

平成 25 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

日本海西部で漁獲されるソウハチを、資源密度指数、コホート解析によって評価した。資源量は 1999 年の 140 百トンから 2004 年には 58 百トンまで減少した。2007 年以降は 1 万トン程度で増減を繰り返し、2012 年は 99 百トンと推定された。資源密度指数から資源水準は中位、資源量、親魚量及び資源密度指数から動向は減少と判断した。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。

	2014 年 ABC (百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	34	Fmed	0.52	34%
ABCtarget	29	0.8・Fmed	0.41	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
2011	92	35	0.62	38%
2012	99	27	0.49	27%
2013	106			

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。ソウハチは日本海全域に分布するが、漁獲量の大半は西部海域で占められており、本報告書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）。日本海西部海域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、島根県沖では調査船調査により水深 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、1 そうびき沖底では兵庫県が山口県見島以東、鳥取県が島根県大田市沖以東、2 そうびき沖底で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。しかし、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 50 百トンを超えるピークが認められる。その後急減して 2004 年に最低の 15 百トン未満まで減少したが、2008 年には 40 百トンに増加、2009～2010 年に減少、2011 年に増加と変動を繰り返し、2012 年の漁獲量は 27 百トンであった（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、2012 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 年代は約 10 万網の水準にあったが、その後減少傾向を示し、2012 年は 5.2 万網であった（図 5）。2 そうびき沖底の有効努力量は、1980 年代は約 4 万網であったが、2012 年は 1.8 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から求めた資源密度指数とともに、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、1990 年以降では 2004 年に最低値、2007～2008 年に増加して再度減少した。両沖底とも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。2012 年は前年よりも 1 そうびき沖底は減少、2 そうびき沖底は増加した。

（3）漁獲物の年齢組成

1997～2012 年の年齢別漁獲尾数を推定した（図 7、補足資料 2、補足表）。通常、2 歳魚が主体に漁獲されるが、2012 年は前年より 2 歳魚の漁獲尾数が減少し、合計漁獲尾数も減少した。2012 年の山口県の小底標本船による銘柄別漁獲割合（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 14 千トンから 2004 年には 5.8 千トンまで減少した後 2007 年は 11 千トンと増減を繰り返し、2012 年は 9.9 千トンと推定された。漁獲割合は 2005 年に最低の 23% となり、2008 年には 39% と増減を繰り返している。

親魚量と加入量の関係は、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 千トンから 2004～2005 年に 2.4 千トンまで減少し、2008 年には 4.9 千トンにまで回復したが、その後減少傾向が続いている。2012 年の親魚量（3.4 千トン）はコホート計算

を行った 1997 年以降の平均 (3.9 千トン) を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、2011 年は過去 2 番目に高い値と推定された。

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 (図 12)。2011 年は 21.6 尾/kg と、1997 年以降の平均値 13.7 尾/kg よりもかなり高いと推定される。

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 2012 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判断の基準とし、2012 年は中位水準と判断した (図 6)。動向について、2008 年以降の資源量は横ばい (図 9) であるが、親魚量 (図 10) 及び資源密度指数は低下していることから減少と判断した。

(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} (2012 年の平均 F=0.49) は再生産成功率 (RPS) を 1997 年以降の中央値と仮定して計算した F_{med}(0.52) より若干低く、F_{30%SPR}(0.36) 及び F_{0.1}(0.26) よりも高い値であった。

(7) Blimit 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 (図 10)、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 Blimit 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. 2014 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は 1999 年の 14 千トンから 2004 年には 5.8 千トンまで減少した後 2007 年は 11 千トンと増減を繰り返し、2012 年は 9.9 千トンと推定された。資源水準は中位、動向は減少と判断した。

(2) ABC 並びに推定漁獲量の算定

資源量を推定しており、 $B \geq Blimit$ 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。

$F_{limit} = \text{基準値}$

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

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 は基準値の 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。2013 年の F は 2012 年と同じ。2014 年以降の年齢別選択率は近年と同じ（2001～2011 年の平均）と仮定した。2012 年以降の再生産成功率は、資源計算を行った 15 年間（1997～2011 年）の中央値(RPS_{med})で一定とした。この RPS_{med} に対応する 3 歳の F を探索し、各年齢の F の単純平均を計算し F_{med} とした。

	2014 年 ABC (百トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	34	F_{med}	0.52	34%
ABCtarget	29	$0.8 \cdot F_{med}$	0.41	29%

F 値は各年齢の F の単純平均、漁獲割合は $ABC / \text{資源量}$ 。

(3) ABClimit の評価

ABC 算定と同じ仮定のもとで、現在の F （2012 年の F ）を変化させた場合と資源量を維持するための $F(F_{med})$ 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 $F(F_{current})$ は資源を維持する F_{med} よりも僅かに低く、現在の F でも資源量及び漁獲量は徐々に増加する。

F	基準値	漁獲量 (百トン)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0.41	$0.8F_{med}$	27	35	29	31	33	36	38
0.44	$0.9F_{current}$	27	35	30	32	34	36	38
0.49	$F_{current}$	27	35	33	33	34	35	36
0.52	F_{med}	27	35	34	34	35	35	34
0.53	$1.1F_{current}$	27	35	35	34	35	35	33
F	基準値	資源量 (百トン)						
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0.41	$0.8F_{med}$	99	106	100	114	122	128	138
0.44	$0.9F_{current}$	99	106	100	112	118	122	129
0.49	$F_{current}$	99	106	100	108	111	111	113
0.52	F_{med}	99	106	100	106	107	104	105
0.53	$1.1F_{current}$	99	106	100	105	105	101	100

$F_{current}$ = 2012 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
2012 年漁獲量	2012 年漁獲量の確定
2012 年年齢別漁獲尾数及び年齢別体重 2012 年資源密度指数	2012 年までの年齢別資源尾数、再生産関係、年齢別選択率、%SPR

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)
2012 年 (当初)	Fmed	0.54	103	36	31	
2012 年(2012 年再評価)	Fmed	0.55	102	35	30	
2012 年(2013 年再評価)	Fmed	0.52	99	28	24	27
2013 年 (当初)	Fmed	0.55	93	32	27	
2013 年(2013 年再評価)	Fmed	0.52	106	37	31	

漁獲選択性が低い 1 歳魚の資源尾数がそれ以前の評価時点よりも多く推定されたため、2012 年 ABC の 2013 年再評価値は低くなった。

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、附表)。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そうびき沖底	小型底	計
	浜田西	島根東部	日本海西部	びき網	
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
2012	568	46	989	1,110	2,713



図 1. ソウハチ日本海系群の分布

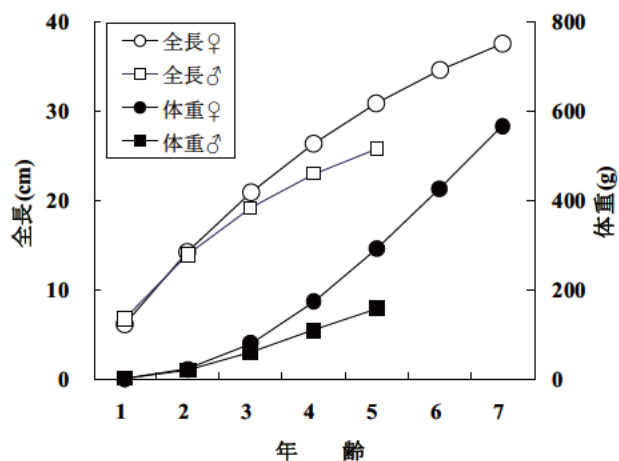


図 2. 年齢と成長

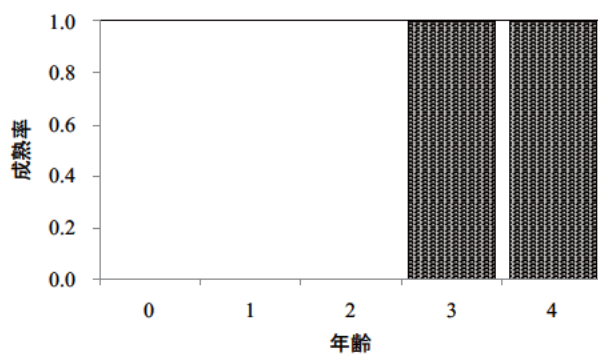


図 3. 年齢と成熟率

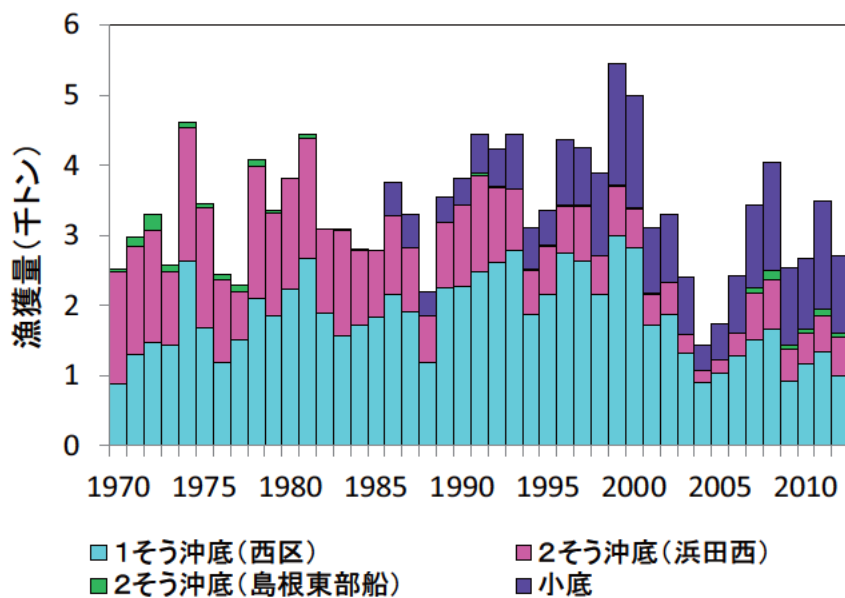


図 4. ソウハチ日本海系群の漁獲量 (1985 年以前の小底データ無し)

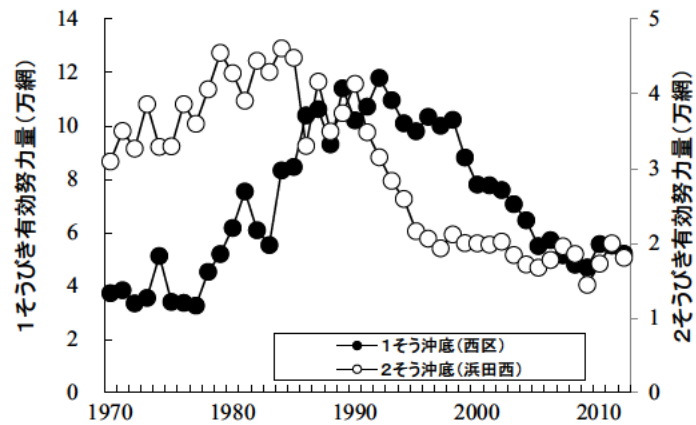


図 5. 沖合底びき網の有効努力量

(2 そうびきには島根県東部船を含まない。図 6. も同様)

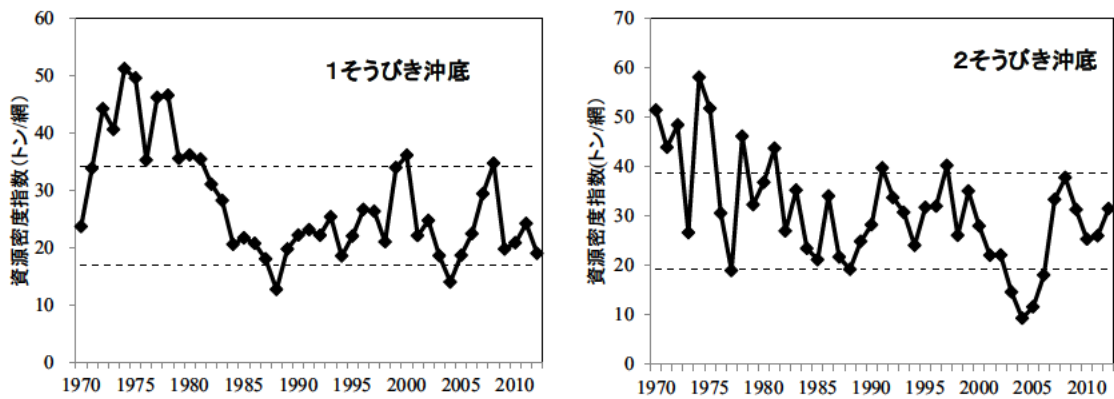


図 6. 沖合底びき網の資源密度指数

(図中の線は最高値と 0 の間の三分位点で水準の判断の基準)

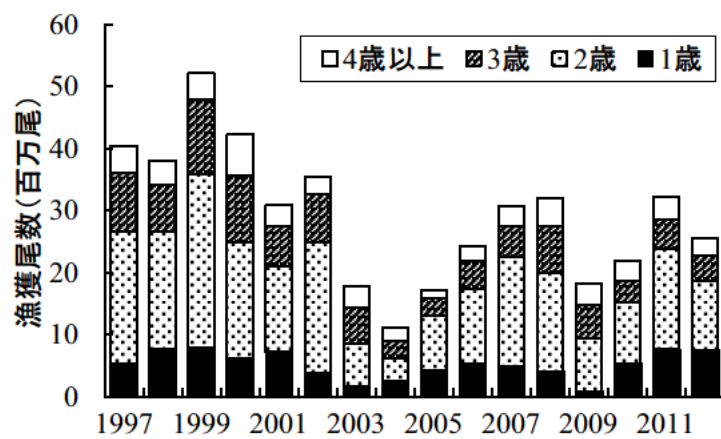


図 7. 年齢別漁獲尾数

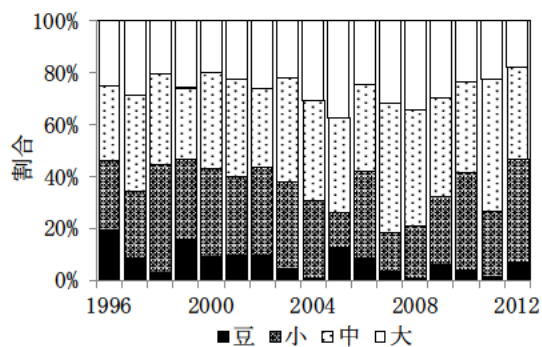


図 8. 標本船による銘柄別漁獲割合
(山口県小底)

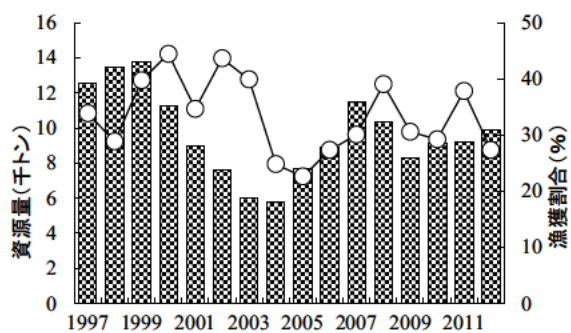


図 9. 資源量 (棒グラフ) と
漁獲割合 (折線グラフ)

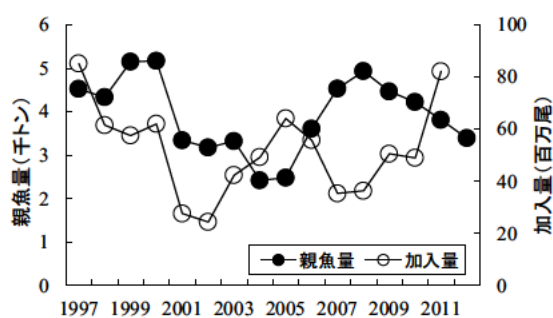


図 10. 親魚量と加入量 (1 歳魚)
横軸は産卵された年を示す。

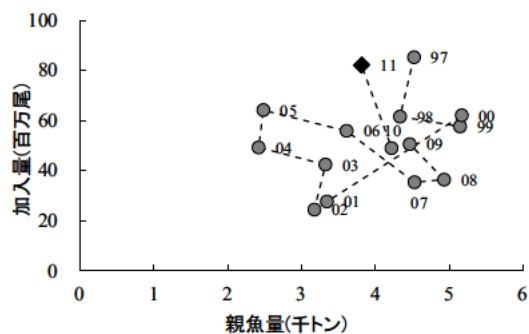


図 11. 親魚量と加入量 (1 歳) の関係
点の左のラベルは産卵された年を示す。

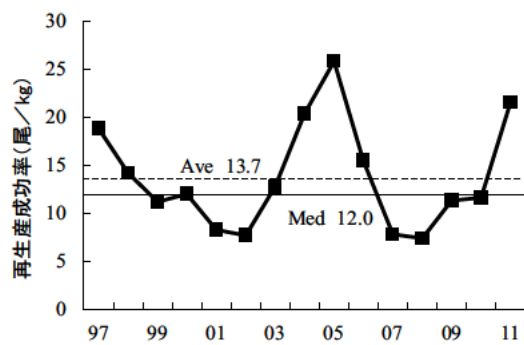


図 12. 再生産成功率の経年変化

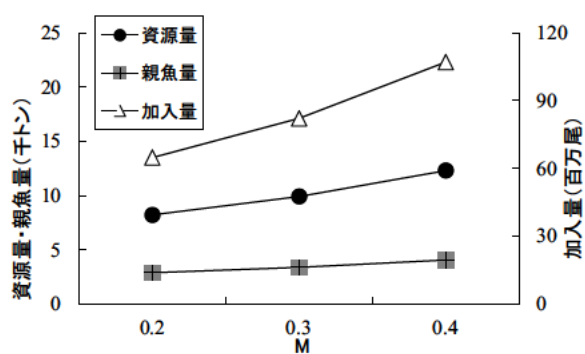


図 13. M と 2011 年資源量、
親魚量、加入量の関係

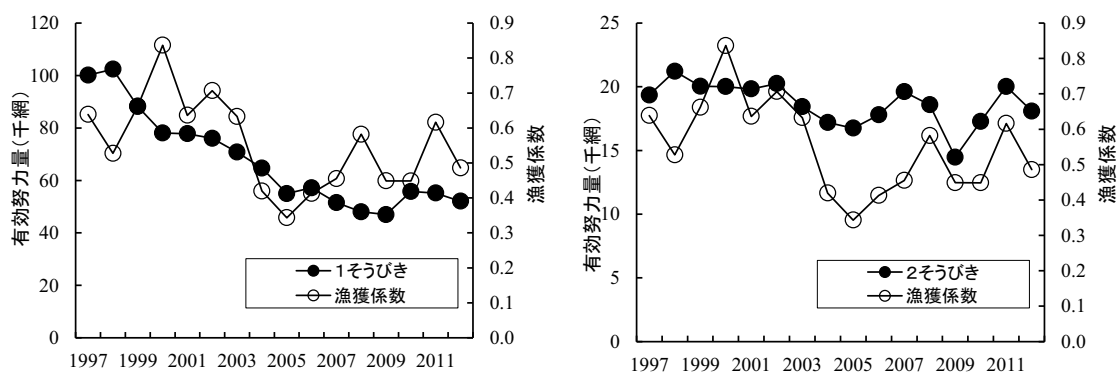


図 14. 漁獲係数と有効努力量との関係
左：1 そうびき沖底、右：2 そうびき沖底。

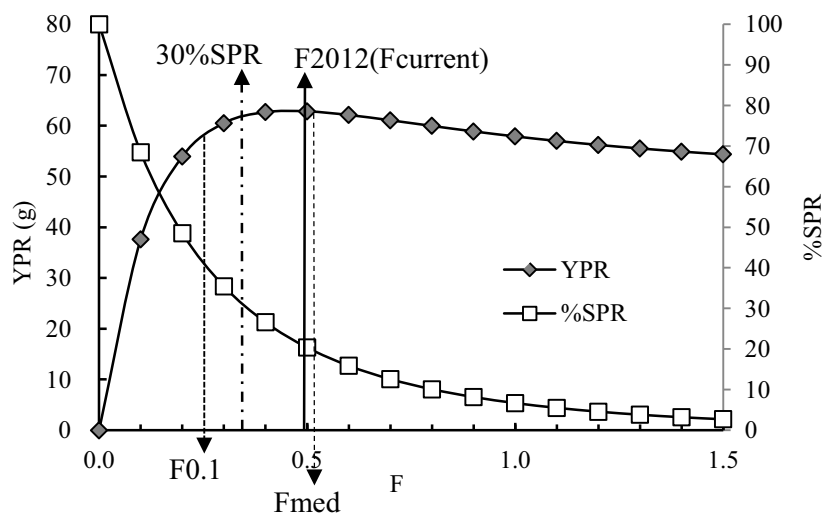


図 15. SPR と YPR

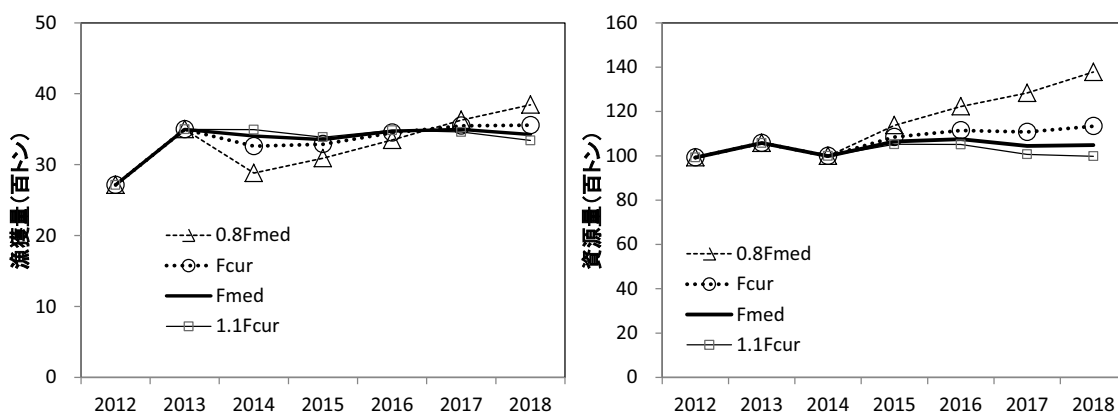
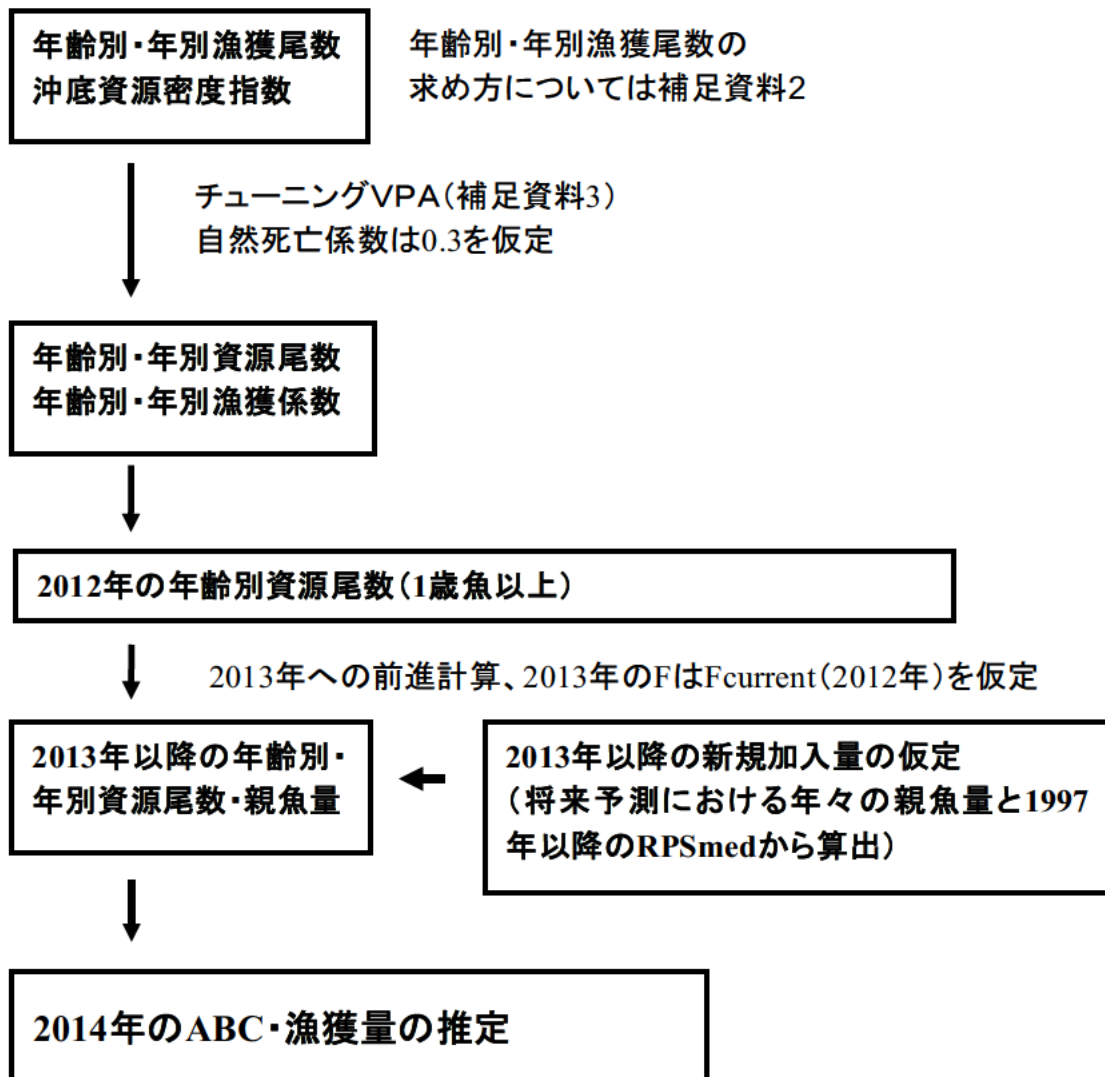


図 16. 様々な F による漁獲量 (左) と資源量 (右) の予測値

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 そうびき沖底については、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1 そうびき沖底の体長組成と漁獲尾数を計算した。さらに、雌雄別及び4半期別の年齢体長相関表（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 そうびき沖底については、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半期別の年齢体長相関表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 体重関係及び年齢体長相関表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（ $M = 2.5 \div \text{最高年齢} 8 \text{歳} \div 0.3$ ）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2011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 12 年間（2001～2012 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（2012 年）の 3 歳魚に対する F を求めた。最近 12 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。

$$\text{最小 } 3 \sum_{y=2001}^{2012} \{\ln(q_1 B_y) - \ln(I_{1,y})\}^2 + \sum_{y=2001}^{2012} \{\ln(q_2 B_y) - \ln(I_{2,y})\}^2 \quad (5)$$

$$q_1 = \left(\frac{\prod_{y=2001}^{2012} I_{1,y}}{\prod_{y=2001}^{2012} B_y} \right)^{\frac{1}{12}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2001}^{2012} I_{2,y}}{\prod_{y=2001}^{2012} B_y} \right)^{\frac{1}{12}} \quad (6)$$

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.

補足表 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	2012
1歳	53	77	79	62	73	39	17	25	43	52	49	40	09	54	76	74
2歳	213	190	281	188	137	210	70	38	89	121	176	159	85	97	162	112
3歳	94	76	119	106	65	78	58	28	27	47	49	76	53	35	48	42
4歳以上	43	39	43	66	33	28	35	22	14	23	33	46	36	34	35	28
計	404	381	521	423	309	354	179	112	173	243	308	321	184	220	322	256
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	2012
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	0.13	0.20	0.11
2歳	0.74	0.50	0.86	0.83	0.56	0.96	0.64	0.30	0.44	0.56	0.65	0.69	0.57	0.57	0.85	0.58
3歳	0.87	0.75	0.81	1.19	0.92	0.85	0.90	0.65	0.41	0.50	0.53	0.75	0.60	0.55	0.71	0.63
4歳以上	0.87	0.75	0.81	1.19	0.92	0.85	0.90	0.65	0.41	0.50	0.53	0.75	0.60	0.55	0.71	0.63
平均	0.64	0.53	0.66	0.84	0.64	0.71	0.63	0.42	0.34	0.41	0.46	0.58	0.45	0.45	0.62	0.49
漁獲割合	34	29	40	44	35	44	40	25	23	27	30	39	31	29	38	27
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	2012
1歳	81	85	62	58	62	28	24	42	49	64	56	35	36	51	49	82
2歳	47	56	57	39	37	40	17	17	29	33	43	37	23	26	33	30
3歳	19	17	25	18	13	16	11	7	9	14	14	17	14	10	11	10
4歳以上	9	9	9	11	6	6	7	5	5	7	9	10	9	9	8	7
合計	156	166	152	125	118	89	60	71	92	118	122	99	82	96	101	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	2012
1歳	4,226	4,749	3,471	2,777	2,774	1,506	1,178	1,931	2,646	2,546	3,126	1,654	1,791	2,610	2,500	3,874
2歳	3,815	4,371	5,127	3,290	2,854	2,898	1,505	1,410	2,562	2,714	3,794	3,756	2,019	2,313	2,898	2,655
3歳	2,504	2,206	3,171	2,407	1,662	1,850	1,618	932	1,203	1,876	1,905	2,376	1,860	1,353	1,533	1,467
4歳以上	2,023	2,130	1,981	2,768	1,684	1,327	1,708	1,489	1,281	1,736	2,628	2,559	2,610	2,870	2,281	1,926
合計	12,568	13,455	13,749	11,242	8,973	7,581	6,009	5,762	7,692	8,872	11,453	10,345	8,279	9,146	9,211	9,923
親魚量	4,526	4,336	5,151	5,175	3,346	3,176	3,325	2,421	2,484	3,612	4,533	4,935	4,469	4,223	3,814	3,394
RPS	18.82	14.19	11.17	11.98	8.25	7.68	12.74	20.34	25.80	15.45	7.80	7.37	11.30	11.60	21.55	
沖合底びき網漁業の資源密度指数(トン/網)																
年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1そうびき	26.3	21.0	33.9	36.1	22.1	24.7	18.6	14.0	18.7	22.4	29.4	34.7	19.7	20.8	24.2	19.0
2そうびき	40.2	26.0	35.0	28.0	22.0	22.0	14.6	9.3	11.6	18.0	33.3	37.7	31.3	25.3	25.9	31.4

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 分柘目）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 分柘目の漁区に細分し、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、有漁漁区数が減少した時代に資源密度指数で評価すると過大となる。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はあるが操業する漁区の集中よりも漁区数の減少の方が評価に対する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。