

日齢を指標とした相模湾におけるマイワシ仔魚の成長(2004 年)

船木 修

Growth of Japanese Sardine Larvae based on Daily Increments of Otolith in Sagami Bay in 2004

Osamu FUNAKI *

緒言

日本周辺に分布するマイワシ *Sardinopus melanostictus* は、昔から全国各地で定置網及びまき網で漁獲される多獲性魚類であり、わが国の重要な水産資源の一つである。本種の資源量は他魚種に比べ大きく変動することが知られているが、最近では 1988 年に全国で 450 万トンの漁獲量を記録したのを最後に減少傾向にあり、過去 2 年は約 5 万トンで推移している。¹⁾

本県の漁獲量も全国の動向同様に、1984 年の 2 万トンをピークに減少傾向にあるが、全国に占める割合は 1 割以下と少ない。漁業種類別に見ると、以前から定置網が本種を漁獲対象としており、漁獲のほぼ全てを占めていた。しかし 1990 年代後半になると、まき網が従来のカタクチイワシを対象とした餌イワシ漁から、大羽マイワシ漁へ転換したことから、7 割以上をまき網による漁獲が占める年が 5 年程続いた。しかし、2002 年からは、まき網による漁獲は約 100 トンで、定置網と併せても 200 トン程度と低迷している。²⁾

このように、ここ 2 年非常に低迷した本県におけるマイワシ漁であるが、本年は 6～7 月に定置網にヒラゴ(マイワシ 0 歳魚)が多く入網し、7 月以降はまき網でもまとまった漁獲が継続するなど、3 年ぶりに 2,000 トンを超える漁模様となった(船木未発表)。この要因は、1 月に本県沿岸海域に多く来遊したマイワシ仔魚によるものと思われる。

ところで、年齢と成長に関しては多くの報告例があり、Hayashi and Kondo³⁾ はカタクチイワシについて鱗による年齢査定を行い成長曲線を推定している。しかし、鱗による査定では過小推定となることも指摘されている⁴⁾。一方、Pannella⁵⁾ が耳石上に見られる微細な輪紋が 1 日 1 本ずつ形成される日輪であることを発見して以来、年齢査定は鱗から耳石へ、査定は年齢から日齢へと移っていった。この日輪は、その個体の成長度合や栄養状態を反映することが知られており⁶⁾、Campana⁷⁾ は体長と耳石半径の関係式から、各日輪が形成された時点での体長を逆算できるとした。

そこで、本研究では、1 月に来遊したマイワシ仔魚の

成長度合を耳石上に形成される輪紋間隔を解析するとともに、どこで生まれ、どのように来遊したのかを海況面から検討することを目的とした。

材料と方法

供試魚

2002～2004 年の各 1～3 月に横須賀市秋谷から平塚市地先にかけて、シラス船曳網漁船を傭船し、当所が実施した試験操業で採集されたマイワシ仔魚 88 個体を試験に供した(図 1)。

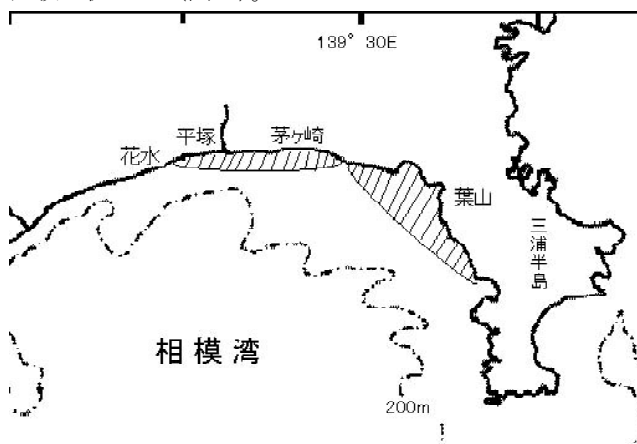


図 1 調査海域

魚体測定

採集した仔魚は、採集後直ちに船上で 99.5 %エチルアルコール溶液で固定して研究室に持ち帰り、後日、標準体長(以下、体長とする)を、デジタルノギスを用いて 0.1mm 単位まで計測した。なお、エチルアルコールで固定した仔魚は体長が若干収縮するが、本研究では考慮に入れなかった。

耳石標本

各個体について体長測定後、実体顕微鏡下で耳石扁平石(以下、耳石という)を摘出し、スライドグラス上にマニキュアトップコートで包埋した。これを耳石日輪計

測システム (RATOC エンジニアリング社) を用いて、耳石核から体軸後方への最大半径上に計測線を任意に設定し、日輪数と各日輪の耳石核からの距離を計数・計測した。観察は透過光により 200 ~ 500 倍で行った。本研究では、カタクチイワシ仔魚⁸⁾ に倣い、日輪数に 3 を加えた値を日齢とした。

体長推定

個体ごとに、各日輪が形成された時点の体長を以下のようなアロメトリー式により推定した。

$$SL_i = a \times R_i^b$$

ここで、 SL_i は i 番目の耳石日輪が形成された時点における体長、 R_i は i 番目の耳石日輪半径を表す。

体長推定は、Biological intercept method⁷⁾ を基に、個体別に体長-耳石半径関係における第 1 日輪形成時と採集時の体長・耳石半径の値を用いて、Microsoft 社 Excel のソルバーにより a 、 b を求めた。Fukuhara⁹⁾ は、カタクチイワシでは飼育実験の結果、卵黄吸収と同時に摂餌が始まり、この時第 1 日輪が形成されると報告している。内田他¹⁰⁾ は、マイワシで摂餌開始時の体長を 5.0mm としている。そこで、カタクチイワシに倣い、第 1 日輪形成時の体長を 5.0mm とした。孵化体長は、内田他¹⁰⁾ から 3.5mm とした。

成長の年別月別差異

耳石輪紋情報による成長解析から個体ごとに孵化日を推定した。推定された孵化日を基に、孵化した月ごとに体長-日齢関係を調べ、年ごとに成長の違いを検証した。なお、便宜上、前月 25 日から当月 24 日までに孵化したと推定された個体をその月生まれとした。(例えば、12 月生まれは 11 月 25 日から 12 月 24 日に孵化したと推定された個体を指す)

海況

海況は、一都三県漁海況速報図および人工衛星 NOAA からの受信画像を用いた。

結 果

試験に供した仔魚の平均体長、日齢等を表 1 に示した。
耳石日輪間隔の変化

孵化日を推定した結果、11 月生まれは 7 個体、12 月生まれは 57 個体及び 1 月生まれは 24 個体であった。このうち、11 月生まれと 12 月生まれ群について、耳石核からの輪紋番号と平均耳石日輪間隔 (±標準偏差) の関係を年別に図 2-1 及び図 2-2 に示した。

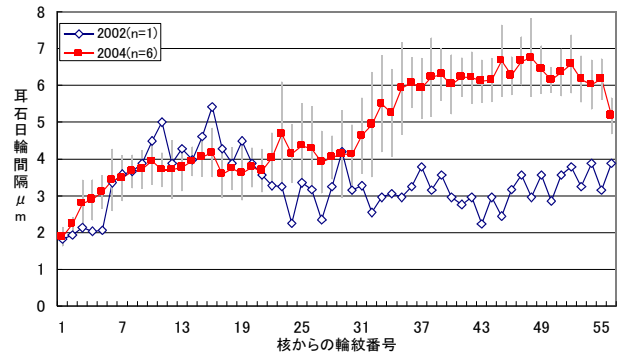


図 2-1 マイワシ仔魚の耳石日輪間隔の変化 (11 月生まれ)

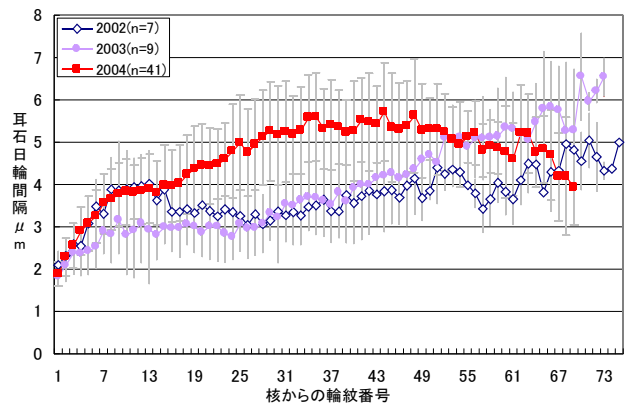


図 2-2 マイワシ仔魚の耳石日輪間隔の変化 (12 月生まれ)

表 1 2002~2004 年における 1 ~ 3 月のマイワシ仔魚の標準体長 (SL) と日齢 (D) の範囲

	n	体長 SL (mm)			日齢 D (d)	
		Range	Ave.	SD	Ave.	SD
2002/01/24 平塚	5	26.3-29.5	27.7	1.2	52.6	5.9
2002/03/01 葉山	3	36.6-37.1	36.8	0.3	79.0	1.0
2003/02/14 茅ヶ崎	5	30.9-34.4	33.5	1.5	73.2	3.3
2003/03/05 茅ヶ崎	5	33.0-36.9	35.1	1.6	75.4	5.3
2004/01/10 秋谷	10	18.1-20.6	19.3	0.8	27.0	1.7
2004/01/21 茅ヶ崎	20	25.9-34.3	30.5	2.6	52.2	8.2
2004/02/10 長井	10	28.1-31.9	30.4	1.4	48.4	3.7
2004/02/21 長井	10	34.2-37.0	35.6	1.0	61.6	2.9
2004/03/02 長井	10	27.7-32.4	30.1	1.8	59.6	5.5
2004/03/03 平塚	10	31.8-37.2	34.1	1.6	69.7	2.8
計	88					

D=輪紋数+3

図2-1を見ると、2002年群(n=1)は約20本目にかけて4~5 μ m台まで間隔が増加していったが、その後は2~3 μ mと横ばいで推移した。一方、2004年級群(n=6)は30本目までは4 μ m前後と横ばいで推移したが、その後急速に6 μ m台まで増加し、2002年級群と比べて約2倍の間隔で推移した。

図2-2を見ると、2003年級群(n=9)は約1ヶ月間3 μ m台で推移したのに対し、2002年級群(n=7)及び2004年級群(n=41)は2週間で4 μ mに達した。その後、2002年級群は間隔が減少し、51本目まで2003年級群と同様に3~4 μ m台で徐々に増加していった。一方、2004年級群は引き続き増加傾向を維持し、約1ヶ月後には5 μ m台に達した。このことは、他の2年級群よりも1~1.5ヶ月早いことになる

年別月別の成長差異

11月及び12月生まれ群について、年ごとの平均体長(±標準偏差)を推定した結果を図3-1及び図3-2に示した。

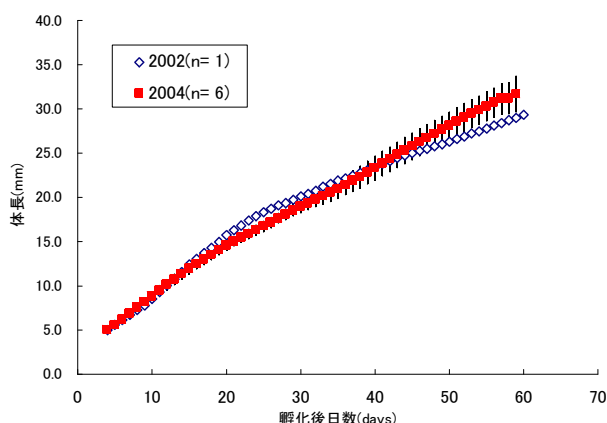


図3-1 11月生まれのマイワシ仔魚の推定体長

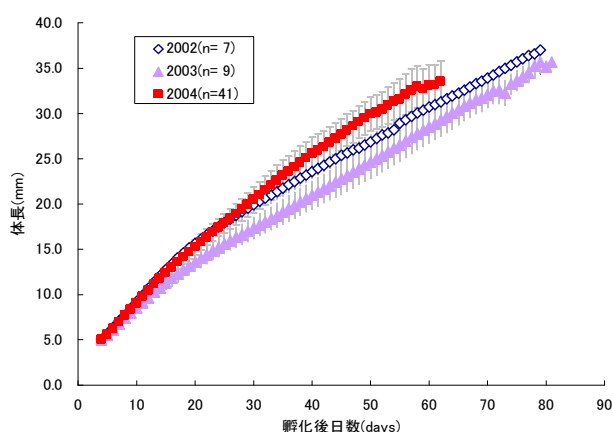


図3-2 12月生まれのマイワシ仔魚の推定体長

図3-1を見ると、孵化後約20日目まで2002年級群と2004年級群に差はなく、その後一旦2002年級群

の成長が良くなるが、40日目以降は2004年級群の成長が勝った。

図3-2を見ると、孵化後10日目まで3年級群とも差がなかったが、まず2003年級群の成長が鈍くなり、体長20mmになるのに他の2年級群と7日の差が生じ、60日目でも他の2年級群に追いつくことはなかった。2002年級群と2004年級群は、孵化後1ヶ月間は同じ成長度合を示したが、その後は徐々に2004年級群のそれが勝るようになった。

黒潮の流型

2003年12月下旬から2月初旬における一都三県漁海況速報図及び人工衛星NOAAからの受信画像の一例を図4及び図5に示した。当時、黒潮は九州南東沖で蛇行し、潮岬以東ではほぼ真東に流路をとっていたが、伊豆諸島西海域で東向きから北東向きに、さらに三宅島周辺で東北東へ向きを変え房総沖へ流去していた。また、等温線から判断すると、相模湾へは大島西水道から断続的に暖水波及が起り、沖合水が流入していた。

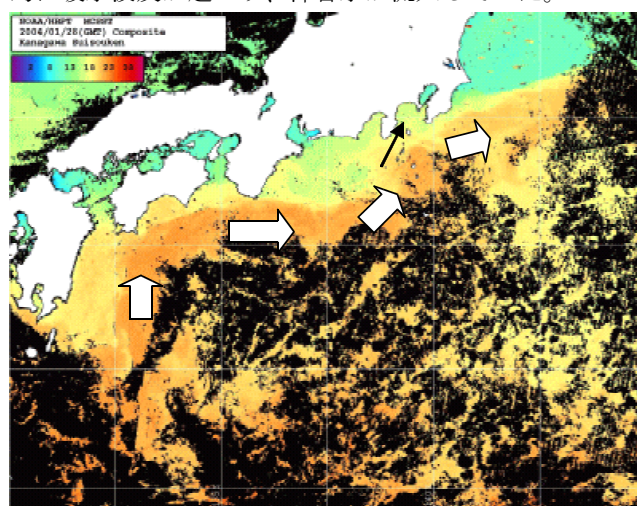


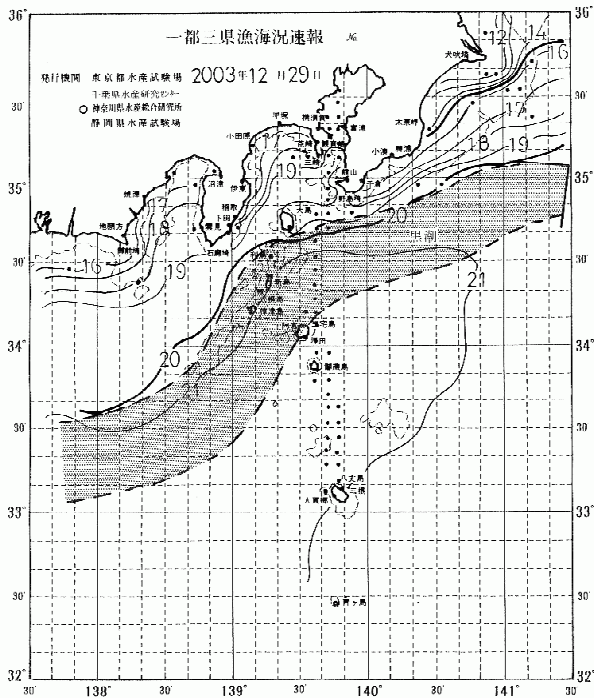
図5 人工衛星NOAA画像(2004年1月28日)
黒潮の流向⇨ 反流の流向⇨

考 察

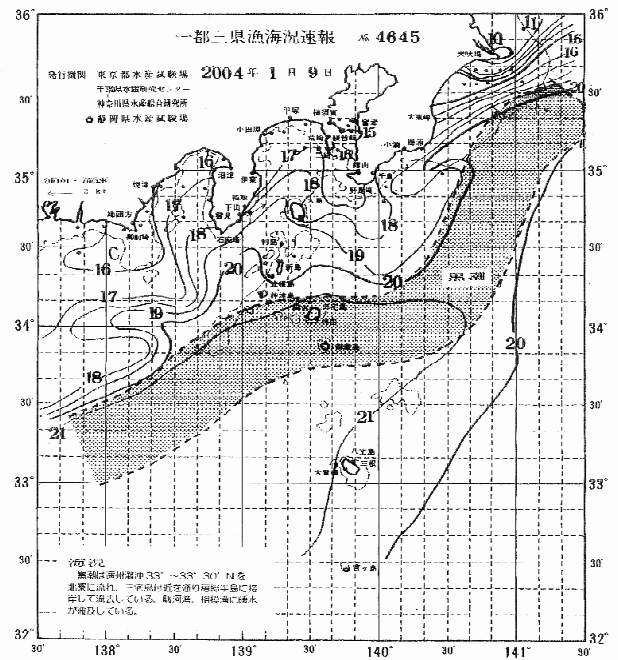
マイワシ太平洋系群の産卵群には、11~12月に産卵する群(早期産卵群)と翌年2~5月を中心に産卵をする2つの群が存在する。¹¹⁾

当所では、シラス漁が禁漁となる1~3月にシラス分布調査を行っているが、過去2年この調査でマイワシ仔魚がまとまって採集されることは無かった。ところが、本年1月10日の調査で体長20mm程のマイワシ仔魚がまとまって採集され、2月及び3月の調査ではさらに成長した個体が採集された。成長度合からして早期発生群と考えられた。

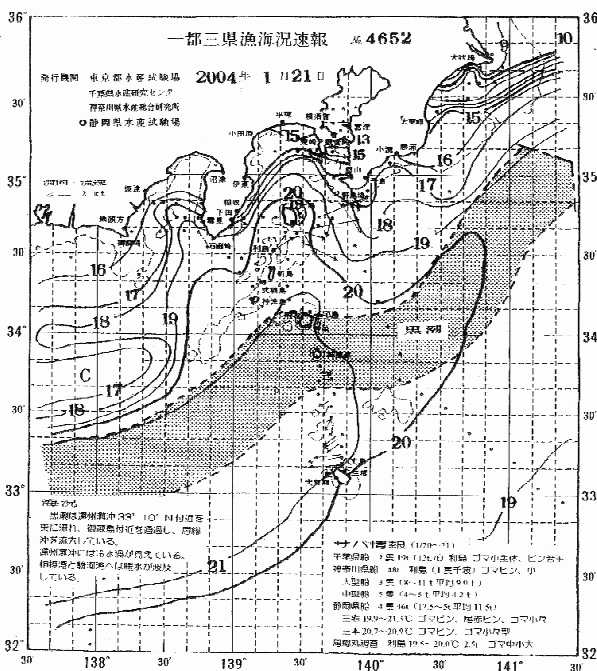
本研究では、この早期発生群にあたる11月生まれ群



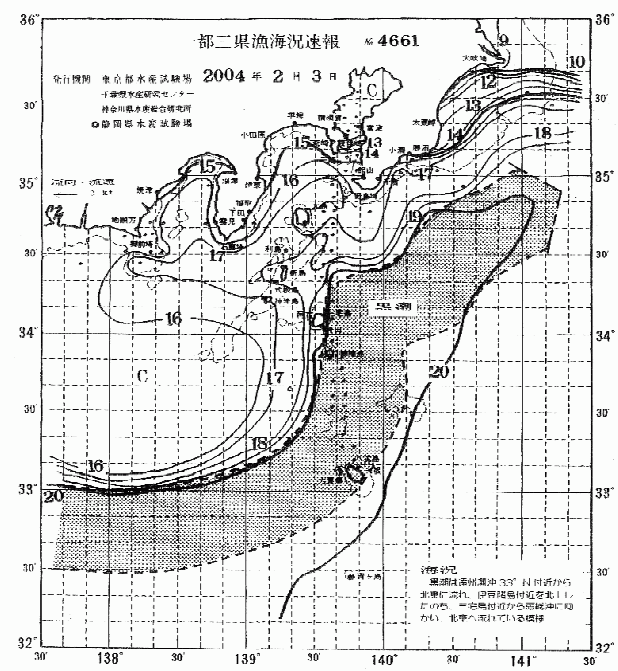
2003年12月29日



2004年1月9日



2004年1月21日



2004年2月3日

図4 一都三県漁海況速報図

及び12月生まれ群の成長について、2004年級群を過去2年級群と比較した。耳石輪紋間隔の変化を見たところ、11月生まれでは2002年級群と比べ孵化後1ヶ月後から、12月生まれでは過去2年級群と比べ同2週間～2ヶ月後まで、間隔が大きく上回った。輪紋間隔はその時点での成長速度を表しており、これが大きいほど成長も良いということになる。つまり、2004年級群は、過去2年級群と比べ成長が良く、生残率が高かったと推定される。この初期減耗期の生残率が高かった要因として、自然死亡個体数の減少あるいは大型魚による捕食からの逃避率が増したことが考えられ、またシラス漁が禁漁期間（1月～3月10日）中で漁獲による減耗が殆ど無かったことが考えられ、のちのヒラゴ、小羽、中羽マイワシとしてまとまった漁獲加入につながったものと思われる。魚類の成長に関与する外部要因としては、水温、餌料環境が考えられるが¹²⁾、今のところ2004年級群の成長が良かった原因は明らかでない。この点については今後精査する必要がある。

では、これらシラスはどこで産み出されたのか。産卵調査結果¹³⁾によれば、2003年11～12月に産卵が確認されているのは、土佐湾周辺に限られている。伊豆諸島近海も常に太平洋側の産卵場の一つではあるが、この時期に卵は採集されておらず、2004年3月になってようやく静岡県沿岸及び大島南海域で僅かに採集されていた。したがって、今回のマイワシ仔魚はこの海域に由来するものではないと判断された。一方、土佐湾における2002～2004年漁期のマイワシ仔魚漁獲量推移¹⁴⁾によれば（図6）、過去2年は非常に少なかったが、今漁期は12月から獲れ始め、1月には200トンもの水揚げがあった。この漁獲傾向は、当所の試験操業の結果と一致する。

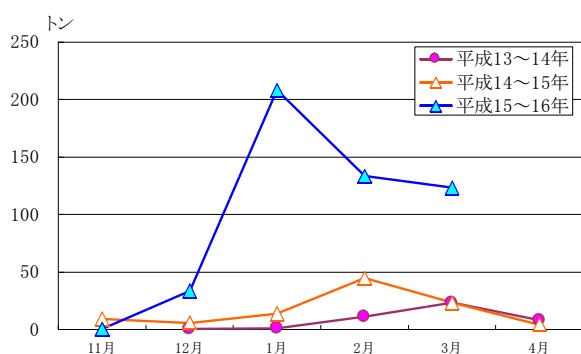


図6 土佐湾におけるマイワシ仔魚漁獲量推移

このことから、今回のマイワシ仔魚は土佐湾周辺に由来する可能性が高くなったが、来遊の途中にあたる愛知県及び静岡県海面では、この時期マイワシ仔魚の採集はなかった。この点について、海況面から検討した。NOAAの画像によれば黒潮は、愛知県及び静岡県沿岸

からは遠く離れた所を真東に流れており、この状態では両海域への暖水波及が殆どないことから、黒潮に乗り流されてきたシラスは両県の遠く沖を素通りする形になり、両海域への来遊がなかったものと思われる。この後、黒潮は伊豆諸島海域で2度流路を変えるが、この流路の変更が相模湾へシラスを運ぶこととなる。つまり、三宅島で北東から東北東方向へ流向を変える際、反流が生じるが、この反流の向かった先が相模湾であったと思われる。このため、愛知県や静岡県沿岸海域で採集が無かったのにも関わらず、相模湾には大島西水道からの断続的な暖水波及により効果的にシラスが来遊し、採集することができたものと考えられた。

摘 要

1. 2004年1月に相模湾に来遊したマイワシ仔魚について、過去2ケ年の年級群との成長差異を検証した。
2. 孵化時期は、耳石輪紋情報から、主に2003年11～12月に生まれた早期発生群であった。
3. 耳石日輪間隔の変化をみたところ、2004年級群は過去2ケ年級群と比べ、間隔が広く初期成長が良かった。
4. 孵化場所は、産卵調査結果及び海況から土佐湾周辺と考えられた。
5. 2004年級群の初期成長が良かった原因は、未解明であり、今度精査する必要がある。

謝 辞

矢嶋宏氏、甘粕雅秀氏、大竹勝氏、葉山一郎氏、長嶋慎治氏及び府川忠次氏には標本採集にご協力を頂いた。ここに記して、心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター(2003):我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価要約版), 1-216
- 2) 関東農政局横浜統計・情報センター(1996～2004):神奈川県農林水産統計年報(水産業編).
- 3) Hayashi S, Kondo K(1957): Growth of the Japanese anchovy-IV, Age determination with use of scales. Bull. Tokai. Fish. Res. Lab, 17, 31-64.
- 4) R.J. Beamish and C.A. McFarlane(1987): Current trends in age determination methodology, in "The Age and Growth of Fish" (ed. by R.C. Summerfelt and G.E. Hall), Iowa State University Press, 15-42.

- 5) Pannella G(1971) : Fish otoliths : daily growth layers and periodical patterns, *Science*, **173**, 1124-1127.
- 6) Clemmesen C(1996) : Importance and limits of RNA/DNA ratio as a measure of nutritional condition in fish larvae. In: Watanabe Y, Yamashita Y, Oozeki Y(eds) *Survival Strategies in Early Life Stages of Marine Resources*, AA Balkema, Rotterdam, 67-82.
- 7) Campana SE(1990) : How reliable are growth back-calculation based on otolith? *Can.J.Fish. Aquat.Sci.*, **47**, 2219-2227.
- 8) Tsuji S, Aoyama T (1984) : Daily growth increment in otoliths of Japanese anchovy larvae, *Engraulis japonica*, *Bull. Japan. Soc. Sci Fish.*, **50**, 1105-1108.
- 9) Fukuhara O(1992) : Study on development of functional morphology and behaviour of the larvae of eight commercially valuable teleost fishes, *日本海ブロック試験研究集*, **25**, 1-17.
- 10) 内田恵太郎、今井貞彦、水戸敏、藤田矢郎、上野雅正、庄島洋一、千田哲資、田福正治、道津喜衛(1958) : 日本産魚類の稚魚期の研究, 九州大学農学部水産学第二教室, **1**, 10-13.
- 11) 近藤恵一、堀 義彦、平本紀雄 : マイワシの生態と資源(改訂版), 水産研究業書, **30**, 1-68.
- 12) V.P.Saksena, C.Steinmetz and E.D.Houde (1972) : Effects of temperature on growth and survival of laboratory-reared larvae of the scaled sardine *Harengula Pensacolae* Goode and Bean, *Transactions of the American Fisheries Society*, **101**, 691-695.
- 13) 独立行政法人水産総合研究センター(2004) : 平成16年度中央ブロック卵・稚仔、プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **24**, 93-94.
- 14) 平成16年度第1回太平洋イワシ・アジ・サバ等長期漁海況予報会議(2004) : 高知県水産試験場資料.