

## 令和元（2019）年度サワラ瀬戸内海系群の資源評価

担当水研：瀬戸内海区水産研究所

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、2015年は7,065トンとなった。その後やや減少して2018年は6,040トンである。漁獲量も同様の傾向で推移し、2015年は2,519トン、2018年は2,119トンとなった。資源水準は中位で、直近5年間の資源量の推移から動向は減少と判断した。資源回復措置をとる閾値（Blimit）として、高い再生産成功率があった時に高い加入量が期待できる親魚量3,749トンを設定した。2018年の親魚量（B）3,920トンはこれを上回っているのでABC算定のための基本規則1-1)-(1)を用いた。しかし、2017年級群の加入量が少ないことにより2019年に親魚量はBlimitを下回ると推定されるため、5年後の2025年に親魚量がBlimitを上回ることを目標とした。これを満たすFを探索的に求めると0.52（0.81Fcurrent）となり、これによりABCを算定した。本種は栽培対象種であり、2018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%であった。

管理基準	Target/ Limit	2020年ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値（現状のF値から の増減）
0.81Fcurrent	Target	1,347	25	0.42 (-35%)
	Limit	1,579	30	0.52 (-19%)

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 (%)
2015	7,065	4,564	2,519	0.64	36
2016	7,055	4,197	2,027	0.56	29
2017	6,510	4,336	2,220	0.65	34
2018	6,040	3,920	2,119	0.64	35
2019	5,355	3,281	1,728	0.64	31
2020	5,309	3,352	—	—	—

2019年、2020年の値は将来予測に基づく。

水準：中位      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） 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	2018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。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）。このような漁獲圧の増加により、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における秋漁の自主休漁と瀬戸内海東部海域における人工種苗放流が始まり、2002～2011年度に資源回復計画を実施して、人工種苗放流とともに、流し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、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（宇和海）～伊予灘より播磨灘～安芸灘に親魚が産卵回遊する（図3）。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 2005a）。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。

### (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、竹森ほか 2005b、中村 2010a）。図4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5）。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 cm、60～62 cm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 cm、66～74 cm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6）。なお、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）<sup>3</sup>×10<sup>7</sup>）が4以上とした（篠原 1991）。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。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5～10 m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。流し網での漁獲が最も多く、2018年は漁獲量の78%を占め、ひき縄およびはえ縄での漁獲は18%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、はなつぎ網とさわら船びき網が行われている。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1976年までは1,000～2,000トン、1977～1984年は3,000～4,000トンで推移した（図7、表1、2）。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2,027トンとやや減少し、2018年は2,119トンであった。

### (3) 漁獲努力量

流し網全体の操業隻日数は2015年まで緩やかに増加した後やや減少した。ひき縄・はえ縄は変動しながら横ばい傾向にある(図8)。春季の流し網の操業隻日数は、香川県ではほぼ一定であったが、近年はやや減少、兵庫県は2013年に多くなった後減少し、岡山県では2011年まで減少した後やや増加した。愛媛、徳島両県は減少傾向で、山口県は2014～2015年と増加し、2016年から減少した(図9)。秋冬季の流し網漁は大阪府、愛媛県、福岡県で2015年に増加した後、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2013年まで増加し、その後減少、広島県のさごし巾着網は近年5年出漁はない(図11)。それぞれの操業隻日数は補足資料3に示す。

## 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、体長一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1、2(1)～(6))。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(補足資料2(7))。また、年齢別の漁獲尾数、漁獲量、漁獲係数、資源尾数、資源量、親魚量、漁獲割合、漁獲物の平均体重を補足資料5にまとめた。

### (2) 資源量指標値の推移

操業隻日数当たり漁獲尾数は、流し網では2010年から2014年まで増加傾向で、2015年から3年間やや減少し、2018年はやや増加した。ひき縄・はえ縄では2007年以降概ね増加傾向にあったが2017年に減少、2018年はわずかに増加した(図12)。両漁業で瀬戸内海における漁獲量の概ね90%以上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))。一方、2013年以降の産卵盛期の5月における卵の分布密度を見ると、2014年に増加した後2015～2017年は低く、2018年はやや増加した。卵の分布密度と親魚量、加入量との間には明確な関係は認められなかった(補足資料6)。

### (3) 漁獲物の年齢組成

資源水準の高かった1980年代は3、4歳魚もかなり多かった(上田 1990、岸田 1990)。1990年代は3歳魚以上の割合が低下した(武田 1996、河野ほか 1997)。2000年以降の主体は1、2歳魚であるが、2013年以降3歳魚が、2015年以降は4歳魚もやや多くなった。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13、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（図15、表3）。その後、2003年まで増加、2004～2008年は3,000トン前後で伸び悩んだが、2009年から再び増加し、2015年は7,065トンとなった。その後やや減少して2018年は6,040トンとなった。近年の漁獲割合は概ね30%台で推移している。

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5～20%、加入量で11～34%の差を示した（図16～18）。

#### （5）再生産関係

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（図19、表3）。親魚量は2008年から2014年までは概ね増加、その後は横ばい傾向で、2018年は3,920トンであった。加入量は2010年以降100万尾を超える水準にある。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（図20、表3）。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、2010年に0.84尾/kg、2012年に0.66尾/kgの高い値を示した後は、低めで推移している。

#### （6）Blimitの設定

昨年度はそれ未満では個体成長の鈍化が見られないことから良好な加入が期待できない親魚量4,000トンをBlimitとしたが、今年度は高いRPSの時に高い加入量が期待できる親魚量をBlimitとした。資源計算した1987年から推定誤差が大きい2018年を除く2017年までについて、RPSの高い方から10%のRPShighは0.79尾/kg、加入量の多い方から10%のRhighは2,943千尾であった。これらの交点から、高い再生産成功率（RPShigh）があったときに高い加入量（Rhigh）が期待できる親魚量3,749トンをBlimitとした（図21）。2018年の親魚量3,920トンはBlimitを上回っているが、2019年に親魚量はBlimitを下回ると予測される。

#### （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、さわか検討会議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（図15）。2018年の資源量は6,040トンであるので中位と判断した。動向は最近5年（2014～2018年）の資源量の推移から減少と判断した。昨年底位であった資源量が中位になったのは、2017年級群が0歳魚としての漁獲が前年の4分の1程度と極めて少なかったが、1歳魚としては前年の6割以上であったことと、2018年級群が0歳魚として過去5年で2番目に多く漁獲されたためである。

#### （8）今後の加入量の見積もり

0.81Fcurrent（F2018）で漁獲し、RPSが直近の2018年を除く過去5年間（2013～2017年）の中央値=0.34尾/kgで継続すると、加入量は2019年から2025年まで100万尾を上回って推移すると予測される（補足資料7）。

## (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年前後からやや高くなったが、2014年以降概ね低くなった。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22）。一方、資源量とFには明確な関係は認められない（図23）。2018年の全年齢のFの平均値（ $F_{current}$ ）は0.64で、2008年～2017年の平均体重により計算した経験的な資源管理基準の $F_{0.1}$ 、 $F_{30\%SPR}$ 、 $F_{max}$ より高い（図24）。

## (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。2018年の種苗の有効放流尾数は7.0万尾、2012～2018年（種苗生産時のビタミン不足により種苗の活力が低下したことから放流尾数が少なかった2015年を除く）の平均は7.2万尾であった（表4）。近年の放流魚混入率は資源の増加にともなってはなほ低く、2018年は0%であった。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2018年の値は0、2012～2018年（2015年を除く）の平均は0.12であった。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宍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8に示す。

## 5. 2020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年の動向から減少と判断した。2018年の親魚量は $B_{limit}$ を上回っているが、2017年級群の加入量が少ないため、2019年に親魚量は $B_{limit}$ を下回ると推定される。また、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い。従って、少なくとも現状以上の資源管理措置を実施することが望ましい。

## (2) ABCの算定

2018年の親魚量が $B_{limit}$ を上回っているので「ABC算定のための基本規則1-1)-(1)」を用いた。しかし、2017年級群の加入が少ないため、2019年には親魚量が $B_{limit}$ を下回ると推定されるので、 $F_{limit}$ の漁獲で5年後の2025年に親魚量が $B_{limit}$ を上回ることを管理目標とした。これは、ABC算定のための基本規則において、資源が $B_{limit}$ 付近で減少することが懸念される場合は $F_{limit}$ を $F_{sus}$ 以下にするなどの措置が必要との規則に従ったものである。なお、本系群においては加入量水準により体重が変化するため将来予測における $F_{sus}$ を解析的に求めることは出来ない。ここで、RPSが推定精度の低い直近の2018年を除く5年間（2013～2017年）の中央値=0.34尾/kgで継続すると仮定し、2025年に $B_{limit}$ を回復する漁獲係数を探索的に求めると $F_{current}$ （ $F_{2018}$ ）の0.81倍に相当する0.52となった。 $F_{limit}$ に安全率 $\alpha$ （標準値の0.8）を乗じて $F_{target} = 0.42$ とした。これらのFによる2020年における推定漁獲尾数と体重から、 $ABC_{target}$ を1,347トン、 $ABC_{limit}$ を1,579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（6）、（7）に記述した。

管理基準	Target/ Limit	2020年ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値から の増減)
0.81Fcurrent	Target	1,347	25	0.42 (-35%)
	Limit	1,579	30	0.52 (-19%)

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2020年のABC/資源量とした。

### (3) ABCの評価

禁漁～Fcurrentで漁獲を継続した場合の2025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2018年を除く5年間（2013～2017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））。

2018年に6,040トンの資源量は、Ftarget（0.65Fcurrent）で漁獲すると2025年に7,116トン、Flimit（0.81Fcurrent）で5,849トン、Fcurrentで4,662トン、親魚量は3,920トンから4,742トン、3,749トンと2,886トンに、漁獲量は2,119トンから1,874トン、1,746トンと1,550トンになる。また、Ftarget、Flimit、Fcurrent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2013～2017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。Ftargetでは、2025年にBlimitを上回る確率、資源水準が中位以上となる確率がそれぞれ98%と97%、Flimitでは53%と47%、Fcurrentでは3%と5%となった（図25～27）。

管理基準	F値	漁獲量 (トン)							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
禁漁	0.00	2,119	1,728	0	0	0	0	0	0
0.1Fcurrent	0.06	2,119	1,728	263	391	510	699	842	1,019
0.2Fcurrent	0.13	2,119	1,728	503	705	880	1,147	1,314	1,530
0.3Fcurrent	0.19	2,119	1,728	721	956	1,146	1,435	1,595	1,774
0.4Fcurrent	0.26	2,119	1,728	921	1,155	1,334	1,607	1,737	1,846
0.5Fcurrent	0.32	2,119	1,728	1,103	1,311	1,464	1,700	1,807	1,901
0.6Fcurrent	0.38	2,119	1,728	1,270	1,433	1,550	1,738	1,816	1,896
Ftarget=0.65Fcurrent	0.42	2,119	1,728	1,347	1,483	1,579	1,742	1,804	1,874
0.7Fcurrent	0.45	2,119	1,728	1,423	1,528	1,603	1,739	1,784	1,841
0.8Fcurrent	0.51	2,119	1,728	1,563	1,599	1,633	1,715	1,727	1,757
Flimit=0.81Fcurrent	0.52	2,119	1,728	1,579	1,606	1,635	1,711	1,719	1,746
0.9Fcurrent	0.58	2,119	1,728	1,692	1,652	1,645	1,675	1,656	1,656
Fcurrent	0.64	2,119	1,728	1,811	1,690	1,645	1,625	1,577	1,550
		資源量 (トン)							
禁漁	0.00	6,040	5,355	5,309	7,719	10,518	15,092	19,463	24,239
0.10Fcurrent	0.06	6,040	5,355	5,309	7,359	9,495	12,837	15,764	18,907
0.20Fcurrent	0.13	6,040	5,355	5,309	7,024	8,611	10,996	12,868	14,841
0.30Fcurrent	0.19	6,040	5,355	5,309	6,713	7,952	9,656	10,828	12,008
0.40Fcurrent	0.26	6,040	5,355	5,309	6,424	7,366	8,542	9,197	9,794
0.50Fcurrent	0.32	6,040	5,355	5,309	6,155	6,839	7,726	8,150	8,469
0.60Fcurrent	0.38	6,040	5,355	5,309	5,906	6,366	7,001	7,295	7,543
Ftarget=0.65Fcurrent	0.42	6,040	5,355	5,309	5,790	6,152	6,677	6,908	7,116
0.70Fcurrent	0.45	6,040	5,355	5,309	5,674	5,943	6,362	6,532	6,694
0.8Fcurrent	0.51	6,040	5,355	5,309	5,459	5,563	5,798	5,857	5,931
Flimit=0.81Fcurrent	0.52	6,040	5,355	5,309	5,436	5,523	5,738	5,785	5,849
0.90Fcurrent	0.58	6,040	5,355	5,309	5,260	5,223	5,302	5,264	5,255
Fcurrent	0.64	6,040	5,355	5,309	5,074	4,917	4,864	4,744	4,662
		親魚量 (トン)							
禁漁	0.00	3,920	3,281	3,352	5,415	7,571	10,991	14,000	17,391
0.10Fcurrent	0.06	3,920	3,281	3,352	5,088	6,773	9,303	11,286	13,517
0.20Fcurrent	0.13	3,920	3,281	3,352	4,790	6,088	7,931	9,167	10,570
0.30Fcurrent	0.19	3,920	3,281	3,352	4,518	5,498	6,884	7,686	8,516
0.40Fcurrent	0.26	3,920	3,281	3,352	4,269	4,989	6,016	6,502	6,915
0.50Fcurrent	0.32	3,920	3,281	3,352	4,042	4,549	5,290	5,626	5,909
0.60Fcurrent	0.38	3,920	3,281	3,352	3,833	4,166	4,680	4,891	5,098
Ftarget=0.65Fcurrent	0.42	3,920	3,281	3,352	3,737	3,996	4,416	4,574	4,742
0.70Fcurrent	0.45	3,920	3,281	3,352	3,642	3,832	4,164	4,273	4,402
0.8Fcurrent	0.51	3,920	3,281	3,352	3,467	3,540	3,726	3,752	3,811
Flimit=0.81Fcurrent	0.52	3,920	3,281	3,352	3,447	3,509	3,680	3,698	3,749
0.90Fcurrent	0.58	3,920	3,281	3,352	3,305	3,284	3,351	3,312	3,310
Fcurrent	0.64	3,920	3,281	3,352	3,157	3,059	3,030	2,938	2,886

## (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
2017年漁獲量確定値	2017年の漁獲量及び年齢別・年別漁獲尾数 2012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
2018年漁獲量概数値 2018年年齢組成	2018年の漁獲量及び年齢別・年別漁獲尾数 2013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
2018年種苗放流魚混入率 2018年種苗放流尾数	2018年の添加効率、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)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量(トン) (実際のF値)
2018年(当初)	$F_{current}$ ( $0.97F_{rec5yr}$ )	0.82	9,618	3,636	3,176	
2018年(2018年 再評価)	$0.82F_{current}$	0.55	4,603	1,531	1,321	
2018年(2019年 再評価)	$0.82F_{current}$	0.53	6,040	1,863	1,592	2,119 (0.64)
2019年(当初)	$0.82F_{current}$	0.55	4,400	1,117	948	
2019年(2019年 再評価)	$0.82F_{current}$	0.54	5,575	1,694	1,441	

2019年ABCの管理基準 $F_{current}$ は $F_{2017}$ 。また、F値はABClimitに対する値で、年齢平均。

2018年の資源量は、2018年においては2016年級群が1歳魚としてそれほど多獲されず、下方修正されたが、今年度は2歳魚としてやや多獲されたので上方修正された。このため、2018年ABCは2018年再評価時に下方修正され、2019年再評価時は上方修正された。また、2019年の資源量は、2017年級群が0歳魚としての漁獲が極めて少なかったが、1歳魚としてはやや少ない程度であったことと、2018年級群が0歳魚としてやや多獲されたため上方修正され、ABCも上方修正された。なお本系群では、秋の0歳魚漁に基づいて推定した0歳魚資源尾数が主体となる1歳魚以降の漁獲状況により大幅に上方または下方修正されることがある。

## 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、2018年の推定資源量6,040トンは計算期間中最多であった1987年の35%にとどまっている。また、資源減少に伴う魚体の大型化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、近年低い水準で推移している資源尾数全体に

占める3歳魚以上の割合が安定して10%程度までに増加し、現状より魚体の小型化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、現状以上の資源管理措置を実施しながら、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2025年の資源量と漁獲量の推定結果を図28に示す。この結果によれば、Fを5%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現状の6倍の43万尾、漁獲量を補うためには4倍の30万尾と計算される。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を実現するために必要なFの削減割合は1%、漁獲量では2%である。

## 7. 引用文献

- 安部恒之 (1993) 大阪府における漁獲動向. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 II 漁業生物班B, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・日本水産資源保護協会, (61), 36-41.
- 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, 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18~22年度)総括報告書, 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) 瀬戸内海西部にお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・武田保幸 (1993) 漁獲量. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 II 漁業生物班B, 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, 44 pp.
- 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. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 II 漁業生物班B, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・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, 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」. 瀬戸内海水産開発協議会, 神戸, 72 pp.
- 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. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 II 漁業生物班B, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・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 (2005a) 瀬戸内海東部海域におけるサワラ標識放流結果-I. 栽培技研, **32**, 25-34.
- 竹森弘征・坂本 久・植田豊・山崎英樹・岩本明雄 (2005b) 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・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. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 I. 漁業生物班, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・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, 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. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告 I. 漁業生物班, 本州四国連絡架橋漁業影響調査委員会・日本水産資源保護協会, (67), 179-198.

(執筆: 石田 実、片町太輔)

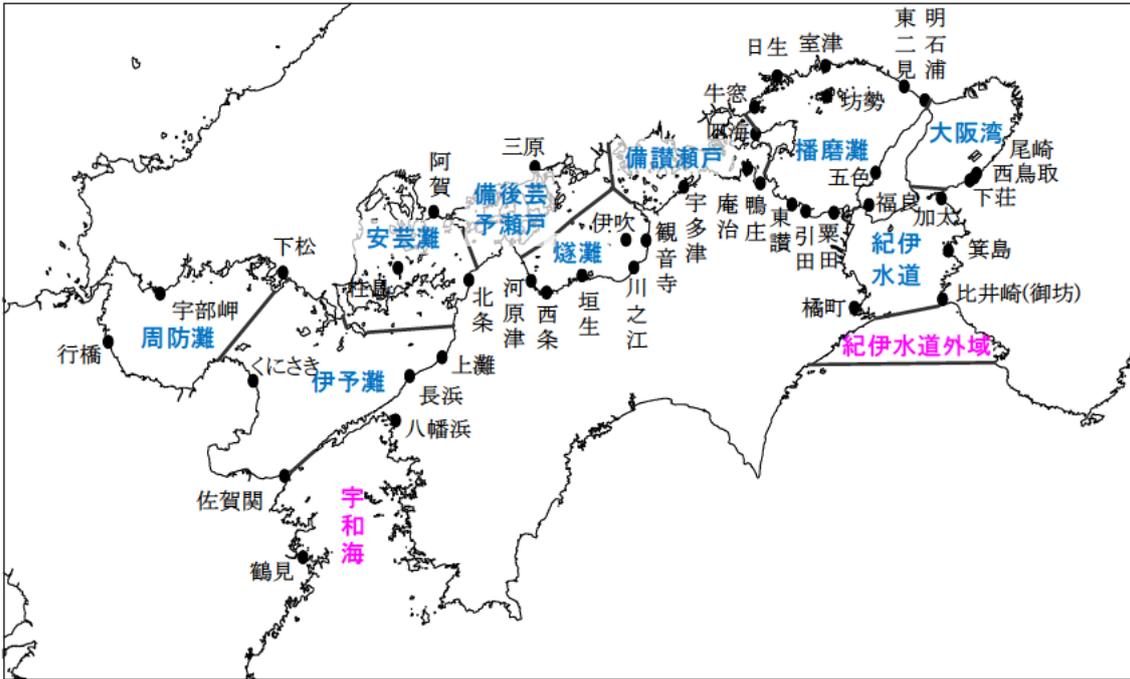


図1. 瀬戸内海の灘区分と調査地



図2. 2019年度の漁獲努力量削減措置（目合い規制、休漁期等）

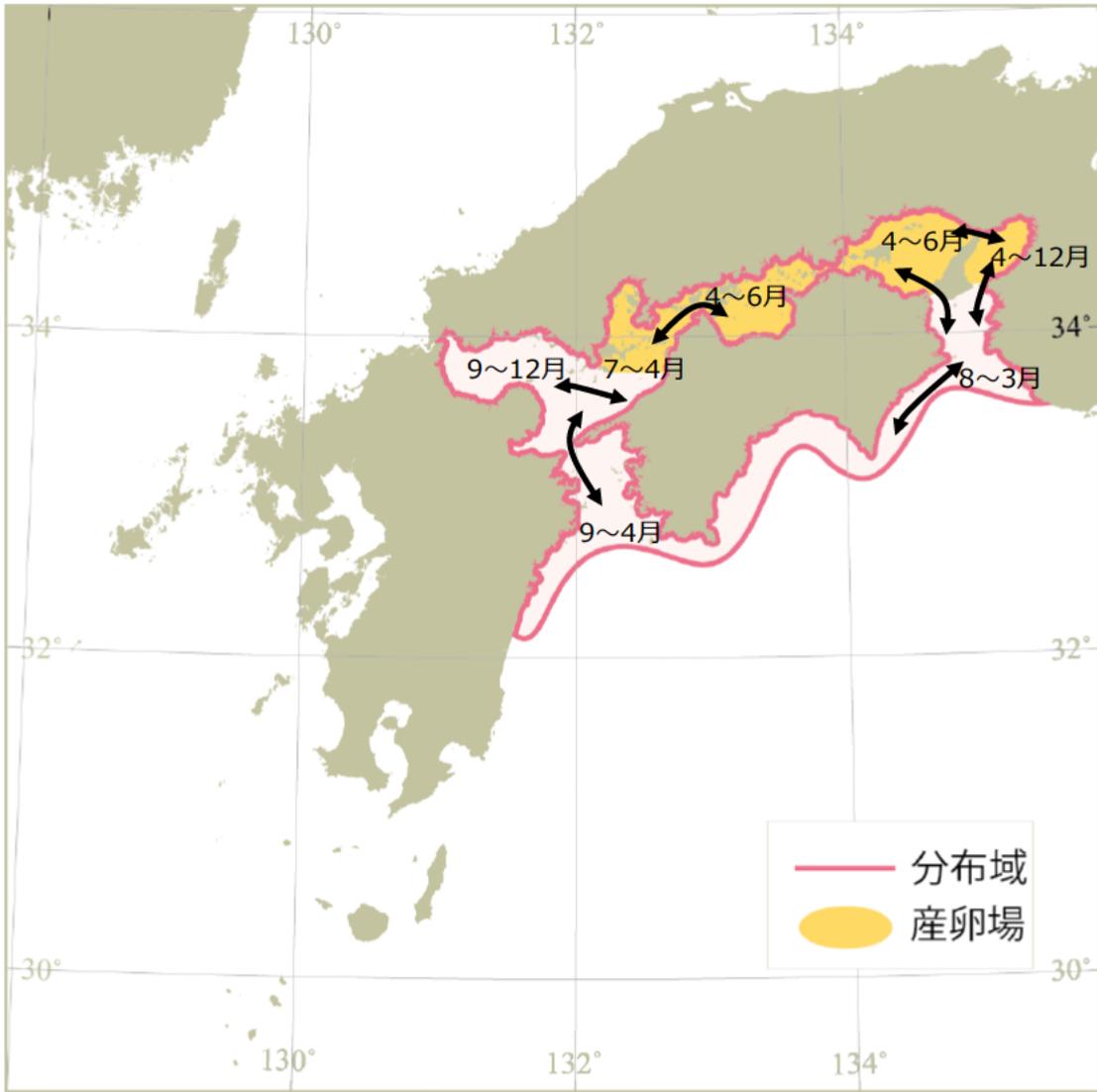


図3. 分布域、回遊および主漁期

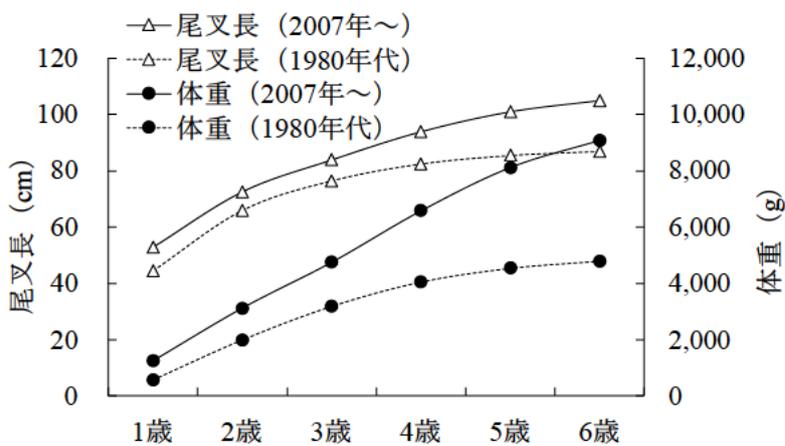


図4. 年齢と成長

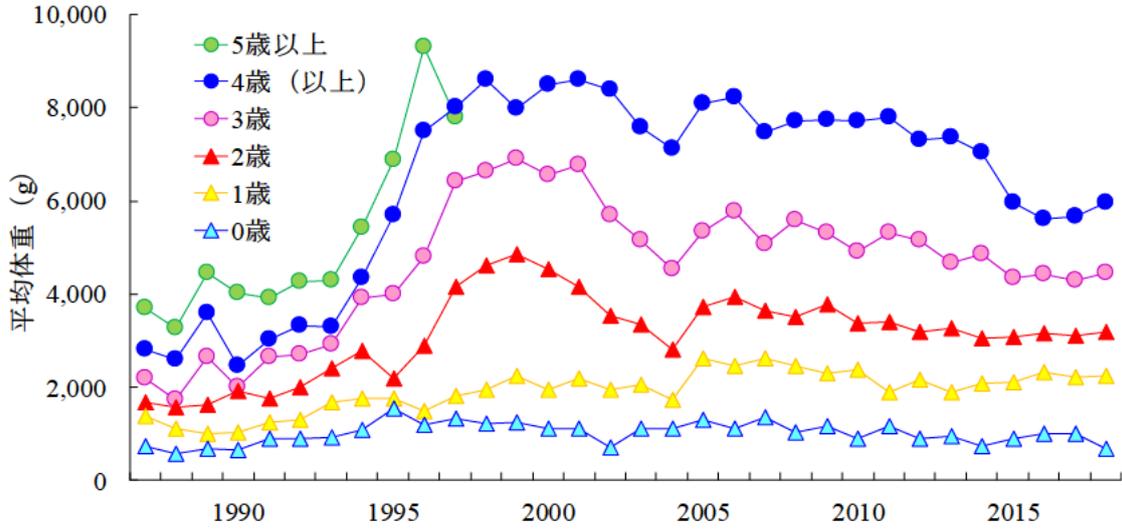


図5. 漁獲物の年齢別平均体重（1997年まで5歳以上を、1998年から4歳以上を一括した）

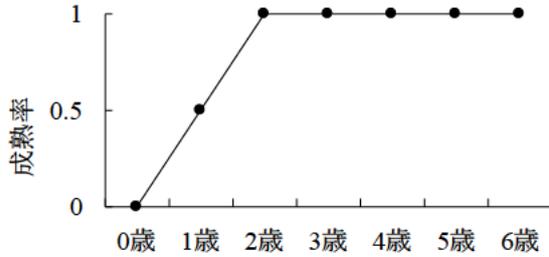


図6. 年齢別成熟率

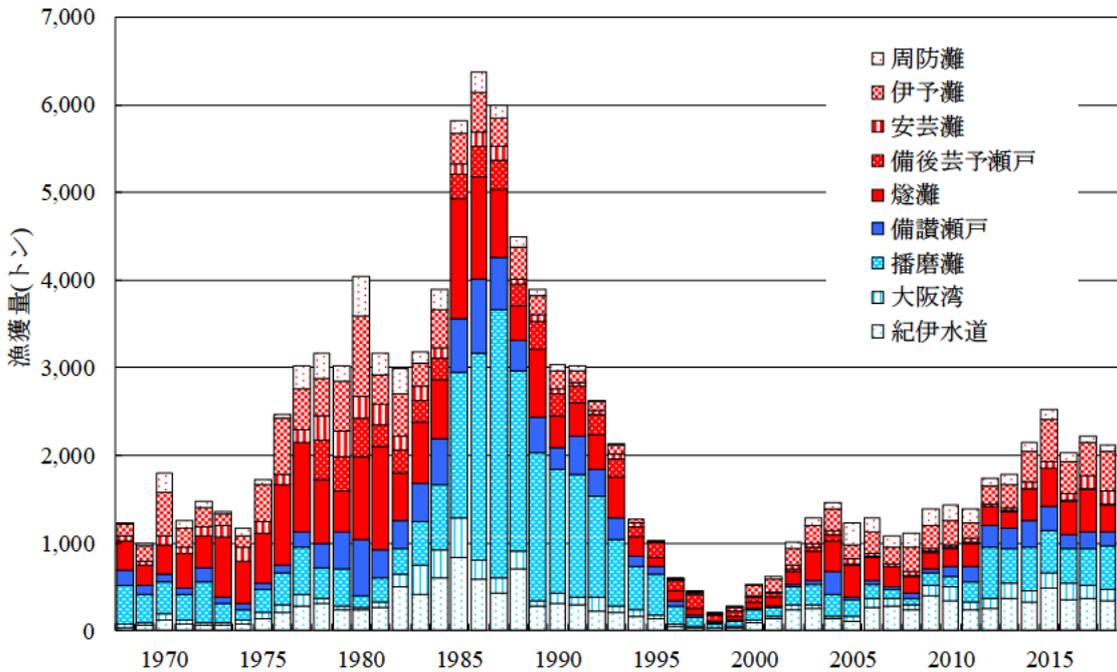


図7. 年別灘別漁獲量（漁業・養殖業生産統計年報及び瀬戸内海漁業調整事務所集計値）

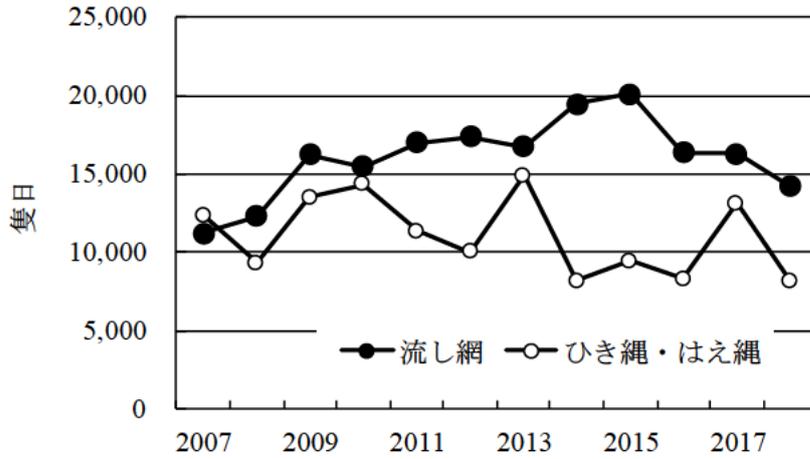


図8. 流し網とひき縄・はえ縄の操業隻日数

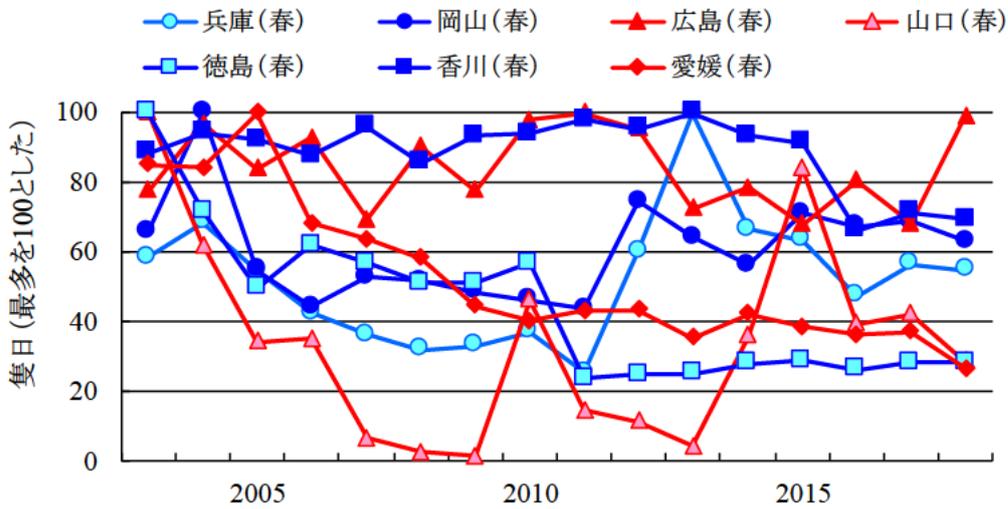


図9. 流し網春漁の操業隻日数 期間中最多を100とした。

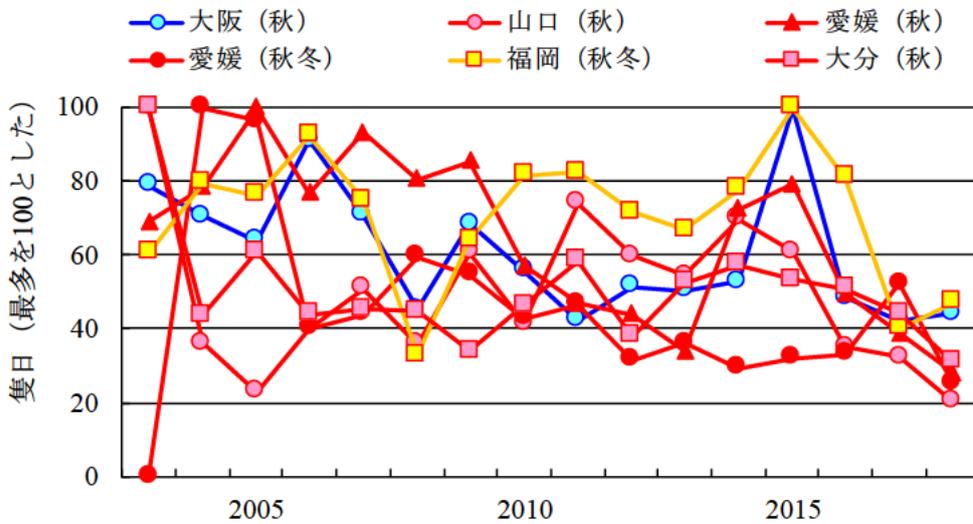


図10. 流し網秋冬漁の操業隻日数 期間中最多を100とした。

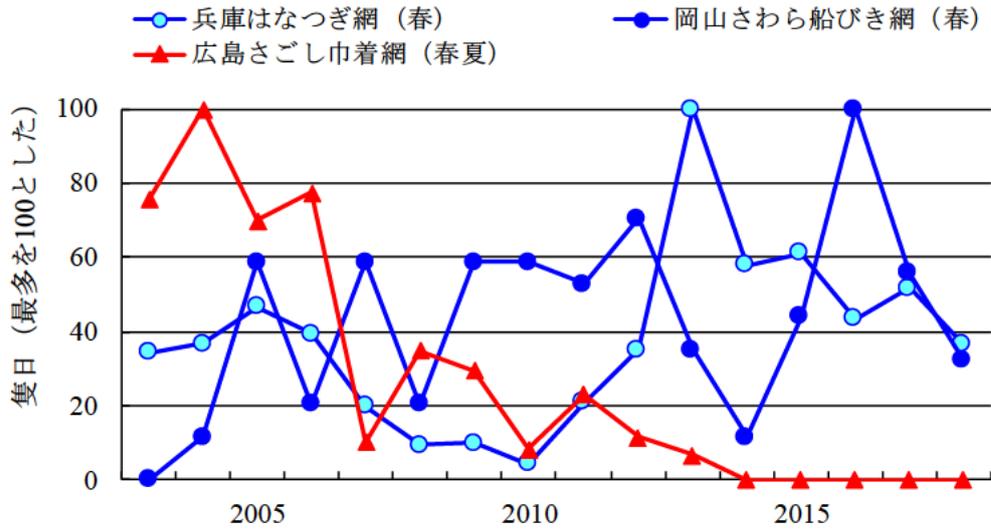


図11. はなつぎ網、さわら船びき網、さごし巾着網の操業隻日数期間中最多を100とした。

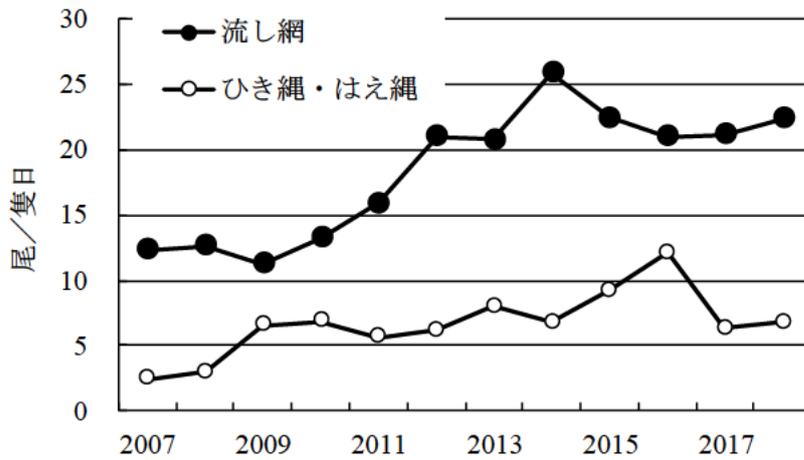


図12. 流し網とひき縄・はえ縄の操業隻日数当たりの漁獲尾数

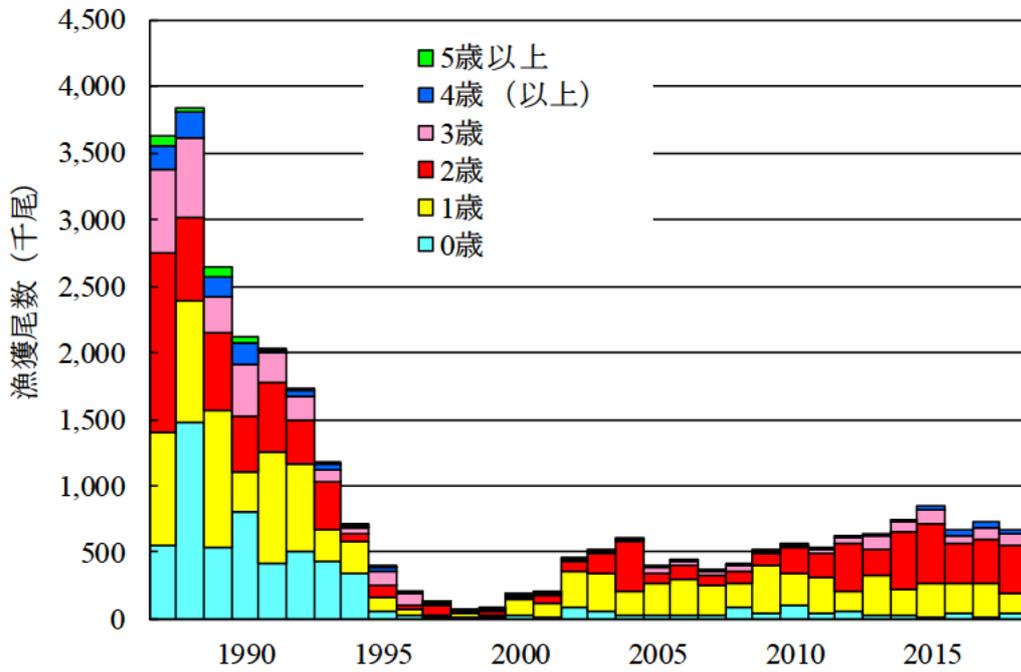


図13. 年齢別漁獲尾数（1997年まで5歳以上を、1998年から4歳以上を一括した）

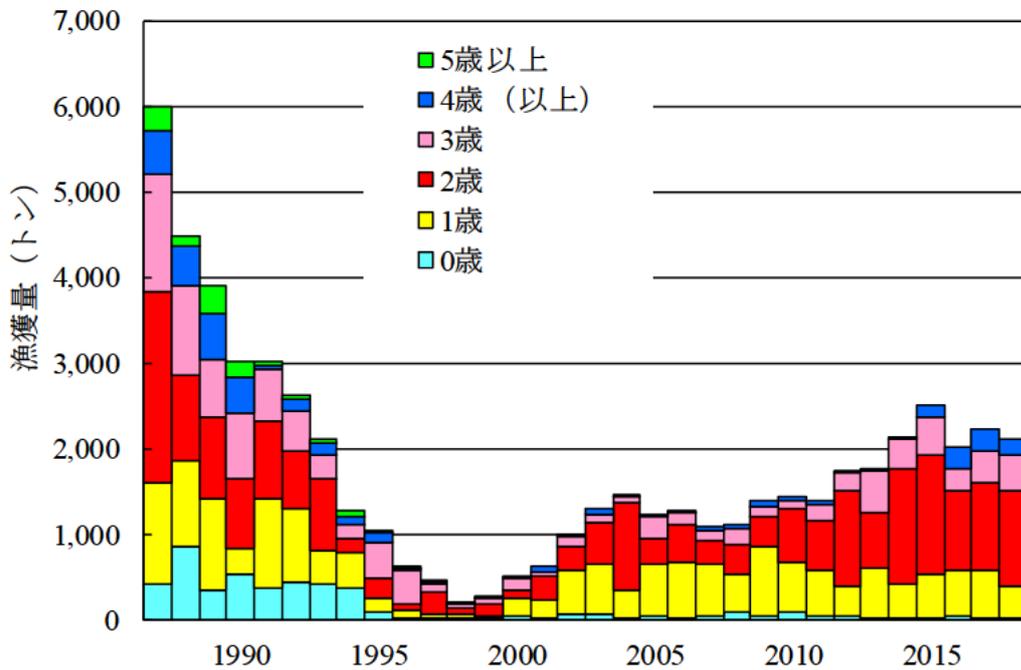


図14. 年齢別漁獲量（1997年まで5歳以上を、1998年から4歳以上を一括した）

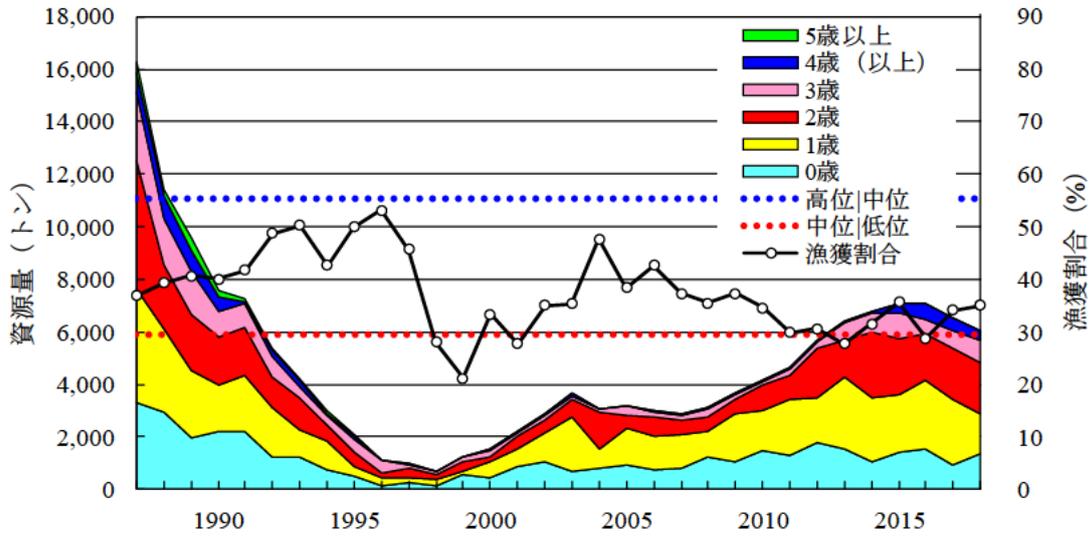


図15. 資源量と漁獲割合（重量比）（1997年まで5歳以上を、1998年から4歳以上を一括した）

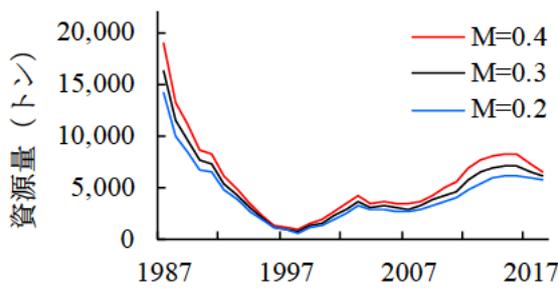


図16. 自然死亡係数 (M) と資源量推定値

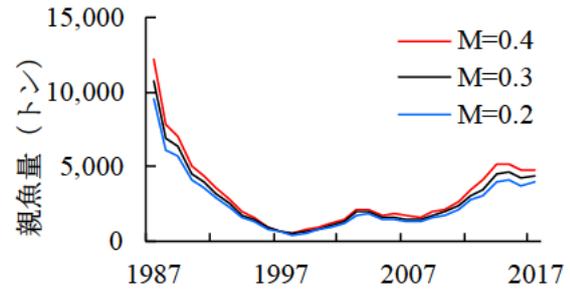


図17. 自然死亡係数 (M) と親魚量推定値

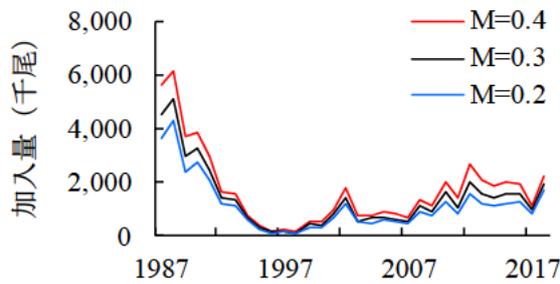


図18. 自然死亡係数 (M) と加入量推定値

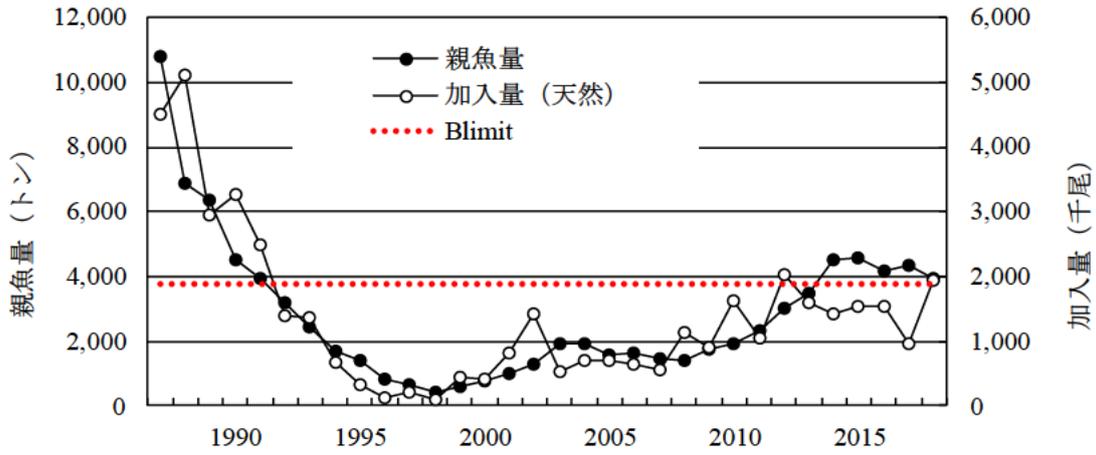


図19. 親魚量と加入量（天然）の推移

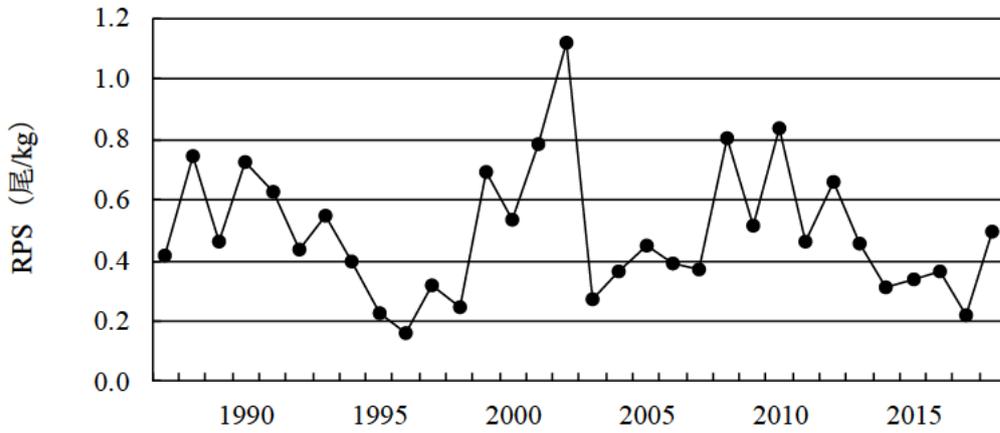


図20. 再生産成功率（RPS）の推移

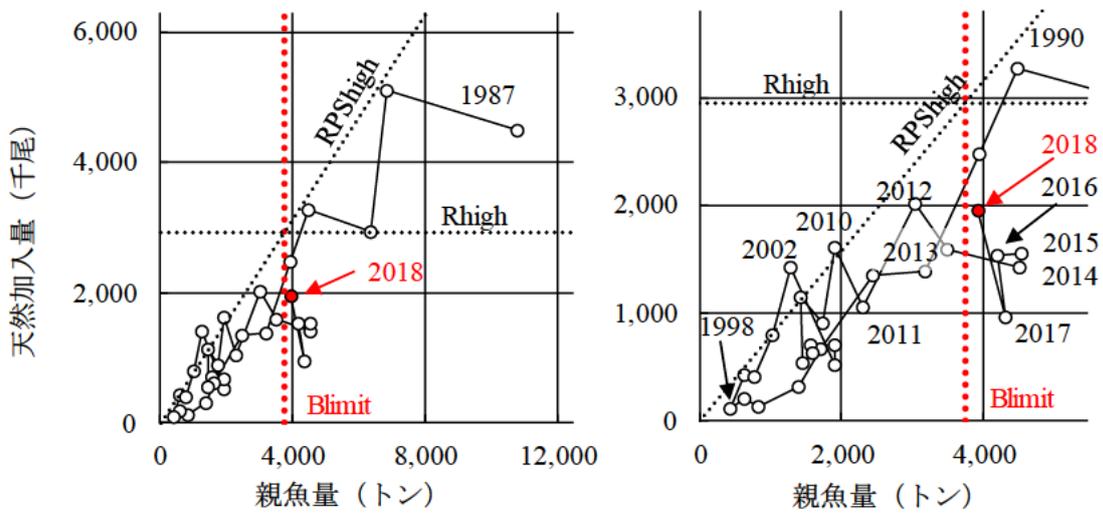


図21. 再生産関係、Blimit 右は近年を拡大。

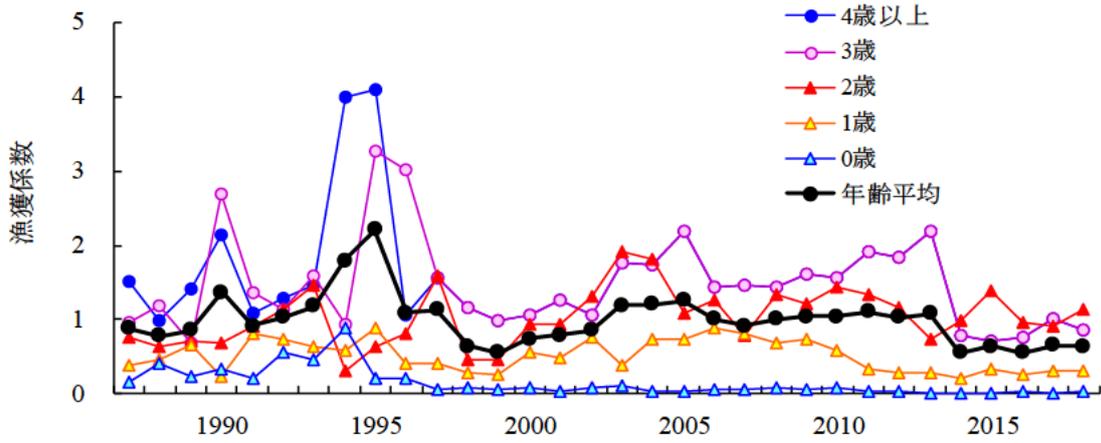


図22. 年齢別漁獲係数の推移

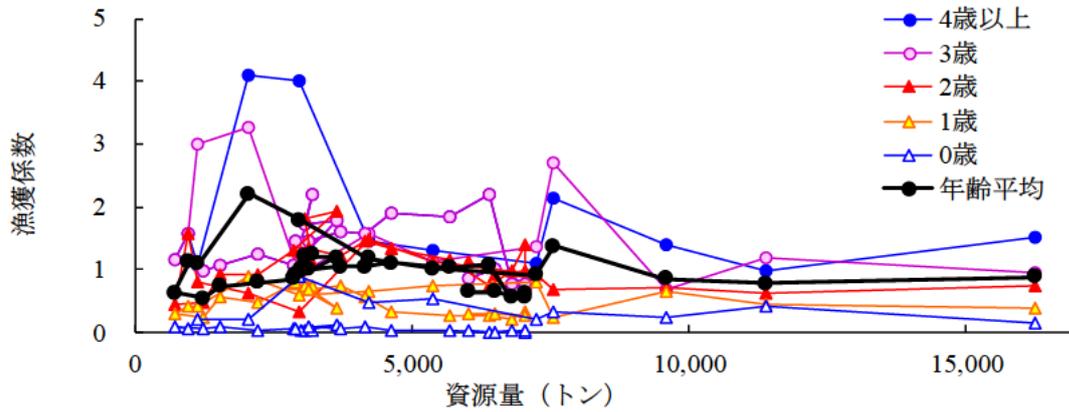


図23. 資源量と漁獲係数の関係

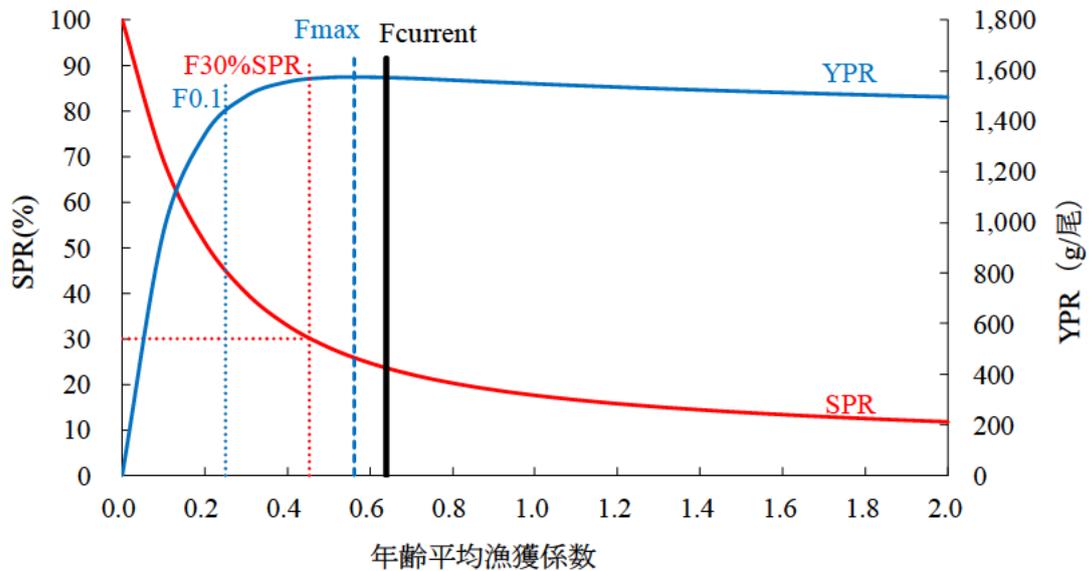


図24. 漁獲係数とSPR、YPR (2008~2017年の平均体重により計算)

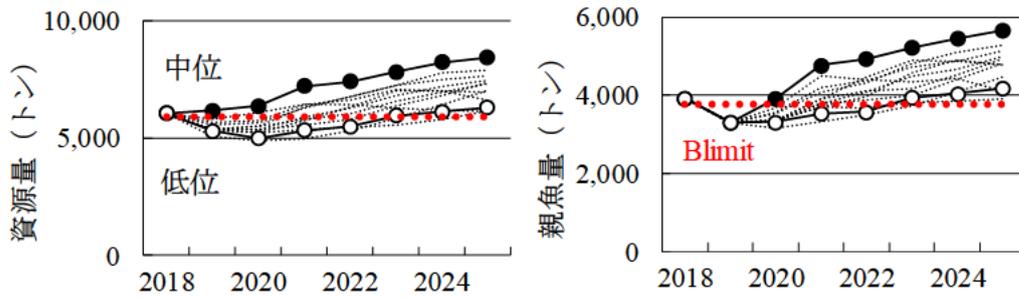


図25.  $F_{target} (0.8 \times 0.81F_{current})$  で漁獲した場合の資源量 (左) と親魚量 (右) の予測  
1,000回試算の上位10%を黒丸、下位10%を白丸、10回の例を記号なし点線で示す。

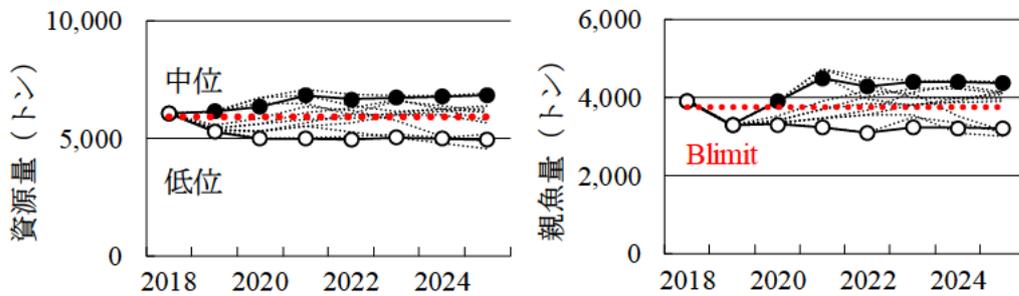


図26.  $F_{limit} (0.81F_{current})$  で漁獲した場合の資源量 (左) と親魚量 (右) の予測  
1,000回試算上位10%を黒丸、下位10%を白丸、10回の例を記号なし点線で示す。

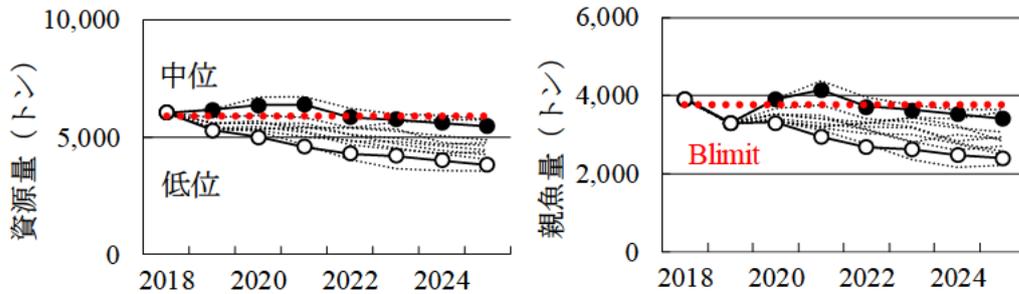


図27.  $F_{current}$  で漁獲した場合の資源量 (左) と親魚量 (右) の予測  
1,000回試算の上位10%を黒丸、下位10%を白丸、10回の例を記号なし点線で示す。

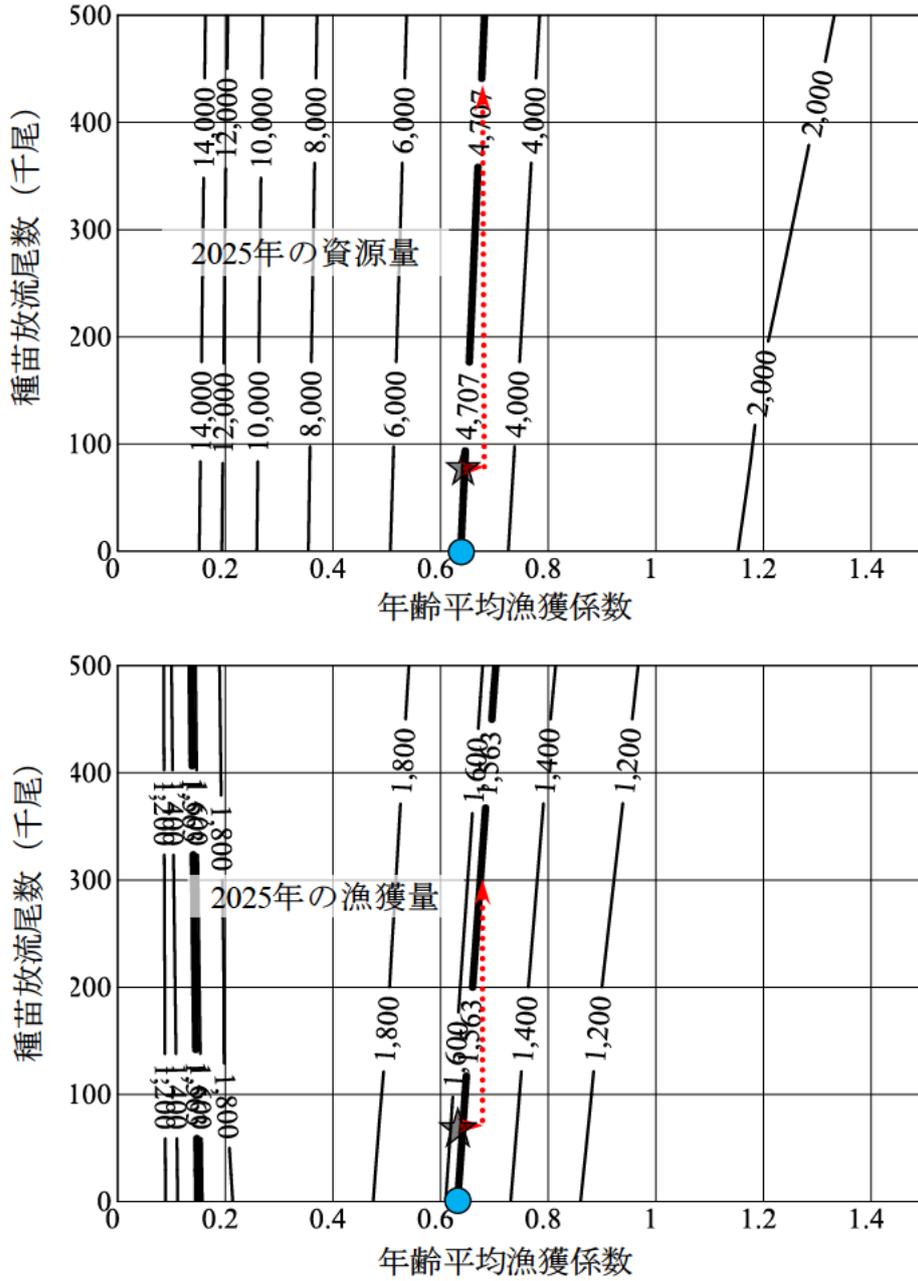


図28. 2020～2024年の漁獲係数、種苗放流尾数と2025年の推定資源量（上）と推定漁獲量（下）（いずれもトン） 星印は現状継続、上向き矢印は漁獲係数5%増加による資源量（上）と漁獲量（下）の減少を補うために必要な放流尾数、青丸は放流を実施しない場合に現状継続と同じ資源量（上）と漁獲量（下）を実現するのに必要な漁獲係数を表す。

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	114	355	74	44	128	212	384	438	5	219	2,027
2017	61	108	325	79	78	150	227	434	494	8	257	2,220
2018	54	81	327	93	95	134	227	431	422	7	247	2,119

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	燧灘	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	257	154	1,283	53	189
2007	276	86	114	23	226	6	26	192	134	1,082	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	352	191	395	161	380	5	76	366	99	2,027	305	177
2017	365	148	426	192	474	9	158	380	68	2,220	93	128
2018	333	130	498	166	311	3	152	452	75	2,119	99	50

\* 燧灘と備後芸予瀬戸の合計。

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)
				天然発生	天然発生+放流由来		
1987	5,997	16,279	10,813	4,493	4,493	37	0.42
1988	4,485	11,395	6,863	5,117	5,117	39	0.75
1989	3,902	9,596	6,351	2,943	2,943	41	0.46
1990	3,029	7,561	4,497	3,273	3,273	40	0.73
1991	3,021	7,250	3,966	2,477	2,477	42	0.62
1992	2,623	5,374	3,193	1,386	1,386	49	0.43
1993	2,120	4,211	2,458	1,350	1,350	50	0.55
1994	1,271	2,983	1,708	675	675	43	0.40
1995	1,029	2,056	1,388	316	316	50	0.23
1996	603	1,135	831	136	136	53	0.16
1997	442	968	629	201	201	46	0.32
1998	199	710	443	108	108	28	0.24
1999	263	1,240	622	430	430	21	0.69
2000	512	1,538	777	416	416	33	0.54
2001	615	2,221	1,021	802	802	28	0.79
2002	1,008	2,880	1,273	1,426	1,461	35	1.12
2003	1,289	3,647	1,917	524	625	35	0.27
2004	1,465	3,068	1,909	695	724	48	0.36
2005	1,224	3,195	1,570	708	738	38	0.45
2006	1,283	3,011	1,607	629	688	43	0.39
2007	1,082	2,901	1,466	544	585	37	0.37
2008	1,113	3,136	1,426	1,144	1,165	35	0.80
2009	1,382	3,700	1,733	897	917	37	0.52
2010	1,436	4,161	1,922	1,614	1,645	35	0.84
2011	1,384	4,633	2,297	1,056	1,091	30	0.46
2012	1,740	5,686	3,042	2,014	2,034	31	0.66
2013	1,775	6,386	3,493	1,592	1,608	28	0.46
2014	2,148	6,805	4,530	1,414	1,430	32	0.31
2015	2,519	7,065	4,564	1,548	1,548	36	0.34
2016	2,027	7,055	4,197	1,540	1,551	29	0.37
2017	2,220	6,510	4,336	955	955	34	0.22
2018	2,119	6,040	3,920	1,950	1,950	35	0.50

表4. 人工種苗放流尾数、0歳魚資源尾数、混入率、添加効率

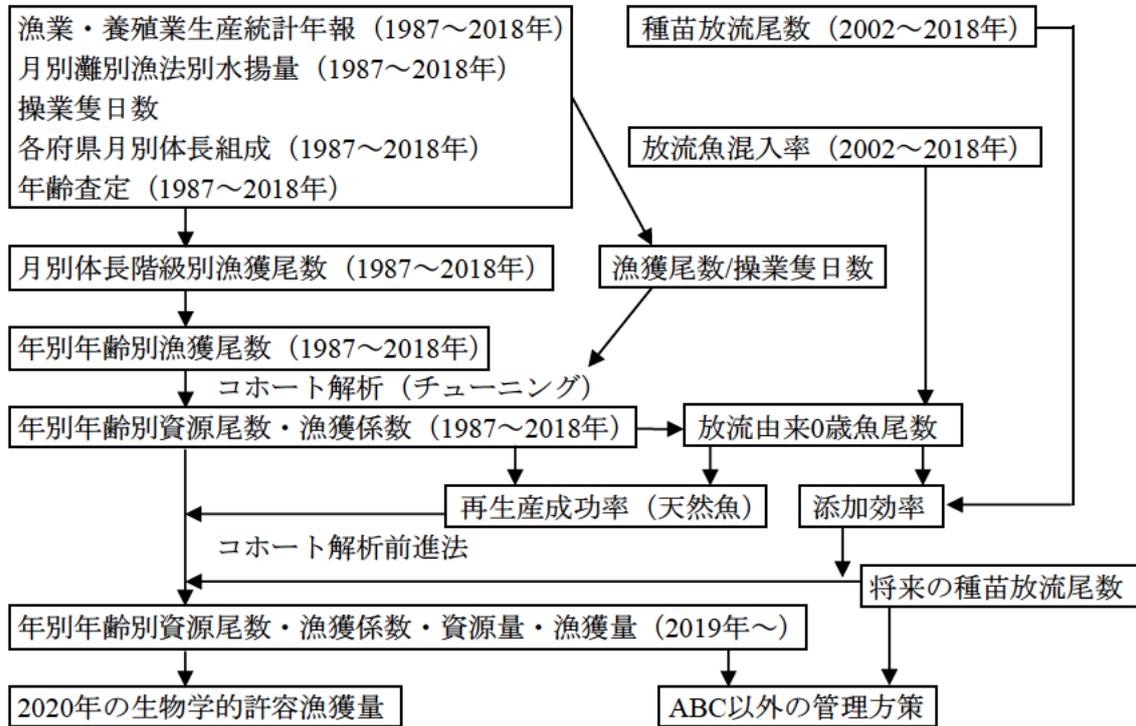
年	人工種苗放流尾数 (尾)				有効放流尾数 (千尾)	0歳魚資源尾数 (9月1日)(千尾)		放流魚 混入率 (%)	添加効率 (放流魚加入尾数 /有効放流尾数)
	東部		西部			天然魚	放流魚		
	大型	小型	大型	小型					
2002	82,992	51,000	9,099	66,300	121	1,175	30	2.5	0.24
2003	83,493	94,000	15,689		123	434	84	16.1	0.68
2004	36,000		40,273	20,000	81	571	24	4.0	0.29
2005	113,419		42,086	3,000	156	583	24	4.0	0.16
2006	104,781		41,800		147	517	49	8.7	0.33
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	16	2.2	0.07
2010	164,922	18,000	34,830		204	1,332	26	1.9	0.13
2011	126,525		7,690		134	868	29	3.3	0.22
2012	54,000	32,000	14,000		76	1,654	16	1.0	0.22
2013	60,000		18,000		78	1,305	14	1.0	0.18
2014	55,000	12,000	17,000		75	1,160	13	1.1	0.18
2015	25,500	6,000	700	4,500	29	1,269	0	0	0.00
2016	54,491		15,245		70	1,265	9	0.7	0.13
2017	43,770		20,902		65	783	0	0	0.00
2018	52,865		17,188		70	1,601	0	0	0.00
2012～2014、2016～2018年の平均					72				0.12
2019	38,000		7,100		45				

※ 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2002～2017年は1歳魚、2018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2018年（種苗生産時のビタミン不足により種苗の活力が低下したことから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[和歌山ひき縄等、徳島はえ縄等、兵庫ひき縄]

大阪湾[大阪さわら流し網、兵庫ひき縄]

播磨灘[兵庫さわら流し網、兵庫ひき縄、兵庫ひら流し網]、[兵庫はなつぎ網]、[岡山さわら流し網、岡山さわら船曳網]、[徳島さわら流し網等]、[香川さわら流し網]

備讃瀬戸[岡山さわら流し網、岡山さわらひき釣]、[香川さわら流し網]

燧灘[広島さわら流し網、広島さごし巾着網]、[香川さわら流し網]

燧灘・安芸灘[愛媛さわら流し網、愛媛あじ・えそ流し網等]、[愛媛その他]

安芸灘[広島さわら流し網、山口さわら流し網]

伊予灘[山口さわら流し網、愛媛さわら流し網]、[愛媛その他]、[大分さわら流し網]

周防灘[山口さわら流し網、福岡さわら流し網、大分さわら流し網]

・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

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

- ・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歳以上の尾数は極めて少ないので一括した。毎年2、5、8、11月の年齢毎の最頻尾又長を補足資料4に示す。
- ・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。

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

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

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

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

2018年のFと資源尾数は次の式で求めた。

$$F_{a,2018} = \frac{F_{a,2015} + F_{a,2016} + F_{a,2017}}{3}$$

$$N_{a,2018} = C_{a,2018} \frac{\exp(M/2)}{1 - \exp(-F_{a,2018})}$$

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  $2.5/8 \approx 0.3$  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	2017	2018
①	12.32	12.63	11.32	13.29	15.92	21.07	20.82	25.92	22.52	21.03	21.20	22.43
②	2.42	2.94	6.56	6.87	5.64	6.17	7.99	6.78	9.21	12.11	6.33	6.78

指数①: 流し網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: 資源尾数。

両指数について、設定した目的関数を2007～2018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73.2%と20.1%で重みづけした和が最小になる2018年の漁獲係数を探索的に求めた。各年齢の選択率は2015～2017年の平均と等しいと仮定した。

両指数の目的関数は次の式とした。

$$\sum_{y=2007}^{2018} \{\ln(I_y) - \ln(qN_y)\}^2$$

ここで、 $I_y$ は $y$ 年における指数、 $q$ は比例定数を示す。

このチューニングにより2018年の $F$ は次の通り上方修正された。

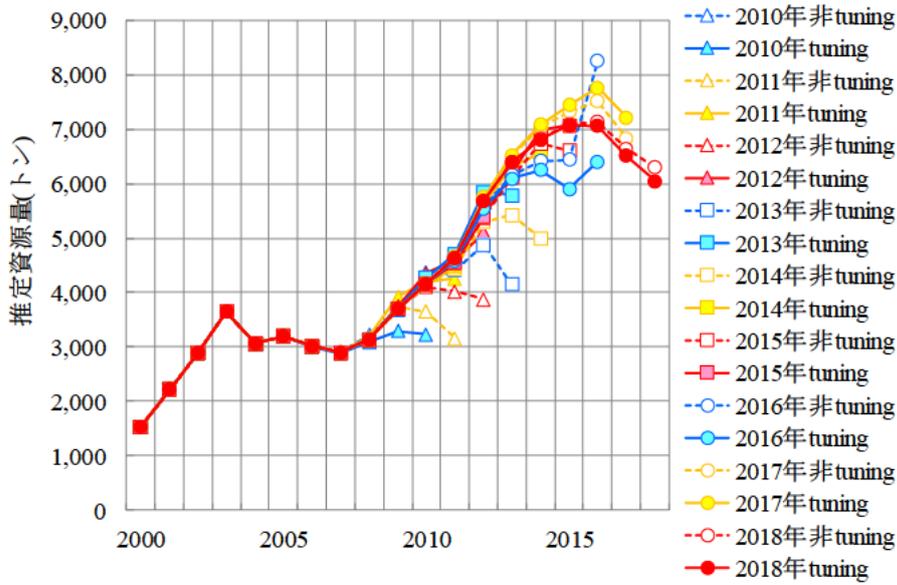
2018年の $F$	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上	平均
チューニング前	0.02	0.30	1.09	0.82	0.82	0.61
チューニング後	0.02	0.31	1.14	0.86	0.86	0.64

チューニングで求めた2018年の各年齢の漁獲係数により、2018年の資源尾数は修正され、それともなって、2017年以前の資源尾数も修正された。

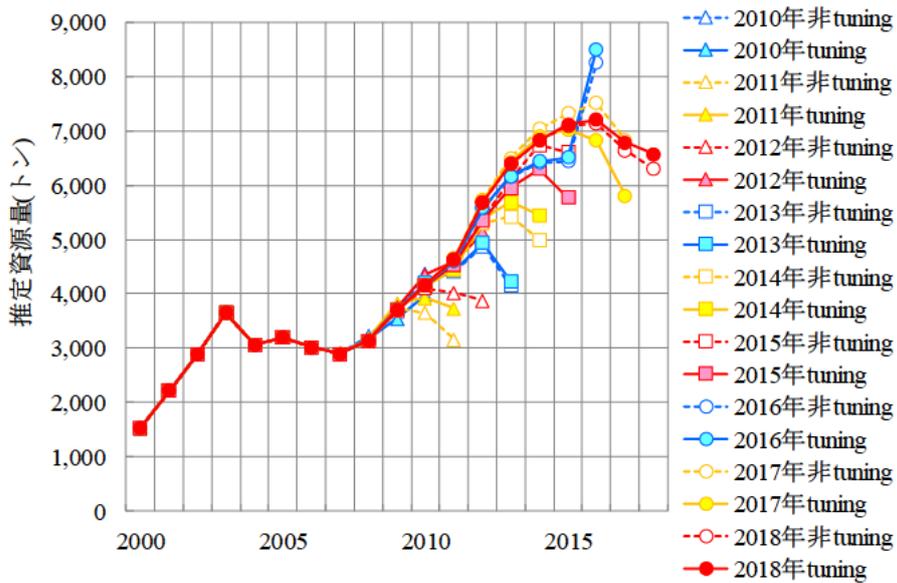
2017年から2010年まで遡り、同様のチューニング操作を行って推定した資源量とチューニングせずに算出した資源量を補足図2-1示す。最新の資源量の推移と比較すると、2010年と2017年を除いてこのチューニングにより資源量等の推定精度が向上したと考えられる。

また、昨年度まで指数①を流し網出漁隻日数当たりの2 kg以上、対象を1歳魚以上の資源尾数としてチューニングしたが、この方法では今年度の方法に比較してチューニングによる最新年の結果への近づく度合いが少なく、最近3年は逆に遠ざかる結果となったため、採用しなかった(補足図2-2)。チューニングによる精度向上が劣っていた理由として、2 kg未満の1歳魚が年の前半にかなり漁獲されるために、指数と対象に食い違いが生じることが考えられる。

Okamura et al (2007) のMohn's  $\rho$  を計算すると、チューニングなしでは0.09、昨年度のチューニング方法では0.11、今年度の方法では0.06となり、今年度の方法が最も良い値であった。



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相違



補足図2-2. 2010年以降のチューニングの有無による資源量推定値の相違 (昨年度の方法)

(5) SPR、YPRの計算

SPR、YPRは次の式で計算した。

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

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

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

ここで、 $S_a$ は $a$ 歳における残存率、 $fr_a$ は同様に成熟割合、 $W_a$ は同様に平均体重を示す。ただし、次の小項目で記載した通り、加入量により体重が変動するとしているため、一定の体重を前提とするSPRとYPRは解析的には求まらない。図24のこれらの値は2008年～2017年の平均体重を用いて上記の式で計算したものである。また、 $F_{med}$ と $F_{sus}$ も同様に計算した値を示した。

#### (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。

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

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

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

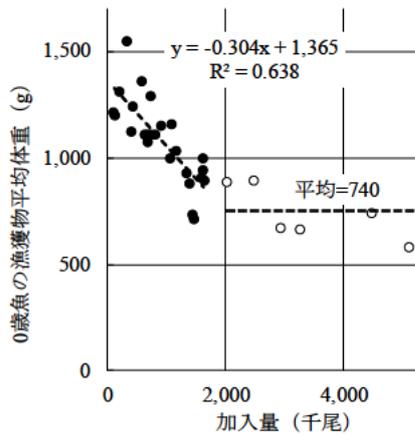
$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp(-M/2)$$

2019年の各年齢の漁獲係数は2018年と等しいと仮定した。2020年以降の漁獲係数は、各年齢の選択率が2015～2017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2008～2017年の中央値(0.46尾/kg)とした。なお、人工種苗の放流は共同種苗生産・放流体制の構築・高度化実証事業の計画期間である2020年度までとし、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2018年(種苗生産時のビタミン不足により種苗の活力が低下したことから放流尾数が少なかった2015年を除く)の平均(7.2万尾)、放流魚の生残率は放流尾数と同様の2012年～2018年(同じ理由で2015年を除く)における計算上の年初の放流由来0歳魚資源尾数を有効放流尾数で除した商の平均(0.12)とした。なお、RPSは天然加入尾数/親魚量である。

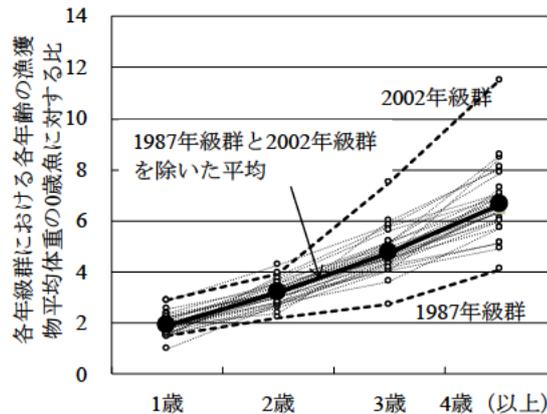
ここで、過去の0歳魚の漁獲物平均体重と加入量の関係を見ると、加入量200万尾未満で右向き、200万尾以上で横ばいであった(補足図2-3)。また、1987年から2017年までの年級群毎に0歳魚の漁獲物平均体重と1歳魚以上の漁獲物平均体重の間に一定の関係が見られた(補足図2-4)。このため、将来の0歳魚の体重 $W_0$ は過去における加入量200万尾未満の年の直線回帰式から推定し、下限を加入量200万尾以上の年の平均(740g)とした。将来の年齢別体重 $W_1 \sim W_{4+}$ は成長が極端に遅かった1978年級群と速かった2002年級群を除く過去の年級群における0歳魚と1歳魚以上の漁獲物平均体重の比の平均値から推定した。

$$W_{0,y} = -0.3044N_{0,y}/1,000 + 1,364.6 \quad \text{ただし、} W_0 \geq 740$$

$$W_{1,y} = 1.913W_{0,y-1}, \quad W_{2,y} = 3.181W_{0,y-2}, \quad W_{3,y} = 4.762W_{0,y-3}, \quad W_{4+,y} = 6.662W_{0,y-4}$$



補足図2-3. 加入量と0歳魚の漁獲物平均体重



補足図2-4. 1987年～2017年の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。放流魚全数に標識が装着されたが、2013年は標識装着率が51%であったため、推定値を51%で除して混入率を補正した。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2018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7 cm以上、小型は7 cm未満と定義した。

#### 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**(2), 243-249.
- 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.
- 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・水産総合研究センター, 1194-1225.
- Okamura, H., Y. Yamashita, and M. Ichinokawa (2007) Ridge virtual population analysis to reduce the instability offishing mortalities in the terminal year. ICES Journal of Marine Science, **74**(9), 2427-2436.
- 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 操業隻日数の推移

府県別、季節別、漁法別操業隻日数

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
兵庫流し網 (春)	943	1,105	879	686	584	514	530	596
岡山流し網 (春)	826	1,251	684	552	661	645	607	577
広島流し網 (春)	799	996	863	956	712	929	799	1,007
山口流し網 (春)	343	212	117	120	22	8	4	158
徳島流し網 (春)	1,307	935	648	807	740	667	666	743
香川流し網 (春)	5,295	5,635	5,516	5,233	5,732	5,113	5,588	5,609
愛媛流し網 (春)	5,339	5,301	6,286	4,279	3,993	3,664	2,792	2,523
大阪流し網 (秋)	608	542	492	701	544	349	527	428
山口流し網 (秋)	1,053	380	241	424	535	378	638	438
愛媛流し網 (秋)	1,102	1,253	1,597	1,225	1,488	1,286	1,363	912
愛媛流し網 (秋冬)		827	797	331	363	493	452	354
福岡流し網 (秋冬)	166	218	209	253	205	90	176	224
大分流し網 (秋)	1,896	825	1,152	833	856	848	642	876
兵庫はなつぎ網 (春)	330	352	448	378	192	92	97	43
岡山さわら船びき網 (春)		4	20	7	20	7	20	20
広島さごし巾着網 (春夏)	236	312	218	242	32	109	92	26

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
兵庫流し網 (春)	405	971	1,613	1,070	1,019	761	912	883
岡山流し網 (春)	546	932	803	704	890	841	861	790
広島流し網 (春)	1,029	982	745	809	699	828	702	1,020
山口流し網 (春)	49	38	14	123	288	135	145	97
徳島流し網 (春)	308	322	326	362	374	343	366	368
香川流し網 (春)	5,853	5,696	5,976	5,576	5,460	3,954	4,259	4,143
愛媛流し網 (春)	2,698	2,713	2,209	2,651	2,410	2,278	2,319	1,652
大阪流し網 (秋)	325	396	388	406	769	373	325	339
山口流し網 (秋)	781	629	572	736	641	368	341	214
愛媛流し網 (秋)	749	700	543	1,157	1,263	790	618	448
愛媛流し網 (秋冬)	386	260	299	243	265	274	433	208
福岡流し網 (秋冬)	226	196	183	213	274	222	110	129
大分流し網 (秋)	1,109	720	994	1,089	1,011	963	840	585
兵庫はなつぎ網 (春)	202	336	958	556	586	416	496	350
岡山さわら船びき網 (春)	18	24	12	4	15	34	19	11
広島さごし巾着網 (春夏)	72	36	21	0	0	0	0	0

流し網とひき縄・はえ縄の合計操業隻日数

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
流し網	11,212	12,319	16,234	15,497	16,991	17,376	16,721	19,494	20,100	16,371	16,282	14,183
ひき縄・はえ縄	12,340	9,335	13,505	14,328	11,325	10,001	14,896	8,194	9,474	8,311	13,151	8,133

## 補足資料4 毎年2、5、8、11月の年齢毎の最頻尾叉長

年月	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
2006年2月		57	77	88	99
2006年5月		53	76	90	100
2006年8月	32	60	76	90	100
2006年11月	52	73	85	93	105
2007年2月		52	76	85	98
2007年5月		54	74	84	98
2007年8月	32	64	80	90	100
2007年11月	55	73	86	96	105
2008年2月		55	74	88	98
2008年5月		58	73	88	98
2008年8月	32	61	78	88	100
2008年11月	50	72	80	89	100
2009年2月		52	75	88	98
2009年5月		53	77	88	98
2009年8月	32	62	78	88	100
2009年11月	52	70	79	88	100
2010年2月		52	70	88	98
2010年5月		54	73	88	98
2010年8月	32	64	78	88	100
2010年11月	48	70	79	88	100
2011年2月		51	73	88	98
2011年5月		51	73	88	98
2011年8月	32	54	75	88	100
2011年11月	51	66	80	88	100
2012年2月		52	70	88	98
2012年5月		54	71	88	98
2012年8月	32	62	72	88	100
2012年11月	48	66	77	88	100
2013年2月		48	70	82	90
2013年5月		50	71	83	98
2013年8月	32	57	72	85	100
2013年11月	46	66	77	88	100
2014年2月		48	70	82	90
2014年5月		50	71	83	98
2014年8月	32	57	72	85	100
2014年11月	46	66	77	88	100
2015年2月		48	70	80	90
2015年5月		49	72	80	88
2015年8月	25	57	72	85	100
2015年11月	52	69	77	85	100
2016年2月		50	70	79	90
2016年5月		52	72	79	85
2016年8月	25	57	74	85	100
2016年11月	47	73	76	85	100
2017年2月		50	70	79	90
2017年5月		52	72	79	85
2017年8月	25	57	74	85	100
2017年11月	47	73	76	85	100
2018年2月		50	70	79	90
2018年5月		58	72	79	85
2018年8月	25	63	74	85	100
2018年11月	47	73	76	85	100

## 補足資料5 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	1,206
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）（2009～2018年）

## 年齢別漁獲尾数(千尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	40	106	39	54	21	23	16	49	12	37
1歳	355	242	278	160	310	194	250	225	254	161
2歳	93	185	172	352	196	440	455	297	335	352
3歳	22	23	36	38	106	72	99	59	85	95
4歳(以上)	7	4	4	4	5	6	25	46	43	32
計	516	560	529	608	638	735	845	676	730	677

## 年齢別漁獲量(トン)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	46	95	45	48	20	17	15	49	12	26
1歳	815	575	528	346	584	404	527	519	561	359
2歳	349	623	584	1,121	641	1,338	1,397	938	1,036	1,123
3歳	116	111	191	193	492	350	432	261	364	422
4歳(以上)	57	33	35	32	38	40	148	260	246	189
計	1,382	1,436	1,384	1,740	1,775	2,148	2,519	2,027	2,220	2,119

## 年齢別F(漁獲係数)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.05	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02
1歳	0.74	0.57	0.34	0.27	0.28	0.21	0.33	0.26	0.31	0.31
2歳	1.22	1.44	1.35	1.16	0.74	0.99	1.40	0.97	0.92	1.14
3歳	1.61	1.56	1.91	1.85	2.19	0.78	0.72	0.76	1.01	0.86
4歳(以上)	1.61	1.56	1.91	1.85	2.19	0.78	0.72	0.76	1.01	0.86
単純平均	1.05	1.04	1.11	1.03	1.08	0.56	0.64	0.56	0.65	0.64

## 年齢別資源尾数(千尾)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	917	1,645	1,091	2,034	1,608	1,430	1,548	1,551	955	1,950
1歳	791	645	1,127	775	1,460	1,173	1,040	1,133	1,106	697
2歳	152	281	269	596	436	815	702	555	646	601
3歳	32	33	49	52	138	154	225	129	156	190
4歳(以上)	11	6	6	6	7	12	56	101	80	64
計	1,903	2,611	2,543	3,462	3,649	3,585	3,571	3,468	2,942	3,502

## 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

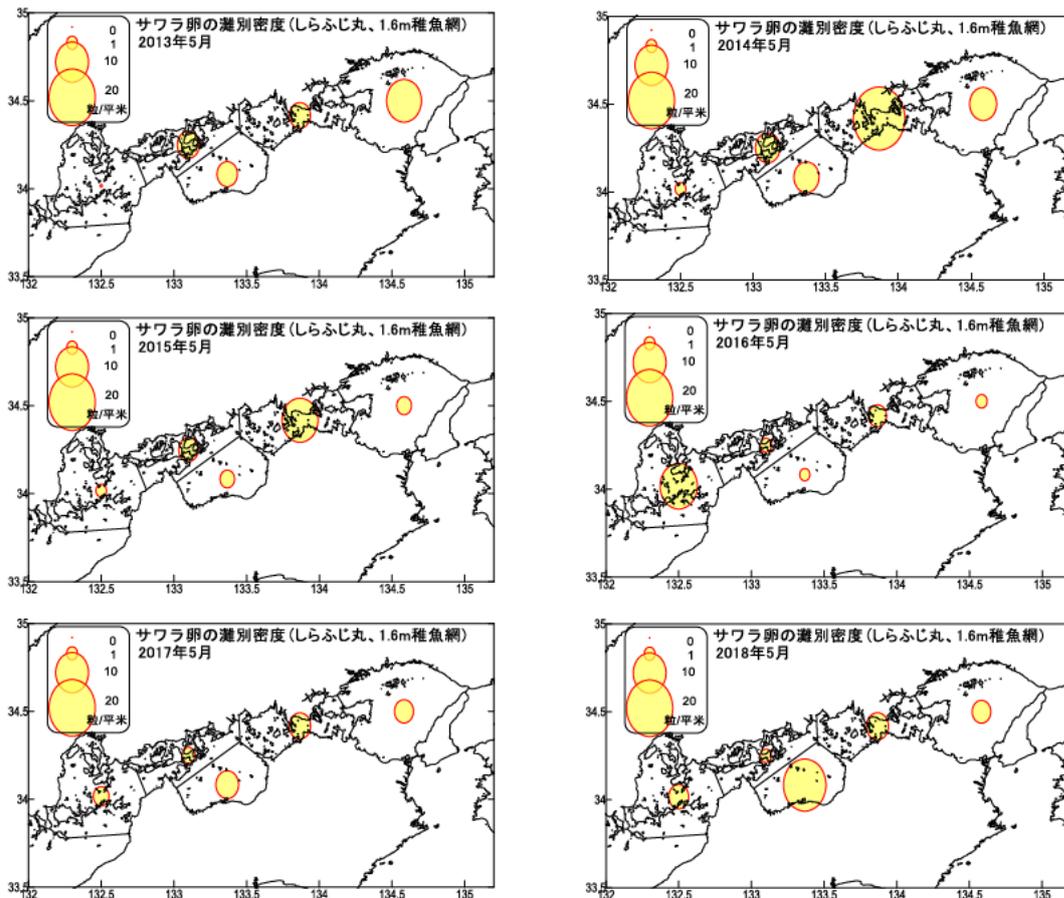
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	1,058	1,474	1,265	1,808	1,518	1,054	1,405	1,549	951	1,342
1歳	1,817	1,529	2,143	1,672	2,750	2,443	2,191	2,619	2,445	1,556
2歳	574	947	917	1,896	1,425	2,477	2,157	1,752	1,998	1,915
3歳	168	163	261	267	644	747	976	568	666	848
4歳(以上)	83	48	48	44	50	85	335	567	450	379
計	3,700	4,161	4,633	5,686	6,386	6,805	7,065	7,055	6,510	6,040
親魚量	1,733	1,922	2,297	3,042	3,493	4,530	4,564	4,197	4,336	3,920
漁獲割合	37%	35%	30%	31%	28%	32%	36%	29%	34%	35%

## 漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

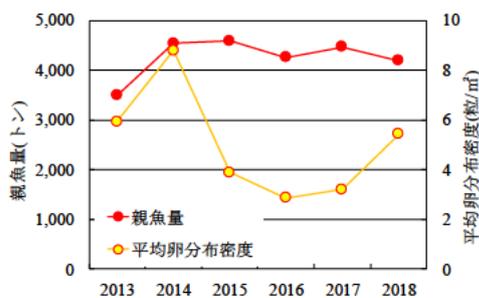
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	1,154	896	1,159	889	944	737	908	999	996	688
1歳	2,296	2,370	1,901	2,158	1,883	2,082	2,106	2,312	2,210	2,233
2歳	3,769	3,372	3,403	3,181	3,269	3,040	3,073	3,156	3,093	3,188
3歳	5,326	4,911	5,318	5,150	4,654	4,843	4,343	4,414	4,285	4,457
4歳(以上)	7,747	7,719	7,802	7,309	7,352	7,039	5,966	5,605	5,655	5,965

補足資料6 卵分布調査の結果

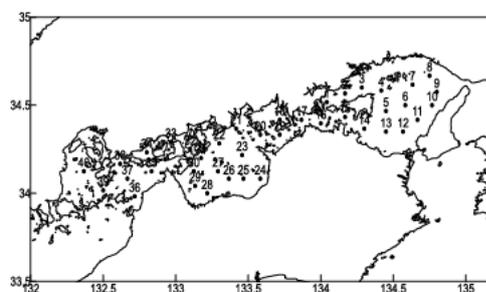
瀬戸内海系群では2013年から2018年まで、5月に卵分布調査を行った。調査は、播磨灘、備讃瀬戸、燧灘、備後芸予瀬戸、安芸灘、伊予灘において瀬戸内海区水産研究所しらふじ丸により直径160 cmのリングネットの底層、中層、表層を3ノットで各層3分間連続して曳網した（補足図6-3）。[採集体数]×[鋼索長]×[鋼索傾角の余弦]×[濾水計無網回転数]を[濾水計回転数]×[濾水計無網鋼索長]×[網口面積]で除して単位面積当たりの卵の分布密度を求めた。曳網点の分布密度を灘毎に平均した分布図を補足図6-1に、全域の平均密度の推移とそれぞれの年の親魚量を補足図6-2に示す。



補足図6-1. 2013～2018年にしらふじ丸で行った稚魚網調査による灘別サワラ卵分布密度



補足図6-2. 瀬戸内海におけるサワラ卵平均分布密度と親魚量の推移



補足図6-3. しらふじ丸調査定点

## 補足資料7 ABC算定のための将来予測 (RPSは2013~2017年平均)

ABCtarget = 0.8×0.81Fcurrent

漁獲係数(F)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1歳	0.31	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
2歳	1.14	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
3歳	0.86	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
4歳以上	0.86	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
単純平均	0.64	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42

ABClimit = 0.81Fcurrent

漁獲係数(F)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1歳	0.31	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
2歳	1.14	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
3歳	0.86	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
4歳以上	0.86	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
単純平均	0.64	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

資源尾数(千尾)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,118	1,145	1,267	1,355	1,497	1,551	1,608
1歳	1,413	810	836	925	989	1,093	1,132
2歳	378	766	490	506	560	598	661
3歳	142	89	270	173	178	197	211
4歳以上	79	69	67	142	133	132	139
計	3,129	2,879	2,930	3,101	3,357	3,571	3,751

資源尾数(千尾)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,118	1,145	1,169	1,190	1,248	1,254	1,271
1歳	1,413	810	833	850	866	908	912
2歳	378	766	466	479	489	498	522
3歳	142	89	224	136	140	143	146
4歳以上	79	69	58	104	88	84	83
計	3,129	2,879	2,750	2,759	2,831	2,886	2,934

資源量(トン)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,145	1,164	1,240	1,290	1,361	1,384	1,407
1歳	1,859	1,586	1,625	1,732	1,801	1,900	1,933
2歳	1,197	1,676	1,596	1,635	1,742	1,812	1,911
3歳	675	423	885	843	863	920	957
4歳以上	479	459	444	653	909	892	907
計	5,355	5,309	5,790	6,152	6,677	6,908	7,116
親魚量	3,281	3,352	3,737	3,996	4,416	4,574	4,742

資源量(トン)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,145	1,164	1,179	1,193	1,229	1,232	1,243
1歳	1,859	1,586	1,619	1,640	1,659	1,709	1,715
2歳	1,197	1,676	1,517	1,548	1,569	1,587	1,635
3歳	675	423	735	665	679	688	696
4歳以上	479	459	386	476	602	568	561
計	5,355	5,309	5,436	5,523	5,738	5,785	5,849
親魚量	3,281	3,352	3,447	3,509	3,680	3,698	3,749

漁獲尾数(千尾)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	21	14	16	17	19	19	20
1歳	326	128	132	146	156	173	179
2歳	221	345	221	228	252	270	298
3歳	71	33	100	64	66	73	78
4歳以上	39	26	25	53	49	49	51
計	679	546	493	508	542	583	626

漁獲尾数(千尾)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	21	18	18	19	19	20	20
1歳	326	156	161	164	167	175	176
2歳	221	398	242	249	254	259	271
3歳	71	39	97	59	61	62	63
4歳以上	39	30	25	45	38	36	36
計	679	641	544	536	540	552	567

漁獲量(トン)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	22	15	16	16	17	17	18
1歳	429	251	257	274	285	300	305
2歳	702	756	719	737	785	817	862
3歳	336	156	327	312	319	340	354
4歳以上	239	170	164	241	336	330	335
計	1,728	1,347	1,483	1,579	1,742	1,804	1,874

漁獲量(トン)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	22	18	18	19	19	19	19
1歳	429	306	312	316	320	329	330
2歳	702	872	789	805	816	825	850
3歳	336	184	319	289	295	299	302
4歳以上	239	199	167	206	261	247	243
計	1,728	1,579	1,606	1,635	1,711	1,719	1,746

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,024	1,016	979	952	909	893	875
1歳	1,316	1,959	1,943	1,872	1,821	1,738	1,707
2歳	3,169	2,189	3,259	3,232	3,114	3,029	2,891
3歳	4,757	4,743	3,276	4,877	4,838	4,661	4,534
4歳以上	6,049	6,656	6,636	4,584	6,824	6,769	6,522

漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,024	1,016	1,009	1,002	985	983	978
1歳	1,316	1,959	1,943	1,929	1,917	1,884	1,880
2歳	3,169	2,189	3,259	3,232	3,209	3,189	3,133
3歳	4,757	4,743	3,276	4,877	4,838	4,804	4,773
4歳以上	6,049	6,656	6,636	4,584	6,824	6,769	6,721

## Fcurrent

## 漁獲係数(F)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1歳	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
2歳	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
3歳	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
4歳以上	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
単純平均	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64

## 資源尾数(千尾)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,118	1,145	1,070	1,037	1,027	996	978
1歳	1,413	810	829	775	751	744	722
2歳	378	766	439	450	420	407	403
3歳	142	89	181	104	106	99	96
4歳以上	79	69	49	72	55	50	47
計	3,129	2,879	2,569	2,437	2,360	2,297	2,246

## 資源量(トン)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,145	1,164	1,112	1,088	1,081	1,057	1,044
1歳	1,859	1,586	1,612	1,540	1,507	1,497	1,465
2歳	1,197	1,676	1,430	1,453	1,389	1,359	1,350
3歳	675	423	593	506	514	491	480
4歳以上	479	459	328	329	374	340	323
計	5,355	5,309	5,074	4,917	4,864	4,744	4,662
親魚量	3,281	3,352	3,157	3,059	3,030	2,938	2,886

## 漁獲尾数(千尾)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	21	22	21	20	20	19	19
1歳	326	187	192	179	173	172	167
2歳	221	449	257	264	246	239	236
3歳	71	44	90	52	53	49	48
4歳以上	39	34	25	36	27	25	23
計	679	737	584	550	520	504	493

## 漁獲量(トン)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	22	22	21	21	21	20	20
1歳	429	366	372	356	348	346	338
2歳	702	982	838	852	814	796	791
3歳	336	211	295	252	256	245	239
4歳以上	239	229	163	164	186	169	161
計	1,728	1,811	1,690	1,645	1,625	1,577	1,550

## 漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0歳	1,024	1,016	1,039	1,049	1,052	1,061	1,067
1歳	1,316	1,959	1,943	1,987	2,006	2,012	2,030
2歳	3,169	2,189	3,259	3,232	3,305	3,337	3,346
3歳	4,757	4,743	3,276	4,877	4,838	4,946	4,995
4歳以上	6,049	6,656	6,636	4,584	6,824	6,769	6,921

## 補足資料 8 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	11.1	2.1	0	2003	225	234	173	121	53
2004	3.1	4.0	1.4	1.8	2.1	2004	41	728	261	117	55
2005	4.1	4.0	3.1	6.8	16.1	2005	945	1,431	466	149	294
2006	16.9	8.7	7.6	8.0	6.1	2006	2,859	1,528	472	260	48
2007	29.6	7.0	5.1	1.9	4.0	2007	1,908	2,117	356	157	38
2008	1.9	1.8	4.0	0.8	18.9	2008	3,007	1,805	912	408	15
2009	3.6	2.2	3.9	1.7	0	2009	3,047	1,320	756	149	18
2010	1.6	1.9	1.0	0.1	2.1	2010	5,012	1,279	1,109	384	141
2011	5.3	3.3	2.1	0.2	0	2011	1,017	572	515	234	96
2012	0.6	1.0	0.2	0.1	0	2012	1,792	1,165	1,227	498	88
2013	2.3	1.0	0.3	0.2	0.5	2013	746	1,100	824	391	129
2014	0.8	1.1	0.3	0.2	0	2014	955	1,442	685	437	2
2015	0	0	0.0	0.2		2015	478	686	690	289	1
2016	0.2	0.7	0.1			2016	787	917	646		
2017	0.2	0				2017	775	478			
2018	0					2018	855				