

平成21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、小畑泰弘、片町太輔)

参画機関：和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、大阪府環境農林水産総合研究所水産研究部水産技術センター、兵庫県農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県水産試験場、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所、香川県水産試験場、愛媛県農林水産研究センター水産研究センター、愛媛県農林水産研究センター水産研究センター栽培資源研究所、福岡県海洋水産技術センター豊前海研究所、大分県農林水産研究センター水産試験場、大分県農林水産研究センター水産試験場浅海研究所

要 約

年齢別漁獲尾数の解析により資源量と漁獲の強さを推定した。2002～2008年の資源量、加入量、漁獲量は1990年代後半の最低期よりは多く、横ばいの状態にあるが、資源水準の高かった1980年代より遥かに少ない。また、今後漁獲資料の追加により変更される可能性が高い2008年の0歳魚資源尾数の推定値が多いことによって現在及び将来の資源水準が過大推定となっている恐れもある。資源の年齢構成が0～2歳の若齢に偏っているため、3年続けて0歳魚の発生が少ないと現状の漁獲の強さでは資源水準が低下する可能性が高い。2008年の放流魚混入率は3.1%、放流魚が漁獲されるまでの生残率である添加効率は0.27と推定した。「平成21年度基本規則」13(3)により算定した生物学的許容漁獲量(ABC)と漁獲係数、漁獲割合、直近の推定資源量、資源水準、動向等は次の通り。

	2010年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	1,094トン	0.9F30%SPR	0.39	18%
ABCtarget	906トン	0.8・0.9F30%SPR	0.31	15%

F値(漁獲係数)は年齢の平均、漁獲割合は漁獲重量/資源重量

年	資源量(トン)	漁獲量(トン)	F値	漁獲割合
2007	2,794	1,082	0.94	38%
2008	4,054	1,120	1.05	28%
2009	5,672			

F値(漁獲係数)は年齢の平均、漁獲割合は漁獲重量/資源重量

水準：低位 動向：横ばい

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、灘別水揚量(瀬戸内海漁業調整事務所) 月別体長組成調査(和歌山～大分(11)府県、2008年は9,797尾) 体長 体重調査、体長 年齢測定調査(香川県、愛媛県)
資源量指数	主要港0歳魚水揚量(和歌山県、香川県、大分県)
漁獲努力量	操業日数 漁獲量調査(兵庫県、愛媛県)
自然死亡係数	年当たり0.3(田中 1960と寿命8歳より)
種苗放流魚混入率	標識放流魚混入率調査(和歌山～愛媛(6)府県)
種苗放流尾数	(水研セ)

1. まえがき

瀬戸内海における最も重要な魚種のひとつ。1970年代から多獲の傾向が続いたが、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、2002年から資源回復計画により漁獲努力量を削減している(永井 2003, 小林 2003)(図1)。

2. 生態

(1) 分布・回遊(図2～4)

3～4月に紀伊水道外域～紀伊水道、及び豊後水道～伊予灘より親魚が播磨灘～安芸灘に産卵回遊する。備讃瀬戸西部へは東西から来遊する(林ほか 1919, 中込 1971)。燧灘へは東部の一部も移動する(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)。秋季に両水道域に越冬回遊する。

(2) 年齢・成長

寿命は6～8歳。雌が長命(岸田ほか 1985)。1980年代は成長が遅く(岸田ほか 1985, 中村・上田 1993)、近年は速い(辻野・安部 1996, 横川 1996, 香川県 1999, 竹森・山田 2003)(図5)。

(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)。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)。多回産卵で、雌の成熟の目安は生殖腺熟度指数(=生殖腺重量/尾叉長³)4以上(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℃(岸田 1988)。

(4) 被捕食関係

初期にカタクチイワシ等の稚魚を食う(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する。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

春季に内海へ来遊する1～2歳以上を、秋季に内海から移動する0～1歳魚を漁獲する。流刺網が漁獲量の7割近くを占め、曳縄、延縄、はなつぎ網でも漁獲する。なお、両水道では釣りが主体。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年までは約1千～2千トン、1976～1984年は3千～4千トンで推移した。1985～1987年は6千トン前後の最高となり、1988年から毎年減少して1998年には2百トンを下回った。その後やや増加して2002～2008年は1千トン台で推移している(図8、9、表1、2)。

(3) 主要漁業の漁獲努力量とFの推移

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(中込 1971)が普及するとともに流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)、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規制を実施している(図1)。図10～12に播磨灘、燧灘、伊予灘の流刺網の操業日数と1日1隻当たりの漁獲量を示す。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1987年以降の年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により資源尾数の推定と予測を行った(補足資料)。

(2) 資源量指標値の推移

香川県による播磨灘の流刺網試験操業における1隻当たりの0歳魚漁獲尾数と、紀伊水道外域、紀伊水道、豊後水道の代表市場の0～1歳魚の漁獲量の指数は、播磨灘の流刺網と豊後水道(佐賀関)は2000年頃から年により大きな値が見られるが、紀伊水道(加太)と紀伊水道外域(御坊)では1991年以降小さいままである(図13)。

(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)。漁獲尾数の減少とともに高齢魚の割合が低下し(武田 1996, 河野ほか 1997)、漁獲がやや回復した2002年以降も3歳魚以上は僅かである。0歳魚は1994年までは数十万尾を越えていたが、1995年から低水準となった。2002年、2008年は比較的多い(図14～18、表3、4)。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源尾数は2002年以降横ばい傾向である。2008年の0歳魚資源尾数は2百万尾を上回り、1991年以来の高水準となった(図19、表6)。資源量は2003年以降ほぼ横ばいで、近年の漁獲割合は30～50%(図20、表7)。

(5) 資源の水準・動向

資源水準は過去40年の漁獲量と20年の資源尾数の推移から「低位」、動向は最近5年(2004～2008年)の資源尾数と漁獲量の推移から「横ばい」と判断した。

(6) 再生産関係

コホート解析により計算した資源尾数から「(8)種苗放流効果」に述べる方法で計算した放流種苗に由来する尾数(表9)を差し引いて天然由来の資源尾数を求めた(表12)。親魚量、天然由来0歳魚資源尾数である加入量ともに1998年まで減少し、1999年以降やや増加した。加入量 $=0.5206 \times$ 親魚量で近似可能と考えられる。加入量の良否が分かれる親魚量の明確な閾値であるBlimitは認められない(図21、22)。親魚量当たり天然由来0歳魚資源尾数である再生産成功率は、2008年は最も高かった(図23)。なお、1983年及び1985年も加入量が多かった(上田 1990, 安部 1993)。

(7) 解析の感度分析

自然死亡係数の値を変更した場合、資源量、親魚量、加入量推定値の推移に大きな差はなかった(図24～26)。

(8) 資源と漁獲の関係

2003年以降、漁獲係数はそれ以前よりやや高めで推移している(図27、28、表8)。2008年の年齢平均漁獲係数($F_{current}$)は1.05で、加入量当たり最大漁獲量を達成する値(F_{max})の0.55よりかなり大きい。また次世代の親魚取り残しの割合を表す%SPRは13%で、一般に標準とされる30%よりかなり低い(図29)。

(9) 種苗放流効果

種苗放流は1999年播磨灘で始まり、2002年以降東西両海域で実施している(図30)。2002以降、各府県による耳石のアリザリンコンプレクソン(ALC)標識調査結果に基づいて推定した放流魚混入率(図31、表10～11) $\times$ コホート解析により推定した9月1日の0歳魚資源尾数(自然死亡係数が1/3年掛かるとして計算) 放流由来の尾数とし、放流魚が資源に加入するまでの生残率である添加効率(=放流尾数当たりの放流由来の0歳魚尾数)を求めた(図32、表9)。なお、0歳魚の放流魚混入率は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2008年を除いて1歳時の値を用いた。平均添加効率は0.28で、有効放流尾数の平均は15万9千尾であった。放流魚混入率は備讃瀬戸以東の東部放流群で高く、燧灘以西の西部放流群では甚だ低かったが(愛媛県 2008)、2008年は瀬戸内海の愛媛県海域で2008年西部放流群が比較的多く混入していた(和歌山県 2009)。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)。

5. 2010年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源水準は低位で、動向は横ばいである。資源量、漁獲量とも2002年以降は1990年代後半の最低期よりやや多い状態が続いている。しかし、年齢構成が若齢魚に偏っているため、3年続けて0歳魚の発生が少ないと現状の漁獲の強さでは資源水準が低下する可能性が高い。加入量のやや多い年が数年毎に見られるものの、資源の本格回復には至っていない。2008年の0歳魚尾数の当面の推定値は近年では多いが、今年以降の漁獲状況によりこの値は変更される可能性がある。

(2) ABC並びに推定漁獲量の算定

資源量を計算し、資源水準は低位、それを境に加入量の良否が分かれる親魚量の明確な閾値であるBlimitが不明であるので、「平成21年度ABC算定のための基本規則」1 3)(3)に従い、 $F_{limit}=(F_{30\%SPR}, F_{0.1}, F_{max}, \text{自然死亡係数等の基準値か現状の} F) \times \beta_2$ (1未満の係数)、 $F_{target}=F_{limit} \times \alpha$ (安全率、標準値は0.8)、により算定する。基準値としてF30%SPRを用い、 $\beta_2=0.9$ 、 $\alpha=0.8$ とする。

	2010年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	1,094トン	0.9F30%SPR	0.39	18%
ABCTarget	906トン	0.8・0.9F30%SPR	0.31	15%

F値(漁獲係数)は年齢の平均、漁獲割合は漁獲重量/資源重量

(3) ABClimitの評価

親魚量当たり天然由来0歳魚資源尾数である再生産成功率を再生産関係から推定した値(図21、0.521尾/kg)と仮定して、異なる漁獲係数(F)で漁獲した場合の漁獲量と資源量の推定値を見ると、Flimit(ABClimitに相当するF)で漁獲したときの2014年の推定資源量は2009年の4.4倍、現状の漁獲を継続した場合は1.3倍となった(図33、34、表13)。なお、種苗放流尾数は2002～2008年の平均15万9千尾、放流魚の生残率(年初に遡った理論値)は2002～2008年の平均0.33とした。

また、Flimit及び現状のF(2005～2007年の平均)の漁獲の両方について、再生産成功率の違いによる5年後までの資源量推定値の相違を試算した(図35、表14)。Flimitで漁獲し、1987年以来の最低の再生産成功率(1996年の0.162尾/kg)が6年連続した場合の2014年の推定資源量は2009年の0.6倍に、最高値(2008年の1.386尾/kg)が6年連続した場合は60倍に、最低値(0.162尾/kg)が初め3年、再生産関係に基づく平均的な値(0.521尾/kg)が後3年連続した場合は1.6倍となった。一方、現状のFを継続したときは、それぞれ0.1倍、25倍、0.4倍となった。種苗放流尾数と放流魚の生残率は同様とした。

但し、コホート解析の推定精度を考慮して、予測資源量の扱いは参考程度にとどめる必要がある。とりわけ今後漁獲資料の追加により変更される可能性が高い2008年の0歳魚資源尾数の推定値が多いことによって現在及び将来の資源水準が過大推定となっている恐れ

もある。

(4) ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準 (Flimit)	F値 (トン)	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2008年(当初)	0.9F30%SPR	0.84	3,084	803	674	1,120
2008年(2008年再評価)	0.9F30%SPR	0.68	2,084	517	429	
2008年(2009年再評価)	0.9F30%SPR	0.39	4,054	547	454	
2009年(当初)	0.9F30%SPR	0.68	1,789	443	368	
2009年(2009年再評価)	0.9F30%SPR	0.39	5,672	1,027	849	

F値は2歳魚

2008、2009両年について2009年に再評価した資源量が多いのは、2008年の0歳魚漁獲尾数が多かったため近年の推定資源量が多くなったことによる

6. ABC以外の管理方策の提言

2002年から開始されたサワラ瀬戸内海系群資源回復計画の当面の目標は2000年の資源量(1千5百トン)を2006年度までに2割程度引き上げることであった(小林 2003)。これについては、2006年の推定資源量が3千トン、2.0倍となるので達成されたと考えられる。しかし、2008年の推定資源量4千1百トンは多かった1987年の25%にとどまり、資源水準は増加傾向にない。また、前述のように年齢組成が若齢に偏っているため3年続けて0歳魚の発生が少ないと現状の漁獲の強さでは資源水準が低下する可能性が高い(図35、表14)。

サワラの生態に配慮した管理を考えると、2.生態(2)年齢・成長で述べた通り資源の減少とともに魚体の大型化、早熟が見られているので、それ以前の1991～1992年当時の資源量約6千トンに回復させることが、当面の目標となる。さらに、3歳魚以上の尾数の割合が全体の10%程度までに回復し、晩熟が認められることを資源の本格回復の指標とすべきである。なお、将来予測では2010年に資源量6千トンが達成される計算結果となっているが(図33、表13)、これは精度の低い2008年級群の推定値が多いことに起因するので、資源量が今後の資料の追加により下方修正される可能性もある。このため当面は、2008年級群の動向を注視し、資源回復計画に基づく現状の漁獲努力量の削減と種苗放流を継続する必要がある。

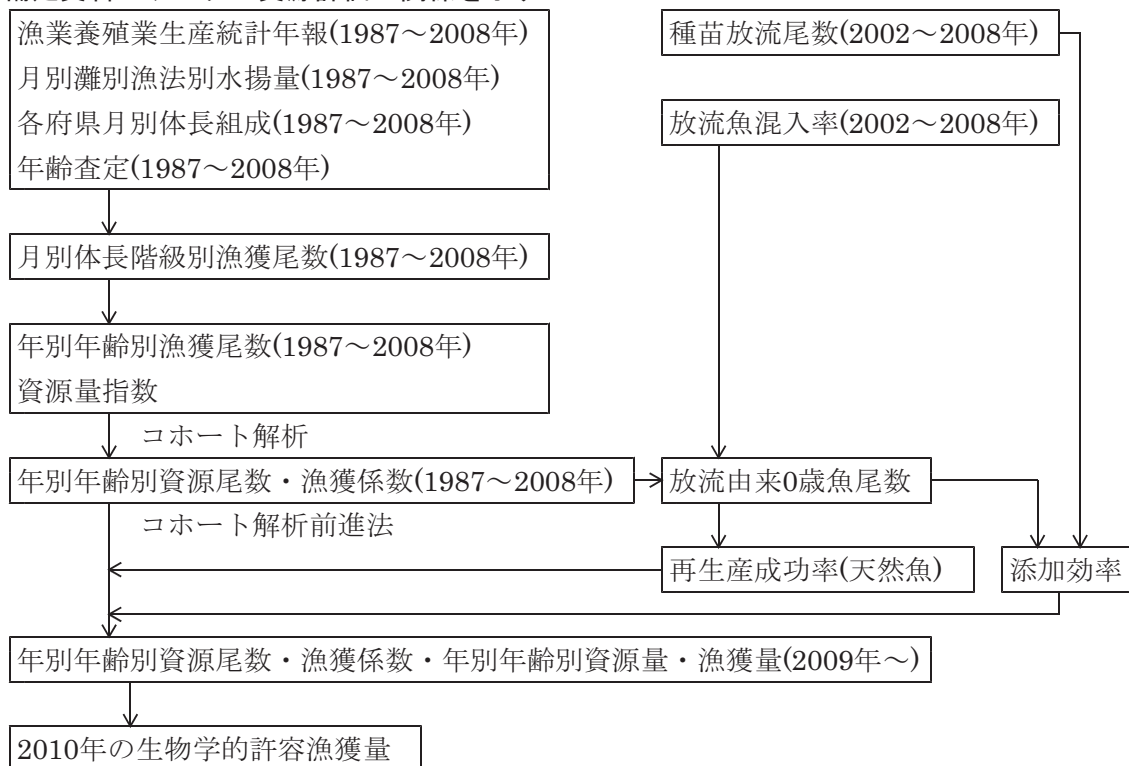
種苗放流と漁獲の引き下げによる5年後の資源量と漁獲量増大効果を試算すると、例えば放流尾数を2倍して現状の漁獲を継続するのと漁獲係数を1割削減するのとが同程度の結果となった(図36、37)。また、種苗放流と若齢魚保護として0歳及びそれに続く1～6月の明け1歳魚に対する漁獲係数の引き下げ効果は、放流尾数を2倍にするのと漁獲係数を4割削減するのとが同程度となった(図38、39)。

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.
- 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.
- 林満作・重田瑞穂・藍沢虎馬雄(1919) 鯖漁業調査第1報. 香川水試, 50pp.
- 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.
- 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), 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・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(4), 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(1), 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(1), 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・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(5), 796-801.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis

- using cohort analysis. ICNAF Res. Bull., (9), 65 74.
- 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(3), 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(1), 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(1), 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(1),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.
- 田中昌一(1960) 水産生物のPopulation Dynamicsと漁業資源管理. 東海研報, (28), 1 200.
- 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(1), 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.

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

2004年以前の年齢別漁獲尾数は昨年度報告書(永井・片町 2009)の値を用いた。

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。

- 1) 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。灘と漁法の区分は次の通り。

紀伊水道、大阪湾、播磨灘[兵庫流網]、播磨灘[はなつぎ網]、播磨灘[岡山]、播磨灘[徳島]、播磨灘[香川]、備讃瀬戸[岡山]、備讃瀬戸[香川]、燧灘[広島]、燧灘[香川]、燧灘・安芸灘[流網]、燧灘・安芸灘[曳縄]、安芸灘[広島、山口]、伊予灘[流網]、伊予灘[曳縄]、伊予灘[大分]、周防灘

- 2) 各府県による月別の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又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

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

- 3) 各灘及び漁法別の体長階級別漁獲尾数を月毎に集計した。
- 4) 香川、愛媛両県による年齢査定結果と五利江(2002)の最小二乗法により混合正規分布を各年齢の正規分布に分解し、体長階級毎の年齢組成(Age length key)を求め、月別年齢別漁獲尾数を計算した。4歳以上の尾数は極めて少ないので一括した。
- 5) 月別年齢別漁獲尾数を年毎に集計した。

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。

1987～1997年	0～3歳	$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} e^{M+C_{a,y}} e^{M/2}$
	4歳	$N_{4,y} = N_{5,y+1} e^{M} C_{4,y} / (C_{4,y} + C_{5,y}) + C_{4,y} e^{M/2}$
	5歳以上	$N_{5+,y} = N_{4,y} C_{5+,y} / C_{4,y}$
	0～4歳	$F_{a,y} = \ln(1 - C_{a,y} e^{M/2} / N_{a,y})$
	5歳以上	$F_{5+,y} = F_{4,y}$
1998～2007年	0～2歳	$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} e^{M+C_{a,y}} e^{M/2}$
	3歳	$N_{3,y} = N_{4,y+1} e^{M} C_{3,y} / (C_{3,y} + C_{4,y}) + C_{3,y} e^{M/2}$
	4歳以上	$N_{4+,y} = N_{3,y} C_{4+,y} / C_{3,y}$
	0～3歳	$F_{a,y} = \ln(1 - C_{a,y} e^{M/2} / N_{a,y})$
	4歳以上	$F_{4+,y} = F_{3,y}$
2008年	各年齢	$F_{a,2008} = (F_{a,2005} + F_{a,2006} + F_{a,2007}) / 3$
	各年齢	$N_{a,2008} = C_{a,2008} e^{M/2} / (1 - e^{-F_{a,2008}})$
2009年～	0歳	$N_{0,y} = \text{親魚量} \times \text{再生産成功率} + \text{有効放流尾数} \times \text{生残率}$
	1～3歳	$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} e^{(F_{a-1,y-1} + M)}$
	4歳以上	$N_{4+,y} = N_{3,y-1} e^{(F_{3,y-1} + M)} + N_{4+,y-1} e^{(F_{4+,y-1} + M)}$
	各年齢	$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - e^{-F_{a,y}}) e^{M/2}$
	各年齢	$F_{a,2009} = F_{a,2008}$
2010年～	各年齢	F は条件により変更、選択率(=年齢別相対比)は2005～2007年の平均

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、 M は自然死亡係数、 $F_{a,y}$ は漁獲係数。自然死亡係数は田中(1960)より $M = 2.5/\text{寿命}$ 8歳から0.3とした。再生産成功率は親魚量あたりの天然由来0歳魚尾数で、「5. 2010年ABCの算定ABCの算定(2)ABC並びに推定漁獲量の算定」では2009年以降の値を再生産関係の近似直線の傾き(0.521尾/kg)(図21)とし、「同(3)ABClimitの評価」では条件によって変更した。有効放流尾数及び放流魚の生残率(年初に遡った理論値で「4.資源の状態(9)種苗放流効果」の添加効率とは異なる)は2002～2008年の平均、それぞれ15万9千尾及び0.33とした(表9)。

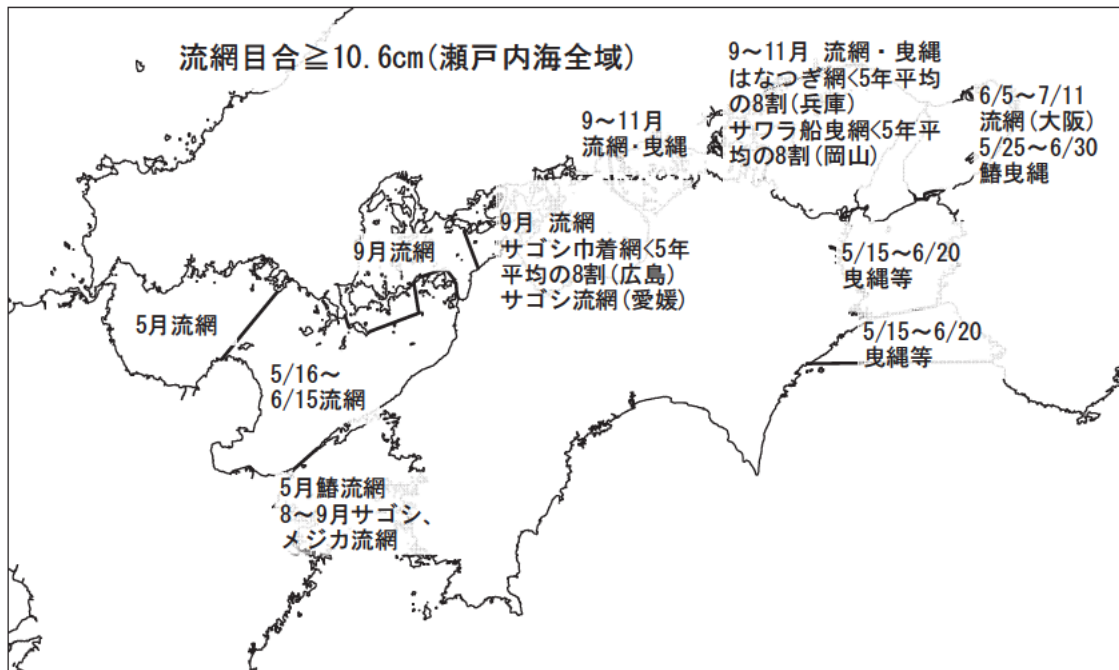


図1. 平成21年度のサワラ瀬戸内海系群の漁獲努力量削減措置(休漁等)



図2. サワラ瀬戸内海系群の分布

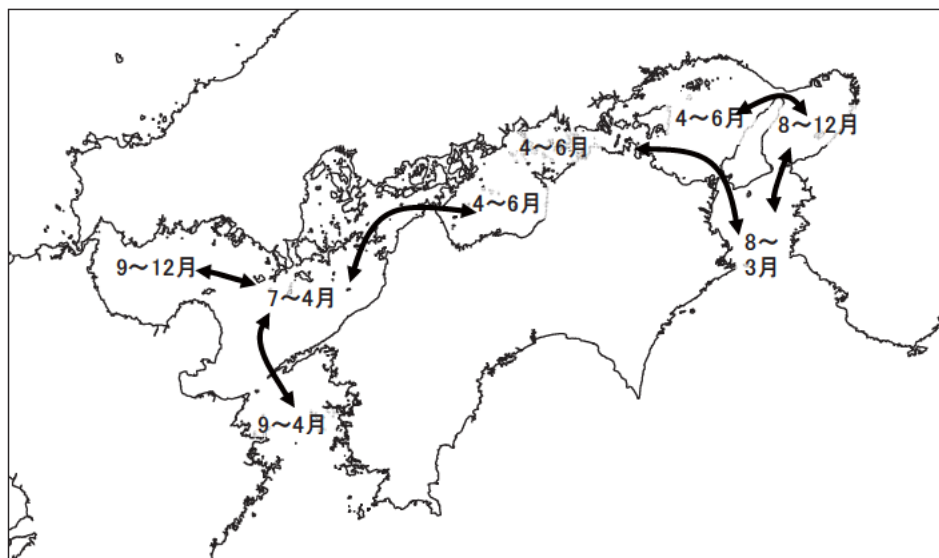


図3. サワラ瀬戸内海系群の回遊と主漁期

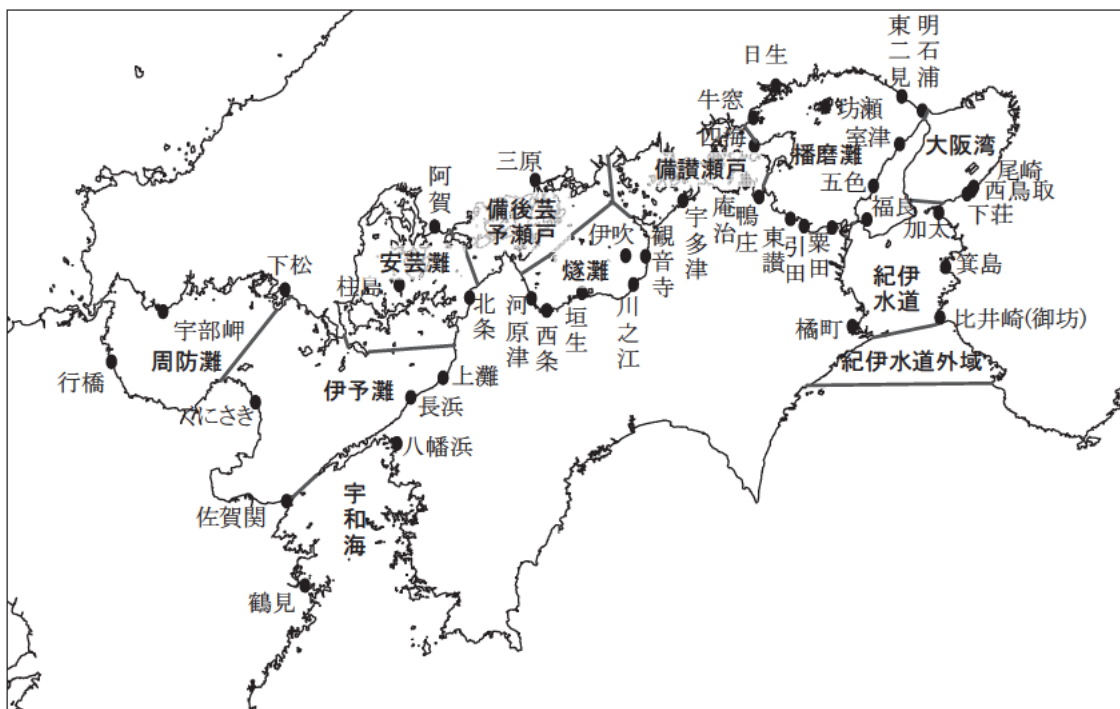


図4. 瀬戸内海の灘区分とサワラ瀬戸内海系群の調査地

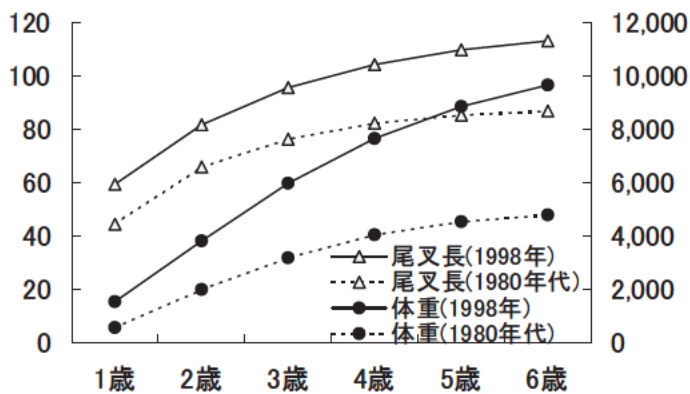


図5. サワラ瀬戸内海系群の年齢と成長

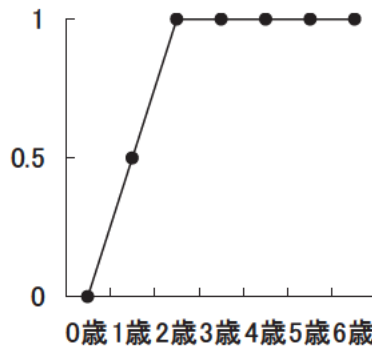


図6. サワラ瀬戸内海系群の年齢と成熟率

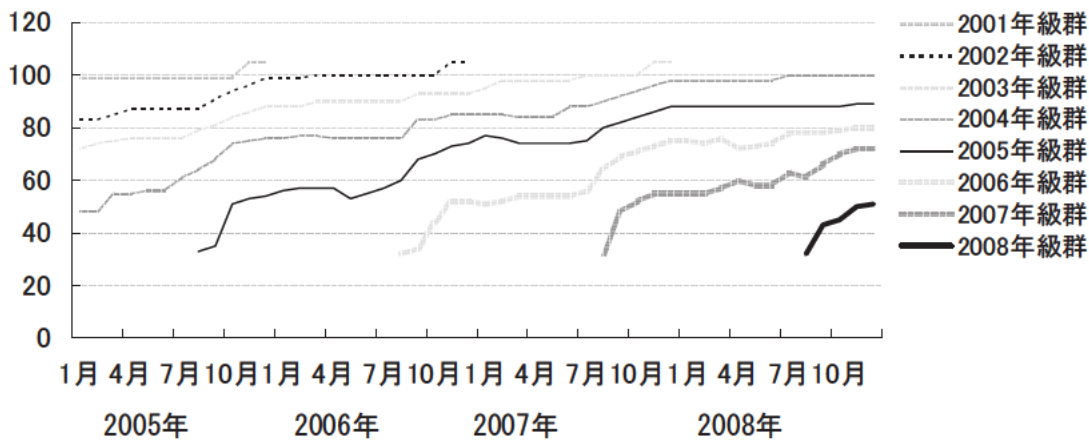


図7. サワラ瀬戸内海系群の年級群別月別最頻尾叉長(cm)

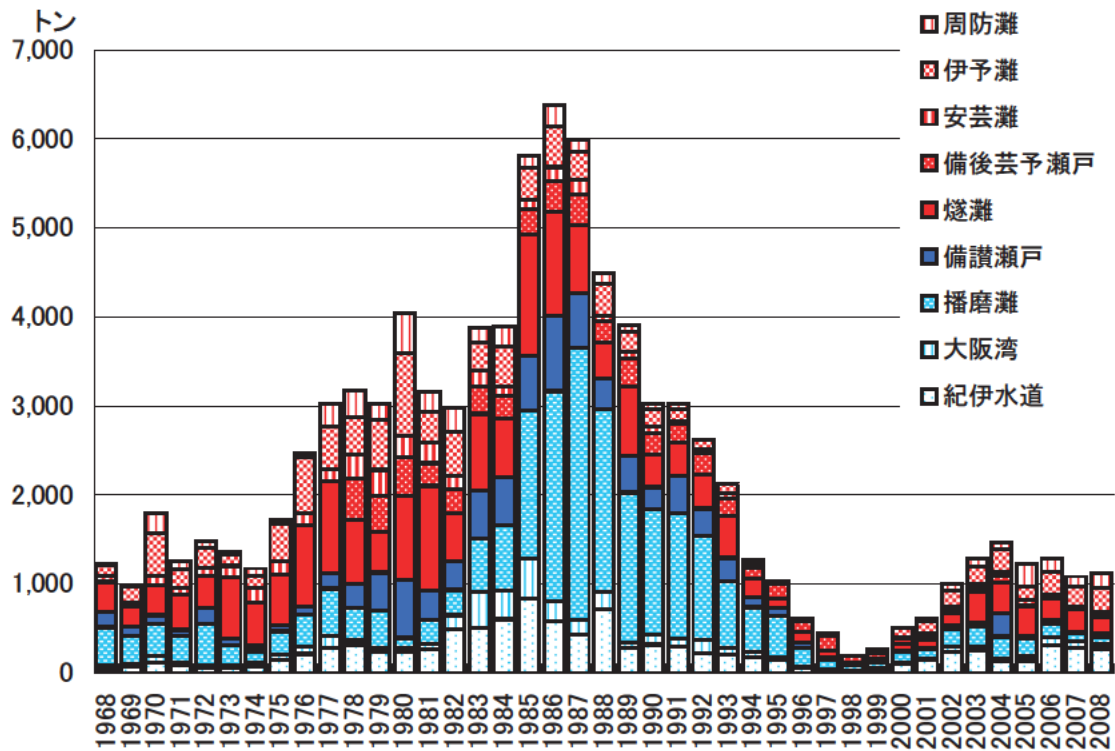


図8. サワラ瀬戸内海系群の年別灘別漁獲量(1977年以前の備後芸予瀬戸は燧灘に算入)

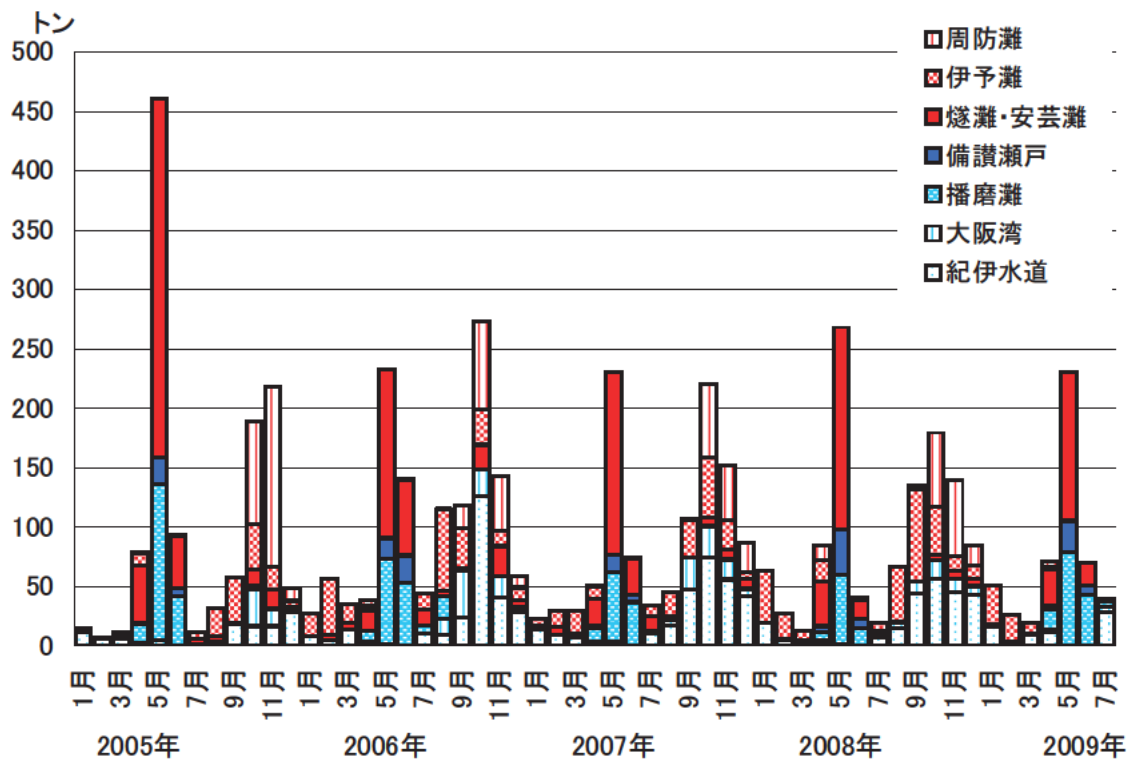


図9. 近年のサワラ瀬戸内海系群の月別灘別漁獲量

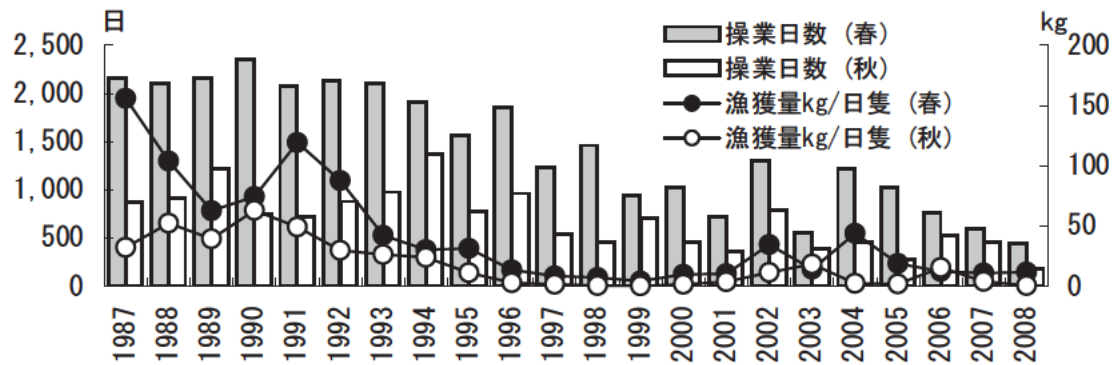


図10. 五色(播磨灘)のサワラ流刺網の操業日数と1日1隻当たり漁獲量

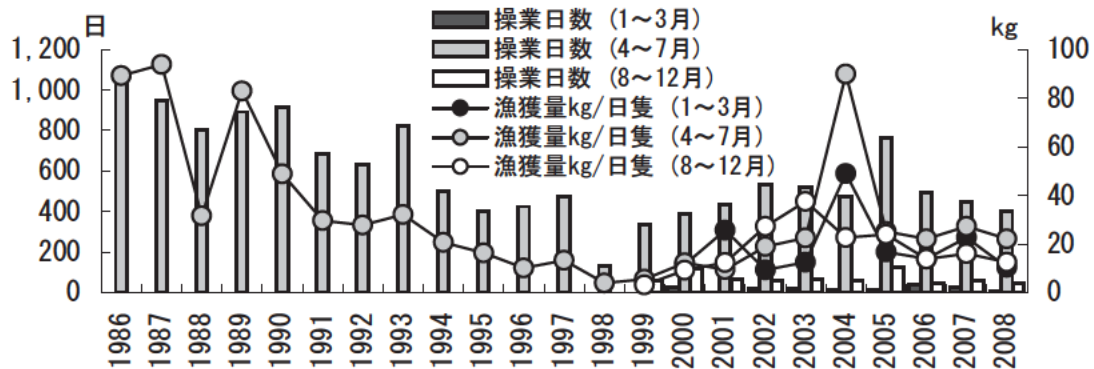


図11. 河原津(燧灘)のサワラ流刺網の操業日数と1日1隻当たり漁獲量

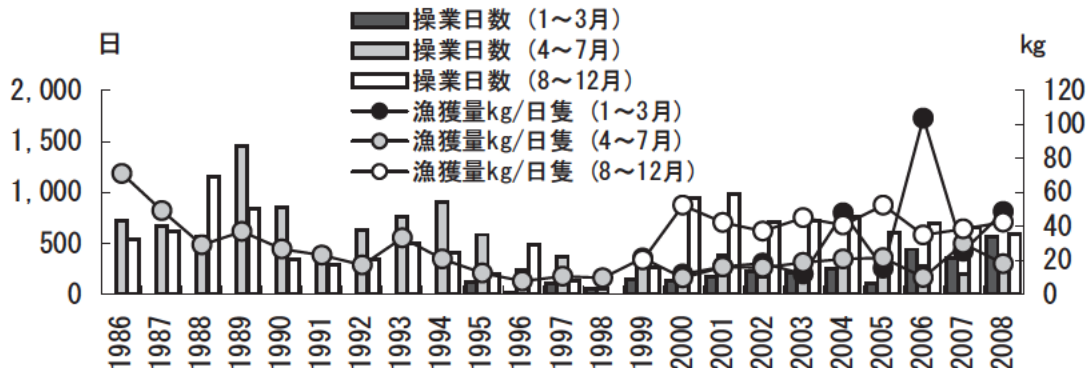


図12. 上灘(伊予灘)のサワラ流刺網の操業日数と1日1隻当たり漁獲量

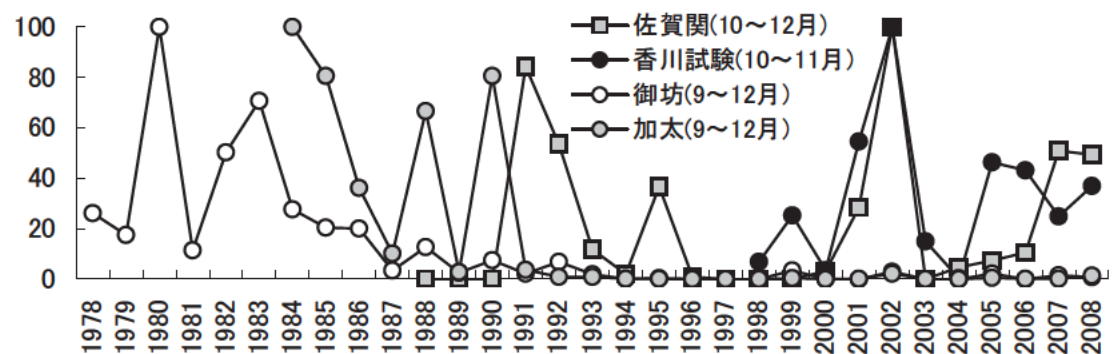


図13. 加太(紀伊水道)、御坊(同外域)、香川試験操業(播磨灘)、佐賀関(豊後水道)の0~1歳魚の漁獲量指数 最大を100とした。

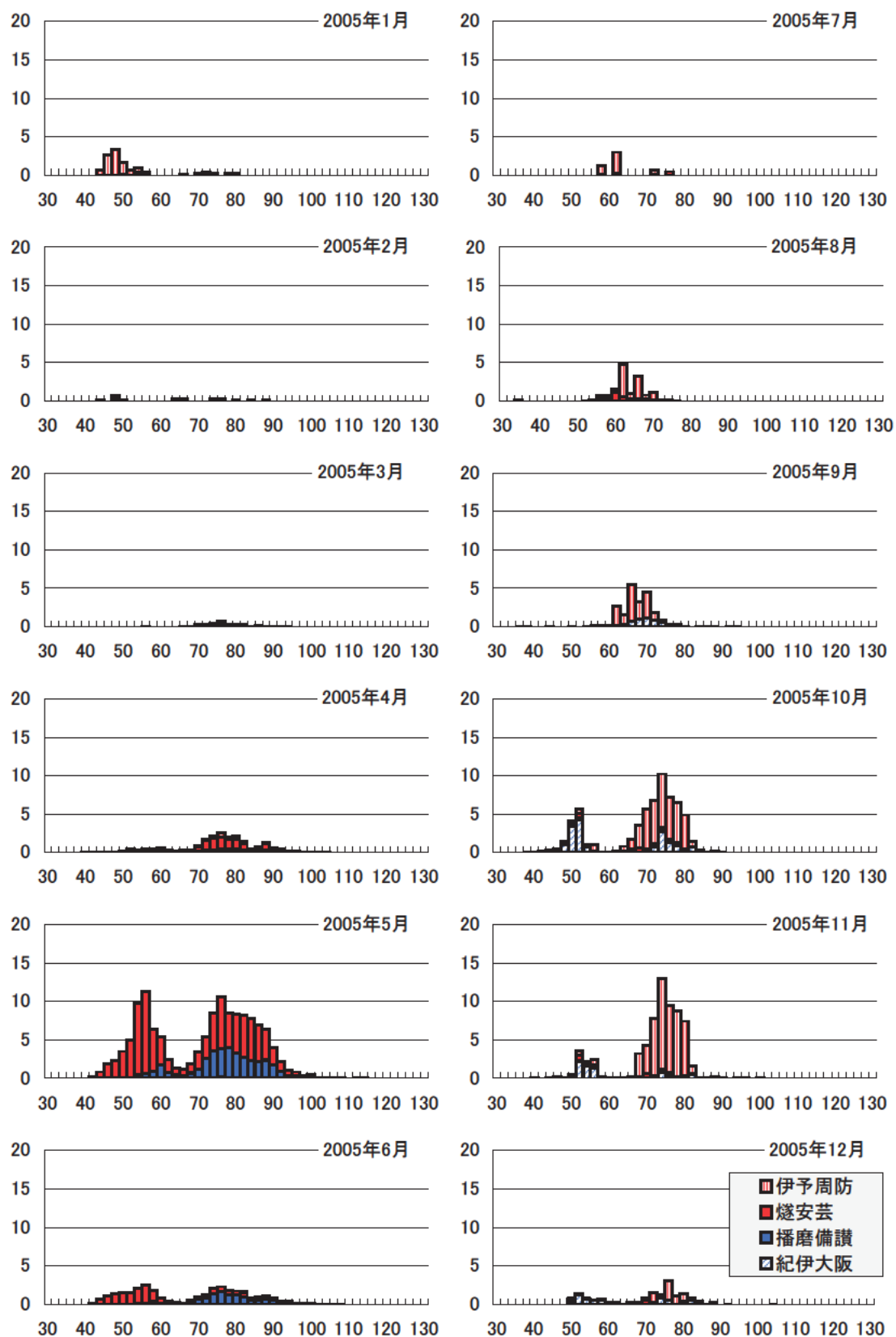


図14. 2005年のサワラ瀬戸内海系群の尾叉長(cm)別漁獲尾数(千尾)

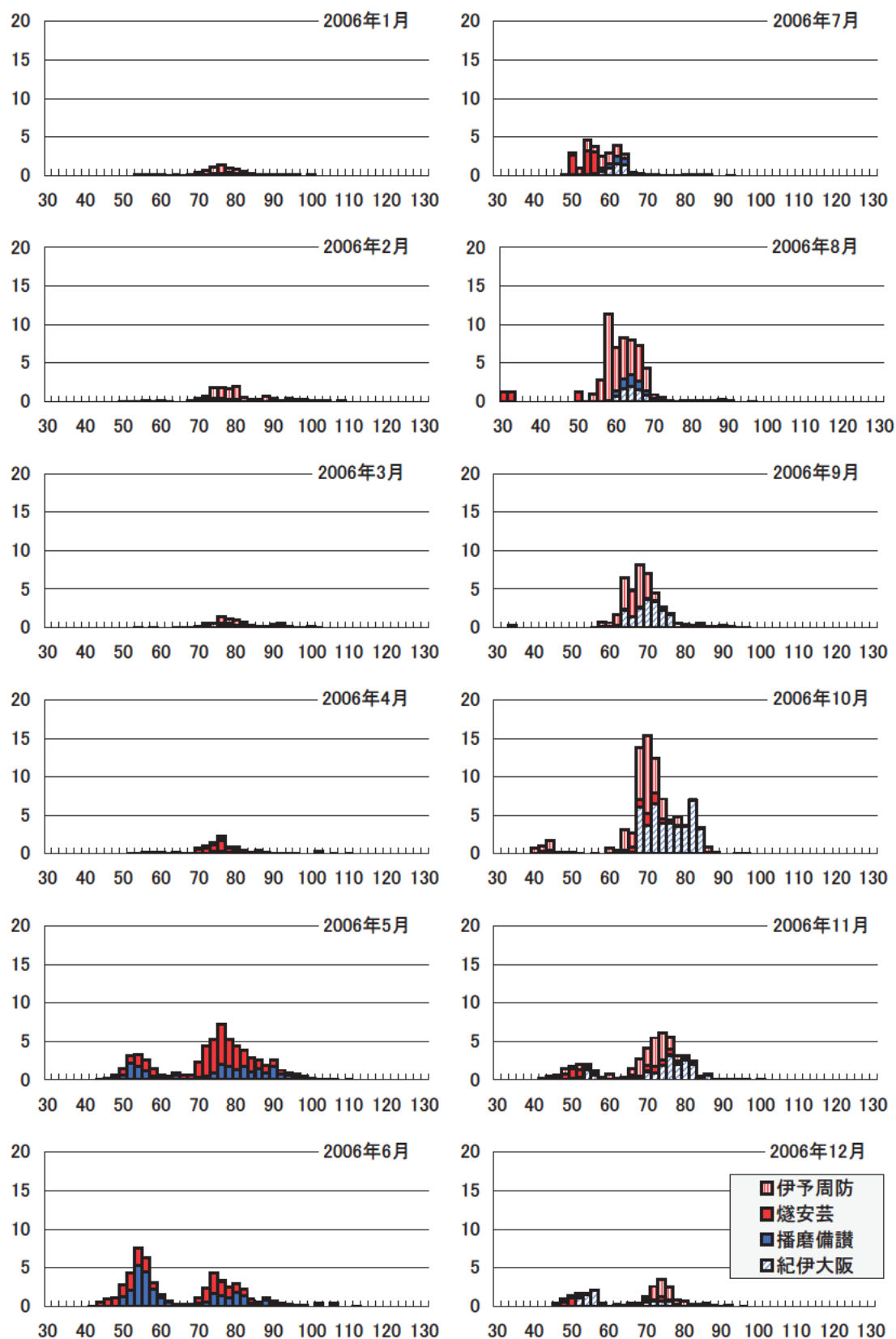


図15. 2006年のサワラ瀬戸内海系群の尾叉長(cm)別漁獲尾数(千尾)

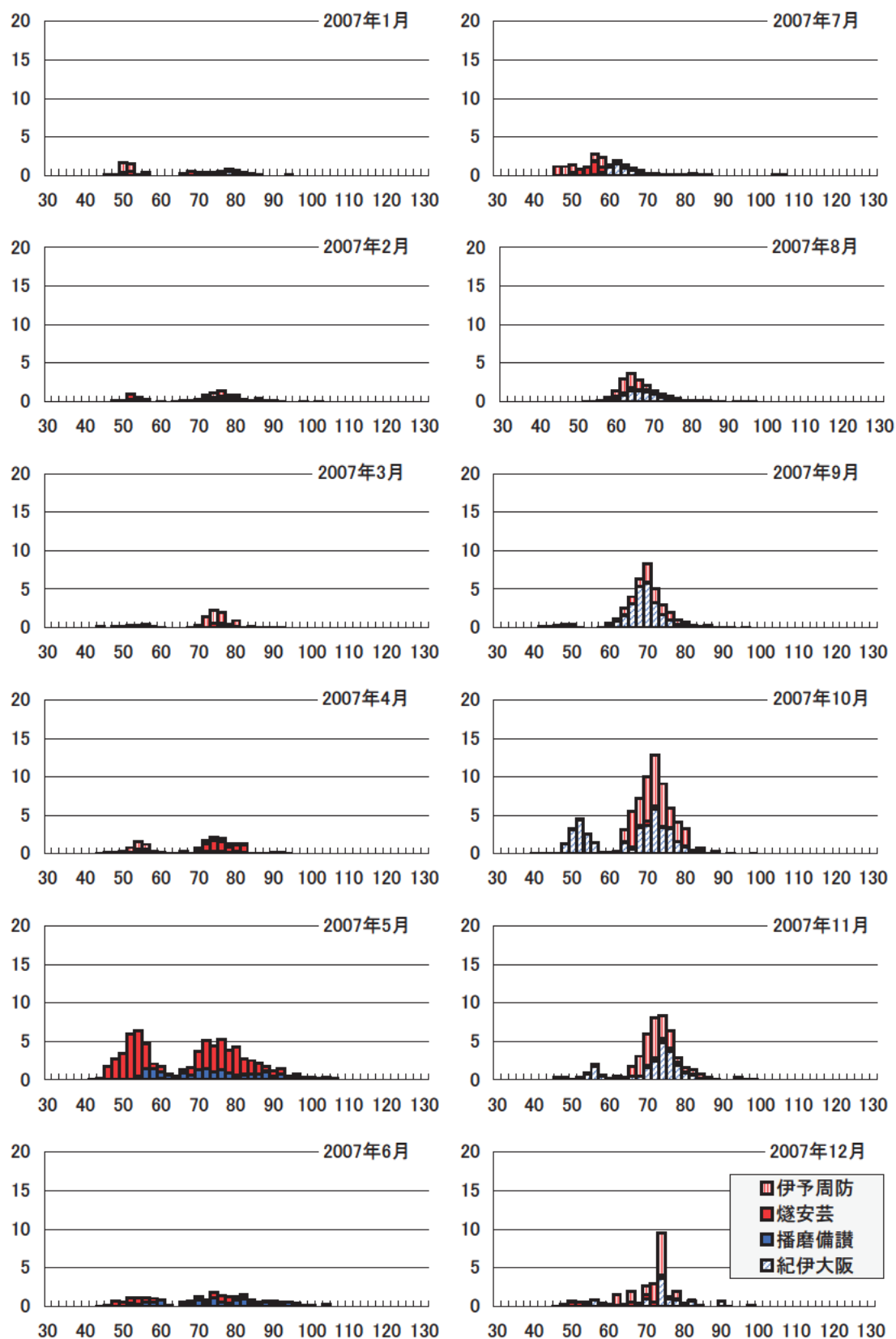


図16. 2007年のサワラ瀬戸内海系群の尾叉長(cm)別漁獲尾数(千尾)

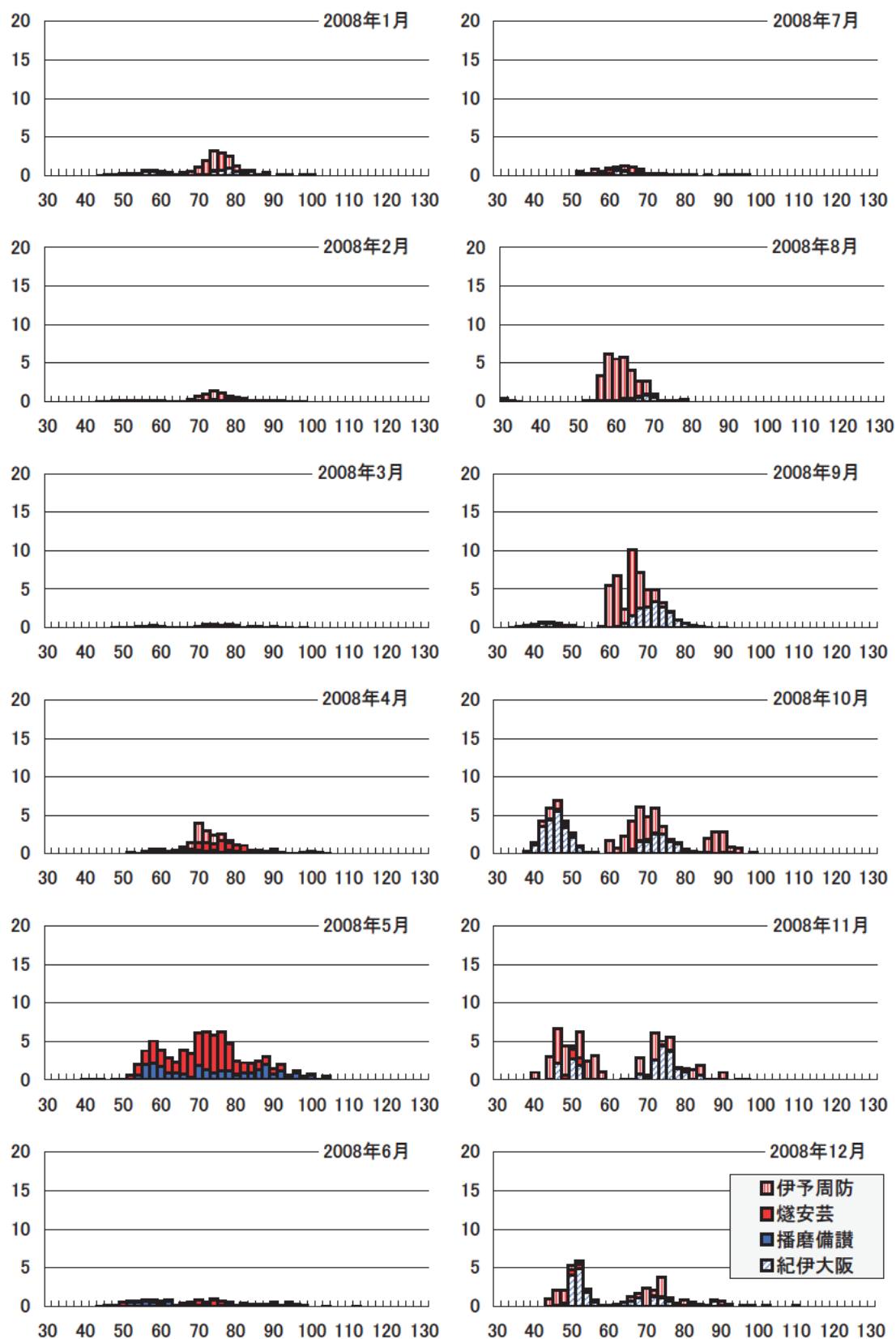


図17. 2008年のサワラ瀬戸内海系群の尾叉長(cm)別漁獲尾数(千尾)

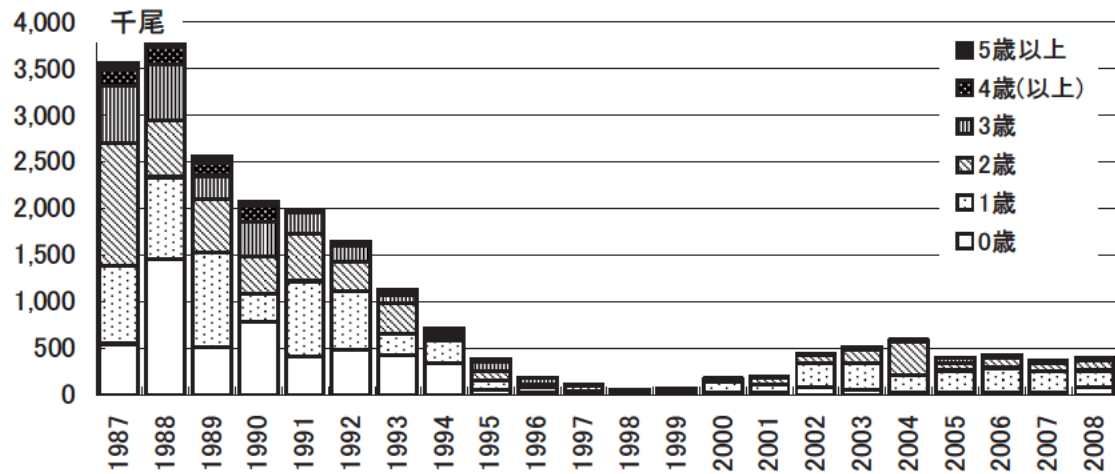


図18. サワラ瀬戸内海系群の年齢別漁獲尾数(千尾)

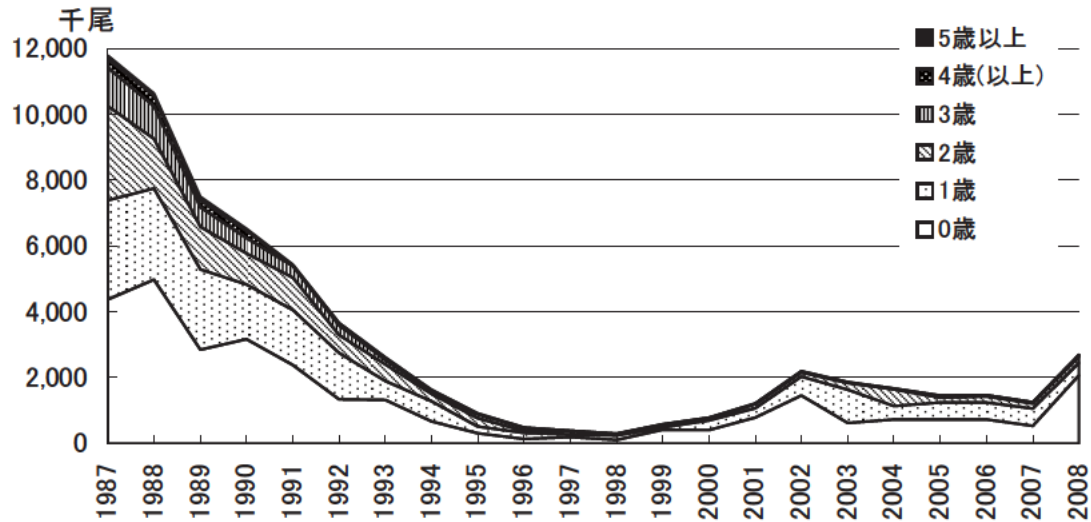


図19. サワラ瀬戸内海系群の年齢別資源尾数(千尾)

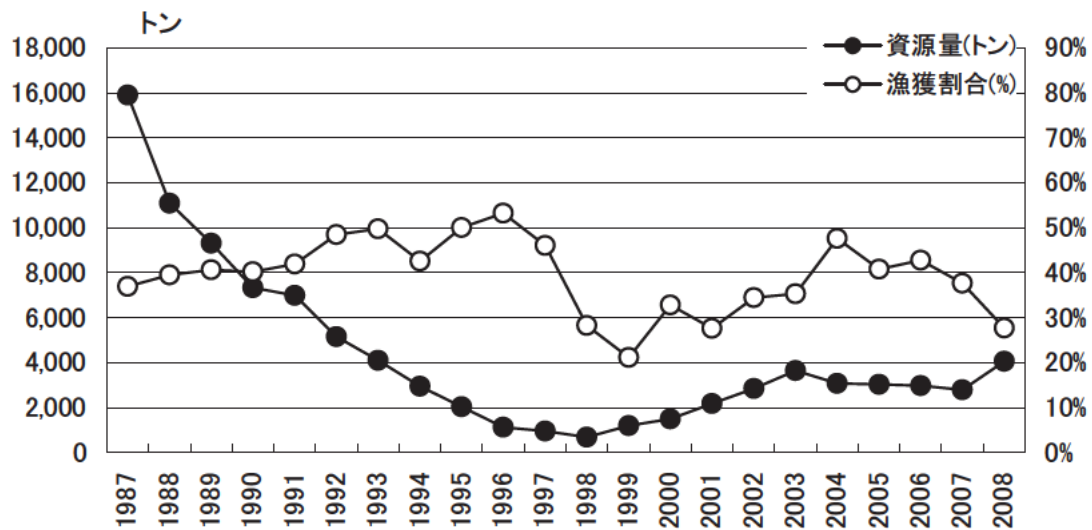


図20. サワラ瀬戸内海系群の資源量と漁獲割合(重量比)

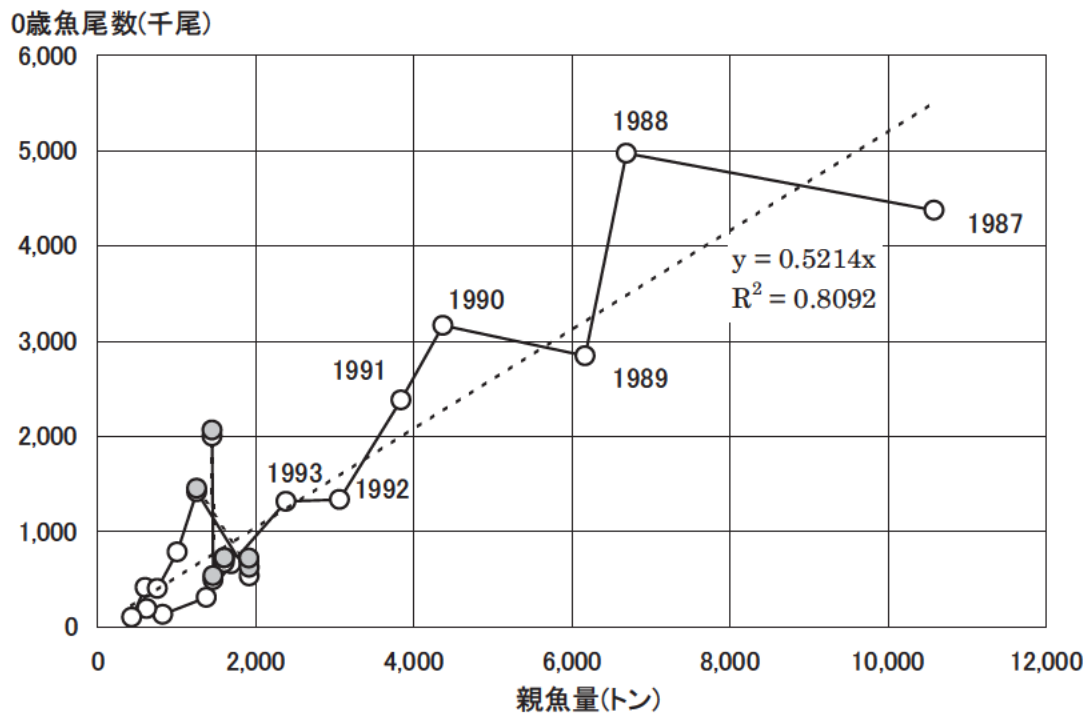


図21. サワラ瀬戸内海系群の親魚量と0歳魚尾数 天然由来:白丸、天然+放流由来:灰丸

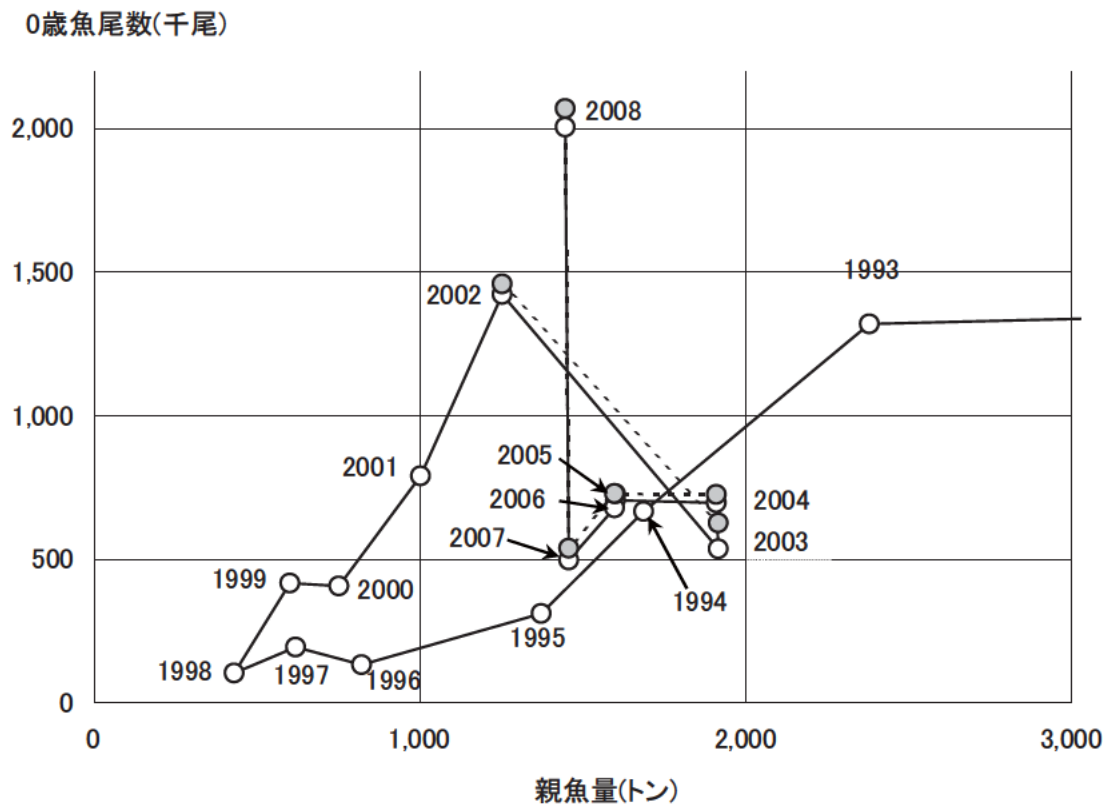


図22. サワラ瀬戸内海系群の親魚量と0歳魚尾数(1993年以降を拡大)
天然由来:白丸、天然+放流由来:灰丸

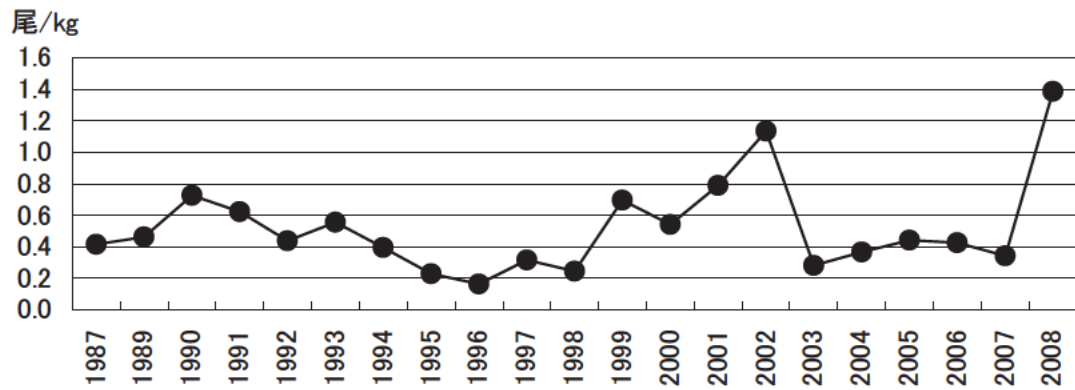


図23. サワラ瀬戸内海系群の再生産成功率(=親魚当たり天然由来0歳魚尾数)の推移

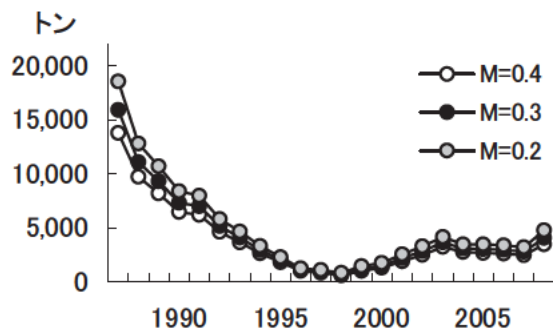


図24. 自然死亡係数(M)と資源量推定値

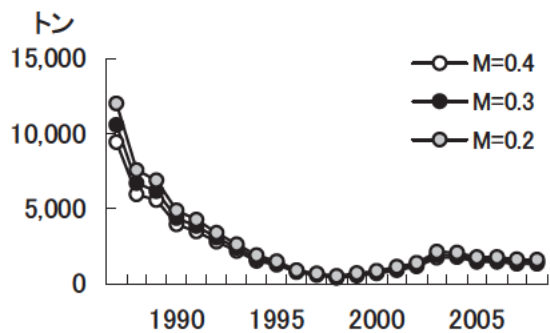


図25. 自然死亡係数(M)と親魚量推定値

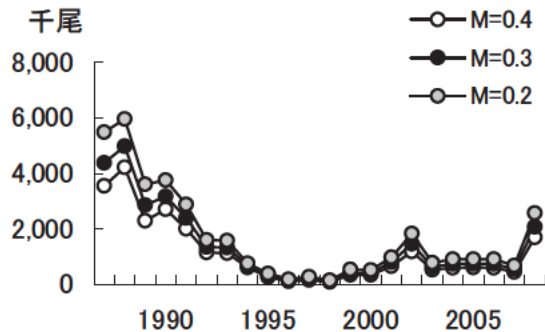


図26. 自然死亡係数(M)と0歳魚尾数推定値

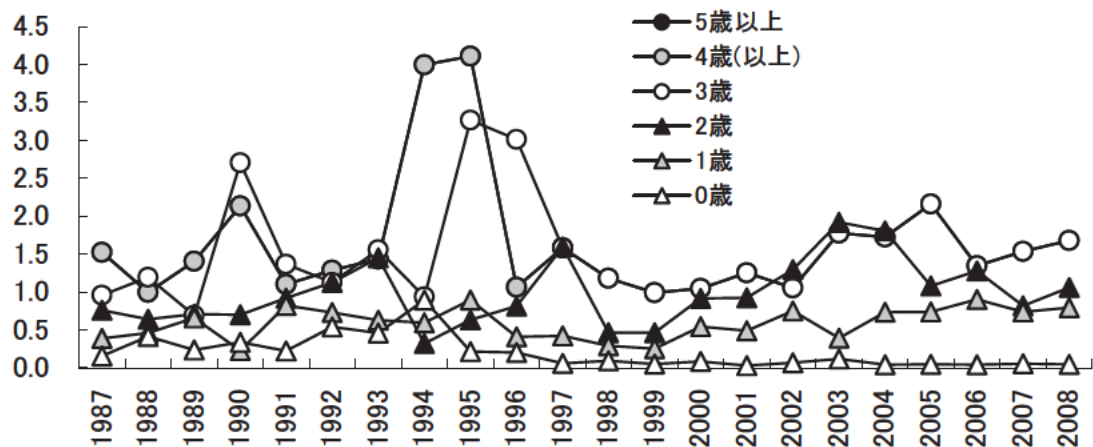


図27. サワラ瀬戸内海系群の年齢別漁獲係数(F)の推移

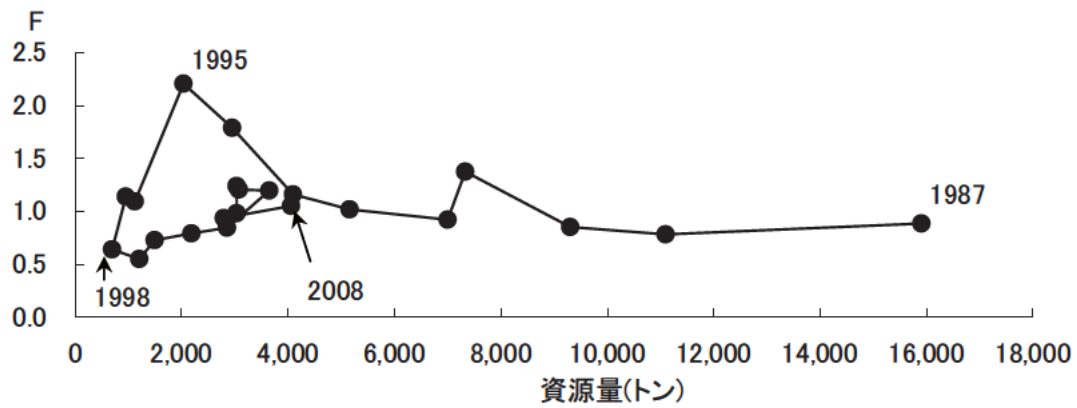


図28. サワラ瀬戸内海系群の資源量と年齢平均漁獲係数(F)

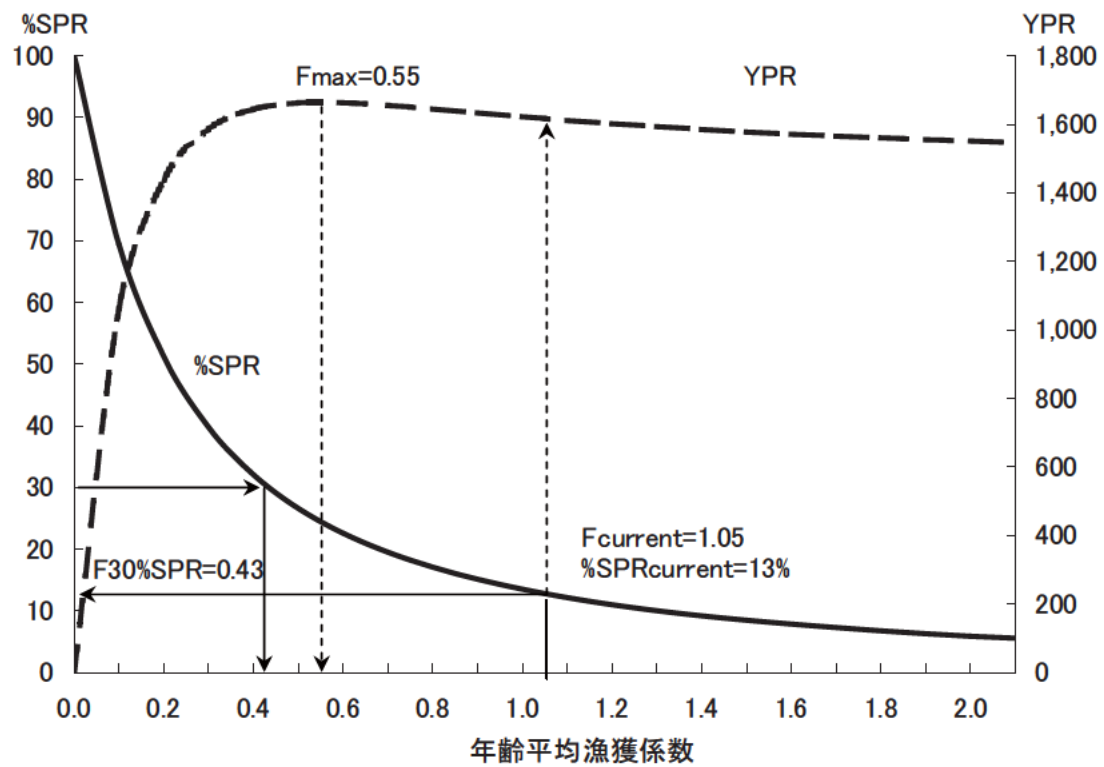


図29. サワラ瀬戸内海系群の年齢平均漁獲係数(F)と親魚取り残しの指標(%SPR) 加入(=0歳魚尾数)当たり漁獲量(YPR)

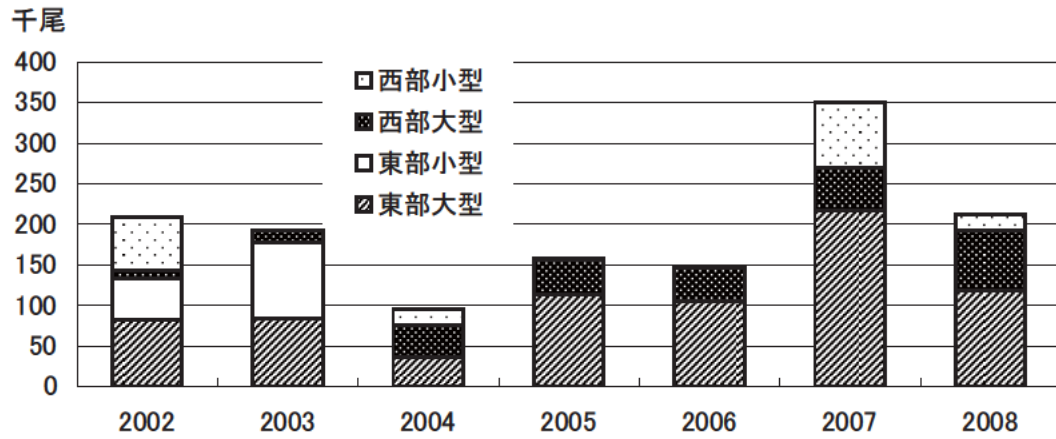


図30. 瀬戸内海におけるサワラ種苗放流尾数

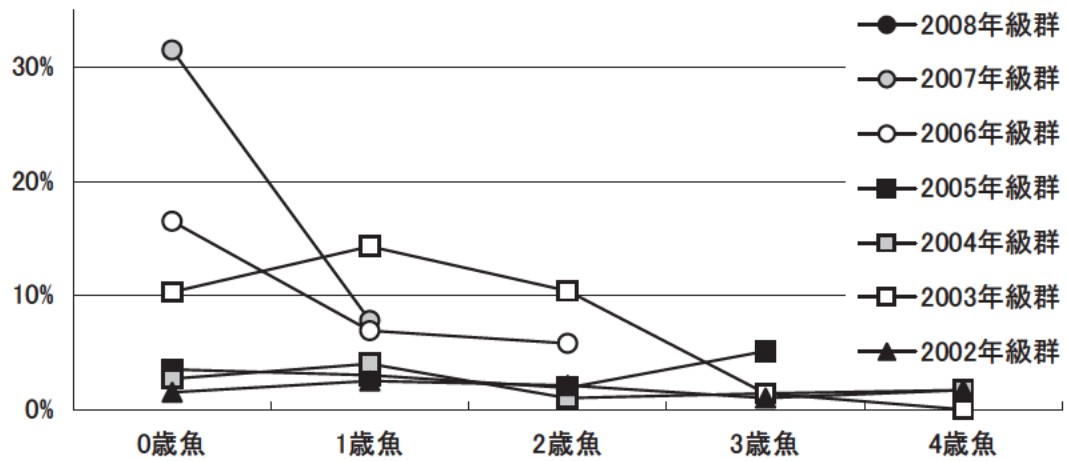


図31. 瀬戸内海におけるサワラ放流種苗の年齢別混入率

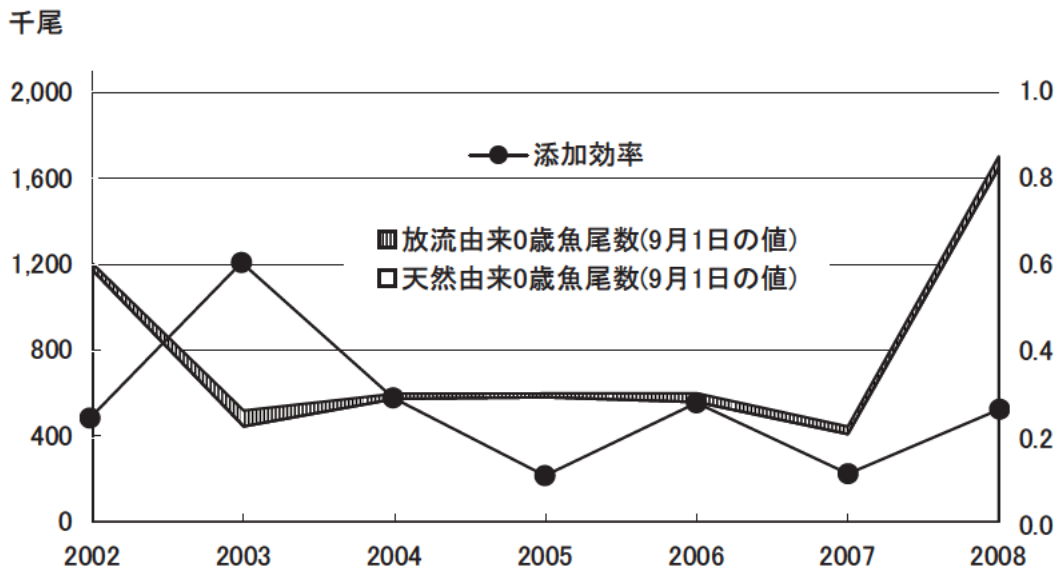


図32. サワラ瀬戸内海系群天然由来と放流由来の0歳魚資源尾数、添加効率

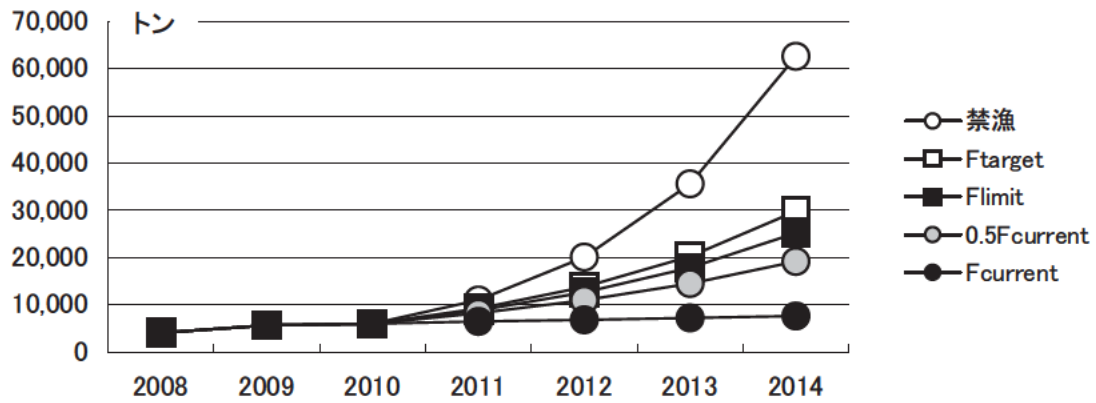


図33. サワラ瀬戸内海系群の漁獲係数の変更による資源量の予測
毎年の種苗放流数は2002～2008年の平均の15万9千尾、生残率は同様の0.33。

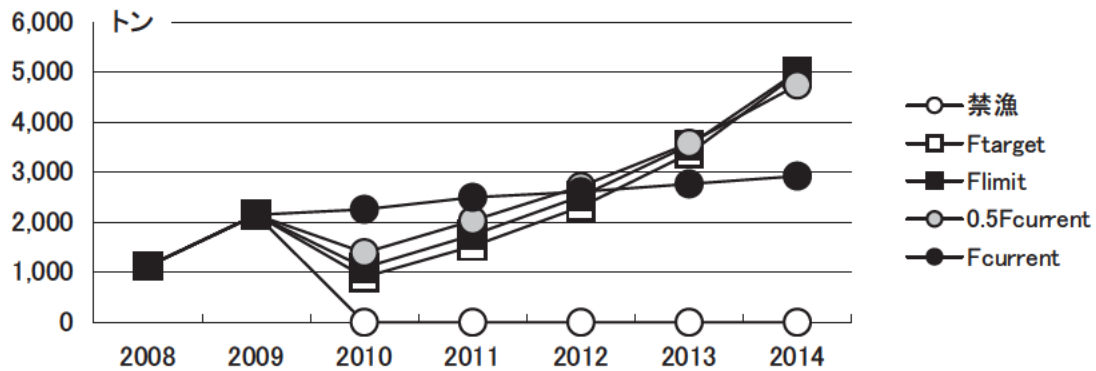


図34. サワラ瀬戸内海系群の漁獲係数の変更による漁獲量の予測
毎年の種苗放流数は2002～2008年の平均の15万9千尾、生残率は同様の0.33。

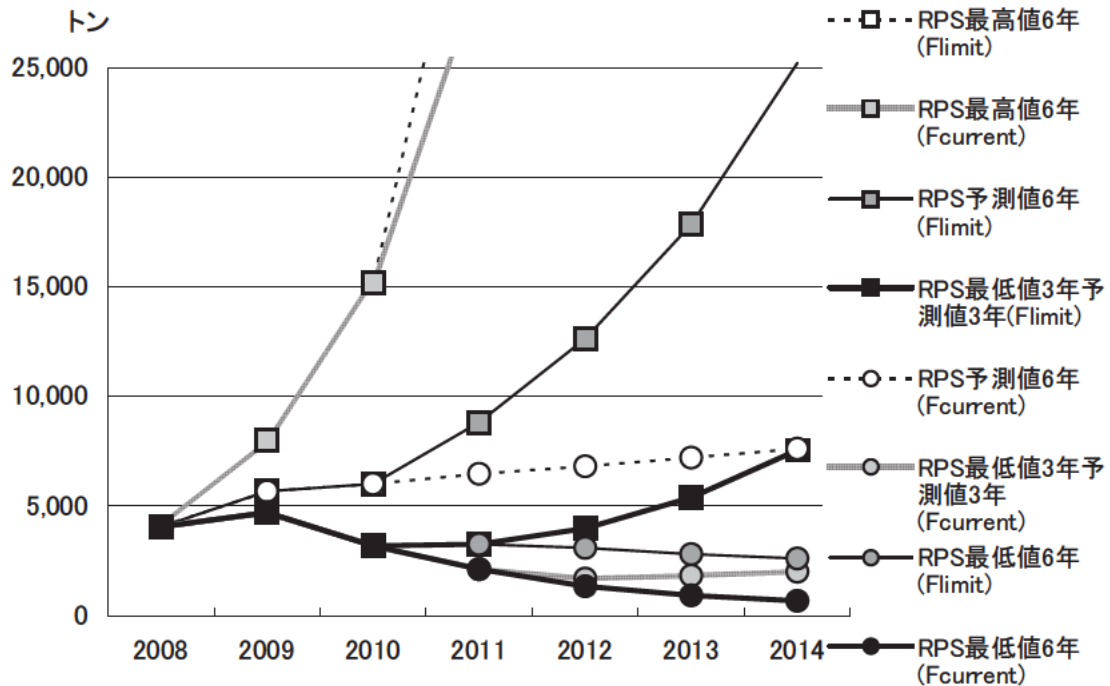


図35. サワラ瀬戸内海系群の再生産成功率RPSの変化による資源量の予測
毎年の種苗放流数は2002～2008年の平均の15万9千尾、生残率は同様の0.33。

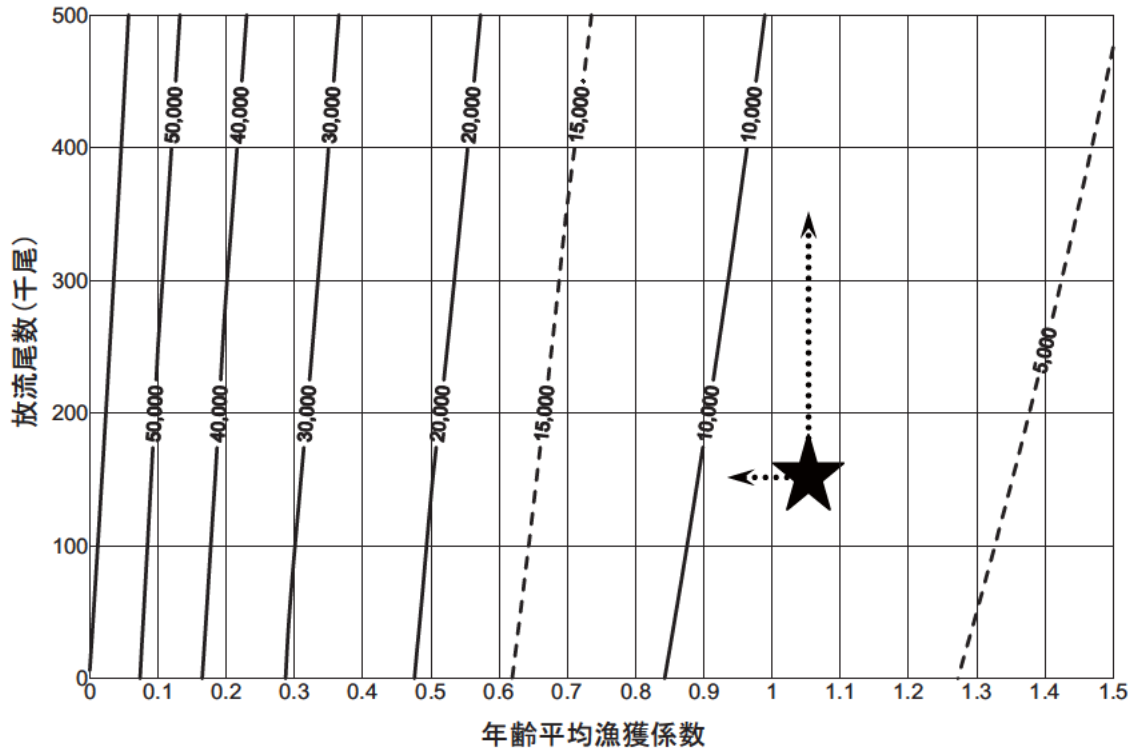


図36. 2010～2014年の漁獲圧、放流尾数と2014年の推定資源量(トン)
星印は現状、矢印はそれぞれ放流尾数倍増と漁獲係数1割削減の効果。

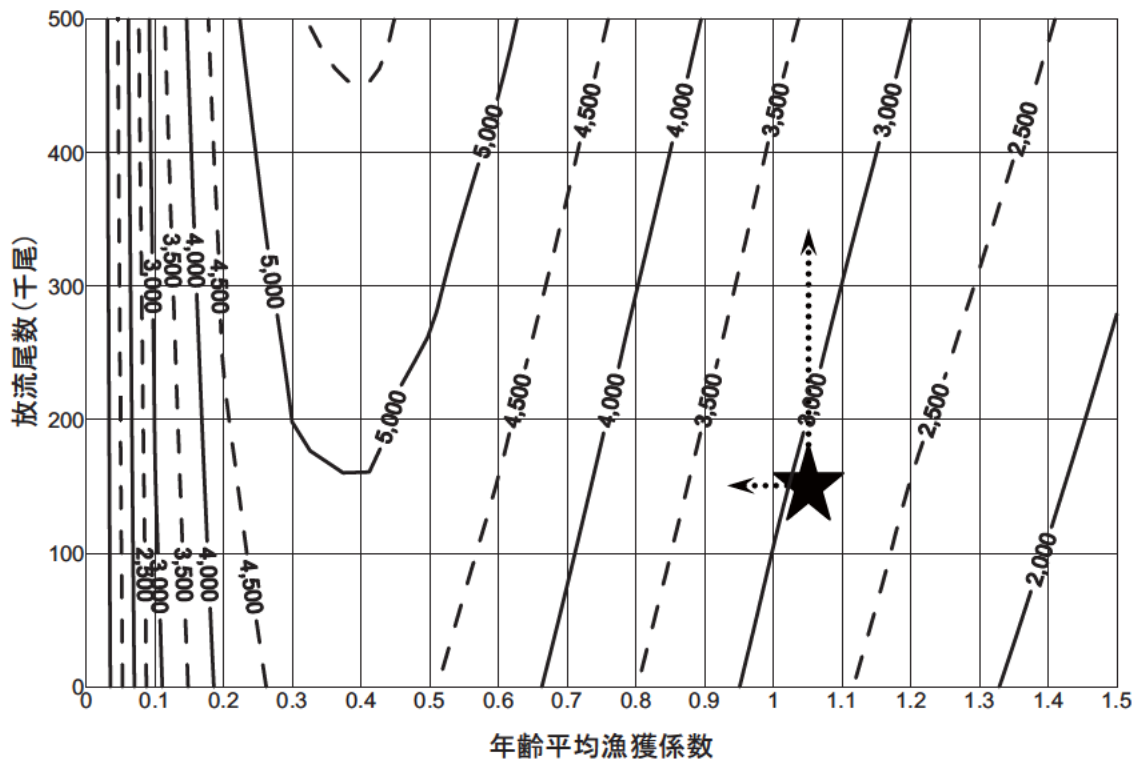


図37. 2010～2014年の漁獲圧、放流尾数と2014年の推定漁獲量(トン)
星印は現状、矢印はそれぞれ放流尾数倍増と漁獲係数1割削減の効果。

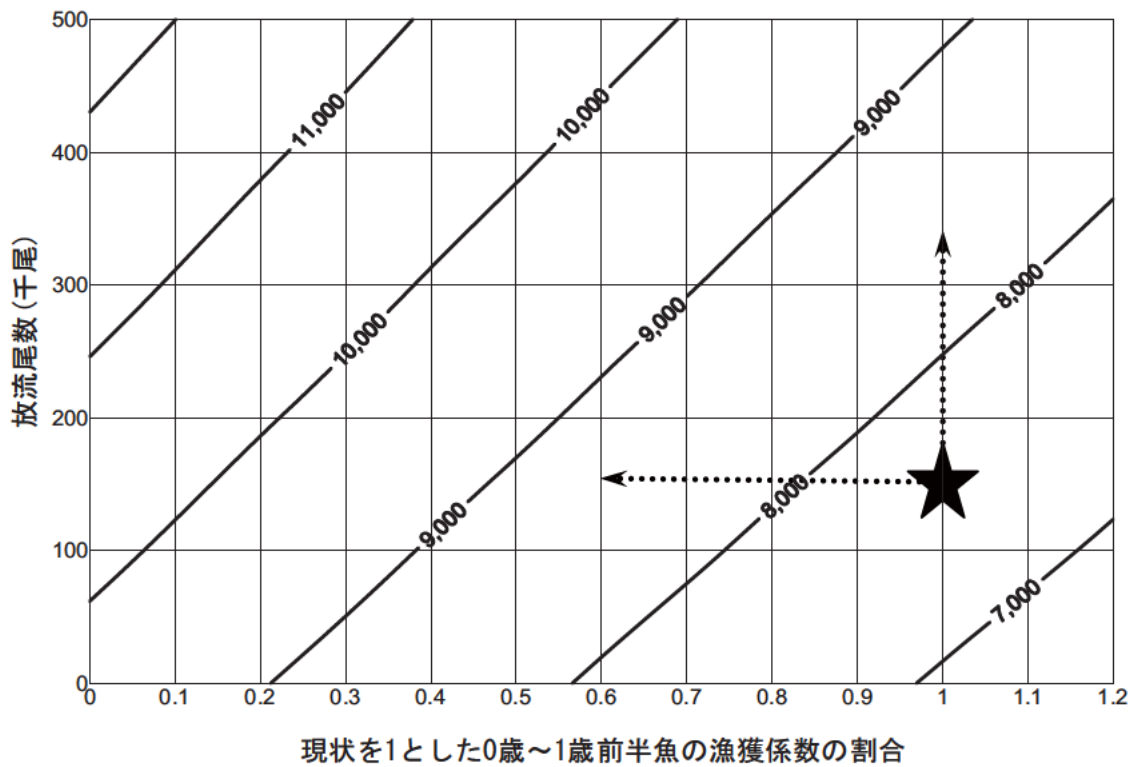


図38. 2010～2014年の0歳魚～1歳前半魚の漁獲圧削減、放流尾数と2014年の推定資源量(トン) 星印は現状、矢印はそれぞれ放流尾数倍増と漁獲係数4割削減の効果。

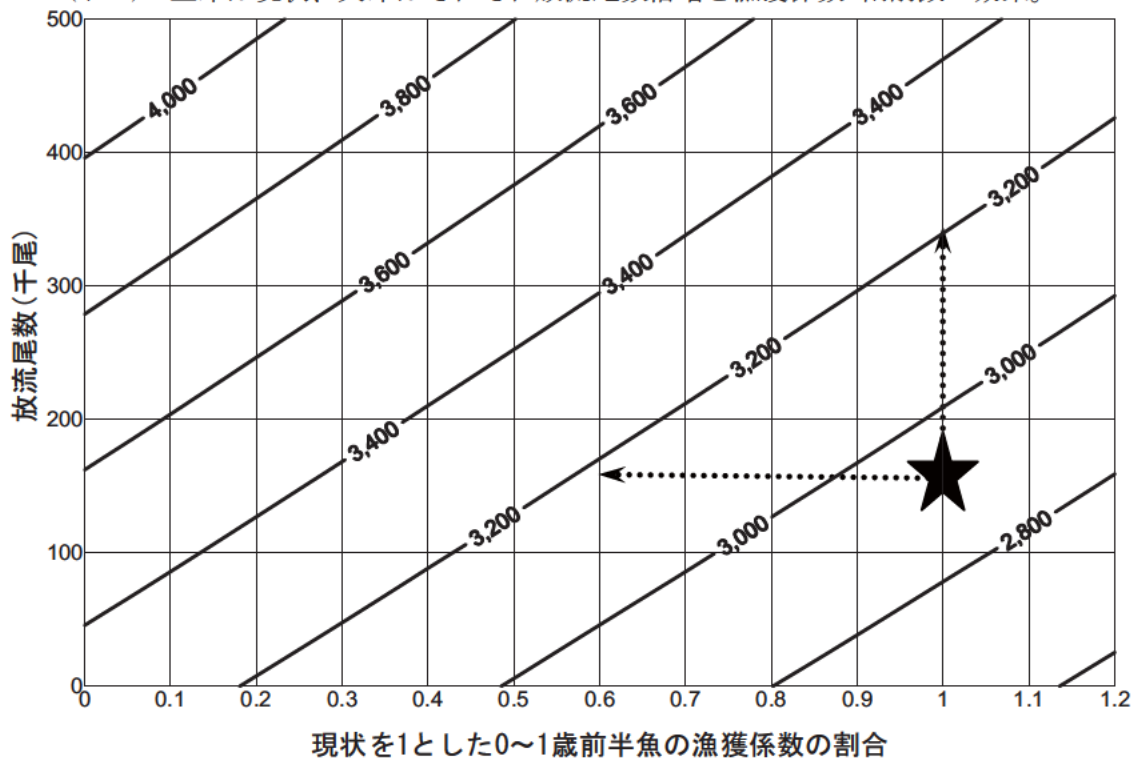


図39. 2010～2014年の0歳魚～1歳前半魚の漁獲圧削減、放流尾数と2014年の推定漁獲量(トン) 星印は現状、矢印はそれぞれ放流尾数倍増と漁獲係数4割削減の効果。

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	830	3,884
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	87	20	48	82	159	143	316	11	183	1,120

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
(瀬戸内海漁業調整事務所集計値を漁業養殖業生産統計年報に換算)

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 合計	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	499	406	601	544	858	304	186	316	170	3,884	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	136	53	191	31	339	13	56	147	259	1,224	35	182
2006	306	94	156	40	240	10	31	257	150	1,283	53	189
2007	278	71	94	19	258	5	21	215	120	1,082	75	312
2008	265	51	83	51	178	11	37	279	166	1,120	43	250

表3. サワラ瀬戸内海系群の年齢別漁獲尾数(千尾)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳(以上)	5歳以上	計
1987	546	836	1,310	618	178	71	3,560
1988	1,452	879	616	593	180	32	3,753
1989	513	1,011	568	253	144	70	2,559
1990	783	294	405	380	166	45	2,072
1991	410	808	509	220	13	14	1,975
1992	482	629	317	169	40	7	1,645
1993	420	232	333	89	46	10	1,129
1994	340	238	54	46	17	13	707
1995	52	103	102	102	22	0	380
1996	21	54	29	81	2	0	188
1997	10	24	63	14	3	1	114
1998	8	30	13	8	2		60
1999	18	14	24	10	2		67
2000	28	106	21	20	3		178
2001	20	92	66	7	7		192
2002	83	258	79	21	3		444
2003	60	282	146	18	8		514
2004	26	185	363	15	3		592
2005	28	232	83	47	3		393
2006	26	263	114	24	4		430
2007	25	233	75	25	6		364
2008	83	178	103	35	5		405

表4. サワラ瀬戸内海系群の年齢別漁獲量(トン)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳(以上)	5歳以上	計
1987	404	1,162	2,193	1,361	499	265	5,884
1988	840	969	974	1,026	469	106	4,385
1989	345	1,018	924	667	518	310	3,782
1990	521	301	774	763	406	183	2,947
1991	366	1,003	891	581	41	55	2,937
1992	425	818	633	458	134	31	2,501
1993	391	389	804	258	151	44	2,037
1994	364	419	149	178	75	69	1,254
1995	80	181	224	407	123	3	1,018
1996	25	81	85	390	15	2	597
1997	13	43	262	88	25	7	437
1998	10	58	58	55	16		195
1999	22	30	117	68	17		254
2000	31	207	95	128	29		490
2001	22	202	272	50	57		603
2002	60	503	280	119	23		983
2003	67	579	490	94	59		1,289
2004	28	320	1,023	69	23		1,464
2005	28	627	310	251	21		1,238
2006	27	633	447	136	29		1,271
2007	32	583	270	127	41		1,052
2008	86	436	362	198	40		1,122

表5. サワラ瀬戸内海系群の漁獲物の年齢別平均体重(グラム)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳(以上)	5歳以上
1987	740	1,390	1,674	2,201	2,807	3,706
1988	579	1,103	1,580	1,730	2,604	3,260
1989	673	1,007	1,626	2,636	3,595	4,442
1990	666	1,024	1,910	2,010	2,452	4,024
1991	891	1,242	1,749	2,637	3,030	3,900
1992	883	1,300	1,999	2,711	3,307	4,264
1993	931	1,675	2,416	2,906	3,306	4,299
1994	1,073	1,761	2,776	3,901	4,350	5,410
1995	1,550	1,760	2,200	4,000	5,700	6,873
1996	1,200	1,500	2,886	4,800	7,500	9,300
1997	1,315	1,800	4,166	6,416	8,001	7,800
1998	1,211	1,940	4,611	6,639	8,608	
1999	1,246	2,241	4,845	6,902	7,986	
2000	1,121	1,945	4,542	6,543	8,499	
2001	1,110	2,184	4,152	6,770	8,591	
2002	716	1,945	3,545	5,680	8,382	
2003	1,110	2,053	3,348	5,151	7,564	
2004	1,110	1,730	2,820	4,520	7,114	
2005	1,008	2,706	3,723	5,350	8,070	
2006	1,033	2,403	3,938	5,770	8,190	
2007	1,277	2,501	3,616	4,985	7,396	
2008	1,036	2,448	3,517	5,574	7,704	

表6. サワラ瀬戸内海系群の年齢別資源尾数(千尾)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳(以上)	5歳以上	計	3歳以上の割合
1987	4,379	3,010	2,857	1,166	264	106	11,782	13%
1988	4,977	2,774	1,510	989	332	60	10,641	13%
1989	2,849	2,437	1,298	589	222	107	7,502	12%
1990	3,168	1,669	935	473	218	60	6,522	12%
1991	2,384	1,673	984	344	23	24	5,433	7%
1992	1,339	1,413	544	291	65	12	3,664	10%
1993	1,320	577	505	131	70	16	2,619	8%
1994	667	617	228	88	20	15	1,635	8%
1995	312	202	253	123	25	0	915	16%
1996	133	186	61	99	3	0	484	21%
1997	195	81	92	20	4	1	392	6%
1998	105	136	39	14	3		297	6%
1999	418	71	75	18	4		586	4%
2000	407	294	41	35	6		784	5%
2001	791	278	127	12	11		1,218	2%
2002	1,459	569	126	37	5		2,196	2%
2003	627	1,009	199	26	11		1,871	2%
2004	727	413	505	22	5		1,670	2%
2005	728	516	147	61	3		1,456	4%
2006	730	515	183	37	6		1,470	3%
2007	540	518	155	38	8		1,259	4%
2008	2,070	378	183	51	7		2,689	2%

表7. サワラ瀬戸内海系群の年齢別資源量(トン)、漁獲割合

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳(以上)	5歳以上	計	漁獲割合
1987	3,239	4,183	4,783	2,568	742	393	15,908	37%
1988	2,880	3,059	2,387	1,711	865	195	11,096	40%
1989	1,916	2,454	2,111	1,551	798	477	9,307	41%
1990	2,110	1,710	1,785	950	535	241	7,331	40%
1991	2,125	2,078	1,722	907	71	95	6,997	42%
1992	1,183	1,837	1,088	788	215	50	5,160	48%
1993	1,230	967	1,220	379	230	68	4,094	50%
1994	716	1,087	633	341	89	82	2,947	43%
1995	484	355	556	491	145	3	2,034	50%
1996	160	280	176	477	26	3	1,122	53%
1997	257	145	382	128	29	8	949	46%
1998	127	264	181	92	26		690	28%
1999	520	158	365	126	31		1,201	21%
2000	457	572	185	229	52		1,495	33%
2001	878	607	525	82	92		2,184	28%
2002	1,045	1,107	448	212	40		2,851	34%
2003	696	2,071	667	132	82		3,648	35%
2004	806	714	1,423	98	33		3,074	48%
2005	734	1,397	546	329	28		3,034	41%
2006	754	1,238	720	213	45		2,971	43%
2007	689	1,296	561	188	61		2,794	38%
2008	2,144	926	645	282	57		4,054	28%

表8. サワラ瀬戸内海系群の年齢別漁獲係数、自然死亡係数

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳(以上)	5歳以上	平均
1987	0.16	0.39	0.76	0.96	1.52	1.52	0.89
1988	0.41	0.46	0.64	1.19	0.99	0.99	0.78
1989	0.23	0.66	0.71	0.69	1.40	1.40	0.85
1990	0.34	0.23	0.70	2.70	2.13	2.13	1.37
1991	0.22	0.82	0.92	1.37	1.10	1.10	0.92
1992	0.54	0.73	1.13	1.13	1.29	1.29	1.02
1993	0.46	0.63	1.45	1.56	1.43	1.43	1.16
1994	0.90	0.59	0.32	0.93	3.99	3.99	1.79
1995	0.21	0.90	0.63	3.26	4.11	4.11	2.20
1996	0.20	0.41	0.82	3.01	1.06	1.06	1.09
1997	0.06	0.42	1.59	1.58	1.58	1.58	1.14
1998	0.09	0.29	0.46	1.18	1.18		0.64
1999	0.05	0.25	0.47	0.99	0.99		0.55
2000	0.08	0.54	0.91	1.05	1.05		0.73
2001	0.03	0.49	0.92	1.25	1.25		0.79
2002	0.07	0.75	1.29	1.05	1.05		0.84
2003	0.12	0.39	1.92	1.77	1.77		1.20
2004	0.04	0.73	1.80	1.72	1.72		1.21
2005	0.05	0.74	1.08	2.16	2.16		1.24
2006	0.04	0.90	1.28	1.35	1.35		0.98
2007	0.06	0.74	0.82	1.53	1.53		0.94
2008	0.05	0.79	1.06	1.68	1.68		1.05
自然死亡係数	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	

表9. サワラ瀬戸内海系群の種苗放流尾数、混入率、添加効率(=放流魚の生残率)

年	種苗放流尾数				有効放 流尾数 (千尾)	9月1日 の0歳魚 資源尾 数(千尾)	1歳時の 放流魚 混入率	放流由 来0歳魚 (千尾)	添加効 率
	東部		西部						
	大型	小型	大型	小型					
2002	82,992	51,000	9,099	66,300	121	1,203	2.5%	30	0.25
2003	83,493	94,000	15,689		123	519	14.3%	74	0.61
2004	36,000		40,273	20,000	81	597	4.0%	24	0.29
2005	113,419		42,086	3,000	156	599	3.0%	18	0.11
2006	104,781		41,800		147	600	6.9%	41	0.28
2007	216,532		53,468	80,000	290	444	7.8%	35	0.12
2008	118,947		73,019	20,000	197	1,703	3.1%	53	0.27
2002～2008年の平均					159		5.9%		0.28

※ 有効放流尾数=大型放流尾数+小型放流尾数/4

※ 1歳時の放流魚混入率のうち2008年は0歳魚の値で代用

表10. サワラ瀬戸内海系群の年級群別、年齢別
放流魚混入率

年級群	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚
2002	1.5%	2.5%	2.1%	1.0%	1.7%
2003	10.3%	14.3%	10.4%	1.4%	0.0%
2004	2.7%	4.0%	1.0%	1.4%	1.7%
2005	3.5%	3.0%	1.9%	5.1%	
2006	16.5%	6.9%	5.8%		
2007	31.7%	7.8%			
2008	3.1%				

表11. サワラ瀬戸内海系群の年級群別、年齢別
放流魚混入率調査尾数

年級群	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚
2002	324	361	93	198	78
2003	225	278	172	120	52
2004	54	722	260	115	61
2005	1,025	1,359	455	146	
2006	2,508	1,445	432		
2007	1,772	1,793			
2008	2,662				

表12. サワラ瀬戸内海系群の親魚量
と親魚量当たりの天然由来0歳魚
尾数(=再生産成功率、尾/kg)

年	親魚量 (トン)	天然由来 0歳尾数	再生産 成功率
1987	10,577	4,379	0.414
1988	6,687	4,977	0.744
1989	6,164	2,849	0.462
1990	4,366	3,168	0.725
1991	3,834	2,384	0.622
1992	3,059	1,339	0.438
1993	2,381	1,320	0.555
1994	1,688	667	0.395
1995	1,373	312	0.227
1996	822	133	0.162
1997	620	195	0.315
1998	431	105	0.243
1999	601	418	0.695
2000	752	407	0.542
2001	1,003	791	0.789
2002	1,253	1,422	1.135
2003	1,917	537	0.280
2004	1,911	697	0.365
2005	1,602	706	0.441
2006	1,598	679	0.425
2007	1,458	497	0.341
2008	1,447	2,006	1.386

表13. 漁獲係数の変更による2014年までの資源量、漁獲量の予測。再生産成功率
(=親魚量当たりの0歳魚尾数、0.521尾/kg)は再生産関係から求めた(図21)。

F値(年齢平均)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量(トン)							
0.00 禁漁	4,054	5,672	6,009	11,019	20,107	35,599	62,614
0.31 Ftarget	4,054	5,672	6,009	9,202	13,778	20,266	29,816
0.39 Flimit	4,054	5,672	6,009	8,822	12,641	17,850	25,221
0.53 0.5Fcurrent	4,054	5,672	6,009	8,226	10,973	14,497	19,168
1.05 Fcurrent	4,054	5,672	6,009	6,471	6,814	7,210	7,618
漁獲量(トン)							
0.00 禁漁	1,122	2,150	0	0	0	0	0
0.31 Ftarget	1,122	2,150	906	1,523	2,310	3,373	4,969
0.39 Flimit	1,122	2,150	1,094	1,745	2,521	3,539	5,010
0.53 0.5Fcurrent	1,122	2,150	1,391	2,034	2,718	3,579	4,742
1.05 Fcurrent	1,122	2,150	2,259	2,499	2,609	2,766	2,924

表14. Flimit、現状のFを継続した場合の再生産成功率(=親魚量当たりの0歳魚尾数、尾/kg)
の相違による資源量推定値(トン)の変化

再生産成功率の仮定	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Flimit(年齢平均0.39)で漁獲した場合							
最低値(0.162)が6年連続	4,054	4,699	3,187	3,258	3,091	2,805	2,605
最高値(1.386)が6年連続	4,054	8,015	15,192	36,139	85,653	202,180	477,212
最低値(0.162)が初め3 年、再生産関係に基づく 値(0.521)が後3年連続	4,054	4,699	3,187	3,258	3,976	5,386	7,547
現状のF(年齢平均1.05)で漁獲した場合							
最低値(0.162)が6年連続	4,054	4,699	3,187	2,117	1,339	917	671
最高値(1.386)が6年連続	4,054	8,015	15,192	29,036	55,250	105,078	199,746
最低値(0.162)が初め3 年、再生産関係に基づ く値(0.521)が後3年連続	4,054	4,699	3,187	2,117	1,687	1,829	1,999