

平成 24 年度ソウハチ日本海系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（木下貴裕、藤原邦浩）

参画機関：西海区水産研究所、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って、ソウハチ日本海系群の資源評価を行った。資源量は 1999 年の 1 万 4000 トンを頂点に 2004 年の 5,800 トンまで減少した後増減を繰り返し、最近では 2009 年の 8,000 トンから 2011 年には 1 万 600 トンと増加した。再生産成功率は大きく変動を繰り返しているが、2010 年は過去の平均よりもかなり高い値と推定される。資源水準は中位、動向は減少と判断される。現状の資源水準の維持を目標とし近年の再生産成功率が継続した場合に、資源量の維持が期待できる漁獲量を ABClimit、不確実性を見込みそれよりやや少ない漁獲量を ABCtarget とした。

	2013 年 ABC (百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	32	Fmed	0.55	34%
ABCtarget	27	0.8・Fmed	0.44	29%

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 (百トン)	漁獲量(百トン)	F 値	漁獲割合
2010	92	27	0.47	29%
2011	106	35	0.60	33%
2012	102			

F 値は各年齢の F の単純平均。

水準：中位 動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量 年齢別・年別漁獲尾数	主要港水揚量(鳥取県、島根県、山口県) 月別体長組成調査(鳥取県、島根県) 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 小型底びき網漁業標本船(山口県) 韓国沿近海魚種別総漁獲量年別統計(韓国農林水産部食品部)
資源量指数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 沖合底び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、ムシガレイなどとともに山陰沖における 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）の重要対象種である。後述のようにソウハチは日本海全域に分布するが、青森県以南の漁獲量の大半は西部海域で占められており、ここでは日本海西部海域で漁獲される群を評価対象系群として取り扱う。

2. 生態

(1) 分布・回遊

千島から常磐沖までの太平洋岸、日本海のほぼ全域及び黄海に分布し、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。寿命は 7 歳以上。成長は雌の方が速く、寿命も雌が長い（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）。主な捕食者は不明。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

日本海西部海域では、ほとんどが 1 そうびき沖底、2 そうびき沖底及び小底によって漁獲される。漁場は漁法と所属する県で異なり、兵庫県の 1 そうびき沖底は山口県見島以東、鳥取県の 1 そうびき沖底は島根県大田市沖以東、2 そうびき沖底は対馬周辺海域から島根県沖、小底は島根県沖が中心である。小底の漁獲量が把握されるのは 1986 年以降に限られるものの、1990 年代前半までソウハチの総漁獲量の 80～90%を 1 そうびき及び 2 そうびき沖底が占めていたが、近年は小底の漁獲割合が 40%前後まで増加している（図 4、表 1）。

(2) 漁獲量の推移

本種の漁獲量は増減を繰り返しながら推移し、統計が整備された 1986 年以降では 1999

年には5,000トンを超えるピークが認められる。その後急減して2004年には最低の約1,500トンまで減少したが、2008年には約4,000トンに増加、2009～2010年には2,500～2,700トンに減少、2011年には約3,500トンに増加と変動を繰り返している（図4、表1）。

ソウハチは韓国水域にも分布し韓国の漁獲対象種であるが、韓国の統計ではカレイ類にまとめられ、ソウハチ単独の漁獲量は不明である。韓国全域では2006年以降、毎年2万トン以上のカレイ類が漁獲され、2011年も2.0万トンであったが、このうちのソウハチの割合は明らかではなく、本評価では韓国の漁獲は考慮されていない。

（3）漁獲努力量

1 そうびき沖底の有効努力量は、1990年代には約10万網の水準にあったが、その後減少傾向を示し、2011年には5.5万網であった（図5）。2 そうびき沖底の有効努力量は、1980年代には約4万網であったが、2010年には2.0万網まで減少した。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

漁獲量の大半を占める1 そうびき沖底及び2 そうびき沖底の漁獲統計資料とともに、年齢別の漁獲尾数に基づくコホート解析により資源評価を行った。

（2）資源量指標値の推移

資源量の指標値としては有漁漁区数の影響を考慮して資源密度指数を用いた（図6、補足資料4）。1 そうびき沖底、2 そうびき沖底ともに1970年代に最高値が認められ、その後減少し2004年に最低値、2007～2008年に増加して再度減少と、同じような動向を示すが、2 そうびき沖底の方が年々の変動が大きい傾向が認められる。2011年は2010年より両者とも若干増加した。

（3）漁獲物の年齢組成

1997～2011年の年齢別漁獲尾数を推定した（図7、補足資料3付表）。毎年、2歳魚が主体に漁獲されている。2011年は1歳魚と2歳魚が増加したため合計漁獲尾数は2007～2008年と同程度まで増加したが、高齢魚の割合は2007～2008年より低い。2011年の山口県の小底標本船の銘柄別漁獲割合（図8）には大きな変化はみられなかった。

（4）資源量と漁獲割合の推移

コホート解析（補足資料3）で推定した資源量（1歳以上）を図9に示す。資源量は1999年の1万4000トンを頂点に2004年の5,800トンまで減少した後増減を繰り返し、最近では2009年の8,000トンから2011年には1万600トンと増加した。漁獲割合は2008年に40%まで増加した後2年連続低下したが、2011年は若干上昇した。

加入量と親魚量の関係は、0歳魚が漁獲されないため産卵された翌年の1歳魚の資源尾数を加入量とし、産卵された年を基準として図10及び図11に示した。親魚量は1999～2000年の5,000トンから2004～2005年には2,400トンまで減少し、2008年には4,800トンにまで回復したが、その後減少傾向が続き、2011年の親魚量（3,500トン）は過去の平均（3,900

トン)を若干下回ったと推定される。加入量は2007年と2008年に減少したが、2009年以降増加し、2010年は過去2番目に高い値と推定される。

再生産成功率(加入量÷親魚量)は2002年までの低下、2005年までの上昇、2008年までの低下、その後の上昇と大きく変動を繰り返している。2010年は18.3と、1997年以降の平均値13.7よりもかなり高いと推定される(図12)。

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2011年の資源量、親魚量、加入量を図13に示す。Mが大きくなると、いずれも大きくなる。

1そうびき沖底の有効努力量は1998年以降減少傾向にあり、2そうびき沖底においても減少から横ばい傾向にある(図14)。漁獲係数(各年齢のFの単純平均)は2000年をピークに2005年まで大きく低下した後、変動しつつも上昇傾向にあると推定される。

(5) 資源の水準・動向

1970年からの資源密度指数の最高値と0との三分位点を水準の目安とし、2011年の資源密度指数から中位水準と判断した(図6)。

直近5年の資源密度指数とコホート計算による資源量(図8)は、ともに2007～2008年に増加して2009年に減少する共通した傾向がみられる。2007年を基準とすると、コホート計算による資源量は横ばいから若干の減少、1そうびき及び2そうびき沖底の資源密度指数は、減少傾向にあることから資源動向は減少と判断した。

(6) 資源と漁獲の関係

年齢別選択率を一定(2001～2010年の平均)とし、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}(2011年の平均F=0.60)はF_{med}(0.55)、F_{30%SPR}(0.36)及びF_{0.1}(0.26)よりも高い値であった。

(7) B_{limit}の設定

親魚量の変動幅は、2004年の2,400トンから2000年の5,200トンと約2倍で、ソウハチ資源を維持するためには過去15年間にお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2004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、漁獲圧を下げて資源回復措置を図ることが妥当である。

5. 2013年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は1999年の1万4000トンを頂点に2004年の5,800トンまで減少した後増減を繰り返し、最近では2009年の8,000トンから2011年には1万600トンと増加した。再生産成功率は大きく変動を繰り返しているが、2010年は過去の平均よりもかなり高い値と推定される。資源水準は中位、動向は減少と判断される。

(2) ABC並びに推定漁獲量の算定

資源量を推定しており、 $B \geq B_{limit}$ なので、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た。

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値}$$

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

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。2012 年の F は 2011 年と同じ。2013 年以降の年齢別選択率は近年と同じ（2001～2010 年の平均）で漁獲される。2011 年以降の再生産成功率は近年の傾向が継続するとして、資源計算を行った 14 年間（1997～2010 年）の中央値(RPSmed)で一定とする。この RPSmed で補償可能な親魚量 3 歳の F を探索し、各年齢の F の単純平均を F_{med} とした。

	2013 年 ABC (百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	32	F_{med}	0.55	34%
ABCtarget	27	$0.8 \cdot F_{\text{med}}$	0.44	29%

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 （2011 年の F ）を変化させた場合と資源量を維持するための $F(F_{\text{med}})$ の場合の漁獲量および資源量を下表と図 16 に示す。現在の $F(F_{\text{current}})$ は資源を維持する F_{med} よりも高く、資源量及び漁獲量を維持するには F を引き下げる必要がある。

F	基準値	漁獲量 (百トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0.44	$0.8F_{\text{med}}$	35	38	27	30	32	34	37
0.54	$0.9F_{\text{current}}$	35	38	32	32	32	33	32
0.55	F_{med}	35	38	32	32	32	33	32
0.60	F_{current}	35	38	34	33	33	31	30
0.66	$1.1F_{\text{current}}$	35	38	37	33	32	30	27
F	基準値	資源量 (百トン)						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0.44	$0.8F_{\text{med}}$	106	102	93	101	106	109	113
0.54	$0.9F_{\text{current}}$	106	102	93	97	98	97	97
0.55	F_{med}	106	102	93	97	98	96	96
0.60	F_{current}	106	102	93	94	91	86	83
0.66	$1.1F_{\text{current}}$	106	102	93	91	85	77	72

F_{current} =2011 年の F 、 F 値は各年齢の F の単純平均。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2011 年漁獲量	2011 年漁獲量の確定
2011 年年齢別漁獲尾数及び年齢別体重	2011 年までの年齢別資源尾数、再生産関係、年齢別採率、%SPR
2011 年資源密度指数	水準、動向の判断

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2011 年 (当初)	Fmed	0.41	96	27	23	
2011 年 (2011 年再評価)	Fmed	0.54	103	35	30	
2011 年 (2012 年再評価)	Fmed	0.55	106	32	27	35
2012 年 (当初)	Fmed	0.54	103	36	31	
2012 年 (2012 年再評価)	Fmed	0.55	102	35	30	

最新年の評価では高い加入量が認められたが、2011 年の漁獲圧はやや過大と考えられる。

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、補足資料 3 付表）。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日本底魚部会報，22，15-29.
- 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.

表 1. ソウハチ日本海系群の漁獲量（単位：トン）

年	2そうびき沖底		1そう沖底	小型底 びき網	計
	浜田西	島根東部	日本海西部		
1966	941				941
1967	792				792
1968	484				484
1969	1,488				1,488
1970	1,591	35	885		2,511
1971	1,537	150	1,298		2,985
1972	1,582	237	1,481		3,301
1973	1,028	100	1,445		2,573
1974	1,910	83	2,624		4,617
1975	1,706	61	1,688		3,455
1976	1,180	71	1,188		2,440
1977	681	99	1,506		2,287
1978	1,873	92	2,109		4,074
1979	1,468	47	1,849		3,363
1980	1,575	16	2,231		3,822
1981	1,708	55	2,673		4,435
1982	1,196	5	1,892		3,094
1983	1,514	2	1,563		3,079
1984	1,080	4	1,713		2,797
1985	949	3	1,836		2,788
1986	1,125	5	2,153	480	3,763
1987	902	1	1,913	474	3,290
1988	671	4	1,181	351	2,206
1989	929	4	2,250	354	3,537
1990	1,166	7	2,266	372	3,812
1991	1,385	39	2,476	549	4,448
1992	1,063	19	2,614	537	4,234
1993	872	15	2,783	776	4,445
1994	623	20	1,872	599	3,114
1995	687	13	2,160	502	3,361
1996	659	17	2,753	946	4,375
1997	778	11	2,638	827	4,253
1998	552	18	2,149	1,164	3,883
1999	701	26	2,991	1,742	5,460
2000	560	8	2,818	1,610	4,996
2001	437	14	1,718	940	3,108
2002	447	9	1,880	972	3,308
2003	269	5	1,313	810	2,397
2004	160	3	906	361	1,429
2005	194	2	1,026	516	1,738
2006	320	8	1,282	814	2,424
2007	653	91	1,514	1,185	3,443
2008	701	129	1,665	1,542	4,036
2009	453	64	927	1,087	2,531
2010	437	66	1,161	1,009	2,672
2011	519	91	1,335	1,538	3,483

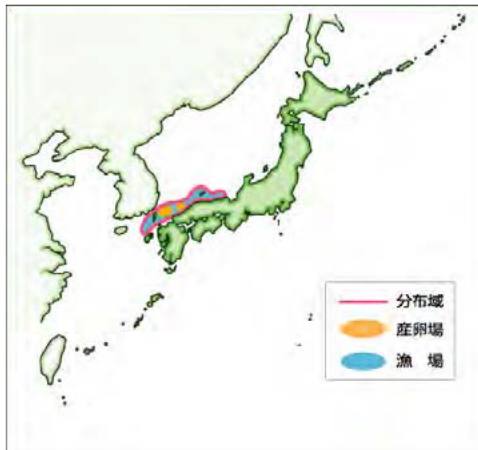


図 1. ソウハチ日本海系群の分布

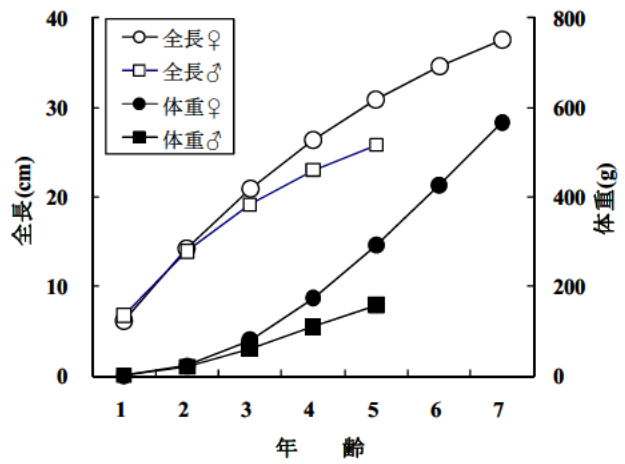


図 2. 年齢と成長

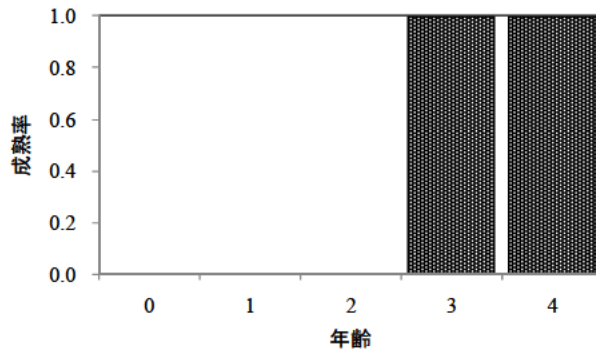


図 3. 年齢と成熟率

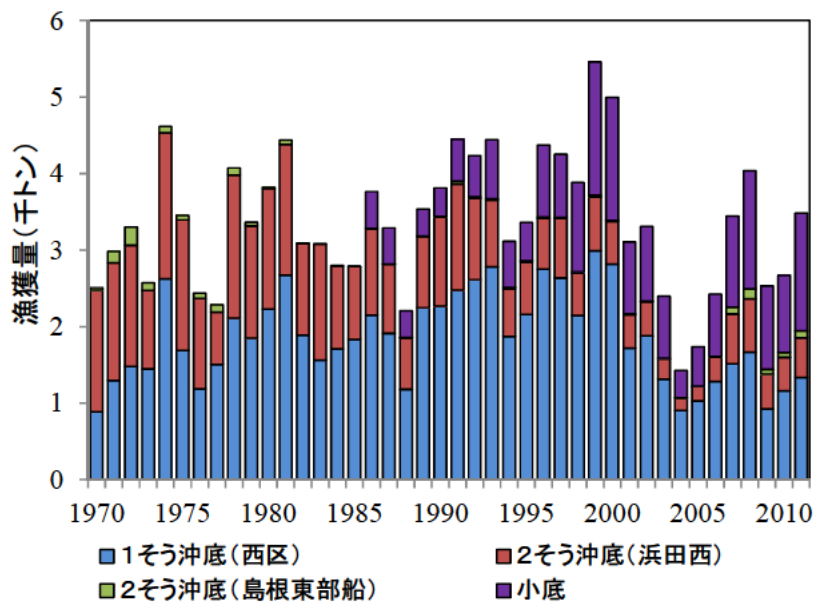


図 4. ソウハチ日本海系群の漁獲量（1985 年以前の小底データ無し）

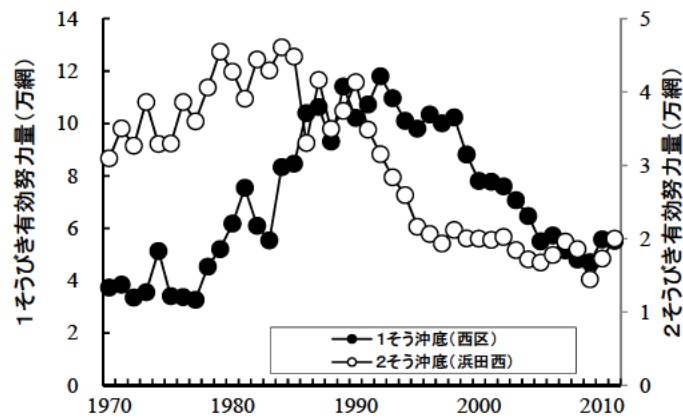


図 5. 沖合底びき網の有効努力量

(2 そうびきには島根県東部船を含まない。図 6. も同様)

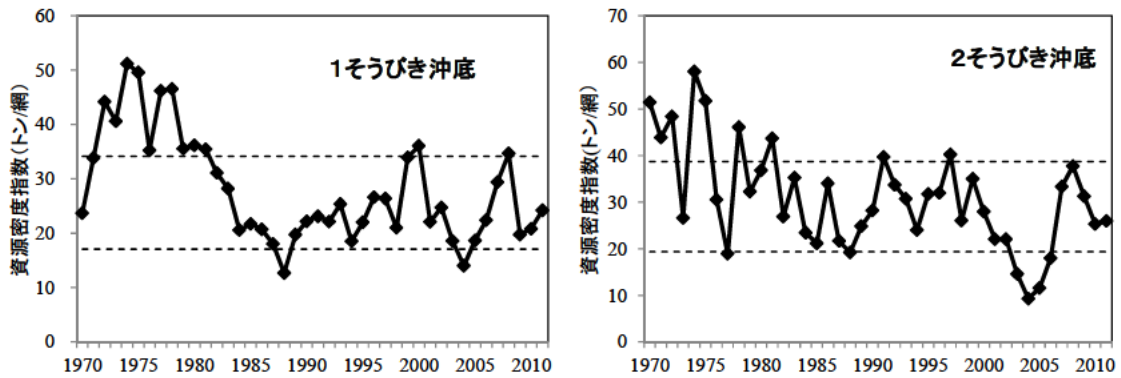


図 6. 沖合底びき網の資源密度指数

(図中の線は最高値と 0 の間の三分位点で水準の判断の目安)

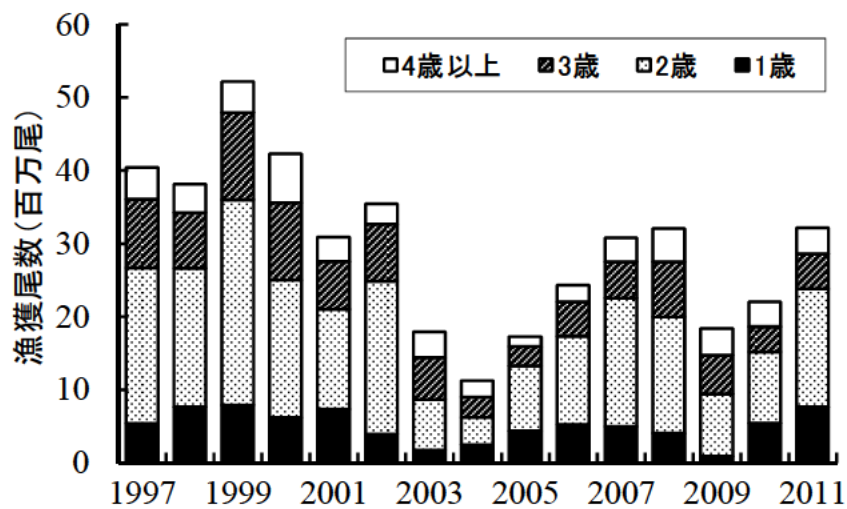


図 7. 年齢別漁獲尾数

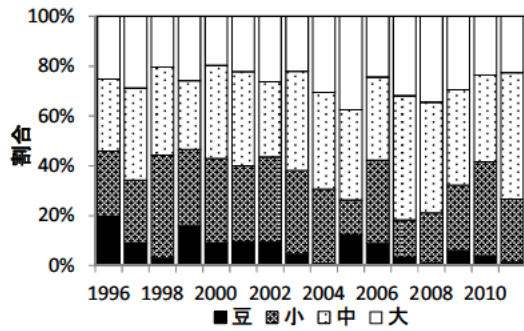


図 8. 標本船による銘柄別漁獲割合 (山口県小底)

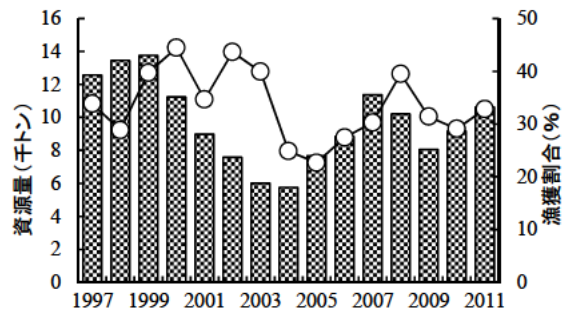


図 9. 資源量 (棒グラフ) と漁獲割合 (折線グラフ)

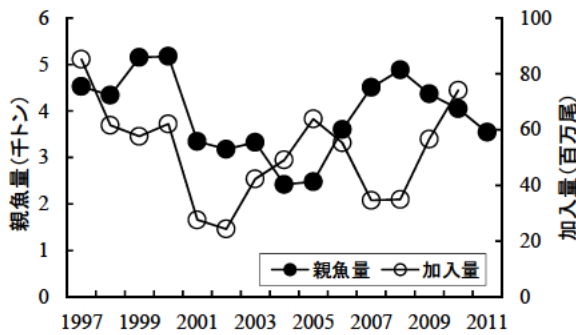


図 10. 親魚量と加入量 (1 歳魚)
横軸は産卵された年を示す。

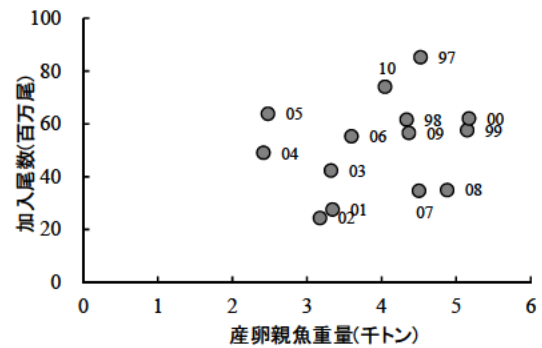


図 11. 親魚量と加入量 (1 歳) の関係
点の左のラベルは産卵された年を示す。

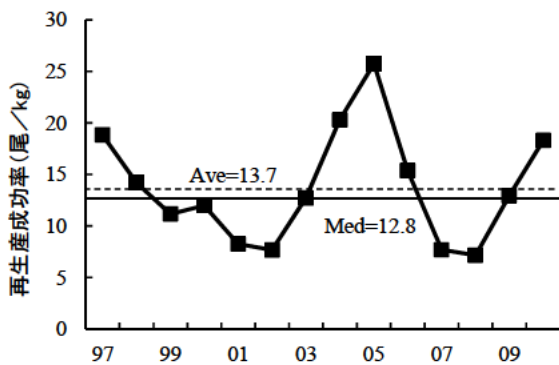


図 12. 再生産成功率の経年変化

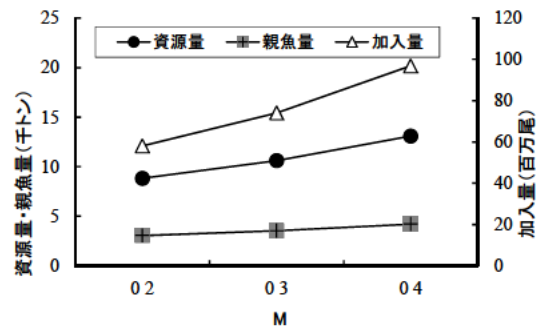


図 13. M と 2011 年資源量、
親魚量、加入量の関係

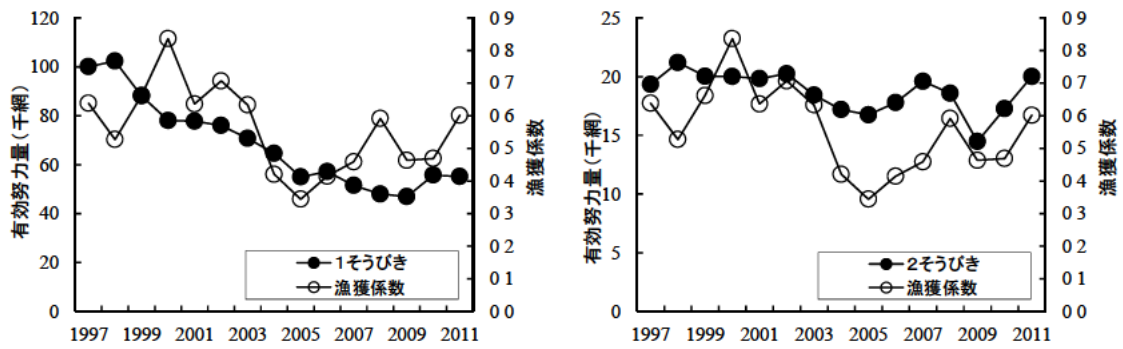


図 14. 漁獲係数と沖合底びき網の有効努力量との関係
左：1 そうびき沖底、右：2 そうびき沖底。

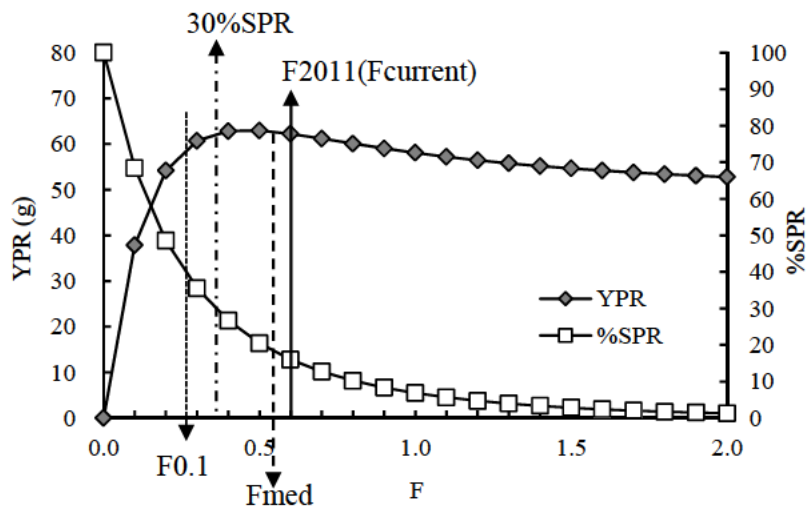


図 15. SPR と YPR

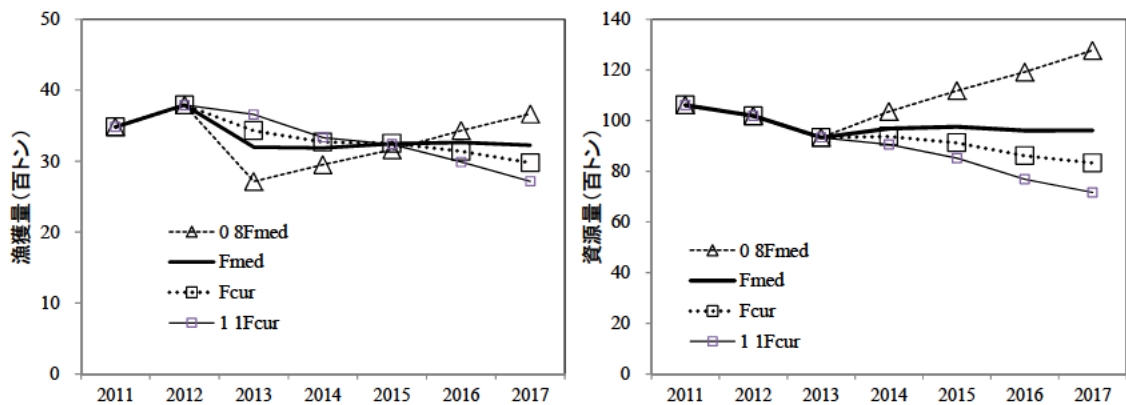
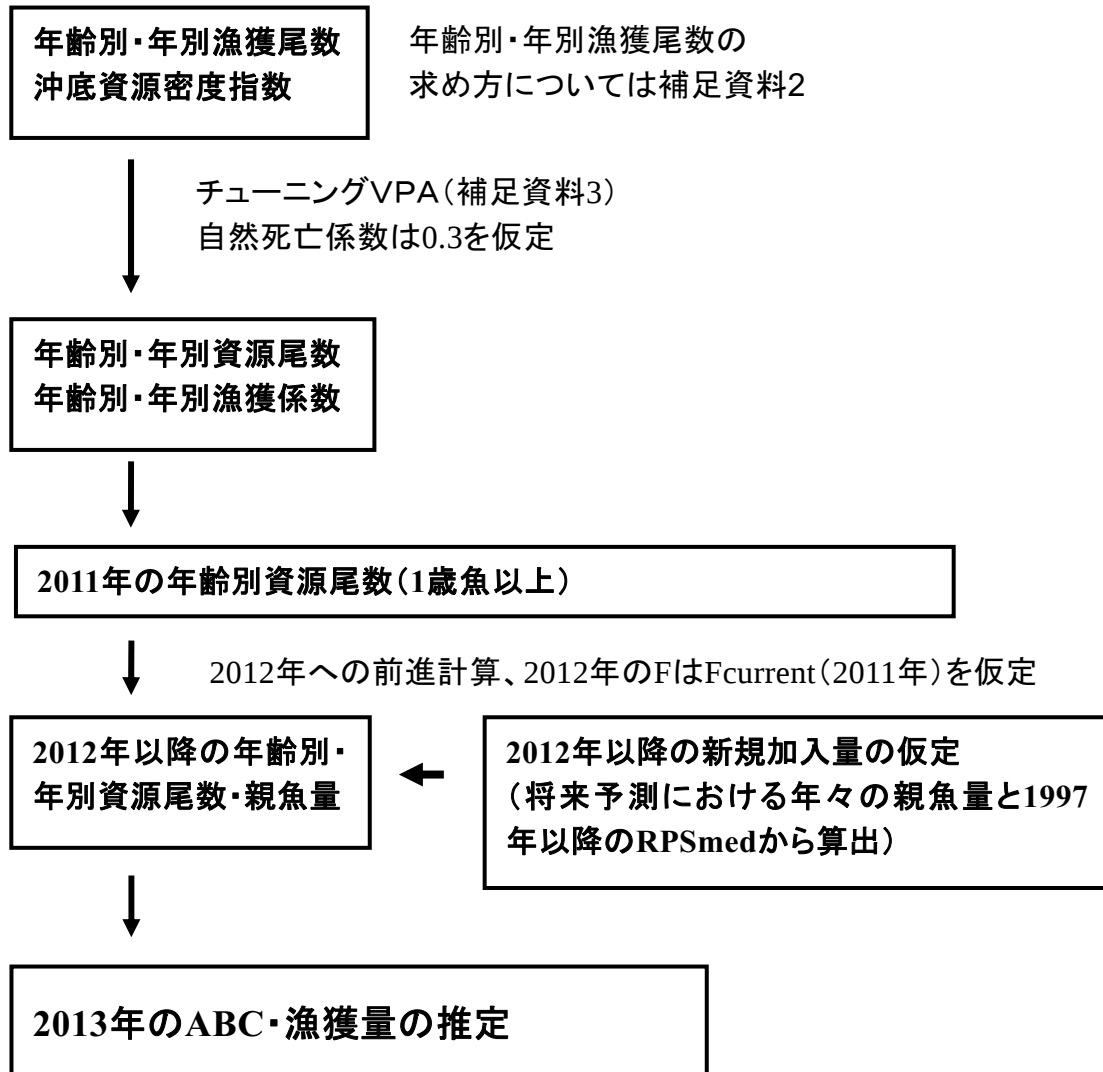


図 16. 様々な F による漁獲量 (左) と資源量 (右) の予測値

補足資料1 資源評価のフロー



補足資料 2 年齢別漁獲尾数の推定

年齢別漁獲尾数の推定は漁業種類別に行った。1 そうびき沖底は、鳥取県賀露港に水揚げされた銘柄別の体長組成、精密測定及び銘柄別漁獲量を基礎資料として鳥取県全体に引き延ばした雌雄別の体長組成を、鳥取県水産試験場から提供を受けた。この体長組成に、雌雄別及び4半期別（1～3月、4～6月、7～9月、10～12月）の体長 体重関係から重量を求め、1 そうびき沖底（西区）の漁獲量で引き延ばして1 そうびき沖底の漁獲尾数を計算した。また、雌雄別及び4半期別の体長 年齢 Key（平成17年度資源評価報告書）により年齢分解し、雌雄を合計して年齢組成とした。

2 そうびき沖底は、島根県浜田港に水揚げされた銘柄別体長組成と銘柄別漁獲量から、雌雄込みの体長組成と尾数を求め、雌雄込みの4半期別体長 体重関係から重量を求めた。これを2 そうびき沖底（島根県東部船を含む）と小型底びき網の漁獲量で引き延ばして1 そうびき沖底以外の体長組成を求め、雌雄込みの4半期別の体長 年齢 Key により年齢分解した。

資源計算に用いた年齢漁獲尾数は、上記の合計を用いた。また年齢別の平均体重は、上記の体長組成、体長 体重関係及び体長 年齢 Key から求めた年齢別の漁獲重量を、年齢別漁獲尾数で除して計算した。

補足資料 3 コホート計算

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（ $M = 2.5 \div \text{最高年齢} 8 \text{歳} \approx 0.3$ ）求めた。3歳（添え字：3）、4歳以上（添え字：4+）は、それぞれ(2)、(3)式を使い、各年における4歳以上と3歳の漁獲係数 F は等しいとした。

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

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

ただし、最近年は、全年齢に対して(4)式を使った。1歳と2歳の F は、2001年から2010年までの1～3歳の F の平均値を求め、3歳に対する1歳と2歳の比率を3歳の F に乗じて計算した。3歳の F は下記のチューニングによって求めた。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y} \exp(\frac{M}{2})}{(1 - \exp(-F_{a,y}))} \quad (4)$$

最近年の F のチューニングは最近 11 年間（2001～2011 年）の 2 歳魚以上の資源量と 1 そうびき沖底と 2 そうびき沖底の資源密度指数の残差平方和が最小となるように最近年（2011 年）の 3 歳魚に対する F を求めた。最近 11 年間における両者の漁獲量は、1 そうびきが 2 そうびきの約 3 倍なので、1 そうびき沖底の残差平方和に 3 倍の重みを付けた。

$$\text{最小 } 3 \sum_{y=2001}^{2011} \{\ln(q_1 B_y) - \ln(I_{1,y})\}^2 + \sum_{y=2001}^{2011} \{\ln(q_2 B_y) - \ln(I_{2,y})\}^2 \quad (5)$$

$$q_1 = \left(\frac{\prod_{y=2001}^{2011} I_{1,y}}{\prod_{y=2001}^{2011} B_y} \right)^{\frac{1}{11}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2001}^{2011} I_{2,y}}{\prod_{y=2001}^{2011} B_y} \right)^{\frac{1}{11}} \quad (6)$$

ここで、 I_1 と I_2 はそれぞれ 1 そうびきと 2 そうびきの資源密度指数、 B は 2 歳以上の資源量、 y は年。使用した年齢別漁獲尾数と計算結果を付表に示す。

・引用文献

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.

付表 コホート計算に用いた年齢別漁獲尾数と計算結果

年齢別漁獲尾数(百万尾)															
年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1歳	5.3	7.7	7.9	6.2	7.3	3.9	1.7	2.5	4.3	5.2	4.9	4.0	0.9	5.4	7.6
2歳	21.3	19.0	28.1	18.8	13.7	21.0	7.0	3.8	8.9	12.1	17.6	15.9	8.5	9.7	16.2
3歳	9.4	7.6	11.9	10.6	6.5	7.8	5.8	2.8	2.7	4.7	4.9	7.6	5.3	3.5	4.8
4歳以上	4.3	3.9	4.3	6.6	3.3	2.8	3.5	2.2	1.4	2.3	3.3	4.6	3.6	3.4	3.5
計	40.4	38.1	52.1	42.3	30.9	35.4	17.9	11.2	17.3	24.3	30.8	32.1	18.4	22.0	32.2
年齢別漁獲係数と漁獲割合(%)															
年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1歳	0.08	0.11	0.16	0.13	0.15	0.18	0.08	0.07	0.11	0.10	0.11	0.14	0.03	0.12	0.13
2歳	0.74	0.50	0.86	0.83	0.56	0.96	0.64	0.30	0.44	0.56	0.65	0.70	0.59	0.60	0.70
3歳	0.87	0.75	0.81	1.19	0.92	0.85	0.90	0.65	0.42	0.50	0.54	0.76	0.62	0.58	0.79
4歳以上	0.87	0.75	0.81	1.19	0.92	0.85	0.90	0.65	0.42	0.50	0.54	0.76	0.62	0.58	0.79
平均	0.64	0.53	0.66	0.84	0.64	0.71	0.63	0.42	0.34	0.41	0.46	0.59	0.46	0.47	0.60
漁獲割合	34	29	40	44	35	44	40	25	23	27	30	40	31	29	33
年齢別資源尾数(百万尾)															
年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1歳	81	85	62	58	62	28	24	42	49	64	55	35	35	57	74
2歳	47	56	57	39	37	40	17	17	29	33	43	37	22	25	37
3歳	19	17	25	18	13	16	11	7	9	14	14	17	13	9	10
4歳以上	9	9	9	11	6	6	7	5	5	7	9	10	9	9	8
合計	156	166	152	125	118	89	60	71	92	117	121	98	80	100	129
年齢別資源重量、親魚量(トン)及び再生産成功率RPS(尾/kg)															
年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1歳	4,226	4,749	3,471	2,776	2,773	1,506	1,176	1,927	2,637	2,533	3,094	1,620	1,720	2,921	3,780
2歳	3,815	4,370	5,127	3,290	2,854	2,897	1,504	1,407	2,556	2,704	3,773	3,713	1,972	2,219	3,293
3歳	2,504	2,206	3,171	2,407	1,662	1,849	1,617	931	1,200	1,869	1,893	2,350	1,817	1,297	1,423
4歳以上	2,023	2,130	1,981	2,768	1,684	1,326	1,707	1,487	1,278	1,730	2,612	2,532	2,550	2,752	2,117
合計	12,568	13,455	13,749	11,241	8,972	7,579	6,004	5,752	7,671	8,835	11,371	10,215	8,060	9,188	10,614
親魚量	4,526	4,336	5,151	5,175	3,345	3,176	3,324	2,418	2,478	3,598	4,505	4,882	4,367	4,048	3,541
RPS	18.82	14.19	11.17	11.98	8.25	7.67	12.72	20.30	25.73	15.35	7.69	7.16	12.95	18.29	

補足資料 4 漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖合底びき網の漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分柁目）別の漁獲量と網数が集計されている。これらより、月 i 漁区 j における CPUE(U)は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（月または小海区）における資源量指数(P)は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j}$$

集計単位における有効漁獲努力量(X')と漁獲量(C)、資源量指数(P)の関係は次式のように表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数(P)を有漁漁区数(J)で除したものが資源密度指数(D)である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

広がりのある漁場内では魚群の密度は濃淡があるのが通常であり、魚群密度が高いところに漁船が集中して操業した場合、総漁獲量を総網数で割った CPUE は高い方に偏る。そこで漁場を 10 分柁目の漁区に細分し、漁区内での密度は一樣と仮定して、魚群や努力量の偏りを補正し、資源量を指数化したのが資源量指数と資源密度指数である。

沖底のように有漁漁区数が減少した場合、漁船の漁区の選択性が資源量指数と資源密度指数に影響を与える。底びき網は複数の魚種を対象とし、魚種によって分布密度が高い場所が異なるため、有漁漁区数の減少は漁獲の主対象となる魚種の分布密度が高い漁区に操業が集中することが考えられる。このような場合、資源密度指数で有漁漁区数が多い時代と減少した時代を比較すると、資源密度指数は密度が高い漁区の平均であるので減少した時代は過大となり、資源量指数では密度が低い漁区のデータが無いのでその分だけ過小となる。一方漁獲の主対象ではない魚種では、その魚種の分布密度に影響されにくいいため、漁区数の減少は合計値である資源量指数を過小とすることから資源密度指数の方が良い指標値と考えられる。

1 そうびき沖底ではズワイガニ、2 そうびき沖底ではムシガレイが最重要魚種であり、ソウハチは重要魚種であっても操業する漁区の集中よりも漁区数の減少の方が影響が大きいと考え資源密度指数を資源量の指標値として用いた。