

平成15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）

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、広島県水産試験場、大分県海洋水産研究センター及び同浅海研究所

要 約

1986年に6,255トンで最高となった瀬戸内海産サワラの漁獲量は1998年には196トンと最低になった。2002年には漁獲量は984トン（前年の1.6倍）、東部（備讃瀬戸以東）で521トン（1.9倍）、西部（燧灘以西）で463トン（1.4倍）まで回復した。

1999年から播磨灘で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、東部では資源量が1987年の約12,200トンから2002年には1,020トンに、同期間に西部では約5,500トンから888トンになった。資源水準は低位である。資源は東部で1997年、また西部では1998年を底に増加傾向にある。この回復は1999年級以降比較的加入が良いことに支えられている。

資源量が最大時の約1/3に低下した1990年代当初から当歳魚の体長の増大が顕著に認められた。サワラ資源を安定して利用するには、資源量をその頃の水準、すなわち東部で4,000トン、西部で1,800トンの水準まで回復させるのが望ましい。

資源の枯渇を恐れ、1998年から播磨灘と備讃瀬戸で漁業者により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。2001年と2002年に漁獲努力は増大したとみられ、2002年の水準で漁獲を続けた場合、資源は持続できずに減少していくと予測される。2004年から漁獲量を東部で400トン、西部で300トンに止めると、資源を持続できる。

2004年のABCは2002年の漁獲量に比べ半分以下と小さいが、資源の回復を早める。

瀬戸内海東部

	2004年ABC (ト)	資源管理基準	F 値	漁獲割合 (%)
ABC _{limit}	257	F 30%	0.62	30
ABC _{target}	215	0.8 F 30%	0.50	25

注) Fは2歳の値。

年	資源量 (ト)	漁獲量 (ト)	F 値	漁獲割合 (%)
2001	810	274	1.01	34
2002	1,020	521	1.56	51
2003	950	-	-	-

注) F は 2 歳の値。

瀬戸内海西部

	2004年ABC (ト)	資源管理基準	F 値	漁獲割合 (%)
ABC _{limit}	188	F 30%	0.60	26
ABC _{target}	157	0.8 F 30%	0.48	22

注) F は 2 歳の値。

年	資源量 (ト)	漁獲量 (ト)	F 値	漁獲割合 (%)
2001	794	331	0.78	42
2002	888	463	2.00	52
2003	914	-	-	-

注) F は 2 歳の値。

(水準・動向)

水準：低位

動向：増加

1. まえがき

瀬戸内海（以下内海と呼ぶ）のサワラの分布を図1-1、漁場を図1-2に、主要漁協の位置を図2に示す。

内海の漁獲量はかつて東シナ海に次いで多く、我が国周辺のさわら類漁獲量（ヨコジマサワラやウシサワラを若干含む）の1/3～1/2を占めたが、2002年には984トン（11%）となった。

内海産のサワラは2002年4月から水産庁の資源回復計画の対象となり、様々な管理が開始された（図3）。

1999年からサワラの種苗放流が播磨灘で開始された。体長8～10cmの大型種苗に換算した放流尾数は1999年から2002年までそれぞれ0.6万尾、2.3万尾、0.5万尾、8.3万尾である。

燧灘では種苗放流が試行されている。後述する資源量推定値はこれらの種苗放流分を含む。

2. 生態

(1) 分布・回遊

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。

漁期は春（4～7月）と秋（8～12月）に二分される。春漁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、秋漁は内海からの移出期に主に当（0）歳及び1歳を対象とする。冬季には水道付近で越冬群を対象に冬漁が行われるが、量は少ない。

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。

漁場の形成と移動状況から備讃瀬戸以東の東部と燧灘以西の西部の2系群の存在が想定されている（林ほか 1919；中込 1971）こと及び漁業管理を実施する際の地域的まとまりを考慮し、便宜上東西別に資源計算を行う。

(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は図4の通りである。

上記の年齢と尾叉長の関係や尾叉長と体重の関係式はいずれも1980年から1990年までの間に行われた調査で、中村・上田（1993）と岸田ら（1985）に基づく。

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・産卵生態

篠原（1993）によれば雌は1歳で32%、2歳でほぼ100%成熟する（図5）。

(4) 被捕食関係

サワラの仔魚は初期に動物性プランクトンを一部捕食するが、カタクチシラスを中心とした仔魚を主に捕食する（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主に捕食する。

3. 漁業の状況

内海でのさわら類漁獲量は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1980年代半ばまで増加し、1986年に6,255トンと過去最高となった。しかしその後は一転して減少に転じ、1994年から2,000トンを割り込み、1998年は196トンで最低となったが、2001年には603トン、2002年には984トンになった（図6）。

1985年以降は化繊網でもテグス網が使われるようになり、同時に網目が小型化した（上田 1990、中村 1991）。またこの年からその他の巻網に分類されるはなつぎ網による操業が播磨灘北部で30年振りに復活した。

漁獲量が多かった1980年代半ばには内海の漁獲量のおよそ6～7割は東部で漁獲されたが、1994年以降東西間に差は認められず、いずれの海域とも漁獲は低調である。

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が、その他

に釣り、また1980年代半ば以降はなつぎ網（その他のまき網）による漁獲が増し、釣りと同程度となった。

冬漁の漁獲量はもともと少ないが、1987年以降紀伊水道及び外域の冬漁は極度に不振が続いた（武田 1996）。内海東部ではサワラ資源が枯渇するのではないかと、漁業者に危機意識が芽生え、1998年から播磨灘と備讃瀬戸で秋漁期の休漁が漁業者の自主的努力により実施されてきた。

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施策が実行され始めた（図3参照）。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。

4. 資源の状態

（1）資源評価方法

1987～2002年の水域・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）。

（2）標本漁協での1隻1日当たりの漁獲量など

内海東部

播磨灘：兵庫県五色町漁協（鳥飼＋都志）のサワラ流し網

2002年の春漁（4～7月）では操業日数は前年の1.8倍、漁獲量は6.1倍、1隻1日当たりの漁獲量は3.5倍であった（図7）。秋漁（8～12月）も1隻1日当たりの漁獲量は前年の2.8倍と好漁であった。

内海西部

燧灘：愛媛県東予市河原津漁協のサワラ流し網

河原津では2002年の春漁（4～7月）で操業日数は前年に比べ1.2倍、漁獲量は2.5倍、1隻1日当たりの漁獲量は2.0倍に増加した（図8）。

伊予灘：愛媛県双海町上灘漁協のサワラ流し網

上灘では春漁（4～7月）の操業日数は前年の0.5倍、漁獲量は0.4倍に減少したが、1隻1日当たりの漁獲量は前年並みであった（図8）。秋漁（8～12月）では操業日数は前年の0.7倍、漁獲量は0.6倍、1隻1日当たりの漁獲量は0.9倍に減少したものの、前年に続き高い水準にあった（図8）。

水道域

和歌山県の加太（釣り）と御坊（釣り）

これらの地でのさごし漁獲量をその年生まれの加入量の指標とみれば、1999年の漁獲量は加太で2001年までの8年間また御坊でも2001年までの9年間のなかで最も高かった（図9）ので、1999年には加入量が多かったことが分かる。このため2000年の御坊でのさわら・やなぎの漁獲量は前述の9年間で最高となった（図9）。また御坊では2002年のさわら・やなぎの漁獲量も多い。このように最近の数年のなかで1999年級と2001年級の加入が多いことが東部の漁獲状況からうかがえる。

大分県の佐賀関（釣り）

1999～2002年にさわらの漁獲量が最近14年間のなかで高い水準になった（図9）。

以上東西の水道域での漁獲状況から1999年級と2001年級の加入が多いことがうかがえる。

(3) 漁獲物の年齢組成の推移

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; 図1)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)。

(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1~2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。

これによると、東部では資源量が1987年の約12,200トンから1997年に299トンに減少した後、2002年には1,020トン(1997年の3.4倍)まで回復した。同じく西部では約5,500トンから1998年に320トンに減少した後、2002年には888トン(1998年の2.8倍)に回復した。漁獲割合は1998年と1999年に一時的に低下したが、2002年には東西いずれも50%を超えた。

年齢別漁獲係数の推移を図12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13に示す。

更にプレコーショナリー・プロットを図14に、SPR(産卵親魚量)及びYPR(加入当たりの漁獲量)図を図15に示す。

(5) 資源水準・動向の判断

東部と西部いずれも親が減少するにつれ、加入が減少しており、加入乱獲の状況にある。ただし1999年級以降加入は上向きになって来た。特に2002年級は2002年の秋から2003年の春までにサゴシとして近年になく多獲されている(香川県水産試験場 2003)。

資源量は依然低位であるが、東部で1997年、西部で1998年を底として増加している。この増加は1999年級以降加入が上向きになってきたことに支えられてきた。従って資源水準・動向を低位・増加とする。

5. 資源の変動要因

(1) 資源と漁獲の関係

親子関係は東部で比較的明瞭な直線関係がみられるが、西部では明瞭な関係がみられない(図16)。親魚資源量が3,000トンの場合、東部では200万尾、西部ではおよそ100万尾の加入が期待される。西部では1996年以前に0歳や5歳+の漁獲尾数が0となっている(表2)。年齢組成のもとである尾叉長組成の測定地(月)が限られたからである。このためコホート解析で求めた西部の加入尾数の信頼性は高くない。そこで、以下の分析では東部の親子関係を西部にも使用した。

(2) 資源と海洋環境の関係

東部の大阪湾では1999年から8~12月にサワラの漁獲量が増加した。同時期の水温が上昇し、サワラの餌料生物であるカタクチイワシの漁獲が増加した(図17)。更に10~12月に紀伊水道や外域でフグ縄にかかるサワラが1990年の水準まで回復した(徳島県立水産研究所 2003)。

西部でも伊予灘の上灘で2000~2002年の秋漁の1隻1日当たりの漁獲量が過去7年の平均値に比べ3~4倍高い。この漁獲は尾叉長組成資料から見て1歳魚主体である。2002年の秋には山口県の周防灘で79トン、大分の別府湾で80トンの漁獲があり、好漁であった。

伊予灘でも2月で代表させた冬季の水温が近年上昇している(田村 2003)。

このように東西水道域周辺では秋～冬季に水温が上昇し、サワラが滞留して、とられやすい海況状況をもたらしているようだ。

サワラでは1999年級以降加入が上向きになってきた。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が1999年以降それ以前の7年間に比べ高い(河野、銭谷 2003)ことはサワラ仔魚の生残に有利に働いている。

一方、資源の減少に呼応し、東西いずれも同一年齢で魚体が大型化している(図18)。ところが1998年から東西ともに資源が回復する傾向が見られるなかで、東部では11月の0歳魚や西部の1歳魚の尾叉長が小さくなった。このような0歳魚や1歳魚の尾叉長の大きさを年級群の強さの指標として使えないか、今後更に検討する。

(3) 種苗放流効果

コホート解析によるサワラの加入尾数推定値と大型種苗に換算した放流尾数の割合を人工種苗の添加割合とすると、内海東部における人工種苗の添加割合は1999年と2001年に2～3%と低く、2000年と2002年には17～19%と高い(表3)。

2002年はコホート解析とペターセン法による標識放流法(竹森ほか 2003)とで加入尾数が大きく異なる(表3)。2002年の標識放流調査における有標識率は過小、逆に加入尾数と人工種苗の添加割合は過大かも知れない。

サワラの種苗放流効果については今後の経過をみて判断したい。

6. 資源目標・管理基準値・2004年ABCの設定

(1) 管理評価のまとめ

東部では資源量が1987年の約12,200トンから1997年に299トンに減少した後、2002年には1,020トン、同じく西部では約5,500トンから1998年に320トンに減少した後、2002年には888トンまで回復した。東西いずれも親が減少するにつれ加入が減少する加入乱獲の状況にある。資源量は依然低位であるが、1999年級以降加入が上向きであることから資源水準・動向を低位・増加とする。

(2) 資源管理目標

内海のサワラ漁獲量は1986年に最大であった。1987年の漁獲量は1986年とほぼ同じであるので、以下の分析では便宜上1987年の資源量を最大値とする。

当歳魚ほか同一年齢魚の魚体の増大が顕著に認められるようになったのは資源量が最大時の約1/3に低下した1990年代当初であることから、内海のサワラ資源を安定して利用するには、資源量をその頃の水準、すなわち東部で約300万尾(4,000トン)、西部で約125万尾(1,800トン)の水準まで回復させるのが望ましい(瀬戸内海区水産研究所 1998)。

(3) 2004年ABCの設定

自然死亡係数(M)は0.30のほか、0.25と0.35の3つの場合について、漁獲係数と親子関係を定めて、資源予測した。資源予測には上述したように東部の親子関係を西部にも使用した。資源量推定を行った期間は資源が急激に減少した時期にあたるので、想定した直線的な親子関係は見せかけの可能性がある。親子関係は十分解明されているとは言えないので、管理基準と漁獲制御ルール(平成15年度)の1-3)-(3)によることとした。

この場合資源が低位にある時、 F_{limit} は基準値($F_{30\%SPR}$ など)か現状のFの小さな値 $\times 2$ である。また F_{target} は $F_{limit} \times 2$ である。

東部と西部いずれも現状のFが高いので、それぞれ下記の通り、F 30%SPRをF_{limit}、その80%をF_{target}として使用した。

	東部			西部		
M	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35
F _{limit}	0.60	0.62	0.65	0.57	0.60	0.62
F _{target}	0.48	0.50	0.52	0.46	0.48	0.50

として1を、または安全率で資源の状況や特性を考慮して定め得るが、資源水準が低位であることを考慮し、標準値の0.8を用いた。

自然死亡係数(M)が0.30の場合において資源予測した結果を東部と西部それぞれ表4と表5に、またこの場合の2004年のABCの推定値を下表に示した。

瀬戸内海東部

	2004年ABC (ト)	資源管理基準	F 値	漁獲割合 (%)
ABC _{limit}	257	F 30%	0.62	30
ABC _{target}	215	0.8 F 30%	0.50	25

注) Fは2歳の値。

年	資源量 (ト)	漁獲量 (ト)	F 値	漁獲割合 (%)
2001	810	274	1.01	34
2002	1,020	521	1.56	51
2003	950	-	-	-

注) Fは2歳の値。

瀬戸内海西部

	2004年ABC (ト)	資源管理基準	F 値	漁獲割合 (%)
ABC _{limit}	188	F 30%	0.60	26
ABC _{target}	157	0.8 F 30%	0.48	22

注) Fは2歳の値。

年	資源量 (ト)	漁獲量 (ト)	F 値	漁獲割合 (%)
2001	794	331	0.78	42
2002	888	463	2.00	52
2003	914	-	-	-

注) F は 2 歳の値。

(4) F 値の変化による資源量及び漁獲量の推移

自然死亡係数が0.30の場合に、管理方策の違いにより、2002年のF値が2003年以降続くと仮定したF_{current}、資源を持続させる漁獲係数F_{sus}、それぞれABC_{limit}とABC_{target}をもたらすF30%と0.8F30%という4つのシナリオの下における資源量と漁獲量の推移を東西それぞれ表4と表5に示した。

(5) ABC_{limit}の検証

自然死亡係数を0.25や0.35とした場合の上記4つのシナリオの下における資源量と漁獲量の推移を東西それぞれ表6と表7に示した。

また自然死亡係数が0.30であっても、年々の加入水準が変化した場合に、資源量と漁獲量の推移がどうなるか、東部と西部それぞれ表8と表9に示した。

(6) 過去の管理目標・基準値、ABC (当初、再評価) のレビュー

サワラは2003年から資源評価対象種となった。管理目標は資源量を1987年の値 (B₁₉₈₇) の1/3まで回復させることである。

瀬戸内海東部

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準 (F 値)	資源量	ABC _{limit}	ABC _{target}	管理目標
2003年 (当初)	F30%SPR (0.56)	984ト	324ト	281ト	B ₁₉₈₇ / 3

瀬戸内海西部

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準 (F 値)	資源量	ABC _{limit}	ABC _{target}	管理目標
2003年 (当初)	F30%SPR (0.58)	835ト	266ト	224ト	B ₁₉₈₇ / 3

7 . ABC以外の管理方策への提言

資源を回復させるため秋漁をやめサゴシをとらないようにすることが提案された (永井ら 1996) 。この場合でも年間の漁獲量を維持でき、かつ産卵親魚量の増加を期待できる。水産庁が指導する資源回復計画の下では、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）。秋漁の完全禁漁は負担が大きく導入できない地域があるので、上述した の資源管理が2002年4月から開始された（図3参照）。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。

自然死亡係数が0.30の場合の資源予測によると、東部では2000年の699トンが2002年に1,020トン（46%増）、西部では同じく669トンが888トン（33%増）となり、目標は一時的に達成された（表1～2）。しかし2004年の年初には東部の資源量は854トン（22%増）、西部で729トン（9%増）、東西込みでは1,583トン（16%増）に止まり、20%増の目標を下回ると予測される（表4～5）。資源は2004年以降も更に減少して今のままでは2006年に上記目標を達成できないであろう。

2000年から2002年の間にはサワラの漁模様が好転し、各地で操業日数が増大した。資源回復計画による資源回復措置はもともとこのような漁模様の好転による操業日数の増大を防ぐものではない。2003年4月から適用されたTAE（漁獲努力量の総量管理）制度でも上限の値が大きいので、現状ではこの問題に有効ではない。

ところで2000年以降秋に大阪湾や伊予灘などの水道内側域、また秋～冬に水道域や水道外域で好漁が続いている。近年秋～冬季の水温が上昇して、サワラが水道域周辺に滞留し、とられやすい海況状況があるようだ。そうであるならば同じ漁獲努力でも漁獲圧力が実質増すことになる。

2000年以降サワラ資源に対する漁獲圧力は増大しているので、資源を持続させるためには漁獲圧力を下げる必要がある。資源を持続的に利用するには、2004年から資源を持続させる漁獲係数（ F_{sus} ）による漁獲量、東部で400トン、西部で300トン程度（表4～5）に止め、モニタリングを続けるのが望ましい。

なお自然死亡係数が0.25であれば、資源を持続させる漁獲係数（ F_{sus} ）による漁獲量は東部で50トン、西部で40トン程度多くなる（表6～7）。また自然死亡係数が0.30でも年々の加入が36万尾で続けば、東部も西部も資源量は1,000トン台で持続できる。

引用文献

- 林満作・重田瑞穂・藍沢虎馬雄 1919：鱈漁業調査第1報、香川水試、50pp.
- 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資料、No. 9、2pp.
- 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.
- 河野悌昌ほか 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カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価（案）、瀬戸内海資源評価会議配布資料、25pp.
- 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配布資料、5pp.
- 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.
- 瀬戸内海区水産研究所 1998：平成9年度資源評価票（サワラ）、平成9年度瀬戸内海水産資源担当者会議配布資料、10pp.
- 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、坂本 久、植田 豊、山崎英樹 2003：瀬戸内海東部海域におけるサワラ人工種苗の標識放流、栽培技研（印刷中）.
- 田村勇司 2003：伊予灘・別府湾の水温等の長期変動、おおいたAQUA NEWS、17、4.
- 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 .

徳島県立農林水産総合技術センター水産研究所 2003 : 徳島県における平成14年4月以降の漁海況について、第34階瀬戸内海東部カタクチイワシ等漁況予報会議配布資料、13pp .

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 .

山本圭吾、中嶋昌紀、日下部敬之、辻野耕實 2003 : 大阪湾における平成13年および14年の漁海況について、第33回瀬戸内海東部カタクチイワシ等漁海況予報会議および第19回瀬戸内海西部浮魚分科会会議報告、瀬戸内海区水産研究所、35-45 .

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 .

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

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作成した。

東部では主要漁協の月別漁獲量と体長組成資料、及び上記の体長 - 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。なお東部では2002年から9 - 12月を月別に取り扱った。

西部では全期間そして東部でも1997年以降、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て暦年の値とした。但し西部において2000年以降8 - 12月は月別に引き伸ばしをした。

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って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0.74として、1歳の年齢別尾数を1.35倍した。

また西部の1997年の秋漁は1998年の秋漁で代用した。

2. コホート解析の方法

1で得た水域・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分析を行った。

この際、東西それぞれ1990年級から1995年級までの年級群毎の全減少係数（ Z ）を年齢を横軸に漁獲尾数の対数値を縦軸にプロットした漁獲物曲線に直線をあてはめて直線の傾きから推定した Z から M を引いて漁獲係数（ F ）を求め、これを最高齢の F （ F_t と呼ぶ）とした。直線をあてはめる際、1歳では直線から下にはずれる例もあったが、便宜上1歳以上を完全加入とした。こうして求めた5つの年級の F の平均値を各年級の F_t としたが、東西別の年間の漁獲量を、東部では五色、西部では河原津、いずれも春漁期の1隻1日当たり漁獲量の値で割って得た標準化した努力量で、 F_t を重み付け年々の値とした。この場合基準年を1995年と1996年とした。但し2001年の西部では春は河原津、秋は上灘の操業日数の前年比を加重して用いた。これは2001年の河原津の1隻1日当たり漁獲量が前年に比べ低下し、愛媛県燧灘の他の調査地における傾向と異なったからである。

2002年における3歳以下の年齢別 F_t は次のようにした。

東部：3歳（1999年級）には前3年間における同一年齢のFの平均値を使用した。2歳（2000年級）には前年の資源評価票における0歳の資源尾数を与えるFtを入れた。東部の1歳（2001年級）と0歳（2002年級）には、高松中央卸売市場における9～12月のサゴシの入荷尾数から2000年に対する2001年と2002年の比を求め、この比を0歳魚の資源尾数比とするFtを入力した。

西部：3歳（1999年級）には前年の資源評価票における0歳の資源尾数を与えるFtを入れた。2歳（2000年級）から0歳（2002年級）までには、愛媛県の河原津、新居浜（垣生）、川之江における2000年から2002年の9～12月のサゴシの漁獲尾数を求め、この比をそれぞれの年の0歳魚の資源尾数の比とし、かつ前進法によって計算した2003年の年齢別資源尾数のうち1歳（サゴシ）と2歳以上（サワラ）の値が2003年の春漁期の銘柄別漁獲尾数の前年比（サゴシ1.75、サワラ0.50）となるようなFtを選択した。

3. 資源量予測

2002年から開始された資源回復計画による資源管理措置は2003年から周年適用されたため、管理措置の内容を評価した下表の係数（永井 2002）を東部と西部それぞれ2002年の値にかけて、2003年の値とした。

水域 / 年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳+
東部	0.860	0.735	0.986	0.986	0.986	0.986
西部	0.434	0.779	0.979	0.979	0.979	0.979

なお資源管理の基準値としてF 30%SPRを用いたが、これを求めるための年齢別の部分加入と体重は下表の値を使用した。

水域 / 年齢		0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳+
部分加入	東部	0.041	0.96	1.0	1.0	1.0	1.0
	西部	0.05	0.95	1.0	1.0	1.0	1.0
体重 (kg)	東部	0.8	1.6	3.5	6.0	7.0	8.0
	西部	0.8	1.6	3.1	5.0	7.0	8.0

更に資源予測に際し2003年以降の1歳雌の成熟率は40%とした。

表1 瀬戸内海東部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																
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	458256	1071412	319669	624556	300720	338440	255563	226418	36774	11666	8215	5000	15908	18309	14636	25968
1歳	701637	648417	630588	234366	591679	442135	141463	158443	72727	29999	5945	6773	3586	24063	4892	127163
2歳	1098916	454680	354279	323235	373267	222568	202796	35669	72273	16285	14370	5813	8605	13913	36604	42913
3歳	518761	437691	157800	303011	161523	118781	54030	30502	72000	45208	7698	3281	4610	12768	5061	10498
4歳	149244	132864	89853	132119	9851	28425	27824	11493	15263	1100	1496	559	711	1348	6370	1935
5歳+	59903	23926	43449	36279	10256	5160	6281	8503	291	100						
合計	2986717	2768990	1595638	1653566	1447296	1155509	687957	471028	269328	104358	37724	21426	33420	70401	67563	208477
	M =	0.3	Ft =	1.38 exp(M/2) = 1.16183424 exp(M) = 1.34985881												
資源尾数																
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	3232286	3522319	2021060	2325064	1618697	901796	833741	436224	132326	53796	100161	62938	178196	139363	263779	485538
1歳	2283543	2000111	1687225	1222096	1184890	940328	376769	397685	128283	66378	29812	67130	42322	118319	87484	182815
2歳	2259368	1087786	923621	707175	703630	368525	316063	157359	158240	32438	23353	16969	43902	28266	66941	60599
3歳	901149	727935	414505	379305	245677	199988	81444	59597	85874	55021	10014	4932	7567	25117	8965	18086
4歳	211012	221086	162543	171253	20192	42978	45919	13831	17897	1646	1849	793	830	1638	7618	2286
5歳+	71326	27866	49427	43078	13152	6480	7373	10070	354	122						
合計	8958684	7587104	5258382	4847972	3786238	2460096	1661310	1074767	522974	209400	165190	152762	272817	312703	434787	749324
漁獲係数																
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	0.180	0.436	0.203	0.374	0.243	0.573	0.440	0.924	0.390	0.290	0.100	0.097	0.110	0.166	0.067	0.064
1歳	0.442	0.473	0.570	0.252	0.868	0.790	0.573	0.622	1.075	0.745	0.264	0.125	0.104	0.270	0.067	1.500
2歳	0.833	0.665	0.590	0.757	0.958	1.210	1.368	0.306	0.756	0.875	1.255	0.508	0.258	0.848	1.009	1.560
3歳	1.105	1.199	0.584	2.633	1.443	1.171	1.473	0.903	3.655	3.093	2.236	1.482	1.230	0.893	1.067	1.063
4歳	1.724	1.198	1.028	2.267	0.837	1.463	1.217	3.365	4.691	1.380	1.270	0.718	1.794	1.394	1.532	1.656
5歳+	1.573	1.822	2.180	1.601	1.063	1.173	1.725	1.628	1.380	1.380						
合計	5.857	5.792	5.155	7.884	5.412	6.380	6.797	7.747	11.946	7.763	5.125	2.929	3.496	3.570	3.741	5.843
注) Ftの重	1.14	1.32	1.58	1.16	0.77	0.85	1.25	1.18	1	1	0.92	0.52	1.3	1.01	1.11	1.2
資源量																
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	2391	2015	1366	1545	1464	807	789	472	205	53	120	48	196	153	290	388
1歳	3173	2184	1715	1251	1492	1240	642	705	226	100	45	175	68	225	140	293
2歳	3783	1869	1520	645	1246	745	772	442	348	94	67	83	171	141	261	212
3歳	1984	1139	1103	761	655	549	242	234	343	264	48	31	48	166	56	109
4歳	593	569	588	419	41	144	153	60	101	17	18	7	7	13	62	18
5歳+	264	91	220	173	52	28	32	55	3	1						
合計	12189	7868	6512	4794	4950	3513	2630	1968	1226	528	299	344	489	699	810	1020
漁獲量																
年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	339	613	216	415	272	303	242	245	57	14	11	6	20	20	16	25
1歳	975	708	641	240	745	583	241	281	128	45	16	20	10	47	9	252
2歳	1840	781	583	295	661	450	495	100	159	47	75	30	45	67	162	163
3歳	1142	685	420	608	431	326	160	120	288	217	58	25	35	88	33	64
4歳	419	342	325	323	20	95	93	50	87	11	15	6	7	12	55	16
5歳+	222	78	194	146	40	22	27	46	2	1	0	0	0	0	0	0
合計	4937	3207	2379	2027	2169	1779	1258	842	721	335	174	86	118	234	274	521

表2 瀬戸内海西部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

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳								10612			1473	2946	1647	9559	5134	37736
1歳	128904	64574	50743	11848	57222	120070	70725	25736	40000	76296	17908	22937	9912	82225	87793	134785
2歳	504273	378947	455820	255297	93168	144266	255141	103669	12424	14286	48443	6700	15442	7089	29228	32152
3歳	139342	124291	178034	101563	132142	39158	16107	22461	25000	13169	5930	4938	5235	6826	2413	9754
4歳	23607	2027	8723	23533	31804	18435	17213	2556	14400	6539	1619	1258	1362	2051	232	578
5歳+					10902				4000		835					
合計	796126	569839	693320	392241	325238	321929	359186	165034	95824	110290	76208	38779	33598	107750	124800	215005

M = 0.3 Ft = 0.61 exp(M/2) = 1.16183424 exp(M) = 1.34985881

資源尾数

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	1505344	1083540	409962	463737	863949	456035	118825	128033	243023	67456	91019	43625	245139	223673	242885	459163
1歳	1237654	1115186	802706	303707	343545	640029	337839	88027	85715	180036	49973	66161	29783	180186	157473	175514
2歳	806725	805928	770571	550984	214794	205253	370800	189403	43061	29071	67705	21607	29271	13532	62713	41095
3歳	165444	163605	270883	178525	188443	78933	27884	55094	51085	21207	9240	8462	10240	8393	3923	21302
4歳	37595	2631	14223	47440	44838	25866	24771	6794	21482	16327	4376	1741	2019	3080	343	830
5歳+					15370				5967		1291					
合計	3752761	3170890	2268345	1544394	1670940	1406116	880119	467351	450333	314097	223604	141596	316451	428864	467337	697905

漁獲係数

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳								0.101			0.019	0.082	0.008	0.051	0.025	0.100
1歳	0.129	0.070	0.076	0.046	0.215	0.246	0.279	0.415	0.781	0.678	0.538	0.515	0.489	0.755	1.043	1.900
2歳	1.296	0.790	1.162	0.773	0.701	1.696	1.607	1.010	0.408	0.846	1.780	0.447	0.949	0.938	0.780	2.000
3歳	3.841	2.143	1.442	1.082	1.686	0.859	1.112	0.642	0.841	1.278	1.369	1.133	0.901	2.898	1.254	0.735
4歳	0.506	1.007	0.476	0.827	0.732	0.744	0.683	0.561	0.610	0.610	0.549	0.781	0.622	0.598	0.628	0.689
5歳+					0.732				0.610		0.549					
合計	5.772	4.009	3.157	6.794	7.611	3.545	3.681	2.730	3.250	3.412	4.804	2.958	2.969	5.240	3.730	5.424
注) Ftの重	0.83	1.65	0.78	0.85	1.2	1.22	1.12	0.92	1	1	0.9	1.28	1.02	0.98	1.03	1.13

資源量

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	1092	787	298	337	627	331	86	93	195	51	127	61	270	246	267	367
1歳	2179	1882	1297	513	618	948	564	120	120	243	75	107	48	292	255	281
2歳	1568	1495	1413	1107	399	491	781	499	142	110	236	84	114	53	245	127
3歳	473	427	703	502	485	270	99	204	204	103	41	53	65	53	25	107
4歳	155	11	72	198	161	122	120	37	107	102	25	14	17	25	3	6
5歳+					78				42		10					
合計	5468	4602	3782	2657	2368	2162	1649	952	810	610	514	320	513	669	794	888

漁獲量

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	2	4	2	11	6	38
1歳	227	109	82	20	103	178	118	35	56	103	27	38	20	160	194	263
2歳	980	703	836	513	173	345	537	273	41	54	187	27	71	28	113	108
3歳	399	325	462	286	340	134	57	83	100	64	30	30	33	41	16	48
4歳	97	9	44	98	114	87	84	14	72	41	11	10	10	17	2	5
5歳+	0	0	0	0	55	0	0	0	28	0	7	0	0	0	0	0
合計	1703	1146	1424	917	785	744	796	418	297	262	263	110	136	257	331	463

表3 瀬戸内海東部におけるサワラの加入尾数(0歳魚の資源尾数)と種苗放流尾数、及び資源への添加割合の経年推移

実施機関 調査方法 データ	水研・水試 資源計算 資源尾数	香川水試 標識放流調査 資源尾数	香川水試と日裁協 (種苗放流)			香川水試 標識放流調査 有標識率	香川水試 試験漁獲11月 有標識率	水研・水試 人工種苗の 添加割合(%)
			有効放流尾数	(小型種苗) 放流尾数	(大型種苗) 放流尾数			
1995年	132326							
1996年	53796							
1997年	100161							
1998年	62938						0/ 13=0	
1999年	178196	205260	6154	2778	5598	3/110=0.027	2/ 73=0.027	3.45
2000年	139363	165571	23629	50500	22619	25/183=0.137	0/ 10=0	16.96
2001年	263779	349952	6568	5500	5468	8/512=0.016	0/105=0	2.49
2002年	485538	1789936	93192	51000	82992	37/798=0.046	9/289=0.031	19.19
出典		竹森他(2003)		竹森他(2003)	竹森他2003)	竹森他(2003)	香川県(2003)	

- 注) 1. 標識放流調査におけるペターセン法による資源尾数の推定には45cm以上の再捕魚が使用された。
 2. 標識放流調査による2002年の資源尾数は再捕率の低い宇多津と日生分を除くと1,320,031尾となる。
 3. 再捕率の差から小型種苗の効率を大型種苗の1/5として有効尾数を求めた。なお2000年は放流後小型種苗の斃死があり、1/50とした。

表4 瀬戸内海東部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）
 F値は2歳の漁獲係数で、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を実現する値で、
 1.54、1.22、0.62、0.50

漁獲量					
管理方策 / 年	2002	2003	2004	2005	2006
Fcurrent	520	546	467	406	362
Fsus	520	546	409	406	409
Flimit	520	546	257	329	446
Ftarget	520	546	215	293	423

資源量					
管理方策 / 年	2002	2003	2004	2005	2006
Fcurrent	1020	950	854	741	655
Fsus	1020	950	854	855	854
Flimit	1020	950	854	1162	1532
Ftarget	1020	950	854	1248	1747

漁獲割合					
管理方策 / 年	2002	2003	2004	2005	2006
Fcurrent	0.51	0.57	0.55	0.55	0.55
Fsus	0.51	0.57	0.48	0.47	0.48
Flimit	0.51	0.57	0.30	0.28	0.29
Ftarget	0.51	0.57	0.25	0.23	0.24

表5 瀬戸内海西部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）
 F値は2歳の漁獲係数で、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を実現する値で、
 1.96、1.22、0.60、0.48

漁獲量					
管理方策 / 年	2002	2003	2004	2005	2006
Fcurrent	463	529	394	302	230
Fsus	463	529	309	311	307
Flimit	463	529	188	239	303
Ftarget	463	529	157	212	280

資源量					
管理方策 / 年	2002	2003	2004	2005	2006
Fcurrent	888	914	729	538	416
Fsus	888	914	729	729	729
Flimit	888	914	729	1012	1373
Ftarget	888	914	729	1086	1560

漁獲割合					
管理方策 / 年	2002	2003	2004	2005	2006
Fcurrent	0.52	0.58	0.54	0.56	0.55
Fsus	0.52	0.58	0.42	0.43	0.42
Flimit	0.52	0.58	0.26	0.24	0.22
Ftarget	0.52	0.58	0.22	0.20	0.18

表6 自然死亡係数(M)を変えた場合の瀬戸内海東部産サワラの漁獲量及び資源量の変化

漁獲量 / M	0.25					0.30					0.35				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
管理方針 / 年															
Fcurrent	520	571	503	451	414	520	546	467	406	362	520	522	433	366	317
Fsus	520	571	456	454	458	520	546	409	406	409	520	522	397	360	365
Flimit	520	571	271	363	515	520	546	257	329	446	520	522	246	300	388
Ftarget	520	571	227	324	488	520	546	215	293	423	520	522	206	268	370

資源量 / M	0.25					0.30					0.35				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
管理方針 / 年															
Fcurrent	997	966	897	802	729	1020	950	854	741	655	1043	934	815	688	590
Fsus	997	966	897	897	897	1020	950	854	855	854	1043	934	815	815	815
Flimit	997	966	897	1279	1760	1020	950	854	1162	1532	1043	934	815	1055	1328
Ftarget	997	966	897	1372	2002	1020	950	854	1248	1747	1043	934	815	1136	1522

表7 自然死亡係数(M)を変えた場合の瀬戸内海西部産サワラの漁獲量及び資源量の変化

漁獲量 / M	0.25					0.30					0.35				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
管理方針 / 年															
Fcurrent	463	553	424	335	263	463	529	394	302	230	463	505	351	256	185
Fsus	463	553	343	349	345	463	529	309	311	307	463	505	260	257	255
Flimit	463	553	195	260	345	463	529	188	239	303	463	505	171	205	245
Ftarget	463	553	163	230	318	463	529	157	212	280	463	505	143	182	228

資源量 / M	0.25					0.30					0.35				
	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006	2002	2003	2004	2005	2006
管理方針 / 年															
Fcurrent	870	930	766	581	464	888	914	729	538	416	906	898	660	463	341
Fsus	870	930	766	766	766	888	914	729	729	729	906	898	660	660	660
Flimit	870	930	766	1119	1598	888	914	729	1012	1373	906	898	660	861	1102
Ftarget	870	930	766	1197	1804	888	914	729	1086	1560	906	898	660	925	1253

表8 漁獲圧力を現状維持するが、2003年以降の加入尾数の水準を親仔関係式から推定する以外に一定の水準に固定した場合の瀬戸内海東部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）

漁獲量					
加入尾数/年	2002	2003	2004	2005	2006
親仔関係式より	520	546	467	406	362
46万尾に固定	520	555	554	637	662
36万尾に固定	520	550	479	512	525
26万尾に固定	520	546	404	387	387
資源量					
加入尾数/年	2002	2003	2004	2005	2006
親仔関係式より	1020	950	854	741	655
46万尾に固定	1020	1105	1216	1351	1395
36万尾に固定	1020	1025	1024	1083	1101
26万尾に固定	1020	945	831	816	807
漁獲割合					
加入尾数/年	2002	2003	2004	2005	2006
親仔関係式より	0.51	0.57	0.55	0.55	0.55
46万尾に固定	0.51	0.50	0.46	0.47	0.47
36万尾に固定	0.51	0.54	0.47	0.47	0.48
26万尾に固定	0.51	0.58	0.49	0.47	0.48

表9 漁獲圧力を現状維持するが、2003年以降の加入尾数の水準を親仔関係式から推定する以外に一定の水準に固定した場合の瀬戸内海西部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）

漁獲量					
加入尾数/年	2002	2003	2004	2005	2006
親仔関係式より	463	529	394	302	230
46万尾に固定	463	539	632	647	652
36万尾に固定	463	534	531	510	512
26万尾に固定	463	530	430	373	372
資源量					
加入尾数/年	2002	2003	2004	2005	2006
親仔関係式より	888	914	729	538	416
46万尾に固定	888	1171	1279	1286	1295
36万尾に固定	888	1061	1054	1016	1018
26万尾に固定	888	951	746	740	737
漁獲割合					
加入尾数/年	2002	2003	2004	2005	2006
親仔関係式より	0.52	0.58	0.54	0.56	0.55
46万尾に固定	0.52	0.46	0.49	0.50	0.50
36万尾に固定	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50
26万尾に固定	0.52	0.56	0.58	0.50	0.50

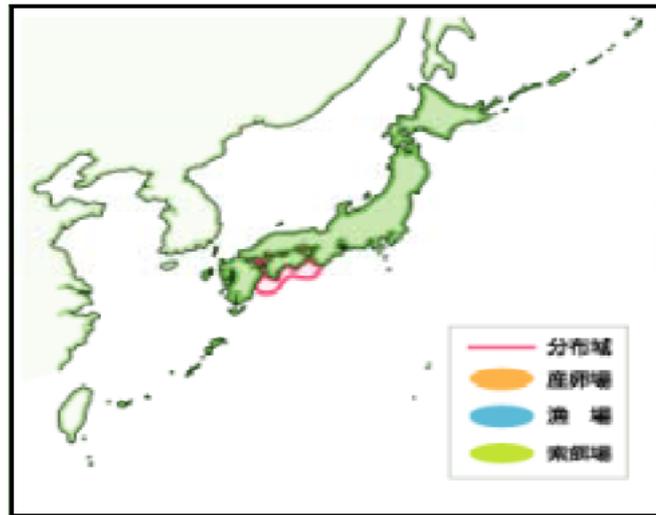


図 1 - 1 瀬戸内海におけるサワラの分布図



図 1-2 瀬戸内海におけるサワラ漁場図
(瀬戸内海水産開発協議会,1972)

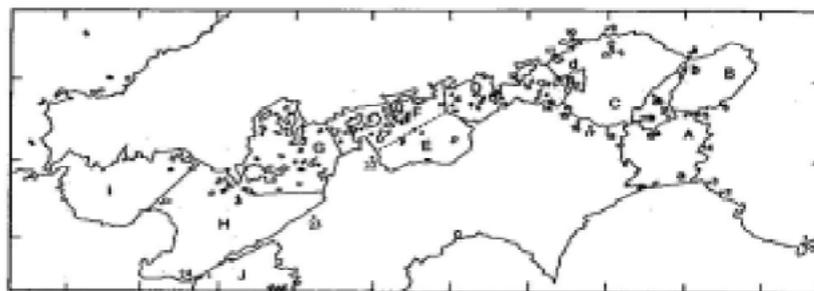


図 2 灘区分および調査地

- 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:串本 2:印南 3:御坊 4:箕島 5:加太 6:尾崎 7:岩屋 8:明石
 9:相生 10:日生 11:牛窓 12:日比 13:四海 14:庵治 15:鴨庄
 16:東讃 17:引田 18:北灘 19:福良 20:五色 21:由良 22:河原津
 23:上灘 24:佐賀関

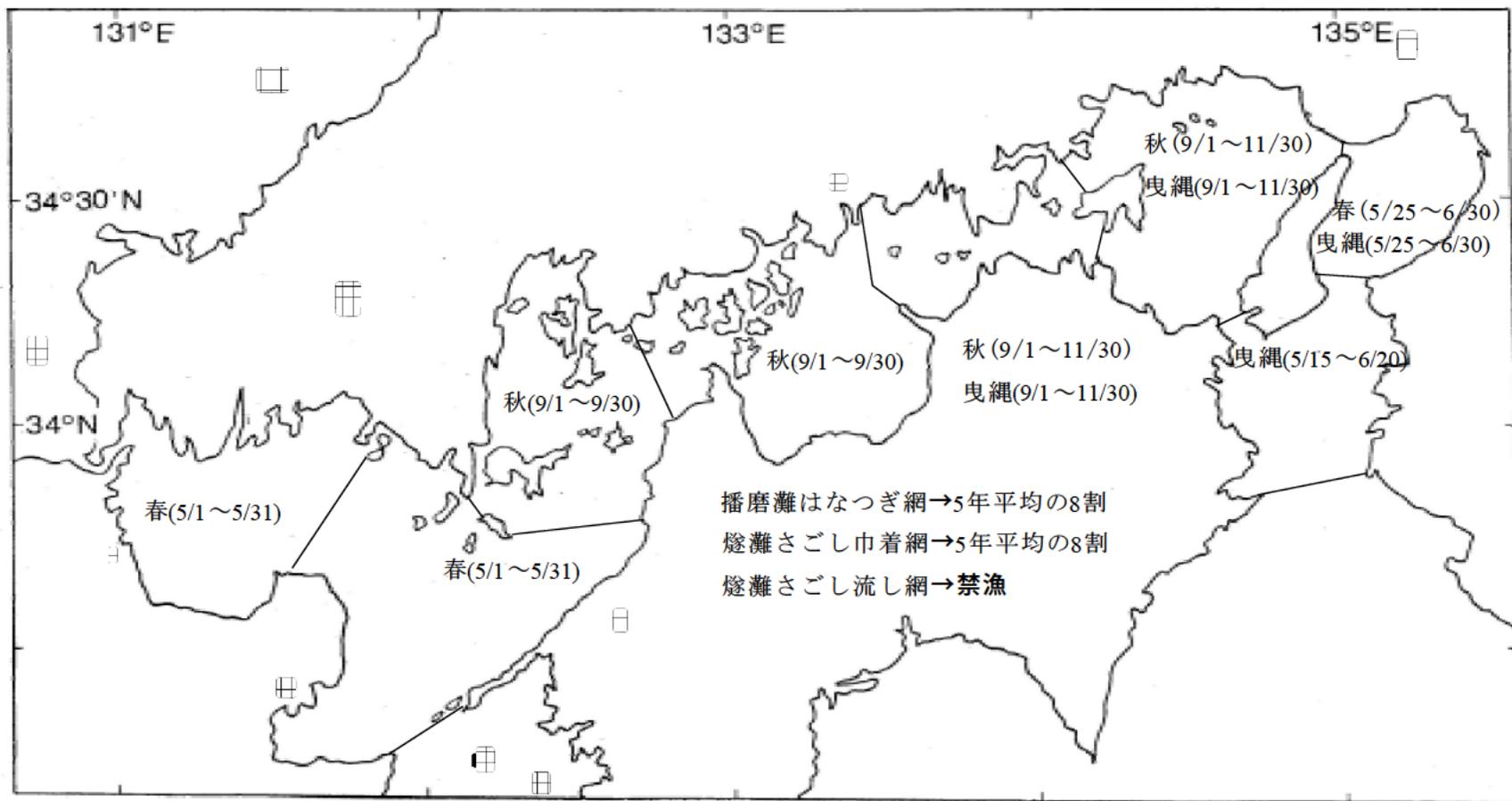


図 3 サワラの漁業種類別規制内容

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。

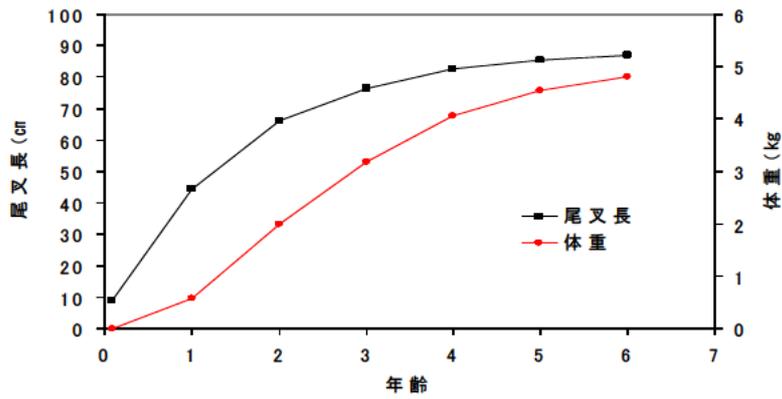


図 4 瀬戸内海産サワラの年齢別成長

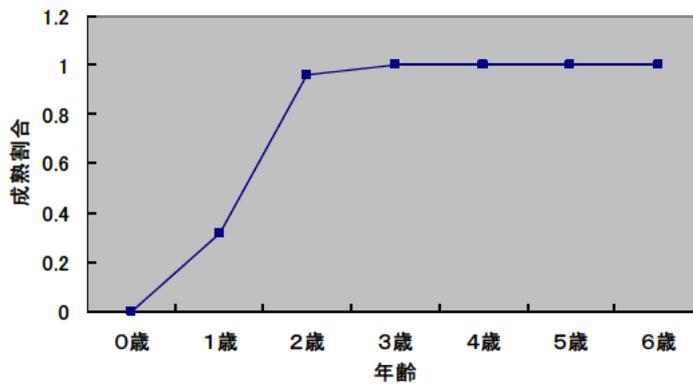


図 5 瀬戸内海産サワラの年齢別成熟割合

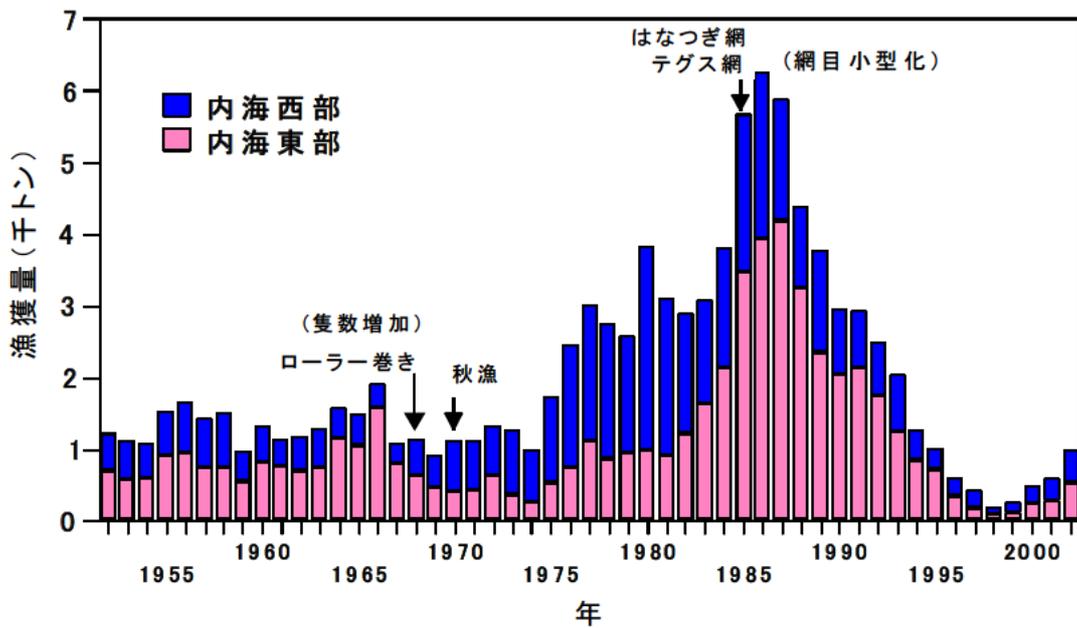


図 6 瀬戸内海におけるサワラ漁獲量の年変化

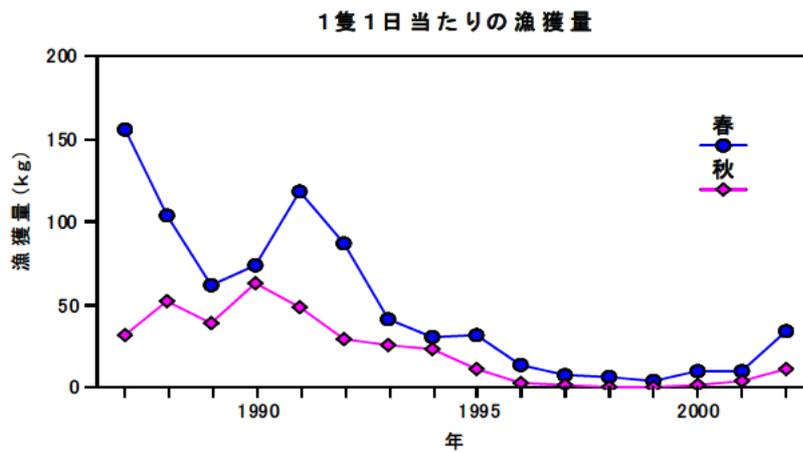
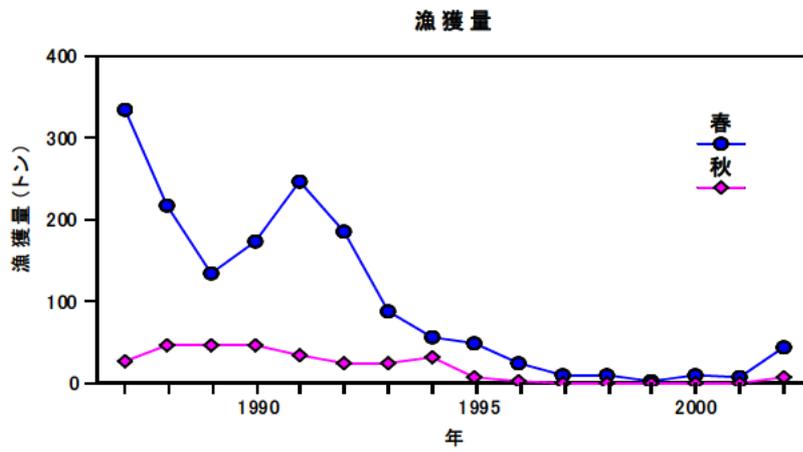
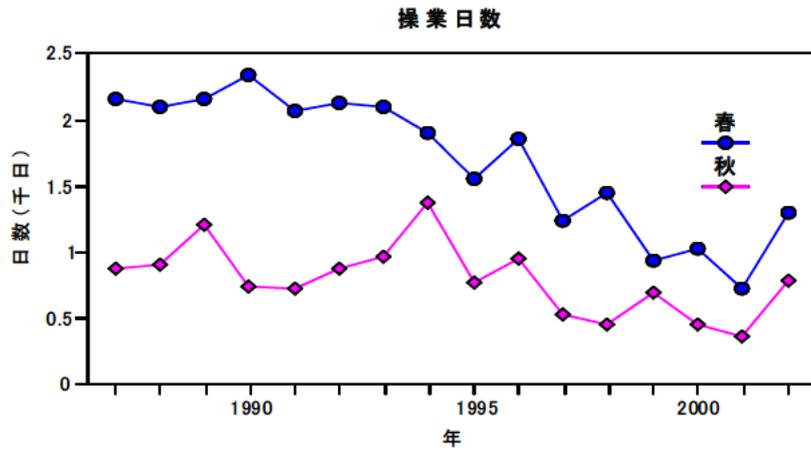
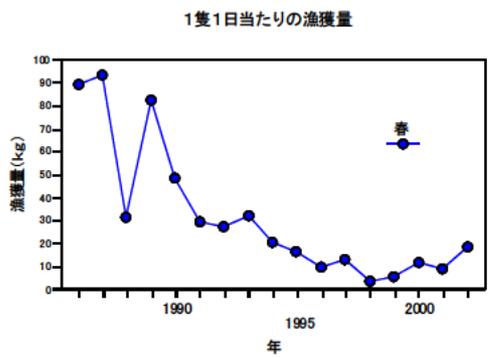
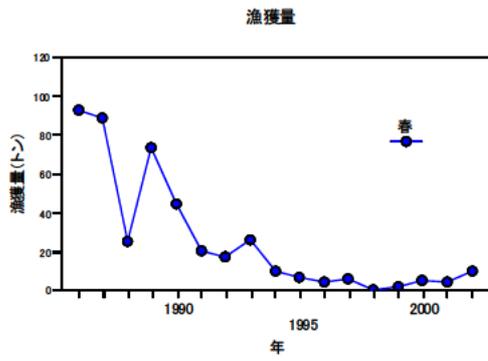
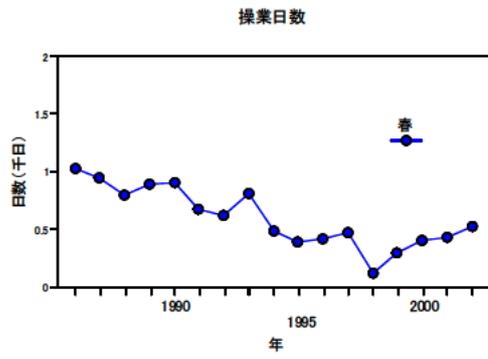
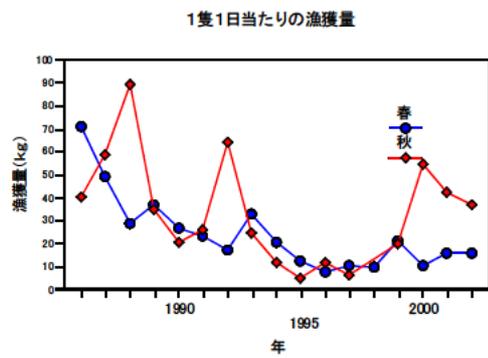
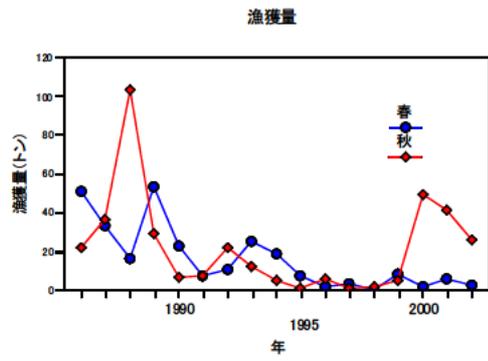
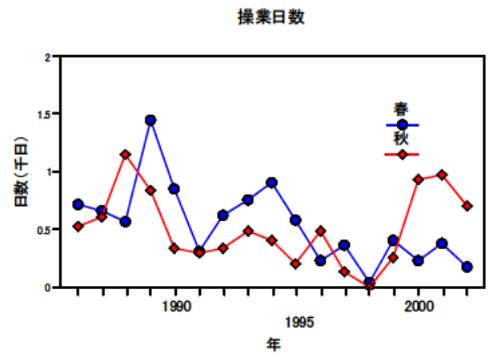


図 7 五色（鳥飼及び都志）におけるサワラ流し網船の操業日数、漁獲量および1隻1日当たりの漁獲量



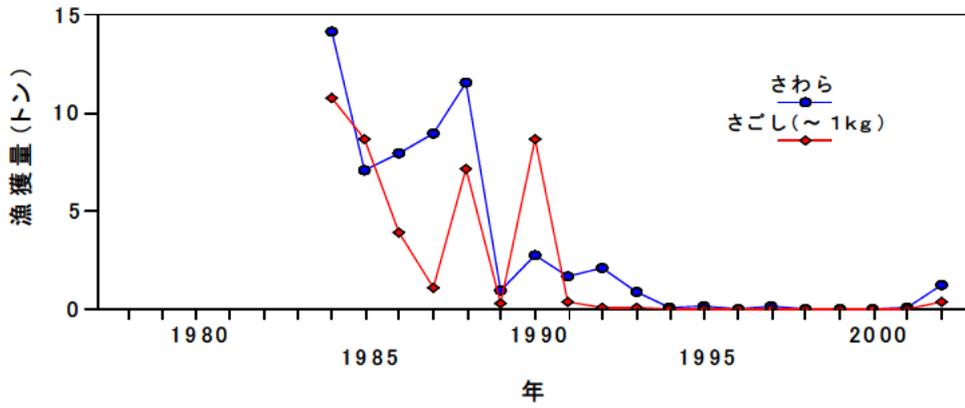
[河原津]



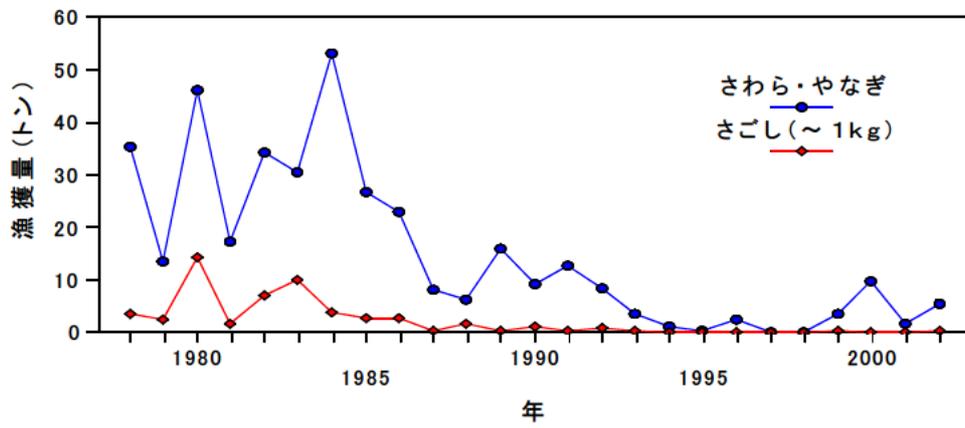
[上灘]

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

加太（和歌山県）



御坊（和歌山県）



佐賀関（大分県）

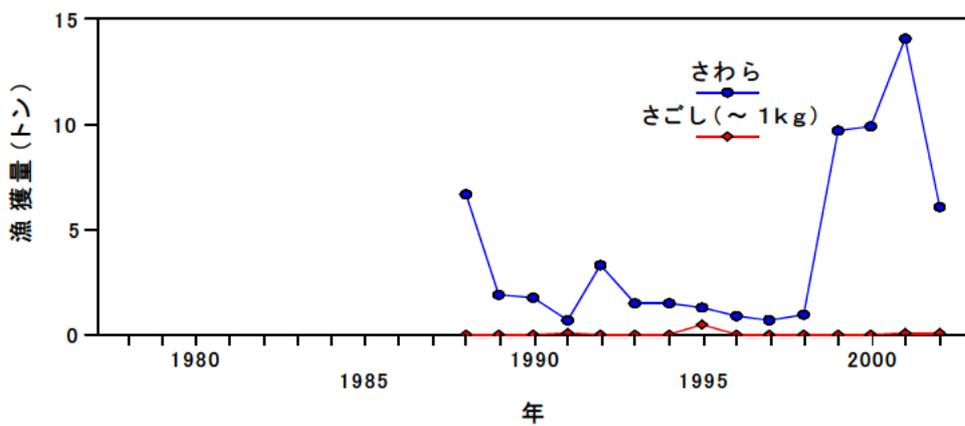


図 9 水道域におけるサワラの漁獲量の年変化
 加太は暦年、それ以外は9月～翌年5月
 但し、2002年は翌年3月まで佐賀関は
 翌年4月まで

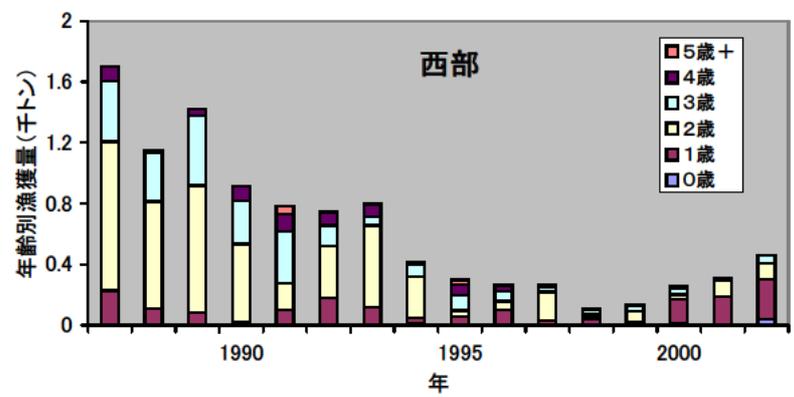
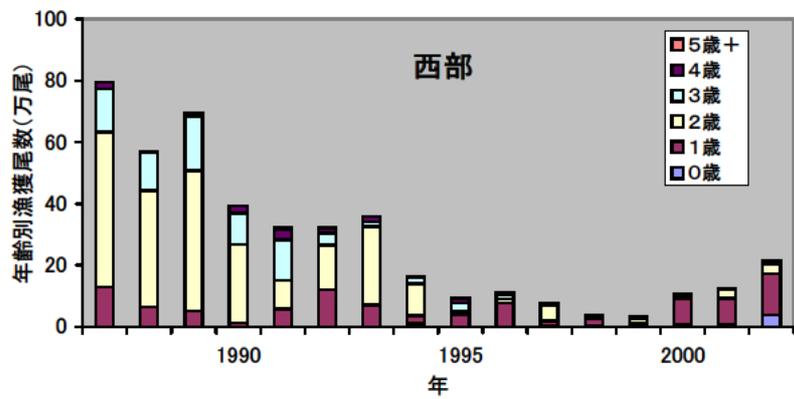
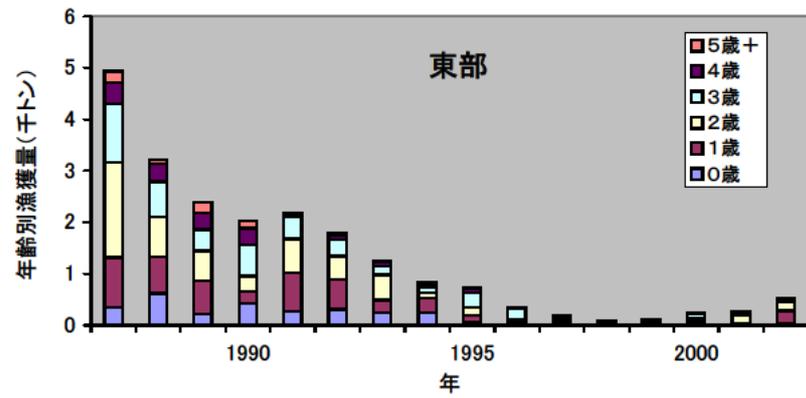
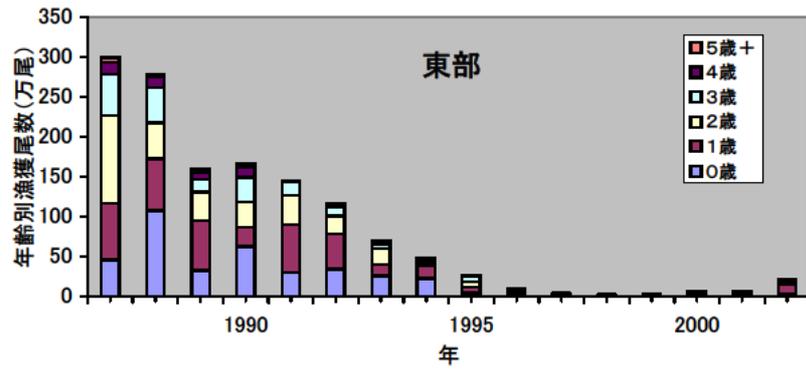


図 10 瀬戸内海産サワラの年齢別漁獲尾数・漁獲量の推移

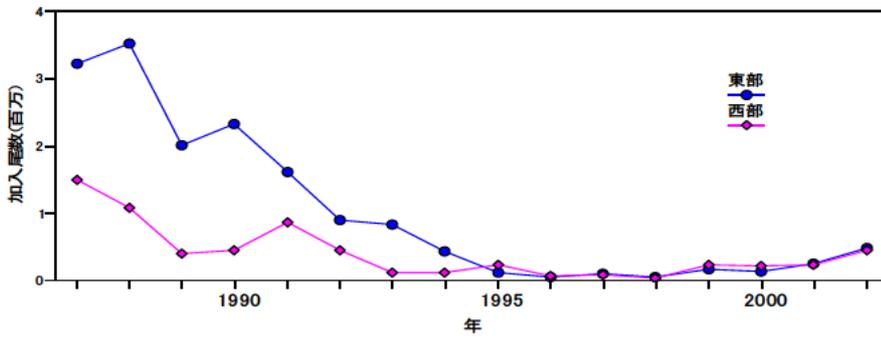
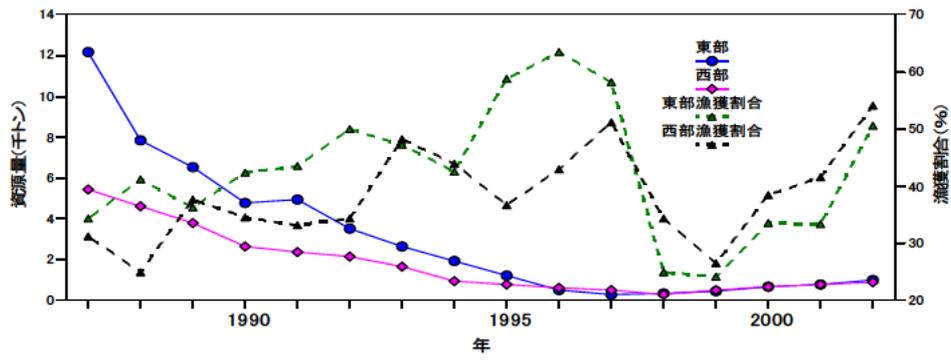


図 11 瀬戸内海におけるサワラの資源量と加入尾数の年変化

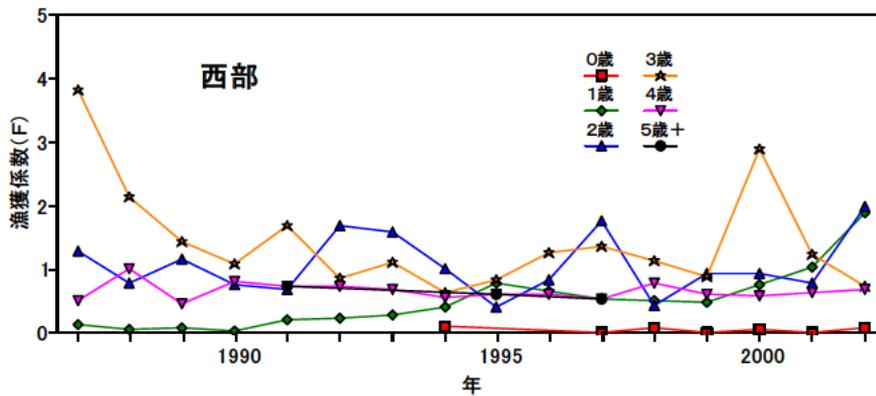
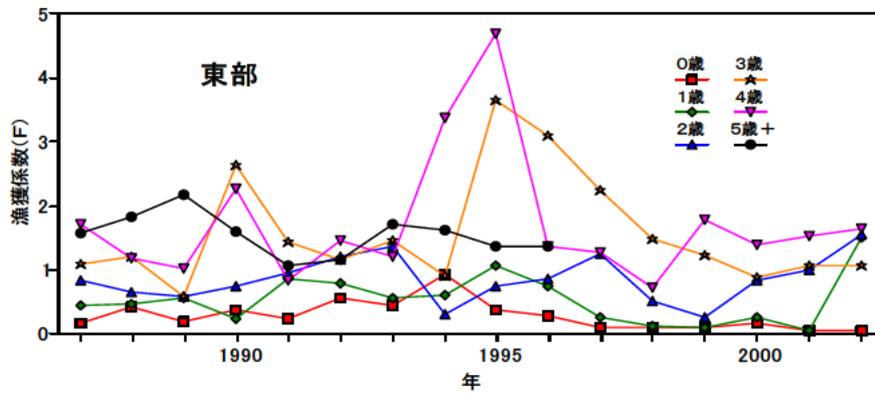


図 12 瀬戸内海におけるサワラの年齢別漁獲係数の推移

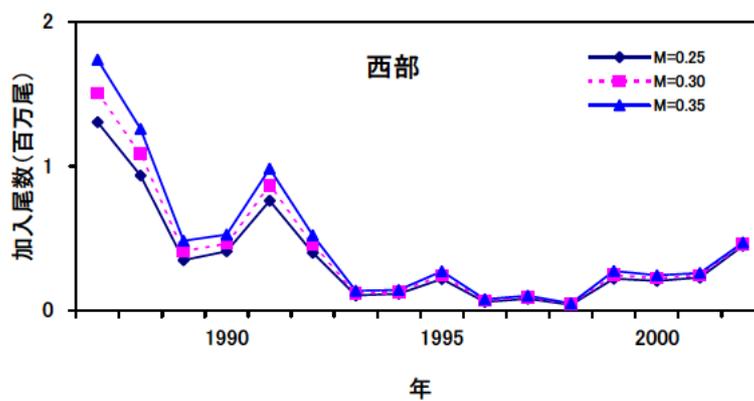
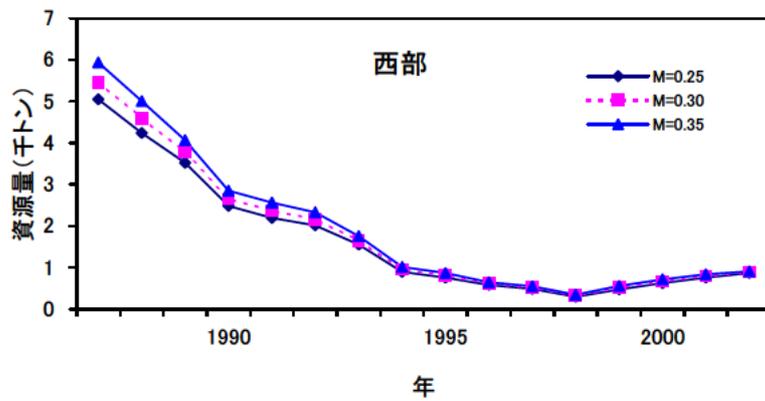
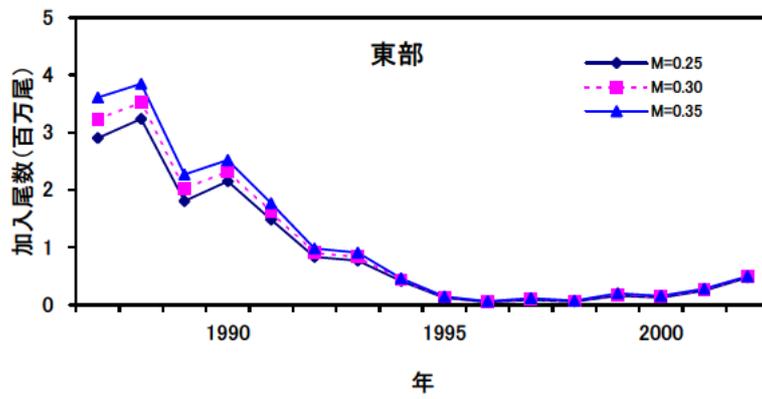
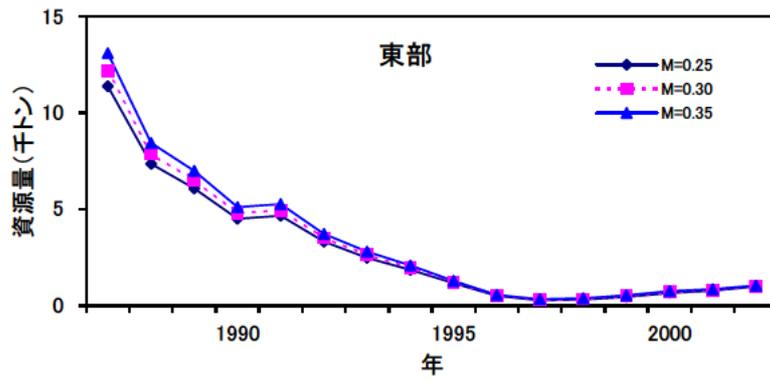


図 13 自然死亡係数(M)の変化による資源量および加入尾数の変化

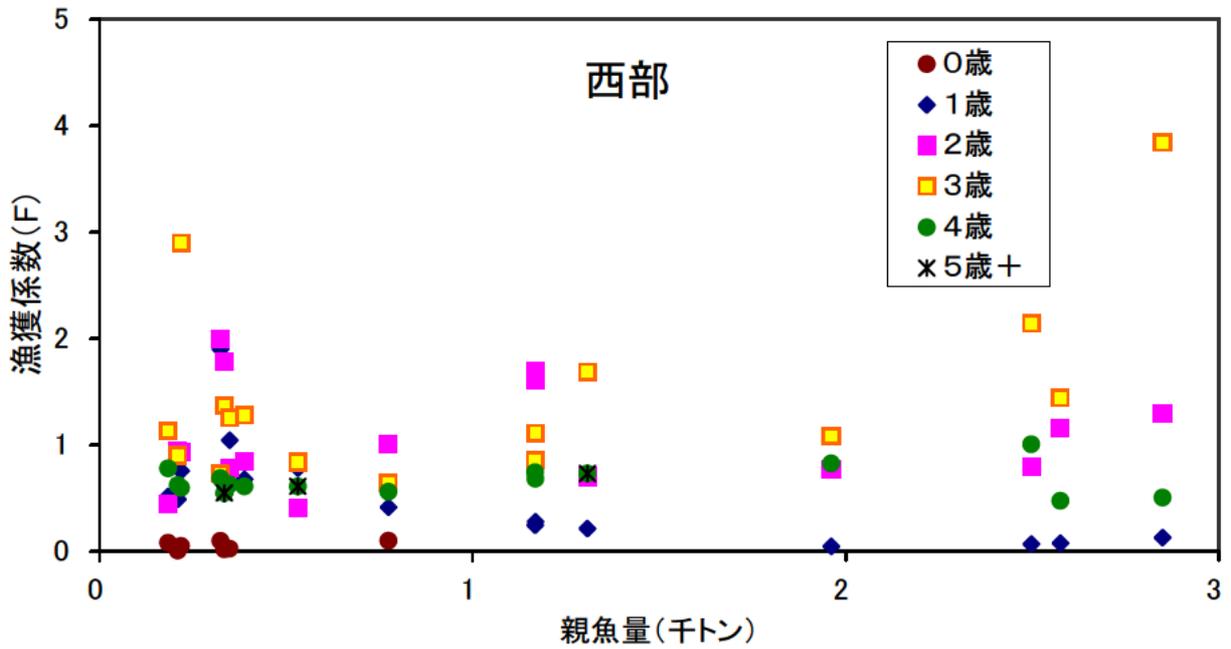
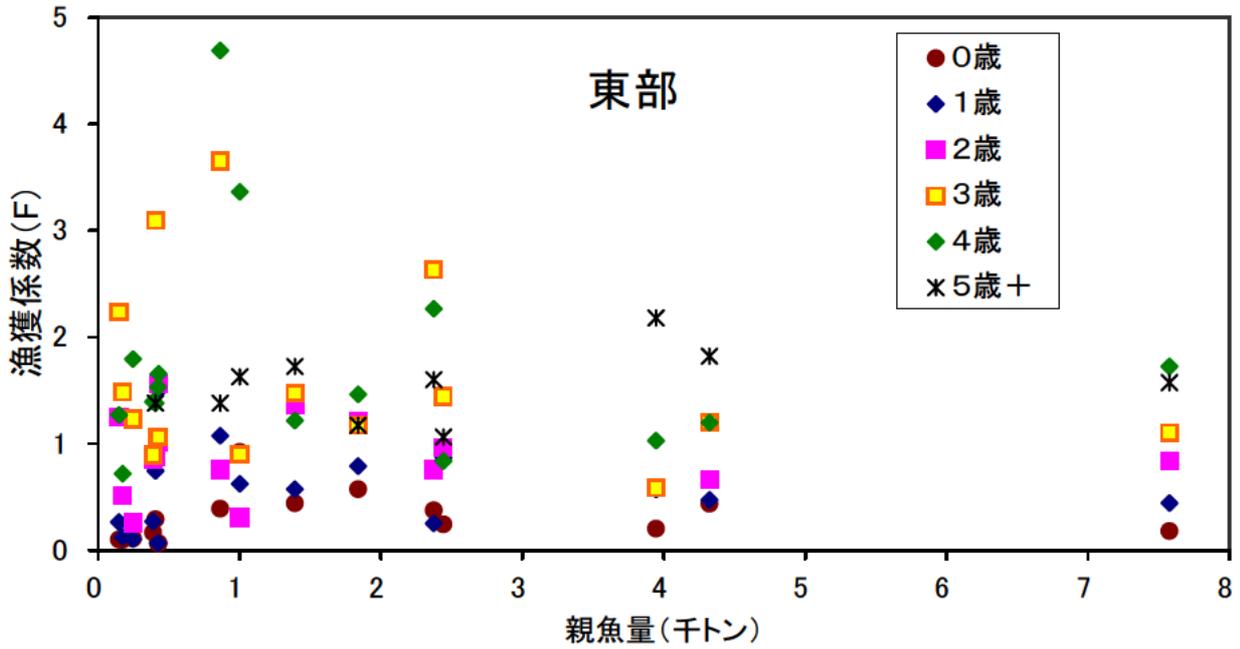


図 14 瀬戸内海産サワラのプレコーショナリー アプローチ プット

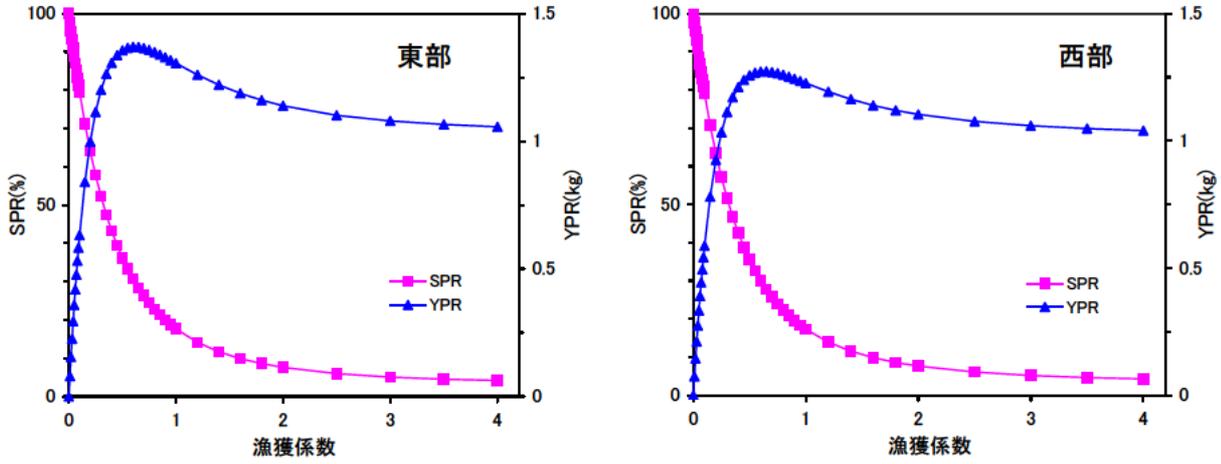


図 15 瀬戸内海産サワラの SPR 及び YPR

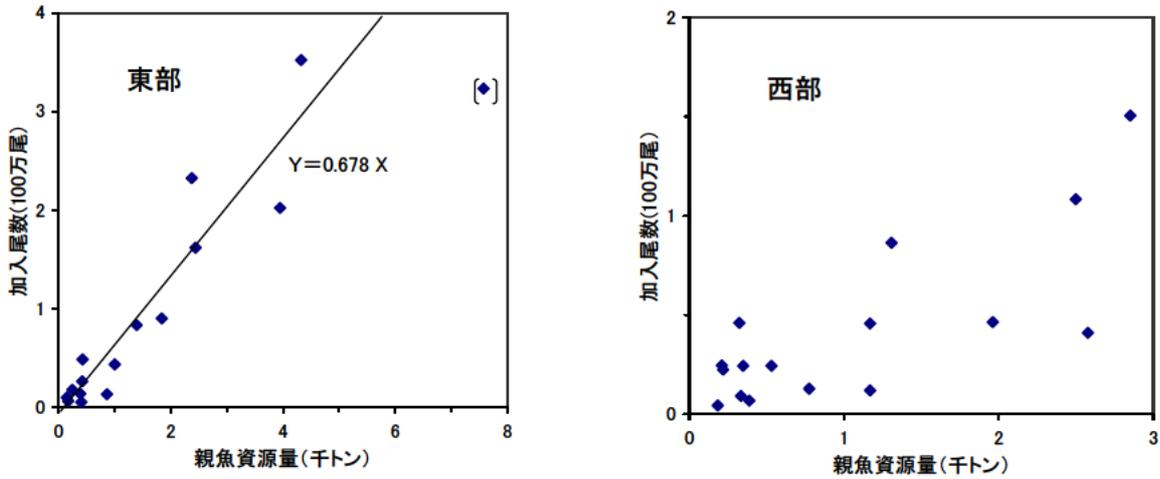


図 16 瀬戸内海産サワラの親仔関係
回帰にはカッコ内の点を除いた

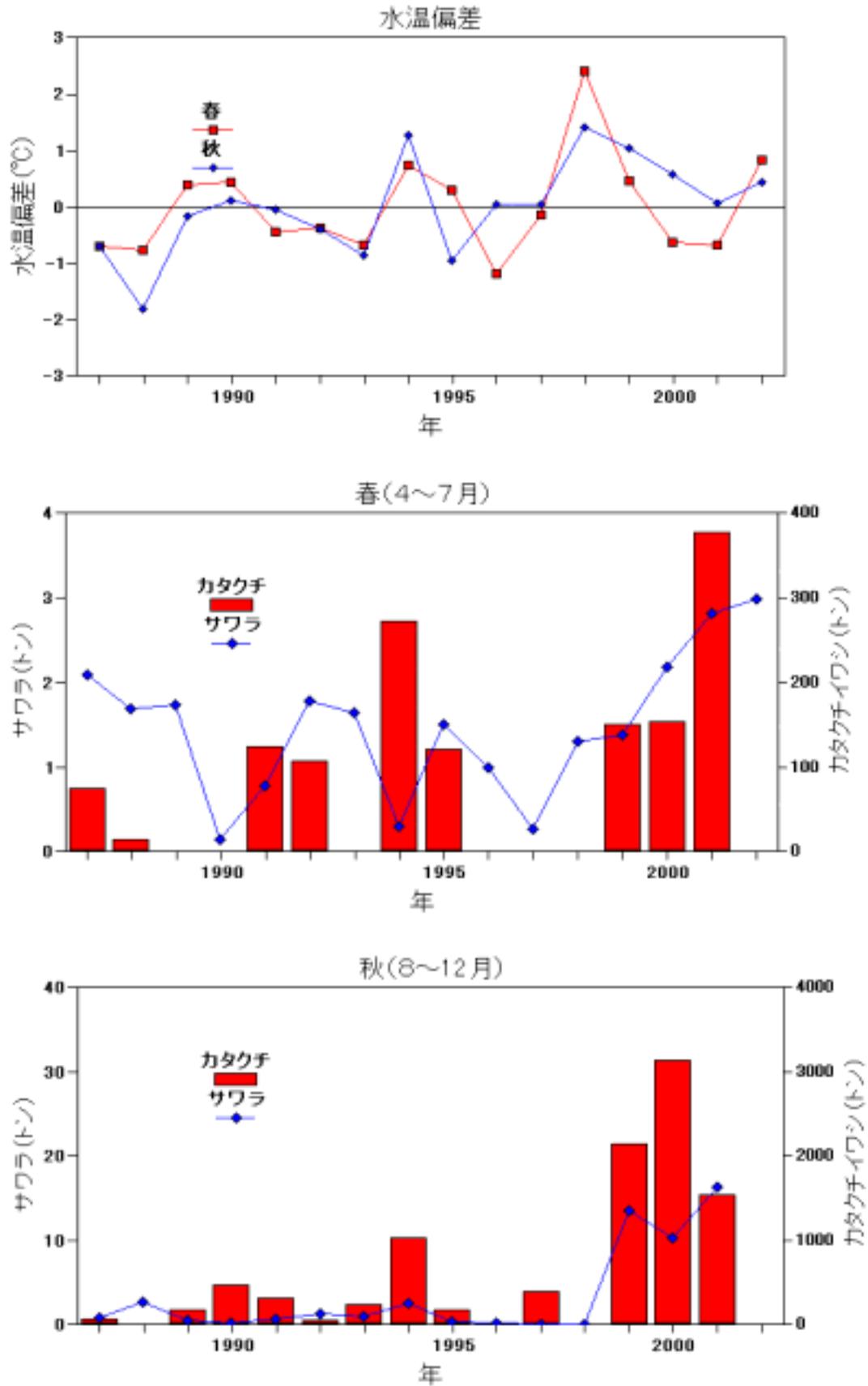


図 17 大阪湾における季節別の水温(10m層の平年偏差)と漁獲量の推移
 サワラは流し網、カタクチイワシは巻網の標本船漁獲量
 山本ほか(2002)及び大阪水試資料より作成

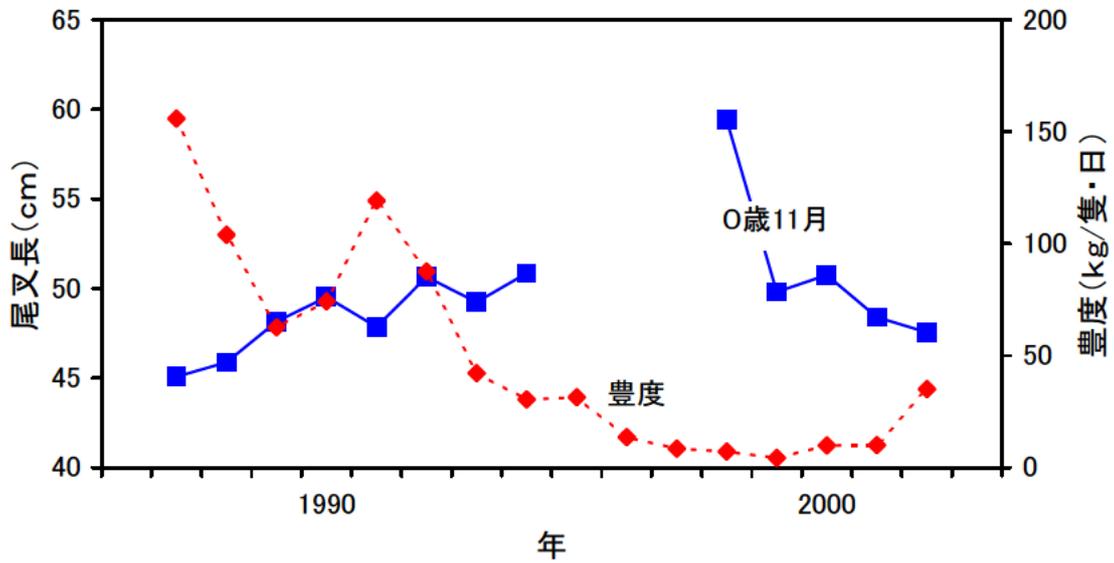


図 18-1 播磨灘におけるサワラの尾叉長(0歳11月雌雄平均)と春漁期の豊度の経年推移
 尾叉長：1994年までは横川(1996)、1998年以降は香川水試の試験漁獲
 豊度：兵庫県五色の流し網による4～7月の1隻1日当たりの漁獲量

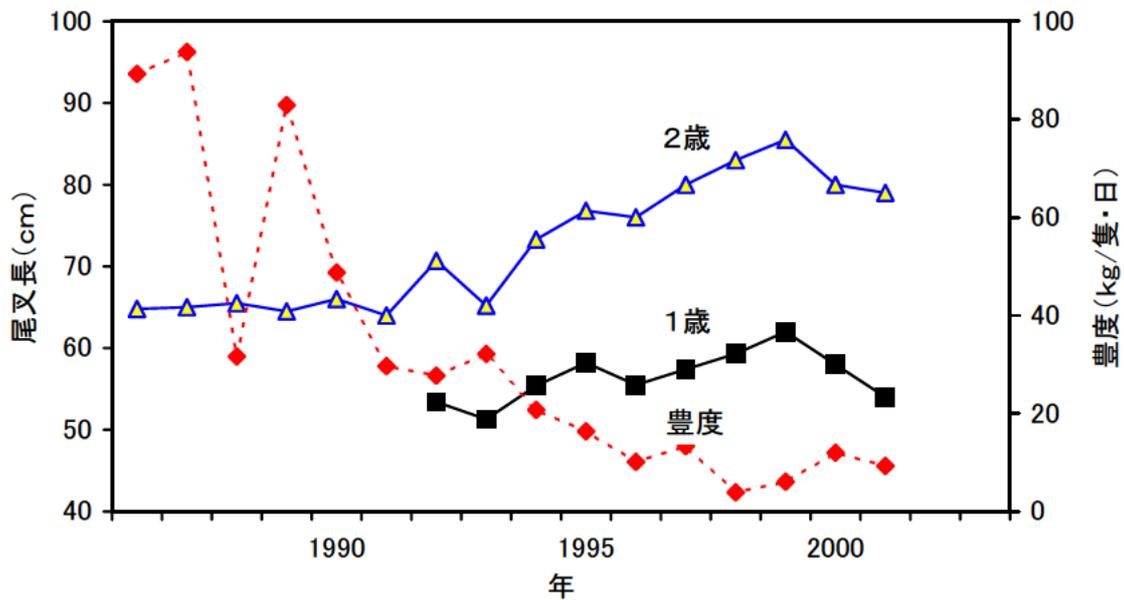


図 18-2 燧灘の春漁期におけるサワラの年歳別体長と豊度の経年推移
 尾叉長：1996年までは河野ほか(1997)、以降は愛媛水試資料
 豊度：愛媛県河原津の流し網による4～7月の1隻1日当たりの漁獲量