

ヤマトカマスの若齢魚の日齢査定

三谷 勇・林 陽子

Method of measuring daily growth increment of juvenile Japanese barracuda *Sphyraena japonica* in Sagami Bay

Isamu MITANI*, and Youko HAYASI**

Abstract

Japanese barracuda *Sphyraena japonica* is one of the most important species in the set net fishery in the western region of Sagami Bay. The daily growth increments for day 0-10 was constructed in a concentric configuration. The increments for day 14-23 along the major axis are twice as wide as those along the minor axis. The increments for day 28-32 are widest and those from 33 day to the postrostrum margin became narrower gradually.

The size at age estimated from the miner axis of the otoliths were 13.9 - 15.4 cm BL at 121 - 158 ages (days) and the spawning season of the species was from February to March.

はしがき

相模湾や東京湾沿岸で漁獲されるヤマトカマスは、神奈川県沿岸漁業にとって重要魚種の一つである。この魚は秋季に定置網や刺網によって漁獲されるが、特に、相模湾西部の定置網で多く漁獲されている。この海域における最近の漁獲量は、1996年では約44トンで神奈川県全体の約83%を占め、1997年では約94トンで全体の約90%、1998年では約55トンで全体の約97%を占めている。これらの漁獲量は西湘地区の定置網で漁獲される40種以上の魚種の中でも多く、1996年ではマアジ、サバ類、マイワシ、イサキ、ブリなどに続いて第11位に、1997年では第6位に、1998年では第8位に位置している（神奈川県水産総合研究所、1996-98¹⁾）。このような重要魚種であるにもかかわらず、ヤマトカマスに関する生物学的知見は非常に少ない。多々良（1953）²⁾は紀伊水道域におけるカマス類の分布回遊を、内田・道津（1958）³⁾、松田（1969）⁴⁾はカマス類の稚魚について報告し、木幡（1973）⁵⁾は日々の体長測定結果から、ヤマトカマスの成長が速いことを報告し、三谷（1981）⁶⁾は金田湾の猪口網漁業者からの聞き取り結果を取りまとめ、ヤマトカマスが湾内の海底にある「溝」に沿って沿岸に來遊してくることを報告しているが、これらの他に研究報告はみあたらない。

本報告は、ヤマトカマスの成長と年齢を明かにするための予備的試験として、1997年に導入されたコンピューター制御の走査型電子顕微鏡を用いて、発生後数ヶ月と

推定されているヤマトカマス0歳魚の耳石上の輪紋を観察し、本種の日齢査定手法を検討した。

材料と方法

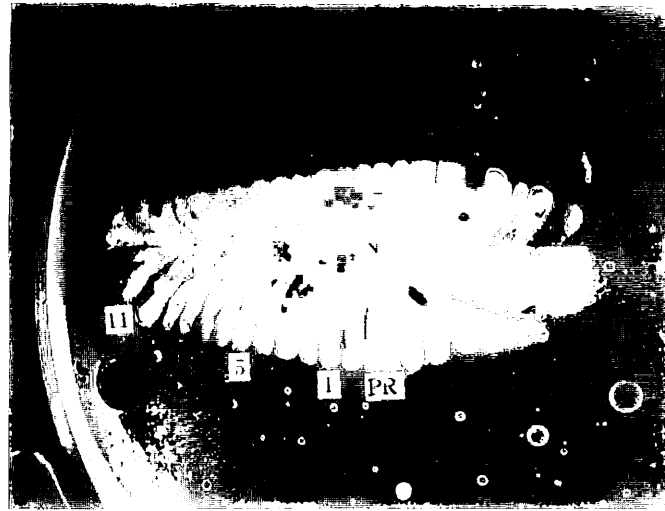
試料は、1999年7月30日に小田原市沖の米神定置網で漁獲されたヤマトカマス0歳魚である。小田原市魚市場に水揚げされた漁獲物の中から、体長の小さいヤマトカマス0歳魚5尾採集し、神奈川県水産総合研究所相模湾試験場の生物実験室で体長（標準体長）と体重を測定した（Table1）。その後、耳石を摘出し真水入りの標本瓶に保存した。

Table 1 Japanese barracuda specimens collected by the set net in the western region of Sagami Bay in July 30, 1999.

No	body length	body weight	otolith	
			major axis	minor axis
A	13.9cm	21.7g	4.66mm	1.93mm
B	15.0	25.3	6.27	2.28
C	15.4	28.6	5.77	2.32
D	15.0	22.2	5.44	2.17
E	14.8	21.7	5.68	2.16

Sphyraena japonica (13.9cm)

2000年08月04日



SEM情報

倍率: x20

加速電圧: 10kV

信号: SEI

作動距離: 48mm

スポットサイズ: 20

試料室圧力: Pa

1.00mm

ファイル名:

Fig.1 Scanning electron micrograph of the otolith of 13.9cm SL Japanese barracuda. N:otolith nucleus, PR:postrostrum

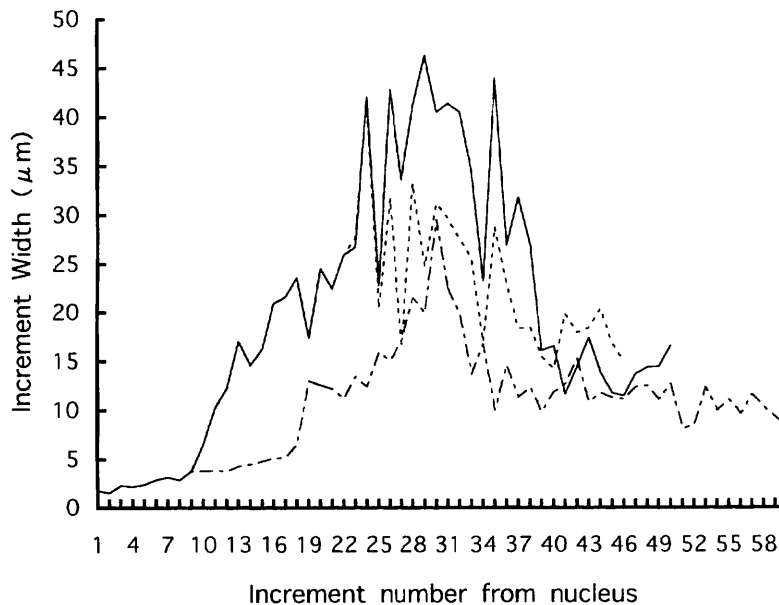


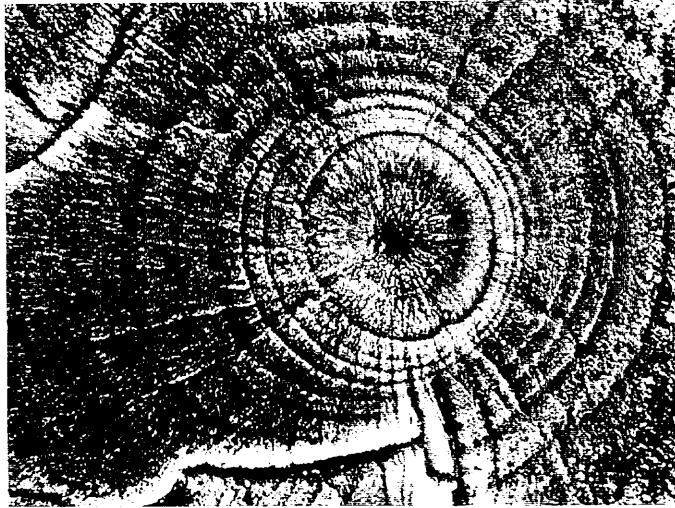
Fig.2 Changes in the width of the daily growth increments of Japanese barracuda *Sphyraena japonica* collected by the set net in the western region of Sagami Bay. Solid and dotted line indicate the increment width along the major line and minor axis, respectively. Broken line indicate the middle direction between the major line and minor axis.

摘出した耳石は、研磨前日に電子顕微鏡用試料台に化学反応形接着剤（エポキシ樹脂＋ポリチオール）で固定した。観察当日、この耳石の偏平面を耐水研磨紙（＃2000）で粗研磨し、さらにポリッシングクロス上のアルミナ懸濁液（0.3ミクロン）でよく研磨した。研磨した耳石は5%塩酸液で10秒間エッチングを施し、AUTO FINE COATER（日本電子株式会社製）で白金を耳石表面に蒸着させ、走査型電子顕微鏡（JSM-5600LV）の観察に供した。電顕映像はプリンター（エプソンPM-750

C）で出力した後、求める輪紋間隔をノギス（0.01単位）で測定した。得られた値は電顕映像に示された倍率で換算し、これを真の値とした。使用した倍率は、核周辺では1,500～2,200倍、縁辺近くでは300～2,000倍、その中間では600～800倍であった。

ヤマトカマスの耳石（扁平石）は楕円形である。これを研磨すると、耳石表面は、Fig. 1に示したように、ほぼ耳石の中心に位置する核周辺では炭酸石灰質の分岐がみられないが、縁辺部では羽根のように枝分かれした帯状の

Sphyraena japonica (15.0cm)



2000年06月28日

SEM情報

倍率: x1500

加速電圧: 26kV

信号: SEI

作動距離: 30mm

スポットサイズ: 33

試料室圧力: Pa

13.3 μm

ファイル名:

Fig.3 Scanning electron micrograph of the increments of core region of the otolith of Japanese barracuda

突起物が認められる。この突起物を便宜上「房」と仮称し、核の真下にある房から端に向かって番号を付けた。

また、耳石上の輪紋は日周輪であるとの研究報告 (Pannella, 1971⁷⁾) が発表されて以来、多くの魚で日周輪が確認されているが (Itou and Tsuji, 1996⁹⁾, Suyama et al, 1996⁹⁾, Oshimo et al, 1997¹⁰⁾, Sakakura and Tukamoto, 1997¹¹⁾), これ以外の要因によって輪紋が形成されるとの知見が見当たらないことから、ここでは耳石上の輪紋を日周輪として取り扱った。

結 果

輪紋形成様式 ヤマトカマスの耳石は楕円形をしているので、長軸方向と短軸方向に形成される輪紋の幅は異なることが考えられた。そこで、核から長軸方向、短軸方向 (2番房)、その中間の5番房における輪紋数、輪紋間隔 (以下、輪紋幅という) を測定し、Fig. 2 に示した。

核から10本位までの輪紋幅は非常に狭く、高倍率で観察・測定しなければならなかったが、その幅は各方向ともほぼ同じで、同心円状に形成されていた (Fig. 3)。

この付近から長軸方向と短軸方向の輪紋幅に差が生じ始め、前者の方が後者よりも輪紋幅が大きくなった。特に、この差は10~13本目付近で急激に大きくなり、核から13番目の輪紋 (以下、13日齢と称す) では、長軸方向で24 μm、短軸方向で5 μmで、前者の方が後者よりも約5倍の大きい輪紋幅となった。これらの中間にある5番房に至る輪紋は、まだ長軸方向の輪紋から分岐していない。14~23日齢の間では、長軸方向の輪紋幅の増加率はやや鈍化したが、依然として輪紋幅は大きくなり続けた。これに対して、短軸方向の輪紋幅は1~13日齢とほぼ同じ増加率で大きくなり、19日齢頃から急激に大きくなり始めた。例えば、20日齢の輪紋幅でみると、長軸方向で24 μm、

短軸方向で12 μmで、その差は約2倍である。

24~35日齢の間では、輪紋幅が最も大きくなる時期で、長軸方向では最大46 μmの輪紋幅 (29日齢) が出現した。短軸方向でも輪紋幅が大きくなり、28~32日齢の間で最大となった。ヤマトカマスの耳石が最も成長する時期は長軸方向でも短軸方向でも29日齢前後であることがわかった。また、中間の5番房に至る輪紋は25日齢頃から分岐し始め、26~35日齢で最も大きい輪紋幅となった。最も成長した時期は28日齢であったが、他の方向とほぼ同じ時期に最大になったといえる。房の形成はこの頃から始まり、炭酸石灰質の分岐が始まっていた。

輪紋幅が最大となった期間を過ぎると、各方向とも輪紋幅が徐々に小さくなり、46日齢の輪紋幅は、長軸・短軸方向とも約12 μmとなった。これ以降の輪紋幅は、核を露出させるために耳石の縁辺部を削りとりて研磨しているので、輪紋が消失し読み取ることができなかった。しかし、日齢の研究を進めていくなかで、これ以後の輪紋幅はわずかな増減を繰り返しながら次第に小さくなっていくことがカタクチイワシやマサバ、キンメダイ、ウマズラハギなどで知られている。その一例として、キンメダイの核から縁辺部に至る各日齢の輪紋幅の変化をFig. 4 に示した。

縁辺部における各日齢の輪紋幅は、核を露出させる途上で研磨を中断し、走査型電子顕微鏡で観察することによって求めた (Fig. 5)。核に最も近い2番房における平均輪紋幅は4.02 μm、5番房のそれは8.50 μmであった。核から離れた位置にある11番房のそれは12.00 μmで、核から離れるに従い縁辺付近の輪紋幅は大きくなった。また、これらの輪紋幅と核から数えて測定可能限界の輪紋幅と比較すると、長軸方向では50日齢と比べてわずか3 μm位輪紋幅が減少し、短軸方向では60日齢と縁辺部の

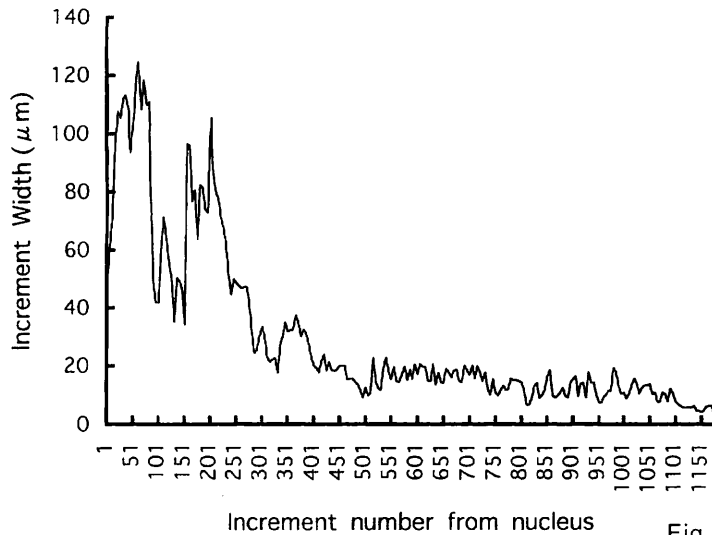


Fig.4 Changes in the width of the daily growth increments of alfoncino *Beryx splendens* with 28.3 mm FL collected off Izu Islands.

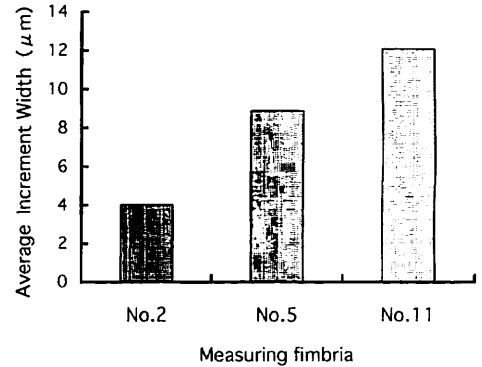


Fig.5 Average increment widths measuring the edge area of the fimbria of Japanese barracuda *Sphyraena japonica*. The measuring fimbria were numbered from the fimbria just under the nucleus.

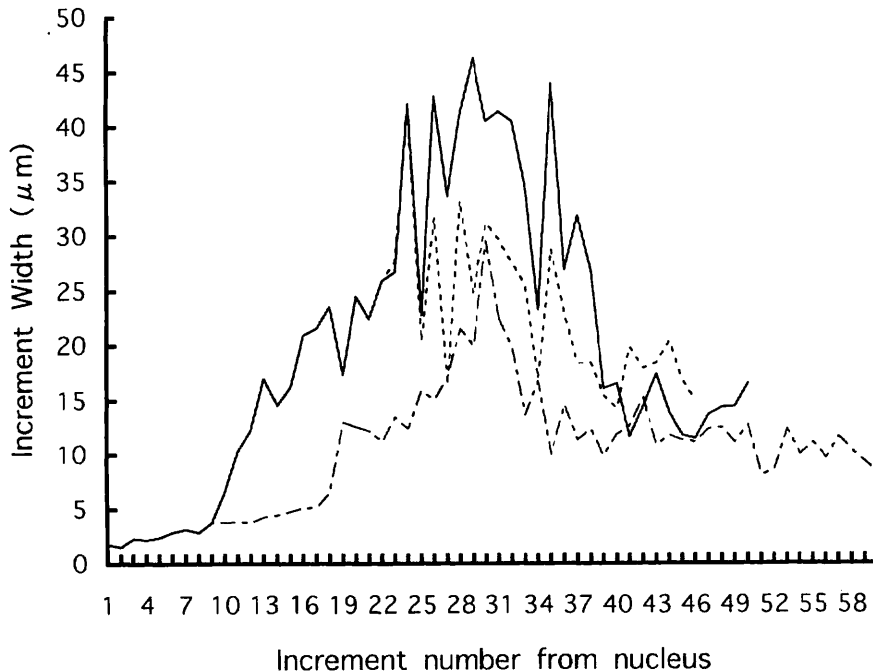


Fig.6 Changes in the width of the daily growth increments of Japanese barracuda *Sphyraena japonica* reading as far as possible from the nucleus.

輪紋幅とほとんど変わらない値であった。また、5番房では核から46日齢まで測定可能であったが、その差は7 μm 位であった。

漁獲時の日齢の推定 耳石上の総輪紋数はその魚体の漁獲時の日齢に相当するが、全輪紋数を露出させることは困難である。本報では、試料5尾のうち4尾を核からの輪紋の読み取りに供したが、そのうち1尾が全輪紋数の測定に成功した。他の1尾は核を露出させずに縁辺から

の読み取りに用いて、総輪紋数の算定を試みた。

核から輪紋数、輪紋幅を測定した結果をFig. 6に示した。測定方向は短軸方向で、読み取りに使用した房は1~3番であった。全輪紋数を測定した魚体A (SL:13.9cm) は121日齢であった。

魚体B (SL:15.0cm, 25.3g) は核から65日齢まで読み取った(これをA点という)が、その後は読み取り不能となった (Fig. 7)。このA点から核に向かった5日齢の

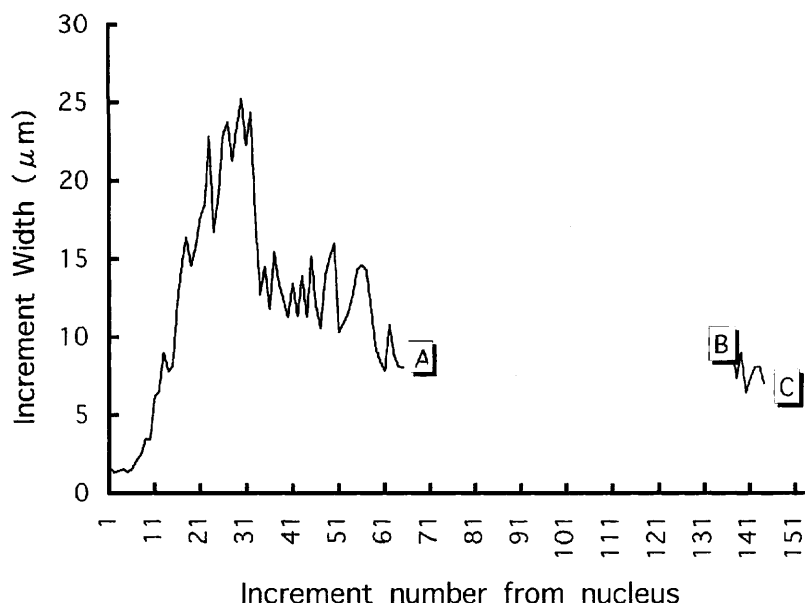


Fig.7 Changes in the width of the daily growth increments of Japanese barracuda *Sphyraena japonica* with 15.0 cm BL. Increments in the parts between A and B, C and poststratum were not readable.

平均輪紋幅は $8.70\mu\text{m}$ であった。また、縁辺から $66.07\mu\text{m}$ から離れた位置で8日齢の測定が可能であったので、それらの輪紋幅を測定したところ、平均で $7.80\mu\text{m}$ であった。この8日齢の最内側の日齢（これをB点という）からA点までの読み取り不能の距離は $583.37\mu\text{m}$ であった。この間の平均輪紋幅はA点からの5日齢の平均輪紋幅とB点からの5日齢の平均輪紋幅の平均で求めると、その値は $8.25\mu\text{m}$ であった。つまり、A点からB点までの読み取り不能期間の輪紋数は不能距離を平均輪紋幅で除することによって求めることができる。この不能期間にある日齢は約71日齢と推定された。また、B点からみて最も外側にある輪紋をC点とすると、C点から内側にある5日齢の平均輪紋幅は $7.35\mu\text{m}$ であった。C点から縁辺までの日齢は読み取ることができなかったが、C点と最縁辺部の輪紋幅はほとんど変わらないと推定されるので、C点からの5日齢の平均輪紋幅で縁辺までの読み取り不能距離を除くと、9日齢と推定された。従って、魚体Bの漁獲時の日齢は、核から読み取った65日齢、読み取り不能部分の71日推定日齢、これに続く読み取り可能な8日齢、これから縁辺までの読み取り不能部分の9日推定日齢の総和として求めることができる。魚体Bは153日齢と推定された。

魚体C (SL:15.4cm)、魚体D (SL:15.0cm, 22.2g) も同様な手法で日齢を求めたところ、前者は158日齢、後者は132日齢であった。

次に、房の部分の輪紋しか読み取ることのできなかった魚体の日齢推定法を示す。縁辺から輪紋幅を測定した魚体E (SL:14.8cm) の日齢は次の方法で推定した。核から40日齢までの輪紋幅は大きく変動しているが、その変動は個体差があるものの、輪紋幅の増加傾向、減少傾向は一定している。つまり、その変動様式は変わらず、輪紋

幅は個体差よりも測定方向による変動のほうが大きい。

魚体Eの輪紋は5番房によって縁辺から計測された。縁辺から41番目の輪紋（縁辺から約 $280.87\mu\text{m}$ ）まで核輪紋幅を計測することができたが、それから核まで輪紋を読み取ることができなかった。この距離は $1591.67\mu\text{m}$ であった。読み取ることのできた距離の約5.7倍の部分が読み取り不能であった。この読み取り不能部分の輪紋幅は核から輪紋幅を増大・縮小していく期間とこれから縁に向かって多少の増減を繰り返しながら輪紋幅を縮小していく期間に分けることができる。前者の期間は前述した5番房の輪紋幅の変化をあてはめ、後者はそのあてはめた最後に位置する5本の輪紋幅の平均値と縁辺から読み取ることのできた最終の5本の輪紋幅の平均値との比較によって推定することができる。具体的に示すと、核から50日齢までの距離は $994.42\mu\text{m}$ で、その最後に位置する5日齢の平均輪紋幅は $14.12\mu\text{m}$ であった。また、縁から読み取った37~41番目の平均輪紋幅は $7.21\mu\text{m}$ であったので、読み取り不能部分の平均輪紋幅はこれらの平均値、すなわち、 $(14.12+7.21)/2=10.67\mu\text{m}$ である。この平均輪紋幅で読み取り不能距離（ $1591.67-994.42$ ）を除くと、この間の輪紋数は約56本と推定された。従って、漁獲時の日齢は、求めた輪紋数の総和（ $50+56+41$ ）で、それは147日齢と推定された。

考 察

多くの魚の年齢は鱗や耳石を用いて査定されているが、近年、日齢の読み取り技術が発達し、多くの魚で日齢の読み取りが試みられている。ヤマトカマスは、木幡(1973)⁵⁾が定置網の魚体測定結果と曳網や船曳網などで混獲された稚魚の測定資料などから、相模湾沿岸で最初に漁獲

される大きさは4~6 cmにモードをもつ群で、5月上旬から8月下旬（ピーク：5月中旬から6月中旬）にかけて出現することを報告している。さらに、体長モードの季節変化から目視で成長曲線を求め、これからヤマトカマスの産卵期は4~8月と推定している。

本報で用いた試料は7月30日に採集された体長13.9~15.4cmのヤマトカマスである。これらの推定日齢は121~158日であることがわかった。漁獲日から逆算すると、これらのヤマトカマスは、孵化時に輪紋が形成されると仮定すると、平成12年2月24日から同年4月1日に誕生したことになる。この誕生期間は木幡（1973）^{5）}の報告と異なっている。ただし、カタクチイワシは孵化後3~4日後に輪紋が形成される（Tsuji and Aoyama, 1984^{10）}）ので、ヤマトカマスの場合も人工受精等によって仔魚が得られるようになれば輪紋形成時期を確認する必要があるが、この程度の日数の差が生じるとしても、本報の結果からヤマトカマスの産卵期は2~3月頃と推定される。この産卵期の違いは、発育の初期段階における成長をどのように読み取るか、または測定するかの違いである。本報の結果から、ヤマトカマスの初期成長は発生して20日齢まで緩やかに成長し、24~35日齢の間で最もよく成長し、その後成長が緩やかになることがわかった。ところが、体長組成の季節変化から産卵期（X軸の交点）を求めると、得られた成長曲線を直線的に引き伸ばして仔魚・幼魚の発育期間を推定するため、この期間が短く査定される。この期間の差が産卵期の違いを生みだしたためと考えられる。

また、木幡（1973）^{5）}は発生後約4ヶ月で19.5cmBL、約5ヶ月で21.5cmBLと推定しているが、本報では15.4cmBLで158日齢と査定した。この期間は約5ヶ月で、同じ期間で比較すると、体長は約6 cm位小さかった。

このように、本報の結果は、木幡（1973）^{5）}の結果と大きく異なったが、本報の試料は一部の大きさのものに偏り、また体長20cm位のヤマトカマスは査定していないので、今後、これらの日齢査定を行い、ヤマトカマスの成長に関する結論を求めていきたい。

謝 辞

本報をまとめるにあたりご校閲を頂いた東京大学海洋研究所教授渡辺良郎博士に深謝し、本研究の漁獲試験を実施した当所所属漁業指導船江の島丸豊留船長他乗組員の皆さんに感謝します。

文 献

- 1) 神奈川県水産総合研究所相模湾試験場・神奈川県定置漁業研究会(1996-98) : 平成8-10年神奈川県定置網漁海況調査表.
- 2) 多々良薫 (1953) : 紀伊水道域のカマス科, *Sphyræna*魚種について(1), 内水研報, 4, 125-129.
- 3) 内田恵太郎・道津喜衛(1958) : 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵・稚魚概要, 対馬暖流開発調査報告書.
- 4) 松田星二(1969) : 南西海区水域に出現する魚卵・稚魚の研究-1, 南西水研報, 2, 49-84.
- 5) 木幡 孜(1973) : 相模湾産重要魚種の生態-3, 神奈川県水産試験場相模湾支所報告(昭和47年度事業報告), 神水試相資料No13, 31-41.
- 6) 三谷 勇(1981) : 定置網のカマス類の漁獲量と天然礁との関係について, かながわていち, 52, 2-7.
- 7) Pannella G. (1971) : Fish otolith, daily growth layers and periodical patterns, *Science*, 173, 1124-1127.
- 8) Itou T. and S. Tsuji (1996) : Age and Growth of juvenile southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii* based on Otolith microstructure, *Fish. Sci.*, 62(6), 892-896.
- 9) Suyama S., Y. Sakurai, and K. Shimazaki (1996) : Age and growth of Pacific saury *Cololabis saira* in the western North Pacific Ocean estimated from daily otolith growth increments, *Fish. Sci.*, 62, 1-7.
- 10) Oshimo S., H. Nagatani, and T. Itamaru (1997) : Growth of 0-age Japanese Sardine *Sardinops melanostictus* in the waters off the western coast of Kyushu, *Fish. Sci.*, 63, 659-663.
- 11) Sakakura Y. and K. Tukamoto (1997) : Age composition in the schools of juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* associated with drifting seaweeds in the East China Sea, *Fish. Sci.*, 63, 37-41.
- 12) Tsuji S. and T. Aoyama (1984) : Daily growth increments in otoliths of Japanese anchovy larvae *Engraulis japonica*, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50, 1105-1108.