マサバ・ゴマサバ太平洋系群2007年級群の推定孵化時期

誌名	黒潮の資源海洋研究 = Fisheries biology and oceanography in the Kuroshio
ISSN	13455389
著者名	高橋,正知 高木,香織 川端,淳 渡邊,千夏子 西田,宏 山下,紀生 森,賢 巣山,哲 中神,正康 上野,康弘 斉藤,真美
発行元	中央水産研究所
巻/号	11号
掲載ページ	p. 49-54
発行年月	2010年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

黒潮の資源海洋研究　第11号，49－54　(2010)

マサバ・ゴマサバ太平洋系群2007年級群の推定孵化時期*1

高橋正知*2・高木香織*2・川端　淳*2・渡邊千夏子*2・西田　宏*2・山下紀生*3・
森　　賢*3・巣山　哲*4・中神正康*4・上野康弘*4・斉藤真美*5

Estimated hatching season of the Pacific stock of chub mackerel *Scomber japonicus* and spotted mackerel *S. australasicus* in 2007 *1

Masanori TAKAHASHI*2, Kaori TAKAGI *2, Atsushi KAWABATA*2, Chikako WATANABE*2,
Hiroshi NISHIDA*2, Norio YAMASHITA*3, Ken MORI *3, Satoshi SUYAMA*4,
Masayasu NAKAGAMI*4, Yasuhiro UENO *4, Mami SAITO*5

マサバ *Scomber japonicus* およびゴマサバ *S. australasicus* の資源研究において，加入量およびその加入機構を解明することは重要であるが，仔稚魚を含む加入以前の個体についての知見は乏しいのが現状である。マサバ，ゴマサバ太平洋系群の当歳魚は，本邦太平洋南岸で発生し（3～6月中心），黒潮に移送されて黒潮親潮移行域に広く分散，北上し（4～8月：北上期），その後，道東～千島列島沖合域で索餌，成長後（6～10月：索餌期），本邦近海に南下して（10～2月：越冬期）資源に加入するものと考えられている（川端他 2006）。なお，以降表記するさば類とはマサバおよびゴマサバを指し，いずれも特に断りがない限り太平洋系群のことを指す。

水産総合研究センターでは，浮魚類の現存量推定ならびに加入量水準の動向把握を目的として，1996年より黒潮親潮移行域を中心とした複数の海域で，調査船調査を行っている。これらの調査船調査の結果から得られるさば類当歳魚の資源量指標値は，それぞれ加入量水準をよく反映することが指摘されている（川端他 2010，渡邊他 2010）。また，発生初期の成長速度も加入量水準と一致した動向を示すことが指摘されている（Yamashita *et al.* 2006）。資源変動および加入機構の解明を進める上で，これら加入に寄与すると考えられる群がいつ，どこで生まれ，どのように成長するかを把握することは重要である。さば類の日齢については D'Amours *et al.* (1990) がタイセイヨウサバ *Scomber scombrus* について，高橋他 (2004) がマサバについて，それぞれ耳石の日周性と初期成長について報告している。ゴマサバについては渡邊他 (2002) が耳石輪紋の日周性について言及している。これらはいずれも飼育下あるいは天然下での断片的な情報であり，同一年級群の長期にわたる成長を追跡した研究はまだない。そこで本研究では，2007年5～7月の北上期および2007年9～10月の索餌期に行われた調査船調査からさば類

＊1　平成21年度中央ブロック資源・海洋研究会（平成21年10月：高知市）では「マサバ・ゴマサバ太平洋系群の孵化時期推定について」と題して口頭発表した。

＊2　独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所　〒236-8648　神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4　e-mail：mtaka8@affrc.go.jp
National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa-Ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236-8648, Japan

＊3　独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所　〒085－0802　北海道釧路市桂恋116
Hokkaido National Fisheries Reseach Institute, Fisheries Research Agency, 116 Katsurakoi, Kushiro-shi, Hokkaido 085-0802, Japan

＊4　独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所八戸支所　〒031-0841　青森県八戸市鮫町下盲久保25-259
Hachinohe Station, Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, 25-259 Shimomekurakubo, Same-machi, Hachinohe-shi, Aomori 031-0841, Japan

＊5　日本エヌ・ユー・エス株式会社環境科学研究所　〒236-0004　神奈川県横浜市金沢区福浦1-1
Environmental Science Laboratory, JAPAN NUS Co., Ltd, 1-1 Fukuura, Kanazawa-Ku, Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, Japan

表1　2007年における北上期および索餌期の調査船調査の詳細.

	北上期			索餌期
調査船名	北鳳丸	北鳳丸	青海丸	北鳳丸
期間	5月10～30日	6月10～7月11日	6月3日～7月1日	9月13～10月7日
海域	35°N～39°10'N, 143°E～162°E	32°N～45°30'N, 142°E～180°W	34°N～44°40'N, 154°E～160°W	38°50'N～46°N, 141°40E～165°E
側点数	43	117	72	48
トロール網	JP-1型(目合10mm)	NST-99型(目合17mm)	NST-99型(目合17mm)	NST-99型(目合17mm)
曳網時間(分)	30	60	40	30～60
曳網速度(ノット)	3.5	5.0	5.0	5.0

当歳魚の分布を明らかにし，得られた標本を用いて，日齢解析により稚魚～幼魚期の成長様式および孵化時期の推定を行うことを目的とした。

資料と方法

調査方法および魚体測定

標本は2007年5～10月にかけて行われた4つの調査船調査から得た（表1）。調査は実習船北鳳丸（664t, 2,200馬力，北海道教育庁実習船管理局）および実習船青海丸（403t，1,800馬力，山口県立水産高等学校）による中層トロール漁獲試験を，黒潮親潮移行域周辺海域および三陸～道東沖から千島列島沖の海域の計280地点で行った。漁具はニチモウ製オッタートロールJP-1型(コッドエンド目合い10mm)およびNST-99型（コッドエンド目合い17mm）を用い，昼夜を問わず表層を約3.5～5.0ノットで30分～1時間曳網した。

中層トロール漁獲試験で得られたさば類標本は，船上で全量あるいは一部抽出して尾叉長（FL），重量を測定後，－20℃で凍結して持ち帰った。研究室で解凍後，FL，第1背鰭第1～9棘条までの基底部の長さ，体重，生殖腺重量を計測した後，左右の耳石（扁平石）を摘出した。種の査定は中央水産研究所（1999）に従った。

日齢査定

得られたマサバについて，5月（北上期）に採集された30個体，6～7月（北上期）に採集された60個体，および9～10月（索餌期）に採集された32個体について日齢査定を行った。同様に，ゴマサバについても5月（北上期）採集の40個体，6～7月（北上期）採集の54個体，9～10月（索餌期）採集の42個体について日齢査定を行った。各調査の標本は，尾叉長と調査点をなるべく網羅するよう選択した。

さば類の耳石輪紋は日周輪とされるため（渡邊他 2002，高橋他 2004），本研究においてもマサバ，ゴマサバともに輪紋が1日1本形成されるものとして日齢査定を行った。日齢査定は，扁平石の平面および縦断面で観察される輪紋の計数により行った。

平面からの輪紋計数は，扁平石をスライドグラス上で透明マニキュアに包埋して行った。扁平石が肥厚し，輪紋の計数が困難なものについては，表面を軽く研磨したのち計数した。縦断面からの計数は，扁平石をエポキシ樹脂（新ペトロポキシ154，株式会社マルトー）に包埋し，腹部面および背部面から核付近までを研磨して耳石切片を作製して行った。いずれの方法でも，輪紋の計数には耳石日輪計測システム（ラトックシステムエンジニアリング株式会社）を用いた。推定された日齢と尾叉長の関係にはゴンペルツの成長式（Ricker 1979）を当てはめた。成長式はMS-Excelのソルバーを用い，非線形最小二乗法により求めた。各個体の日間成長率（mm/d）を求め，全個体の平均成長率を求めた。最後に，各個体の採集日から日齢を差し引き，孵化日を推定した。

結　果

分　布

中層トロール漁獲試験の単位漁獲量あたりの結果を図1に示す。5月（北上期）におけるさば類の分布は，両種とも158°E以西の広い海域で確認され，特に36～38°N，147～152°Eの海域での漁獲尾数が多かった。6～7月（北上期）におけるマサバの分布域は171°Eまで達し，特に三陸沖から151°E，37°N～42°Nと155°E，34°N～39°N，および163°E，37°N～39°の海域に多く出現した。ゴマサバは166°Eまで出現し，マサバとほぼ同様の分布パターンを示した。9～10月（索餌期）の両種の分布は，調査海域全体の比較的広い範囲で確認され，特に三陸沿岸部と155°E～165°Eの千島列島東方沖海域での分布が多かった。

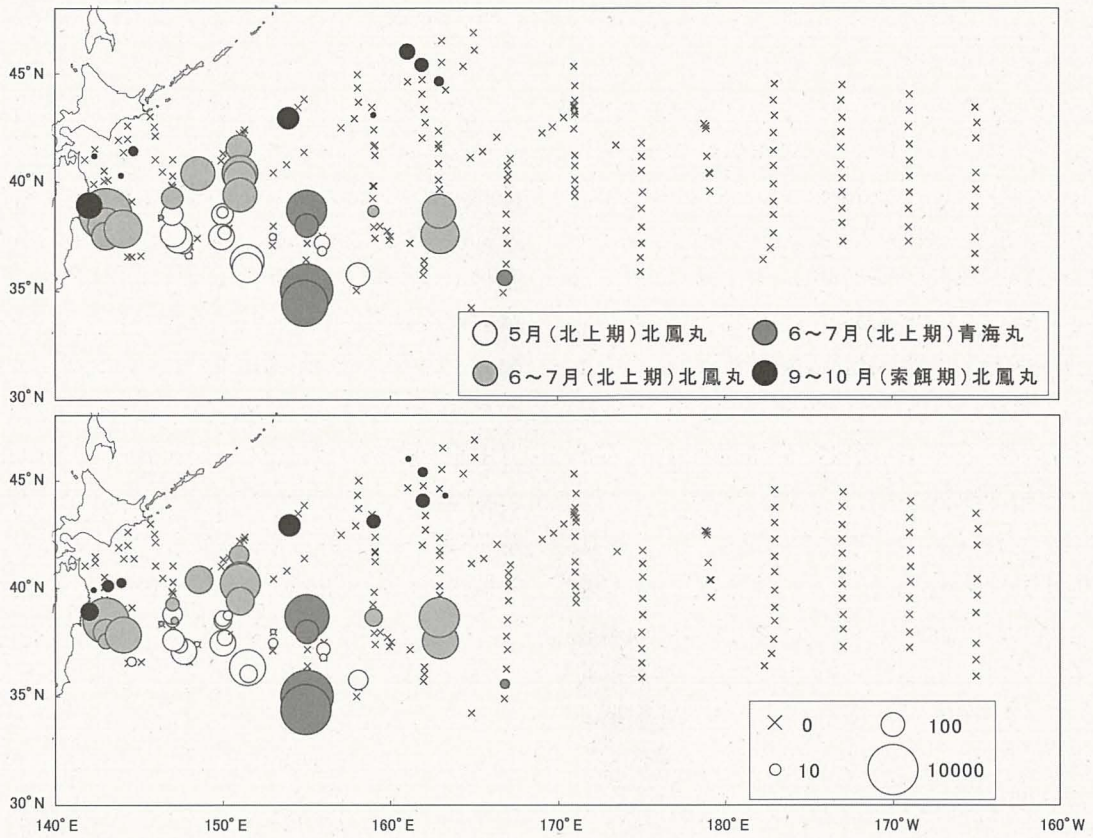

図1　2007年5月（北上期），6～7月（北上期），9～10月（索餌期）における中層トロール漁獲試験によるマサバ（上），ゴマサバ（下）当歳魚の分布（CPUE）.

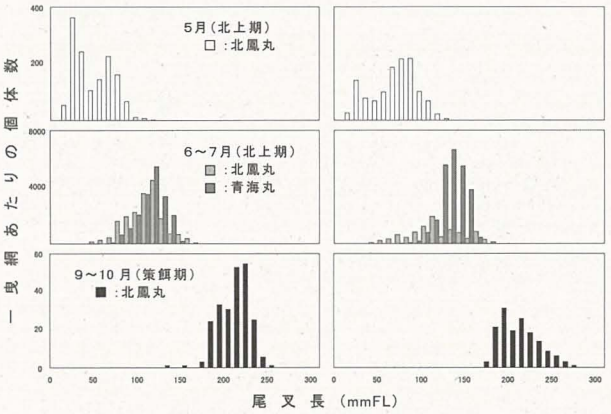

図2　各採集時期に得られたマサバ(左)，ゴマサバ(右)当歳魚の尾叉長組成.

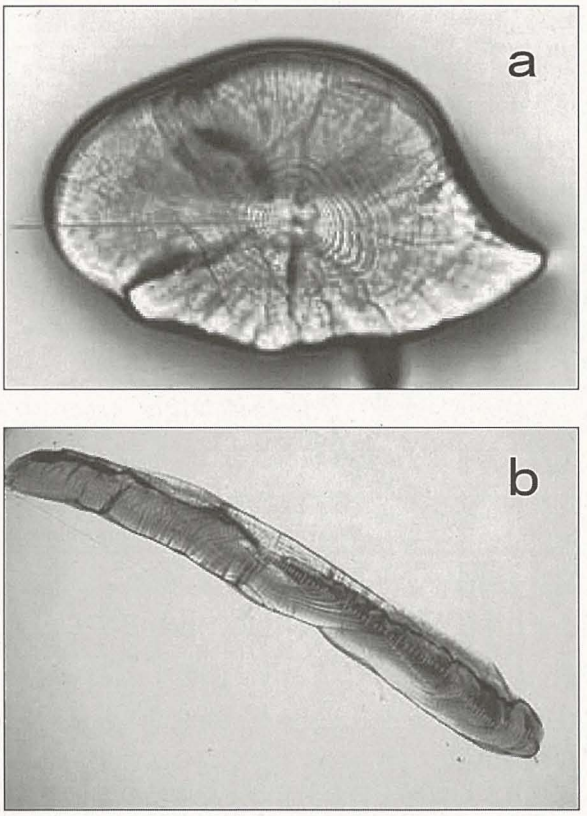

図3　マサバ当歳魚扁平石の形態．a：平面，31.32mm (FL)（右方向が前部面）．b：縦断切片，109.89mm (FL).

尾叉長組成

各時期における調査で得られたマサバ（ゴマサバ）の平均尾叉長（FL）±SDは5月（北上期）で54.7±22.3（68.0±30.0）mm，6～7月（北上期）で104.0±38.9（125.5±25.9）mm，9～10月（索餌期）で205.9±18.4（212.0±21.1）mmであった。両種とも採集時期が進むにつれて尾叉長の増大が認められた（図2）。また，北上期（5月および6～7月）の標本では，マサバよりもゴマサバの尾叉長が有意に大きかった

（*t*-Test，5月：$p<0.05$，6～7月：$p<0.01$）。

輪紋計数と尾叉長との関係

約70mm（FL）までのさば類の扁平石は，よく似た形態で，どちらも楕円形を呈し，腹部面前方に突出部が認められた（図3a）。平面観察での輪紋は明瞭で，縁辺部までの計数が可能であった。一方，約70mm（FL）よりも大型の個体では縁辺に二次核の形成が確認された。二次核形成以降の輪紋は不明瞭で，表面を研磨して平面観察をしても計数は困難であった。そこで，これらの個体については縦断面からの輪紋計数を試みた。縦断面切片では二次核形成以降から縁辺部まで連続する輪紋が観察できた（図3b）。

輪紋計数から推定されたマサバの日齢は，5月（北上期）採集個体で33～71日，6～7月（北上期）で42～93日，9～10月（索餌期）で104～149日であった。ゴマサバでは5月（北上期）採集個体で34～67日，6～7月（北上期）で42～108日，9～10月（索餌期）で91～160日であった。マサバ，ゴマサバの尾叉長（Y）と日齢（x）の関係は，それぞれ $Y=266.21e^{-e^{-0.02(x-64.01)}}$，$Y=305.24e^{-e^{-0.02(x-61.65)}}$ のアロメトリー式で表された（いずれも $r^2=0.99$，図4）。また，日間平均成長率±SDはそれぞれ1.47±0.24mm/d，1.74±0.27mm/dであった。

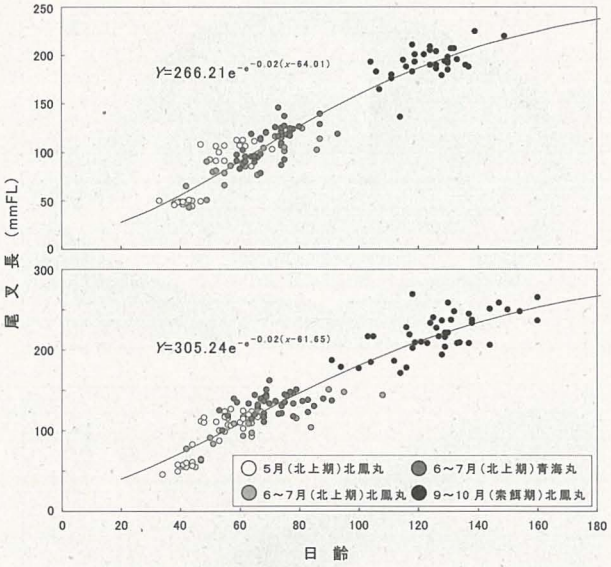

図4　各採集時期に得られたマサバ（上），ゴマサバ（下）当歳魚の日齢と尾叉長の関係．実線は成長曲線を表す．

推定孵化時期

採集日から日齢を差し引くことで両種の孵化時期を推定した（図5）。マサバの推定孵化時期は3月上旬から6月上旬までであった。各採集時期でみると，北上期に採集されたマサバの推定孵化時期は3月上旬～5月上旬の範囲で，3月下旬～4月上旬が中心であった。それに対して，索餌期採集個体の推定孵化時期は5月中旬をピークとする4月下旬～6月上旬の範囲であり，北上期採集個体とは明瞭に異なる時期に孵化したものと推定された。ゴマサバの推定孵化時期は3月上旬～6月中旬と，マサバよりもやや長かった。採集時期別の推定孵化時期は，北上期採集個体では3月上旬～4月下旬にかけての範囲で，3月下旬～4月上旬がピークであった。索餌期採集個体では4月下旬～6月中旬の範囲で，ピークは5月中旬～6月上旬であった。このようにマサバとゴマサバの孵化時期はほぼ同時期と推定され，両種とも北上期採集個体と索餌期採集個体で孵化時期が異なる傾向を示した。

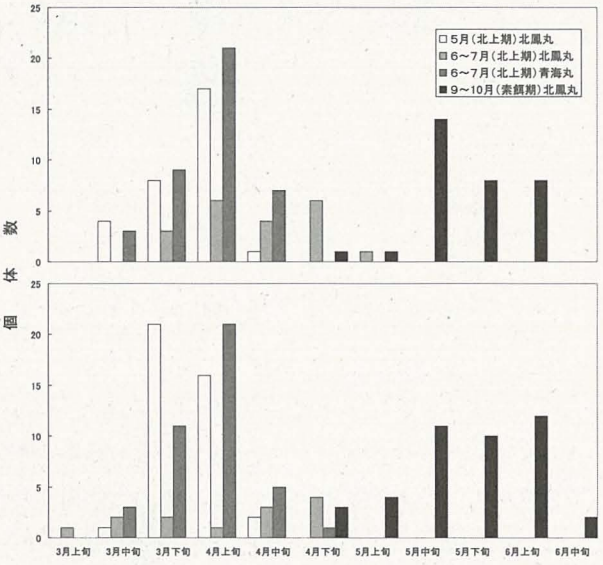

図5　各採集時期に得られたマサバ（上），ゴマサバ（下）当歳魚の旬別の推定孵化月．

考察とまとめ

本研究により，同一年内の北上期から索餌期にかけてのさば類当歳魚の分布様式と成長を追跡できた。また，北上期と索餌期における両種の孵化時期を初めて明らかにした。

2007年における両種の分布は，北上期には三陸沿岸から170°E付近までであった。黒潮親潮移行域に移送された当歳魚は，沿岸域から165°E～170°E付近まで分布することが知られている（渡邊他 1999，川端他 2006）。また，他の年に行われた調査での分布域とも類似していたことから，2007年は当歳魚の特別な分布を示す年ではないと考えられる。索餌期においては165°Eまで分布していることが確認され，これも

他の年と明確な違いを見出すものではなかった（中央水産研究所・東北区水産研究所調査船調査結果，図1）。両種とも北上期から索餌期に移行するに従い，尾叉長が大型化していたことから（図2），移行域から索餌海域へと成長しながら北上することが示唆された。さば類当歳魚は孵化後に黒潮親潮移行域に輸送され，さらに北上して索餌海域に加入することが指摘されており（川端他 2006），本研究の結果においても同様の回遊経路が確認された。

日齢と尾叉長から推定された日間平均成長率は，マサバで1.47mm/d，ゴマサバで1.74mm/dであった。これはさば類幼稚魚期の平均成長率とされる約1mm/d（渡部 1970，渡辺 2002）よりも大きい値である。このように初期成長率の高いマサバ稚魚の割合が多い年は加入豊度が高い可能性が指摘されている（Yamashita *et al*. 2006）。実際にマサバ，ゴマサバ2007年級群の資源水準は近年において比較的高かったことから（川端他 2010，渡邊他 2010），本研究の結果は「発生初期の高い成長率が良好な加入につながる」という仮説を支持するものと考えられる。

輪紋計数の結果から，両種の推定孵化時期はほぼ同時期であり，北上期および索餌期採集個体でそれぞれのピークが異なることも同様であった。2007年におけるマサバの産卵は1月から始まり，駿河湾～鹿島灘における海域を主体に7月まで継続された（Oozeki *et al*. 2007）。マサバの主産卵場である銚子沖から遠州灘海域の関東近海におけるマサバ産卵量のピークは4月であり（千葉県水産総合研究センター他 2007），伊豆諸島を中心に遠州灘から房総沖で卵が確認された。本研究で推定されたマサバの孵化時期はこの範囲に含まれ，大幅な時期の違いはみられなかったことから，輪紋計数結果は妥当であると考えられる。また，マサバの産卵時期のピークは，北上期に得られた個体の推定孵化時期のピークと一致した（図5）。このことから，北上期採集個体は関東近海の産卵群に由来することが示唆される。また，索餌期の個体の推定孵化時期は産卵量のピークとは一致しなかったものの，駿河湾～鹿島灘での産卵量の多い時期であり，これらの海域の産卵群に由来するものと考えられる。一方，2007年におけるゴマサバの産卵は2月から7月まで確認され，産卵量のピークは4月であった（Oozeki *et al*. 2007）。これは本研究で推定されたゴマサバ孵化時期の範囲と一致する（図5）。しかし，産卵量のピーク時期は，北上期採集個体の推定孵化時期に一致するものの，索餌期採集個体のものとは一致しなかった。ピーク時の産卵海域は薩南および伊豆諸島近海から房総沖が主体であったため（Oozeki *et al*. 2007），北上期採集個体の由来も当該海域における産卵群であることが示唆される。索餌期採集個体の推定孵化時期にあたる産卵は，常磐沖合と薩南海域で多く，房総～日向灘にかけても確認されたことから（Oozeki *et al*. 2007），これらの海域での産卵群が由来となっている可能性がある。

北上期採集個体と索餌期採集個体の推定孵化時期（3～4月生まれ vs 5～6月生まれ）がほぼ重複しないことから（図5），その由来となる産卵群は別であると判断するのが妥当であろう。では，索餌期の調査で得られなかった北上期採集個体と同時期（3～4月生まれ）に孵化した群はどこへ行ったのであろうか？索餌期以降の個体は，秋冬季に20～25cm程度になって南下し，常磐～房総半島の沿岸から沖合の黒潮続流周辺海域で越冬する（川端他 2009）。このことから北上期採集個体と同時期に孵化した群は，既に南下を開始しており，索餌期の調査では採集されなかったと考えられる。索餌期採集個体（5～6月生まれ）の平均尾叉長±SDが，マサバで205.9±18.4mm，ゴマサバで212.0±21.1mmであり（図2下段），これよりも大型のさば類，すなわち索餌期採集個体よりも早生まれの群が採集されなかったこととともよく対応する。このように複数産卵群由来のさば類であっても，時期を遅らせながら順次同様の回遊ルートをたどることが示唆された。

調査船調査で得られたさば類は，北上期と索餌期の資源量指標値と加入量水準との間に相関があることから（川端他 2010，渡邊他 2010），本研究で扱った標本も加入に寄与する群であると考えられる。このように，異なる産卵群由来のさば類がいずれも加入量と対応することは，加入量決定の機構が北上や索餌回遊をするよりも前の段階で決定されている可能性を示唆する。また，両種の推定孵化時期が，採集時期によって産卵量のピーク時期とずれることから（図5），産卵盛期に孵化した個体だけが加入に寄与する群の主体となるわけでもないようである。

このような採集時期による孵化時期の差や産卵時期とのずれは，他の資源水準の異なる年でも確認されるのか，それとも2007年のみに特徴的な現象なのかを明

らかにするため，今後は他の年の標本についても孵化時期の推定をする必要がある。さらに初期成長の良し悪しと加入成否の関係を検証し，加入量変動との対応の有無を把握するために，複数年にわたるさば類当歳魚の初期成長解析が必要である。

文　献

千葉県水産総合研究センター・静岡県水産技術研究所・神奈川県水産技術センター・東京都島しょ農林水産総合研究センター，2007：（5）サバ属卵・仔魚採集状況．関東近海のマサバについて，平成19年度の調査および研究成果，44-46.

中央水産研究所，1999：マサバ・ゴマサバ判別マニュアル．水産庁，東京，32p.

D' Amours D., J. G. Landry and T. C. Lambert, 1990: Growth of juvenile (0-group) Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in the gulf of St. Lawrence. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47, 2212-2218.

川端　淳・中神正康・巣山　哲・谷津明彦・高木香織・建田夕帆，2006：近年の広域な調査船調査から推定されるサバ，イワシ類の季節的分布回遊．2006年度水産海洋学会講演要旨集，94.

川端　淳・渡邊千夏子・西田　宏・梨田一也・本田聡，2010：平成21年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価．平成21年度我が国周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC 種）第 1 分冊，水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合センター，215-250.

川端　淳・谷津明彦・西田　宏・小澤竜太・高木香織・山下紀生・山下夕帆・中神正康・高橋正知，2009：北西太平洋におけるマサバ・ゴマサバ未成魚の越冬海域の年変化．第57回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告，東北区水産研究所八戸支所，157-162.

Oozeki Y., A. Takasuka, H. Kubota and M. Barange, 2007: Characterizing spawning habitats of Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*), and Pacific round herring (*Etrumeus teres*) in the northwestern Pacific. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 48, 191-203.

Ricker W. E., 1979: Growth rates and models. In: Fish Physiology, edited by Hoar W. S., D. J. Randall and J. R. Brett, Academic Press, New York, 678-743.

高橋素光・谷津明彦・西田　宏・渡邊千夏子・中山慎之介・益田玲爾・山下　洋・田中　克，2004：飼育実験下におけるマサバ仔稚魚の体成長と耳石成長．平成16年度日本水産学会大会講演要旨集，57.

Yamashita N., M. Noto, C. Watanabe, A. Kawabata and H. Nishida, 2006: Distribution and growth of juvenile chub mackerel, *Scomber japonicus*, in the Kuroshio-Oyashio transition region. North Pacific Marine Science Organization fifteenth annual meeting Program abstracts, 153.

渡部泰輔，1970：マサバ発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究．東海区水産研究所研究報告，62，1-283.

渡邊千夏子・川端　淳・須田真木・西田　宏・本田聡，2010：平成21年度マサバ太平洋系群の資源評価．平成21年度我が国周辺水域の漁業資源評価（魚種別系群別資源評価・TAC 種）第 1 分冊，水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合センター，149-182.

渡邊千夏子・川端　淳・和田時夫，1999：黒潮親潮移行域におけるサバ類当歳魚の分布．月刊海洋，31（4），236-240.

渡邊千夏子・小林憲一・川端　淳・梨田一也，2002：マサバとゴマサバの年齢と成長．月刊海洋，34（4），261-265.