止帯(以下、年輪と称す)が年1回冬期に形成されるとし、その年輪の数を年齢とした。また、輪形成期に得られた標本では体長を考慮して新しい年輪が形成されてまもないものも、まもなく新しい年輪ができそうなものも、同じ年級群のものとして同じ年齢で表示すると規定した。しかし、本県沿岸に來遊するマイワシの輪形成期は11月頃(Tamura 1952)から7月頃(久保 1950)まで長期にわたるため、鱗の外縁から最外側の年輪までの広い成長帯を新しい年輪の形成後に増大したものか、または、これからやや増大しその後新輪が形成されるものかを客観的に判断するのは非常に困難である。特に、この傾向は年輪間の成長帯が狭い高年齢魚になる程強くなる。

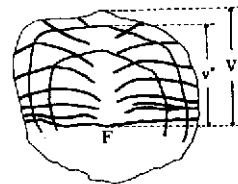
本報はこれらの問題を解決するために、年輪の相対的位置関係から将来形成される年輪の位置を理論的に求め、最外側の年輪から外の成長帯が新しい年輪形成後まもないものか否かを判断する方法について検討したものである。

本文に入るに先立ち、本研究を進めるにあたり種々ご助言とご校閲を頂いた東海区水産研究所主任研究官近藤恵一博士、神奈川県水産試験場資源研究部長中込淳氏に深謝する。また、年齢査定作業や資料整理に多大な労を煩わした二谷和子嬢に感謝する。

## 材 料 と 方 法

魚体は1979年から1981年までの3ヶ年の2～6月に三浦半島沿岸および大室出し海域で漁獲された、体長12.8～24.4cmのマイワシである。生物測定(被鱗体長、体重、雌雄、生殖腺重量)は漁獲当日に研究室で実施し、同時に採鱗を行った。供試鱗は原則として胸部体側部の中央附近から採集したが、この部分での採鱗が不可能の時はこの部分に隣接する背部・腹部から採集した。

年輪の規定および年輪数の査定は中井(1950)による方法で行い、鱗の全面が視野に入るように検鏡した。



V: 鱗長    v: ある年輪の位置(焦点からある休止帯までの距離)  
V-v: 最外側の成長帯の大きさ    F: 焦点(focus)

## 図1 鱗の測定部位と名称

また、年輪規定の明確度と年輪の読取りの正確度を判断するために供試鱗452枚について3回づつ繰返し読取りし、異なる結果を得た鱗については更に4回目の検鏡を行い、先の繰返し査定の結果をふまえて4回目の値を真の年輪数とした。また、1標本からランダムに選定した鱗1枚について鱗長と年輪間隔を測定した。測定部位を図1に示した。また、採鱗した魚体の属する魚群の平均体長と漁獲日を、採鱗し得なかった魚群と共に図2に示した。

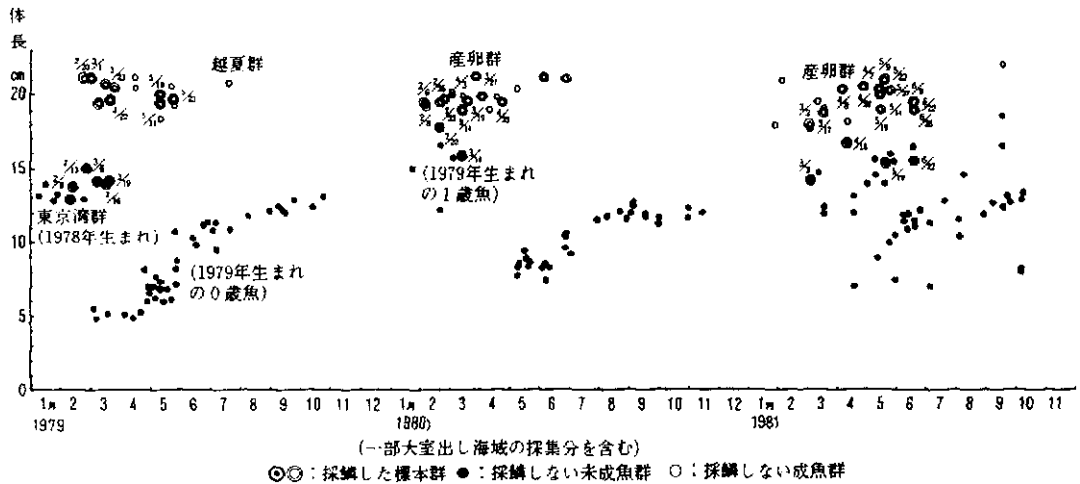


図2 三浦半島沿岸及び大室出し近海に來遊したマイワシの標本群別平均体長, 1979~'81

結 果

体長と鱗長との関係 体長12.4cmから24.4cmの範囲内における体長と鱗長との関係は図3に示すように大略直線関係が認められ, その傾向線を最小自乗法によ

って求めると,  $V = 0.0279L - 0.0323$ である ( $R = 0.79$ ).  
ここにVは鱗長, Lは被鱗体長である。

年輪数の繰返し査定 供試鱗の年輪について3回の繰返しで行った査定結果を表1に示す。

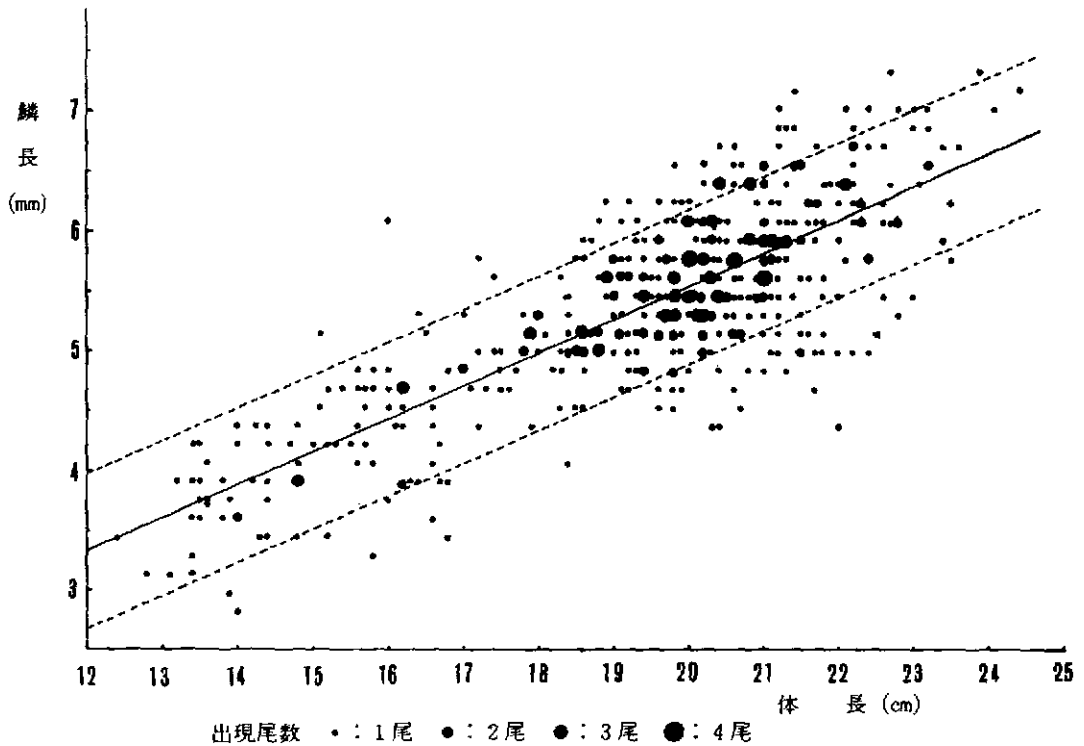


図3 マイワシの鱗長と体長との関係

表1 繰返し年輪査定による一致率(%)

	1回目	2回目	3回目	平均
1輪	83.5	92.2	91.3	89.0
2輪	85.0	84.0	93.0	87.3
3輪	78.5	77.7	89.2	81.8
4輪	73.0	71.4	74.6	73.0
5輪	78.9	73.7	73.7	75.4
6輪	58.3	58.3	91.7	69.4
7輪	100.0	66.7	50.0	72.0
平均	80.5	81.0	87.2	-

表2 年輪形成位置

輪番号	focusからの距離の範囲	モード
1	2.34 ~ 5.63	3.44 ~ 3.91
2	3.54 ~ 6.88	4.69 ~ 5.31
3	3.75 ~ 7.19	5.31 ~ 5.78
4	4.06 ~ 6.88	5.78 ~ 5.94 及び6.41
5	4.22 ~ 7.03	-
6	5.31 ~ 7.19	-
7	5.94 ~ 7.34	-

第1回目の査定で求めた年輪数と3回の査定から真に近いと思われた年輪数とが一致した場合の、鱗の数の全査定鱗数に対する割合は81%、第2回目のそれは81%、第3回目のそれは87%で、3回の平均一致率は83%であった。これを年輪別にみると、1輪の一致率が89%で最も高く、次いで2輪のものが高い。最も低い一致率は6輪のものである。巨視的にみて高齢魚になるほど一致率が低くなる傾向を示す。

focusから年輪までの距離 各年輪はfocusから特定の距離の位置に集中して形成されるのではなく、非常に幅広い範囲に形成される(図4)。年輪形成位置のfocusからの距離及び、年輪間の距離は、表2に示す。

図4、表2から明らかなように、年輪間の距離は年輪番号の高い年輪間の方が狭くなる傾向を示す。特に5輪から6輪または6輪から7輪にいたる輪間距離は平均で0.24mmで、他の輪間距離と比較して非常に狭い。

focusから年輪までの距離と年輪との関係式 各年輪の平均的形成位置を図5に示した。この曲線は単回帰線の傾向を示すことから、表3に示した8つの式をあてはめその相関係数を求めた。この結果 式の  $y = n/(A + Bn)$  の式が最も相関が高く、次いで  $y = n^2$  の式が高い。ここに  $n$  は  $n$  番目の年輪のfocusからの距離である。次に、3輪以上をもつ個々の標本について、  $y = n/(A + Bn)$  式をあてはめその両式の相関係数を比較したところ、ほとんどすべての標本が  $y = n/(A + Bn)$  式よりも  $y = n^2$  式の方が高い相関を示

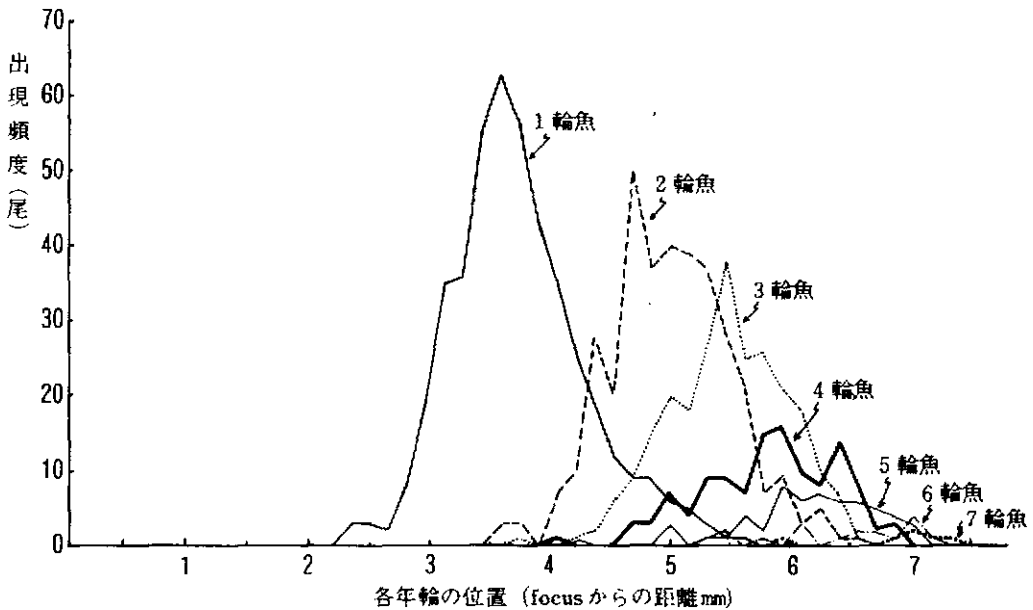


図4 マイワシ鱗の年輪形成位置

表3 理論式へのあてはめ  
= Focusからn番目の年輪の位置

一般式	計算式	相関係数
$= A + Bn$	$= 2.9718n + 24.2771$	$R = 0.9588$
$= B / (A + n)$	$= -376.1371 / (n - 14.7788)$	$R = -0.8907$
$= AB^n$	$= 25.0437 \times 1.0917^n$	$R = 0.9283$
$= An^B$	$= 24.8362n^{0.2948}$	$R = 0.9895$
$= A + B \log n$	$= 24.3208 + 22.3918 \log n$	$R = 0.9946$
$= n / (A + Bn)$	$= n / (0.0242 + 0.0199n)$	$R = 0.9973$
$= Ae^{Bn}$	$= 25.0437e^{0.0877n}$	$R = 0.9283$
$= A + B/n$	$= 44.0545 - 21.3013 / n$	$R = -0.9644$

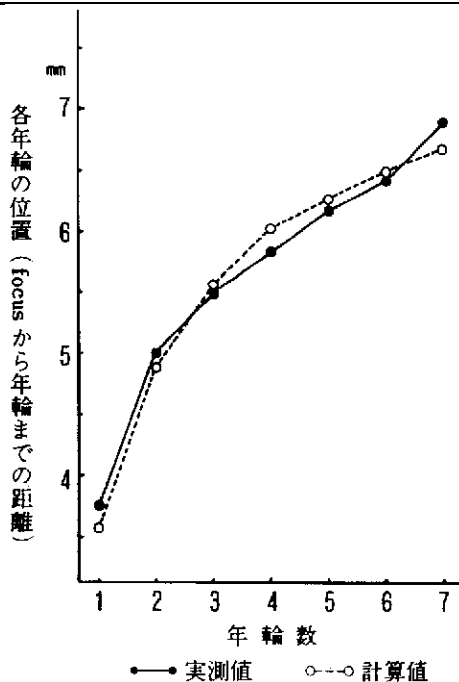


図5 マイワシ鱗の平均的成長位置の実測値と理論値

した。即ち、年輪の形成位置は  $= n / (A + Bn)$  の式が最もよく合致すると考えられるので、これを年輪と、focusから年輪までの距離の関係式とした。

年輪形成様式 関係式  $= n / (A + Bn)$  の特色は次の2点である。係数A、Bの和は1輪の位置の逆数である。従って、1輪の位置が計測されると関係式の係数の和は決定される。係数の比率  $A/B = 1$  を基準にすると、 $A/B > 1$  の時は1輪以後の各年輪間隔は  $A/B = 1$  の場合よりも非常に広がる傾向を示し、逆に  $A/B < 1$  の時は非常に狭くなる傾向を示す(図6)。3輪以上をもつ標本の  $A/B$  の出現頻度をみると、0.8~1.2の範囲のものが最も多く、次いで0.4~0.8、1.2~1.6の

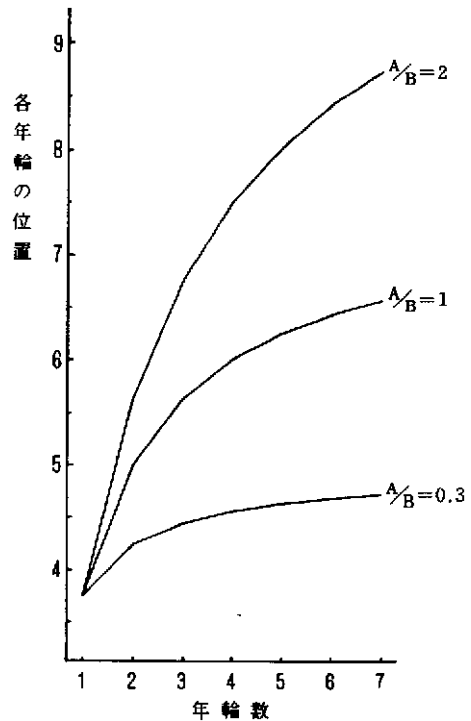


図6 マイワシ鱗の年輪形成様式

ものが多い。 $A/B = 2$  以上の標本の出現頻度は非常に小さい。また、1輪の位置と  $A/B$  との関係は  $A/B = 14.32 \times 0.8910^{-n}$  ( $R = -0.7547$ ) で示される(図7)。ここに  $n$  は1輪の形成位置である。1輪の位置がfocusから離れ鱗縁に近づく程  $A/B$  は小さくなる傾向を示す。 $A/B = 0.3$  では1輪が鱗縁に非常に近い所に形成される。

最外側の成長帯の成長割合 標本を3輪以上の鱗、2輪の鱗、1輪の鱗の3段階に区分し、それぞれ次のような方法で将来形成される年輪までの成長帯の平均の大きさを求めた。3輪以上をもつ標本は各標本毎に式の一般式をあてはめ、この式から将来形成される年輪の平均的位置を求め、最外側の成長帯の大きさを算定した。2輪の標本は実測値を式の一般式に代入して必要な係数A、Bを求め、この式から3輪の位置を求めた。1輪の標本は3輪以上の標本の計算値から求めた1輪と2輪の関係式(図8)から2輪の位置を求めた。

この方法により将来形成される年輪までの成長帯の大きさを算定し、この計算値に対する実測値(最外側の成長帯の実測した大きさ)の割合(以下、成長割合という)を求めた。1輪の鱗の成長割合をみると、10

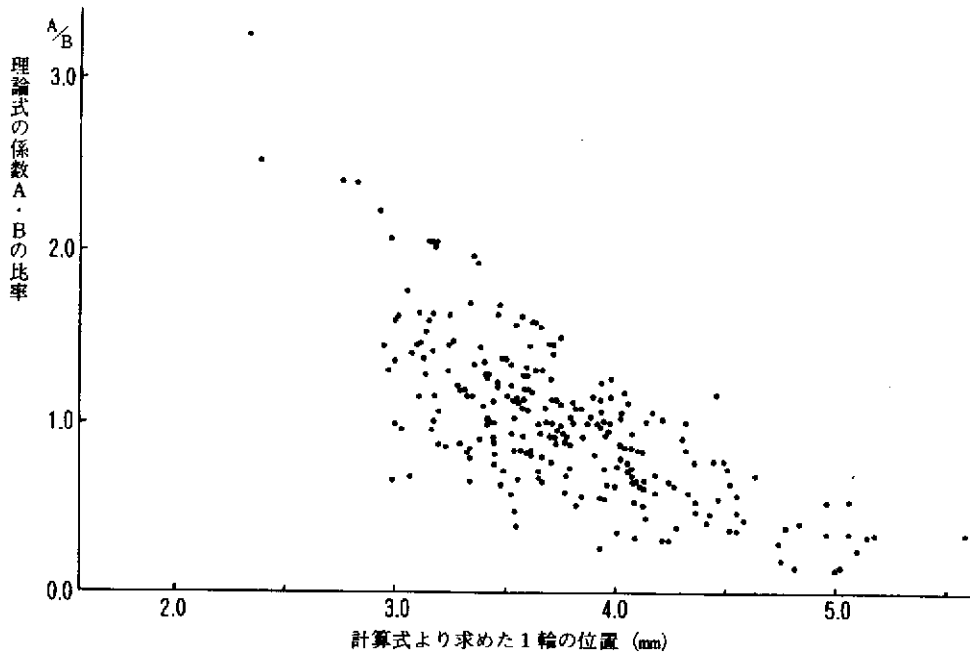


図7 マイワシ鱗における1輪の理論的の形成位置と理論式の係数の比率A/Bとの関係

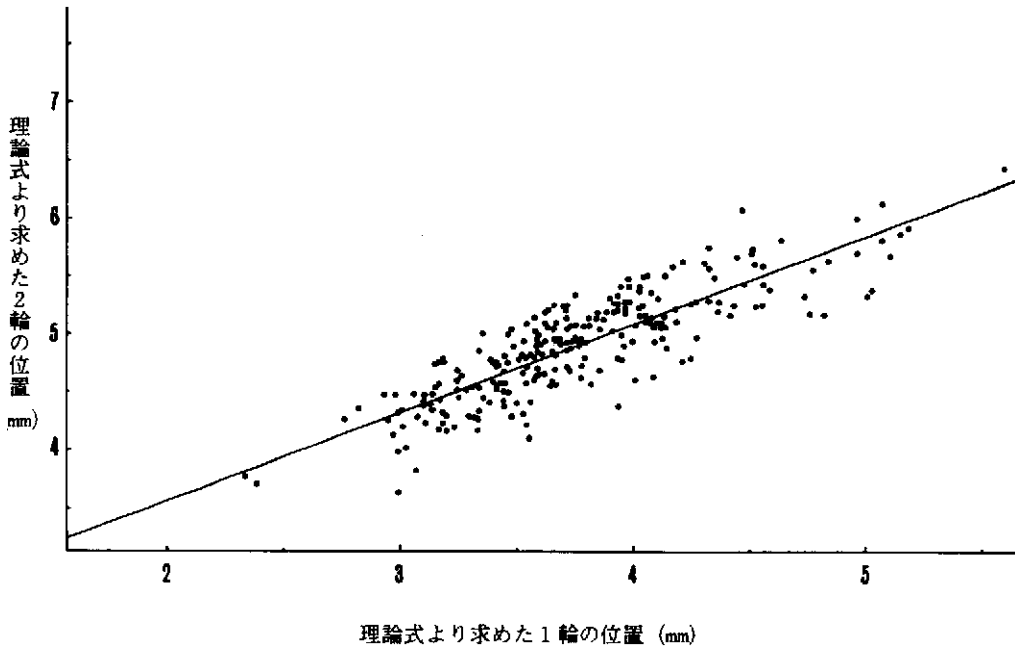


図8 マイワシ鱗における1輪の理論的の形成位置と2輪の理論的の形成位置との関係

%以下のもの（輪紋形成期直後のもの）は2～3月に集中して出現し、4～6月にはみられない。巨視的にみると、この成長割合は2月から経月的に増加傾向を示す(図9)。

2輪以上の鱗では10%以上の成長割合のものが2～6月の広い範囲に出現し、1輪の鱗と異なる傾向を示す。また、この成長割合は経月的に増加する傾向はみられない。成長割合が100%以上のもの、即ち、採鱗

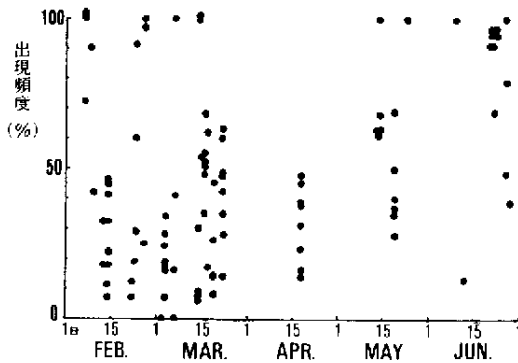


図9 マイワシ1輪魚の鱗における最外側の成長帯の「成長割合」の経月変化

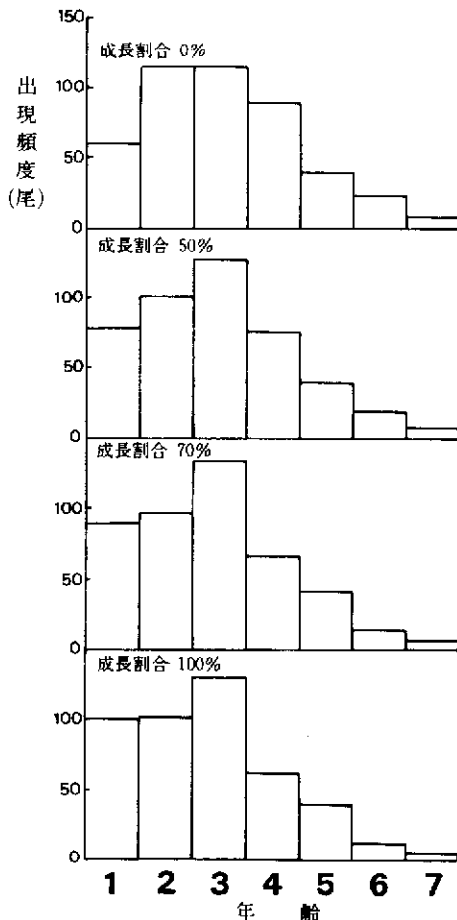


図10 マイワシ鱗における最外側の成長帯の「成長割合」の大きさから年令を区分した場合のマイワシの成長割合別年令別出現尾数

時直後に新しい年輪が形成される可能性のあるものは1輪の鱗から7輪の鱗まですべてにみられ、また年輪の数がいくつであっても年輪形成期が特定の月に集中する傾向はみられない。

年輪と年齢との関係 マイワシの年齢は最外側の成長帯の成長割合によって年輪数に歳を加算する必要がある場合がある。これは採鱗時に新しい年輪が形成されていない場合に生じる。

年輪数が年齢と一致するとした場合、即ち、標本のすべてが新しい年輪形成後のものとする(以下、成長割合を0%と称す)、図10に示すように歳魚が最も多く出現し、次いで、歳魚がほぼ同じ割合が多い。歳魚以上では高齢魚になる程出現頻度は低くなる。

成長割合が100%以上のものが採鱗時に新しい年輪を形成し、これ以下のものはすでに新しい年輪を形成した後の成長帯とすると、歳魚は成長割合が0%の場合と同程度出現するが、歳魚の出現頻度に若干の差が生じ、歳魚以上の高齢魚の出現頻度は高くなる。

さらに、成長割合を70%を基準にして新しい年輪形成後の標本が否かを判断すると、歳魚の出現頻度の差は100%の場合より明確になり、歳魚以上の高齢魚の出現頻度はさらに高くなる。

成長割合を50%を基準にして年齢査定を行うと、歳魚と歳魚の出現頻度が同程度になり、歳魚の出現頻度が非常に高くなる。成長割合が0%基準の場合と50%基準の場合と比較すると、前者では～歳魚が主体、後者では～歳魚主体の出現頻度を示し、最外側の成長帯の大きさによって各年齢魚の出現頻度が異なる傾向を示す。

年齢と体長との関係 成長割合別の年齢と体長との関係を図11に示した。歳魚の平均体長は成長割合0%の場合で16.00cm、100%で15.68cm、70%で15.52cm、50%で15.43cmと成長割合が0、100、70、50%と変化するに従い小さくなる。この傾向は他の年齢魚の平均体長でもみられる。歳魚の体長範囲は成長割合の基準が0%の場合で12.8～20.4cm、100、70%で12.8～18.8cm、50%では12.8～18.4cmで、成長割合基準が0、100、50%と変化するに従い体長の最大値が小さくなる傾向を示す。歳魚の体長の範囲は成長割合の基準が0、100%では16.0～21.0cm、70%では15.6～21.0cm、50%では13.5～21.0cmで、成長割合基準が0、100、70、50%と変化するに従い体長の最小値が小さくなる。この傾向は歳魚でもみられるが、歳魚以上の高齢魚ではこの傾向がややみられる

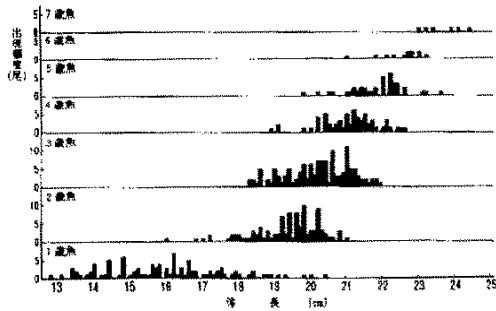


図11 - 1 年輪数と年令とが一致する（成長割合0%）とした場合の年令と体長との関係

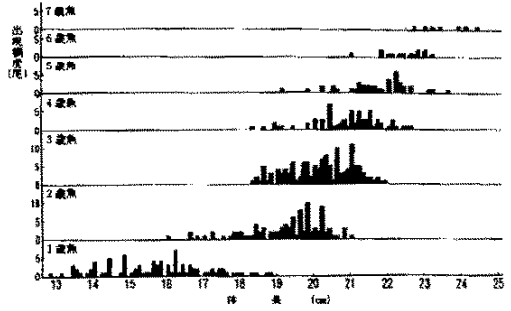


図11 - 2 成長割合100%を基準として年令を区分した場合の年令と体長との関係

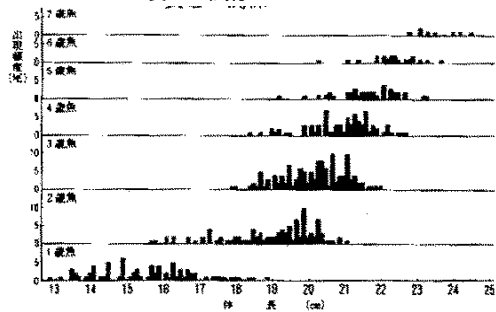


図11 - 3 成長割合70%を基準として年令を区分した場合の年令と体長との関係

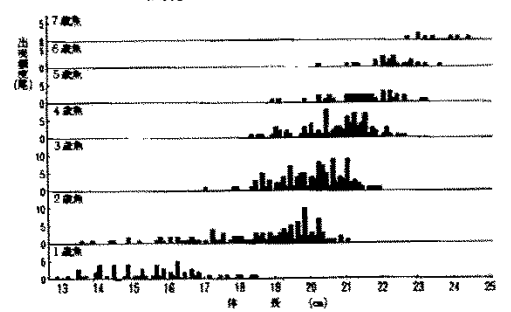


図11 - 4 成長割合50%を基準として年令を区分した場合の年令と体長との関係

程度である。歳魚の変動係数は成長割合基準が0%では10.3%であるが、100、70、50%では8%で一定の値である。歳魚の変動係数は成長割合基準が0、100%では4%であるが、70、50%になるに従い高くなる。歳魚以上の変動係数は各年齢魚とも成長割合基準が変化しても2～5%の範囲にある。

### 考 察

鱗の大きさ 久保（1950）は三浦半島沿岸および千葉県富津とその近海で採集した魚体を用い鱗長（V）と体長（L）との関係を求め、 $V = 0.0315L - 0.575$ で表した。この式によると、体長10cmで鱗長2.47mm、15cmで4.15mm、20cmで5.73mmである。これらの値は本報の結果とよく一致することから、使用した鱗の大きさは概略久保(1950)の採鱗結果と一致すると推測される。

年輪規定の正確度 同一標本の繰返し規定は同1人による場合、2人以上による場合の2通りの方法が考えられる。中井（1955）によると、同1人による繰返し査定はその人のもっている年輪規定の正確さを判断し（真道 1953）、査定の個人内変動を推定する(Walfordら1943)ことになり、2人以上の場合は年輪規定

の明確さと客観性等（査定者が共通の規定をもつ場合）を推定する資料となることを報告している。本報の繰返し査定は同一人による場合で、Walfordら（1943）や雨宮・田村（1948）の2人による場合と異なるが、本報の繰返し査定による一致率は83%で、Walfordら(1943)、雨宮・田村（1948）の一致率（70～100%）に匹敵する。

また、若齢魚ほど繰返し査定の一貫率が高くなる傾向は中井・林（1962）の調査でもみられ、待りに0～歳魚（体長10.5～19.3cm）では5人の査定間で全く一致したことを報告している。本報の、歳魚の一貫率は約90%で、中井・林（1962）の調査結果より低い。これは、歳魚の標本中に体長に比して輪数の多いもの（年輪と偽輪とが判別し難いもの）が含まれているためである。例えば、1981年3月3日に採集された体長14.0cmのマイワシは写真1に示すとおり2輪を認めることができる。これらを年輪と認め本報告の関係式により年齢査定を行うと、2輪（最外側の年輪）から鱗の縁端までの成長帯の大きさが理論的にみて3輪を形成する位置に達しているので、体長14cmのマイワシは歳魚と査定される。しかし、1980年級群の成長

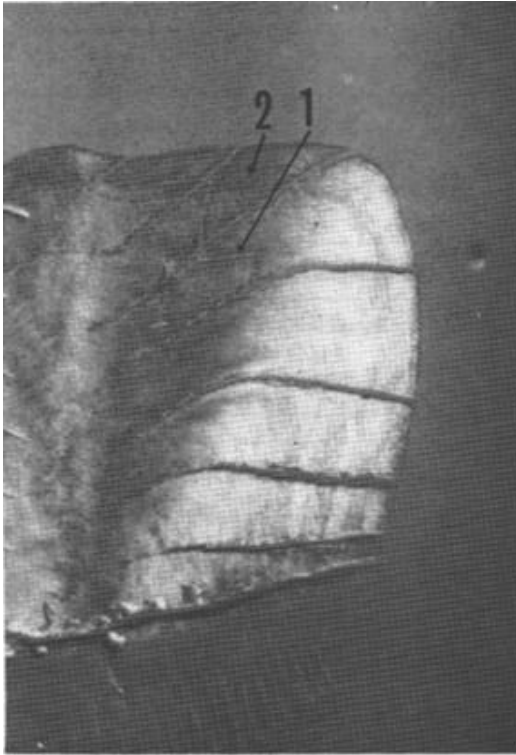


写真1 マイワシ 歳魚の真輪と偽輪

曲線から体長14cmのこのマイワシは 歳魚と推定され、また3輪以上の標本から求めた年輪の相対位置関係ではこのような形成様式をもつ事例は見当たらない。即ち、この鱗の2輪のうちどちらかが偽輪である可能性が高いと考えられる。安田・小倉（1950）は東京湾産のマイワシの第1輪形成期を9月頃と推論していることから、この標本の第1輪は9月頃形成され、その後冬季になって年輪として第2輪が形成されたものと考えられる。従って、このような年輪と偽輪とが区別し難い標本の出現によって若齢魚の繰返し査定の一貫率が低くなったものと考えられる。

これらを考慮しても繰返し査定の一貫率は80%以上を越えており、年輪の規定が比較的明確であると推論される。

年齢査定 鱗による年齢査定は最外側の成長帯を新しい年輪形成後のものか否かの判断によって異なる結果を得る。

標本の年輪数が年齢に一致する場合、即ち標本の採集時点には年1回の年輪がすでに形成されたと解釈すると、歳魚の体長範囲は体長20cm台まで広がる。こ

の大きさは最近のマイワシの生涯の成長（近藤ら1976）では生じない体長である。また年輪が採集日以降にも形成されることから、採集時にすでに新しい年輪が形成されたと考え難い。

最外側の成長帯の大きさが計算上年輪の形成位置に達している場合（成長割合が100%以上）、各年齢魚の平均体長は成長割合が0%の場合よりも小さくなり、特に 歳魚の最大体長が18cm台になる。これは19cm以上の1輪魚（鱗の年輪が1輪の魚体）が採鱗した年に2輪目を形成すると解釈され、歳魚と査定されたためである。70%以上の成長割合の平均体長、体長範囲、変動係数は100%以上の成長割合の場合と非常に類似した値を示すが、70%以上の成長割合の各年齢魚の出現尾数は100%以上の場合より明瞭な単峰型を示す。即ち、各年齢群の資源量水準は成長割合基準を100%にするか、70%にするかによって異なる結果が生じることになる。

また、成長割合基準を50%にすると、各年齢魚の平均体長はやや小型化するが、歳魚の体長幅が非常に大きくなり、13～15cmの範囲にも歳魚が出現する。近藤ら（1976）によると最近のマイワシの成長ではこのような非常に小型の歳魚が生じる可能性は小さく、また本県沿岸に來遊した魚群の平均体長からみても体長13～15cmのものが歳魚とは考え難い。即ち、50～70%の成長割合のものが採鱗した年に新しい年輪を形成するとは考えられない。しかし、中井（1962）は資源量の増減と成長度の高低との間には密接な関係があることを報告しているが、近年のように資源量が非常に多い時代には体長の小さい歳魚が出現する可能性があるとしても、体長13～15cmの歳魚は過去にもみあたらない。また、出現頻度からみた各年齢魚の資源評価は成長割合基準が0%の場合と50%の場合とで非常に異なる結果が生じることになる。

このように、マイワシの年輪は年1回冬期に形成される（中井・林 1955）としても、最外側の成長帯の大きさを新しい年輪形成後のものか否かの判断によって各年齢群の資源量水準の評価が異なるので、中井・林（1955）の示す「明確でかつ普遍的な輪の規定」を作成することが重要な課題となっていると考えられる。特に、年輪形成時期と年輪形成後の鱗の成長については他の形質（血液性状など）から検証することが急務である。

## 文 献

雨宮育作・田村修（1948）：本邦産真鱈の研究，鱗輪数組成，生物3，109 - 113.



- 近藤恵一・堀義彦・平本紀久雄 (1976): マイワシの生態と資源, 水産研究叢書30, 日本水産資源保護協会, 23~26.
- 久保伊津男 (1950): イワシに関する資源学的研究, 資源科学研究所彙報15, 47~56.
- 中井甚二郎 (1950): 鱗によるまいわしの年齢査定法, 日本水産学会, 昭和25年度西日本支部大会講演.
- NAKAI, Z. (1962): Preliminary studies on fluctuation in the Japanese sardine stock, mainly for the prewar period, Bull. Tokai Fish. Res. Lab., No. 9.
- NAKAI, Z. · S. HAYASHI (1962): Growth of the Japanese sardine - , A note on the growth rate, 1949 through 1951, Bull. Tokai Fish. Res. Lab., No. 9, 85~95.
- 中井甚二郎・林繁一 (1955): まいわしの年齢査定, 東海区水産研究所, pp.15.
- Tamura, O. (1952): Study of the Japanese sardine, *Sardinia melanosticata*, On scale - 2, Japanese Journal of Ichthyology 2, 168~182.
- WALFORD, L. A. · K. H. MOSHER (1943a, b): U. S. Fish. and Wildlife Serv., Spec. Rep'ts.-Fish, 15, 31-131.
- 安田秀明・小倉通雄 (1950): 日本産主要魚類の成長, 第1報, まいわし, 日水試, 16(6), 29-35.