

平成 21 年度ソウハチ日本海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（高橋素光、塚本洋一）

参画機関：日本海区水産研究所、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター

要 約

底びき網漁業の漁獲動向とコホート解析による資源計算値から、ソウハチ資源の現状を検討した。日本海西部海域のソウハチ資源は、1990 年代後半には高い水準にあったが、2000 年以降減少し、2005 年以降急激に増加して 2008 年には 1990 年代後半と同等の高い水準に達した。したがって、現在の資源水準は高位で増加傾向にあると判断された。資源動向の予測において、再生産成功率（1 歳魚加入量÷親魚量）が最近 8 年間（2000～2007 年）の中央値で継続した場合に、資源量の安定が期待できる漁獲量を ABClimit、それよりやや少なく不確実性を見込んだ漁獲量を ABCtarget とした。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	36 百トン	Fmed	0.38	28%
ABCtarget	30 百トン	0.8・Fmed	0.30	24%

F 値は各年齢の F の単純平均、漁獲割合は ABC/資源量。

年	資源量（トン）	漁獲量（百トン）	F 値	漁獲割合
2007	13,800	35	0.32	26%
2008	13,600	40	0.38	30%
2009	12,800			

F 値は各年齢の F の単純平均。

水準：高位 動向：増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 主要港水揚量（鳥取、島根、山口県） 月別体長組成調査（鳥取、島根県） 沖合底引き網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 小型底引き網漁業標本船（山口県）
資源量指数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 沖合底引き網漁業漁獲成績報告書（水産庁）
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.3$ を仮定

1. まえがき

ソウハチは山陰沖における 1 そうびき及び 2 そうびき沖合底びき網漁業（以下沖底）、小型底びき網漁業（以下小底）の重要対象種の 1 つで、近年では、ムシガレイやヤナギムシガレイの漁獲の減少にともない、その重要度は増している。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ソウハチは千島、樺太から常磐沖までの太平洋岸と日本海のほぼ全域と黄海に分布し、120～200m 深に多く生息する（渡辺 1956）。日本海西部におけるソウハチの分布を図 1 に示した。

着底期の幼魚の分布に関する知見は少ないが、調査船調査により島根県沖の水深 140～160m の底泥域を中心に幼魚が採集されている。

(2) 年齢・成長

雌は 1 歳で全長 6cm、2 歳で 14cm、3 歳で 21cm、4 歳で 26cm、5 歳で 31cm、6 歳で 35cm、7 歳で 38cm に成長し、雄は 1 歳で 7cm、2 歳で 14cm、3 歳で 19cm、4 歳で 23cm、5 歳で 26cm に成長する。成長は雌の方が速く、寿命は雌が長い（図 2、石川県ほか 1994）。

(3) 成熟・産卵

雄は 2 歳から、雌は 3 歳から成熟を始める。産卵は対馬周辺海域で 1～3 月頃行われると考えられているが、島根県浜田沖で産卵が行われる可能性も示唆されている（石川県ほか 1994）。資源計算においては、3 歳以上の成熟率を 1 とした（図 3）。

(4) 被捕食関係

エビジャコ類やアミ・オキアミ類を主に捕食し、全長 15cm 以上ではキュウリエソなどの魚類、20cm 以上ではホタルイカ等のイカ類が胃内容物中に占める割合が高くなる（伊藤ほか 1994）。幼稚魚期ではエビジャコ類に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本種は日本海西部海域において 1 そうびき及び 2 そうびき沖底、小底などの底びき網漁業や刺網、釣・はえ縄等で漁獲されているが、漁獲の大半は底びき網漁業によるものである。1 そうびきの漁場は島根県以東の海域が中心で、2 そうびきは対馬周辺海域から島根県沖が漁場となっている。1988 年以前では、1 そうびき及び 2 そうびき沖底の漁獲が底びき網漁業による漁獲の 80～90%を占め、残りが小底によるものであった。1988 年以降は沖底の漁船数が盛期の 50～70%に減少したこともあり、近年は小底による漁獲割合が増えつつある（図 4、表 1）。

(2) 漁獲量の推移

本種の総漁獲量は、1980 年代から小さな増減を繰り返しながら漸増し、1999 年には

5,000 トンを超えるピークをむかえるが、以後減少し 2004 年には 1980 年以降最低の 1,510 トンであった（図 4、表 1）。2005 年以降漁獲量は回復傾向を示し、2008 年には 4,037 トンまで増加した。

1 そうびき沖底の漁獲量は、1983～1999 年の間徐々に増加し、1999 年には 3,000 トンに達したが、2004 年には 1,000 トンを下回り過去最低を記録した。その後 2005 年から漁獲量は徐々に増加し、2008 年には 1,665 トンであった。

2 そうびき沖底の漁獲量は 1981 年に 1,800 トンで過去最高となったが、1993 年以降は 1,000 トンを上回る漁獲はみられず、1 そうびきと同様に 2004 年に過去最低の 162 トンを記録した後増加に転じ、2008 年には 830 トンであった。

小底の漁獲量は、沖底同様 1990 年代後半には 1,000 トンを上回っていたが、2004 年には 361 トンまで減少し、2005 年以降急激に増加して 2008 年には 1,542 トンであった。

本種は韓国水域にも分布し、韓国の農林統計ではカレイ類にまとめられている。2008 年に日本の EEZ 内において韓国漁船により 855 トンのカレイ類が漁獲されているが、ソウハチがどの程度水揚げされているか明らかにされていない。日本海区沖合底びき網漁業（1 そうびき）で 1991 年に漁獲されたカレイ類の内訳（石川県ほか 1994）によるとソウハチが 52%を占めることから、400～500 トンが韓国漁船に漁獲されていると推定できる。

（3）漁獲努力量

1 そうびき沖底の有効努力量は、1980～1998 年の間 72 千～124 千網まで増加したが、その後減少傾向を示し、2008 年には 47 千網であった（図 5）。2 そうびき沖底の有効努力量は、1990 年まで 36 千～51 千網で推移していたが、それ以降緩やかに減少し、2008 年には 22 千網であった（図 5）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

漁獲量、漁獲努力量等の情報を収集し、漁獲物の生物測定結果とあわせて年齢別の漁獲尾数による資源解析を行った。

（2）資源量指標値の推移

資源量指数（漁区別の 1 網当たり漁獲量の年合計）は、1 そうびき沖底では 1988 年から増加傾向を示し、1999～2000 年に最も高くなった（図 6）。その後 2000～2005 年に急減し、2005 年以降増加傾向にある。一方 2 そうびき沖底の資源量指数は、1988 年から増加傾向を示したが 1991 年以降漸減して 2004 年には最低を記録した。2004 年以後は、1 そうびき沖底と同様に急激に増加する傾向にある。

（3）漁獲物の年齢組成

1993～2008 年の年齢別漁獲尾数を推定した（図 7、表 2、補足資料）。小底の漁獲物調査を行っていないので、沖底の年齢組成と同じと仮定している。毎年、1～3 歳魚が主体に漁獲されている。2008 年の合計漁獲尾数は 2007 年と同等であったが、3 歳および 4 歳以上の占める割合が増加した。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

年齢別漁獲尾数に基づきコホート解析（補足資料）で推定した資源量を図 8 に示す。資源計算は 1 歳魚以上について行っているため、資源量は 0 歳魚を含まない漁獲対象資源を表す。資源量は、1993 年の 11 千トンから 1999 年の 14 千トンに増加した後、2004 年には 9 千トンにまで減少したが、2005 年以降急激に増加し 2008 年には 14 千トンであった。漁獲割合は、1993～2002 年の間、30～40%で推移していたが、2002 年以降急激に減少し、資源量の急増に伴って 2005 年以降徐々に増加する傾向にある。2008 年における漁獲割合は、30%であった。

本種は 0 歳魚が漁獲されないため、1 歳魚の資源尾数を加入量とし、加入量と親魚量の関係は産卵年を基準とした。親魚量は、1993 年以降漸増し 1999 年には 9 千トンに達した後減少傾向に転じ、2001～2005 年の間 6～7 千トンで推移したが、2006 年以降急激に増加して、2008 年には 11 千トンになった。加入量は、1996～2002 年の間に急激に減少した後、2003 年以降増加傾向に転じたが、2006 年以降減少する傾向にある（図 9）。親魚量と加入量の関係には、有意な相関関係は見出されなかった（図 10）。

再生産成功率（加入量÷親魚量）は、発生初期における生き残りの良さの指標値になると考えられる。再生産成功率は 1993～1998 年の間 13 尾/kg 以上の高い水準にあったが、2002 年には 6.7 尾/kg の最低値を記録した（図 11）。その後、再生産成功率は急激に増加し、2005 年には 15.5 尾/kg に達して、1990 年代後半と同等の水準まで回復したが、2006、2007 年における再生産成功率は連続して減少傾向にある。

稚魚の生育場と考えられる島根県沖の水深 150m における春期（4～6 月）の平均水温は、1995～2002 年までの間に 9.0℃から 4.8℃まで低下し、2003 年に 6.1℃まで上昇したが、2007 年は 4.1℃であった。再生産成功率（RPS）は、水深 150m の水温（ T_{150} ）と有意な正の相関関係にあった（ $RPS = 1.71 T_{150} + 2.72$, $N = 15$, $R^2 = 0.563$, $P < 0.01$ ）。日本海固有冷水の動態など 150m 深水温に代表される海洋環境が、着底期の生残等に大きな影響を与えると考えられるが、詳細については不明な点が多く、今後の課題である。

コホート計算に使用した自然死亡係数（ M ）の値が資源計算に与える影響をみるために、 M を変化させた場合の 2008 年の資源量、親魚量、加入量を図 12 に示す。 M が大きくなると、いずれも大きくなる。

1 そうびき沖底と 2 そうびき沖底を併せた総網数は、1993 年の 23 万網から 2008 年の 15 万網まで減少傾向にあった（図 13）。漁獲係数（各年齢の F の単純平均）は、1993～2002 年まで 0.4 よりも大きかったが、2003 年以後 0.2～0.4 で推移しており、2008 年の漁獲係数は 0.38 であった（図 14）。

(5) 資源の水準・動向

2008 年における沖底の資源量指数は過去 20 年間の値に対して高位に相当し、資源量も過去 16 年の値に対して高位に相当することから、2008 年の資源水準は高位と判断する。沖底の資源量指数および資源量は共に 2004 年以降増加傾向にあるので、資源動向を増加と判断する。

(6) 資源と漁獲の関係

年齢別選択率を一定（2005～2007 年の平均）として、2008 年の平均 F を基準に、 F を変化させた場合の加入量当たり親魚量（ SPR ）と加入量当たり漁獲量（ YPR ）を図 15 に示す。 $F_{current}$ （2008 年の平均 $F=0.38$ ）は $F_{30\%SPR}(0.39)$ 及び $F_{max}(0.40)$ よりも若干低かった。

(7) B_{limit} の設定

回復の閾値（ B_{limit} ）を検討する。親魚量と加入量の対応関係を調べた 1993～2007 年の 15 年間に於いて、両者の間に有意な相関関係は見出されなかった。親魚量の変動幅は、2001 年の 58 百トンから 2007 年の 97 百トンと約 2 倍で比較的小さいことから、ソウハチ資源を維持するためには過去 15 年間に於ける最低親魚量を下回らないことが望ましいと考える。この間の最低水準である 2001 年の親魚量水準を B_{limit} とし、それ以下の親魚量となった場合には、漁獲圧を下げて親魚量の回復を図ることが妥当である。

5. 2010 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は 1993～1999 年には増加傾向にあったが、2000 年以降減少傾向を示し、2004 年には 1993～2008 年の間で最低となった。2005 年以降、資源量は急激に増加し、2008 年には 1999 年と同等の高い値を示した。再生産成功率は、2006 年以降減少傾向を示しているが、最近 8 年間の再生産成功率の中央値を仮定した資源計算では、現在の漁獲圧でも資源量は将来ほぼ一定で推移すると試算された。資源量は高位にあり、産卵親魚量も B_{limit} を超えているので、現在の資源量水準を維持することを目標とする。

(2) ABC 並びに推定漁獲量の算定

現状の産卵親魚量は B_{limit} を上回っているため、ABC 算定のための基本規則 1 1 (1) を使用する。ABC を算定するための漁獲係数 F を以下によって定める。

$$F_{limit} = \text{基準値}$$

$$F_{target} = F_{limit} \times \alpha$$

ここでは、基準値として F_{med} を採用し、不確実性を見込んだ α は標準値の 0.8 とする。ABC 並びに推定漁獲量の計算には、以下の仮定を置いた。2009 年以降は、2008 年と同じ年齢別選択率（2005～2007 年の平均）で漁獲される。つまり、3 歳の F を 1 とした場合、1 歳の F は 0.29、2 歳の F は 1.20、4 歳以上の F は 1.00 となった。2009 年以降の再生産成功率は、最近 8 年間（2000～2007 年）の中央値（ RPS_{med} ）で一定とした。最近 8 年間の RPS_{med} に基づく加入量当たり親魚量（ SPR_{med} ）を可能にする 3 歳の F を探索し、各年齢の F の単純平均を F_{med} とした。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	36 百トン	Fmed	0.38	28%
ABCtarget	30 百トン	0.8・Fmed	0.30	24%

F 値は各年齢の F の単純平均、漁獲割合は ABC/資源量。

(3) ABClimit の評価

ABC 算定と同じ仮定のもとで、現在の F（2008 年の F）を変化させた場合と資源量を維持するための F（Fmed）の場合の漁獲量および資源量を下表と図 16、17 に示す。現在の F を維持しても、漁獲量は 2010 年以降 37 百トン前後で推移し、資源量も 2010 年以降約 13 千トンで推移する。資源量を維持する Fmed（0.378）は現在の F（0.381）とほぼ等しく、Fmed 下における漁獲量と資源量も、2010 年以降それぞれ約 37 百トン、13 千トンで維持される。

F	基準値	漁獲量（トン）						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0.31	0.8Fcurrent	4,037	3,662	3,062	3,331	3,592	3,751	3,955
0.34	0.9Fcurrent	4,037	3,662	3,373	3,537	3,701	3,763	3,862
0.38	Fmed	4,037	3,662	3,648	3,699	3,766	3,735	3,740
0.38	Fcurrent	4,037	3,662	3,670	3,712	3,770	3,732	3,729
0.42	1.1Fcurrent	4,037	3,662	3,954	3,858	3,806	3,668	3,568
0.46	1.2Fcurrent	4,037	3,662	4,226	3,978	3,815	3,579	3,388
F	基準値	資源量（トン）						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
0.31	0.8Fcurrent	13,564	12,814	12,500	13,455	14,721	15,427	16,149
0.34	0.9Fcurrent	13,564	12,814	12,500	12,989	13,761	14,040	14,317
0.38	Fmed	13,564	12,814	12,500	12,576	12,941	12,880	12,821
0.38	Fcurrent	13,564	12,814	12,500	12,543	12,875	12,789	12,705
0.42	1.1Fcurrent	13,564	12,814	12,500	12,116	12,057	11,660	11,283
0.46	1.2Fcurrent	13,564	12,814	12,500	11,708	11,302	10,640	10,029

Fcurrent=2008 年の F、F 値は各年齢の F の単純平均。

(4) ABC の再評価

ソウハチ資源は 2005 年以降急激に増加傾向にあるため、本年を含む過去 3 年間に評価された 2008 年の資源量は、年を追って上方修正されてきた。これは漁獲量と資源量指数が近年急激に増加したためである。2008 年（当初）の管理基準：0.8 Fcurrent に基づいて本年再評価された 2008 年の ABClimit（3,400 トン）に対して実際の漁獲量は 4,000 トンであった。本年の資源評価における 2009 年の ABClimit の再評価値は、昨年の 3,100 トンから 300 トン上方修正され 3,400 トンであった。

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2008 年 (当初)	0.8 F _{current}	0.55	7,100	2,300	1,900	
2008 年 (2008 年再評価)	0.8 F _{current}	0.33	11,000	2,900	2,400	
2008 年 (2009 年再評価)	0.8 F _{current}	0.31	13,600	3,400	2,800	4,000
2009 年 (当初)	0.9 F _{current}	0.37	10,800	3,100	2,600	
2009 年 (再評価)	0.9 F _{current}	0.34	12,800	3,400	2,800	

6. ABC 以外の管理方策の提言

年齢別漁獲尾数は、1、2 歳魚の漁獲割合が全体の 55～78%と高く、小型個体が多く漁獲されていることを示している（図 7、表 2）。さらに、商品サイズにならない 15cm 以下の小型個体が投棄されている実態がある（石川県ほか 1994）ことから、加入したばかりの小型個体に対する漁獲を抑え親魚量の維持を図ることが、近年の好漁を維持するために重要である。

7. 引用文献

- 石川県水産総合センター・福井水産試験場・兵庫県但馬水産事務所・鳥取県水産試験場・島根県水産試験場（1994）水産関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書（重要カレイ類の生態と資源管理に関する研究），118pp.
- 伊藤正木・木下貴裕・花渕靖子・小嶋喜久雄（1994）日本海西部海域におけるソウハチの食性について．漁業資源研究会議西底部会報，22，15～29.
- 田中昌一（1960）水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理．東海水研報，28，1～200.
- 渡辺徹（1956）重要魚族の漁業生物学的研究、ソウハチ．日水研報，（4），249～269.



図 1. ソウハチ日本海系群の分布

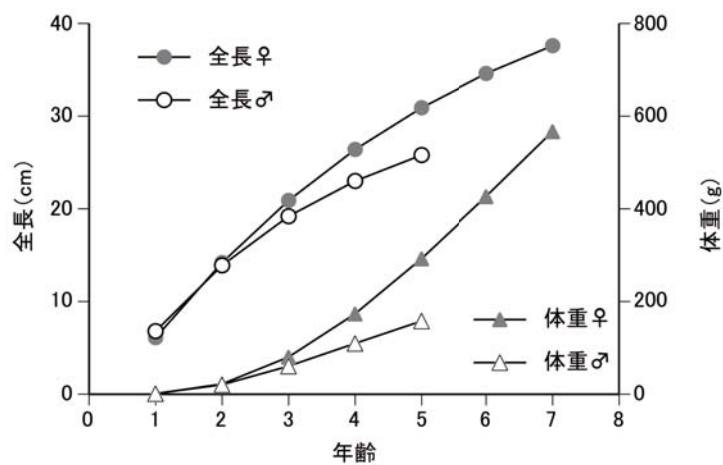


図 2. 年齢と成長

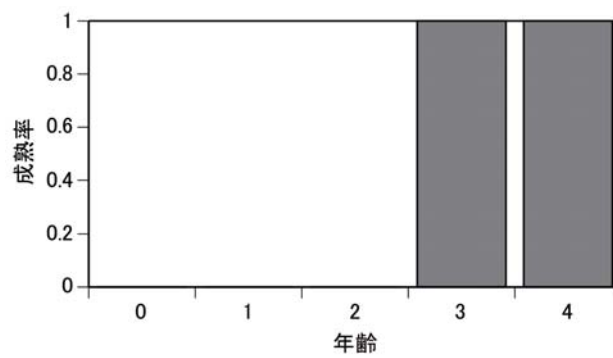


図 3. 年齢と成熟率

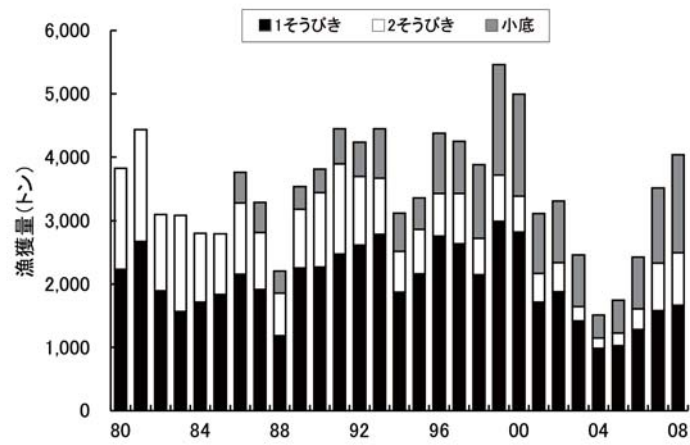


図 4. ソウハチ日本海系群の漁獲量

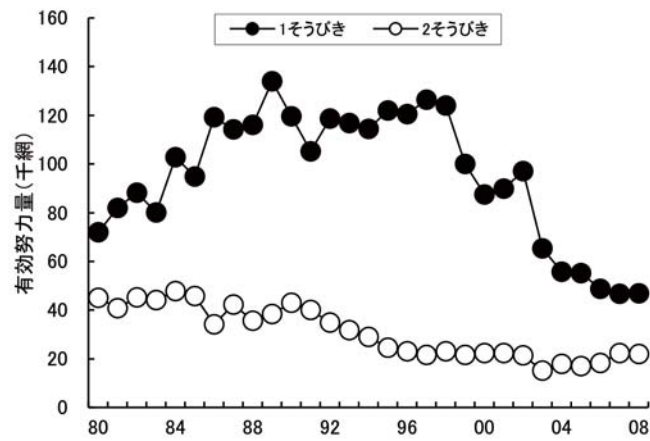


図 5. 沖合底びき網の有効努力量

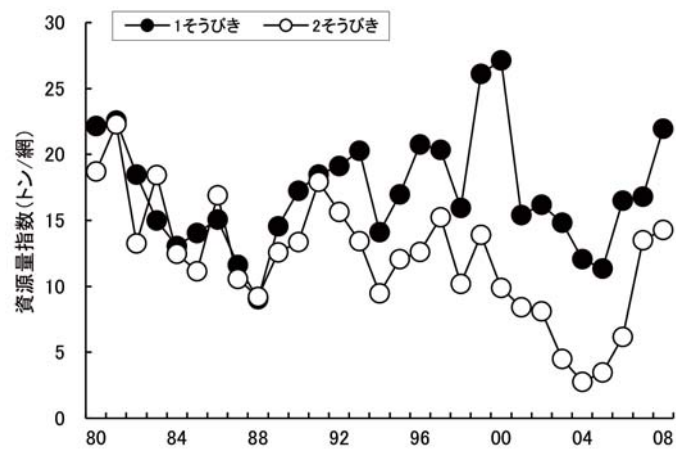


図 6. 沖合底びき網の資源量指数

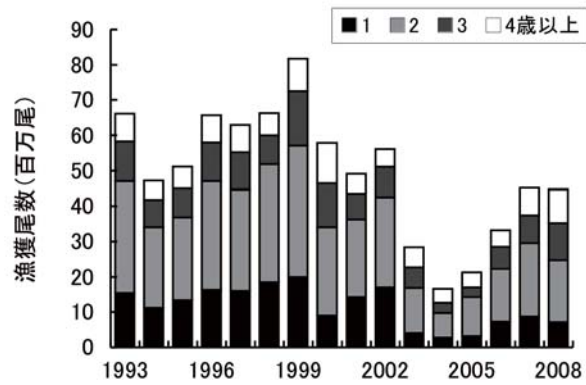


図 7. 年齢別漁獲尾数

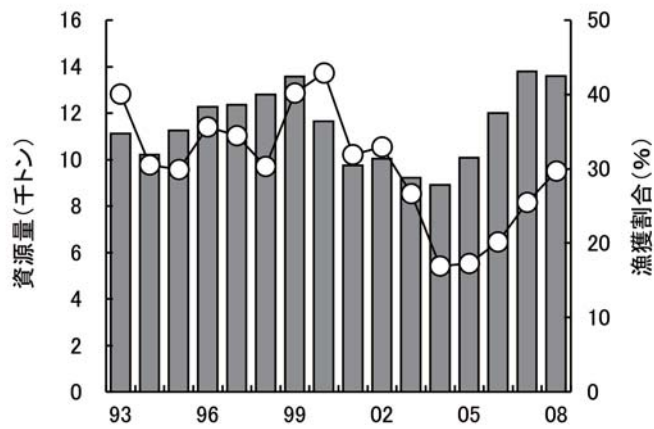


図 8. 資源量（棒グラフ）と漁獲割合（折線グラフ）

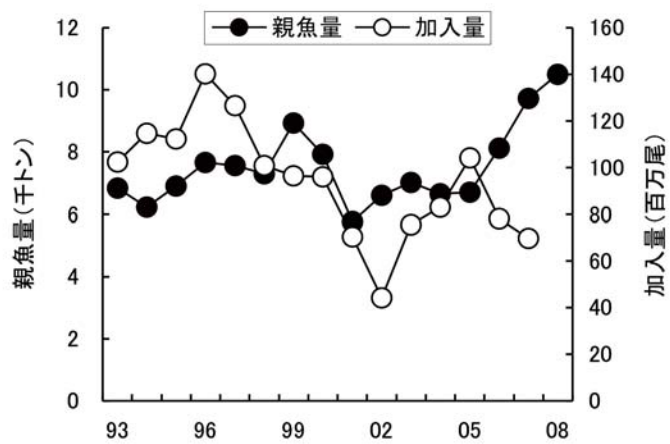


図 9. 親魚量と加入量（1 歳魚） 横軸は産卵年を示す

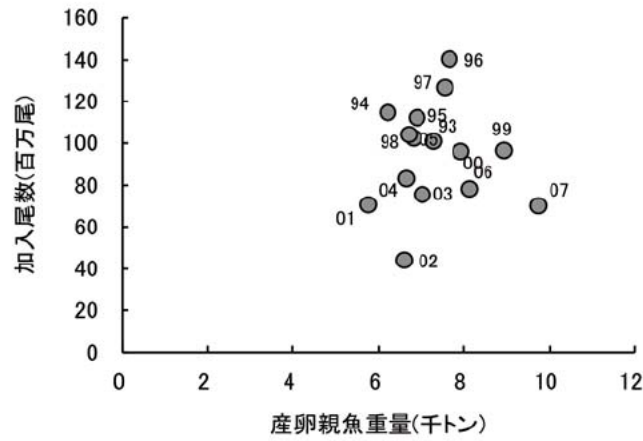


図 10. 親魚量と加入量（1 歳）の関係 ラベルは産卵年を示す。

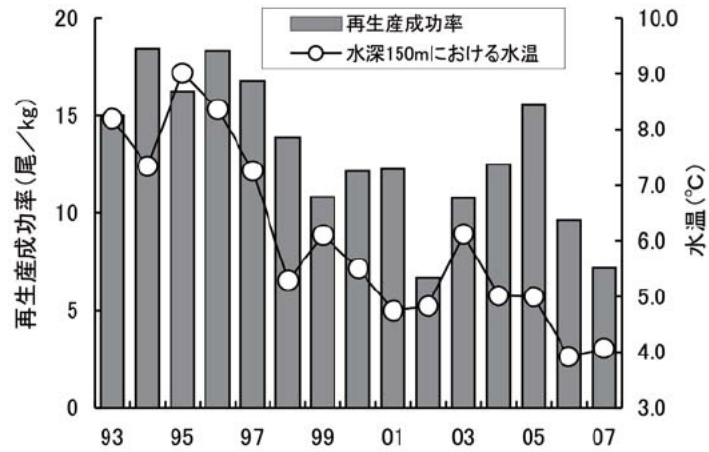


図 11. 再生産成功率と水深 150m における水温 横軸は産卵年を示す

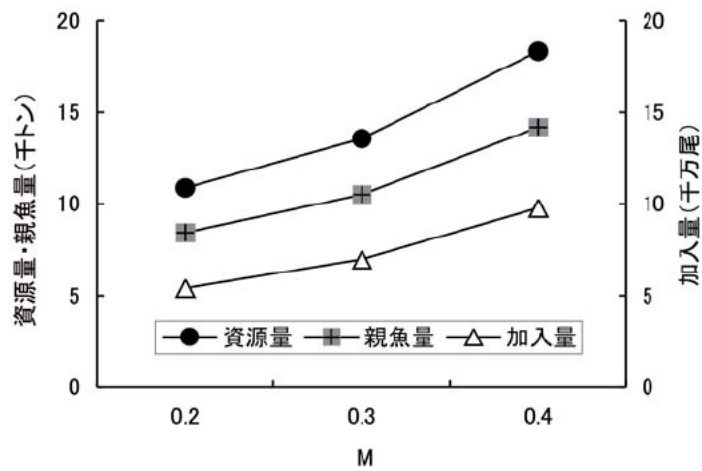


図 12. M と 2008 年資源量、親魚量、加入量の関係

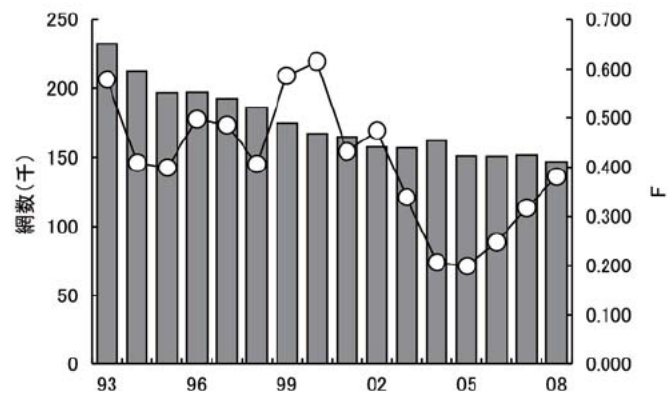


図 13. 沖合底びき網の網数（棒グラフ）と F（折れ線グラフ）

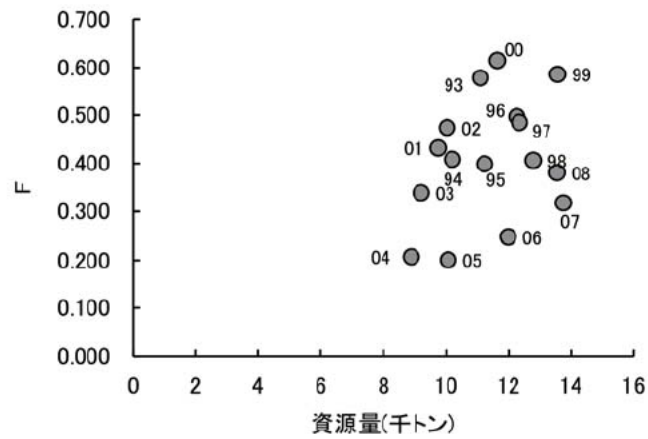


図 14. 資源量と F の関係 ラベルは年を示す。

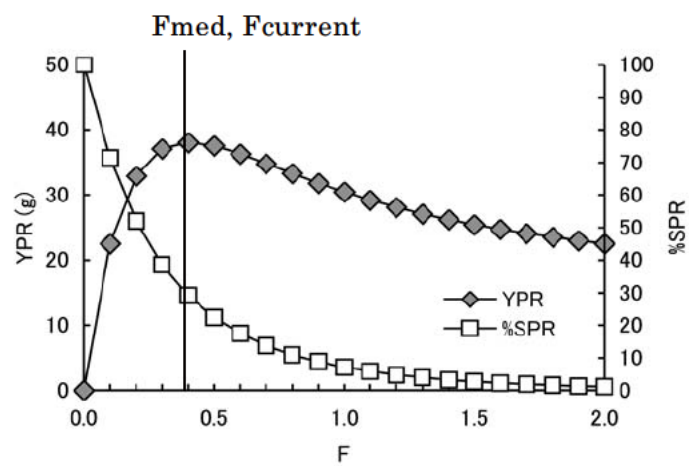


図 15. SPR と YPR

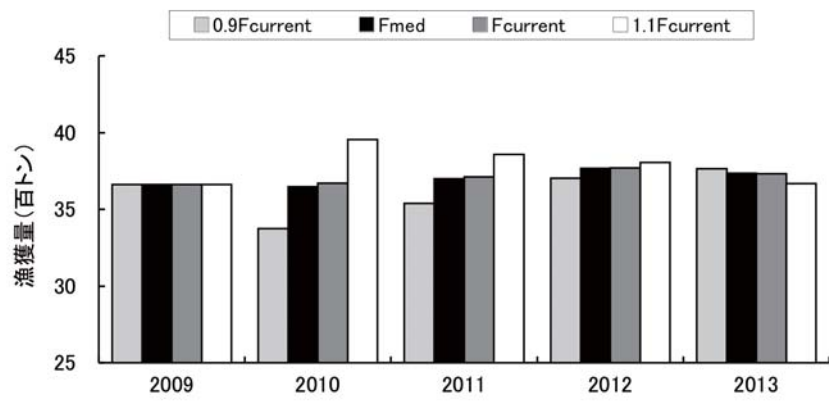


図 16. F による漁獲量の変化

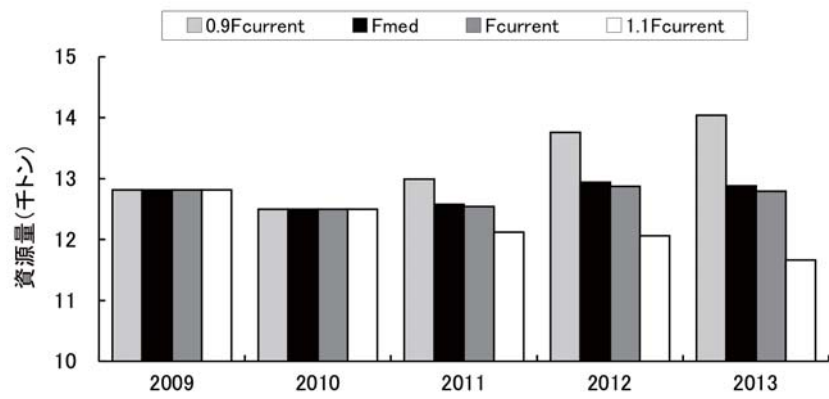


図 17. F による資源量の変化

表 1. ソウハチ日本海系群の漁獲量

年	沖合底びき網 (トン)		小型底びき網 (トン)	計 (トン)
	1 そうびき	2 そうびき		
1975	1,688	1,766		3,455
1976	1,188	1,251		2,440
1977	1,506	780		2,287
1978	2,109	1,965		4,074
1979	1,845	1,515		3,360
1980	2,231	1,591		3,822
1981	2,673	1,762		4,435
1982	1,892	1,201		3,094
1983	1,563	1,516		3,079
1984	1,713	1,084		2,797
1985	1,836	951		2,788
1986	2,153	1,130	480	3,763
1987	1,913	903	474	3,210
1988	1,181	675	351	2,206
1989	2,250	933	354	3,537
1990	2,266	1,174	372	3,812
1991	2,476	1,424	549	4,448
1992	2,614	1,083	537	4,234
1993	2,783	887	776	4,445
1994	1,872	643	599	3,114
1995	2,160	700	502	3,361
1996	2,753	676	946	4,375
1997	2,638	789	827	4,253
1998	2,149	570	1,164	3,883
1999	2,991	727	1,742	5,460
2000	2,818	568	1,610	4,996
2001	1,718	450	940	3,108
2002	1,880	456	972	3,307
2003	1,417	228	810	2,455
2004	987	162	361	1,510
2005	1,031	195	516	1,742
2006	1,282	329	814	2,424
2007	1,583	744	1,185	3,512
2008	1,665	830	1,542	4,037

表 2. ソウハチ日本海系群のコホート計算

年\年齢	漁獲尾数 (十万尾)				漁獲重量 (トン)			
	1	2	3	4+	1	2	3	4+
1993	154	317	112	78	207	1,334	1,168	1,736
1994	112	230	77	54	150	968	804	1,192
1995	135	234	82	60	181	986	858	1,337
1996	163	308	108	78	220	1,297	1,124	1,734
1997	160	287	105	79	215	1,209	1,090	1,740
1998	185	334	81	62	248	1,409	842	1,383
1999	200	372	154	91	269	1,567	1,609	2,016
2000	90	250	124	114	121	1,054	1,292	2,529
2001	143	219	73	56	193	924	759	1,232
2002	170	255	86	50	229	1,073	896	1,110
2003	40	129	57	57	54	544	597	1,260
2004	28	69	30	39	38	291	309	871
2005	32	110	29	42	43	463	302	934
2006	73	150	63	47	98	631	656	1,040
2007	88	208	79	76	118	875	826	1,693
2008	71	177	105	95	95	745	1,098	2,098

年\年齢	漁獲係数 F				資源尾数 (十万尾)			
	1	2	3	4+	1	2	3	4+
1993	0.19	0.76	0.68	0.68	1,011	693	264	184
1994	0.14	0.57	0.47	0.47	1,023	617	241	168
1995	0.15	0.53	0.46	0.46	1,147	662	259	190
1996	0.19	0.67	0.57	0.57	1,122	734	289	210
1997	0.14	0.66	0.57	0.57	1,403	691	279	210
1998	0.19	0.56	0.44	0.44	1,266	902	265	204
1999	0.26	0.81	0.64	0.64	1,009	779	380	224
2000	0.11	0.70	0.82	0.82	965	575	257	237
2001	0.19	0.51	0.51	0.51	960	637	211	161
2002	0.33	0.70	0.43	0.43	705	588	283	165
2003	0.11	0.51	0.37	0.37	442	376	217	215
2004	0.04	0.32	0.23	0.23	754	292	167	222
2005	0.05	0.27	0.24	0.24	830	534	157	229
2006	0.08	0.35	0.28	0.28	1,041	587	301	225
2007	0.14	0.42	0.36	0.36	781	709	306	295
2008	0.13	0.52	0.44	0.44	699	503	346	311

表 3. コホート計算結果

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (十万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1993	11,107	6,828	1,011	40.0	15.0
1994	10,201	6,226	1,023	30.5	18.4
1995	11,242	6,908	1,147	29.9	16.2
1996	12,268	7,664	1,122	35.7	18.3
1997	12,350	7,552	1,403	34.4	16.8
1998	12,792	7,289	1,266	30.4	13.8
1999	13,574	8,934	1,009	40.2	10.8
2000	11,649	7,926	965	42.9	12.1
2001	9,744	5,766	960	31.9	12.2
2002	10,036	6,609	705	33.0	6.7
2003	9,199	7,022	442	26.7	10.7
2004	8,899	6,652	754	17.0	12.5
2005	10,072	6,704	830	17.3	15.5
2006	11,990	8,117	1,041	20.2	9.6
2007	13,762	9,725	781	25.5	7.2
2008	13,564	10,505	699	29.8	—

補足資料 1.

**年 齢 別 ・ 年 別 漁 獲 尾 数
資 源 量 指 数**

年齢別・年別漁獲尾数・資源調査については補足資料 2
チューニング VPA、自然死亡係数は 0.3 を仮定（補足資料 3）

↓

**年 齢 別 ・ 年 別 資 源 尾 数
年 齢 別 ・ 年 別 漁 獲 係 数**

2009 年への前進計算。

↓

2009 年の 1 歳 魚 以 上 の 年 齢 別 資 源 尾 数

2010 年への前進計算。2009 年の F は、 $F_{current}$ （2008 年の F）を仮定

↓

**2010 年以降の年齢別・年別資源尾数・親魚量
2010 年以降の新規加入量を 2002～2007 年の RPS 中央値に基づいて仮定**

↓

2010 年の ABC・算定漁獲量

↓

漁獲シナリオとの対応

補足資料 2.

島根県水産技術センターが 1990～1993 年に日本海西部海域の小型底びき網の漁獲物及び試験船より採集したソウハチ 4,606 個体の耳石から調べた年齢と全長の関係に基づいて、1～3 月、4～6 月、7～9 月、及び 10～12 月における全長及び体長階級別年齢組成（1cm 階級）を求めた（平成 17 年資源評価報告書）。

島根県浜田漁港における 2 そうびき沖合底びき網により水揚げされたソウハチの銘柄別全長組成（2000～2008 年）及び全長階級別年齢組成に基づいて、1～3 月、4～6 月、7～9 月、及び 10～12 月の年齢と体長の関係（23 銘柄の年齢組成）を整理した。これらの関係に基づき、浜田漁港における 1993～2008 年の銘柄別漁獲量を年齢別漁獲尾数に変換した。さらに、浜田漁港の年齢別漁獲尾数を使って、2 そうびき沖底全体の漁獲量を年齢別漁獲尾数に換算した。

1 そうびき沖底については、鳥取県賀露港に水揚げされたソウハチの体長組成に島根県

において作成された年齢と体長の関係を適用し、鳥取県の 1 そうびき沖底の年齢組成を求めた。さらに、鳥取県の年齢組成を使って、日本海西区の 1 そうびき沖底全体の漁獲量を年齢別漁獲尾数に換算した。

これらを足し合わせた年齢別漁獲尾数を使って、小底の漁獲量を含む全体の漁獲量を年齢別漁獲尾数に換算した。

沖合底びき網の漁獲量に占める割合が大きい兵庫県籍及び小型底びき網の漁獲物調査を行っていないので、今後検討する必要がある。

補足資料 3.

ソウハチの年齢別漁獲尾数を推定し、コホート計算によって 1993～2008 年の資源尾数を計算した。0 歳魚は漁獲されないので、1 歳魚以上の漁獲対象資源について計算した。資源量を計算するために使った各年齢の体重と親魚量を計算するために使った各年齢の成熟率は下表のとおり。

年齢	1	2	3	4+
平均体重 (g)	13	42	104	222
成熟率 (%)	0	0	100	100

年齢別資源尾数の計算には Pope の式を用い、年齢別年別資源尾数を計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 a は年齢、 y は年。自然死亡係数 M は、田内・田中の式（田中 1960）により、最高年齢を 8 歳として（ $M=2.5 \div \text{最高年齢 } 8 \text{ 歳} \div 0.3$ ）求めた。

ただし、最近年、3 歳（添え字：3）、4 歳以上群（添え字：4+）は、それぞれ (2)、(3)、(4) 式により計算した。各年における 4 歳以上群と 3 歳の漁獲係数 F は等しいとした。

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

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

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

漁業種別漁獲量割合の位相が 2001 年前後で変化していることと、資源量指数（漁区別の 1 網当たり漁獲量の年合計）と資源量の関係が 2002 年以降において安定していることから、最近 8 年間（2001～2008 年）の資源量と資源量指数の残差平方和が最小となるように最近年（2008 年）の 3 歳魚に対する F を求めた。最近 8 年間における 1 そうびき沖底+小底と 2 そうびき沖底との漁獲量の比が 5.5 : 1 なので、1 そうびき沖底の残差平方和に重み付けた。

$$\text{最小 } 5.5 \sum_{y=2001}^{2008} \left\{ \ln(q_1 B_y) - \ln(I_{1,y}) \right\}^2 + \sum_{y=2001}^{2008} \left\{ \ln(q_2 B_y) - \ln(I_{2,y}) \right\}^2 \quad (5)$$

$$q_1 = \left(\frac{\prod_{y=2001}^{2008} I_{1,y}}{\prod_{y=2001}^{2008} B_y} \right)^{\frac{1}{8}}, \quad q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2001}^{2008} I_{2,y}}{\prod_{y=2001}^{2008} B_y} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (6)$$

ここで、 I_1 と I_2 はそれぞれ 1 そうびき沖底と 2 そうびき沖底の資源量指数、 B は資源量、 y は年。

昨年度の資源量推定では、資源計算を行った全期間（1993～2006 年）の資源量と沖合底びき網の CPUE（総網数当たりの漁獲量）が比例すると仮定して、CPUE から推定された最近年（2007 年）の資源量推定値とコホート解析による推定値との差が最小になるように 3 歳の F を求めた。しかしながら、ソウハチ資源は環境条件によって偏在するため、資源量指数の方が CPUE よりもソウハチ資源の実態をより反映していると考えた。さらに、資源量指数が漁業の実態を反映している期間を精査して、その期間（2001～2008 年）における資源量指数と資源量の差が最小になるように 3 歳の F を求めた。