

平成29（2017）年度サワラ瀬戸内海系群の資源評価

責任担当水研：瀬戸内海区水産研究所（石田 実、片町太輔）

参画機関：和歌山県水産試験場、大阪府立環境農林水産総合研究所水産研究部水産技術センター、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県農林水産総合センター水産研究所、広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、山口県水産研究センター内海研究部、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、香川県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所、福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所、大分県農林水産研究指導センター水産研究部

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により計算した。瀬戸内海とその周辺を回遊する本系群の資源は、1980年代から乱獲により減少したが、1998年頃を底に回復しつつある。1987年に16,000トンを超えていた資源量は大きく減少して1998年に710トンの最低となった後次第に増加し、2016年は8,330トンとなった。漁獲量も同様の傾向で推移し、2015年は2,519トンに達したが、2016年は2,021トンとやや減少した。資源水準は中位で、直近5年間の資源尾数と資源量の推移から動向は増加と判断した。資源が増加したのは2016年の加入量が多いと推定されることが大きな要因であると考えられる。2016年の親魚量（B）は3,596トンで資源の回復措置をとる閾値（Blimit）4,000トンを下回っている。ABC算定のための基本規則1-1)-(2)を用い、Fcurrentで漁獲しても5年後の2023年までの間、親魚量がBlimitを上回る可能性が高いので、この漁獲係数によりABCを算定した。本種は栽培対象種であり、2016年の人工種苗有効放流尾数は7.0万尾で、放流魚混入率は0.1%であった。

管理基準	Target / Limit	2018年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減)
Fcurrent (0.97Frec5yr)	Target	3,176	33	0.66 (－20%)
	Limit	3,636	38	0.82 (±0%)

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、安定的な資源の回復が期待される漁獲量である。Limitは管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Ftarget=αFlimitとし、係数αには標準値の0.8を用いた。また、F値（漁獲係数）は全年齢の平均、漁獲割合はABC/資源量、FcurrentはF2016とした。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合 (%)
2013	6,155	3,395	1,775	1.12	29
2014	6,427	4,289	2,148	0.61	33
2015	6,464	4,168	2,591	0.76	39
2016	8,330	3,596	2,021	0.82	24
2017	8,734	4,692	2,438	0.82	28
2018	9,618	6,352	—	—	—

2017年、2018年の値は将来予測に基づく。

水準：中位 動向：増加

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） 月別、灘別、漁法別水揚量、水揚尾数（水産庁）* 月別体長組成調査（和歌山～大分（11）府県） 体長-体重調査、体長-年齢測定調査（香川県、愛媛県）
漁獲努力量	操業隻日数調査（水産庁）*
自然死亡係数（M）	年当たりM=0.3を仮定
種苗放流魚混入率	放流魚混入率調査（水研、和歌山～愛媛（7）府県）
種苗放流尾数	2016年は7.0万尾（大阪、岡山等（6）府県）

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

灘区分と調査地を図1に示す。

1. まえがき

サワラは瀬戸内海における最も重要な魚種のひとつである。1970年代後半から漁獲量の増加が続いたが、資源量、漁獲量ともに1980年代後半から急減した。1998年に播磨灘と備讃瀬戸で秋漁の自主休漁が始まり、平成14（2002）～23（2011）年度に実施した資源回復計画では、人工種苗を放流するとともに、流し刺網の目合い制限と休漁期設定を柱とする漁獲努力量削減を行った（永井 2003、小林 2003）。これらの措置は、平成24（2012）年度以降も新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている（図2）。

2. 生態

(1) 分布・回遊

3～4月に紀伊水道外域～紀伊水道、及び豊後水道～伊予灘より播磨灘～安芸灘に親魚が産卵回遊する。備讃瀬戸西部へは東西から来遊する（中込 1971）。燧灘へは東部からの群も一部移動する（竹森ほか 2005）。5月の主産卵場は燧灘から備讃瀬戸で、6月は安芸灘に移る（岸田 1988、1989）。秋季に両水道域から外海に越冬回遊する（図3、4）。

(2) 年齢・成長

寿命は6～8歳で、雌が長寿である（岸田ほか 1985）。1980年代に比べると近年の成長は速くなっている（岸田ほか 1985、安部 1993、中村・上田 1993、辻野・安部 1996、横川 1996、香川県 1999、竹森・山田 2003、中村 2010a）。図5に成長が遅かった1980年代と2007年以降の平均の両方の値を示した。同一年齢の魚体の大型化は資源量が減少した1990年代後半以降顕著となっている（図6）。なお、1985～1989年における5月の燧灘の2歳魚と10月の伊予灘の2歳魚の尾叉長最頻値はそれぞれ64～66、60～62cmで（岸田 1990）、2012～2016年の同海域の値はこれよりやや大きい68～72、66～74cmとなっている。

(3) 成熟・産卵

近年の成熟率は竹森（2006）を参考に0歳魚0%、1歳魚50%、2歳魚以上100%とした（図7）。

産卵期は5～6月で、播磨灘、備讃瀬戸、燧灘よりやや遅れて安芸灘で始まる（岸田・会田 1989、篠原 1993）。東部の主産卵場は播磨灘の鹿ノ瀬、室津ノ瀬、備讃瀬戸の中瀬で、西部は燧灘西側一帯の瀬に形成される（瀬戸内海水産開発協議会 1972）。多回産卵を行う。雌の成熟の目安は生殖腺熟度指数（=生殖腺重量（g）/尾叉長（mm）³×10⁷）が4以上とした（篠原 1991）。放流1歳魚の成熟度は天然魚と差が認められない（山崎・藤本 2006）。産卵水深は5～10mまたは以深、卵は表層に浮上し、分布水温は14.6～22.7℃である（岸田 1988）。

(4) 被捕食関係

発育初期にはカタクチイワシ等の稚魚を捕食し（Shoji et al. 1997）、成長するとカタクチイワシ、イカナゴ等魚類を主食とする。捕食者の情報はない。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

春季に内海へ来遊する1～2歳魚以上を、秋季に内海から紀伊水道と豊後水道域に移動する0歳魚以上を漁獲する。流し刺網での漁獲が最も多く、2016年は漁獲量の68%を占め、ひき縄およびはえ縄での漁獲は19%であった。両水道ではひき縄等の釣りが主体で、ひき縄とはえ縄は、同一漁船が出漁日の魚群分布状況に応じて漁具を随時選択して操業している。そのほかの漁法として、はなつぎ網でも漁獲する。外国漁船による漁獲はない。

(2) 漁獲量の推移

瀬戸内海区の漁獲量は1975年までは1,000～2,000トン、1976～1984年は3,000～4,000トンで推移した。1985～1987年は6,000トン前後の最多となったが、1988年から急減して1998年には200トンを下回った。その後やや増加して2002年以降1,000トンを超え、2015年は2,519トンに達したが、2016年は2,021トンとやや減少した（図8、表1、2、3）。

(3) 漁獲努力量

1968年から2～3年でローラー巻きを用いた網揚げの機械化が普及する（中込 1971）とともに流し刺網の隻数が増加し、0歳魚を対象とする秋漁も普通に行われるようになった。1985年頃からナイロンテグスの導入により羅網効率が向上し（上田 1990、中村 1991、中村

2010b)、細かい網目による小型魚の漁獲が進み(永井ほか 1996)、1986年に播磨灘ではなつぎ網が復活した(永井・武田 1993)。1998年から播磨灘と備讃瀬戸で漁業者が秋漁を自主休漁するとともに瀬戸内海東部海域で種苗放流が開始され、2002年4月から資源回復計画に基づく流し刺網の目合制限と休漁期設定を主体とする規制を開始し、同計画が2012年3月に終了した後も同様の規制を実施している(図2)。春季の流し刺網の操業隻日数は、香川県ではほぼ一定で、近年はやや減少し、兵庫県と岡山県では2011年まで減少した後に増加した。愛媛、徳島両県は減少傾向で、山口県は2014～2015年と増加し、2016年は減少した(図9)。秋季の流し刺網漁は愛媛県で2013～2015年と増加の後2016年は減少、大阪府は2015年に増加、2016年は減少した(図10)。兵庫県のはなつぎ網は2010年まで減少した後に2013年まで増加し、その後は減少、広島県の巾着網は近年3年出漁はない(図11)。流し刺網全体の操業隻日数は緩やかな増加傾向、ひき縄・はえ縄は変動しながらやや減少傾向にある(図12)。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1987年以降の漁獲量、体長組成、体長-年齢関係に基づいて暦年の年齢別漁獲尾数を集計し、主要漁業の流し刺網、ひき縄およびはえ縄の操業隻日数当たり漁獲尾数を指標とするチューニングVPA(コホート解析)により資源尾数を推定した(補足資料2(1)～(6))。

(2) 資源量指標値の推移

操業隻日数当たり漁獲尾数は、流し刺網では2010年以降増加傾向で、一両年はやや減少、ひき縄・はえ縄では2007年以降概ね増加傾向にある(図13)。両漁業で瀬戸内海における漁獲量の約80%を占めていることから、これらの資源量指標値を上述したVPAのチューニングに用いた(補足資料2(4))。

(3) 漁獲物の年齢組成

資源水準の高かった1980年代は3、4歳魚が主体であった(上田 1990、岸田 1990)。1990年代は3歳魚以上の割合が低下し(武田 1996、河野ほか 1997)、漁獲がやや回復した2002年から現在に至るまで少ない状態が続いている。2000年以降の主体は1、2歳魚である。0歳魚の漁獲尾数は1994年までは30万尾を超えていたが、その後は低水準となっている(図14)。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

1987年に16,000トンを超えていた資源量は大きく減少し、1998年は710トンと最低となった。その後、2003年まで増加、2004～2007年は3,000トン前後で伸び悩んだが、2008年から再び増加し、2016年は8,330トンとなった。近年の漁獲割合は概ね30%前後で推移している(図15、表3)。

自然死亡係数(M)の値を変更した場合、資源量、親魚量、加入量推定値の動向に大きな違いはなかった。M=0.3に対してM=0.4または0.2として求めた値は、資源量と親魚量で6～20%、加入量で11～34%の差を示した(図16～18)。

(5) 再生産関係

コホート解析により計算した0歳魚資源尾数から放流種苗に由来する0歳魚資源尾数（補足資料2（7））を差し引いて天然の0歳魚資源尾数である加入量を求めた。1998年まで親魚量、加入量ともに減少、1999～2002年は増加、2003～2007年はほぼ横ばいとなった。親魚量は2008年から2015年までは概ね増加傾向、2016年は減少して3,596トンとなった。加入量は2010年以降100万尾台で推移し、2016年は26年振りに300万尾を超えた（図19、20、表3）。親魚量と加入量の間には正の相関関係が見られる（図19）。親魚量当たり加入量である再生産成功率（RPS）の経年変化を見ると1996年の0.16尾/kgまで低下傾向をたどり、2002年にかけて上昇し、最高の1.12尾/kgとなった。2003～2007年は0.5尾/kgを下回る低い年が続き、2008年に0.80尾/kgの高い値となった。その後は、変動は大きいものの2015年までは減少傾向、2016年は0.99尾/kgに増加した（図21、表3）。

(6) Blimitの設定

親魚量と0歳魚の漁獲物平均体重を見ると、親魚量4,000トンを超えるとほぼ一定で、下回ると成長が速くなることが認められる（図22）。また、加入量と0歳魚の漁獲物平均体重にも、加入量200万尾を境に同様の関係が見られることから、加入量200万尾未満では瀬戸内海の生産力を十分利用していないと考えられる（図23）。過去の再生産関係において、推定精度の不高くない直近の2016年を除いて、親魚量4,000トン未満では加入量200万尾を上回ったことがない（図20、表3）。これらのことから、4,000トンを経済資源の回復措置をとる閾値としてのBlimitとした。2016年の親魚量3,596トンはBlimitを下回っている。

(7) 資源の水準・動向

瀬戸内海広域漁業調整委員会、サワラ瀬戸内海系群資源管理漁業者協議会、さわか検討会等における共通認識を踏襲して、資源水準は資源量を指標とし、最高と最低の間を3等分して11,090トン以上を高位、11,090トン未満5,900トン以上を中位、5,900トン未満を低位とした。2016年の資源量は8,330トンであるので中位と判断した。動向は最近5年（2012～2016年）の資源尾数と資源量の推移から増加と判断した（図15）。資源が増加したのは2016年の加入量が多いことが大きな要因であると考えられる。

(8) 今後の加入量の見積もり

Fcurrentで漁獲し、RPSが直近の2016年を除く過去10年間（2006～2015年）の中央値=0.45尾/kgで継続すると、2021年までは200万尾を上回って推移することになる（補足資料4）。

(9) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

2歳魚以上のFは2000年前後から高くなっている。1歳魚のFは2007年以降低下傾向にある。一方、0歳魚のFは概ね0.1未満の低めを維持している（図24、25）。2016年の全年齢のFの平均値（Fcurrent）は0.82で、経験的な資源管理基準のF30%SPR、F0.1、Fmaxより高い（図26）。

(10) 種苗放流効果

種苗放流は1999年に播磨灘で始まり、2002年以降瀬戸内海の東西両海域で実施している。

2012年以降は瀬戸内海海域栽培漁業推進協議会が共同種苗生産・放流を行っている。2016年の種苗の有効放流尾数は7.0万尾、2012～2016年（人工種苗飼育時に餌の確保に失敗したため放流尾数が極端に少なかった2015年を除く）の平均は7.5万尾であった。近年の放流魚混入率は資源の増加にともなってはなはだ低い。放流魚が資源に加入するまでの生残率である添加効率（補足資料2（7））の2016年の値は0.04、2012～2016年（2015年を除く）の平均は0.14であった（表4）。2007～2010年の放流魚混入率は備讃瀬戸以東の東部放流群の方が燧灘以西の西部放流群より高い（愛媛県 2008、和歌山県 2009、大阪府 2010、香川県 2011）。なお、種苗放流が天然魚の成長に大きな影響を及ぼすことは認められていない（小畑ほか 2008）。年級群別、年齢別の放流魚混入率とその調査尾数を補足資料5に示す。

5. 2018年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は中位で、過去5年の動向から増加と判断した。2016年の親魚量はBlimitを下回っている。年齢組成が若齢に偏っているため加入量が少ない年が続くと資源水準が低下する可能性が高く、1990年代後半の資源量減少に伴い顕著となった魚体の大型化と早熟傾向は解消されていない。従って、少なくとも現状程度の資源管理措置を実施することが望ましい。

(2) ABCの算定

2016年の親魚量がBlimitを下回っていると推定されるので、「平成29年度ABC算定のための基本規則」1-1)-(2)を用い、5年後の2023年までの間Blimitを上回ることを管理目標とした。ここで、RPSが直近の2016年を除く10年間（2006～2015年）の中央値=0.45尾/kgで継続すると仮定すると、 $F_{med} (1.00) \times B/Blimit (0.89) = 0.89$ による漁獲で2023年の予測親魚量は3,700トンでBlimit 4,000トンを下回る結果となった。また、同じ仮定で2023年までの間Blimitを上回る漁獲係数Frec5yrを探索的に求めると0.85となったが、これより小さなFcurrent (F2016) = 0.82による漁獲では予測親魚量が4,200トンとなった。そこで、基準値を適正と判断される年のF (Ft) であるFcurrentとした。なお、この値はFrec5yrの0.97倍に相当するので、表中の管理基準をFcurrent (0.97Frec5yr) と表記する。Flimitに安全率 α (標準値の0.8) を乗じてFtarget=0.66とした。これらのFと2018年における推定漁獲尾数と体重から、ABCtargetを3,176トン、ABClimitを3,636トンと算定した。漁獲量、資源量等の予測方法と、その際の放流種苗の扱いは補足資料2に記述した。

管理基準	Target / Limit	2018年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F値 (現状のF値から の増減)
Fcurrent (0.97Frec5yr)	Target	3,176	33	0.66 (－20%)
	Limit	3,636	38	0.82 (±0%)

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、安定的な資源の回復が期待される漁獲量である。Limitは管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Ftarget= α Flimitとし、係数 α には標準値の0.8を用いた。また、F値（漁獲係数）は全年齢の平均、漁獲割合はABC/資源量、FcurrentはF2016とした。

(3) ABCの評価

禁漁～ $F_{current} \times 1.1$ で漁獲を継続した場合の2023年までの漁獲量、資源量、親魚量の推定値を次の表に示す。なお、RPSは直近の2016年を除く10年間（2006～2015年）の中央値が続くと仮定した。また、本系群では個体の成長が加入量によって変動するので、過去の両者の関係に基づいて年級群毎に推定した各年齢における体重を使用した（補足資料2（6））。

2016年に8,330トンの資源量は、 $0.8F_{current}$ で漁獲すると2023年に9,400トン、 $F_{current}$ で6,700トンになる。同様に親魚量は3,596トンから6,000トンと4,200にトンに、漁獲量は2,021トンから3,000トンと2,400トンになる。

管理基準	F値	漁獲量（トン）							
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
禁漁	0.00	2,021	2,438	0	0	0	0	0	0
$0.10F_{current}$	0.08	2,021	2,438	560	873	1,219	1,534	2,130	2,898
$0.20F_{current}$	0.16	2,021	2,438	1,062	1,521	1,997	2,414	3,175	4,091
$0.30F_{current}$	0.25	2,021	2,438	1,513	1,997	2,480	2,887	3,609	4,418
$0.40F_{current}$	0.33	2,021	2,438	1,919	2,342	2,770	3,109	3,703	4,324
$0.50F_{current}$	0.41	2,021	2,438	2,283	2,587	2,931	3,176	3,615	4,040
$0.60F_{current}$	0.49	2,021	2,438	2,612	2,757	3,010	3,150	3,436	3,686
$0.70F_{current}$	0.58	2,021	2,438	2,908	2,870	3,034	3,068	3,218	3,323
$F_{target}=0.80F_{current}$	0.66	2,021	2,438	3,176	2,941	3,025	2,956	2,989	2,978
$0.90F_{current}$	0.74	2,021	2,438	3,417	2,980	2,993	2,828	2,765	2,664
$F_{limit}=1.00F_{current}$	0.82	2,021	2,438	3,636	2,997	2,949	2,694	2,554	2,384
$1.10F_{current}$	0.91	2,021	2,438	3,834	2,997	2,898	2,561	2,368	2,190
		資源量（トン）							
禁漁	0.00	8,330	8,734	9,618	14,879	22,404	30,352	43,804	63,127
$0.10F_{current}$	0.08	8,330	8,734	9,618	13,918	19,586	25,295	34,537	46,993
$0.20F_{current}$	0.16	8,330	8,734	9,618	13,054	17,267	21,325	27,633	35,630
$0.30F_{current}$	0.25	8,330	8,734	9,618	12,277	15,348	18,175	22,419	27,489
$0.40F_{current}$	0.33	8,330	8,734	9,618	11,578	13,751	15,650	18,428	21,559
$0.50F_{current}$	0.41	8,330	8,734	9,618	10,948	12,415	13,604	15,334	17,173
$0.60F_{current}$	0.49	8,330	8,734	9,618	10,380	11,289	11,931	12,908	13,878
$0.70F_{current}$	0.58	8,330	8,734	9,618	9,866	10,335	10,549	10,983	11,367
$F_{target}=0.80F_{current}$	0.66	8,330	8,734	9,618	9,402	9,522	9,397	9,439	9,427
$0.90F_{current}$	0.74	8,330	8,734	9,618	8,982	8,823	8,428	8,188	7,909
$F_{limit}=1.00F_{current}$	0.82	8,330	8,734	9,618	8,601	8,218	7,607	7,165	6,749
$1.10F_{current}$	0.91	8,330	8,734	9,618	8,254	7,692	6,927	6,452	6,101
		親魚量（トン）							
禁漁	0.00	3,596	4,692	6,352	9,974	14,953	20,006	29,157	41,967
$0.10F_{current}$	0.08	3,596	4,692	6,352	9,258	12,977	16,583	22,847	31,042
$0.20F_{current}$	0.16	3,596	4,692	6,352	8,615	11,361	13,907	18,169	23,388
$0.30F_{current}$	0.25	3,596	4,692	6,352	8,037	10,033	11,792	14,651	17,934
$0.40F_{current}$	0.33	3,596	4,692	6,352	7,516	8,934	10,102	11,972	13,982
$0.50F_{current}$	0.41	3,596	4,692	6,352	7,048	8,021	8,738	9,904	11,072
$0.60F_{current}$	0.49	3,596	4,692	6,352	6,625	7,256	7,625	8,290	8,897
$0.70F_{current}$	0.58	3,596	4,692	6,352	6,243	6,613	6,707	7,015	7,248
$F_{target}=0.80F_{current}$	0.66	3,596	4,692	6,352	5,898	6,067	5,944	5,998	5,979
$0.90F_{current}$	0.74	3,596	4,692	6,352	5,586	5,601	5,304	5,177	4,990
$F_{limit}=1.00F_{current}$	0.82	3,596	4,692	6,352	5,303	5,201	4,762	4,508	4,209
$1.10F_{current}$	0.91	3,596	4,692	6,352	5,047	4,854	4,300	3,972	3,683

また、 $0.8F_{current}$ と $F_{current}$ で漁獲を継続した場合の将来5年間の資源量と親魚量を、RPSを2006～2015年の値から無作為抽出して、1,000回の繰り返し計算を行った。 $0.8F_{current}$ では、2023年までの間、資源水準が中位以上となる確率、 B_{limit} を上回る確率がともに100%、 $F_{current}$ ではそれぞれ96%と85%となった（図27、28）。

(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
2015年漁獲量確定値	2015年の漁獲量及び年齢別・年別漁獲尾数 2010年以降の年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数 将来の資源量及び漁獲量の予測値
2016年漁獲量速報値 2016年年齢組成	2016年の漁獲量及び年齢別・年別漁獲尾数 2011年以降の年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数 将来の資源量及び漁獲量の予測値
2016年種苗放流魚混入率 2016年種苗放流尾数	2015年以降の添加効率、放流魚の生残率 将来の資源量及び漁獲量の予測値

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量 (トン)	ABC _{limit} (トン)	ABC _{target} (トン)	漁獲量 (トン) (実際のF値)
2016年 (当初)	Frec	0.94	4,439	1,388	1,213	
2016年 (2016年再評価)	Frec	1.18	4,096	1,508	1,338	
2016年 (2017年再評価)	Frec	0.89	8,330	2,157	1,896	2,021 (0.82)
2017年 (当初)	Frec5yr	0.70	3,991	961	820	
2017年 (2017年再評価)	Frec5yr	0.56	8,734	1,515	1,308	

2016年の管理基準Frecは $F_{med} \times B/B_{limit}$ 。また、F値はABC_{limit}に対する値で、年齢平均。

2017年の再評価時において、2016年のABCは、 F_{med} が下方修正されたので管理基準のFがやや小さくなったが、最新の漁獲尾数資料の追加により前年の1歳若齢の資源尾数が順次修正された結果、各年の資源尾数が上方修正され、さらに1、2歳魚の体重が上方修正されて資源量が上方修正されたため、2016年再評価時より多い値となった。2017年は同様の理由で資源量が上方修正されたため、当初より回復に要するFが小さくなり、ABCが多くなった。

6. ABC以外の管理方策の提言

近年の資源量は、2002年度から2011年度まで実施されたサワラ瀬戸内海系群資源回復計画の目標である2000年の資源量を65%引き上げた値の2,500トンを上回って推移しており、この計画の目標は達成されている。しかしながら、2016年の推定資源量8,330トンは計算期間中最多であった1987年の51%にとどまっている。また、資源減少に伴う魚体の大型化と早熟傾向は解消されていない。さらに、高齢になるまでに漁獲し尽くす結果、年齢組成が若齢に偏っているため、2、3年加入が少ない年が続くと資源水準が低下する可能性が高い。

サワラの生態に配慮した管理を考えると、近年5%を下回って推移している資源尾数全体に占める3歳魚以上の割合が10%程度までに増加し、現状より魚体の小型化と晩熟が認められることを本格回復の指標とすることが必要である。そのためには、少なくとも現状程度の

資源管理措置を継続しながら、出来るだけ大型魚を狙って漁獲することが望ましい。

人工種苗放流と漁獲圧調整の組合せによる2023年の資源量と漁獲量の推定結果を図29に示す。この結果によれば、Fを10%増加させた場合の資源量の減少を補うために必要な種苗放流尾数は79万尾、漁獲量を補うためには62万尾と計算される。一方、種苗放流を実施せずに漁獲規制によって現状継続と同じ資源量または漁獲量を実現するためにはいずれもFの1%削減が必要となる。

7. 引用文献

- 安部恒之(1993) 大阪府における漁獲動向。「瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査－サワラの資源生態調査－」(林小八編), 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・社団法人日本水産資源保護協会, (61), 36-40.
- 愛媛県(2008) 瀬戸内海海域サワラ. 平成19年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 191-197.
- 香川県(1999) さわら流し網. 平成10年度複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書, 12-24.
- 香川県(2011) 瀬戸内海海域サワラ. 栽培漁業資源回復等対策事業(平成～22年度)総括報告書, 社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 331-375.
- 岸田達(1988) 瀬戸内海中部海域におけるサワラの卵・仔魚の鉛直・水平分布. 日本水産学会誌, **54**, 1-8.
- 岸田達(1989) 漁場の移動からみた瀬戸内海中西部域におけるサワラの分布と回遊. 南西水研報, (22), 13-27.
- 岸田達(1990) 瀬戸内海中西部域におけるサワラの成長と個体群密度の関係. 南西水研報, (23), 35-41.
- 岸田達・会田勝美(1989) 瀬戸内海中西部域におけるサワラの成熟と産卵. 日本水産学会誌, **55**, 2065-2074.
- 岸田達・上田和夫・高尾亀次(1985) 瀬戸内海中西部におけるサワラの年齢と成長. 日本水産学会誌, **51**, 529-537.
- 小林一彦(2003) サワラ瀬戸内海系群資源回復計画について. 日本水産学会誌, **69**, 109-114.
- 河野悌昌・花村幸生・西山雄峰・福田雅明(1997) 瀬戸内海西部にけるサワラ資源の年齢組成の変化. 南西水研報, (30), 1-8.
- 永井達樹(2003) サワラの資源状況と資源回復計画. 日本水産学会誌, **69**, 99-103.
- 永井達樹・片町太輔(2009) 平成20年サワラ瀬戸内海系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価(第3分冊), 水産庁ほか, 1194-1225.
- 永井達樹・武田保幸(1993) 漁獲量.「瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査－サワラの資源生態調査－」(林小八編). 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・社団法人日本水産資源保護協会, (61), 1-16.
- 永井達樹・武田保幸・中村行延・篠原基之・上田幸男・安部亨利・安部恒之(1996) 瀬戸内海東部産サワラの資源動向. 南西水研報告, (29), 19-26.
- 中込暢彦(1971) サワラ資源の利用形態と漁業経営様式(謄写印刷). 水産大学校, 下関, 44pp.
- 中村行延(1991) 五色町漁業協同組合鳥飼支所におけるサワラ流し網漁の漁獲動向について. 内海漁業研究会報, (23), 40-49.

- 中村行延(2010a) 兵庫県瀬戸内海産サワラの年齢組成と成長の変化. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告[水産篇], (41), 59-64.
- 中村行延(2010b) 水揚げ記録から見た播磨灘におけるさわら流し網漁の漁獲実態. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告[水産篇], (41), 65-68.
- 中村行延・上田幸男(1993) 年齢と成長. 「瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査－サワラの資源生態調査－」(林小八編), 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・社団法人日本水産資源保護協会, (61), 17-27.
- 小畑泰弘・山崎英樹・竹森弘征・岩本明雄・浜崎活幸・北田修一(2008) カタクチイワシシラスの資源重量から試算したサワラ人工種苗放流による0歳魚加入資源の上積み量. 日本水産学会誌, **74**, 796-801.
- 大阪府(2010) 瀬戸内海海域サワラ. 平成21年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 329-369.
- 瀬戸内海水産開発協議会(1972) 「瀬戸内海の魚介類Vol. 1」. 72pp.
- 篠原基之(1991) 瀬戸内海東部におけるサワラの産卵と成熟について. 岡山水試報, (6), 28-34.
- 篠原基之(1993) 熟度指数の季節変化と年変化, 成熟率及びよう卵数. 「瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査－サワラの資源生態調査－」(林小八編), 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・社団法人日本水産資源保護協会, (61), 124-141.
- Shoji, J., T. Kishida and M. Tanaka (1997) Piscivorous habits of Spanish Mackerel larvae in the Seto Inland Sea. Fish. Sci., **63**, 388-392.
- 武田保幸(1996) 紀伊水道産サワラの近年における漁獲低迷. 水産海洋研究, **60**, 18-25.
- 竹森弘征(2006) 瀬戸内海東部海域で漁獲されたサワラの成長と成熟. 香川水試研報, (7), 1-11.
- 竹森弘征・坂本久・植田豊・山崎英樹・岩本明雄(2005) 瀬戸内海東部海域におけるサワラ0歳魚の成長. 栽培技研, **32**, 35-41.
- 竹森弘征・坂本久・山崎英樹・岩本明雄(2005) 瀬戸内海東部海域におけるサワラ標識放流結果 - III. 当歳魚の資源尾数および再捕率について. 栽培技研, **33**, 15-20.
- 竹森弘征・山田達夫(2001) 播磨灘におけるサワラの生態調査. 平成12年度瀬戸内海水産資源担当者会議議事要録, 90-105.
- 竹森弘征・山田達夫(2003) 瀬戸内海東部海域におけるサワラの資源水準と成長の関係. 香川水試研報, (4), 1-9.
- 辻野耕實・安部恒之(1996) 大阪府における漁獲動向. 「瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査－サワラの資源生態調査－」(林小八編). 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・社団法人日本水産資源保護協会, (67), 95-112.
- 上田幸男(1990) 播磨灘産サワラの漁業生物学的研究(要旨). 内海漁業研究会報, (22), 62.
- 和歌山県(2009) 瀬戸内海海域サワラ. 平成20年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 221-229.
- 山崎英樹・藤本宏(2006) 放流海域に回帰したサワラ人工1歳魚の性比と成熟状況. 栽培技研, **34**, 7-12.

横川浩治(1996) 瀬戸内海東部域におけるサワラの成長および肥満度.「瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査」,本州四国連絡架橋漁業影響調査報告,本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・社団法人日本水産資源保護協会, (67), 179-198.

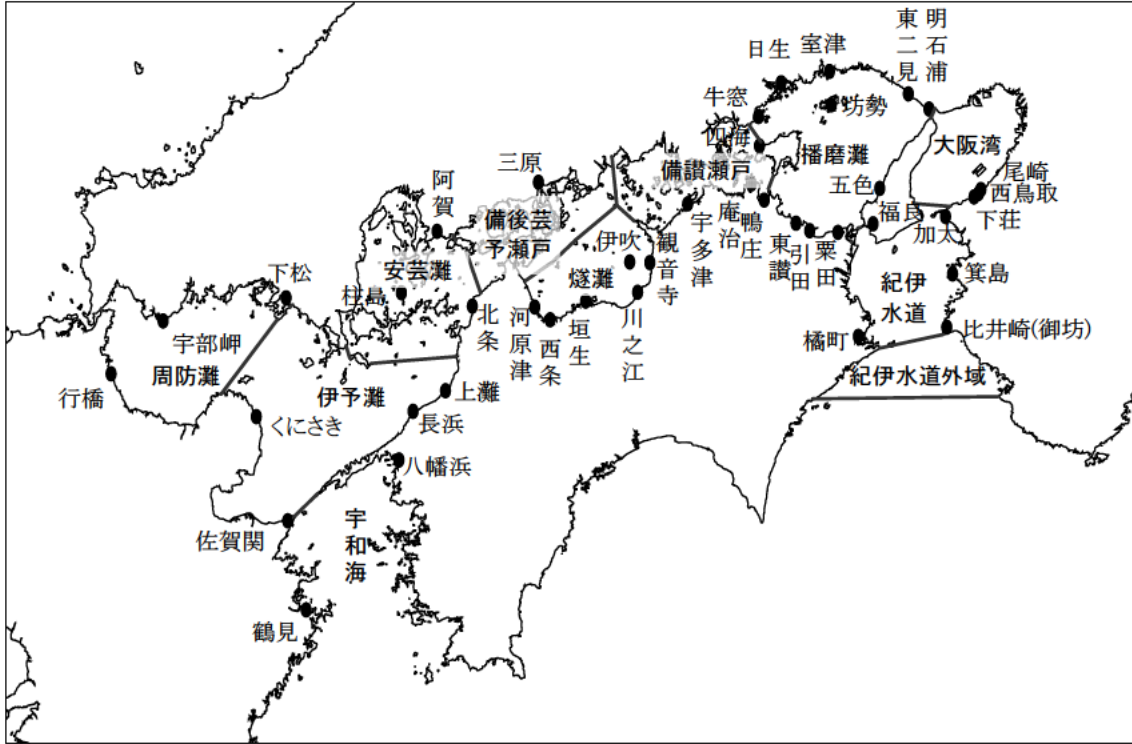


図1. 瀬戸内海の灘区分と調査地



図2. 平成29年度の漁獲努力量削減措置（目合い規制、休漁等）



図3. 分布域

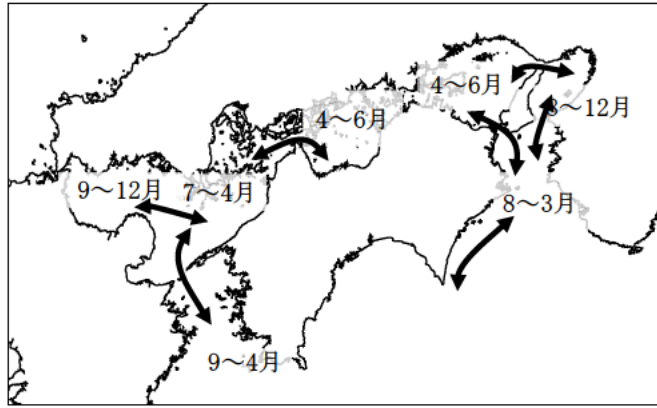


図4. 回遊と主漁期

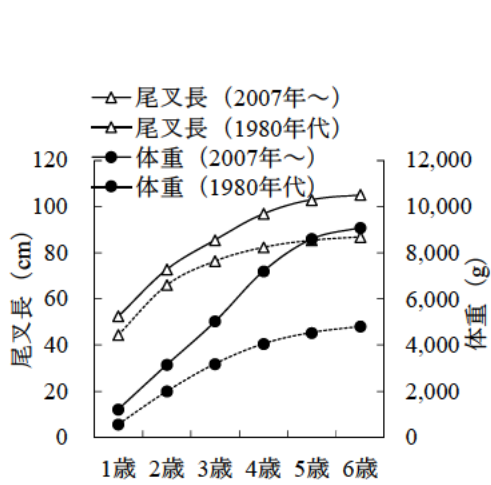


図5. 年齢と成長

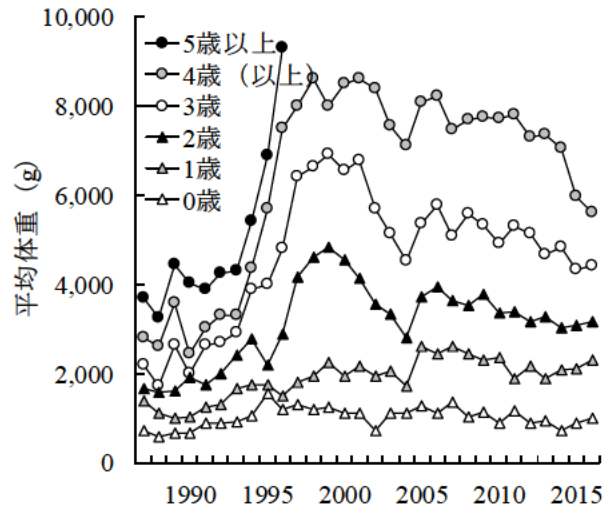


図6. 漁獲物の平均体重

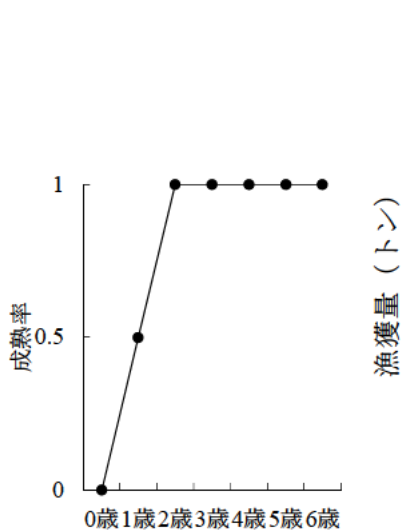


図7. 年齢別成熟率

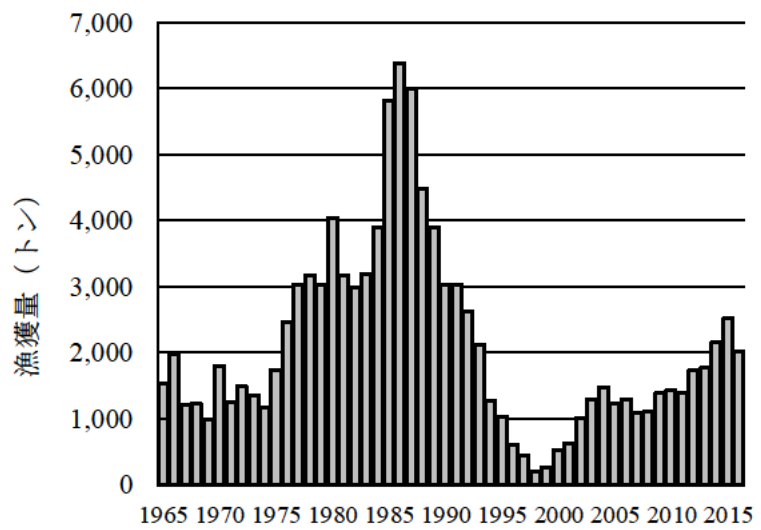


図8. 年別漁獲量（漁業・養殖業生産統計年報）

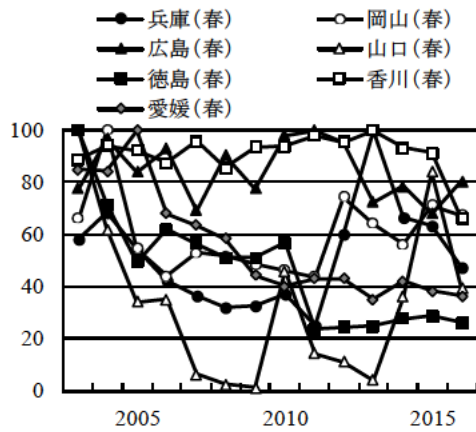


図9. 流し刺網春漁の操業隻日数
期間中最多を100とした。

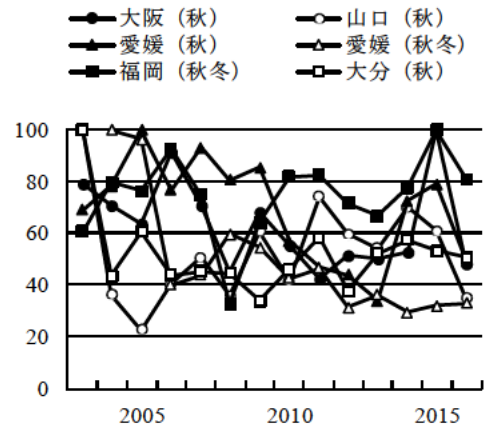


図10. 流し刺網秋冬漁の操業隻日数
期間中最多を100とした。

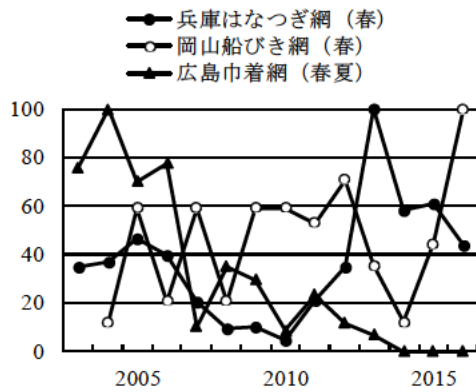


図11. はなつぎ網、船びき網、巾着網の
操業隻日数 期間中最多を100と
とした。

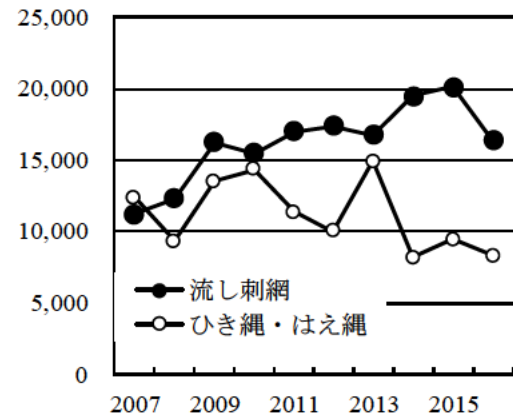


図12. 流し刺網とひき縄・はえ縄の操業隻
日数

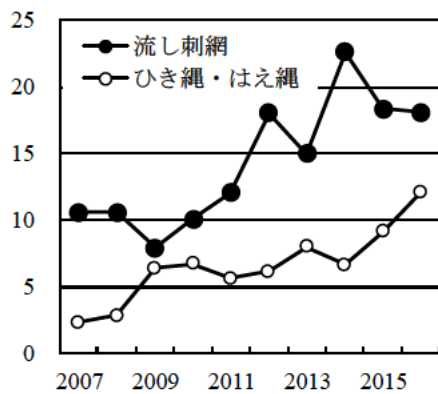


図13. 流し刺網とひき縄・はえ縄の操業隻
日数当たりの漁獲尾数 流し刺網は2kg以上の尾数。

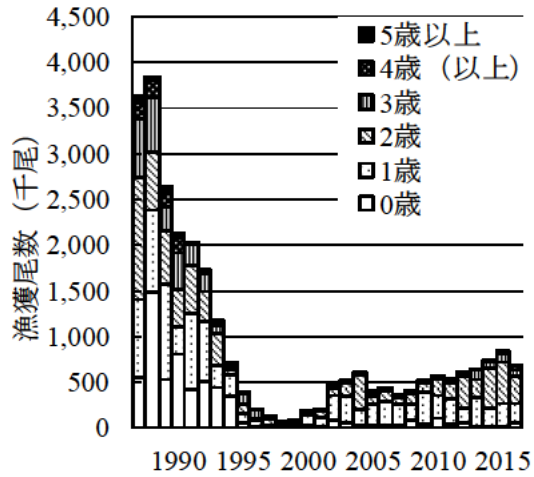


図14. 年齢別漁獲尾数

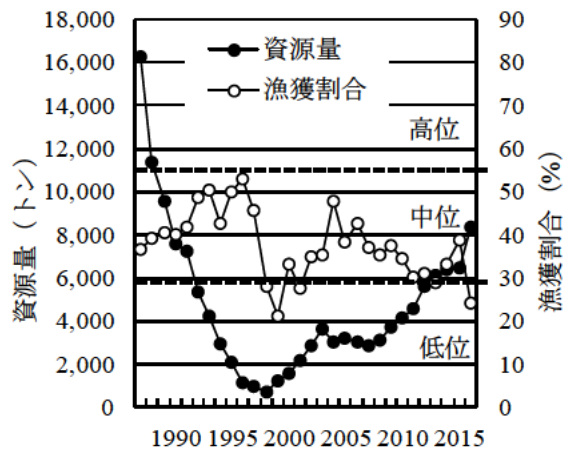


図15. 資源量と漁獲割合 (重量比)

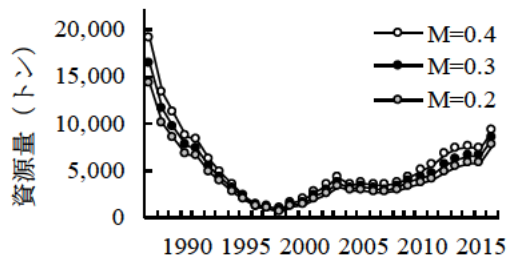


図16. 自然死亡係数 (M) と資源量推定値

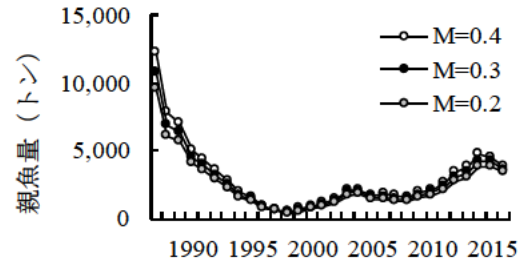


図17. 自然死亡係数 (M) と親魚量推定値

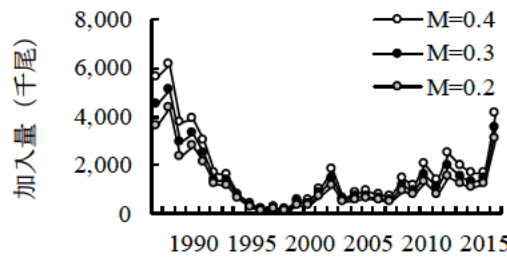


図18. 自然死亡係数 (M) と加入量推定値

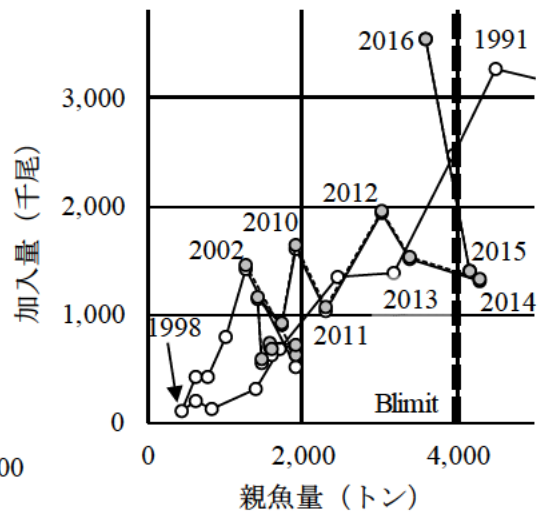
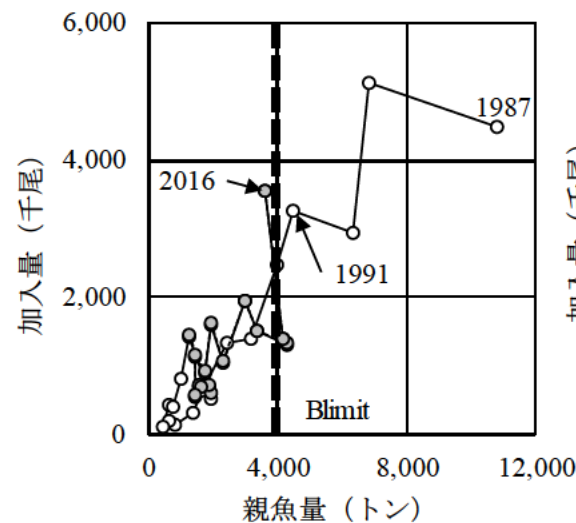


図19. 再生産関係、Blimit 天然:白丸、天然+放流由来:灰丸、右は近年を拡大。

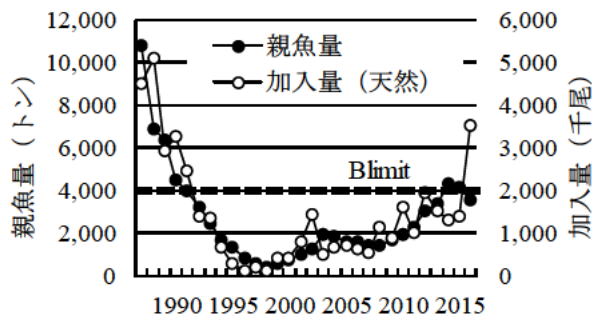


図20. 親魚量と加入量（天然）の推移

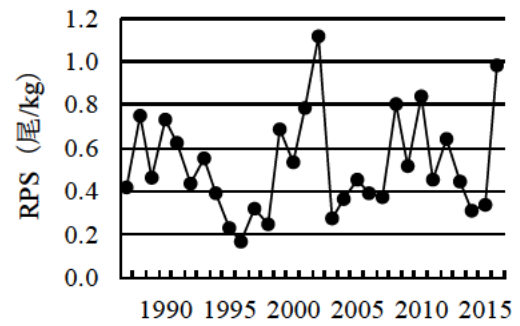


図21. 再生産成功率（RPS）の推移

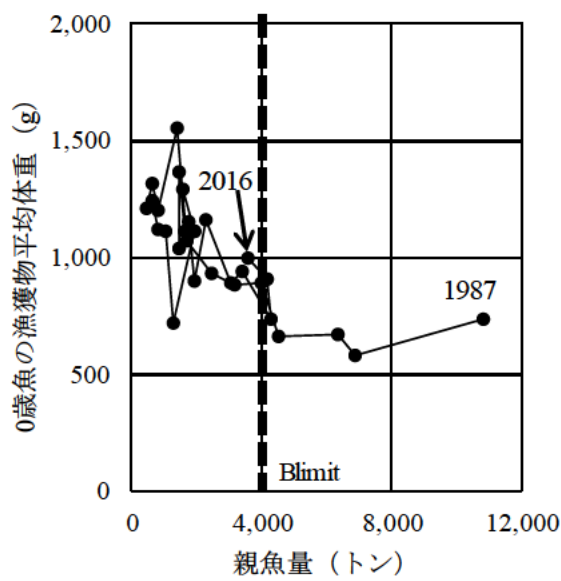


図22. 親魚量と0歳魚の漁獲物平均体重

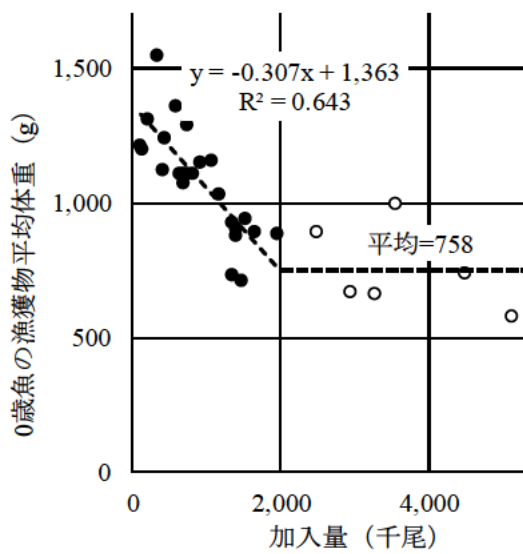


図23. 加入量と0歳魚の漁獲物平均体重

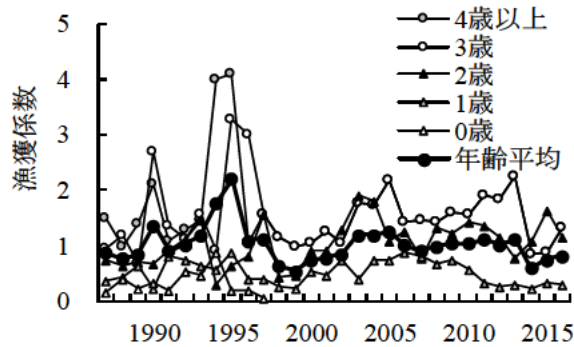


図24. 年齢別漁獲係数の推移

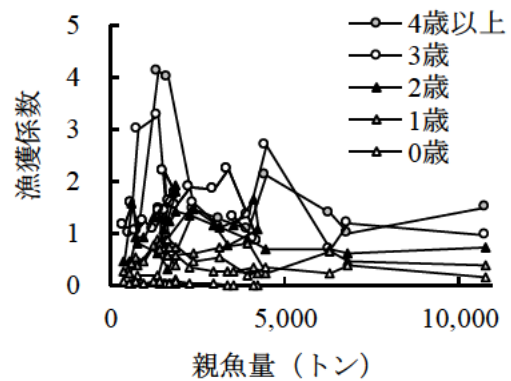


図25. 親魚量と漁獲係数の関係

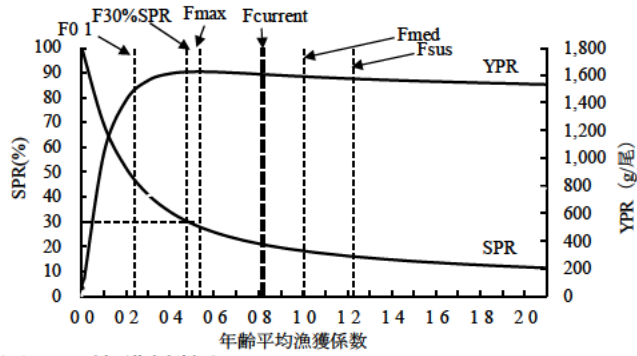


図26. 漁獲係数とSPR、YPR

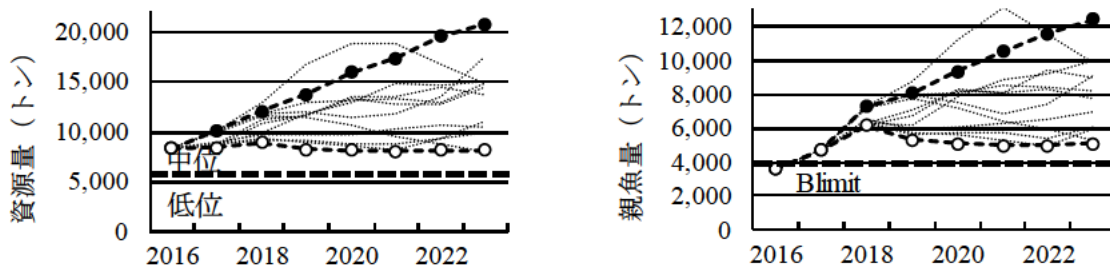


図27. 0.8Fcurrentで漁獲した場合の資源量(左)と親魚量(右)の予測 1,000回試算の上位10%を黒丸、下位10%を白丸、10回の例を記号なし点線で示す。

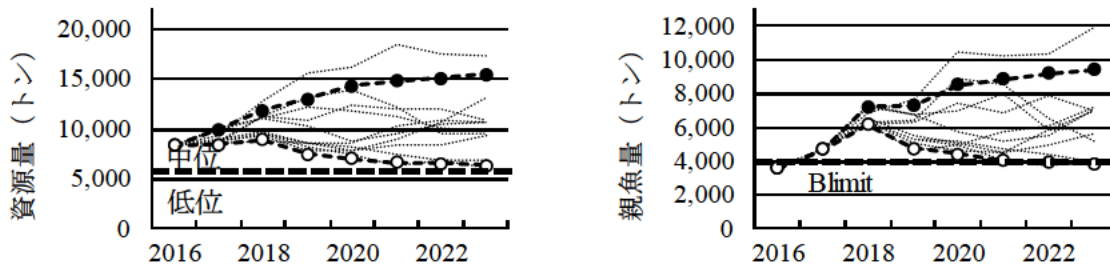


図28. Fcurrentで漁獲した場合の資源量(左)と親魚量(右)の予測 1,000回試算の上位10%を黒丸、下位10%を白丸、10回の例を記号なし点線で示す。

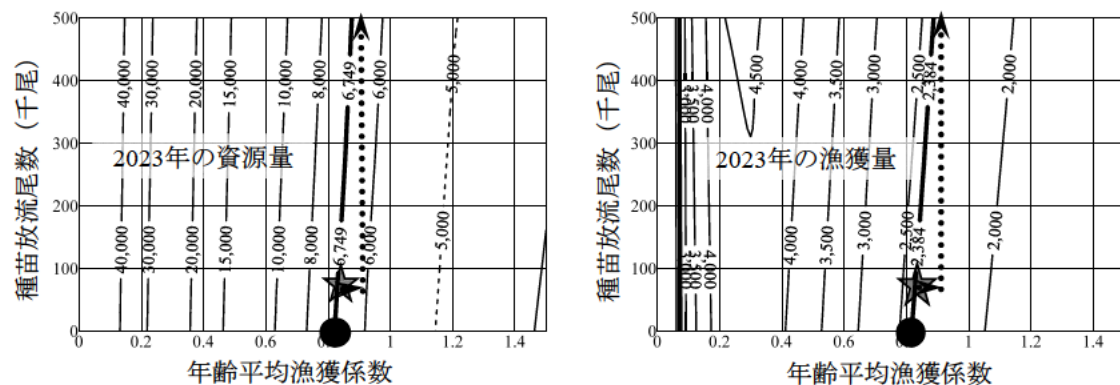


図29. 2018～2022年の漁獲係数、種苗放流尾数と2023年の推定資源量(左)と推定漁獲量(右)(いずれもトン) 星印は現状継続、上向き矢印は漁獲係数10%増加による資源量(左)と漁獲量(右)の減少を補うために必要な放流尾数、黒丸は放流を実施しない場合に現状継続と同じ資源量(左)と漁獲量(右)を実現するのに必要な漁獲係数を表す。

サワラ瀬戸内海系群－17－

表1. 瀬戸内海区のサワラの府県別漁獲量（トン、漁業・養殖業生産統計年報）

年	和歌山	大阪	兵庫	岡山	広島	山口	徳島	香川	愛媛	福岡	大分	計
1965	39	24	432	133	106	45	46	409	245	0	54	1,533
1966	51	10	461	256	121	36	35	793	151	0	54	1,968
1967	58	20	288	76	60	70	25	364	176	0	61	1,198
1968	21	14	181	114	207	21	18	308	240	0	98	1,222
1969	28	11	134	74	147	31	32	202	196	0	136	991
1970	24	31	182	44	102	52	37	92	254	0	972	1,790
1971	33	15	211	31	252	65	37	110	319	12	169	1,254
1972	28	8	244	114	191	41	24	236	411	7	176	1,480
1973	29	8	154	41	389	24	23	113	469	3	101	1,354
1974	24	21	93	19	268	63	30	75	495	4	80	1,172
1975	55	11	283	13	424	31	47	143	526	22	167	1,722
1976	68	41	334	56	477	42	68	192	873	1	315	2,467
1977	62	41	605	102	479	106	115	201	847	6	457	3,021
1978	84	27	325	100	670	80	63	270	1,054	37	463	3,173
1979	40	13	367	149	746	109	64	332	784	20	400	3,024
1980	48	9	171	88	512	223	71	727	1,387	27	782	4,045
1981	77	12	291	111	311	143	70	436	1,426	71	212	3,160
1982	125	35	571	108	340	164	79	361	807	64	331	2,985
1983	124	240	546	154	258	150	75	590	872	45	130	3,184
1984	174	116	854	274	240	190	208	593	893	37	314	3,893
1985	238	198	1,683	376	253	146	277	821	1,602	0	222	5,816
1986	223	106	1,877	535	348	215	232	1,077	1,479	0	286	6,378
1987	237	62	2,378	365	369	136	209	1,000	1,055	2	184	5,997
1988	300	41	1,666	271	275	118	338	684	647	10	135	4,485
1989	152	37	1,078	329	307	85	172	657	1,004	0	81	3,902
1990	135	39	994	224	268	74	227	464	538	0	66	3,029
1991	132	16	952	237	234	71	258	622	415	0	84	3,021
1992	65	114	780	153	238	11	217	482	530	0	33	2,623
1993	88	43	518	108	185	9	123	414	598	0	34	2,120
1994	57	54	345	71	115	4	122	215	275	0	13	1,271
1995	52	28	289	49	85	2	114	209	199	0	2	1,029
1996	30	19	140	29	87	1	23	110	162	0	2	603
1997	16	13	70	17	75	0	13	57	174	1	6	442
1998	15	3	33	6	65	0	12	20	44	0	1	199
1999	16	14	40	5	49	1	18	33	83	0	4	263
2000	36	12	105	7	41	2	55	38	185	0	31	512
2001	45	12	87	8	18	12	83	58	195	1	96	615
2002	78	46	172	23	32	79	153	72	231	2	120	1,008
2003	64	19	248	19	46	96	149	85	441	5	117	1,289
2004	54	19	183	76	60	78	79	308	454	7	147	1,465
2005	43	33	124	29	57	146	58	143	425	8	158	1,224
2006	47	67	187	15	40	139	162	127	383	8	108	1,283
2007	45	44	144	18	31	82	172	104	323	4	115	1,082
2008	47	24	85	20	48	82	159	141	312	12	183	1,113
2009	73	59	213	17	50	123	255	143	339	4	106	1,382
2010	58	41	218	22	48	116	228	233	293	3	176	1,436
2011	52	46	217	38	45	117	125	374	248	4	118	1,384
2012	62	58	338	102	37	73	134	568	292	3	73	1,740
2013	78	94	374	58	40	87	216	401	308	4	115	1,775
2014	72	91	329	85	47	106	199	571	504	4	140	2,148
2015	80	118	380	97	38	132	303	543	637	5	186	2,519
2016	54	113	359	76	44	130	212	384	429	5	215	2,021

表2. 瀬戸内海区及び紀伊水道外域、豊後水道のサワラの灘別漁獲量（トン）

瀬戸内海漁業調整事務所集計値の割合を漁業・養殖業生産統計年報に換算した。

年	紀伊 水道	大阪湾	播磨灘	備讃瀬 戸	燐灘	備後芸 予瀬戸	安芸灘	伊予灘	周防灘	瀬戸内 海計	紀伊水 道外域	豊後水 道
1968	31	45	434	173	338		61	125	16	1,222	312	234
1969	68	26	317	105	233		40	173	28	991	135	176
1970	115	75	361	97	332		102	490	217	1,790	171	232
1971	83	38	294	66	395		78	211	90	1,254	182	233
1972	59	26	465	173	357		97	228	74	1,480	122	335
1973	63	20	226	74	688		129	129	26	1,354	122	154
1974	75	45	120	62	481		165	133	91	1,172	91	169
1975	140	64	262	75	564		142	420	55	1,722	135	144
1976	211	87	354	92	916		125	640	41	2,467	113	117
1977	282	132	530	178	1,027		137	475	260	3,021	159	157
1978	315	46	359	274	722	465	268	418	306	3,173	173	327
1979	238	34	430	424	459	396	299	564	181	3,024	173	166
1980	241	31	121	649	944	440	238	926	455	4,045	144	267
1981	262	63	268	330	1,178	255	227	342	235	3,160	163	363
1982	492	157	282	325	536	263	159	488	283	2,985	112	124
1983	409	333	493	446	703	249	153	259	139	3,184	157	121
1984	600	323	738	535	660	251	110	451	225	3,893	196	119
1985	829	460	1,653	618	1,366	286	106	354	144	5,816	240	229
1986	581	229	2,354	848	1,162	346	159	463	235	6,378	154	202
1987	432	163	3,062	604	764	345	163	315	149	5,997	100	142
1988	707	196	2,062	348	394	248	61	361	108	4,485	80	107
1989	272	67	1,685	409	778	317	76	224	74	3,902	49	109
1990	316	114	1,410	247	367	240	70	199	67	3,029	156	73
1991	298	82	1,405	428	380	200	36	129	64	3,021	70	50
1992	224	151	1,155	313	389	241	32	113	5	2,623	61	42
1993	209	75	748	259	465	196	61	103	3	2,120	46	44
1994	167	69	500	112	218	120	46	41	0	1,271	46	34
1995	140	32	467	90	102	175	6	17	0	1,029	16	150
1996	54	20	209	56	114	124	3	23	0	603	128	15
1997	28	13	107	27	75	162	10	13	6	442	105	18
1998	25	3	51	8	20	75	6	10	0	199	113	103
1999	31	22	58	11	36	60	9	34	1	263	47	56
2000	96	21	113	15	75	65	12	115	2	512	46	244
2001	139	21	102	16	99	47	19	136	36	615	61	180
2002	232	63	201	34	141	37	38	185	79	1,008	67	351
2003	246	45	234	39	347	39	40	205	93	1,289	42	71
2004	131	26	250	259	352	76	41	251	79	1,465	45	65
2005	106	54	194	31	368	13	57	151	250	1,224	35	182
2006	268	98	162	41	262	10	32	254	154	1,281	53	189
2007	276	86	114	23	226	6	26	191	134	1,081	75	312
2008	238	51	82	50	196	11	37	287	160	1,113	43	250
2009	401	119	143	34	189	17	33	267	179	1,382	78	118
2010	343	161	107	118	202	12	42	271	179	1,436	61	275
2011	232	93	232	181	262	12	37	182	154	1,384	77	201
2012	253	110	592	238	217	12	26	196	96	1,740	90	261
2013	372	175	390	229	188	12	29	273	105	1,775	89	96
2014	318	140	492	308	356	6	67	357	104	2,148	200	172
2015	490	171	485	275	433	5	70	480	109	2,519	238	101
2016	353	191	398	162	374	5	77	359	101	2,021	305	181

表3. サワラ瀬戸内海系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	0歳加入尾数 (千尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1987	5,997	16,279	10,813	4,493	37	0.42
1988	4,485	11,395	6,863	5,117	39	0.75
1989	3,902	9,596	6,351	2,943	41	0.46
1990	3,029	7,561	4,497	3,273	40	0.73
1991	3,021	7,250	3,966	2,477	42	0.62
1992	2,623	5,374	3,193	1,386	49	0.43
1993	2,120	4,211	2,458	1,350	50	0.55
1994	1,271	2,983	1,708	675	43	0.40
1995	1,029	2,056	1,388	316	50	0.23
1996	603	1,135	831	136	53	0.16
1997	442	968	629	201	46	0.32
1998	199	710	443	108	28	0.24
1999	263	1,240	622	430	21	0.69
2000	512	1,538	777	416	33	0.54
2001	615	2,221	1,021	802	28	0.79
2002	1,008	2,880	1,273	1,425	35	1.12
2003	1,289	3,647	1,917	524	35	0.27
2004	1,465	3,068	1,909	695	48	0.36
2005	1,224	3,195	1,570	708	38	0.45
2006	1,283	3,011	1,607	628	43	0.39
2007	1,082	2,901	1,466	544	37	0.37
2008	1,113	3,136	1,426	1,144	35	0.80
2009	1,382	3,699	1,733	897	37	0.52
2010	1,436	4,159	1,922	1,610	35	0.84
2011	1,384	4,602	2,295	1,034	30	0.45
2012	1,740	5,579	3,019	1,940	31	0.64
2013	1,775	6,155	3,395	1,507	29	0.44
2014	2,148	6,427	4,289	1,318	33	0.31
2015	2,519	6,464	4,168	1,406	39	0.34
2016	2,021	8,330	3,596	3,545	24	0.99

※ 0歳加入尾数は天然のみの値。

表4. サワラ瀬戸内海系群の人工種苗放流尾数、加入尾数、混入率、添加効率

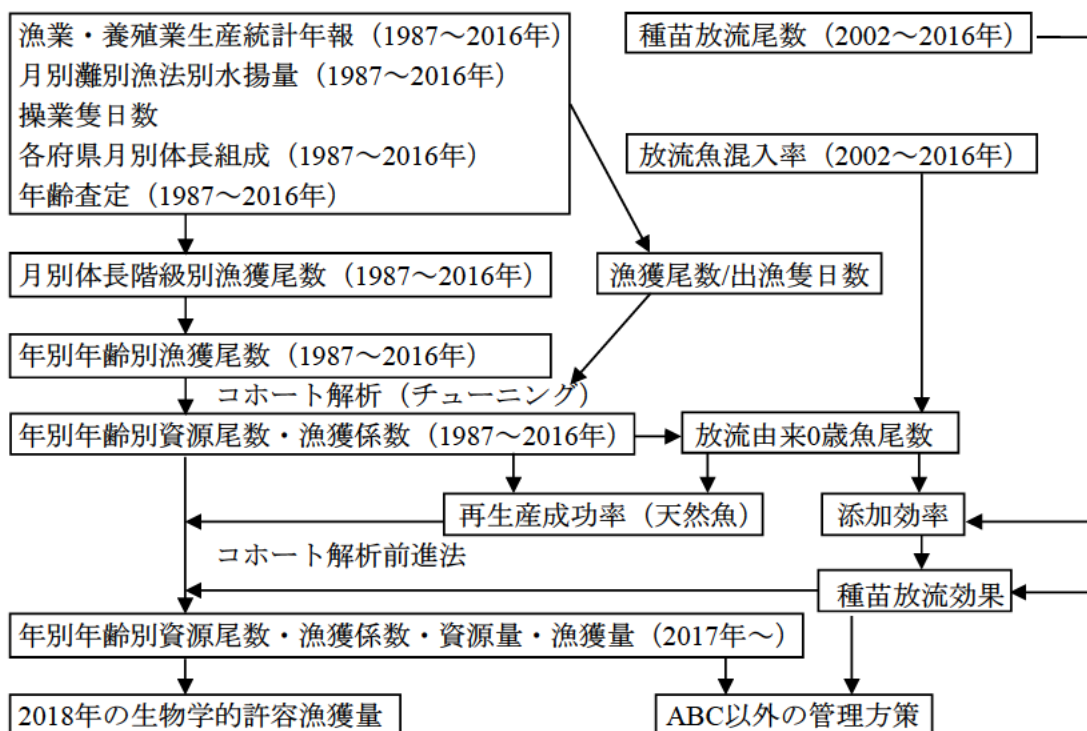
年	人工種苗放流尾数（尾）				有効放 流尾数 （千尾）	0歳魚加入尾数 （9月1日）（千尾）		放流魚 混入率 （％）	添加効率 （放流魚加入尾数 /有効放流尾数）
	東部		西部			天然魚	放流魚		
	大型	小型	大型	小型					
2002	82,992	51,000	9,099	66,300	121	1,175	30	2.5	0.25
2003	83,493	94,000	15,689		123	434	83	16.1	0.68
2004	36,000		40,273	20,000	81	571	24	4.0	0.29
2005	113,419		42,086	3,000	156	582	25	4.1	0.16
2006	104,781		41,800		147	517	49	8.7	0.34
2007	216,532		53,468	80,000	290	448	34	7.0	0.12
2008	118,947		73,019	20,000	197	945	17	1.8	0.09
2009	163,248		67,088	41,000	241	738	17	2.2	0.07
2010	164,922	18,000	34,830		204	1,329	27	2.0	0.13
2011	126,525		7,690		134	850	28	3.2	0.21
2012	54,000	32,000	14,000		76	1,594	16	1.0	0.21
2013	60,000		18,000		78	1,236	12	1.0	0.16
2014	55,000	12,000	17,000		75	1,081	12	1.1	0.16
2015	25,500	6,000	700	4,500	29	1,153	0	0.0	0.00
2016	54,491		15,245		70	2,908	3	0.1	0.04
2012～2014,2016年の平均					75				0.14

※ 有効放流尾数=大型放流尾数+小型放流尾数/4。

※ 放流魚混入率は2002～2015年は1歳魚、2016年は0歳魚の値。

※ 将来予測に用いる有効放流尾数及び添加効率は、瀬戸内海海域栽培漁業推進協議会による共同種苗生産・放流が開始された2012年から2016年（種苗の活性不良もあり、中間育成時の成長・生残率の低下につながったため放流尾数が少なかった2015年を除く）の平均とした。

補足資料1 データと資源評価の関係を示すフロー



補足資料2 資源計算方法

(1) 年齢別漁獲尾数の推定

2004年以前の年齢別漁獲尾数は永井・片町（2009）の値を元に、漁業・養殖業生産統計年報と整合させた。より詳細な資料が入手可能な2005年以降は次の方法によった。

・漁業・養殖業生産統計年報の漁獲量に一致するように、瀬戸内海漁業調整事務所が集計した月別灘別漁法別水揚量を、府県別年別把握率を計算して引き延ばした。なお、灘と漁法は次の通り18に区分した。

紀伊水道[和歌山等、徳島はえ縄等、兵庫ひき縄]

大阪湾[大阪サワラ流し刺網、兵庫ひき縄]

播磨灘[兵庫サワラ流し刺網、兵庫ひき縄、兵庫ヒラ流し刺網]、[兵庫はなつぎ網]、[岡山サワラ流し刺網、岡山サワラ船曳網]、[徳島サワラ流し刺網等]、[香川サワラ流し刺網]

備讃瀬戸[岡山サワラ流し刺網、岡山サワラひき釣]、[香川サワラ流し刺網]

燧灘[広島サワラ流し網、広島サゴシ巾着網]、[香川サワラ流し刺網]

燧灘・安芸灘[愛媛サワラ流し刺網、愛媛アジ・エソ流し刺網等]、[愛媛その他]

安芸灘[広島サワラ流し刺網、山口サワラ流し刺網]

伊予灘[山口サワラ流し刺網、愛媛サワラ流し刺網]、[愛媛その他]、[大分サワラ流し刺網]

周防灘[山口サワラ流し刺網、福岡サワラ流し刺網、大分サワラ流し刺網]

・月別灘別漁法別水揚量と各府県による月別灘別漁法別体長組成から月別灘別漁法別の体長階級別漁獲尾数を求めた。体長組成が揃わなかった部分は前後月または隣接海域の値を参考に推定した。体長（尾叉長）FL（cm）と体重w（kg）の関係は竹森（2006）の

$$\begin{aligned} \text{雄 } w &= 1.42 \times 10^{-5} \times \text{FL}^{2.865} & \text{雌 } w &= 1.20 \times 10^{-5} \times \text{FL}^{2.913} \\ & & & \text{を参考に、雌雄共に} \\ & & & w = 1.31 \times 10^{-5} \times \text{FL}^{2.89} \text{ とした。} \end{aligned}$$

・各灘及び漁法別の体長階級別漁獲尾数を瀬戸内海全域について月毎に集計した。

・毎年、香川、愛媛両県による年齢査定結果と五利江（2002）の最小二乗法による混合正規分布の分解により月別に求めた体長階級毎年齢組成（Age-length key）に基づいて、月別体長階級別漁獲尾数から月別体長階級別年齢別漁獲尾数を算出し、これを集計して月別年齢別漁獲尾数を計算した。なお、1998年までの5歳以上と1999年以降の4歳魚以上の尾数は極めて少ないので一括した。

・月別年齢別漁獲尾数を年毎に集計して、年別年齢別漁獲尾数とした。

(2) 年齢別漁獲物平均体重の計算

(1) の月別体長階級別年齢別漁獲尾数と体長体重関係式から月別体長階級別年齢別漁獲量を求め、これを集計して月別年齢別漁獲量を計算した。これを1年分合計して年齢別漁獲量を算出、その年の年齢別漁獲尾数で除して年齢別漁獲物平均体重とした。

(3) コホート解析による資源尾数等の推定（チューニング前）

年別年齢別漁獲尾数に基づいてPope（1972）により年齢別資源尾数と漁獲係数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2)$$

1987～1998年は5歳以上を一括し、4歳と5歳以上の漁獲係数が等しいと仮定した。

$$N_{4,y} = N_{5+,y+1} \exp(M) \frac{C_{4,y}}{C_{4,y} + C_{5+,y}} + C_{4,y} \exp(M/2)$$

$$N_{5+,y} = N_{4,y} \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}}$$

$$F_{a,y} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{a,y}}{N_{a,y}} \exp(M/2) \right\}$$

$$F_{5+,y} = F_{4,y}$$

1999年以降は4歳以上を一括し、3歳と4歳以上の漁獲係数が等しいと仮定した。

$$N_{3,y} = N_{4+,y+1} \exp(M) \frac{C_{3,y}}{C_{3,y} + C_{4+,y}} + C_{3,y} \exp(M/2)$$

$$N_{4+,y} = N_{3,y} \frac{C_{4+,y}}{C_{3,y}}$$

$$F_{a,y} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{a,y}}{N_{a,y}} \exp(M/2) \right\}$$

$$F_{4+,y} = F_{3,y}$$

2016年のFと資源尾数は次の式で求めた。

$$F_{a,2016} = \frac{F_{a,2013} + F_{a,2014} + F_{a,2015}}{3}$$

$$N_{a,2016} = C_{a,2016} \frac{\exp(M/2)}{1 - \exp(-F_{a,2016})}$$

ここで、 $N_{a,y}$ はy年のa歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は同様に漁獲尾数、 $F_{a,y}$ は漁獲係数。Mは自然死亡係数で田内・田中の方法（田中 1960）により、寿命を8歳として $2.5/8 \div 0.3$ より、年当たり0.3とした。

(4) チューニングによる直近年の漁獲係数の推定

指数として次の表と図12に示す2つの指標値を用いた。これらは各府県の情報に基づいて水産庁瀬戸内海漁業調整事務所が集計した値である。

指数	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
①	10.56	10.56	7.91	10.08	12.05	17.99	14.99	22.59	18.31	18.09
②	2.32	2.86	6.41	6.70	5.62	6.12	7.96	6.63	9.10	12.03

指数①：流し刺網の2kg以上のサワラの漁獲尾数/出漁隻日数。

指数②：ひき縄及びはえ縄のサワラの漁獲尾数/出漁隻日数。

対象①：1歳魚以上の資源尾数、対象②：全年齢の資源尾数。

両指数について、設定した目的関数を2007～2016年における①の漁獲量と②の漁獲量の構成割合の平均である67.8%と18.6%で重みづけした和が最小になる2016年の漁獲係数を探索的に求めた。その際、①の流し刺網については瀬戸内海では目合いが10.6cm以上に規制されているため、安定して羅網すると考えられる1歳魚以上の尾数を対象とし、一方、②のひき縄とはえ縄では魚体の大きさの選択性が低いと推定されるので全年齢の合計尾数を対象

とした。また、各年齢の選択率は2013～2015年の平均と等しいと仮定した。

指数①の目的関数は次の式とした。

$$\sum_{y=2007}^{2016} \left\{ \ln(I_y) - \ln \left(q \sum_{a=1}^{4+} N_{a,y} \right) \right\}^2$$

ここで、 I_y は y 年における指数、 q は比例定数を示す。また、指数②は次の式とした。

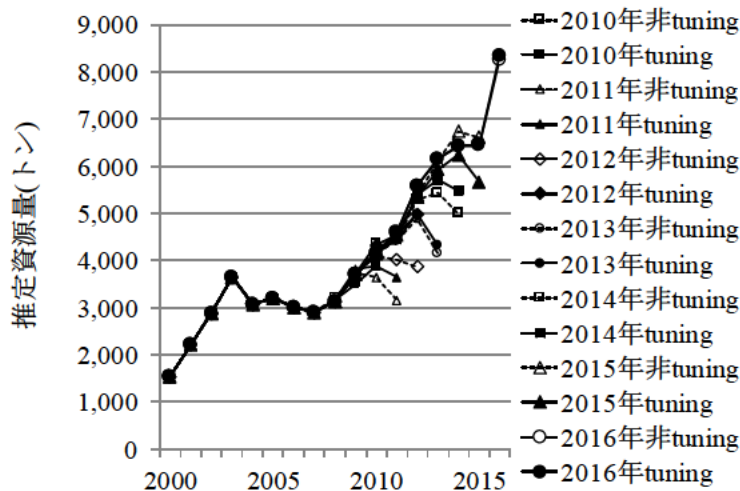
$$\sum_{y=2007}^{2016} \{ \ln(I_y) - \ln(qN_y) \}^2$$

このチューニングにより2016年のFは次の通りわずかに下方修正された。

2016年のF	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上	平均
チューニング前	0.02	0.29	1.17	1.34	1.34	0.83
チューニング後	0.02	0.29	1.16	1.33	1.33	0.82

チューニングで求めた2016年の各年齢の漁獲係数により、2016年の資源尾数は修正され、それとともなって、2015年以前の資源尾数も修正された。

なお、2015年から2010年まで遡り、同様のチューニング操作を行って推定した資源量とチューニングせずに算出した資源量を補足図2-1に示す。いずれの年も上記のチューニング処理により資源量等の推定精度が向上すると考えられる。



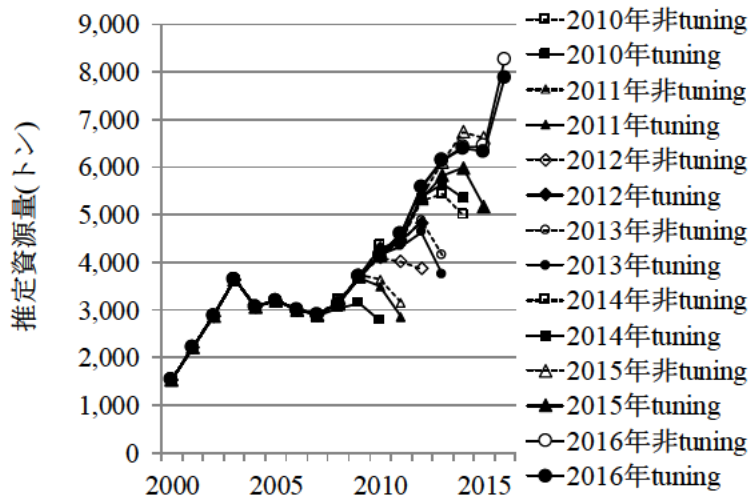
補足図2-1. 2010年以降のチューニングの有無による資源量推定値の変化

また、チューニング指数にそれぞれの分散（ σ^2 ）で重み付けした方法も試みた。指数①、②の目的関数はそれぞれ次の式とした。

$$\sum_{y=2007}^{2016} \left[\ln(2\pi\sigma^2) + \frac{\{ \ln(I_y) - \ln(q \sum_{a=1}^{4+} N_{a,y}) \}^2}{\sigma^2} \right]$$

$$\sum_{y=2007}^{2016} \left[\ln(2\pi\sigma^2) + \frac{\{ \ln(I_y) - \ln(qN_{a,y}) \}^2}{\sigma^2} \right]$$

その結果、年によっては、後年の情報を追加した計算結果に近づかなかった。このため、今回この方法は採用しなかった。



補足図2-2. 2010年以降の指数の分散で重み付けしたチューニングの有無による資源量推定値の変化

(5) SPR、YPRの計算

SPR、YPRは次の式で計算した。

$$SPR = \sum_{a=0}^8 S_a f_r a W_a$$

$$YPR = \sum_{a=0}^8 \frac{F_a}{F_a + M} \{1 - \exp(-F_a - M)\} S_a W_a$$

$$S_0 = 1, S_{a+1} = S_a \exp(-F_a - M)$$

ここで、 S_a は a 歳における残存率、 $f_r a$ は同様に成熟割合、 W_a は同様に平均体重を示す。

(6) 将来予測

将来の資源尾数と漁獲尾数は次の式で求めた。

$$N_{0,y} = \sum_{a=0}^{4+} N_a f_r a W_a \times RPS + \text{有効放流尾数} \times \text{放流魚生残率}$$

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-F_{a-1,y-1} - M)$$

$$N_{4+,y} = N_{3,y-1} \exp(-F_{3,y-1} - M) + N_{4+,y-1} \exp(-F_{4+,y-1} - M)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp(-M/2)$$

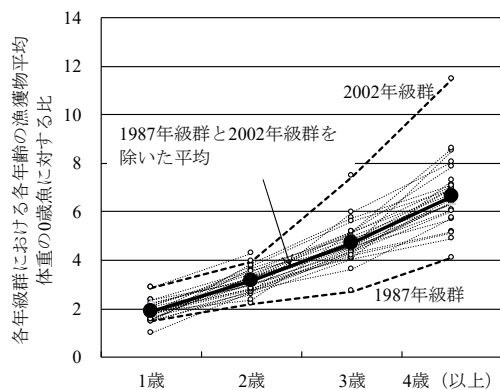
2017年の各年齢の漁獲係数は2016年と等しいと仮定した。2018年以降の漁獲係数は、各年齢の選択率が2013～2015年の平均と同一との仮定のもと、条件により変化させた。また、決定論的予測におけるRPSは2006～2015年の中央値（0.45尾/kg）、放流尾数は瀬戸内海海域栽培漁業推進協議会による共同種苗生産・放流が開始された2012年から2016年（種苗の活性不

良もあり、中間育成時の成長・生残率の低下につながったため)の平均(7.5万尾)、放流魚の生残率は放流尾数と同様の2012年～2016年(2015年を除く)における計算上の年初の0歳魚資源尾数を有効放流尾数で除した商の平均(0.18)とした。なお、RPSは天然加入尾数/親魚量である。

ここで、過去の0歳魚の体重(W_0)と加入量との関係を見ると、加入量200万尾未満で右下がり、200万尾以上で横ばいであった(図22)。また、年級群毎に1歳魚以上の体重($W_1 \sim W_{4+}$)と W_0 の間に一定の関係が見られた(補足図2-3)。このため、 W_0 は過去における加入量200万尾未満の年の直線回帰式から推定し、下限を加入量200万尾以上の年の平均(758g)とした。 $W_1 \sim W_{4+}$ は成長が極端に遅かった1978年級群と速かった2002年級群を除く過去の年級群における W_0 と $W_1 \sim W_{4+}$ の比から推定した。

$$W_{0,y} = -0.307N_{0,y}/1,000 + 1,363 \quad \text{ただし、} W_0 \geq 758$$

$$W_{1,y} = 1.89W_{0,y-1}, \quad W_{2,y} = 3.17W_{0,y-2}, \quad W_{3,y} = 4.71W_{0,y-3}, \quad W_{4+,y} = 6.63W_{0,y-4}$$



補足図2-3. 各年級群における各年齢の漁獲物平均体重の0歳魚に対する割合

(7) 放流由来0歳魚尾数と添加効率の計算

通年のMの0.3に9月以降の4か月が1年に占める割合を乗じて得た0.1をMとしてコホート解析により9月1日における資源尾数を推定した。各府県による耳石のアリザリンコンプレクソン標識調査結果に基づいて求めた灘毎の混入率を漁獲量で加重平均して系群全体の放流魚混入率を推定した。ただし、2013年は放流種苗に対する標識率が51%であったため、推定値を51%で除して混入率とした。9月1日の資源尾数に標識魚混入率を乗じて放流由来0歳魚尾数を求め、これを有効放流尾数で除して添加効率を計算した。なお、0歳魚の放流魚混入率は放流場所近くで実施した試験操業の値を含むこともあって不安定と考えられるので、0歳魚の値しか得られていない2016年を除いて1歳時の放流魚混入率を用いた。また、有効放流尾数における大型放流魚は7cm以上、小型は7cm未満とした。

引用文献

- 五利江重昭(2002) MS-Excelを用いた混合正規分布のパラメータ推定. 水産増殖, **50**, 243-249.
 Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. ICNAF Res. Bull., (9), 65-74.
 田中昌一(1960) 水産生物のPopulation Dynamicsと漁業資源管理. 東海水研報, (28), 1-200.

補足資料3 コホート解析結果の詳細

資源解析結果（1987～1997年）

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0歳	557	1,485	529	804	422	505	437	344	52	21	10
1歳	852	899	1,043	302	831	660	242	241	104	54	24
2歳	1,335	630	586	416	524	332	346	54	103	30	64
3歳	630	607	261	390	227	177	92	46	103	82	14
4歳（以上）	181	184	149	170	14	42	48	17	22	2	3
5歳以上	73	33	72	47	14	8	11	13	0	0	1
計	3,628	3,839	2,640	2,129	2,032	1,725	1,175	716	384	189	115

年齢別漁獲量(トン)

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0歳	412	860	356	536	376	446	407	369	81	25	13
1歳	1,184	992	1,051	309	1,032	858	405	424	183	82	43
2歳	2,235	996	953	795	917	664	837	151	227	85	265
3歳	1,387	1,050	688	784	598	481	268	181	411	394	89
4歳（以上）	509	480	535	417	42	140	157	76	124	15	25
5歳以上	270	108	319	188	56	33	46	70	3	2	7
計	5,997	4,485	3,902	3,029	3,021	2,623	2,120	1,271	1,029	603	442

年齢別F（漁獲係数）

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0歳	0.16	0.41	0.23	0.34	0.22	0.55	0.47	0.90	0.21	0.20	0.06
1歳	0.39	0.46	0.66	0.23	0.81	0.74	0.64	0.59	0.89	0.41	0.42
2歳	0.76	0.64	0.71	0.70	0.91	1.14	1.47	0.32	0.63	0.81	1.58
3歳	0.95	1.19	0.69	2.70	1.35	1.14	1.58	0.94	3.26	3.01	1.57
4歳（以上）	1.52	0.99	1.41	2.13	1.09	1.30	1.45	3.99	4.11	1.06	1.57
5歳以上	1.52	0.99	1.41	2.13	1.09	1.30	1.45	3.99	4.11	1.06	1.57
単純平均	0.88	0.78	0.85	1.37	0.91	1.03	1.18	1.79	2.20	1.09	1.13

年齢別資源尾数(千尾)

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0歳	4,493	5,117	2,943	3,273	2,477	1,386	1,350	675	316	136	201
1歳	3,084	2,849	2,512	1,725	1,733	1,472	592	624	204	189	83
2歳	2,920	1,551	1,337	963	1,018	569	522	231	255	62	93
3歳	1,192	1,014	606	486	355	303	135	89	124	100	20
4歳（以上）	270	341	229	224	24	68	72	21	26	4	4
5歳以上	108	61	111	62	25	12	16	15	0	0	1
計	12,066	10,933	7,738	6,733	5,633	3,810	2,688	1,655	925	491	402

年齢別資源量、親魚量(トン、1歳魚資源量/2+2歳魚以上資源量)と漁獲割合

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0歳	3,324	2,961	1,979	2,180	2,208	1,224	1,257	725	489	163	264
1歳	4,285	3,143	2,530	1,767	2,152	1,913	992	1,100	359	283	149
2歳	4,888	2,450	2,174	1,839	1,782	1,137	1,262	640	562	178	387
3歳	2,624	1,754	1,598	977	937	822	393	346	497	481	130
4歳（以上）	757	887	823	550	73	225	238	90	147	26	29
5歳以上	401	200	491	248	98	53	70	83	3	3	8
計	16,279	11,395	9,596	7,561	7,250	5,374	4,211	2,983	2,056	1,135	968
親魚量	10,813	6,863	6,351	4,497	3,966	3,193	2,458	1,708	1,388	831	629
漁獲割合	37%	39%	41%	40%	42%	49%	50%	43%	50%	53%	46%

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
0歳	740	579	673	666	891	883	931	1,073	1,550	1,200	1,315
1歳	1,390	1,103	1,007	1,024	1,242	1,300	1,675	1,761	1,760	1,500	1,800
2歳	1,674	1,580	1,626	1,910	1,749	1,999	2,416	2,776	2,200	2,886	4,166
3歳	2,201	1,730	2,636	2,010	2,637	2,711	2,906	3,901	4,000	4,800	6,416
4歳（以上）	2,807	2,604	3,595	2,452	3,030	3,307	3,306	4,350	5,700	7,500	8,001
5歳以上	3,706	3,260	4,442	4,024	3,900	4,264	4,299	5,410	6,873	9,300	7,800

資源解析結果（続き）（1998～2008年）

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	8	18	29	20	86	60	26	28	26	25	83
1歳	30	14	111	94	265	282	185	232	264	233	177
2歳	13	25	22	67	81	146	363	83	112	75	101
3歳	8	10	20	8	21	18	15	47	24	25	35
4歳（以上）	2	2	4	7	3	8	3	3	4	5	5
計	61	70	186	196	455	515	592	393	430	364	402

年齢別漁獲量(トン)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	10	23	33	22	61	67	28	36	29	35	86
1歳	59	31	216	206	515	579	320	607	646	609	435
2歳	59	121	100	278	287	490	1,024	310	443	274	357
3歳	56	71	134	51	122	94	69	251	136	127	197
4歳（以上）	16	17	30	58	23	59	23	21	29	36	39
計	199	263	512	615	1,008	1,289	1,465	1,225	1,283	1,082	1,113

年齢別F（漁獲係数）

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	0.09	0.05	0.08	0.03	0.07	0.12	0.04	0.05	0.05	0.05	0.09
1歳	0.29	0.25	0.55	0.49	0.76	0.39	0.74	0.74	0.89	0.81	0.69
2歳	0.46	0.47	0.93	0.92	1.31	1.92	1.81	1.10	1.27	0.79	1.33
3歳	1.17	0.99	1.06	1.26	1.07	1.77	1.73	2.18	1.43	1.47	1.45
4歳（以上）	1.17	0.99	1.06	1.26	1.07	1.77	1.73	2.18	1.43	1.47	1.45
単純平均	0.64	0.55	0.74	0.79	0.86	1.20	1.21	1.25	1.01	0.92	1.00

年齢別資源尾数(千尾)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	108	430	416	802	1,461	625	724	738	688	585	1,165
1歳	141	73	303	283	577	1,009	411	514	523	487	412
2歳	40	78	42	129	129	199	505	145	181	160	160
3歳	14	19	36	12	38	26	22	61	36	38	54
4歳（以上）	3	4	6	11	5	11	5	3	5	7	8
計	306	604	803	1,237	2,209	1,870	1,666	1,462	1,434	1,277	1,798

年齢別資源量、親魚量(トン、1歳魚資源量/2+2歳魚以上資源量)と漁獲割合

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	131	536	466	890	1,047	694	803	953	765	798	1,205
1歳	273	164	589	618	1,121	2,072	711	1,346	1,279	1,274	1,008
2歳	186	378	191	535	456	667	1,423	541	715	583	564
3歳	94	131	238	84	215	132	98	328	208	192	299
4歳（以上）	27	32	54	94	41	82	33	28	44	55	59
計	710	1,240	1,538	2,221	2,880	3,647	3,068	3,195	3,011	2,901	3,136
親魚量	443	622	777	1,021	1,273	1,917	1,909	1,570	1,607	1,466	1,426
漁獲割合	28%	21%	33%	28%	35%	35%	48%	38%	43%	37%	35%

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0歳	1,211	1,246	1,121	1,110	716	1,110	1,110	1,291	1,111	1,364	1,035
1歳	1,940	2,241	1,945	2,184	1,945	2,053	1,730	2,618	2,447	2,614	2,449
2歳	4,611	4,845	4,542	4,152	3,545	3,348	2,820	3,720	3,946	3,646	3,518
3歳	6,639	6,902	6,543	6,770	5,680	5,151	4,520	5,353	5,769	5,080	5,576
4歳（以上）	8,608	7,986	8,499	8,591	8,382	7,564	7,114	8,083	8,229	7,471	7,703

資源解析結果（続き）（2009～2016年）

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	40	106	39	54	21	23	16	49
1歳	355	242	278	160	310	194	250	223
2歳	93	185	172	352	196	440	455	296
3歳	22	23	36	38	106	72	99	59
4歳（以上）	7	4	4	4	5	6	25	46
計	516	560	529	608	638	735	845	674

年齢別漁獲量(トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	46	95	45	48	20	17	15	49
1歳	815	575	528	346	584	404	527	517
2歳	349	623	584	1,121	641	1,338	1,397	934
3歳	116	111	191	193	492	350	432	262
4歳（以上）	57	33	35	32	38	40	148	260
計	1,382	1,436	1,384	1,740	1,775	2,148	2,519	2,021

年齢別F（漁獲係数）

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	0.05	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02
1歳	0.74	0.57	0.34	0.28	0.30	0.23	0.36	0.29
2歳	1.22	1.44	1.35	1.17	0.77	1.08	1.64	1.16
3歳	1.61	1.56	1.91	1.85	2.25	0.87	0.90	1.33
4歳（以上）	1.61	1.56	1.91	1.85	2.25	0.87	0.90	1.33
単純平均	1.05	1.05	1.11	1.04	1.12	0.61	0.76	0.82

年齢別資源尾数(千尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	917	1,643	1,068	1,960	1,522	1,333	1,406	3,549
1歳	791	645	1,125	757	1,405	1,110	968	1,028
2歳	152	281	269	595	423	774	655	502
3歳	32	33	49	52	137	145	195	94
4歳（以上）	11	6	6	6	7	11	49	73
計	1,903	2,608	2,518	3,370	3,495	3,373	3,272	5,245

年齢別資源量、親魚量(トン、1歳魚資源量/2+2歳魚以上資源量)と漁獲割合

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	1,058	1,472	1,238	1,742	1,437	982	1,277	3,545
1歳	1,817	1,529	2,139	1,634	2,646	2,311	2,039	2,376
2歳	574	947	917	1,892	1,383	2,353	2,013	1,583
3歳	168	163	261	266	639	701	845	414
4歳（以上）	83	48	48	44	49	79	290	411
計	3,699	4,159	4,602	5,579	6,155	6,427	6,464	8,330
親魚量	1,733	1,922	2,295	3,019	3,395	4,289	4,168	3,596
漁獲割合	37%	35%	30%	31%	29%	33%	39%	24%

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	1,154	896	1,159	889	944	737	908	999
1歳	2,296	2,370	1,901	2,158	1,883	2,082	2,106	2,312
2歳	3,769	3,372	3,403	3,181	3,269	3,040	3,073	3,156
3歳	5,326	4,911	5,318	5,150	4,654	4,843	4,343	4,410
4歳（以上）	7,747	7,719	7,802	7,309	7,352	7,039	5,966	5,606

補足資料4 ABC算定のための将来予測

Fcurrent

漁獲係数(F)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1歳	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
2歳	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
3歳	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
4歳以上	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
単純平均	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82

資源尾数(千尾)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	2,112	2,854	2,385	2,339	2,143	2,029	1,896
1歳	2,586	1,539	2,080	1,738	1,705	1,562	1,479
2歳	569	1,432	852	1,152	962	944	865
3歳	117	133	334	199	269	224	220
4歳以上	33	29	32	72	53	63	57
計	5,417	5,987	5,683	5,499	5,132	4,823	4,516

資源量(トン)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	1,601	2,163	1,808	1,773	1,624	1,538	1,481
1歳	4,882	2,204	2,979	2,489	2,441	2,237	2,118
2歳	1,639	4,538	2,049	2,769	2,314	2,270	2,079
3歳	407	568	1,573	710	960	802	787
4歳以上	206	144	192	477	268	318	285
計	8,734	9,618	8,601	8,218	7,607	7,165	6,749
親魚量	4,692	6,352	5,303	5,201	4,762	4,508	4,209

漁獲尾数(千尾)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	29	40	33	33	30	28	26
1歳	562	335	452	378	371	340	322
2歳	336	844	502	679	567	557	510
3歳	74	84	211	126	170	142	139
4歳以上	21	19	20	46	34	40	36
計	1,022	1,321	1,219	1,261	1,172	1,106	1,033

漁獲量(トン)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	22	30	25	25	23	21	21
1歳	1,062	479	648	541	531	486	461
2歳	967	2,676	1,208	1,633	1,365	1,338	1,226
3歳	257	359	994	449	607	507	497
4歳以上	130	91	121	301	169	201	180
計	2,438	3,636	2,997	2,949	2,694	2,554	2,384

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	758	758	758	758	758	758	781
1歳	1,887	1,432	1,432	1,432	1,432	1,432	1,432
2歳	2,880	3,169	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405
3歳	3,474	4,280	4,709	3,573	3,573	3,573	3,573
4歳以上	6,259	4,887	6,021	6,624	5,026	5,026	5,026

0.8Fcurrent

漁獲係数(F)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1歳	0.29	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
2歳	1.16	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
3歳	1.33	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
4歳以上	1.33	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
単純平均	0.82	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66

資源尾数(千尾)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	2,112	2,854	2,651	2,726	2,671	2,695	2,687
1歳	2,586	1,539	2,087	1,938	1,994	1,953	1,971
2歳	569	1,432	903	1,225	1,138	1,170	1,146
3歳	117	133	421	265	360	334	344
4歳以上	33	29	42	119	99	118	116
計	5,417	5,987	6,103	6,274	6,261	6,270	6,264

資源量(トン)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	1,601	2,163	2,009	2,067	2,025	2,043	2,037
1歳	4,882	2,204	2,989	2,776	2,855	2,797	2,822
2歳	1,639	4,538	2,172	2,945	2,735	2,813	2,756
3歳	407	568	1,982	948	1,286	1,195	1,229
4歳以上	206	144	251	786	495	591	583
計	8,734	9,618	9,402	9,522	9,397	9,439	9,427
親魚量	4,692	6,352	5,898	6,067	5,944	5,998	5,979

漁獲尾数(千尾)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	29	32	30	30	30	30	30
1歳	562	275	373	347	357	349	353
2歳	336	744	469	636	591	607	595
3歳	74	75	237	149	203	188	193
4歳以上	21	17	23	67	55	66	65
計	1,022	1,142	1,132	1,229	1,235	1,241	1,236

漁獲量(トン)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	22	24	22	23	23	23	23
1歳	1,062	394	535	497	511	500	505
2歳	967	2,356	1,128	1,529	1,420	1,461	1,431
3歳	257	320	1,115	534	724	672	691
4歳以上	130	81	141	442	279	333	328
計	2,438	3,176	2,941	3,025	2,956	2,989	2,978

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
0歳	758	758	758	758	758	758	758
1歳	1,887	1,432	1,432	1,432	1,432	1,432	1,432
2歳	2,880	3,169	2,405	2,405	2,405	2,405	2,405
3歳	3,474	4,280	4,709	3,573	3,573	3,573	3,573
4歳以上	6,259	4,887	6,021	6,624	5,026	5,026	5,026

補足資料5 人工種苗放流魚混入率

年級群別、年齢別放流魚混入率(%)						年級群別、年齢別放流魚混入率調査尾数(尾)					
年級群	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	年級群	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚
2002	1.5	2.5	2.2	0.9	2.5	2002	324	361	58	197	79
2003	10.3	16.1	11.0	2.1	0.0	2003	225	234	173	121	53
2004	2.8	4.0	1.4	1.9	2.1	2004	33	728	261	117	55
2005	3.1	4.1	3.0	6.7	16.0	2005	983	1,431	466	149	294
2006	15.6	8.7	7.6	8.1	6.1	2006	2,815	1,528	472	260	48
2007	28.6	7.0	5.1	1.9	4.0	2007	2,200	2,117	356	157	38
2008	2.6	1.8	3.8	0.8	18.8	2008	3,331	1,805	912	408	15
2009	3.4	2.2	3.8	1.7	0.0	2009	3,083	1,320	756	149	18
2010	1.8	2.0	1.0	0.2	2.0	2010	5,622	1,279	1,109	384	141
2011	5.0	3.2	2.1	0.2	0.0	2011	1,349	572	515	234	96
2012	0.7	1.0	0.2	0.1	0.0	2012	2,067	1,165	1,227	498	88
2013	0.4	1.0	0.2	0.2		2013	957	1,100	824	391	
2014	1.0	1.1	0.2			2014	1,223	1,442	685		
2015	0.0	0.0				2015	601	686			
2016	0.1					2016	537				