

平成18年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（永井達樹、片町太輔）

参画機関：愛媛県中予水産試験場及び同東予分場、香川県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、大阪府立水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県水産試験場、広島県立水産海洋技術センター、大分県農林水産研究センター水産試験場及び同浅海研究所

要 約

1986年に 6,255トンと最高を記録した漁獲量は1998年に 196トンで最低になった。その後漁獲量は2004年に1,464トンまで回復したが、2005年に1,210トンとなった。

1999年から種苗放流が行われている。後述する資源量推定値は放流分を含む。年齢別漁獲尾数を用いたコホート解析によると、資源量は近年増加し、2003年に 3,653トンとなったが、その後2005年には 2,355トンまで減少した。最近 3 か年の平均漁獲圧力を維持すれば資源量は今後やや減少気味に推移すると予測される。

2005年の資源量は1987年の15%で、水準は低位、動向は減少である。2007年の ABC_{limit} を「ABC算定のための基本規則」の 1-3)-(3)により、630トンと算定した。

播磨灘と備讃瀬戸では1998年から漁業者による秋漁の自粛が行われた。2002年 4 月から水産庁の資源回復計画として春・秋漁の部分的禁漁と流し網の網目拡大などの資源管理が瀬戸内海で開始され、更に2003年 4 月から TAE（漁獲努力量の総量管理）制度が適用された。資源回復計画の目標は2000年に比べ2006年の資源量を 1.2倍程度に増加させることであるが、2005年時点では目標の1.6倍となっている。

	2007年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	630トン	0.9 F 30%	0.90	28%
ABC_{target}	534トン	$0.8 \cdot 0.9 F 30\%$	0.72	24%

注) 漁獲割合は $ABC / \text{資源量}$ 、F は 2 歳の値で過去 3 年の平均値。

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合
2004	2,855	1,464	1.98	51%
2005	2,355	1,210	1.71	51%
2006	2,242	-	-	-

水準：低位

動向：減少

1．まえがき

瀬戸内海（以下内海と呼ぶ）産サワラの漁獲量は1986年に 6,255トンと過去最高となったが、1998年にはわずか 196トンと戦後最低となった。この頃紀伊水道及び外域の冬漁でも極度に不振が続いた（武田 1996）。このようななかで備讃瀬戸以東の東部を対象に資源管理方策として秋漁の禁漁効果が試算された（永井ら 1996）。一方、東部の漁業者はサワラ資源を保護するため、1998年から播磨灘と備讃瀬戸で秋漁期の休漁（一部は漁期短縮）を開始した。このような背景の下で2002年4月から内海のサワラ資源は水産庁の資源回復計画の対象となり、様々な管理措置がとられるようになった。

2．生態

（1）分布・回遊

内海でのサワラの分布を図1-1と図1-2に、主要漁協の位置を図2に示す。

サワラは冬を東部では紀伊水道以南の太平洋沿岸、西部では伊予灘・豊後水道域で過ごし、春に東は紀伊水道、西は豊後水道を経て内海へ来遊し、秋に外海に移出する。

漁場の形成と移動状況から備讃瀬戸西部において東から来遊する群と西から来遊する群が交わり（林ほか 1919；中込 1971）、2系群の存在をうかがわせるが、断定する根拠とは言えない。一方遺伝学的に均一であるという研究（横山 2005）がなされつつあることから、瀬戸内海を単一の系群として扱う。

（2）年齢・成長

寿命は6～8歳で、雌が雄に比べ長命（岸田ら 1985）である。

雌雄込みの年齢別尾叉長と体重は図3の通りである。図3では岸田ら（1985）と中村・上田（1993）による平均値を使い1980年代の成長を、また各年齢で個体の大型化が顕著となった1990年代後半の成長（香川県 1999）を示した。

田中（1960）によれば、寿命（ X ）と自然死亡係数（ M ）の間には $M = 2.5 / X$ の関係が成り立つ。サワラの場合、 X を8とすれば、 M は0.3となる。

（3）成熟・産卵

篠原（1993）によると、5～6月が産卵期で、1987～1990年には雌は1歳で32%、2歳でほぼ100%成熟していた（図4）。1歳雌の成熟率は、竹森（2006）の表6から5～6月の平均をとると、2000年と2001年には30%以下であるが、2003～2005年は49～65%と高い。

主な産卵場は東部では播磨灘の鹿ノ瀬、室津の瀬、備讃瀬戸の中の瀬、また西部で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）。

（4）被捕食関係

サワラ仔魚は初期に動物性プランクトンを一部捕食するが、主にカタクチシラスを捕食する（Shoji et al. 1997）。大きくなると魚食性が更に強くなり、カタクチイワシやイカナゴを捕食する。

3．漁業の状況

(1) 漁業の概要

漁期は春（4～7月）と秋（8～12月）に二分される。春は内海への入り込み期に1歳の索餌群と2歳以上の産卵群を、秋は内海からの移出期に主に0歳及び1歳を対象とする。水道付近では冬漁が行われるが、漁獲量は少ない。

内海では一貫して流し網（その他の刺し網）による漁獲が過半を占めている。1986年以降播磨灘ではなつぎ網（その他のまき網）による漁獲が復活した。水道域では釣りが主体である。

(2) 漁獲量の推移

内海でのさわら類漁獲量（サワラのみであり、ほかのサワラ類を含まない）は1953～1975年までの間は900～1,700トンの間で推移し、1976年に約2,500トンとなり、その後1986年に6,255トンと過去最高になるまで増加した（図5）。

サワラ流し網漁業では1968年にいわゆるローラー巻きが導入され、網揚げが機械化された（中村 1971）。この新しい漁具は2～3年で内海各地に普及した。このため流し網の着業隻数が増え、また秋漁が普通に行われるようになった。このため1970年代後半からサワラの漁獲量は徐々に増加し始めた。そして上田（1990）や中村（1991）が指摘したように1985年頃には流し網の網系にナイロンテグスが使用されるようになって罹網率が向上したこと、同時に網目が小型化して小型魚もとるようになったこと、更にはなつぎ網が復活したことなどで、1980年代半ばにサワラの漁獲量が最高になった。またこの時期には1983年級や1985年級の加入が多かった（安部 1993）ので、資源量が多かった。このように増加してきた漁獲量は1986年以降一転して減少に転じ、1998年にはわずか196トンで最低となった。その後漁獲量は徐々に増え、2004年には1,464トンまで回復したが、2005年には1,210トンとなった（図5）

(3) 漁獲努力量

2002年4月から水産庁による資源回復計画の第1号として内海のサワラ資源がとりあげられ、資源回復に向け様々な管理方策が実行され始めた（図6）。

2003年4月にTAE（漁獲努力量の総量管理）制度が適用された。この制度による2004年4月～2005年1月の漁獲努力量の集計値は流し網19,480隻日、はなつぎ網352隻日、さごし巾着網312隻日、船曳網4隻日であった。これに対し、2005年4～2006年1月の集計値は流し網では19,481隻日、はなつぎ網448隻日、さごし巾着網218隻日、船曳網20隻日であり、前年比はそれぞれ1.0、1.3、0.7、5.0倍となった。

4．資源の状態

(1) 資源評価の方法

1987～2005年の年・年齢別漁獲尾数を基に、自然死亡係数を0.3として、Pope(1972)の簡便法によるコホート解析を補足資料に記述したように行った（表1）。

(2) 資源量指標値の推移

東部

播磨灘：兵庫県五色町漁協（鳥飼＋都志）のサワラ流し網

2005年の春漁（４～７月）では操業日数は前年の0.8倍、漁獲量は0.4倍、１隻１日当たりの漁獲量は 0.4倍であった（図 7）。なお2003年の春漁ではいわゆるヌタが発生し、操業の障害となったため、操業日数は少ない。

秋漁（８～12月）では操業日数は前年の0.6倍、漁獲量は0.5倍、１隻１日当たりの漁獲量は1.0倍であった。

西部

燧灘：愛媛県東予市河原津漁協のサワラ流し網

2005年の春漁（４～７月）では操業日数は前年に比べ1.6倍、漁獲量は0.4倍、１隻１日当たりの漁獲量は0.3倍となった（図 8）。

伊予灘：愛媛県双海町上灘漁協のサワラ流し網

春漁（４～７月）では操業日数は前年の0.8倍、漁獲量は0.8倍、１隻１日当たりの漁獲量は1.0倍になった（図 8）。秋漁（８～12月）の操業日数は前年の0.8倍、漁獲量は1.0倍で引き続き高い水準にあり、１隻１日当たりの漁獲量は1.3倍となった（図 8）。

水道域

和歌山県の加太（釣り）と御坊（釣り）

加太でさわらが2002年と2003年に、御坊でさわら・やなぎが2000年と2002～2003年に多かった。2005年に加太でサイズから２歳というさわらが多かった（図 9）。

大分県の佐賀関（釣り）

1999～2002年にさわらの漁獲量は最近17年間のなかで高い水準にあったが、2003年以降は1989～1998年並みの低水準となった（図 9）。

東部と西部では2004年春に2002年級（２歳魚）が漁獲の主体で、2003年級（１歳魚）は多くはないとみられた（脚注 1）。また東西両水道域での2004年のさわら又はさわら・やなぎ銘柄の漁獲量は2003年を下回り、1998年以前の水準に低下していることから2004年級は少ないと思われる。また2005年級は加太、御坊、佐賀関で多くないことから、2005年級は2004年級を上回るものの、特に多いとは伺えない。

(3) 漁獲物の年齢組成

サワラの漁獲年齢は1980年代当初東部（上田 1990）と西部（岸田 1990）いずれも３～４歳が主体であった。その後1987年以降は２～３歳が、また1992年以降は２歳と１歳が主体になり、若齢化した（図10；河野ほか 1997）。

(4) 資源量の推移

年・年齢別の漁獲尾数、資源尾数、漁獲係数、資源量を表 1 に、資源量と漁獲割合及び加入尾数の年変化を図11に示す。なおこれらは種苗放流分を含んだ値である。

これによると、資源量は1987年の15,870トンから1998年に673トンに減少した後、2003年に3,653トンまで回復したが、2005年には 2,355トンまで減少した。漁獲割合は1999年を底

に増加傾向にあり、2005年には51%となった。

サワラの RPS（親魚量当たり加入尾数）の推移を図12に示した。また年齢別漁獲係数の推移を図13に、自然死亡係数を0.30から0.25と0.35に変化させた時の資源量と加入尾数の変化を図14に、親魚量と漁獲係数との関係を図15、SPR（加入当たり産卵親魚量）及びYPR（加入当たりの漁獲量）を図16に示した。

（５）資源の水準・動向

1987年以降親魚量が減少するにつれ、加入が減少する状況にあった。しかし1999年級以降加入は上向きに転じた。特に2002年級は2002年の秋から2003年の春までサゴシとして（脚注1）、更に2004年春に2歳魚として近年になく多獲され（脚注2）卓越した。このようなことから資源量は1998年を底に2003年まで増加してきた。しかし2004年から資源量は減少に転じた。

2005年の資源量は1987年に比較すると15%であり、資源水準を低位とする。また2005年に資源量が前年の82%に減少し、更に2004年の加入が多くないことを考慮して、動向を減少とする。

5．資源管理の方策

（１）資源と漁獲の関係

親仔関係を求める際、1歳雌の成熟率を2001年まで30%、2002 - 2005年を55%とした。親仔関係には比較的明瞭な直線関係がみられる（図17）。親仔関係において加入尾数が激減した1991～1992年の親魚量2,800トン B_{limit} とする。

1990年代初期にサワラ資源が減少するとともに魚体の大型化が目立ってきた（辻野・安部 1996；横川 1996；竹森・山田 2001）。このことから1990年代初期の資源量 5,800トンへの回復を資源管理目標とする。

（２）資源と海洋環境の関係

サワラの仔魚はカタクチシラスを選択的に捕食する（Shoji et al. 1997）。カタクチイワシ資源は1999年以降それ以前の7年間に比べ高かった（河野・銭谷 2003）。このことはサワラ仔魚の生残に有利に働き、1999年級以降サワラの加入を上向きにした要因の一つと考えられる。

東西水道域周辺では近年秋～冬季に水温が上昇し、1999年以降サワラが滞留し、とられやすい海況になっていた（永井 2004）。しかし2004年の秋～冬季には水道域での高い漁獲は見られなかった。これは漁獲の主体となる2003年級と2004年級がそれほど多くなかったためであろう。

1) 香川県水産試験場 2004：平成16年サワラ漁獲状況（概要）、香川県漁業者説明会配布資料、7pp.

2) 香川県水産試験場 2003：平成15年サワラ漁獲状況（概要）、香川県漁業者説明会配布資料、4pp.

(3) 種苗放流効果

1999年からサワラの種苗放流が東部の播磨灘で開始された。東部では体長 8 ~ 10cm の大型種苗に換算して1999年から2005年までそれぞれ0.6万尾、3.3万尾、0.7万尾、9.3万尾、10.2万尾、3.6万尾、11.3万尾が放流された。また西部では燧灘で2002年から2005年まで同様に2.6万尾、1.6万尾、4.5万尾、4.3万尾が放流された。

年々の種苗放流数とその後の各種調査における有標識率を表 2 に示した。これによると標本魚が10尾以上でみて、東部の有標識率は2002年級まで12%以下であるが、2003年級と2004年級では10 ~ 38% と高い。

9 月以降の大型種苗の有標識率 (表 2)、0 歳漁獲尾数及び同漁獲係数を基に、2002年級から2005年級までの資源への添加効率を計算すると、それぞれ0.58、2.0、1.4、0.46となる。添加効率は前述の推定値を基に計算するため誤差が大きいと思われる。2002年級と2005年級の平均値0.52を当面使用する。

東部では2003年の 6 ~ 7 月に40 ~ 108mm の種苗が計17.7万尾放流された。同年 9 ~ 12 月に486尾が調べられたが、そのうちの157尾が小型種苗を含む標識魚で、有標識率は32%であった (竹森ほか 2004)。一方、同時期に愛媛県が燧灘の川之江、新居浜 (垣生)、河原津で入手した頭部標本の耳石を調べ、0 歳 190尾中11尾が上記東部での放流魚とし、有標識率は 6 % であった (脚注 1)。このように東部での放流魚の一部が燧灘以西の西部に回遊することが確かめられた。しかし西部の有標識率は東部の約 1 / 5 と明らかに低い。

東西別の有標識率と年齢別漁獲尾数から種苗放流による漁獲量のかさあげを1999年 ~ 2005年まで年間 0.7 ~ 134.5トン (最近 3 か年平均で76.7トン)、漁獲量に占める割合を0.1 ~ 11.1% と推定した。

6 . 2006年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

1987年に比較して2005年の資源量が15%と低いことから資源の水準を低位とした。また2005年に資源量が前年の82%に減少したこと、また2004年の加入が多くないことを考慮して動向を減少とした。

(2) ABCの算定

自然死亡係数 (M) を0.30としたほか、0.25と0.35の 3 つの場合について、親子関係を使用して、2006年以降を資源予測した。

A B C の算定には基本規則1-3)-(3)を用いた。2005年の資源量は低位であるので、この場合 F_{limit} は基準値 (F30%など) か現状の F に 1 未満の係数 β_2 を掛けた値となる。また F_{target} は $F_{limit} \times \alpha$ である。ここで α は安全率で、資源の状況や特性を考慮して定める。

サワラでは資源水準が低位にあるので、基準値としてF30%を用い、 β_2 と α にはそれぞれ0.9と0.8を用い、 F_{limit} の80%を F_{target} とした。

1) 愛媛県中予水産試験場及び同東予分場 2004 : 平成15年度漁期の操業状況等、平成15年度第 2 回資源回復計画行政・研究担当者会議配布資料、4pp .

M	0.25	0.30	0.35
F_{limit}	0.84	0.90	0.97
F_{target}	0.67	0.72	0.78

自然死亡係数（M）を0.30として資源予測した結果を表3に、この場合の2007年のABCの推定値を下表に示した。

	2007年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	630トン	0.9 F 30%	0.90	28%
ABC_{target}	534トン	0.8・0.9 F 30%	0.72	24%

注） 漁獲割合はABC / 資源量、F は2歳の値で過去3年の平均値。

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合（%）
2004	2,855	1,464	1.98	51
2005	2,355	1,210	1.71	51
2006	2,242	-	-	-

（3）漁獲圧と資源動向

$F_{current}$ で漁獲を続けると、添加効率0.52で10万尾の放流があっても、資源量はほぼ横ばいながらやや減少気味に推移すると予測される（表3、図18-1）。 F_{target} で漁獲を続けると、2011年に資源管理目標を達成すると見込まれる。

しかし年々の加入は不安定であり、今後の資源動向は2006年級以降の加入の如何による。

（4） ABC_{limit} の検証

自然死亡係数が0.30であっても、放流を含めた年々の加入水準が60万尾、80万尾、100万尾と一定水準で変化した場合の資源量の推移を図18-2に示した。これによると、2005年以降0歳魚が毎年70万尾程度加入しないと、資源は持続しない。

なお自然死亡係数を0.25や0.35とした場合の2006年の ABC_{limit} を図19に示した。

(5) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量	ABC _{limit}	ABC _{target}	漁獲量
2005年 (当初)	F30%(0.75)	5,498ト	1,812ト	1,546ト	-
2005年 (再評価)	F30%(0.82)	2,646ト	735ト	625ト	-
2005年 (2006年再評価)	0.9F30%(0.90)	2,249ト	616ト	510ト	1,210ト
2006年 (当初)	F30%(0.82)	2,430ト	626ト	529ト	-
2006年 (再評価)	0.9F30%(0.90)	2,242ト	610ト	513ト	-

7 . ABC以外の管理方策の提言

水産庁が指導する資源回復計画の下で、 3 年間の全面禁漁、 秋漁の禁漁、 春・秋漁の部分的禁漁と流し網の網目拡大などの資源管理方策が検討された (永井 2002)。

全面禁漁や秋漁の完全禁漁は漁業者の負担が大きく、 の資源管理が2002年 4 月から開始された (図 6 参照)。この際、資源の減少をくい止め、2006年の東西込みの資源量を2000年に比べ20%程度増加させることが当面の目標とされた。

資源量推定の結果によると、2000年の資源量は1,482トンであったが、2005年には2,355トン (2000年の1.6倍) となり (表 1)、2005年時点では目標を上回った。更に2006年についても上記目標は達成される見込みである。しかし今後資源はやや減少気味に推移すると予測されている。従って19年度以降にも資源回復計画への取り組みが必要である。

8 . 引用文献

- 安部恒之 1993 : 大阪府における漁獲動向 , 「サワラの資源生態調査」 , (林 小八編) , 本四架橋漁業影響調報 , (61) , 36-40 .
- 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 .
- 香川県 2003 : さわら資源評価調査実施結果 , 第 6 回瀬戸内海広域漁業調整委員会議事録 , 38-39 , 瀬戸内海漁業調整事務所 .
- 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 , 南西水研報告 , (30) , 1-8 .
- 河野悌昌・銭谷 弘 2003 : 平成15年カタクチイワシ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 2 分冊) , 水産庁ほか , 535-567 .
- 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 , 日水誌 , 51(4) , 529-537 .
- 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 , 南西水研報告 , (23) , 35-41 .
- 永井達樹 2002 : 瀬戸内海産サワラの資源管理と資源予測 , 第 3 回瀬戸内海広域漁業調整委員会議事録 , 20-24 , 瀬戸内海漁業調整事務所 .

- 永井達樹 2004：平成15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2分冊），水産庁ほか，927-958．
- 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，「サワラの資源生態調査」，（林 小八 編），本四架橋漁業影響調報，(61)，17-27．
- 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」．
- 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，「サワラの資源生態調査」，（林 小八編），本四架橋漁業影響調報，(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・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・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 - ．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 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．
- 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：大阪府における漁獲動向，「漁業生物調査」，本四架橋漁業影響調報，(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．
- 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」，本四架橋漁業影響調報，(67)，179-198．
- 横山恵美 2005：瀬戸内海におけるサワラの集団構造と人工種苗の遺伝的変異性に関する研究、東京海洋大学修士学位論文，86pp．

補足資料 使用した年齢別漁獲尾数、コホート解析の方法、及び資源量予測

1. 年齢別漁獲尾数

1987年以降の灘別漁法別漁獲量、主要漁協の月別漁獲量、体長組成から年齢別漁獲尾数を推定した。

東部では主要漁協の月別漁獲量と体長組成資料、及び体長 - 体重関係式を用い、灘別・漁法別・3半期（1 - 4月、5 - 8月、9 - 12月）別の漁獲物体長組成を作成し、これに体長 - 年齢変換キ - を掛けて、年齢別の漁獲尾数を計算し、年齢別に合計して東部全体の値とした。

1997年以降の東部及び西部では全期間いずれも体長 - 年齢変換キーの作成を行っていない。これらの場合、まず灘別に漁獲が集中する春と秋の漁期別（便宜上1 - 7月と8 - 12月に2分）に体長組成を作成した。次に体長組成に見られるモードを手がかりに正規分布をあてはめ、それらの体長群を年齢群とし、この年齢別の尾数に漁期の漁獲量を体長組成を調べた標本の重量で割って得た引き伸ばし係数を掛け、漁期別年齢別漁獲尾数とした。そして春と秋の年齢別漁獲尾数を合計し、更に灘を合計して暦年の値とした。但し東部では2002年以降、また西部では2000年以降、いずれも8 - 12月を月別に取り扱った。

上記の作業に際し、体長組成資料を欠いた場合、次のような代用をした。

東部では高松中央卸売り市場におけるさわらとさごしの月別入荷尾数を年別季節別に調べ、さわらとさごしの組成比が類似することから、1997年と1998年の春漁期を1999年の春漁期で代用した。また1997～2001年の秋漁期では上記市場のさわらとさごしの組成比で漁期の漁獲量を配分し、さごしの漁獲量を0歳、さわらの漁獲量には春漁期の年齢組成を使って、それぞれの年齢の平均体重で割り、年齢別の尾数を求めた。この際2歳魚以上に比べ1歳魚の部分加入の割合を当時の年齢別漁獲係数（永井ほか 1996）から0.74として、1歳の年齢別尾数を1.35倍した。

西部の1997年の秋漁は1998年の秋漁で代用した。また西部では体長組成資料が少なく、1996年以前には東部の年齢組成を代用した。

上述した東部と西部の年齢組成を合計して内海産サワラの年齢組成とした。

2. コホート解析の方法

1で得た年・年齢別漁獲尾数を基に、自然死亡係数(M)を仮定して、Pope(1972)の簡便法によるコホート解析を行った。

コホート解析の計算方法は以下の通りである。

ある年級群の最高齢の漁獲尾数がi年j歳に C_{ij} とする。 C_{ij} が複数の年齢群を含む + グループなら、資源尾数 N_{ij} は全減少係数 Z_{ij} と漁獲係数 F_{ij} を使って、

$$N_{ij} = C_{ij} * Z_{ij} / F_{ij}$$

C_{ij} が単一の年齢で構成されていれば、

$$N_{ij} = C_{ij} * Z_{ij} / (F_{ij} * (1 - \exp (- Z_{ij}))) \quad \text{から } N_{ij} \text{ を求める。}$$

次に年と年齢を一つさかのぼり $N_{i-1,j-1}$ を下式から求める。

$$N_{i-1,j-1} = N_{ij} * \exp(M) + C_{i-1,j-1} * \exp (M / 2)$$

$F_{i-1,j-1}$ を下式から求める。

$$F_{i-1,j-1} = \ln (N_{i-1,j-1} / N_{ij}) - M$$

～ を繰り返して順次若齢部分にさかのぼる。

なお年級群ごとにみて最高齢の F_{ij} をターミナル F と呼び F_t とする。その与え方は以下の通りとした。2005年の4歳+に F を与え、1年前の3歳の F を求める。求めた値を2004年の4歳+の F とする。同様に2003年以前の最高齢の F を求める。2005年の3歳より若い F には同一年齢における2002 - 2004年の F の平均値を入力する。このように各年級の F_t を入力するが、2005年の3歳の F と4歳+の F とが同値となるような4歳+の F を F_t とした。

2005年の1歳と0歳の F_t はそれぞれ2004年級と2005年級の資源尾数を決定付け、資源の将来予測に大きく影響するので、チューニングの根拠がないか検討した。すなわち前述の方法で推定した2003年級までの1歳時の資源尾数と後述する豊度との相関を調べた。その結果、両者の相関係数が高度に有意であることが分かった（付図1）。そこで、これら2つの年級の1歳時の資源尾数を推定するのに、上記の関係を利用した。

豊度として、東部では荷受け会社（香川県魚市場株式会社）での春1歳サゴシの入荷尾数、また西部では愛媛県燧灘河原津、垣生、川之江の3漁協を合計した春1歳サゴシの1日1隻当たり漁獲量を、それぞれ2001年級に対する相対値として求め、両者の平均値を使用した。但し2005年級に関しては愛媛県の2006年6月の資料が得られなかったため、香川県魚市場株式会社の数値のみを使用した。

3．%SPRとYPRの計算

%SPRとYPRを下式に基づき0～5歳について計算し、 $F_{30\%}$ を資源管理の基準値とした。

$$\%SPR = \sum W_a M_a S_a^* / \sum W_a M_a S_a^*$$

$$YPR = \sum S_a W_a F_a / (F_a + M)$$

ここで、 W_a と M_a は a 歳の体重と成熟率、また S_a は a 歳までの生残率（* は漁業がない場合）である。なお成熟率は1歳雌で55%、2歳以上で100%とした。なお体重には2005年の年齢別漁獲物平均体重を、また部分加入は2003～2005年の年齢別 F の平均値を2歳を1とした相対値で表して使用した。

4．資源量予測

2006年以降の0歳加入を予測するには1歳雌の成熟率を30%とし、前述した親子関係式を使用した。資源予測では最近年（2003 - 2005年）の漁獲圧が1年後（2006年）に続いたとした上で、2年後（2007年）のABCを求めた。

表1 瀬戸内海産サワラの漁獲尾数、資源尾数、漁獲係数及び資源量

漁獲尾数		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		546,157	1,452,305	512,716	782,514	410,424	481,789	419,601	339,633	51,922	20,977	9,740	27,668	17,700	27,668	19,705	83,441	59,939	25,619	80,321
1歳		896,223	1,879,933	1,011,389	293,640	807,527	629,405	232,203	227,669	102,685	53,945	23,890	29,710	13,591	106,288	92,379	259,441	282,085	184,912	224,886
2歳		1,309,707	619,321	569,227	404,985	509,437	316,838	332,885	102,044	62,903	29,284	62,903	12,513	24,125	21,002	65,614	79,920	146,217	362,845	126,840
3歳		618,268	593,292	253,095	379,646	220,448	169,092	88,689	45,294	101,669	81,294	13,676	8,219	9,887	19,584	7,449	20,874	18,334	35,309	33,935
4歳		177,872	180,097	144,115	165,533	13,445	40,455	45,672	17,240	21,560	1,960	3,115	1,817	2,073	3,399	6,580	2,702	7,767	3,247	2,996
5歳+		71,393	32,032	69,688	45,454	13,997	7,346	10,310	12,755	411	178	835								
合計		3,559,620	3,753,380	2,559,238	2,071,772	1,915,278	1,644,934	1,129,267	706,555	380,272	187,638	114,159	60,205	67,316	178,151	191,727	444,378	514,372	591,932	478,678

M = 0.3
exp(M/2) = 1.162
exp(M) = 1.350

資源尾数		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		4,393,053	4,973,434	2,856,063	3,168,280	2,383,890	1,339,623	1,327,115	684,138	310,363	120,956	193,084	107,658	416,369	403,614	793,623	1,130,602	672,898	516,648	609,920
1歳		3,010,322	2,783,372	2,434,401	1,674,524	1,673,588	1,121,544	577,732	618,378	199,680	185,233	79,959	134,642	72,916	293,219	279,464	570,970	997,998	446,897	369,951
2歳		2,884,720	1,510,358	1,306,209	932,930	987,780	544,780	504,705	288,135	253,542	59,545	90,782	37,932	74,174	42,371	153,739	127,520	200,943	489,134	171,914
3歳		1,186,935	1,009,778	588,429	478,586	342,558	293,289	130,877	87,377	122,985	99,999	18,907	13,120	17,331	34,185	13,313	36,675	26,542	22,890	50,956
4歳		263,255	326,412	237,411	216,078	27,781	64,032	71,735	20,621	29,350	3,568	4,110	2,236	2,645	4,329	8,460	3,451	9,203	3,863	3,033
5歳+		68,377	41,929	86,600	51,636	19,080	9,009	12,603	13,932	438	972									
合計		11,795,613	10,646,284	7,509,312	6,524,216	5,434,368	3,663,276	2,619,777	1,632,462	912,338	479,551	386,804	295,587	583,434	783,718	1,220,599	2,169,219	1,897,174	1,478,252	1,285,380

加入量比(2001年級比:1歳)

0.14	0.92	0.52	1.00	1.80	0.65	0.882	1.73	0.78	0.454
0.13	0.51	0.49	1.00	1.73	0.85	1.00	1.73	0.78	0.454

漁獲係数		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		0.156	0.414	0.234	0.338	0.223	0.541	0.460	0.902	0.216	0.206	0.060	0.090	0.051	0.082	0.029	0.070	0.109	0.089	0.142
1歳		0.380	0.457	0.659	0.228	0.822	0.729	0.629	0.982	0.910	0.413	0.433	0.296	0.243	0.347	0.485	0.746	0.403	0.665	1.316
2歳		0.780	0.643	0.704	0.702	0.914	1.126	1.454	0.319	0.630	0.647	1.634	0.475	0.358	0.932	1.463	1.270	1.679	1.979	1.709
3歳		0.967	1.148	0.693	0.546	1.377	1.108	1.548	0.937	3.234	2.892	1.855	1.301	1.067	1.096	1.501	1.063	1.622	1.532	1.412
4歳		1.537	1.025	1.222	1.136	0.826	1.352	1.346	3.552	4.561	1.007	1.855	1.361	1.067	1.096	1.050	1.083	1.622	1.532	1.412
5歳+		5.337	1.945	1.222	2.136	0.826	1.352	1.346	3.552	4.561	1.007	1.855	1.361	1.067	1.096	1.050	1.083	1.622	1.532	1.412
合計		5.337	4.711	4.733	6.087	4.959	6.155	6.783	9.853	14.113	6.371	7.653	3.472	2.942	3.680	3.546	4.251	5.636	5.758	5.992

資源量(トン)

1987	15,870	11,069	9,286	7,312	6,993	5,153	4,090	2,940	2,940	2,030	1,116	936	673	1,192	1,482	2,176	2,895	3,653	2,855	2,355
合計	15,870	11,069	9,286	7,312	6,993	5,153	4,090	2,940	2,940	2,030	1,116	936	673	1,192	1,482	2,176	2,895	3,653	2,855	2,355

資源量比(2005年比)

1.0	0.70	0.63	0.50	0.47	0.44	0.33	0.27	0.20	0.20	0.15	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.15	0.19	0.25	0.19	0.16
1.0	0.70	0.63	0.50	0.47	0.44	0.33	0.27	0.20	0.20	0.15	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.15	0.19	0.25	0.19	0.16

漁獲物		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		3,260	2,878	1,921	2,110	2,124	1,163	1,631	1,713	381	157	254	130	519	459	881	1,063	2,017	1,072	721
1歳		4,833	3,091	2,451	1,745	2,079	1,836	1,968	1,089	381	278	43	261	163	500	520	1,110	2,029	772	788
2歳		4,880	2,586	2,424	1,782	1,728	1,068	1,219	633	586	172	376	165	359	192	522	482	671	1,376	579
3歳		2,551	1,657	1,851	982	903	1,095	980	341	492	460	121	87	192	224	70	208	137	103	241
4歳		339	137	983	285	74	212	217	75	144	27	53	19	21	37	73	29	70	28	26
5歳+		316	137	386	209	74	28	28	75	144	27	53	19	21	37	73	29	70	28	26
合計		15,870	11,069	9,286	7,312	6,993	5,153	4,090	2,940	2,030	1,116	936	673	1,192	1,482	2,176	2,895	3,653	2,855	2,355

資源量比(1998年比)

1.0	0.70	0.63	0.50	0.47	0.44	0.33	0.27	0.20	0.20	0.15	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.15	0.19	0.25	0.19	0.16
1.0	0.70	0.63	0.50	0.47	0.44	0.33	0.27	0.20	0.20	0.15	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.15	0.19	0.25	0.19	0.16

漁獲物		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		3,260	2,878	1,921	2,110	2,124	1,163	1,631	1,713	381	157	254	130	519	459	881	1,063	2,017	1,072	721
1歳		4,833	3,091	2,451	1,745	2,079	1,836	1,968	1,089	381	278	43	261	163	500	520	1,110	2,029	772	788
2歳		4,880	2,586	2,424	1,782	1,728	1,068	1,219	633	586	172	376	165	359	192	522	482	671	1,376	579
3歳		2,551	1,657	1,851	982	903	1,095	980	341	492	460	121	87	192	224	70	208	137	103	241
4歳		339	137	983	285	74	212	217	75	144	27	53	19	21	37	73	29	70	28	26
5歳+		316	137	386	209	74	28	28	75	144	27	53	19	21	37	73	29	70	28	26
合計		15,870	11,069	9,286	7,312	6,993	5,153	4,090	2,940	2,030	1,116	936	673	1,192	1,482	2,176	2,895	3,653	2,855	2,355

資源量比(2005年比)

1.0	0.70	0.63	0.50	0.47	0.44	0.33	0.27	0.20	0.20	0.15	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.15	0.19	0.25	0.19	0.16
1.0	0.70	0.63	0.50	0.47	0.44	0.33	0.27	0.20	0.20	0.15	0.08	0.07	0.05	0.08	0.10	0.15	0.19	0.25	0.19	0.16

漁獲物の平均体重(kg)		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
年		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳		0.74	1.65	0.67	0.67	0.69	0.56	0.63	0.64	0.36	0.15	0.25	0.13	0.22	0.31	0.22	0.60	0.67	0.38	0.83
1歳		1.39	1.01	1.02	1.02	1.02	0.83	0.89	0.49	0.18	0.11	0.03	0.05	0.03	0.27	0.20	0.503	0.579	0.30	0.58
2歳		2.57	1.58	1.63	1.63	1.75	1.30	1.42	0.78	0.20	0.08	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.260	0.400	1.023	4.28
3歳		2.50	1.73	2.64	2.01	2.64	2.00	2.01	2.98	1.40	0.48	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.119	0.119	0.94	163
4歳		3.51	2.61	2.64	2.45	2.03	3.31	3.01	3.95	5.70	7.50	0.35								

表2a 瀬戸内海東部におけるサワラの種苗放流による加入尾数(0歳資源尾数)の推定値と有標識率の推移

実施機関 調査方法 年級・データ	香川水試ほか			香川水試		香川水試						
	標識放流調査 0歳資源尾数 (大型種苗換算)	放流尾数	小型種苗 (尾数)	大型種苗 (尾数)	9-12月大型種苗 試験漁獲(10月) 有標識率(%)	有標識率(%)	2000年4-6月の大型 種苗の有標識率(%)	2001年4-6月の大型 種苗の有標識率(%)	2002年4-6月の大型 種苗の有標識率(%)	2003年4-6月の大型 種苗の有標識率(%)	2004年4-6月の大型 種苗の有標識率(%)	2005年4-6月の大型 種苗の有標識率(%)
1998年級						0/ 13=0						
1999年級	114,759	6,293	2,778	5,598	4/120= 3.3	2/ 73= 2.7	0/17=0	0/28=0	0/14=0	0/2 = 0		
2000年級	86,473	23,629	50,500	22,619	36/308=11.7	0/ 10=0		4/76=5.3	1/19=5.6	1/7=14.3		
2001年級	261,097	6,843	5,500	5,468	11/693= 1.6	0/105=0			2/75=2.7	0/23= 0	0/ 1= 0	
2002年級	924,492	95,742	51,000	82,992	40/1154= 3.5	9/289= 3.1				50/648=7.7	2/105= 1.9	5/142= 3.5
2003年級	218,589	106,993	94,000	83,493	113/442=25.6	11/43=25.6				180/473=38.1	24/113=21.2	24/113=21.2
2004年級	53,660	36,000		36,000	7/70=10.0	0/1=0						42/123=34.0
2005年級	1,198,170	113,419		113,419	60/787=7.6	8/134=6.0						
出典	竹森他(2005)			竹森(2006)		香川県(2005a)	香川県(2005b)					

注) 1. 竹森他(2005)による標識放流調査でのベターセン法での資源尾数の推定には放流量後の再捕数から再捕率が使用された。但し2003年は8月以降とされた。なお2003年と2004年の値は発表予定外の内部資料である。

2. 再捕率の差から小型種苗の効率を大型種苗の1 / 4として大型種苗換算の放流量を求めた。なお2000年は放流後種苗の斃死があり、1 / 50とした。

3. 香川県 2005a (2004年のサワラ漁況および2005年春季漁について、H17年3月2日、5p)。

4. 香川県 2005b (平成17年春季のサワラ漁獲状況、さわら流し網漁業者検討会資料、8p)。一部内部資料で補完した。雄雌での再捕を除く大型種苗の数値である。

5. 竹森弘征 2006 (サワラ生態調査: サワラの成長と2006年春季の漁況予測、香川県水産研究発表会資料、H18年3月14日、11p)。

6. 1999年級と2000年級では小型種苗と大型種苗のALC標識が同一であったため、すべての再捕魚を大型種苗と仮定した。

表2b 瀬戸内海東部におけるサワラの種苗放流による西部での有標識率の推移

実施機関 調査方法 年級・データ	愛媛中予水試東予ほか			愛媛中予水試東予			愛媛中予水試東予				
	標識放流調査 0歳資源尾数 (大型種苗換算)	放流尾数	小型種苗 (尾数)	大型種苗 (尾数)	2005年4月以降の 西部有標識率 (%)	2000年4月以降の 東部有標識率 (%)	2001年4月以降の 東部有標識率 (%)	2002年4月以降の 東部有標識率 (%)	2003年4月以降の 東部有標識率 (%)	2004年4月以降の 東部有標識率 (%)	2005年4月以降の 東部有標識率 (%)
1998年級											
1999年級											
2000年級									1/2 = 0.50		0/1=0
2001年級					0/1=0				0/21= 0	0/ 1= 0	0/3=0
2002年級	25,674	9,099	66,300	9,099	0/56= 0				0/130=0	0/47= 0	0/56= 0
2003年級	15,689	15,689		15,689	6/71=8.45				(11/190= 5.79)	2/38=5.26	1/71=1.41
2004年級	45,273	40,273	20,000	40,273	1/439=0.23					(0/21= 0)	1/439=0.23
2005年級	42,836	42,086	3,000	42,086	(0/218=0)						(5/218=2.29)
出典	未発表資料			愛媛県(2004,2005)			愛媛県(2004,2005)			未発表資料	

注) 1. 有標識率は愛媛県 2004 (平成15年度漁期の操業状況等、資源回復計画担当者会議資料、4p)、愛媛県 2005 (平成16年度及び17年度サワラ有標識率調査資料、3p)及び未発表資料による小型種苗を含む数値である。

注) 2. カッコ内の有標識率は9-12月の値を示す。

表3 瀬戸内海産サワラの漁獲量と資源量の将来予測(自然死亡係数は0.3)

Fcurrent、Fsus、Flimit、Ftargetはそれぞれ漁獲圧力を現状維持する、資源量を維持する、ABClimit及びABCtargetを実現する管理方策を示す。
放流ありは10万尾で添加効率を0.52とした。

漁獲量

管理方策 / 年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Fcurrent	1,210	935	915	816	774	706	660
Fcurrent(放流あり)	1,210	939	950	893	881	847	829
Fsus	1,210	939	900	904	902	902	903
Flimit	1,210	939	630	779	951	1,176	1,418
Ftarget	1,210	939	534	710	918	1,217	1,550

資源量

管理方策 / 年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Fcurrent	2,355	2,242	2,120	1,933	1,808	1,664	1,548
Fcurrent(放流あり)	2,355	2,296	2,259	2,163	2,114	2,046	1,997
Fsus	2,355	2,296	2,259	2,259	2,259	2,259	2,259
Flimit	2,355	2,296	2,259	2,785	3,411	4,159	5,018
Ftarget	2,355	2,296	2,259	2,974	3,873	5,018	6,409

漁獲割合

管理方策 / 年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Fcurrent	0.51	0.42	0.43	0.42	0.43	0.42	0.43
Fcurrent(放流あり)	0.51	0.41	0.42	0.41	0.42	0.41	0.42
Fsus	0.51	0.41	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Flimit	0.51	0.41	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Ftarget	0.51	0.41	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24



図 1-1 瀬戸内海におけるサワラの分布図

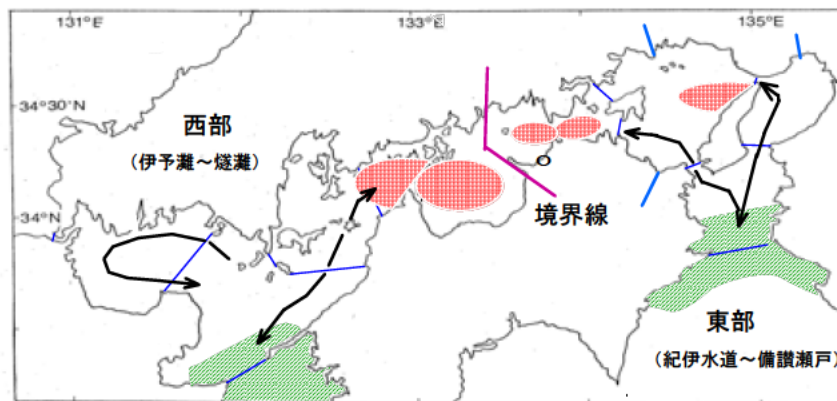


図 1-2 サワラの回遊図

産卵場 越冬場

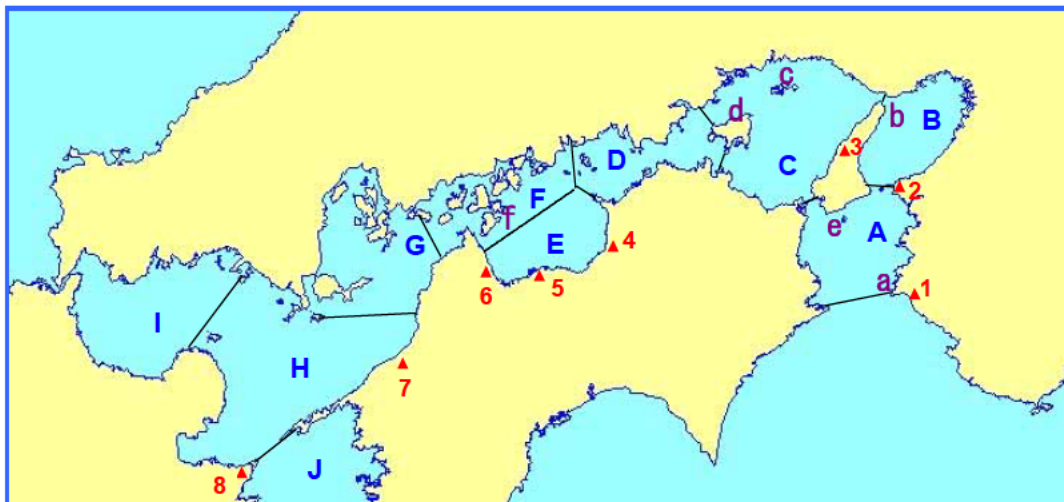


図2 灘区分および標本漁協の位置

A: 紀伊水道 B: 大阪湾 C: 播磨灘 D: 備讃瀬戸 E: 燧灘
 F: 備後・芸予瀬戸 G: 安芸灘 H: 伊予灘 I: 周防灘 J: 豊後水道
 a: 日ノ岬 b: 淡路島 c: 家島諸島 d: 小豆島 e: 沼島 f: 岡村島
 1: 御坊 2: 加太 3: 五色 4: 川之江
 5: 垣生 6: 河原津 7: 上灘 8: 佐賀関

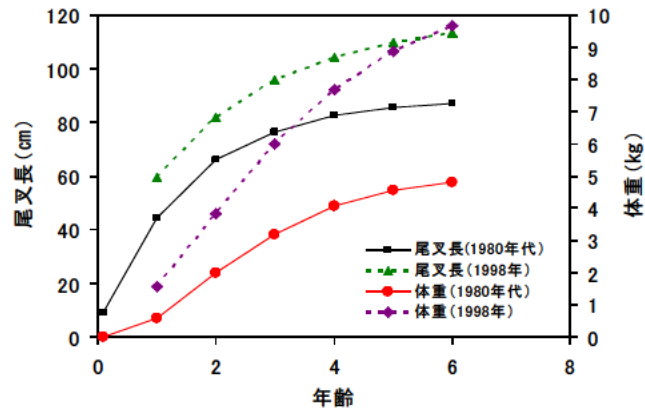


図 3 瀬戸内海産サワラの年齢別成長

1980年代は岸田ら(1985)及び中村・上田(1993)、
1998年は香川県(1999)による

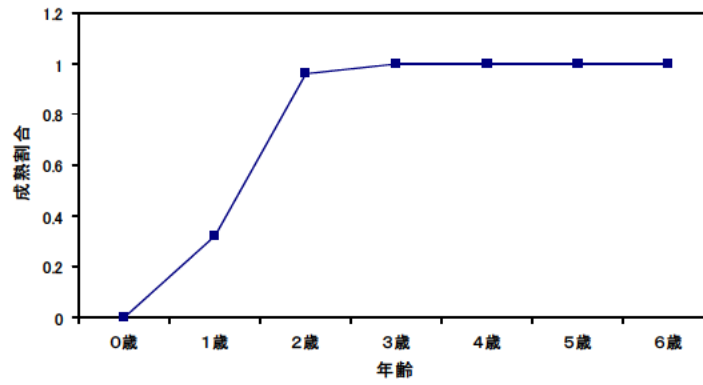


図 4 瀬戸内海産サワラの年齢別成熟割合

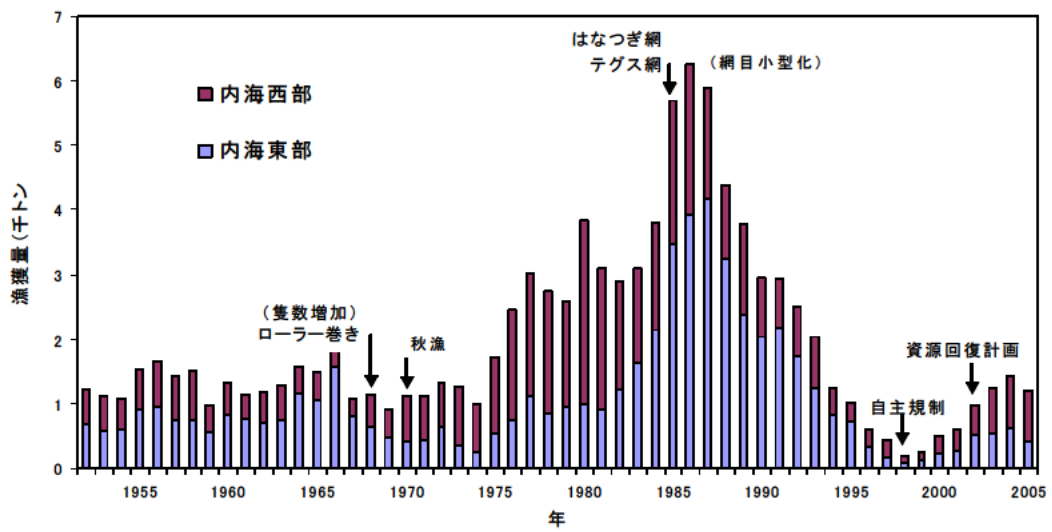


図 5 瀬戸内海におけるサワラ漁獲量の年変化



図 6 サワラの漁業種類別規制内容
 注) 春と秋はさわら流し網 (網目は 10.6cm 以上) の規制。
 () 内は禁漁期間を示す。但し曳縄は主対象とした操業の禁止。

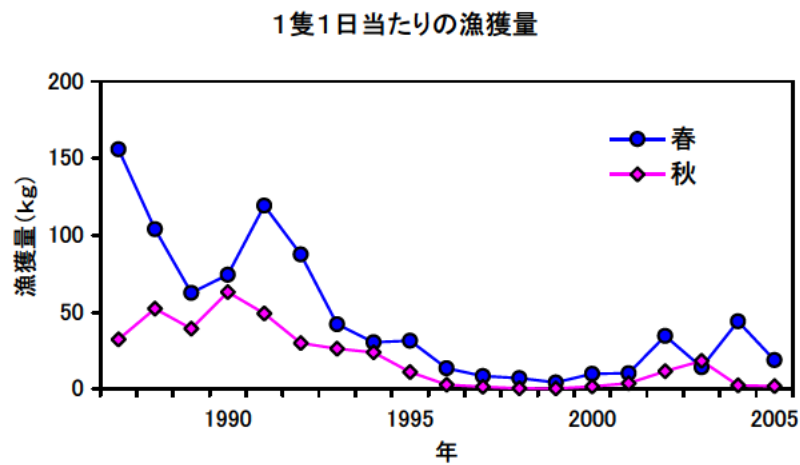
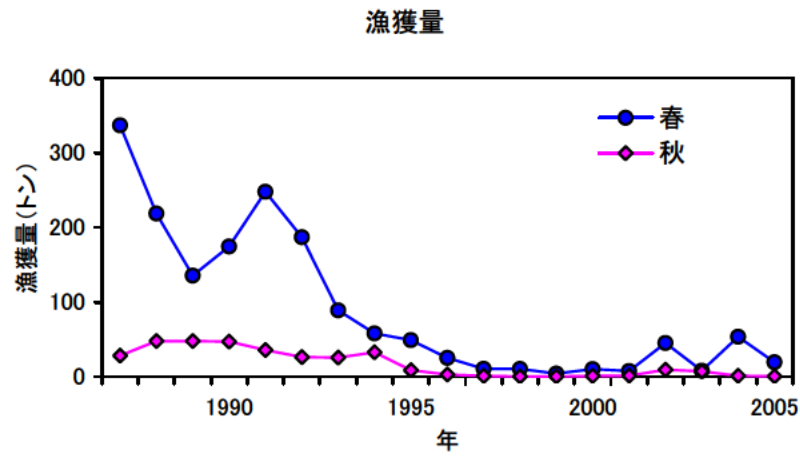
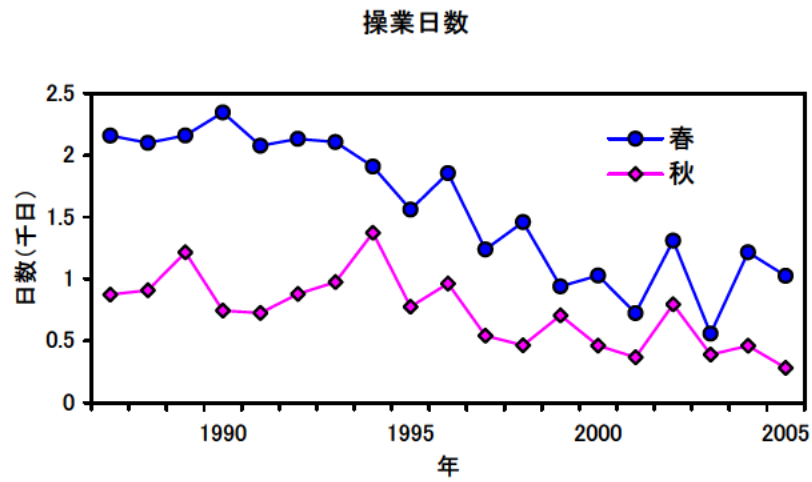
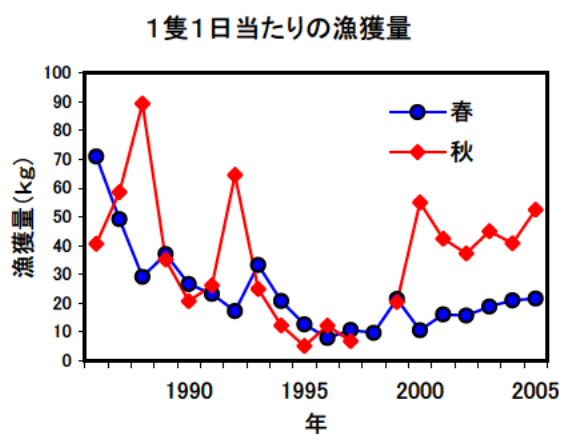
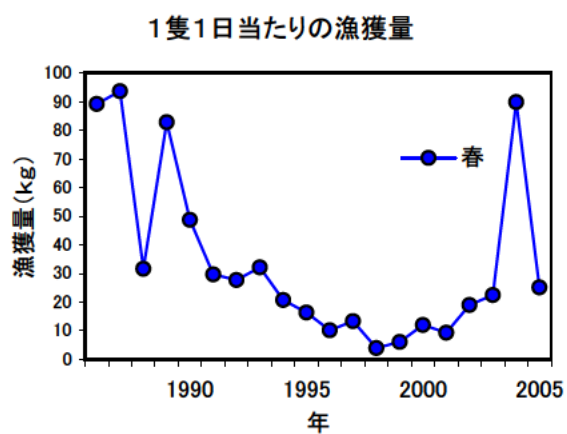
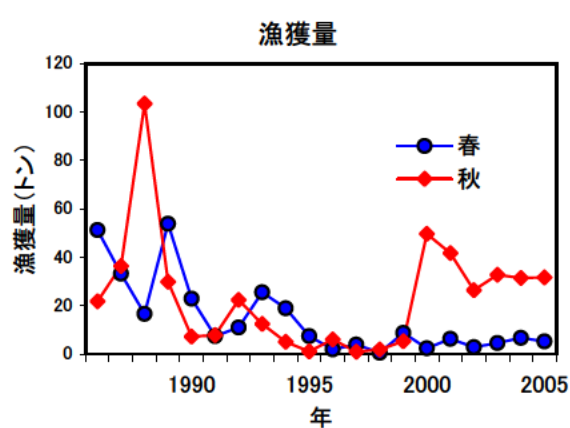
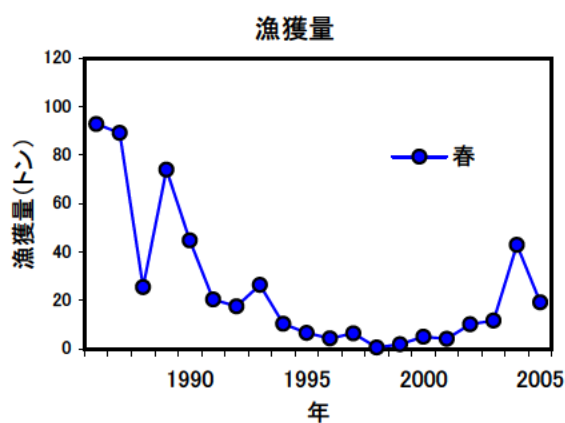
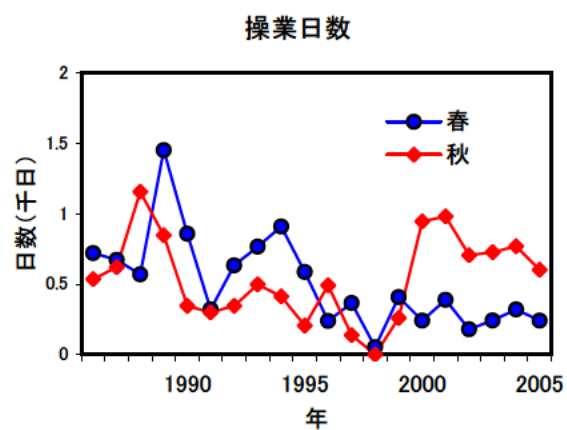
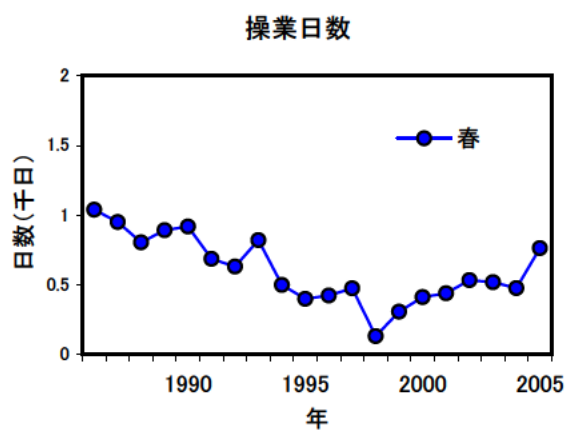


図 7 五色(鳥飼及び都志)におけるサワラ流し網船の操業日数、漁獲および1隻1日当たりの漁獲量



[河原津]

[上灘]

図 8 瀬戸内海西部におけるサワラ流し網船の操業日数、漁獲量及び1隻1日当たりの漁獲量

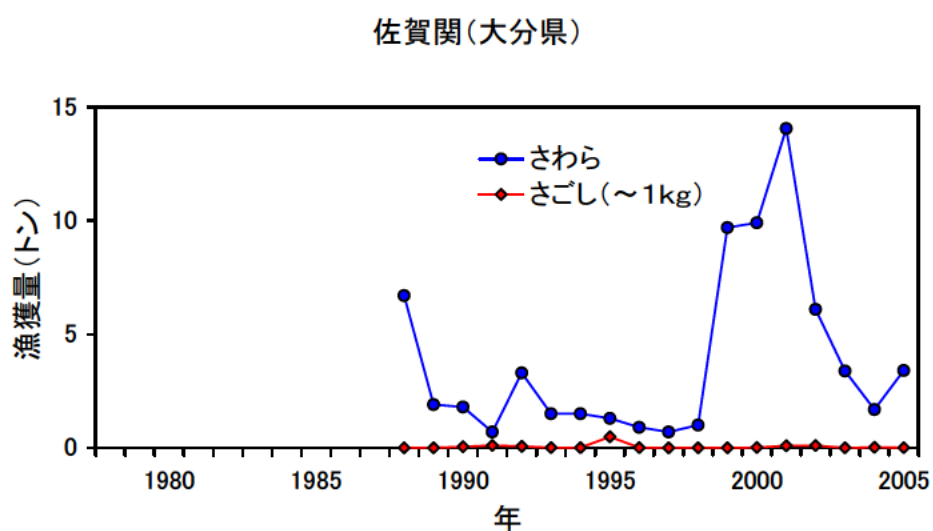
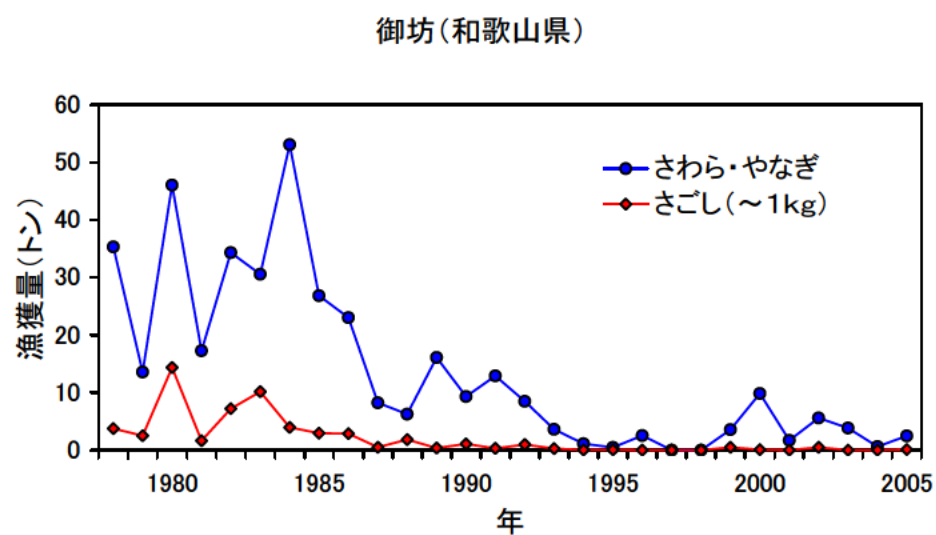
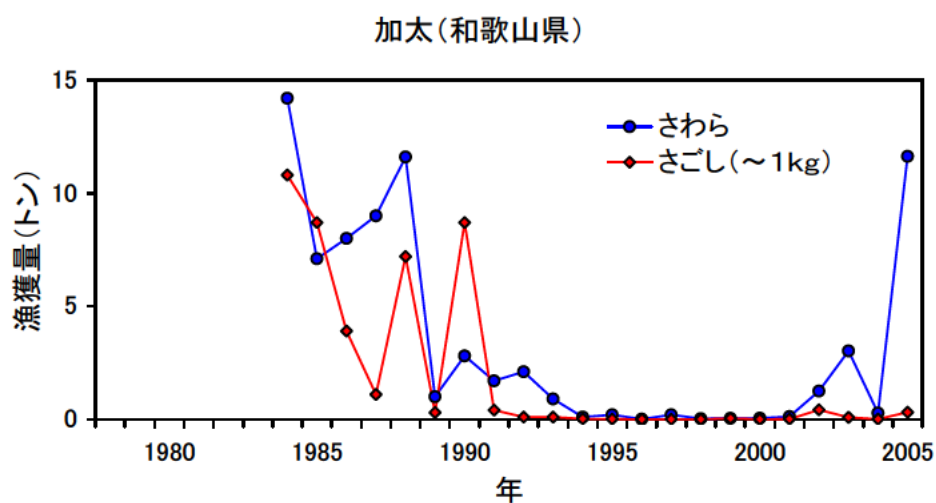


図 9 水道域におけるサワラの漁獲量の年変化
加太は暦年、それ以外は9月～翌年5月
但し、2005年は翌年3月まで

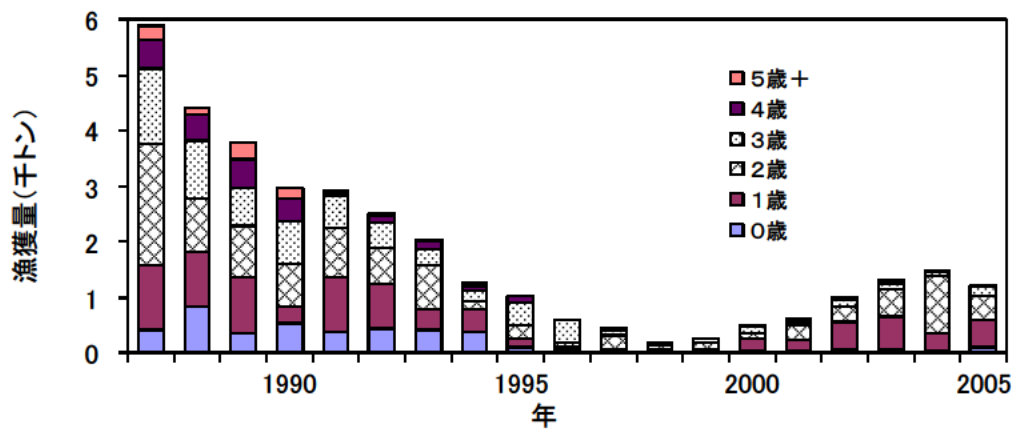
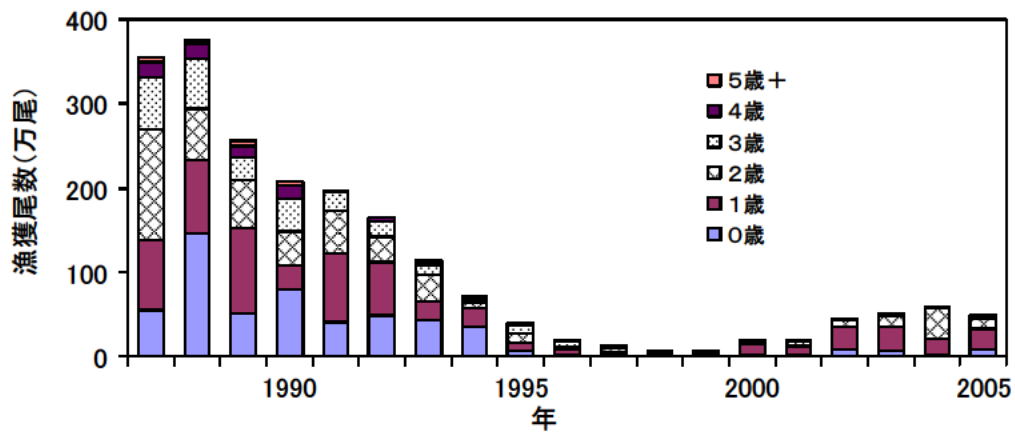


図 10 瀬戸内海産サワラの年齢別漁獲尾数・漁獲量の推移

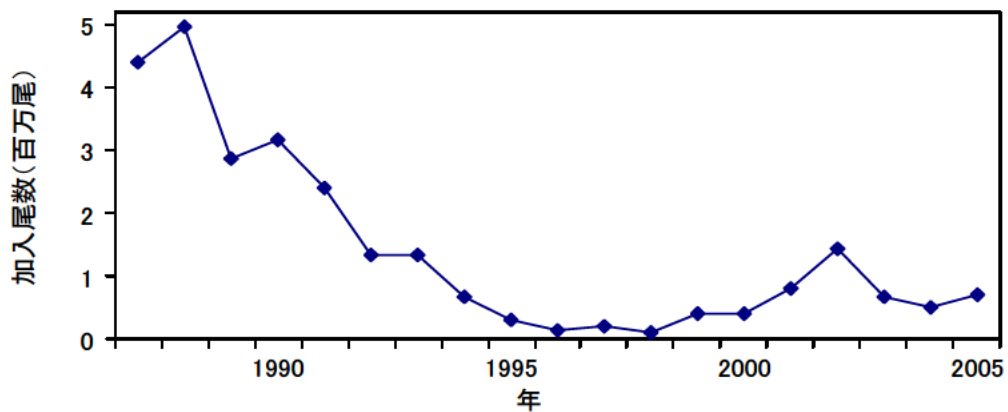
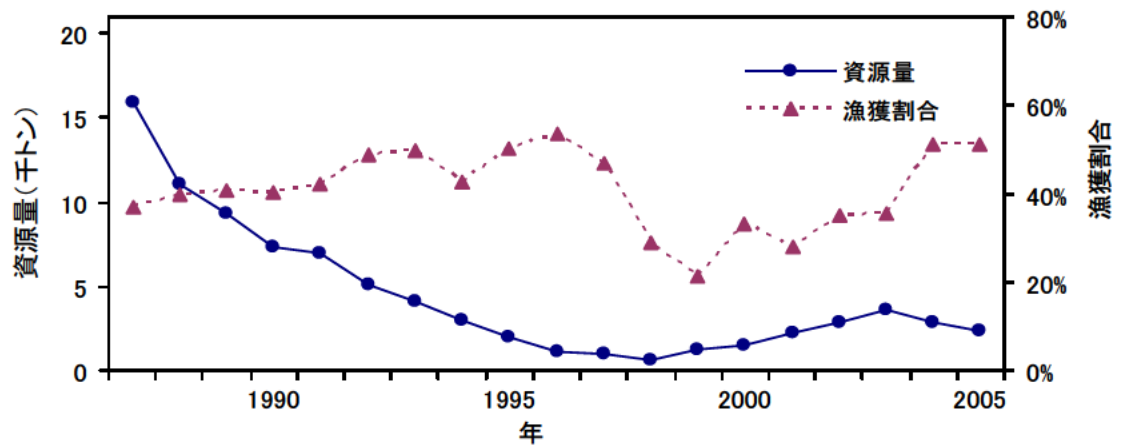


図 11 瀬戸内海におけるサワラの資源量と加入尾数の年変化

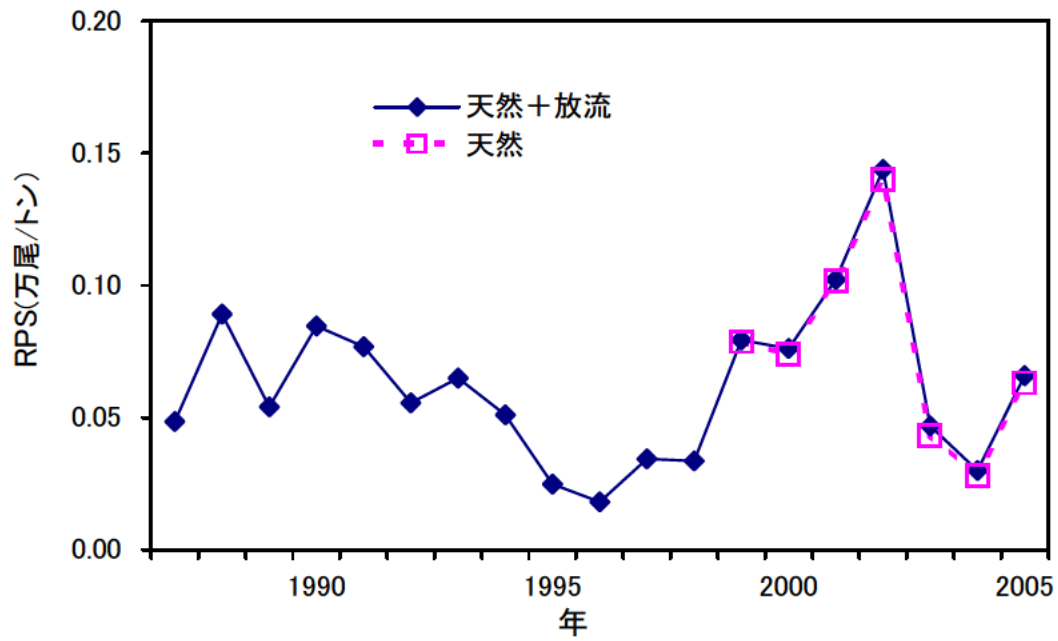


図 12 瀬戸内海におけるサワラのRPSの推移

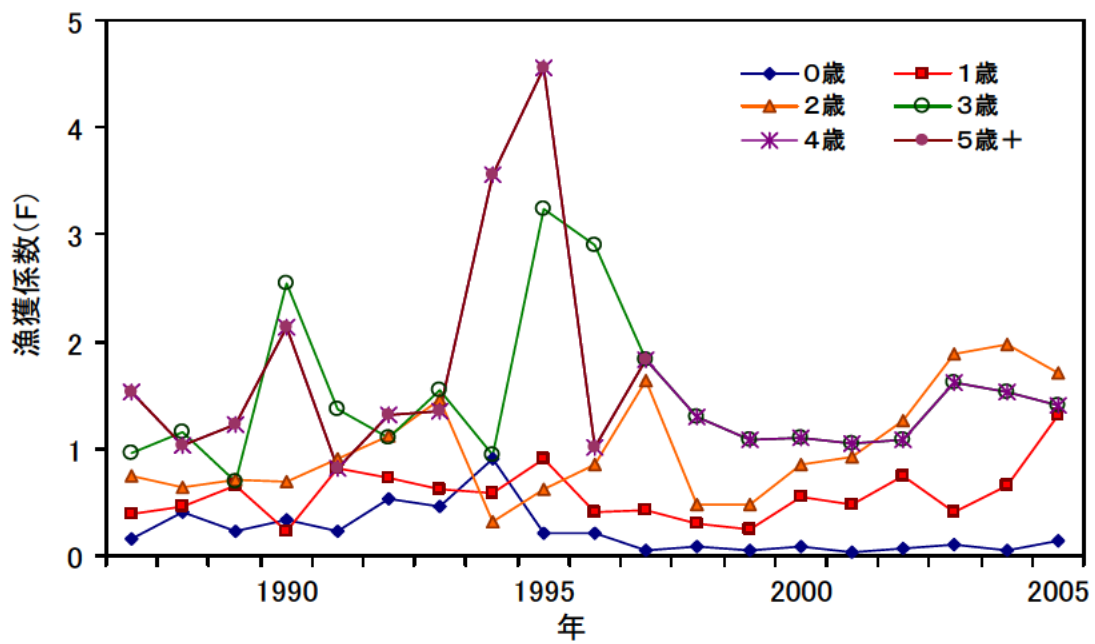


図 13 瀬戸内海におけるサワラの年齢別漁獲係数の推移

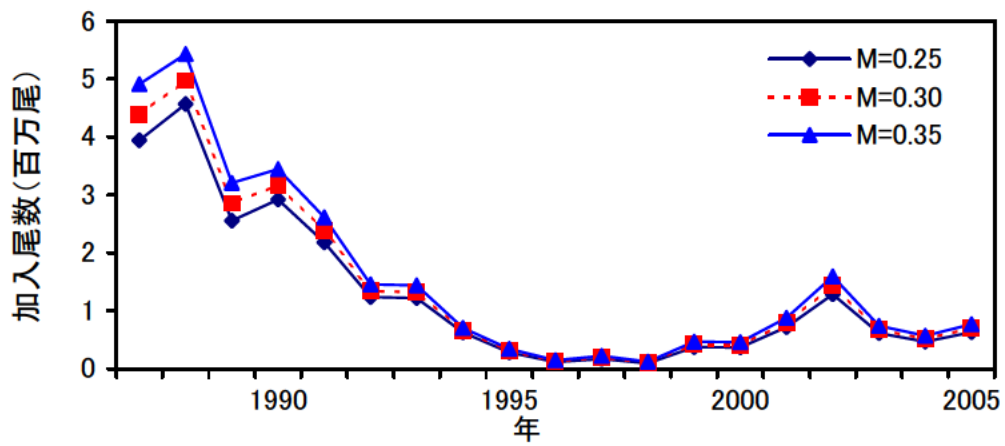
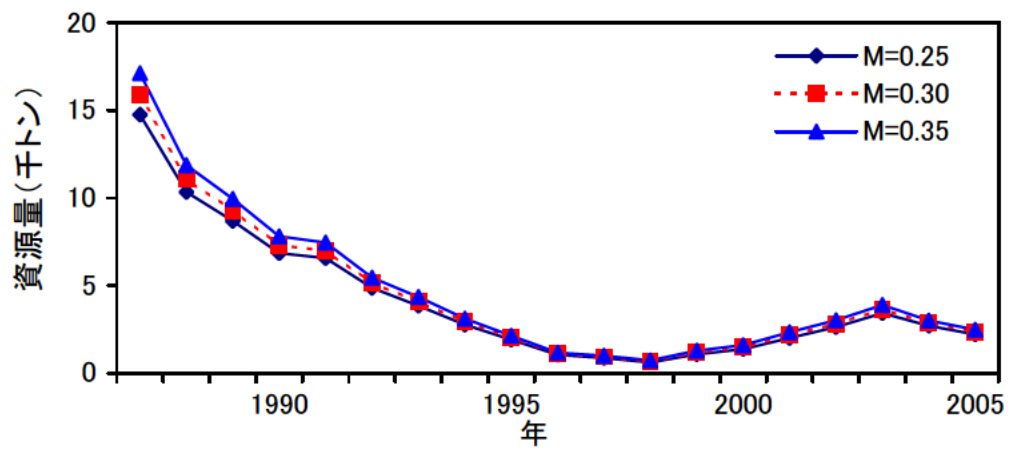


図 14 自然死亡係数(M)の変化による資源量および加入尾数の変化

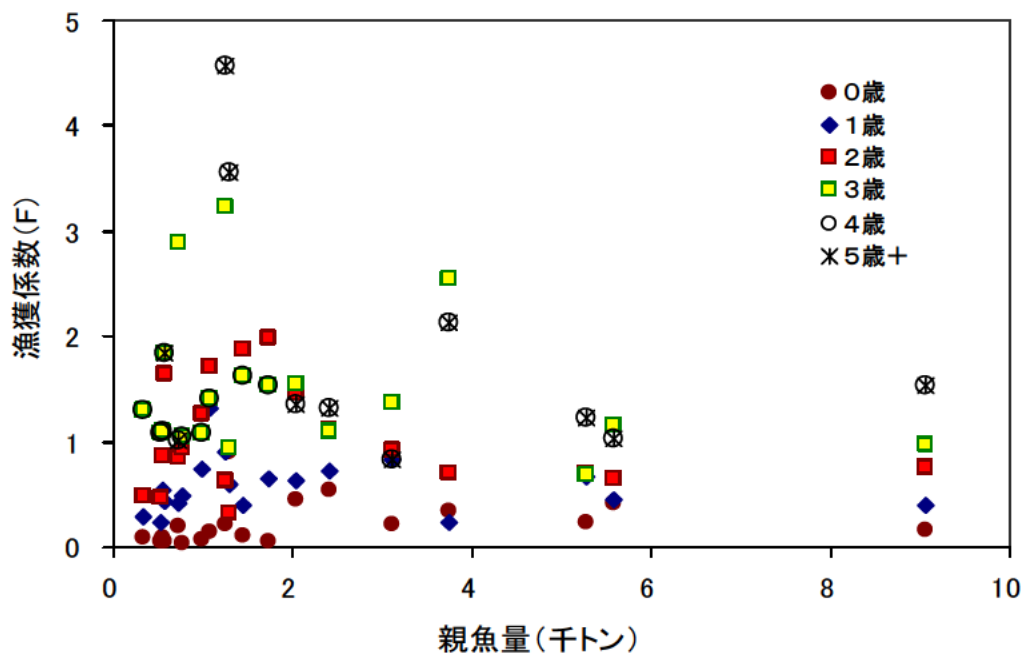


図 15 瀬戸内海産サワラの親魚量と漁獲係数の関係

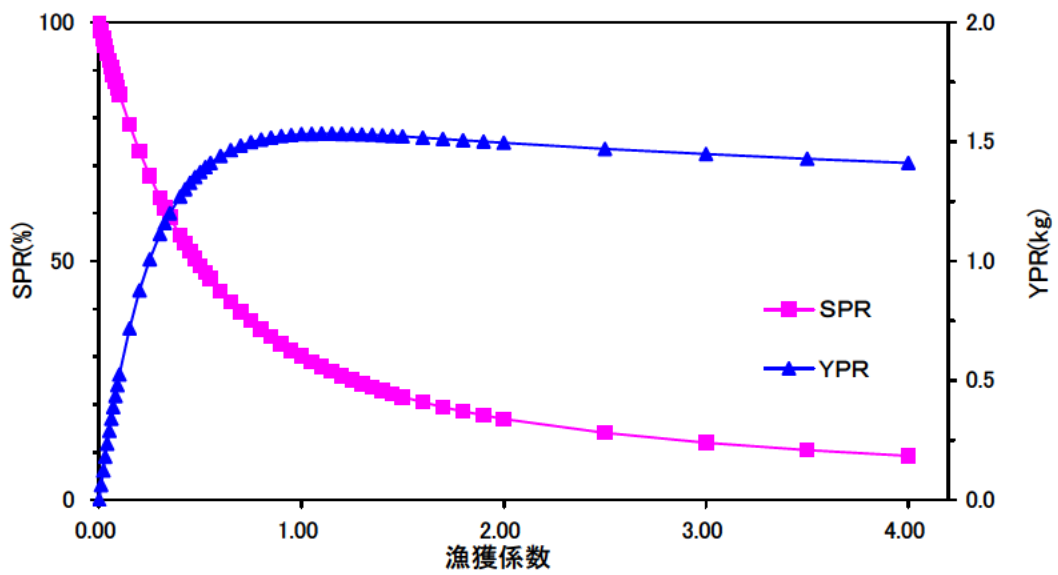


図 16 瀬戸内海産サワラの SPR 及び YPR(M=0.3)
漁獲係数は2歳の値を示す

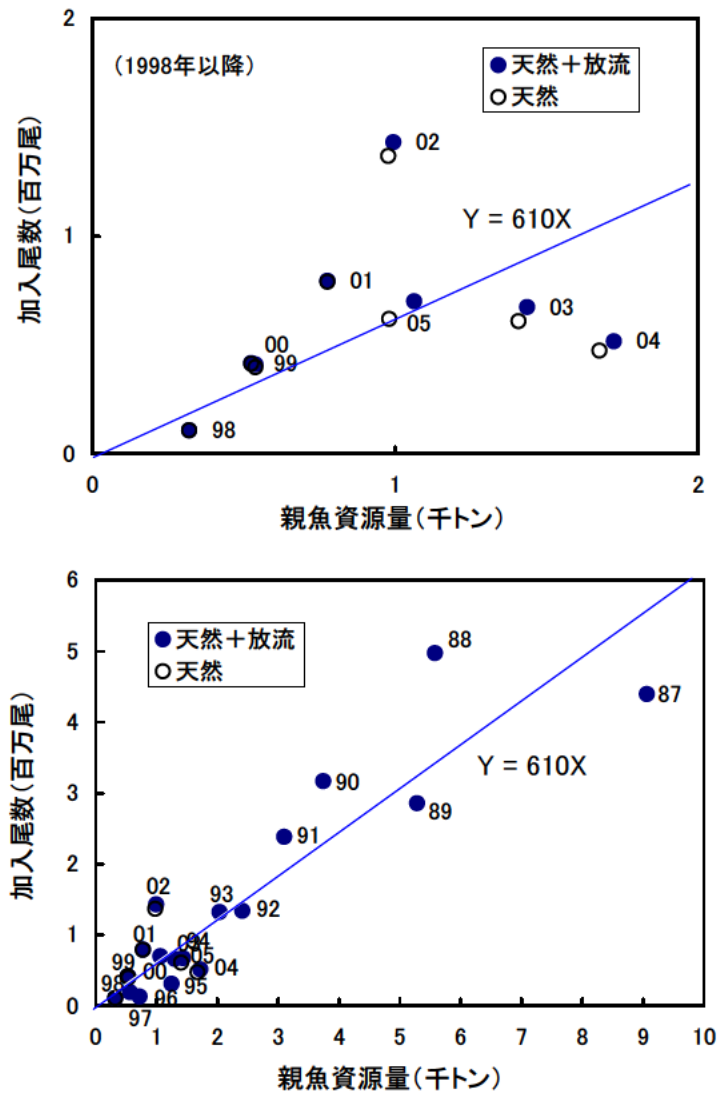


図 17 瀬戸内海産サワラの親魚量(トン)と加入尾数との親子関係
数字は西暦の下2桁を示す
回帰係数は天然の場合を示す

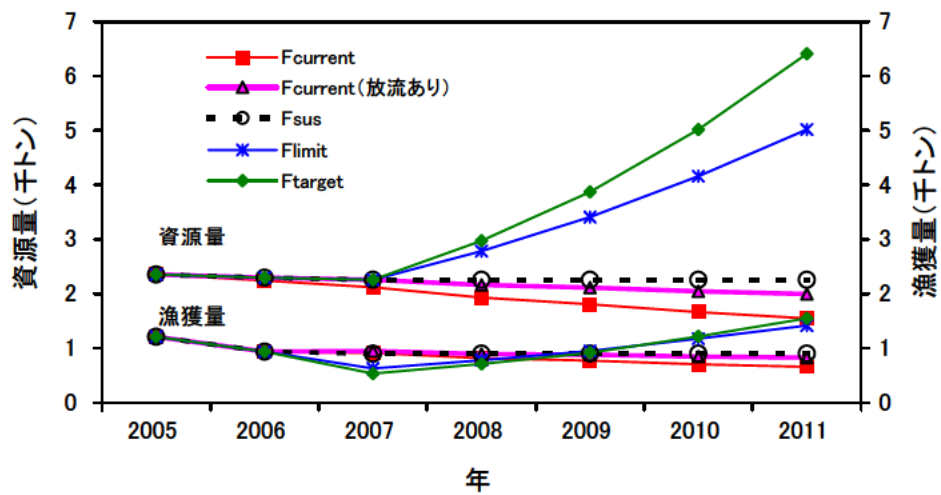


図18-1 瀬戸内海産サワラの資源量の将来予測(自然死亡係数は0.3)
Fcurrent、Fsus、Flimit、Ftargetはそれぞれ漁獲圧力を現状維持する、
資源量を維持する、ABClimit及びABCtargetを実現する管理方策を示す

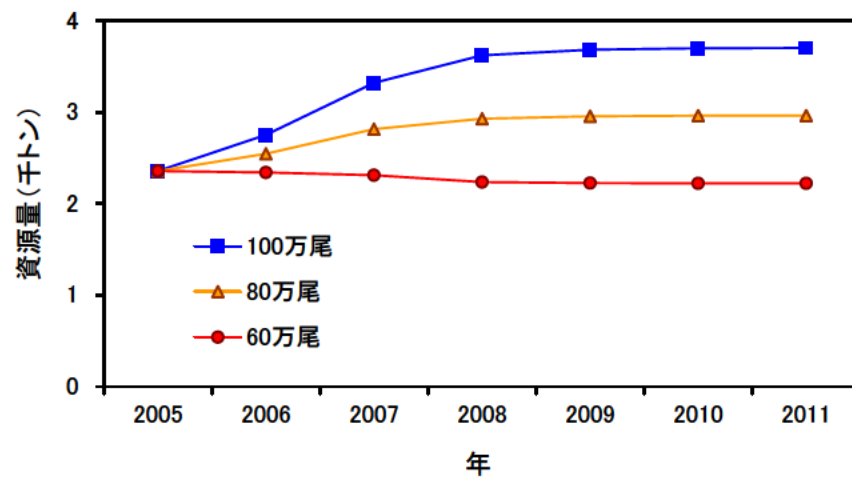


図18-2 瀬戸内海産サワラの資源量の将来予測(自然死亡係数は0.3)
加入尾数は60万、80万、100万尾に固定

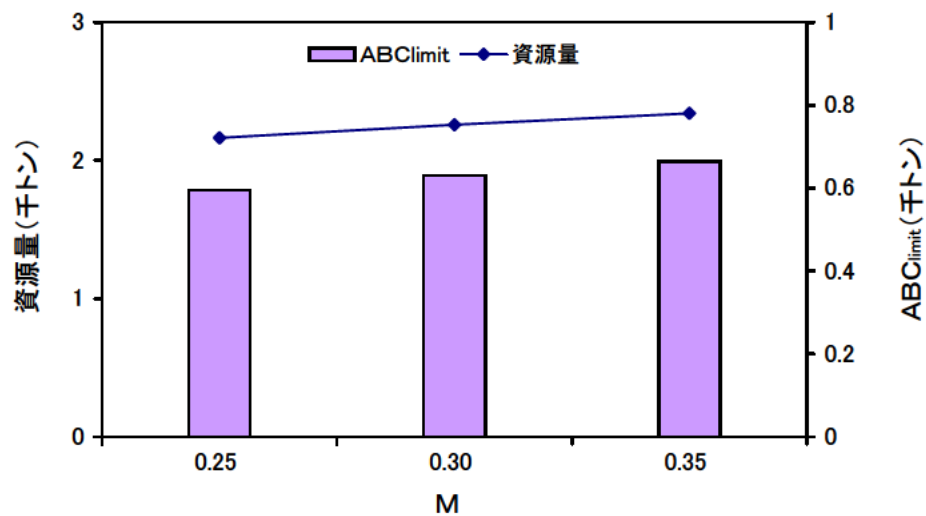
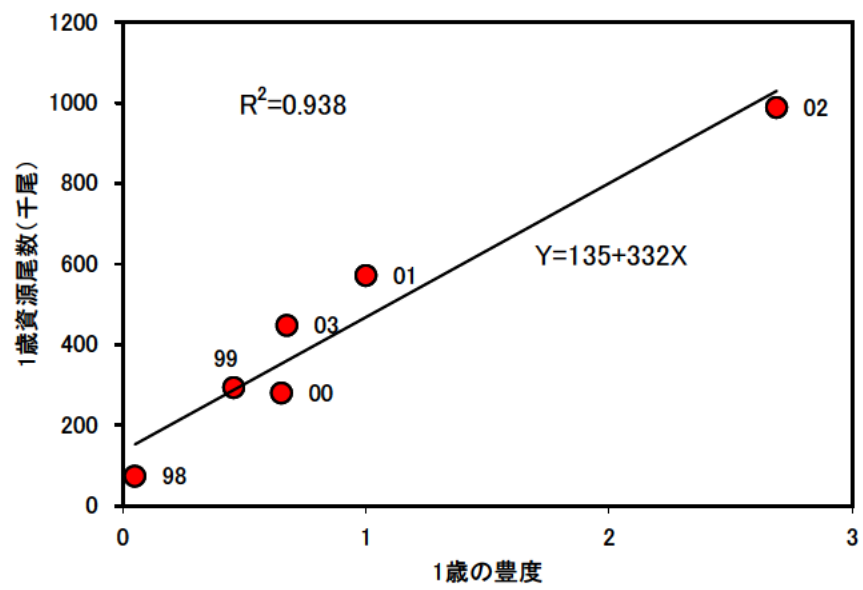


図19 Mを変化させた場合の2007年の資源量とABClimit



付図1 1歳魚の豊度とコホート解析で得た資源尾数との関係
豊度は2001年を1とする相対値