

平成28（2016）年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（上村泰洋、由上龍嗣、渡邊千夏子、古市 生、亘 真吾、岸田 達）

参 画 機 関：北海道区水産研究所、東北区水産研究所、瀬戸内海区水産研究所、北海道立総合研究機構釧路水産試験場、地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

要 約

本系群の資源量および親魚量についてコホート解析により計算した。資源量は2003年までは変動が大きいながらも増加傾向であったが、2003年の1,490千トンピークに減少傾向となり、2015年は150千トンと推定された。親魚量は2004年の896千トンピークに減少傾向であり、2015年は67千トンであった。2015年の親魚量（67千トン）は、再生産関係において良好な加入を期待しにくくなる親魚量（ $B_{limit}=130$ 千トン）を下回っていることから、資源水準は低位、最近5ヵ年（2011～2015年）の親魚量の推移から動向は減少と判断した。基本規則の1-1)-(2)を適用し、基準値（ F_{med} ）を B/B_{limit} の比率で引き下げた漁獲係数 F （ F_{rec} ）を管理基準値として、2017年ABCを算定した。

管理基準	Target/ Limit	F値	漁獲割合 (%)	2017年ABC (千トン)	$B_{limit}=$ 130千トン
					親魚量 5年後 (千トン)
Frec	Target	0.90	23	32	391
	Limit	1.13	26	37	276

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルのF値による漁獲量である。Targetは、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の回復が期待されるF値による漁獲量である。 $F_{target}=\alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値0.8を用いた。F値は漁獲の主対象群となる1歳魚の漁獲係数である。漁獲割合は2017年の漁獲量／資源量である。2015年親魚量は67千トンである。

カタクチイワシ太平洋系群－2－

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F値	漁獲割合 (%)
2012	502	352	155	1.10	31%
2013	456	292	156	1.86	34%
2014	308	209	144	2.65	47%
2015	150	67	59	1.87	39%
2016	137	62	—	—	—

F値は漁獲の主対象群となる1歳魚の漁獲係数である。

	指標	水準	設定理由
Bban	未設定		
Blimit	親魚量	1988年水準（130千トン）	これ未満の親魚量だと、良好な加入量があまり期待できなくなる。
2015年	親魚量	1988年水準以下（67千トン）	

水準：低位 動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 主要港水揚量（北海道～鹿児島(18)道県、関係府県） 体長組成調査、精密測定調査（水研、北海道～鹿児島(18)道県 等）
自然死亡係数（M）	0～1歳魚は1.0、2歳魚は1.6、3歳魚は1.9（補足資料2を参照）
資源量指数 ・ 大中型まき網の漁獲努力量 ・ 産卵量 ・ 秋季トロール調査CPUE ・ 冬春季の常磐・房総海域漁獲量 ・ 3～6月の大中型まき網の資源量指数	分布回遊状況解析調査（JAFIC） 卵稚仔調査（2～3月、水研、青森～鹿児島(18)都県）： ノルパックネット、CTD等 北西太平洋秋季浮魚類調査（9～10月、水研） 主要港水揚量（千葉県、茨城県、福島県）、体長組成調査 分布回遊状況解析調査（JAFIC）

1. まえがき

本資源は、仔魚期にシラスとして船曳網などで漁獲され、未成魚～成魚はまき網漁業の対象となる。近年は1歳魚が漁獲の主体となっている。1990年代後半～2000年代には、マイワシの資源水準の低下と同期して資源水準が上昇し、まき網により多獲されたが、最近の資源水準は減少傾向にある。高水準期の本系群の分布域は沖合にまで広がったが、近年は沖合の分布量は減少傾向である。漁場は沿岸域に形成されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

分布域は、九州から北海道に至る太平洋の沿岸から沖合の黒潮域、黒潮続流域、黒潮親潮移行域、親潮域にまで拡大しており、東経170度付近まで分布が認められる（図1）。

北西太平洋において、小型浮魚類の資源は、気候変動に伴って数十年規模で周期的かつ劇的な変動を繰り返してきた。例えば、太平洋十年規模変動指数（PDO index）が正偏差の期間はマイワシ、負偏差の期間はカタクチイワシの資源が高水準となる魚種交替が知られている（Takasuka et al. 2008）。

(2) 年齢・成長

寿命はこれまでの鱗の読輪結果から4歳としている（補足資料4）。成長は太平洋北区における過去の報告ならびに近年の解析により、満1歳で被鱗体長8 cm程度、2歳で13 cm、3歳で14.5 cm程度であり、太平洋中区から南区ではこれよりもやや成長が早い（図2）。体長-体重関係は以下の回帰式で示される（1998～2007年のパラメータの平均）。

$$\text{体重 (g)} = 0.010 \times \text{体長}^{3.00} \text{ (cm)}$$

(3) 成熟・産卵

産卵は冬季を除くほぼ周年行われる。満1歳で成熟する。生物学的最小形は8 cmと報告されていることから（近藤 1969）、0歳では成熟していないと仮定した（図2）。資源の低水準期には、分布は内湾から沿岸に限られ産卵の中心は夏季であるが、高水準期には分布が沖合にまで広がり、産卵盛期も早春から秋までと長い。近年の産卵盛期は4～8月である（図3、4、表1）。

(4) 被捕食関係

動物プランクトン等を摂餌する。中大型の浮魚類や鯨類に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

福島県から鹿児島県の沿岸では、シラス船曳網等により春から秋までシラスとして漁獲される。各地の定置網ならびに道東をはじめ、各地の中・小型まき網でも漁獲される。常磐・房総の大中型まき網の漁期は12～6月である。資源量が多い年には9～11月に道東から三陸、1～5月に熊野灘や日向灘でも多獲される。黒潮・親潮移行域等、沖合域に分布する魚群はほとんど漁獲対象となっていない。1999～2004年では未成魚・成魚の漁獲の30～35%

が常磐・房総の大中型まき網によるものであったが、その後減少し、2012年以降は数%となった。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、1989年まで数万トンで推移していたが、1990年に太平洋北区（青森県～茨城県）で急増し200千トンを超えた。その後の漁獲量は、年変動が激しいものの概ね増加傾向であり、2003年には過去最高の408千トンとなった。漁獲量はその後減少し、2010～2014年は140～160千トンで推移したが、2015年は59千トンと2014年から大きく減少した（図5、表2）。海区別では、太平洋中区（千葉県～三重県）が漁獲量の大部分を占めており、太平洋南区（和歌山県～宮崎県）の漁獲量は少ない。2012年以降、太平洋北区での漁獲量が大きく減少している（図5、表2）。1990年以降、房総・常磐海域（千葉県、茨城県、福島県）の漁獲割合が、40～70%と高い割合で推移していたが、2014、2015年は20%台まで低下した。その一方で、東海海域における漁獲割合が増加傾向にあり、愛知県と三重県の漁獲量割合は、2007年まで10%程度であったものの、2008～2012年は20～30%、2013年は36%、2014年は38%、2015年は48%となった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本報告では年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により資源量を推定した（補足資料2）。高水準期は、分布域が沖合まで拡大するものの漁場は沿岸域に限られているため、漁場内外の交流が十分でない場合には、漁獲情報による資源量のみでは資源の動向を見誤る可能性がある。このため資源の状況をよりの確に把握しておく必要性から、漁場域よりも更に広範囲で行われている産卵調査結果（図3、4）を基に、卵数法（渡部 1983）により親魚量を計算（表1）し、コホート解析により求めた推定親魚量との比較を行っている。

(2) 資源量指標値の推移

太平洋北部大中型まき網の網数と一網当たりの漁獲量（CPUE）を見ると、2001～2004年は努力量が高い水準にあり、CPUEは39～50（トン/網）であったが、2005年には努力量が減少しCPUEが上昇した。2008～2011年は、努力量が500網前後に減少したが、CPUEは2001～2004年と同程度で安定していた。2012年に努力量が数網～数十網と大きく減少した後、低い値で推移し、CPUEも2012年以降大きく減少した（図6、表3）。

産卵調査によって得られた卵の分布量を緯度経度30分升目毎に集計して推定した産卵量のうち、大海区I～IV（図3）における2015年1～12月の産卵量の月別分布を図4に示す。また、大海区I～IVにおける年間産卵量の推移を図7および表4に示す。産卵量は1991年に急増した後、1996年まで緩やかに減少した。その後1999年に急増して1京粒を越えた後は、2012年まで1京粒前後の高水準の産卵量が維持されていたが、2013年に3,046兆粒に減少し、2015年は1,005兆粒とさらに減少した（図7、表4）。

2001年から実施されている北西太平洋秋季浮魚資源調査において、調査海域を拡大した2003年以降、道東海域のみならず千島列島東方沖にも本資源が広く分布していることが明らかとなった。千葉県水産総合研究センターによる解析の結果、同調査における体長11 cm

未満のカタクチイワシのCPUE（尾/曳網）と、冬春季に常磐・房総海域で漁獲される年明け1歳魚の漁獲量の間に相関関係があること、また同調査における体長11 cm以上のCPUEと年明け2歳魚の漁獲量の間にも相関関係があることが明らかとなった。同調査における体長11 cm未満のCPUEは2003年で最高値を示し、2015年は2003年以降最低であった2013、2014年と同程度となった。体長11 cm以上のCPUEは2004年で最も高く、それ以降減少傾向であり、2015年は2003年以降最低となった（図8、表5）。

常磐・房総海域は例年、冬春季が主漁期となる（例：2015年11月～2016年6月、これを2016年漁期とする）。この時期の漁獲物のうち、体長12 cm未満の漁獲量は当年漁期の前年（2016年漁期ならば2015年）の0歳魚資源量と、体長12 cm以上の漁獲量は当年漁期（2016年漁期ならば2016年）の親魚量とそれぞれ相関が高い。体長12 cm未満および体長12 cm以上の漁獲量は2003年漁期で最高となり、以降減少傾向で、2015年漁期は1999年以降最低となった（図8、表6）。

常磐・房総海域での漁獲物の年齢組成は、漁期の前半（前年11月～当年2月）に2歳魚と1歳魚とが混じり、後半（当年3～6月）に1歳魚が主体となることが多い。このため、北部太平洋まき網による資源量指数のうち、当年3～6月の合計値は前年の0歳魚資源量の指標となる。この指標値は2003年をピークに減少傾向にあり、2015年は1988年以降で最低であった（図8、表3）。

（3）漁獲物の年齢組成

1988年までは0歳魚の漁獲尾数が過半数を占める年が多かったが、1990年以降は1歳魚が大半を占め、2歳魚も目立つようになった（図9、10、補足表3-1）。なお漁獲尾数を求めるにあたって、年齢別平均体重を推定した（補足表3-1）。2000年代は1歳魚の割合が高い年が多かったが、2008年および2012年、2013年には、0歳魚の割合が全体の30%を超え、2014年は50%、2015年には75%となった。また、2012～2015年の0歳魚漁獲尾数の7割以上が東海海域で漁獲された。

（4）資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により推定された資源量は、1988年までは500千トン未満であったが、1989年に500千トンを上回り、1998年に1,000千トンを超えた（図11、表2）。その後、資源量は2003年（1490千トン）をピークとして減少傾向となり、2015年は150千トンと推定された。

過去30年の平均漁獲割合は28.1%、最近5年の平均漁獲割合は36.0%と高く、2015年は39.4%であった（図11、表2）。

コホート解析により推定した親魚量は1990年まで増加した後、1997年までは増減を繰り返した。1997年以降増加し2004年に896千トンとなったが、2004年以降減少し2015年には67千トンと推定された（図12、表2）。卵数法により推定した親魚量は1991年に増加した後、1996年まで増減を繰り返し1996年以降増加した。1999～2004年は変動幅が大きかったが、2005年以降変動幅は小さくなり、2015年の推定親魚量は223千トンで2014年の361千トンを下回った（図12、表4）。資源量が急増した1998年以前はコホート解析と卵数法による推定値が同レベルで変動していたが、資源が沖合にも拡大した1998年以降はコホート解析の推定値が低めに推移しており、その変動もコホート解析の特性を反映し小さなものとなって

いる（図12）。2002～2011年まで本州東方海域で実施された越冬期浮魚類現存量推定調査（2月、中央水研、俊鷹丸）における調査海域9万 km²に標準化した現存量推定結果では、2002～2004年で1,181～1,886千トン、2005～2010年で76～419千トン、2011年で106千トンと推定され、近年は沖合域の分布量の減少が顕著に示されている（久保田ほか 2012）。また、2003年以降実施されている北西太平洋秋季浮魚資源調査（9～10月、中央水研）において漁獲されたカタクチイワシのCPUEの変動からも、近年の沖合域での分布量が大きく減少していることが示されている（図8、表5）。

以上の結果から、近年は沖合域への分布拡大・縮小の振幅が大きく、産卵調査や計量魚探調査結果に基づけば、最近10年の間に少なくとも沖合域においては資源が大幅に減少してきたことが示唆される。コホート解析の推定値は特に高水準期において資源量推定値としては過小評価となっている可能性が高いが、コホート解析による推定値は漁場に近い沿岸域に分布する資源の水準を反映しているものと考え、本報告ではコホート解析結果を資源量推定値として採用し、将来予測にはコホート解析の前進法を適用した。

加入尾数は1997年以降、1,000億尾前後で推移し、2010年以降は600億尾程度となり、2014年は340億尾に減少した。2015年の加入尾数は301億尾と推定された（図13、表2）。

RPSは、1978～1989年の間、158～585尾/kgで推移したが、1990～2000年代は、98～343尾/kgで推移した（図13、表2）。2015年は、450尾/kgと推定された（図13、表2）。

親魚の主群となる1歳魚の漁獲係数の経年変化と、漁獲係数と親魚量の関係（図14）から、1988年の親魚量水準以下では漁獲係数が高まりやすくなると考えられる。

（5）再生産関係

親魚量と0歳魚加入尾数との関係を図15に示す。親魚量と加入量に弱い正の相関関係が認められる（ $p < 0.05$ 、図15）。2015年度評価では、資源水準が中高位水準期にあたる1989～2014年の再生産成功率中央値（RPSmed）を用いて将来予測を行った。2016年度は、低水準期の再生産成功率中央値（RPSmed）に相当する430.9尾/kg（1978、1979、1981～1988年）を適用し、年々の0歳魚加入尾数は過去の最大値（1,599億尾）を上限とした。

（6）Blimitの設定

再生産関係（図15）から、1988年の親魚量水準（約130千トン）以下では良好な0歳魚の加入が期待しにくくなると考えられる。それ以下では高い加入を期待しにくく漁獲が資源に与える影響が高くなると考えられる1988年の親魚量水準（130千トン）をBlimitに設定した。2015年の親魚量（67千トン）はBlimitを下回っている。

（7）資源の水準・動向

資源水準の判断基準は親魚量とし、資源水準の中位と低位の境界はBlimit（親魚量130千トン）、中位と高位の境界は、過去37年間の親魚量の最低と最高の三等分の上位1/3に相当する618千トンとした（図12）。昨年度評価では、2014年親魚量がBlimitを上回っていたことから、資源水準は中位と判断した。2015年の親魚量は67千トンであったことから、資源水準は低位、動向は最近5年間（2011～2015年）の親魚量の推移から減少と判断した。カタクチイワシは気候変動の影響により、資源変動が大きく変動する。例えば、太平洋十年

規模変動指数（PDO index）が正偏差の期間はマイワシ、負偏差の期間はカタクチイワシの資源が高水準となる（Takasuka et al. 2008）。近年、カタクチイワシ親魚量は減少傾向にある一方、マイワシ親魚量は増加傾向にあるため、漁業だけでなく、気候変動がカタクチイワシ親魚量の減少に影響している可能性がある。

（8）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

漁獲係数と、漁獲がない場合の加入量当たり親魚量に対する百分率（%SPR）、加入量当たり漁獲量（YPR）との関係を図16に示す。現状の漁獲係数（ $F_{current}$ ）は過去3年（2013～2015年）の平均値とした。 $F_{current}$ （2.13、補足表3-1）で、 $F_{current}$ は、 $F_{0.1}$ および F_{max} より大きいため漁獲係数の削減が望ましい。

5. 2017年ABCの算定

（1）資源評価のまとめ

現在の親魚量（67千トン）は再生産関係から見て高い加入を期待しにくくなる親魚量（ B_{limit} 、130千トン）を下回っている。本系群の資源水準は低位、動向は近年5年間の親魚量の推移から減少と判断した。

（2）ABCの算定

現在の親魚量は B_{limit} を下回っており、再生産関係が利用可能であることから、管理基準として「平成28年度ABC算定のための基本規則」の1-1)-(2)を用いて2017年ABCを算定した。現状の親魚量を中長期的に維持する漁獲係数 F （ $F_{med}=2.25$ ）は、1978、1979、1981～1988年の再生産成功率の中央値に相当する F 値である。 F_{med} を B/B_{limit} の比率で引き下げた漁獲係数 F （ F_{rec} ）を管理基準値とした（表7、8）。2016年以降の加入は RPS_{med} （430.9尾/kg）により求めた。2016年の漁獲量は $F_{current}$ 相当の漁獲圧があったと仮定して推定した。

管理基準	Target/ Limit	F値	漁獲割合 (%)	2017年ABC (千トン)
Frec	Target	0.90	23	32
	Limit	1.13	26	37

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Targetは、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の回復が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target}=\alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値0.8を用いた。 F 値は漁獲の主対象群となる1歳魚の漁獲係数である。漁獲割合は2017年の漁獲量／資源量である。2015年親魚量は67千トンである。

(3) ABCの評価

漁獲係数を管理指標値として、 $F_{current}$ を変化させた場合の資源量、親魚量、漁獲量の推移を予測した。なおF値は1歳魚の漁獲係数である。 $F_{current}$ で漁獲すると漁獲量、親魚量、資源量は2016年以降、低い値で推移するが、 $0.6F_{current}$ 、 $0.8F_{current}$ で漁獲すると、2018年以降に資源量、親魚量、漁獲量は増加する（図17）。なお、将来予測の期間に、親魚量が B_{limit} を超えた場合についても、低位水準年の高い RPS_{med} に基づいた予測を行っているため、予測結果が楽観的になっている可能性があることに留意が必要である。

F	管理基準	資源量（千トン）						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.00	0 $F_{current}$	150	137	139	338	767	1,245	1,598
1.28	0.6 $F_{current}$	150	137	139	192	262	359	491
1.70	0.8 $F_{current}$	150	137	139	164	193	227	267
2.13	$F_{current}$	150	137	139	142	145	148	151
1.13	$F_{limit}=F_{rec}$	150	137	139	203	293	424	612
		親魚量（千トン）						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.00	0 $F_{current}$	67	62	63	153	346	793	1,147
1.28	0.6 $F_{current}$	67	62	63	87	118	162	221
1.70	0.8 $F_{current}$	67	62	63	74	87	102	121
2.13	$F_{current}$	67	62	63	64	65	67	68
1.13	$F_{limit}=F_{rec}$	67	62	63	92	132	191	276
		漁獲量（千トン）						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.00	0 $F_{current}$	59	51	0	0	0	0	0
1.28	0.6 $F_{current}$	59	51	40	54	74	101	138
1.70	0.8 $F_{current}$	59	51	47	55	64	76	89
2.13	$F_{current}$	59	51	52	53	54	55	57
1.13	$F_{limit}=F_{rec}$	59	51	37	53	76	110	159

(4) ABCの再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2014年漁獲量確定値	2014年漁獲量の確定。
過去に遡及した年齢別漁獲尾数・年齢別平均体重の見直し	2014年の主要港漁獲量を微修正したことに伴う年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重の修正。
2015年年齢別・年別漁獲尾数	2015年の年齢別資源尾数、再生産関係、漁獲係数、年齢別選択率の追加。
2015年年齢別体重	過去2年平均に基づく推定値を、漁獲データに基づく値に修正。

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F値	資 源 量 (千トン)	ABCLimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁 獲 量 (千トン)
2015 年(当初)	Fmed	1.02	720	198	174	
2015 年(2015 年再評価)	Fmed	0.67	784	166	141	
2015 年(2016 年再評価)	Fmed	2.18	150	59	53	59
2016 年(当初)	Fmed	0.67	632	134	114	
2016 年(2016 年再評価)	Fmed	2.18	137	52	46	

F値は漁獲の主対象群となる1歳魚の漁獲係数である。本年度の再評価において、2015年、2016年の資源量が大幅に下方修正された。これは、2014年の0歳魚および2015年2歳魚の資源尾数を過大評価したことに起因しているが、特に2014年0歳魚資源尾数の下方修正の影響が大きかった。昨年度評価では、2014年の0歳魚の資源尾数を1,331億尾と見積もったが、本年度評価で1歳魚の漁獲尾数が少なく、2014年の0歳魚資源尾数が340億尾と見積もられたことで、2015年および2016年の資源量が大きく減少し、ABCも減少した。

昨年度評価では、将来予測のための再生産関係に、中高位水準年のRPS中央値を仮定したが、今年度評価では、低位水準年のRPS中央値を仮定し再計算を行った。そのため、F値は増加したが、過大評価していた2014年0歳魚および2015年2歳魚の資源尾数の下方修正による影響が大きく、結果として資源量は減少した。

6. ABC以外の管理方策の提言

2012年以降、北部太平洋まき網による努力量、CPUEが減少し（図6）、太平洋北区での漁獲量が大幅に減少した（図5、表3）。また、北西太平洋秋季浮魚資源調査などによる0歳魚の資源指標値は近年減少傾向であるが（図8）、2012年以降、東海海域（三重県、愛知県）を中心に、局所的に0歳魚が多獲されている。これらの状況は沖合域に分布・回遊する資源が減少していること、沿岸域に分布する資源の漁業への影響が相対的に大きくなっていることを示している。将来的に、さらに沿岸域の資源への依存度が高まることが予想されるため、今後沿岸域の資源の漁獲動向を注視する必要がある。

カタクチイワシは未成魚・成魚としての漁業対象であるばかりでなく、仔魚期にはシラ

スとして沿岸漁業における重要魚種となっている。シラス漁業による仔魚の漁獲が資源に影響を与える可能性が懸念されるため、シラス漁獲量を集計し、加入量との関係について精査した。太平洋系群のシラス漁獲量（福島県～宮崎県の太平洋南区～北区の漁業・養殖業生産統計年報による漁獲量の合計）は、近年30千トン程度で推移している（図18）。シラス漁獲量と0歳魚資源尾数との関係を見ると、有意な相関関係は認められなかった（ $r^2 = 0.15$ 、 $p = 0.48$ ）。産卵場および仔稚魚の成育場は、本州南方の黒潮内側域全域のみならず、三陸・常磐海域の遥か東方沖合まで広大であることに比べて、シラス漁場は水深20～30 mまでの甚だ狭い沿岸域に限定され、また海況による来遊量変動が大きいいため、シラス漁獲量と0歳魚資源尾数との間に相関が見られないと考えられる。以上のようにシラス漁場は資源の分布域全体から見ればごく一部の海域であることから、現状ではシラス漁業が太平洋系群の資源に与える影響は少ないと考えられる。一方で近年、沖合域での資源量の減少が見られており（久保田ほか 2012）、今後沿岸域における産卵場および成育場の重要度が高まると予想されることから、シラス漁業と加入量との関係を注視する必要がある。

なお、ここに示したシラス漁獲量推定値において、多くの県でマイワシ、ウルメイワシ等の他魚種のシラス漁獲量が分離されていないが、漁獲の大部分はカタクチイワシのシラスであると考えられる。

7. 引用文献

- 近藤恵一 (1969) カタクチイワシの資源学的研究. 東海区水研報告, 60, 26-81
- 久保田 洋・川端 淳・本田 聡・渡邊千夏子 (2012) 平成24年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価. 平成24年度我が国周辺水域の漁業資源評価, (第2分冊) 水産庁・水産総合研究センター, pp. 705-733.
- Takasuka, A., Y. Oozeki, Y. and H. Kubota (2008) Multi-species regime shifts reflected in spawning temperature optima of small pelagic fish in the western North Pacific. Mar. Ecol. Prog. Ser., **360**, 211-217.
- 渡部泰輔 (1983) 卵数法. 水産資源の解析と評価 その手法と適用例 (石井丈夫編). 恒星社厚生閣, 東京, 9-29.



図1. カタクチイワシ太平洋系群の分布・回遊図

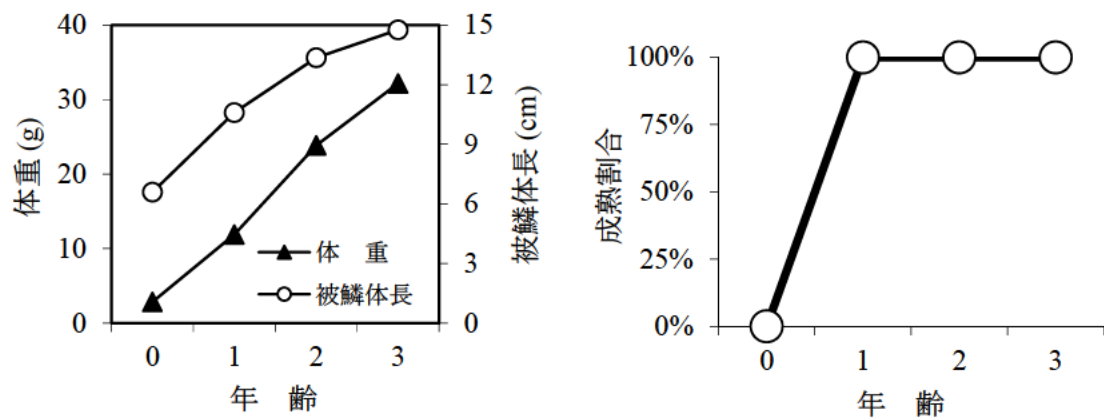


図2. 年齢・成長(左)と年齢別成熟割合(右)

体重は、各年の年齢別平均体重の1978～2015年の平均。

被鱗体長は、その体重から $\text{体重 (g)} = 0.01 \times \text{体長 (cm)}^3$ の関係式により換算。

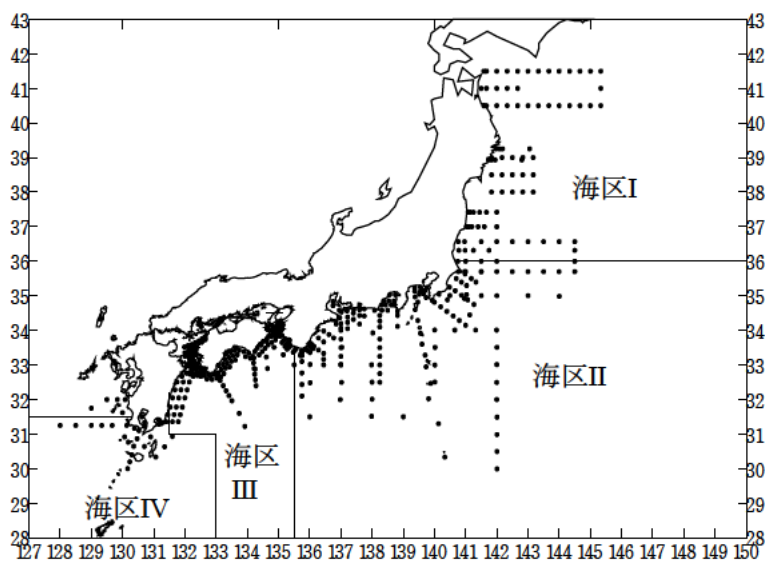
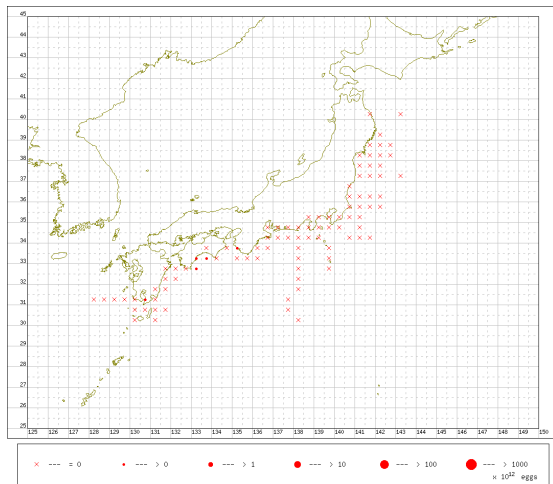
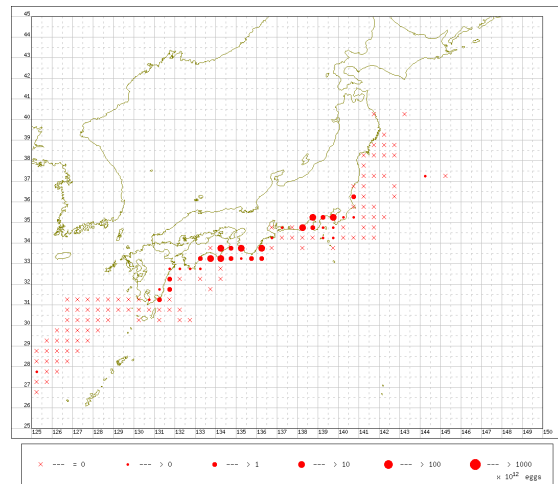


図3. 農林漁区大海区

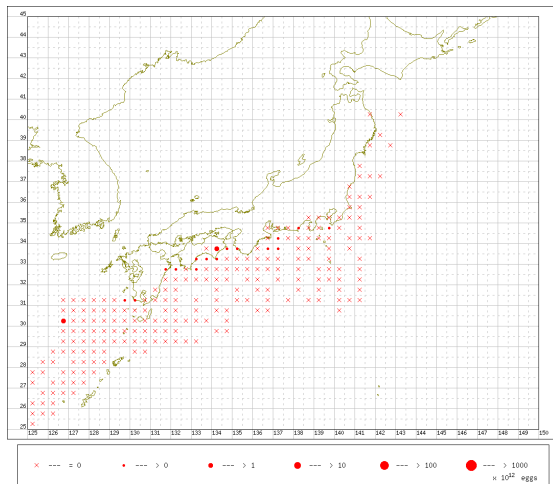
カタクチイワシ太平洋系群－12－



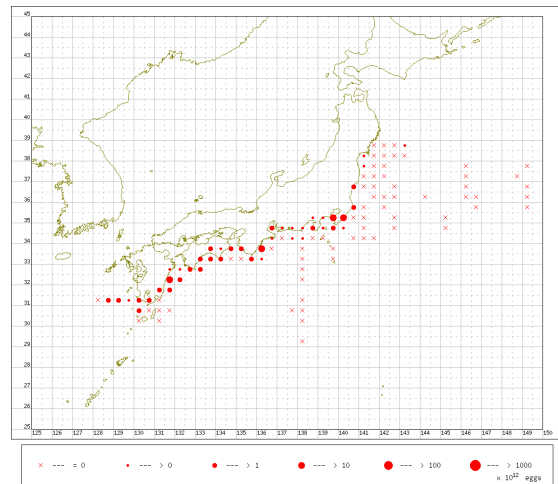
2015年1月



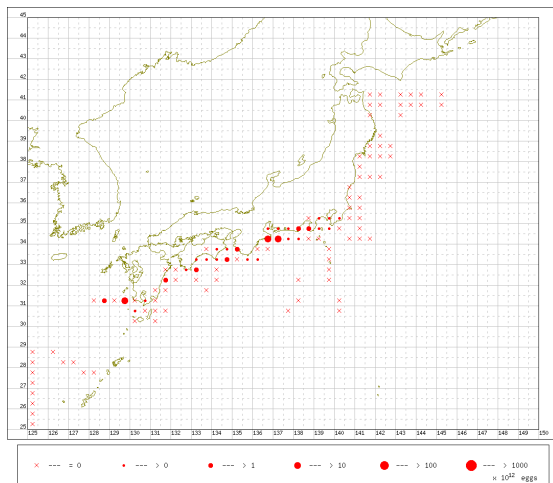
2015年4月



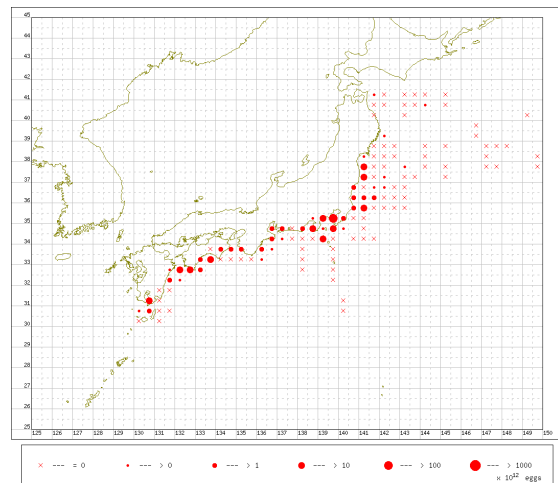
2015年2月



2015年5月



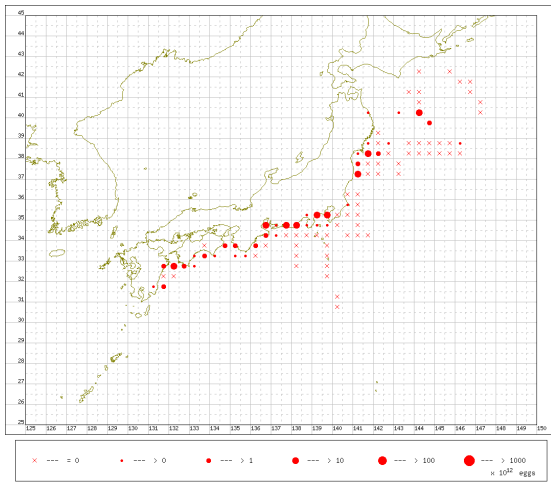
2015年3月



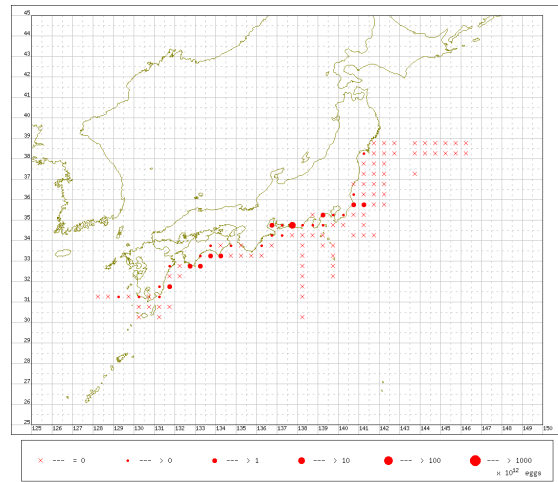
2015年6月

図 4. 2015 年 1～12 月のカタクチイワシ太平洋系群の産卵状況

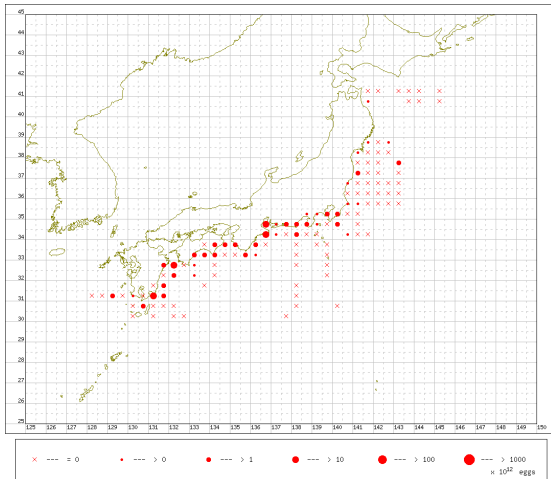
カタクチイワシ太平洋系群－13－



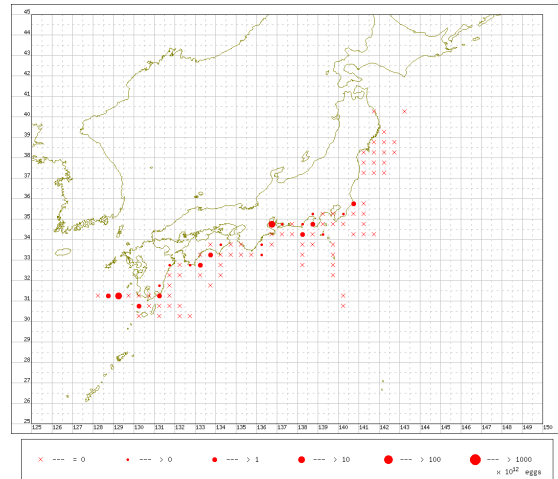
2015年7月



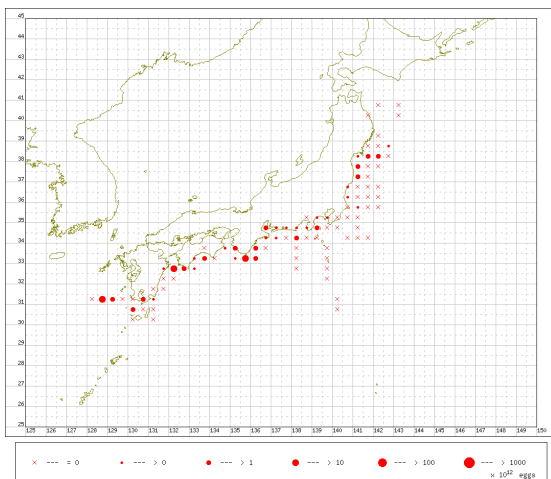
2015年10月



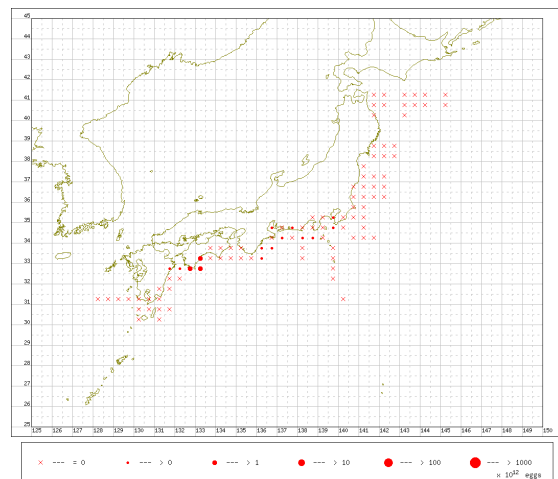
2015年8月



2015年11月



2015年9月



2015年12月

図4. 2015年1～12月のカタクチイワシ太平洋系群の産卵状況（続き）

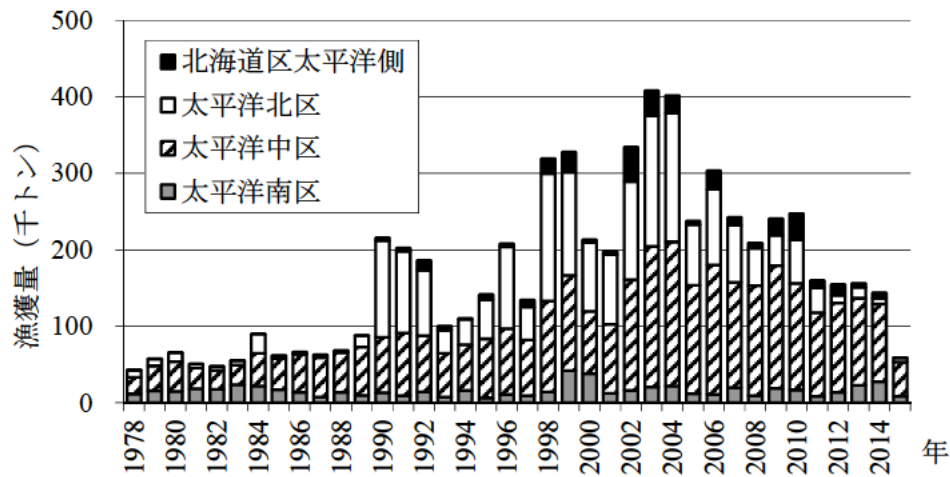


図 5. 海区別漁獲量（漁業養殖業生産統計年報）

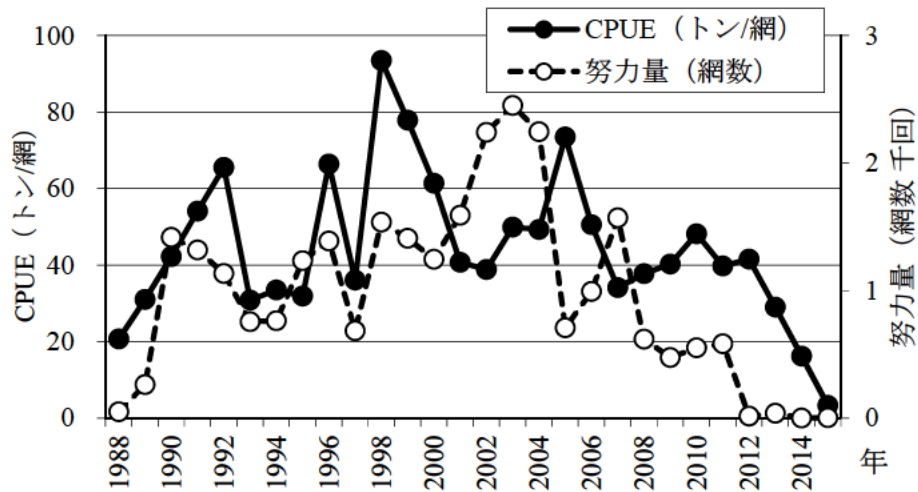


図 6. 太平洋北部まき網の単位努力量当たり漁獲量（CPUE）（黒丸）と努力量（白丸）

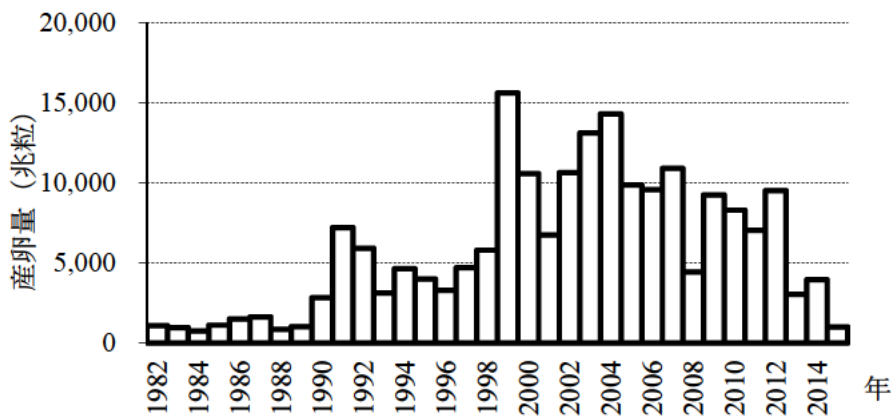


図 7. 年間（1～12月）産卵量

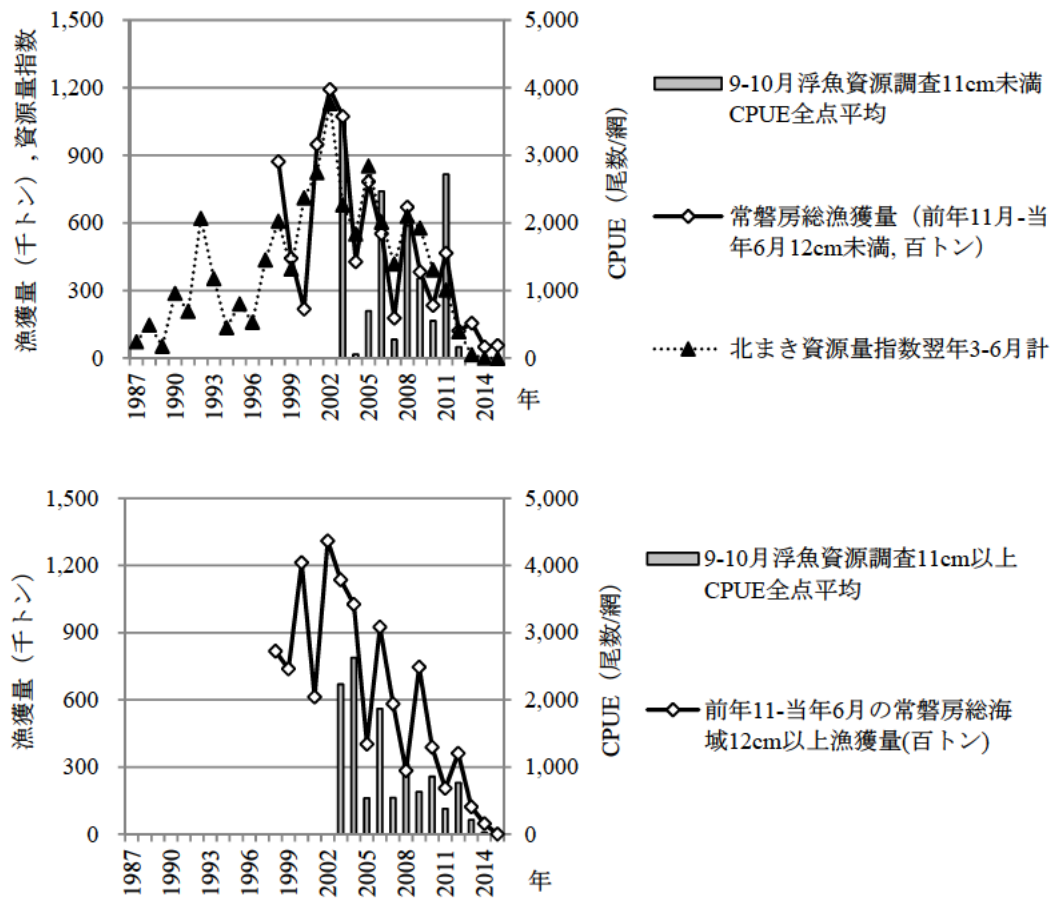


図 8. 北西太平洋秋季浮魚資源調査における体長 11cm 未満/11cm 以上の CPUE 平均値 (棒グラフ)、11～6 月漁期の常磐房総海域における体長 12cm 未満/12cm 以上の漁獲量 (◇)、および北部太平洋まき網の 3～6 月の資源量指数計 (▲) の推移
上図は 0 歳魚に対する指数、下図は親魚に対する指数として年を揃え示した。

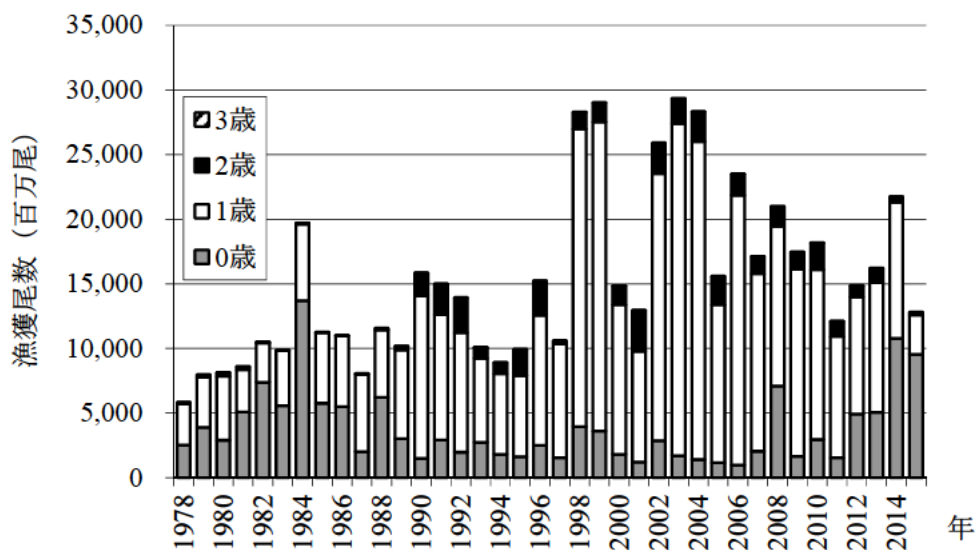


図 9. 年齢別漁獲尾数

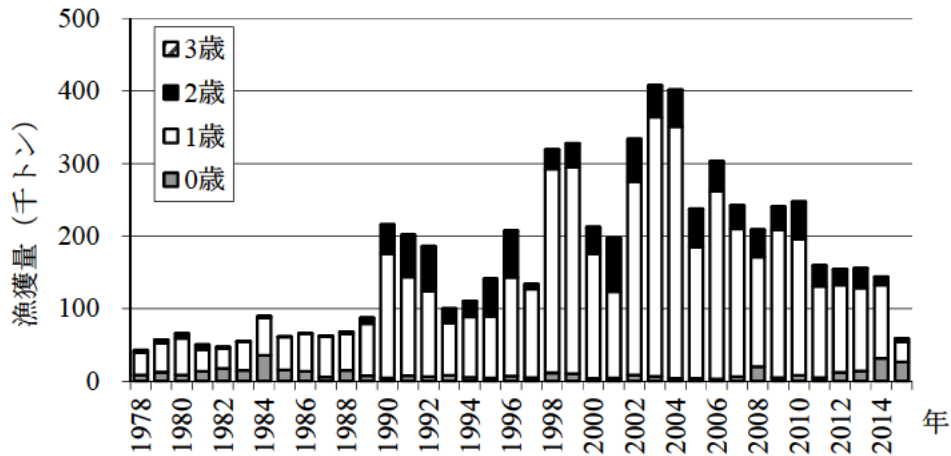


図 10. 年齢別漁獲量

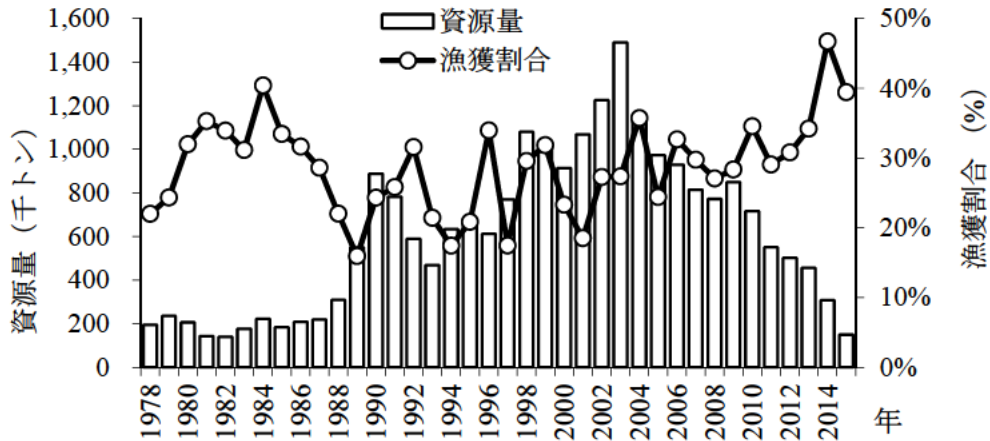


図 11. コホート解析による推定資源量と漁獲割合

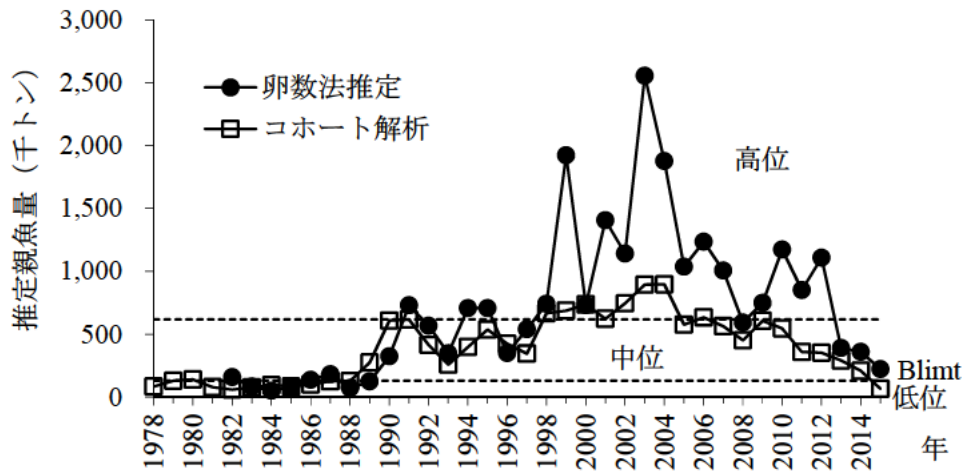


図 12. 卵数法及びコホート解析による推定親魚量

破線は水準区分（コホート解析）の境界を示す。

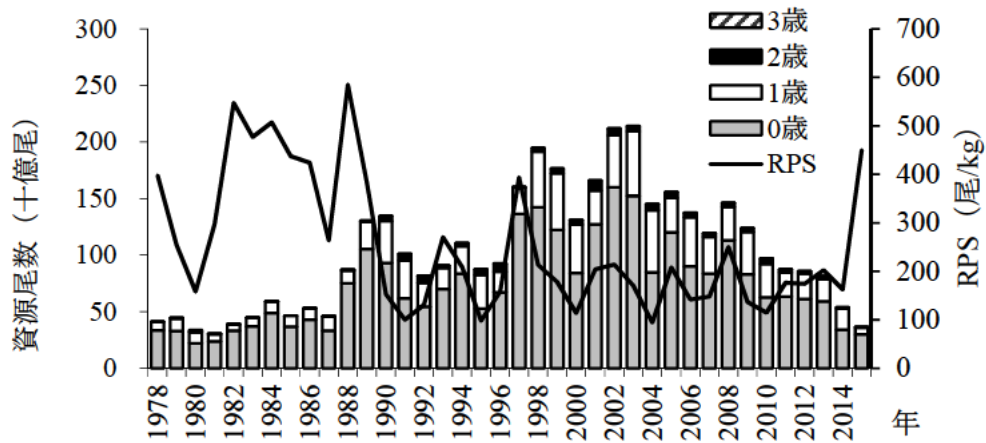


図 13. 推定資源尾数

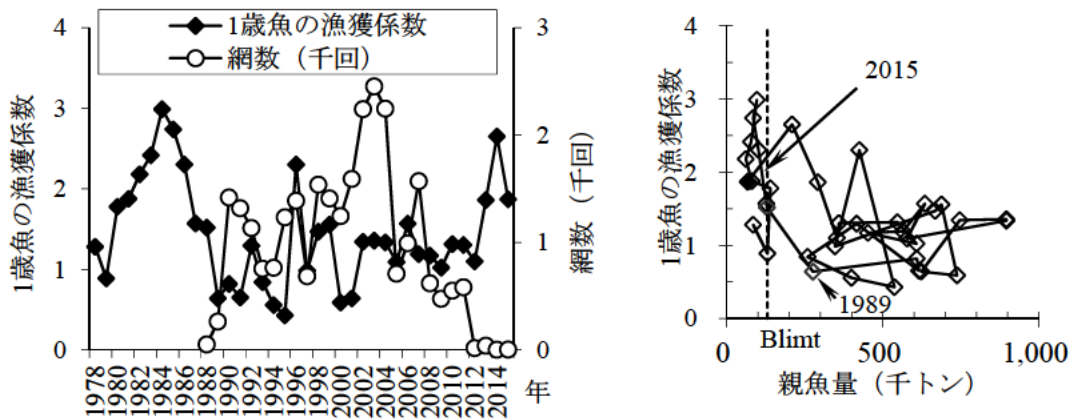


図 14. 漁獲係数と太平洋北部まき努力量の推移 (左)、親魚量と 1 歳魚の漁獲係数の関係 (右)

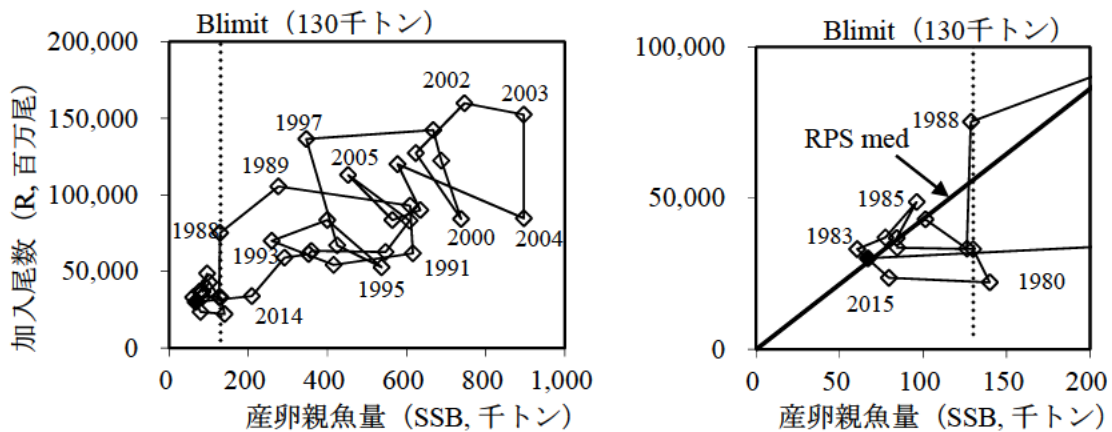


図 15. 親魚量と加入量の関係
(RPSmed=430.9 は 1978、1979、1981～1988 年の再生産成功率の中央値)

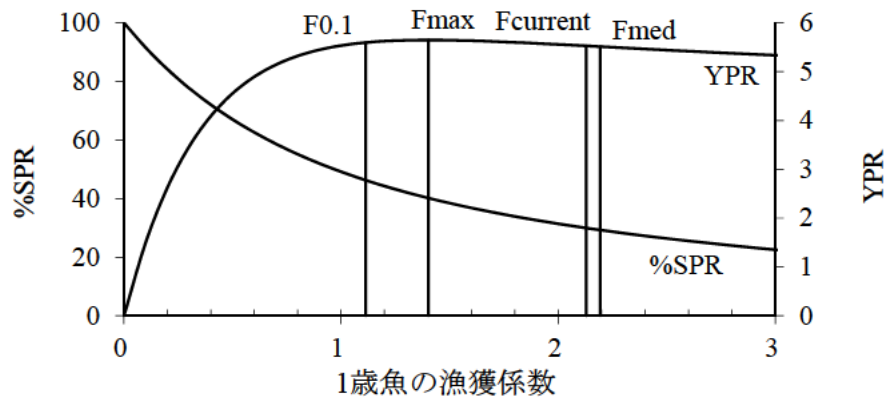


図16. 1歳魚に対する漁獲係数 (F) と%SPR、YPRの関係

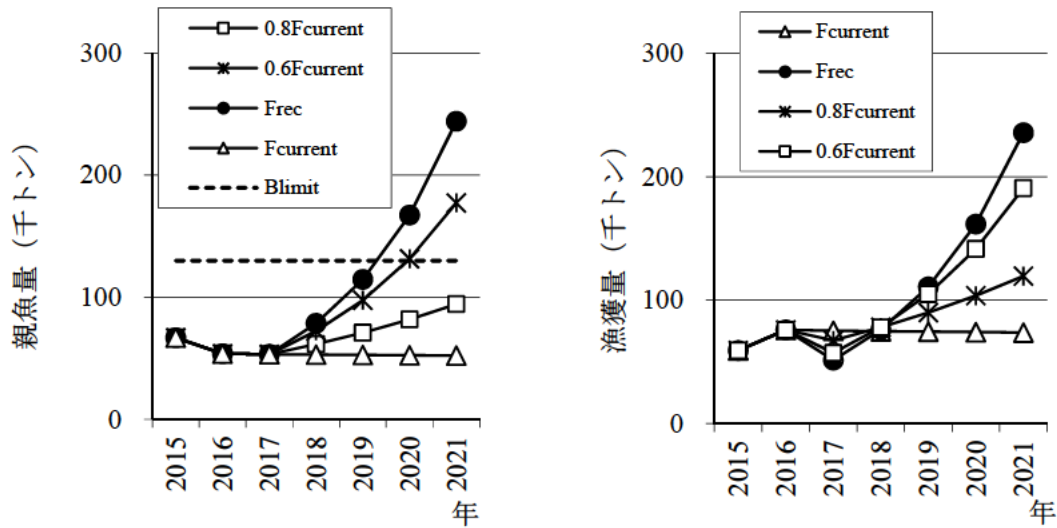


図 17. 1 歳魚の漁獲係数の変化による親魚量と漁獲量の推移

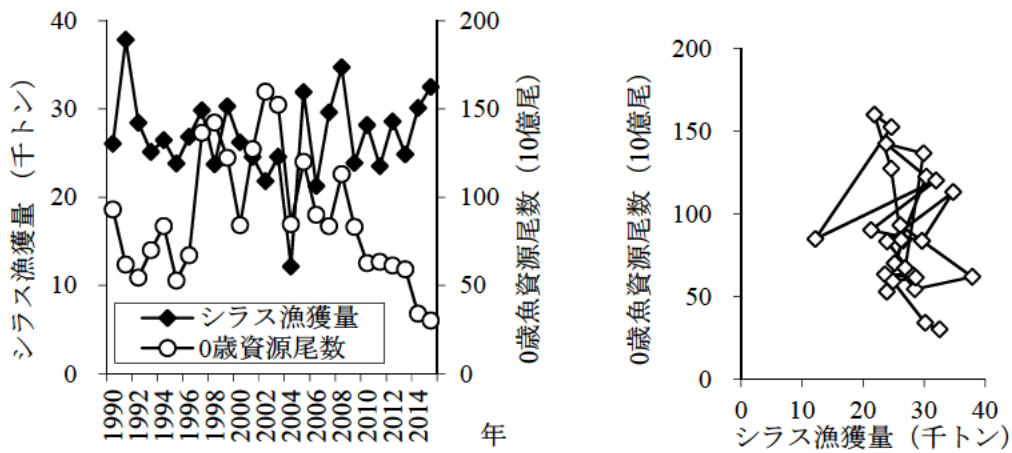


図 18. 1990 年以降のシラス漁獲量（宮崎～福島県の太平洋南区～北区、生産統計年報に基づく漁獲量）と 0 歳魚漁獲尾数の推移（左）およびそれらの関係（右）

カタクチイワシ太平洋系群－19－

表 1. カタクチイワシ太平洋系群の大海区別産卵量と親魚量（2015 年の計算例）

表1-1

月	産卵量（兆粒）				
	I	II	III	IV	計
1	0.0	0.0	0.3	0.1	0.2
2	0.0	1.6	2.9	3.4	32.8
3	0.0	54.1	10.7	35.2	35.5
4	1.9	85.6	83.8	8.6	147.5
5	3.2	130.9	54.1	30.3	91.2
6	53.4	487.8	87.5	24.8	226.3
7	65.2	152.2	28.9	0.1	91.0
8	7.9	71.6	47.1	37.9	90.2
9	19.4	57.8	21.6	48.8	259.2
10	0.4	27.3	15.2	1.6	18.6
11	0.0	42.0	7.4	16.9	12.1
12	0.0	1.6	11.3	0.0	0.0
計	151.3	1112.4	370.7	207.7	1004.7

表1-2

月	GSI（雌卵巢重量/生殖腺除去体重*100）			
	I	II	III	IV
1	0.9	1.4	1.4	1.4
2	1.2	1.9	1.9	1.9
3	2.6	3.8	3.8	3.8
4	4.8	4.8	4.8	4.8
5	5.6	4.8	4.8	4.8
6	5.4	3.6	3.6	3.6
7	4.2	3.6	3.6	3.6
8	3.2	3.0	3.0	3.0
9	2.6	2.4	2.4	2.4
10	1.4	2.5	2.5	2.5
11	0.9	1.6	1.6	1.6
12	0.9	1.2	1.2	1.2

表1-3

月	産卵量加重平均水温（℃）			
	I	II	III	IV
1			18.4	17.6
2		17.2	16.2	15.9
3		14.9	16.1	17.2
4	14.8	16.7	19.7	18.9
5	14.3	18.7	20.8	21.4
6	17.1	20.9	22.2	24.6
7	20.2	22.2	25.4	25.9
8	23.6	27.0	28.3	28.5
9	22.1	26.0	26.4	27.0
10	19.9	22.2	24.8	25.5
11		20.3	23.2	24.0
12		19.7	20.5	

表1-4

月	パッチ産卵数（粒/体重1g）			
	I	II	III	IV
1			290	268
2		296	268	260
3		405	435	465
4	256	536	619	597
5	268	589	646	665
6	297	545	581	646
7	304	582	668	683
8	281	653	653	653
9	266	581	594	601
10	235	485	555	575
11		356	435	458
12		305	327	

表1-5

月	産卵間隔（日）			
	I	II	III	IV
1	5.3	7.7	3.3	3.5
2	5.3	3.6	3.9	3.9
3	5.3	4.2	3.9	3.6
4	2.6	3.7	3.0	3.2
5	2.7	3.3	2.8	2.6
6	2.2	2.8	2.5	1.9
7	1.6	2.5	1.7	1.6
8	1.0	1.3	1.0	1.0
9	1.3	1.6	1.5	1.3
10	1.7	2.5	1.9	1.7
11	5.3	2.9	2.2	2.0
12	5.3	3.1	2.9	7.7

表1-6

月	月別・海区別推定親魚量（千トン）				
	I	II	III	IV	計
1	0	0	0	0	0
2	0	1	3	4	8
3	0	36	6	18	60
4	1	39	27	3	71
5	2	47	15	8	72
6	26	167	25	5	223
7	22	42	5	0	69
8	2	9	5	4	19
9	6	11	4	7	28
10	0	9	3	0	13
11	0	23	3	5	30
12	0	1	6	0	8

最多親魚量 = 223 千トン

表2. カタクチイワシ太平洋系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)						資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)
	太平洋 南区	太平洋 中区	太平洋 北区	北海道区 太平洋側	太平洋 合計	主要港 漁獲量					
1978	11,557	21,626	9,512	303	42,998		195	84	33,599	22	397.9
1979	15,725	32,644	8,856	201	57,426		236	130	33,112	24	254.8
1980	15,095	38,782	11,814	268	65,959		206	140	22,134	32	158.3
1981	18,354	27,218	4,988	47	50,607		143	80	23,667	35	297.6
1982	17,804	24,572	5,085	81	47,542		140	61	33,147	34	547.5
1983	23,585	25,957	5,640	46	55,228		177	77	36,961	31	477.4
1984	21,947	42,780	25,226	54	90,007		223	96	48,746	40	507.4
1985	17,311	40,506	3,601	17	61,435		184	84	36,837	33	437.5
1986	13,575	49,941	2,448	98	66,062		209	101	42,979	32	424.2
1987	7,618	51,406	3,450	259	62,733		219	126	33,262	29	263.6
1988	13,461	52,080	2,496	51	68,088		309	129	75,234	22	585.2
1989	9,581	63,455	14,723	45	87,804		550	276	105,531	16	382.6
1990	13,082	72,619	126,560	3,680	215,941		888	609	93,060	24	152.8
1991	9,069	82,142	106,812	4,296	202,319		783	616	61,833	26	100.4
1992	13,875	73,791	85,489	13,083	186,238		590	416	54,401	32	130.9
1993	7,712	57,101	29,931	5,743	100,487		469	259	70,051	21	270.6
1994	16,002	59,842	33,209	1,375	110,428	73,573	634	399	83,640	17	209.4
1995	6,314	77,267	50,943	7,192	141,716	85,814	679	537	52,788	21	98.3
1996	10,741	86,365	106,913	3,871	207,890	142,313	612	425	67,102	34	158.1
1997	9,105	72,876	43,125	9,358	134,464	104,132	770	347	136,493	17	393.8
1998	13,938	119,330	166,652	19,451	319,371	240,982	1,080	667	142,335	30	213.3
1999	41,964	124,592	135,000	26,441	327,997	277,756	1,030	687	122,372	32	178.0
2000	38,181	81,333	89,937	3,666	213,117	192,638	914	738	84,190	23	114.1
2001	12,538	90,150	91,145	4,096	197,929	185,604	1,068	623	127,248	19	204.2
2002	15,998	144,967	128,358	45,076	334,399	304,895	1,226	746	159,893	27	214.3
2003	20,741	183,802	170,717	32,749	408,009	393,874	1,490	896	152,438	27	170.2
2004	21,816	188,584	168,461	23,004	401,865	407,431	1,125	896	84,726	36	94.6
2005	11,954	141,565	79,545	4,627	237,691	211,760	974	577	120,108	24	208.1
2006	10,722	169,385	99,111	24,209	303,427	270,406	929	634	90,085	33	142.0
2007	19,513	138,030	74,488	10,437	242,468	221,308	815	564	83,636	30	148.3
2008	9,301	144,075	48,815	6,891	209,082	180,061	773	452	113,098	27	250.2
2009	18,933	160,340	39,854	21,765	240,892	222,692	849	608	83,169	28	136.9
2010	16,882	139,307	56,581	34,859	247,629	234,049	717	547	62,673	35	114.7
2011	8,240	109,571	32,119	10,050	159,980	139,566	551	359	63,402	29	176.5
2012	13,439	117,180	9,975	14,125	154,719	141,674	502	352	61,346	31	174.1
2013	22,744	114,105	14,030	5,151	156,030	135,100	456	292	59,099	34	202.7
2014	27,585	101,488	7,688	7,223	143,984	120,120	308	209	33,998	47	162.8
2015	8,375	44,956	5,309	521	59,161	52,916	150	67	30,099	39	450.0

表3. 太平洋北部大中型まき網漁獲努力当たり漁獲量（トン）

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
漁獲量											1,057	8,198	59,993	71,394
努力量(網数)											51	264	1,419	1,319
CPUE(トン/網)											20.7	31.1	42.3	54.1
3月～6月資源 量指数計											73.3	147.0	53.9	287.8

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
漁獲量	74,394	23,366	25,637	39,439	92,344	24,776	143,808	109,905	76,550	64,888	87,136	122,550	110,836	52,187
努力量(網数)	1,135	757	765	1,235	1,390	686	1,538	1,411	1,246	1,592	2,242	2,453	2,247	710
CPUE(トン/網)	65.5	30.9	33.5	31.9	66.4	36.1	93.5	77.9	61.4	40.8	38.9	50.0	49.3	73.5
3月～6月資源 量指数計	208.7	620.3	353.3	135.9	241.1	160.0	436.5	608.1	396.7	712.1	823.9	1129.2	680.8	551.2

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
漁獲量	50,277	53,686	23,460	19,189	26,662	23,235	707	1,162	33	14
努力量(網数)	994	1,572	621	476	553	584	17	40	2	4
CPUE(トン/網)	50.6	34.2	37.8	40.3	48.2	39.8	41.6	29.1	16.3	3.4
3月～6月資源 量指数計	853.1	604.2	418.4	630.2	577.6	392.5	302.7	117.8	16.3	1.0

表4. 産卵量（兆粒）および卵数法による推定親魚量（千トン）

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
産卵量					1,082	959	746	1,116	1,499	1,628	853	1,017	2,827	7,215
親魚量					160	85	51	81	137	182	74	126	325	731

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
産卵量	5,925	3,123	4,644	3,988	3,282	4,704	5,797	15,623	10,582	6,750	10,643	13,134	14,313	9,882
親魚量	568	349	709	708	351	540	743	1,924	732	1,407	1,143	2,556	1,878	1,038

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
産卵量	9,579	10,909	4,427	9,246	8,297	7,042	9,518	3,046	3,949	1,005
親魚量	1,236	1,008	594	750	1,174	852	1,110	392	361	223

表5. 北西太平洋秋季浮魚資源調査におけるCPUEの全測点平均値（尾/網）

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
体長<11cm														
体長≥11cm														

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
体長<11cm												3,631	59	697
体長≥11cm												2,232	2,628	537

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
体長<11cm	2,467	277	1,961	1,183	552	2,717	163	0	0	0
体長≥11cm	1,867	543	1,039	632	858	379	766	215	27	6

表6. 常磐・房総海域（千葉・茨城・福島）における前年11月～当年6月の漁獲量
（主要港合計、百トン）

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
体長<12cm														
体長≥12cm														

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
体長<12cm								873	444	218	949	1,193	1,074	429
体長≥12cm								817	738	1,212	613	1,310	1,136	1,027

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
体長<12cm	783	553	178	670	383	235	467	121	156	51	57
体長≥12cm	403	925	583	284	746	389	205	362	123	47	1

表7. Flimit=Frecを適用した場合の将来予測

表7-1. 平均体重（2013～2015年）、自然死亡係数

年	平均体重(g)	自然死亡係数
0歳	2.8	1.0
1歳	10.0	1.0
2歳	24.8	1.6
3歳	32.7	1.9

表7-2. 漁獲係数

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	選択率
0歳	0.74	0.54	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.25
1歳	1.87	2.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	0.97
2歳	2.24	2.19	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.00
3歳	2.24	2.19	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.00
平均	1.77	1.76	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	

2016年の漁獲係数は過去3年平均、2017年以降は選択率が2016年と同じと仮定した。

表7-3. 資源尾数（百万尾）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	30,099	26,539	27,010	39,505	57,009	82,376	119,017	159,893
1歳	5,972	5,287	5,669	7,449	10,894	15,721	22,717	32,821
2歳	485	338	231	675	886	1,296	1,871	2,703
3歳	30	10	8	15	43	56	82	118
合計	36,586	32,174	32,919	47,643	68,833	99,449	143,686	195,536

※ 予測加入尾数（百万尾）＝430.9×親魚量（千トン）

表7-4. 資源量（千トン）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	83	75	76	112	161	233	336	452
1歳	54	53	57	74	109	157	227	328
2歳	12	8	6	17	22	32	46	67
3歳	1	0	0	0	1	2	3	4
合計	150	137	139	203	293	424	612	851
親魚量	67	62	63	92	132	191	276	399

表7-5. 漁獲尾数（百万尾）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	9,539	6,749	4,102	5,999	8,658	12,510	18,074	24,282
1歳	3,065	2,825	2,326	3,057	4,470	6,451	9,322	13,468
2歳	194	135	71	208	273	400	577	834
3歳	10	4	2	4	11	15	22	31
合計	12,809	9,713	6,502	9,268	13,413	19,376	27,995	38,615

表7-6. 漁獲量（千トン）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	26	19	12	17	24	35	51	69
1歳	28	28	23	31	45	65	93	135
2歳	5	3	2	5	7	10	14	21
3歳	0	0	0	0	0	0	1	1
合計	59	51	37	53	76	110	159	225
漁獲割合	39.4%	37.2%	26.4%	26.0%	26.0%	26.0%	26.0%	26.4%

表8. $F_{target}=0.8F_{rec}$ を適用した場合の将来予測

表8-1. 平均体重（2013～2015年）、自然死亡係数

年	平均体重(g)	自然死亡係数
0歳	2.8	1.0
1歳	10.0	1.0
2歳	24.8	1.6
3歳	32.7	1.9

表8-2. 漁獲係数

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	選択率
0歳	0.74	0.54	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25
1歳	1.87	2.13	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.97
2歳	2.24	2.19	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.00
3歳	2.24	2.19	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	1.00
平均	1.77	1.76	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	

2016年の漁獲係数は過去3年平均、2017年以降は F_{limit} に0.8を乗算した。

表8-3. 資源尾数（百万尾）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	30,099	26,539	27,010	43,287	68,003	107,058	159,893	159,893
1歳	5,972	5,287	5,669	7,891	12,645	19,866	31,275	46,710
2歳	485	338	231	845	1,177	1,886	2,963	4,664
3歳	30	10	8	18	68	94	151	237
合計	36,586	32,174	32,919	52,041	81,893	128,904	194,281	211,503

※ 予測加入尾数（百万尾）＝430.9×親魚量（千トン）

表8-4. 資源量（千トン）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	83	75	76	122	192	302	452	452
1歳	54	53	57	79	126	199	313	467
2歳	12	8	6	21	29	47	73	115
3歳	1	0	0	1	2	3	5	8
合計	150	137	139	223	350	551	843	1,042
親魚量	67	62	63	100	158	248	391	590

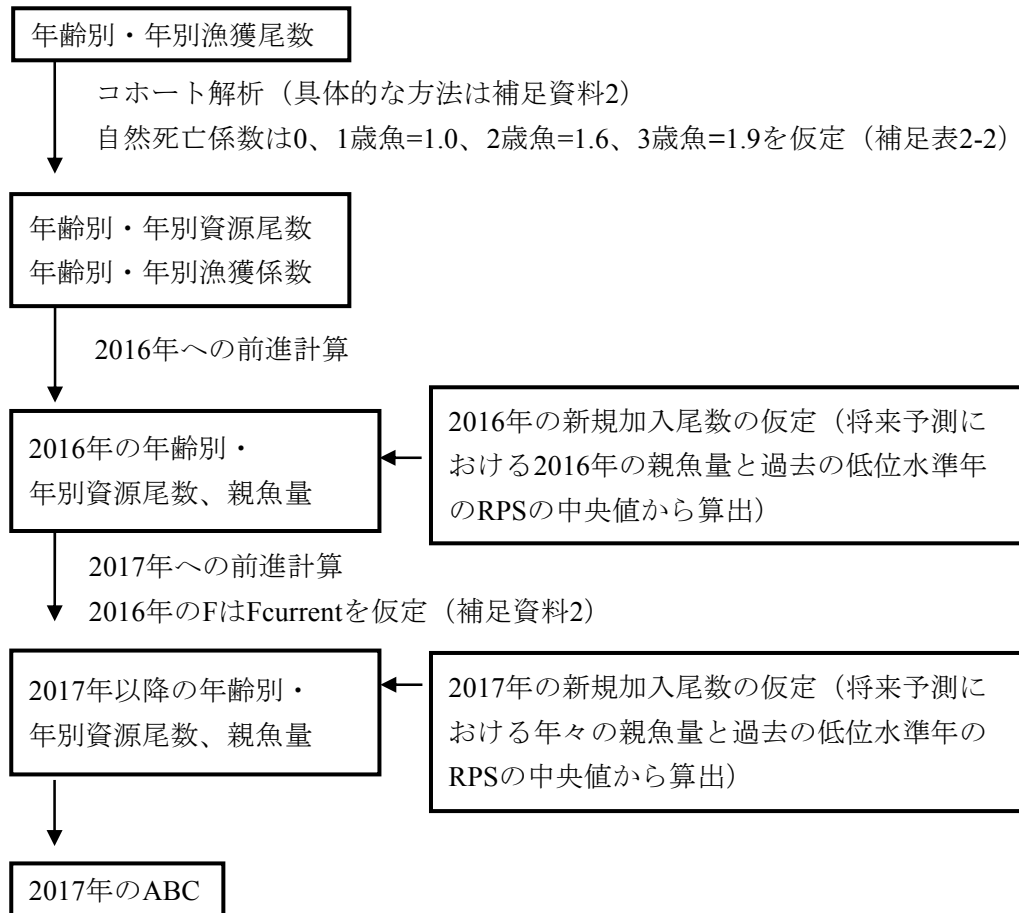
表8-5. 漁獲尾数（百万尾）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	9,539	6,749	3,373	5,406	8,493	13,370	19,968	19,968
1歳	3,065	2,825	2,045	2,846	4,561	7,165	11,280	16,847
2歳	194	135	63	230	320	512	805	1,267
3歳	10	4	2	4	16	22	35	55
合計	12,809	9,713	5,483	8,486	13,389	21,069	32,088	38,137

表8-6. 漁獲量（千トン）

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	26	19	10	15	24	38	56	56
1歳	28	28	20	28	46	72	113	168
2歳	5	3	2	6	8	13	20	31
3歳	0	0	0	0	1	1	1	2
合計	59	51	32	50	78	123	190	258
漁獲割合	39.4%	37.2%	22.7%	22.3%	22.3%	22.3%	22.6%	24.8%

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 資源量の計算方法

(1) 資源量調査

産卵調査として、沿岸では各都県試験研究機関が周年、沖合では水産研究・教育機構が2～3月（黒潮域）および5～6月（黒潮親潮移行域）に、改良型ノルパックネット（口径45 cm、円筒円錐形、目合0.335 mm）の鉛直曳採集を実施し、得られたデータをフレスコシステムに入力している。このデータを基に、卵の採集量と鋼索長、鋼索傾角、濾水計回転数、水温などにより採集点毎の卵分布密度を求め、海域面積で引き延ばして月毎の産卵量を計算した（森ほか 1988、菊地・小西 1990、石田・菊地 1992、銭谷ほか 1995、久保田ほか 1999）。

また、太平洋側各道県試験研究機関により主要港の水揚量と体長組成、精密測定結果などの生物情報が調査され、得られた結果がフレスコシステムに入力されている。体長体重関係・成熟度指数等の情報はフレスコシステムに入力された情報を基に計算した。

(2) 親魚量および資源量推定手法

卵数法

産卵調査により求めた産卵量に、水温ならびに生殖腺重量指数を考慮した卵数法を適用して親魚量を計算した。Takasuka et al. (2005) では沿岸産卵群と沖合産卵群の産卵生態を明確に区別できたことから、農林漁区大海区毎にⅠ区を沖合産卵群、Ⅱ～Ⅳ区を沿岸産卵群と仮定して、大海区別に親魚量を求め、合計親魚量が最多となる月の親魚量をその年の推定親魚量とした（表1、図11）。月別、海区别水温は産卵調査時の海洋観測結果から卵数加重水温を求めて使用した。生殖腺重量指数は月別海区别の精密測定結果から、生物学的最小形とした体長8 cm以上の個体について平均した値を用いた。

月の親魚量＝（月の産卵量 / 1 g当りバッチ産卵数）×産卵間隔 / 月の日数 / 雌割合
性比＝1 : 1、バッチ産卵数＝雌1個体1回当たり産卵数

沖合域（Ⅰ区 水温範囲: 8.0～20.2度）：

1 g当りバッチ産卵数＝ $-30.4 + 11.7 \times \text{水温} + 23.5 \times \text{生殖腺重量指数}$

産卵間隔＝ $5.30 - 0.182 \times \text{水温}$

沿岸域（Ⅱ区～Ⅳ区 水温範囲: 15.0～26.7度）：

1 g当りバッチ産卵数＝ $-338.7 + 27.4 \times \text{水温} + 87.3 \times \text{生殖腺重量指数}$

産卵間隔＝ $7.65 - 0.234 \times \text{水温}$

コホート解析

太平洋側各道県主要港の水揚量と体長組成ならびに精密測定結果から求めた体長体重関係から月毎に体長階級別漁獲尾数を求め、体長と年齢の関係（補足表2-1）に基づいて主要港における年齢別漁獲尾数を計算した。寿命は4歳（3歳の最後で死亡）と仮定し、年齢別の尾数比を漁業養殖業生産統計年報の値に合うように引き延ばして系群全体の年齢別漁獲尾数を求めた（補足表3-1）。

年齢別漁獲尾数（y年のa歳魚、 $C_{a,y}$ ）に基づいて、Pope（1972）の式によりy年のa歳魚の資源尾数（ $N_{a,y}$ ）を計算した（補足表3-1）。

$$\begin{aligned}
 & \text{(2014年までの資源尾数)} \quad (0\sim 2\text{歳魚}) \quad N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^{M_a} + C_{a,y}e^{M_a/2} \\
 & \quad (3\text{歳魚}) \quad N_{3,y} = N_{2,y} \frac{C_{3,y}}{C_{2,y}} e^{(M_3 - M_2)/2} \\
 & \text{(2014年までの漁獲係数)} \quad (0\text{歳}\sim 2\text{歳魚}) \quad F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y}e^{M_a/2} / N_{a,y}) \\
 & \quad (3\text{歳魚}) \quad F_{3,y} = F_{2,y} \\
 & \text{(2015年の漁獲係数)} \quad (0\text{歳魚}) \quad F_{0,2014} = F_{0,2015} \\
 & \quad (1\text{歳}\sim 2\text{歳魚}) \quad F_{a,2015} = \frac{1}{3} \left(\sum_{y=2012}^{2014} F_{a,y} \right) \\
 & \quad (3\text{歳魚}) \quad F_{3,2015} = F_{2,2015}
 \end{aligned}$$

$N_{a,y}$ は y 年の a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は同様に漁獲尾数、 M は自然死亡係数（補足表2-2）、 F は漁獲係数。昨年度評価では、2012年以降、太平洋北部まき網の努力量が低下したままで、東海海域の漁獲割合が増加していることから、0～2歳魚の漁獲係数は直近2か年の平均とした。本年度評価でも、同様の漁業の状況が続いていることから、1～2歳魚の漁獲係数は、直近の3か年の平均とした。0歳魚については、近年、東海海域において多獲され、2012年以降漁獲係数が増加傾向にある（補足資料3）。2014年の0歳魚漁獲尾数は108億尾と推定され、1984年の137億尾に次いで多く、全体の74%が東海海域で漁獲された（補足資料3）。2015年の0歳魚漁獲尾数は、2014年に匹敵する95億尾と推定され、全体の85%が東海海域で漁獲された。以上のことから、不確実性は大きいものの2015年の0歳魚に、2014年の0歳魚と同様の漁獲圧がかけられたと仮定し、計算を行った。

将来予測

F_{current} は過去3年（2013～2015年）の F の平均値とし、2016年の F は F_{current} であるとした。ABC算定に用いる将来の選択率には F_{current} の選択率を用いた。本系群では、低位水準期にRPSが高くなる傾向がある。昨年度評価では、親魚量が B_{limit} （130千トン）を上回っていたことから、中高位水準にあたる1989～2014年のRPSの中央値により加入尾数を推定した。2016年度評価では、2015年の親魚量が B_{limit} を下回ったため、低位水準期にあたる1978、1979、1981～1988年のRPSの中央値（430.9尾/kg）と各年の親魚量から2016年以降の加入尾数を推定した。また、2016年以降の漁獲尾数については以下の式により推定した。

$$\begin{aligned}
 & \text{(2016年以降の資源尾数)} \quad (0\text{歳魚}) \quad N_{0,y} = 430.9 \times SSB_y \\
 & \quad \quad \quad *SSB_y \text{は} y \text{年の親魚重量} \\
 & \quad (1\text{歳魚以上}) \quad N_{a,y} = N_{a-1,y-1} e^{-(F_{a-1,y-1} + M_{a-1})} \\
 & \text{(2016年以降の漁獲尾数)} \quad C_{a,y} = N_{a,y} (1 - e^{-F_{a,y}}) e^{-M_a/2}
 \end{aligned}$$

自然死亡係数M

Mについては平成18年度の資源評価より算出方法を改め、von Bertalanffyの成長式の極限体長 L_{∞} 、成長係数Kおよび水温から平均のMを求める経験則（Pauly 1980）を採用し、実際にはこの式を改訂した推定式（Quinn and Deriso 1999）から算出した。

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T$$

年齢-体長関係の仮定から L_{∞} は17.0cm、Kは0.67とし、平均水温Tは、1950～2000年の黒潮域（11～5月）及び黒潮親潮移行域（6～10月）の平均水温21.1℃とした。太平洋系カタクチイワシのような小型浮魚類では、高齢になってもカツオなど大型魚類や鯨類などの海産哺乳類の強い捕食圧にさらされている上に、再生産活動による消耗と老衰によって高齢魚のMは急速に増加するため、成長に伴うMの変化傾向は典型的なBathtub曲線を描くと考えられる。そこでChen and Watanabe（1989）を参考に、経験則から求められた平均のMを各年齢に分配した。なお、0～1歳については北米産カタクチイワシのMを発育段階ごとに調べたButler et al. (1993) の報告から、Early adult～Late adultの推定値である1.0を採用した（補足表2-2）。なお、Bathtub曲線によりシラス期のMは0歳魚の値よりも高くなるが、本報告ではシラス期の漁獲は資源評価の対象に含めていないため、若齢魚のMは低い値となっている。

引用文献

- Butler, J.L., P.E. Smith and N.C.H. Lo (1993) The effect of natural variability of life-history parameters on anchovy and sardine population growth. CalCOFI Rep., 34, 104-111.
- Chen, S. and S. Watanabe (1989) Age dependence of natural mortality coefficient in Fish population dynamics. Nippon Suisan Gakkaishi, 55, 205-208.
- 石田 実・菊地 弘 (1992) 日本の太平洋岸（常磐～薩南海域）におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の月別、海域別産卵状況:1989年1月～1990年12月. 水産庁南西海区水産研究所・中央水産研究所, 86 pp.
- 菊地 弘・小西芳信 (1990) 日本の太平洋岸（常磐～薩南海域）におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の月別、海域別産卵状況:1987年1月～1988年12月. 水産庁中央水産研究所（旧東海区水産研究所）・南西海区水産研究所, 72pp.
- 久保田洋・大関芳沖・石田 実・小西芳信・後藤常夫・銭谷 弘・木村 量（編）(1999) 日本周辺水域におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類、ウルメイワシ、およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況:1994年1月～1996年12月. 中央水産研究所, 352pp.
- 森慶一郎・黒田一紀・小西芳信 (1988) 日本の太平洋岸（常磐～薩南海域）におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類の月別、海域別産卵状況:1978年1月～1986年12月. 水産庁東海区水産研究所, 321pp.
- Pauly, D. (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer., 39, 175-192.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort

- analysis. Inst. Comm. Northwest Atlant. Fish. Res. Bull., 9, 65-74.
- Quinn, T.J.II and R.B. Deriso (1999) Quantitative Fish Dynamics. Oxford University Press, New York., 542pp.
- Takasuka, A., Y. Oozeki, H. Kubota, Y. Tsuruta and T. Funamoto (2005) Temperature impacts on reproductive parameters for Japanese anchovy: Comparison between inshore and offshore waters. Fish. Res., 76, 475-482.
- 銭谷 弘・石田 実・小西芳信・後藤常夫・渡邊良朗・木村 量（編）（1995）日本周辺水域におけるマイワシ、カタクチイワシ、サバ類、ウルメイワシ、およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況:1991年1月～1993年12月. 中央水産研究所, 368pp.

補足表2-1. カタクチイワシ
太平洋系群の体長

0歳	～7.9cm
1歳	8.0～12.9cm
2歳	13.0～14.4cm
3歳	14.5cm～

補足表2-2. カタクチイワシ
太平洋系群の自然死亡係数

0歳	1.0
1歳	1.0
2歳	1.6
3歳	1.9

補足資料3 コホート解析結果の詳細

補足表3-1. 資源解析結果（1978～1989年）

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	2,532	3,889	2,902	5,077	7,387	5,570	13,706	5,766	5,490	2,015	6,208	3,014
1歳	3,172	3,868	4,952	3,279	3,027	4,261	5,886	5,458	5,489	5,996	5,219	6,863
2歳	113	208	280	210	88	37	114	25	25	49	130	287
3歳	28	8	8	61	6	4	12	0	3	4	6	37
計	5,845	7,973	8,142	8,626	10,509	9,872	19,718	11,249	11,007	8,064	11,564	10,201

年齢別漁獲量(千トン)

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	8	12	9	14	18	15	36	16	14	6	15	8
1歳	31	40	51	30	28	39	51	45	52	56	50	71
2歳	3	5	6	5	2	1	3	1	1	1	3	7
3歳	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
計	43	57	66	51	48	55	90	61	66	63	68	88

年齢別平均体重(グラム)

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	3 3	3 2	3 0	2 7	2 4	2 7	2 6	2 7	2 5	2 8	2 4	2 6
1歳	9 8	10 3	10 2	9 1	9 1	9 2	8 7	8 3	9 4	9 3	9 6	10 4
2歳	23 9	23 5	23 2	24 7	23 3	23 3	24 5	23 0	25 8	24 3	22 3	25 5
3歳	31 2	32 5	30 6	31 2	32 9	30 8	31 3	41 8	33 4	31 9	29 3	34 0

年齢別資源尾数(百万尾)

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	33,599	33,112	22,134	23,667	33,147	36,961	48,746	36,837	42,979	33,262	75,234	105,531
1歳	7,243	10,824	9,822	6,383	5,627	7,714	10,219	9,619	10,054	12,482	11,014	23,912
2歳	411	741	1,636	610	360	234	253	189	229	369	955	886
3歳	117	32	56	205	29	33	31	0	27	35	52	134
計	41,369	44,709	33,649	30,865	39,163	44,942	59,249	46,646	53,289	46,148	87,256	130,463

年齢別漁獲係数

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	0 13	0 22	0 24	0 44	0 46	0 29	0 62	0 30	0 24	0 11	0 15	0 05
1歳	1 28	0 89	1 78	1 88	2 18	2 42	2 99	2 74	2 30	1 57	1 52	0 64
2歳	0 94	0 98	0 48	1 45	0 79	0 43	8 24	0 34	0 28	0 35	0 36	1 28
3歳	0 94	0 98	0 48	1 45	0 79	0 43	8 24	0 34	0 28	0 35	0 36	1 28
平均	0 83	0 77	0 75	1 30	1 06	0 89	5 02	0 93	0 78	0 60	0 60	0 81

資源量(千トン)

年	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
0歳	111	106	66	64	80	100	127	99	107	93	181	274
1歳	71	111	100	58	51	71	89	80	95	116	106	249
2歳	10	17	38	15	8	5	6	4	6	9	21	23
3歳	4	1	2	6	1	1	1	0	1	1	2	5
計	195	236	206	143	140	177	223	184	209	219	309	550
親魚量	84	130	140	80	61	77	96	84	101	126	129	276
RPS(尾/kg)	397 9	254 8	158 3	297 6	547 5	477 4	507 4	437 5	424 2	263 6	585 2	382 6
漁獲割合	22 0%	24 3%	32 0%	35 3%	33 9%	31 2%	40 4%	33 5%	31 6%	28 6%	22 0%	16 0%

補足表3-1. 資源解析結果（続き）（1990～2001年）

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0歳	1,507	2,914	1,975	2,733	1,817	1,615	2,510	1,542	3,960	3,605	1,808	1,213
1歳	12,551	9,693	9,241	6,496	6,244	6,292	10,065	8,803	23,018	23,918	11,573	8,577
2歳	1,788	2,367	2,686	859	850	1,968	2,636	212	1,307	1,495	1,433	3,140
3歳	17	45	53	28	10	73	45	67	15	17	54	43
計	15,863	15,019	13,955	10,116	8,921	9,949	15,256	10,623	28,300	29,035	14,868	12,973

年齢別漁獲量(千トン)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0歳	5	8	6	8	5	4	7	5	11	10	4	4
1歳	171	136	117	72	84	85	136	122	281	285	171	119
2歳	40	57	61	19	21	50	64	5	27	33	36	73
3歳	0	1	2	1	0	2	1	2	0	1	2	1
計	216	202	186	100	110	142	208	134	319	328	213	198

年齢別平均体重(グラム)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0歳	3 0	2 7	3 2	3 0	2 8	2 7	2 8	3 1	2 9	2 8	2 1	3 5
1歳	13 6	14 0	12 7	11 1	13 4	13 5	13 5	13 9	12 2	11 9	14 8	13 9
2歳	22 5	24 2	22 7	22 5	25 1	25 4	24 1	24 4	20 4	21 9	25 1	23 3
3歳	30 1	32 5	29 9	30 1	33 9	33 1	32 1	32 3	27 0	30 9	38 4	30 4

年齢別資源尾数(百万尾)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0歳	93,060	61,833	54,401	70,051	83,640	52,788	67,102	136,493	142,335	122,372	84,190	127,248
1歳	36,995	33,321	20,980	18,815	24,113	29,667	18,440	23,163	49,278	49,960	42,832	29,875
2歳	4,634	5,997	6,379	2,113	2,982	5,084	7,098	679	3,182	4,167	3,872	8,737
3歳	50	132	147	81	41	220	142	249	42	55	169	138
計	134,739	101,283	81,907	91,061	110,775	87,759	92,782	160,584	194,837	176,555	131,063	165,999

年齢別漁獲係数

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0歳	0 03	0 08	0 06	0 07	0 04	0 05	0 06	0 02	0 05	0 05	0 04	0 02
1歳	0 82	0 65	1 30	0 84	0 56	0 43	2 30	0 98	1 47	1 56	0 59	0 64
2歳	1 96	2 11	2 76	2 35	1 01	1 98	1 75	1 19	2 46	1 60	1 73	1 61
3歳	1 96	2 11	2 76	2 35	1 01	1 98	1 75	1 19	2 46	1 60	1 73	1 61
平均	1 19	1 24	1 72	1 40	0 65	1 11	1 47	0 84	1 61	1 20	1 02	0 97

資源量(千トン)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
0歳	279	167	174	210	234	143	188	423	413	343	177	445
1歳	503	466	266	209	323	401	249	322	601	595	634	415
2歳	104	145	145	48	75	129	171	17	65	91	97	204
3歳	2	4	4	2	1	7	5	8	1	2	7	4
計	888	783	590	469	634	679	612	770	1,080	1,030	914	1,068
親魚量	609	616	416	259	399	537	425	347	667	687	738	623
RPS(尾/kg)	152 8	100 4	130 9	270 6	209 4	98 3	158 1	393 8	213 3	178 0	114 1	204 2
漁獲割合	24 3%	25 8%	31 6%	21 4%	17 4%	20 9%	33 9%	17 5%	29 6%	31 8%	23 3%	18 5%

補足表3-1. 資源解析結果（続き）（2002～2013年）

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	2,869	1,695	1,400	1,151	975	2,046	7,107	1,648	2,955	1,536	4,925	5,057
1歳	20,659	25,718	24,618	12,225	20,885	13,735	12,355	14,487	13,132	9,396	9,065	10,033
2歳	2,284	1,909	2,299	2,198	1,629	1,337	1,522	1,317	2,080	1,163	866	1,109
3歳	120	53	13	20	32	8	26	17	32	21	24	14
計	25,932	29,375	28,330	15,594	23,522	17,126	21,010	17,470	18,199	12,116	14,879	16,213

年齢別漁獲量(千トン)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	9	7	4	4	3	6	20	5	8	5	12	14
1歳	267	357	347	181	258	204	151	203	188	126	120	114
2歳	56	42	51	52	41	32	37	32	51	29	21	27
3歳	4	2	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0
計	334	408	402	238	303	242	209	241	248	160	155	156

年齢別平均体重(グラム)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	3 0	3 9	2 7	3 3	3 3	3 0	2 8	2 9	2 7	3 0	2 4	2 8
1歳	12 9	13 9	14 1	14 8	12 4	14 8	12 2	14 0	14 3	13 4	13 3	11 4
2歳	24 3	22 2	22 0	23 8	25 0	24 0	24 3	24 4	24 5	24 5	24 8	24 5
3歳	31 5	29 1	30 7	31 5	34 1	32 7	33 4	32 3	32 8	32 5	32 4	32 4

年齢別資源尾数(百万尾)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	159,893	152,438	84,726	120,108	90,085	83,636	113,098	83,169	62,673	63,402	61,346	59,099
1歳	46,077	57,081	55,051	30,320	43,488	32,549	29,527	37,296	29,596	21,264	22,393	19,581
2歳	5,788	4,420	5,401	5,320	3,739	3,331	3,643	3,369	4,934	2,923	2,123	2,740
3歳	353	142	35	57	86	23	72	52	88	62	68	40
計	212,111	214,082	145,212	155,806	137,398	119,539	146,340	123,885	97,291	87,650	85,930	81,460

年齢別漁獲係数

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	0 03	0 02	0 03	0 02	0 02	0 04	0 11	0 03	0 08	0 04	0 14	0 15
1歳	1 34	1 36	1 34	1 09	1 57	1 19	1 17	1 02	1 32	1 30	1 10	1 86
2歳	2 11	3 25	2 95	2 52	3 48	2 24	2 66	2 04	2 78	2 17	2 38	2 31
3歳	2 11	3 25	2 95	2 52	3 48	2 24	2 66	2 04	2 78	2 17	2 38	2 31
平均	1 40	1 97	1 81	1 54	2 14	1 43	1 65	1 29	1 74	1 42	1 50	1 66

資源量(千トン)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0歳	480	595	229	396	294	251	321	242	170	191	150	165
1歳	594	793	776	449	538	483	361	524	423	285	298	223
2歳	141	98	119	127	93	80	89	82	121	72	53	67
3歳	11	4	1	2	3	1	2	2	3	2	2	1
計	1,226	1,490	1,125	974	929	815	773	849	717	551	502	456
親魚量	746	896	896	577	634	564	452	608	547	359	352	292
RPS(尾/kg)	214 3	170 2	94 6	208 1	142 0	148 3	250 2	136 9	114 7	176 5	174 1	202 7
漁獲割合	27 3%	27 4%	35 7%	24 4%	32 7%	29 7%	27 1%	28 4%	34 5%	29 1%	30 8%	34 2%

補足表3-1. 資源解析結果（続き）（2014、2015年）

年齢別漁獲尾数(百万尾)

年	2014	2015
0歳	10,775	9,539
1歳	10,527	3,065
2歳	435	194
3歳	18	10
計	21,756	12,809

年齢別漁獲量(千トン)

年	2014	2015
0歳	31	26
1歳	101	28
2歳	11	5
3歳	1	0
計	144	59

年齢別平均体重(グラム)

年	2014	2015
0歳	2 9	2 8
1歳	9 6	9 0
2歳	24 8	24 9
3歳	33 3	32 4

年齢別資源尾数(百万尾)

年	2014	2015
0歳	33,998	30,099
1歳	18,674	5,972
2歳	1,118	485
3歳	55	30
計	53,845	36,586

年齢別漁獲係数

年	2014	2015
0歳	0 74	0 74
1歳	2 65	1 87
2歳	2 01	2 24
3歳	2 01	2 24
平均	1 85	1 77

資源量(千トン)

年	2014	2015
0歳	99	83
1歳	179	54
2歳	28	12
3歳	2	1
計	308	150
親魚量	209	67
RPS(尾/kg)	162 8	450 0
漁獲割合	46 7%	39 4%

補足資料4 カタクチイワシの成長と寿命について

カタクチイワシの成長・寿命については、系群間で大きく異なる可能性が示唆されており、諸説が提唱されている。太平洋系群については、鱗の読輪結果を基に各県水試との協議の結果、寿命を4年（3歳の最後で死亡）としている。

カタクチイワシの寿命と成長速度に関して、八角ほか（2007）では、これまで報告されているカタクチイワシの成長様式の違いは、年級群毎の成長速度の違いに起因すると考えるのが妥当であるとの結論を得た。この研究では、1997年級群、1998年級群および2001～2004年級群は本資源評価報告において適用しているHayashi and Kondo（1957）と同様の成長様式で体長13 cm台に成長するまで約2年を要したが、1999年級群および2000年級群は満1歳時の春季において既に体長13 cm台に達し、極めて速い成長を示したと報告された。また、茨城水試と中央水研浅海増殖部との共同研究により、鱗の輪紋および耳石輪紋の両者による年輪解析結果がほぼ適合した。1999年級群および2000年級群のような成長の速い年級群は、1歳魚の夏季の産卵後に死亡し2歳魚としての漁獲に繋がらないことも、八角ほか（2007）および最近年の漁海況予報事業において把握されている。最近では2007年級群が極めて成長の速い年級であり、漁況や調査状況から、1歳魚の春季に体長13 cm台に達し、春夏季の産卵後にほとんどが死亡したと考えられた。

以上の結果は、体長年齢関係に基づく年齢別漁獲尾数推定によるコホート解析の困難性を示唆するものであり、厳密には毎年耳石あるいは鱗の解析による年齢別漁獲尾数の推定を行う必要があることを示唆している。しかしながら、当面は主要な海域において年級群毎の成長様式の特徴を可能な範囲で把握し、将来予測を見誤らないよう対処していくことが現実的である。

引用文献

- Hayashi, S. and K. Kondo (1957) Growth of the Japanese Anchovy-IV. Age determination with the use of scales. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 17, 31-64, pls.1-4.
- 八角直道・平野和夫・森 泰雄・永島 宏 (2007) カタクチイワシの成長および寿命の再検討. 黒潮の資源海洋研究, 8, 67-78.