

平成 20 年度キダイ日本海・東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（依田真里）

参画機関：日本海区水産研究所、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター

要 約

本種を対象とする漁業種類が多く、すべてをまとめて資源量を推定するのは現状では難しいことから、主要な漁業種類である以西底びき網漁業および沖合底びき網漁業の漁獲対象となっているキダイ資源について資源量推定を行った。推定されたキダイ資源量は最近 20 年間でみると中位で横ばい傾向にあり、現状の漁獲圧で資源は緩やかな増加が見込める。以西底びき網漁業対象資源では再生産成功率（加入量÷親魚量）は最近 7 年（2000～2006 年）の中央値で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 8 年間（1999～2006 年）の中央値で継続し、それぞれの現在の漁獲圧で漁獲した場合の 2009 年の漁獲量を求めた。これにその他の漁業種類では 2005～2007 年の平均漁獲量で漁獲した場合の漁獲量を足し合わせて ABC_{limit} 、それよりやや少なく不確実性を見込んだ漁獲量を ABC_{target} とした。

	2009 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	46 百トン	$F_{current}$	-	-
ABC_{target}	37 百トン	$0.8 F_{current}$	-	-

* $F_{current}$ は 2007 年の F。なお、F は以西底びき網漁業と沖合底びき網漁業について計算した（本文参照）。

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F 値	漁獲割合
2006	—	44	—	—
2007	—	47	—	—

*2007 年については概数値。

水準：中位 動向：横ばい

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（島根県・山口県・熊本県） 以西底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 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） ・市場測定（水研セ・山口県）
資源量指数	以西底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）

1. まえがき

本種は以西底びき網漁業および沖合底びき網漁業の主たる漁獲対象の一つである。このほかに小型底びき網漁業・釣り・はえ縄等で漁獲される。本種資源は東シナ海において大正末期から昭和初期に急速に減少したが、戦争により資源の回復をみたことで知られている。しかし、戦後漁業が再開されると再び選択的に漁獲されたため、一時的に回復した資源は数年で戦前の水準に戻るようになった。東シナ海においては中国・韓国の漁船によっても漁獲されているとみられるが、両国の漁獲統計において、キダイは「タイ類」の中に含まれており、漁獲量は不明である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本州中部以南・東シナ海・台湾・海南島等の暖水域に広く分布する。東シナ海においては大陸棚縁辺部の水深 100m 以深 200m 以浅に多く分布する（図 1）。

本種の移動は小さく、大規模な回遊は知られておらず、夏季は浅みに、冬季は深みにという深浅移動を行う程度である。

(2) 年齢・成長

成長は雌雄やふ化時期によってやや異なるが、ふ化後 1 年で尾叉長 90～110mm、2 年で 150～160mm、3 年で 190～220mm、4 年で 220～270mm に達し (Oki and Tabeta 1998) (図 2)、初回成熟年齢は 2 歳である (図 3)。本種の寿命は 8～9 年で最大尾叉長 35cm となる (真道 1960)。

(3) 成熟・産卵

特に産卵のための接岸、深浅移動は認められず、分布域内（五島西沖～済州島、沖縄北西の大陸棚縁辺、台湾北東の大陸棚縁辺、浙江、福建近海）で産卵するものと考えられている (山田 1986) (図 1)。産卵期は春と秋の年 2 回で、2 つの発生群が認められている (Oki

and Tabeta 1998)。幼魚および親魚の分布域はほぼ重なっており、親魚の分布域と産卵・発育場はほとんど変わらないとみられる。しかし、稚魚はほとんど採集されないことから、本種の稚魚段階での分布様式は成魚や漁獲対象となる幼魚のそれとは異なることが想定されている（木曾 1977）。

(4) 被捕食関係

本種の主たる餌料生物は甲殻類である。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本種の漁獲の主体は沖合底びき網漁業、以西底びき網漁業、小型底びき網漁業、延縄、釣り、である。県別でみると、島根・山口・長崎県の漁獲量が多い。かつては日本海西部海域から東シナ海南部まで広く漁場が形成されていたが、現在は日本海西部海域から九州西岸にかけてが中心である。

(2) 漁獲量の推移

2 そうびき沖合底びき網漁業（以下、沖底 2 そう）および 2 そうびき以西底びき網漁業（以下、以西 2 そう）によるものが全体の漁獲量のおよそ 5 割を占める(2007 年、図 4、表 1)。沖底 2 そうによる漁獲量は 1992 年から増加し、1994 年以降は 1 千トン前後で安定している（図 4、表 1）。一方、以西 2 そうによる漁獲量は減少傾向にあったが、2001 年からは増加し、1 千トン前後で安定している（図 4、表 1）。その他の漁業種類による漁獲量は 2 千トン前後で、全体を合わせた漁獲量は 2007 年には約 5 千トンだった(図 4、表 1)。中国・韓国でも漁獲されており、中国については詳しい情報がないが、2006 年のタイ類の漁獲が約 17 万トン（FAO Fish statistics: Capture production 1950-2006 (Release date: March 2008)）、韓国では 2006 年にマダイ・クロダイ以外のタイの漁獲量は 15 百トンである（「漁業生産統計」韓国統計庁）ことから、これらの中に本種も含まれると考えられる。

(3) 漁獲努力量

沖底 2 そうおよび以西 2 そうともに漁獲努力量は減少傾向にある(図 5a、b)。2007 年における総網数を 1980 年代と比較すると沖底 2 そうではおよそ 3 分の 1 であるのに対して、以西 2 そうでは約 3%にまで大幅に減少している。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

単一の漁業種としては漁獲の大きな割合を占める以西 2 そうおよび沖底 2 そうの漁獲対象となるキダイ資源についてコホート計算を行い、資源量を計算した（補足資料 2、3-2）。これ以外の漁業の漁獲対象となっているキダイ資源については漁獲量の動向から資源状態

を判断した（表 1、図 4）。

(2) 資源量指標値の推移

CPUE は以西 2 そうでは 1997 年以降増加傾向で、2007 年も高い水準にある（図 5a）。沖底 2 そうの CPUE は 1997 年まで増加傾向で 1998 年以降減少傾向に転じたが（図 5b）、2002 年以降高い水準を維持している。資源量指数も沖底 2 そう、以西 2 そうともに 2001 年から増加し、沖底 2 そうは高い水準を、以西 2 そうでは中水準を保っている（図 6a、b）。

(3) 漁獲物の年齢組成

沖底 2 そうおよび以西 2 そうの漁獲物について年齢別漁獲尾数を求めた（図 7a、b、補足資料 2、3-2）。漁獲物の主体となるのは 1、2 歳魚であったが、2007 年については以西 2 そうでは 3+歳魚の割合が高かった。山口県小型底びき網漁業（以下、山口小底）の標本船による銘柄別漁獲箱数を図 8 に示した。2007 年は山口小底では小銘柄の漁獲量が多かった。

(4) 資源量と漁獲割合

以西 2 そう漁獲対象資源については 1980 年代前半から減少傾向にあったが、2001 年以降は増加傾向にあり（図 9、補足資料 2 表 4）、2007 年は約 6 千トンと計算された。漁獲割合は減少傾向にある。沖底 2 そう漁獲対象資源については 1980～1990 年には 1 千～2 千トンの資源量で推移していたが、その後増加し、1994 年には 3 千トンに達した。2001 年まで 3 千トン前後で安定していたが、2002 年以降再び増加に転じ 4 千トン前後になった（図 9、補足資料 2 表 6）。漁獲割合は 30%前後で安定している。

これ以外の漁業種類によるキダイ漁獲量も沖底 2 そうと同じく 2002 年以降 2～3 千トンで安定している（表 1、図 4）。

加入量（資源計算の 0 歳魚資源尾数）は以西 2 そうでは 2002 年以降は減少傾向にある（図 10a）。沖底 2 そうでは加入量は 2001 年以降横ばいであったが、2005 年級群は少なかったものとみられる（図 10b）。親魚量は以西 2 そうでは増加傾向で、沖底 2 そうでは 1980～1987 年まではやや減少傾向にあったが、その後変動しながら増加傾向にあり、2007 年も近年では高い水準にあるとみられる（図 10a、b）。

再生産成功率（加入量÷親魚量）は、（親魚量と産卵量に比例関係があるとして）、発生初期の生き残りの良さの指標値になると考えられる。再生産成功率は以西 2 そう沖底 2 そうともに変動が大きく、以西 2 そうでは 2002 年以降減少傾向にあり、沖底 2 そうでは最近 5 年（2003～2007 年）でみると横ばいである（図 11a、b）。

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見るために、M を変化させた場合の 2007 年の資源量、親魚量、加入量を図 12a、b に示す。M が大きくなると、いずれも大きくなる。

(5) 資源の水準・動向

以西 2 そうでは資源量水準は最近 20 年間では低位から中位水準にあり、最近 5 年間でみると横ばい傾向にある。沖底 2 そうでは資源量水準は、最近 20 年間では高い水準で、最近 5 年間でみると横ばい傾向にあり、CPUE や資源量指数なども高い水準を維持している。以西 2 そうでは 2007 年 CPUE は最近 20 年間では高い水準にあったが、操業形態の変化を考慮に入れると必ずしも高い資源水準にあるとはいえない。沖合底びき網漁業、以西底びき網漁業を除いた漁獲量は最近 20 年間では安定している。これらを総合的に判断して、資源水準は中位、動向は横ばいとした。

(6) 資源と漁獲の関係

漁獲係数 F (各年齢の F の単純平均) は、以西 2 そうでは 1996 年以降、沖底 2 そうでは 1998 年以降減少傾向を示している (図 13a、b)。

資源量と F の関係を見ると (図 14a、b)、ばらつきが大きく、はっきりとした関係はみられない。

年齢別選択率を一定 (2005～2007 年平均) として F を変化させた場合の加入量当り漁獲量 (YPR) と加入当り親魚量 (SPR) を図 15a、b に示す。現在の F (F_{current}) を年齢別選択率が 2005～2007 年平均 (以西 2 そう : 0 歳=0.1、1 歳=1、2、3 歳以上=1.15; 沖底 2 そう : 0 歳=0.07、1 歳=1、2、3 歳以上=1.17) で、各年齢の F の単純平均値が 2007 年と同じ F (以西 2 そう : 0.18、沖底 2 そう : 0.33) である F とする。以西 2 そうでは F_{current} は $F_{30\% \text{SPR}}$ よりも低く、沖底 2 そうでは $F_{30\% \text{SPR}}$ と同程度である。

再生産関係を図 16 に示した。1980～2007 年の親魚量と加入量には正の相関があり (1% 有意水準)、親魚量が少ない場合には高い加入量が出現しない傾向がある。以西 2 そうでは近年、親魚量水準は増加傾向にある。一方、沖底 2 そうでは近年、親魚水準、加入量水準ともに高い水準にある。

再生産成功率と親魚量には相関関係は見られず、密度効果が働いていないと考えられる (図 17)。

回復の閾値 (B_{limit}) を検討する。親魚量と加入量の 28 年間の計算値のうちで、加入量の上位 10% を示す直線と、再生産成功率の上位 10% を示す直線の交点にあたる親魚量は以西 2 そうでは約 36 百トン、沖底 2 そうでは約 11 百トンである (図 16)。それぞれを B_{limit} と考え、それ以下の親魚量では資源の回復措置をとるのが妥当である。以西 2 そう、沖底 2 そうともに、現状の親魚量は B_{limit} を上回ると考えられる。

5. 2009 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

推定された以西 2 そう漁獲対象となる資源量は低位から中位水準にあるが、沖底 2 そうでは最近 28 年間でみると高い水準にあった。その他の漁業種類による漁獲量も安定している。設定された今後の加入量の条件では、以西 2 そうの現在の漁獲圧 (2007 年の F) でも

資源量はゆるやかに増加する。また、以西底びき網漁業では漁獲努力量の減少が続いており、漁獲圧が急激に高まる可能性は低い。沖底 2 そうの場合には、現在の漁獲圧（2007 年の F）で漁獲し、今後の経過をみるのが妥当であると考えられる。

(2) ABC 並びに推定漁獲量の算定

ABC 算定規則では、以西 2 そう対象資源、沖底 2 そう対象資源のいずれも 1-1)-(1)にあたると考えられることから、ここでは、基準値として F_{current} （2007 年）を採用する。不確実性を見込んだ α は標準値の 0.8 とする。直近年の加入量計算値は不確定なので、ABC の算定等においては、2008 年以降の加入量についてはチューニングを行った期間に合わせ、以西底びき網漁業対象資源では再生産成功率（加入量÷親魚量）は最近 7 年（2000～2006 年）の中央値（6.7 尾/kg）で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 8 年（1999～2006 年）の中央値（12.4 尾/kg）と設定した。

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値}$$

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

その他の漁業種類については漁獲量が安定していることから、最近 3 年間（2005～2007 年）の平均漁獲量とする。全体の ABC はこれらを足し合わせたものとする。

2009 年 ABC_{limit}

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	9 百トン	F_{current}	0.18	17%
沖底 2 そう	13 百トン	F_{current}	0.33	27%
その他の漁業	24 百トン	$C_{\text{ave3-yr}}$	-	-

2009 年 ABC_{target}

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	7 百トン	$0.8 F_{\text{current}}$	0.15	14%
沖底 2 そう	11 百トン	$0.8 F_{\text{current}}$	0.26	23%
その他の漁業	19 百トン	$0.8 C_{\text{ave3-yr}}$	-	-

	2009 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	46 百トン	F_{current}	—	—
ABC_{target}	37 百トン	$0.8 F_{\text{current}}$	—	—

(3) ABC_{limit} の評価

設定した加入量の条件（再生産成功率：以西 2 そう：6.7 尾/kg、沖底 2 そう：12.4 尾/kg）のもとで、F を変化させた場合の漁獲量と親魚量を図 18、19 に示す。 F_{sus} は、2009 年

親魚量が維持される F である。いずれも年齢別選択率は 2005～2007 年と同じとした。

コホート計算結果、加入量の条件及び F_{current} から、2008 年の漁獲量は以西 2 そうでは 916 トン、沖底 2 そうでは 1,163 トンと見積もられる。 F_{current} で漁獲を続けた場合に以西 2 そう、沖底 2 そうともに親魚量の増加が期待できる。

(4) ABC の再評価

評価対象年(当初・再評価)	管理基準	ABC _{limit} (百トン)	ABC _{target} (百トン)	漁獲量 (百トン)
2007 年 (当初)	F_{current}	57	47	-
2007 年 (2007 年再評価)	F_{current}	47	38	-
2007 年 (2008 年再評価)	F_{current}	46	37	47
2008 年 (当初)	F_{current}	47	38	-
2008 年 (2008 年再評価)	F_{current}	45	36	-

6. ABC 以外の管理方策の提言

外国漁船による漁獲の影響を強くうけると考えられる東シナ海の漁場では資源水準の悪化が懸念されるが、周辺国の漁獲統計がないため、実際の資源状態を把握するのは困難な状況にある。我が国のみの努力では資源回復の効果は薄いと考えられるので、資源管理を推進するためには関係各国の協力が必要である。

7. 引用文献

木曾克裕 (1977) 東シナ海から採集されたレンコダイの幼稚魚について. 西海区水産研究所研究報告, 50, 9-18.

Oki, D. and O. Tabeta (1998) Age, growth and reproductive characteristics of the Yellow Sea Bream *Dentex tumifrons* in the East China Sea. Fisheries Science, 64(2), 191-197.

真道重明 (1960) 東海におけるレンコダイ資源の研究. 西海区水産研究所研究報告, 20, 1-19

山田梅芳 (1986) 東シナ海・黄海のさかな. 西海区水産研究所, 232-233.

表 1. キダイ漁獲量(単位:トン)

年	沖底 2	沖底 1	以西 2	以西 1	その他	総漁獲量
1980	542	1.3	3,924	0	1,934	6,401
1981	945	0.7	3,964	0	2,275	7,185
1982	608	0.2	4,054	0	2,137	6,799
1983	589	0.4	3,959	12.4	2,761	7,323
1984	567	0.5	3,098	25	2,011	5,702
1985	600	0.2	2,580	6	2,440	5,626
1986	366	0.0	2,620	71	1,833	4,890
1987	390	0.1	2,740	55	1,808	4,993
1988	633	-	2,388	119	1,982	5,122
1989	627	2.0	2,751	159	2,426	5,965
1990	588	1.3	2,438	236	1,885	5,148
1991	651	1.0	2,706	98	1,419	4,875
1992	894	0.7	2,517	248	1,547	5,207
1993	911	2.7	2,405	110	1,640	5,068
1994	1,155	3.2	2,014	125	2,013	5,310
1995	897	2.7	1,652	106	1,946	4,602
1996	1,172	2.0	867	106	1,877	4,024
1997	1,436	5.2	1,054	116	2,322	4,934
1998	1,078	5.3	1,108	171	2,535	4,898
1999	1,141	7.5	911	187	2,229	4,474
2000	953	3.5	427	33	2,115	3,531
2001	877	3.3	891	-	2,078	3,849
2002	1,355	3.3	917	12	2,691	4,977
2003	1,070	13.6	1,157	-	2,761	5,002
2004	1,341	21.2	1,378	-	2,563	5,304
2005	1,204	7.3	1,170	-	2,093	4,474
2006	890	4.5	1,099	-	2,460	4,453
2007	1,014	4.8	1,159	-	2,537	4,715

表 2. キダイ月別漁獲量(単位:kg)

県/漁業種類	島根	山口	熊本	沖底 2 そう	以西 2 そう
1 月	20,549	9,086	5,601	103,700	112,673
2 月	13,971	6,999	7,763	150,720	146,798
3 月	18,701	8,493	4,365	121,580	144,505
4 月	43,150	7,897	2,816	98,900	145,304
5 月	45,827	8,320	3,733	70,920	69,995
6 月	3,809	4,050	1,739	-	-
7 月	4,766	5,148	307	-	-
8 月	4,735	12,592	435	25,160	15,449
9 月	92,988	11,218	258	82,180	161,357
10 月	74,600	14,876	7,536	84,180	169,359
11 月	81,469	12,421	6,110	48,820	53,711
12 月	77,643	21,240	7,899	228,280	140,125

島根:主要 7 港(沖底除く)、山口:主要 4 漁協、熊本:あまくさ漁協

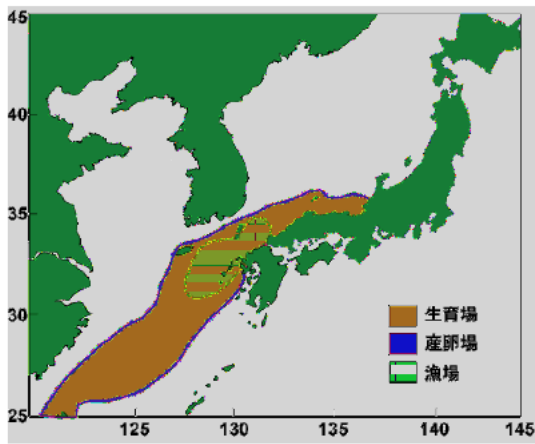


図 1. キダイ分布・回遊図

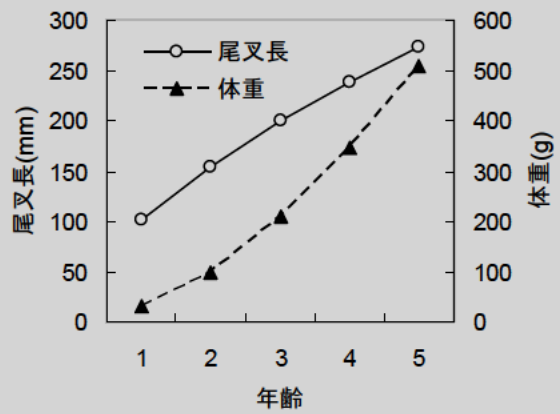


図 2. キダイ年齢と成長

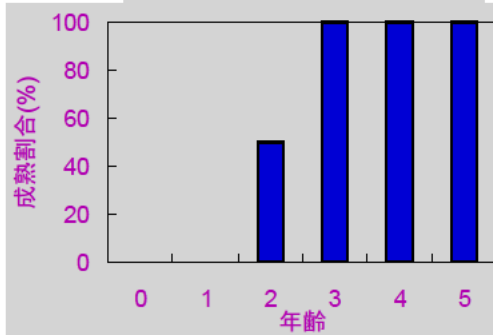


図 3. キダイ年齢と成熟

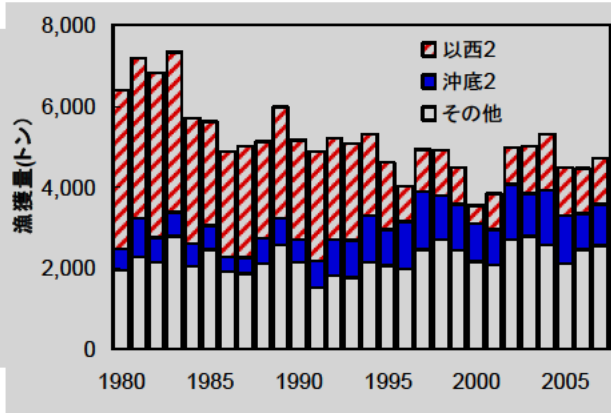


図 4. キダイ漁獲量 (以西 2: 2そうびき
以西底びき網漁業、沖底 2: 2そうびき沖
合底びき網漁業)

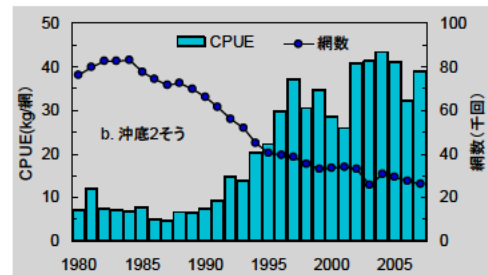
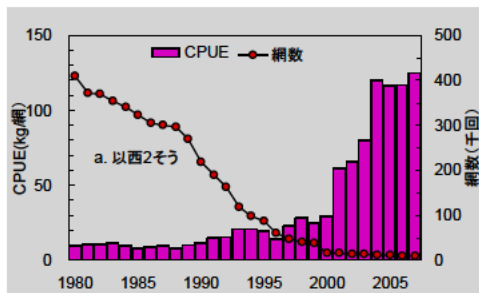


図 5. キダイ CPUE と漁獲努力量 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

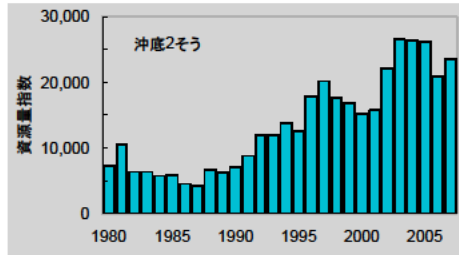
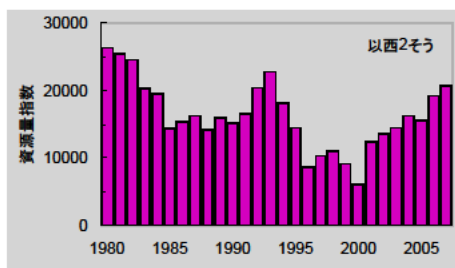


図 6. キダイ資源量指数 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

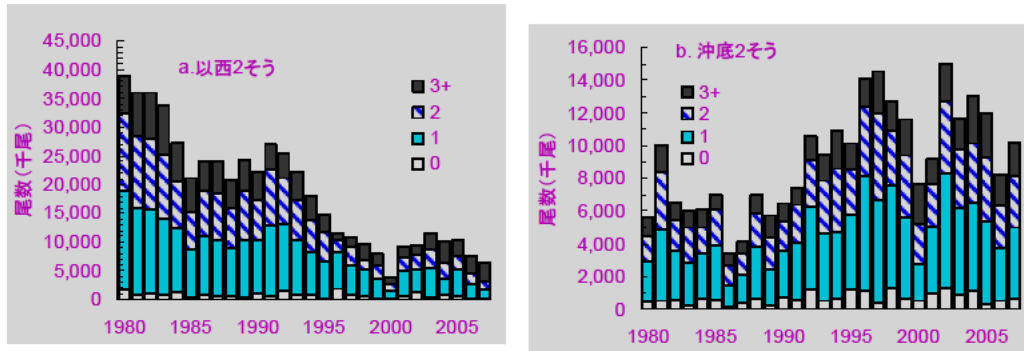


図 7. 年齢別漁獲尾数(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

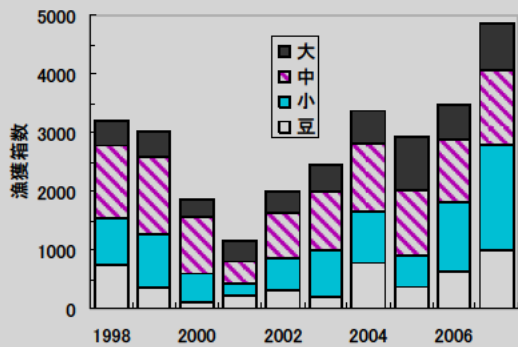


図 8. 小型底びき網漁業による銘柄別漁獲箱数
(山口県標本船)

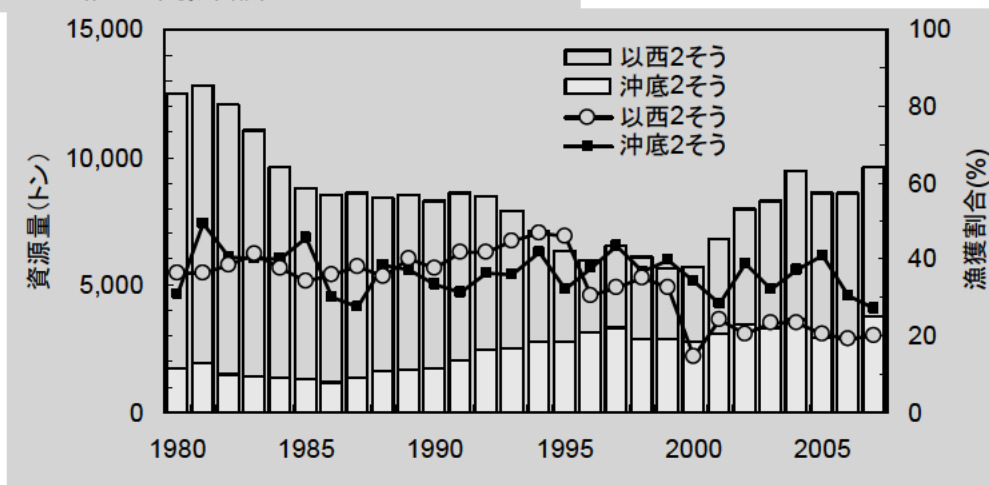


図 9. 資源量 (棒グラフ) と漁獲割合 (折れ線グラフ)

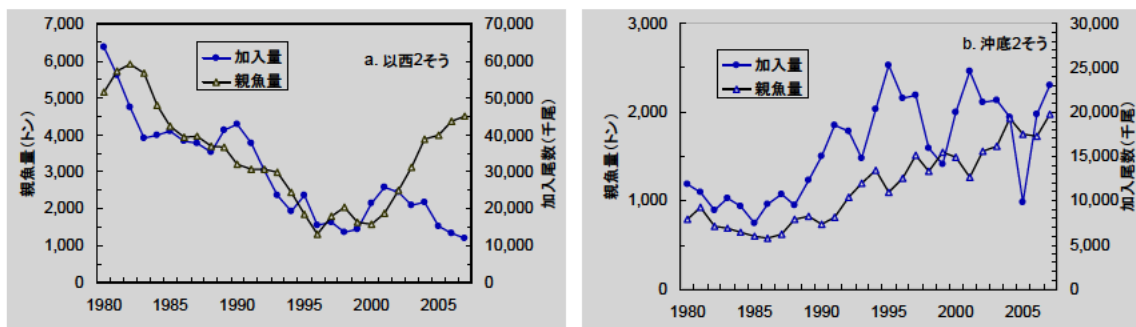


図 10. 加入量と親魚量 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

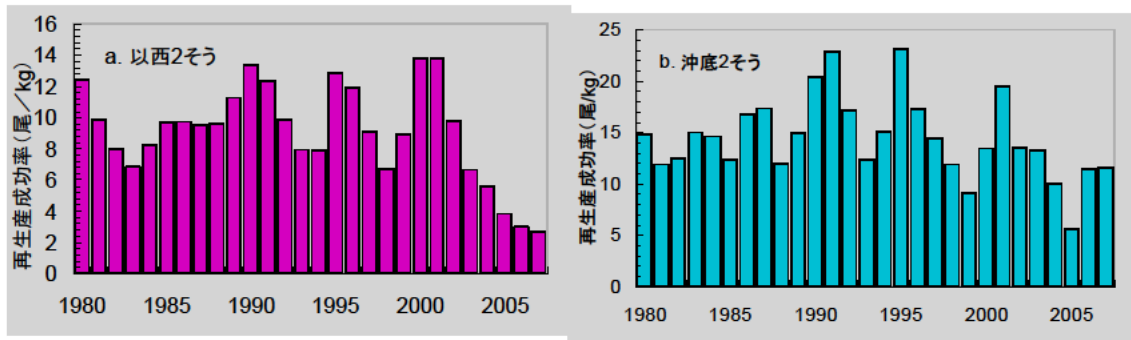


図 11. 再生産成功率 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

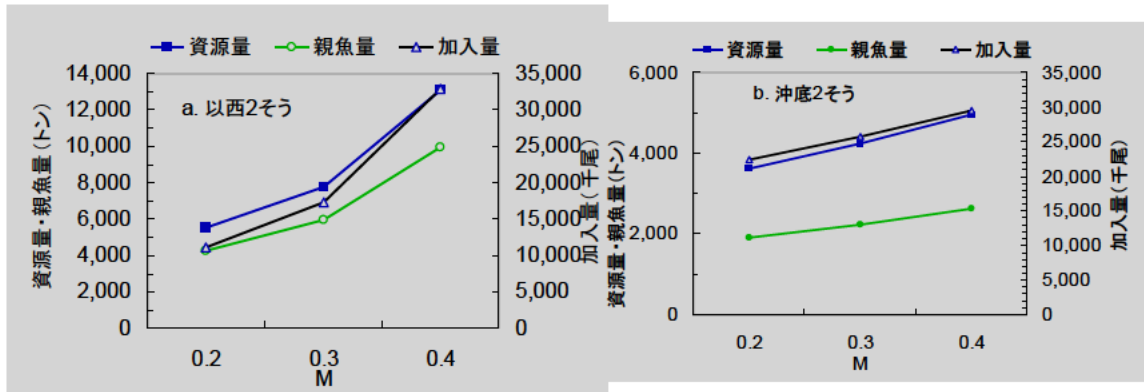


図 12. M と 2007 年資源量、親魚量、加入量の関係 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

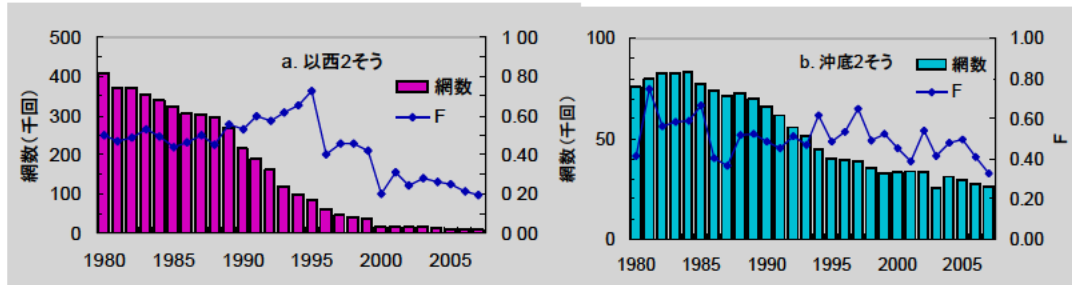


図 13. F と 網数 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

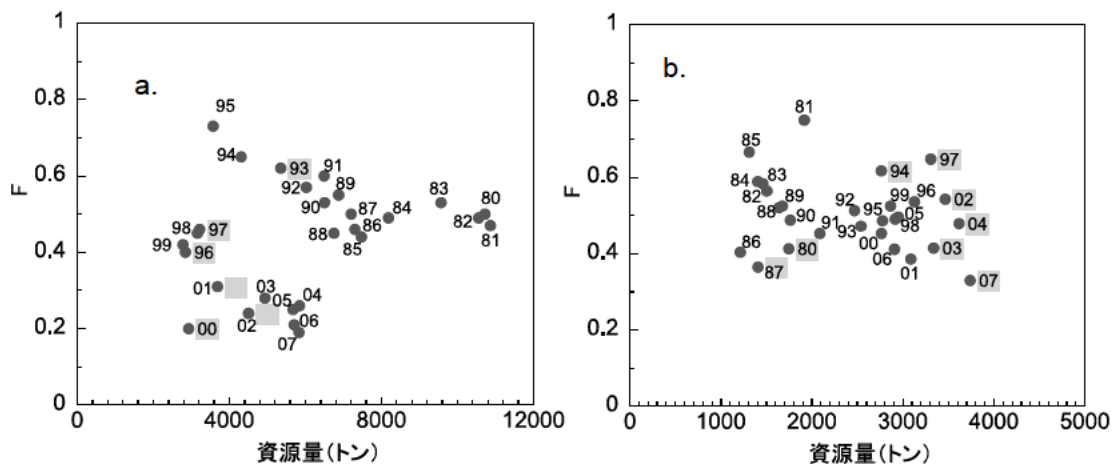


図 14. 資源量と F の関係
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

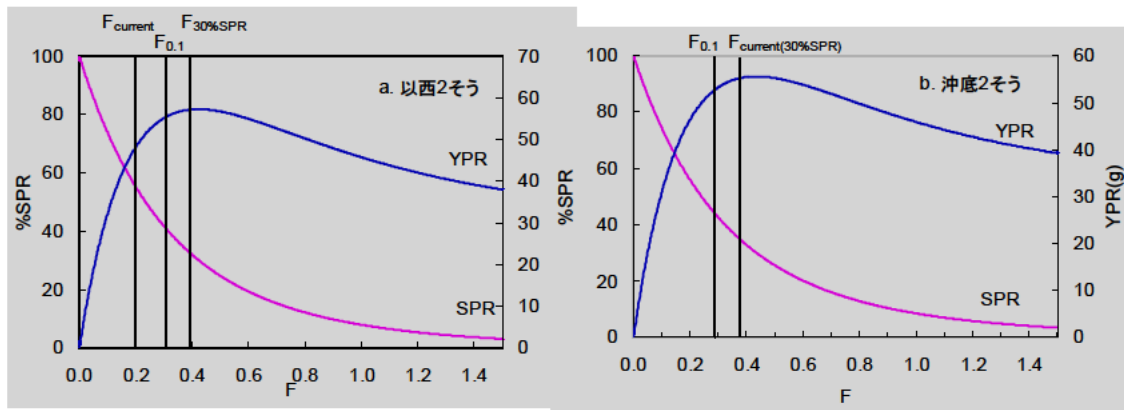


図 15. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 2005～2007 年平均)
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

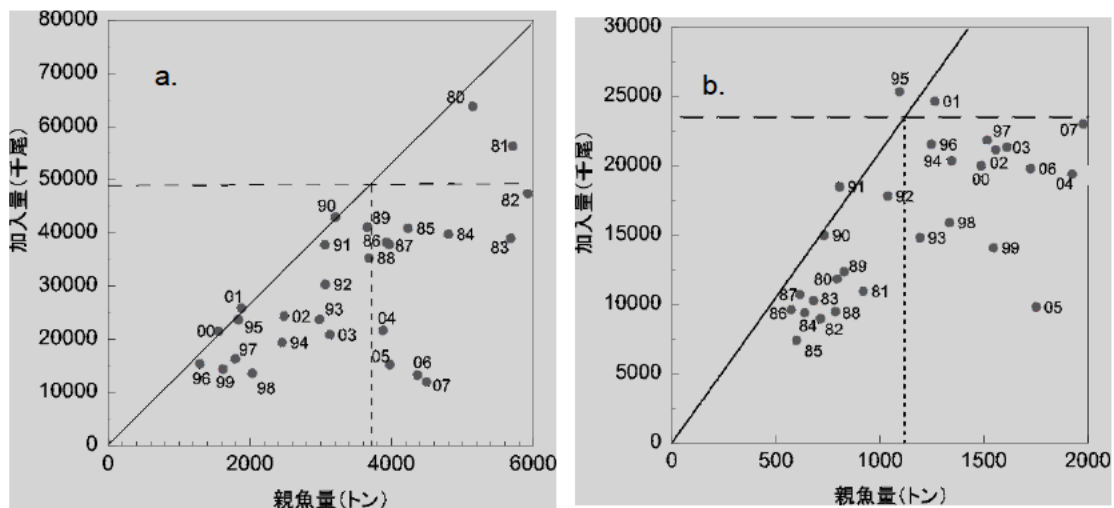


図 16. 親魚量と加入量の関係 (1980～2007 年)
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

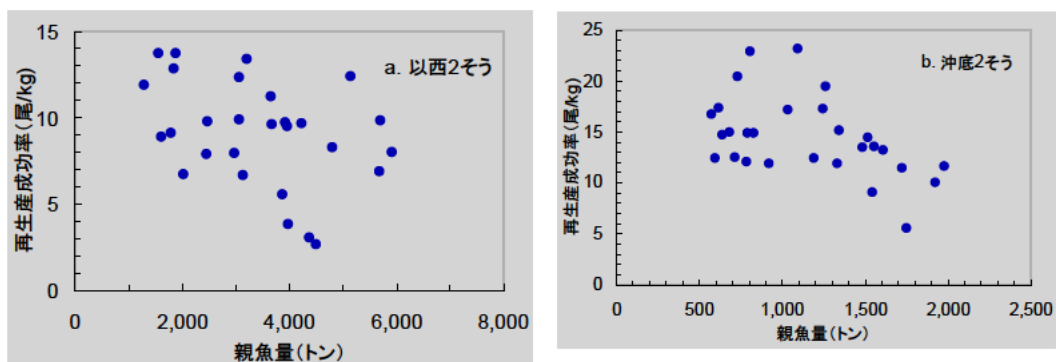


図 17. 親魚量と再生産成功率の関係
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

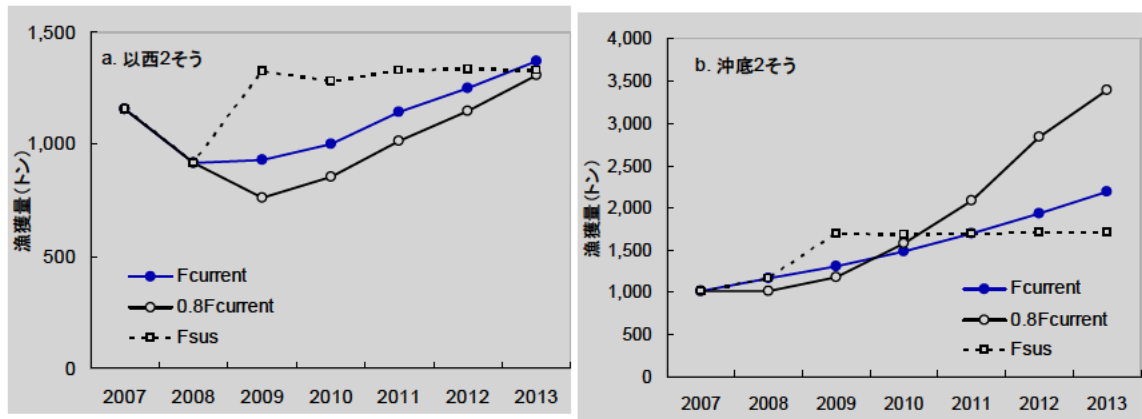


図 18. F による漁獲量の変化(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

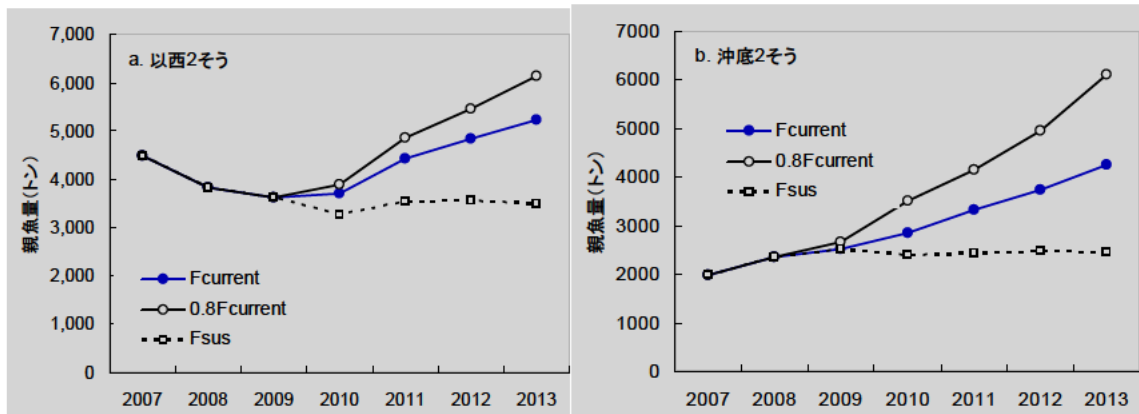
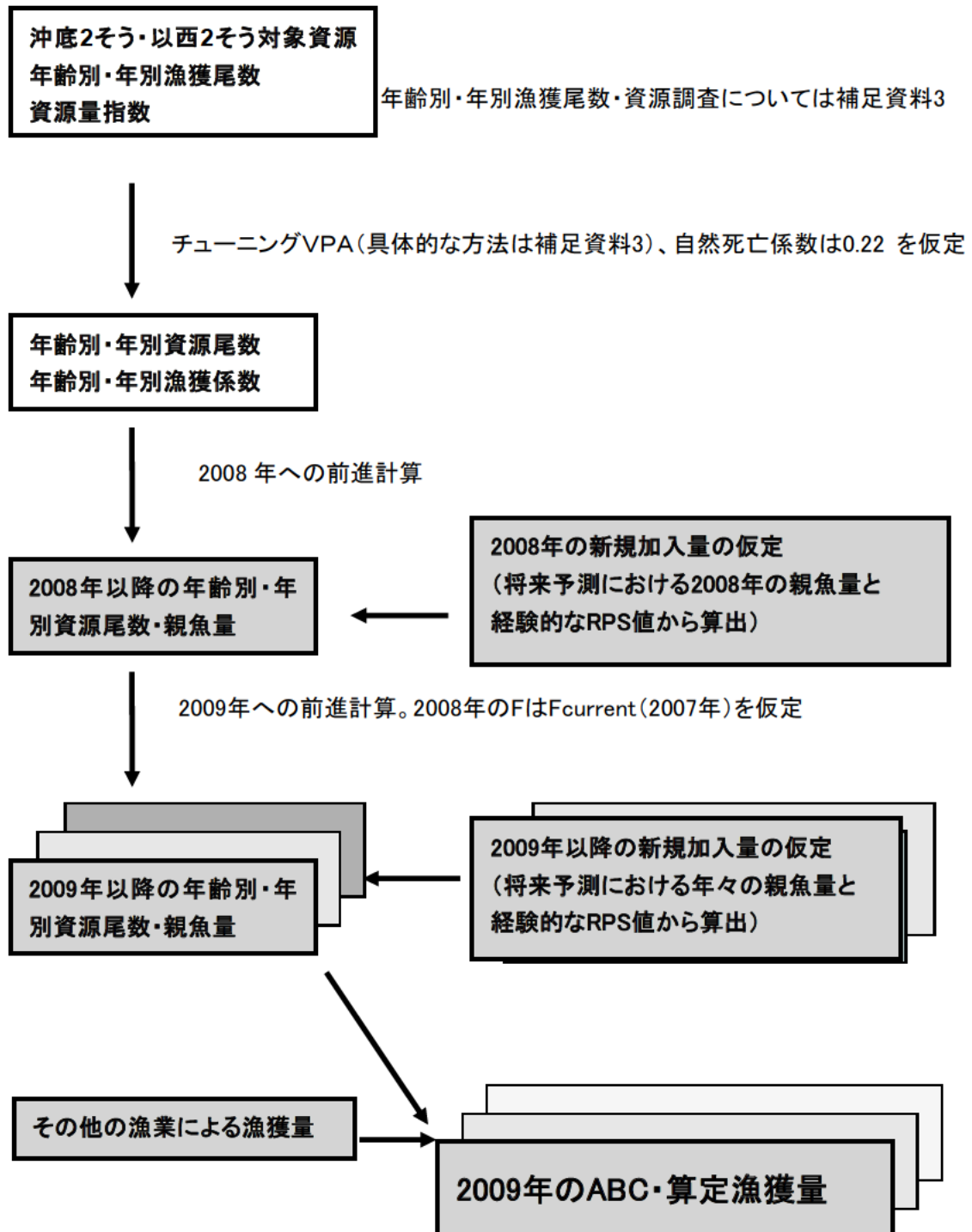


図 19. F による親魚量の変化(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

補足資料 1



なお、VPA は以西底びき網漁業と沖合底びき網漁業対象資源について別々に行った。

補足資料 2

表 3. キダイ日本海・東シナ海系群のコホート計算(2 そうびき以西底びき網漁業対象資源)

年\年齢	漁獲尾数(千尾)				漁獲重量(トン)				漁獲係数 F				資源尾数(千尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	1,672	17,421	13,322	6,589	48	712	1,47	1,69	0.03	0.45	0.73	0.73	63,818	53,472	28,277	13,984
1981	789	15,078	12,629	7,518	23	617	1,39	1,92	0.02	0.41	0.70	0.70	56,272	49,722	27,463	16,348
1982	1,025	14,640	12,296	8,055	29	599	1,36	2,06	0.02	0.45	0.71	0.71	47,430	44,454	26,523	17,375
1983	794	13,279	11,100	8,446	23	543	1,22	2,16	0.02	0.50	0.77	0.77	38,996	37,147	22,694	17,268
1984	1,328	11,052	8,113	6,670	38	452	898	1,71	0.04	0.51	0.68	0.68	39,782	30,585	18,048	14,837
1985	505	8,302	6,502	5,877	14	340	719	1,50	0.01	0.36	0.66	0.66	40,889	30,739	14,756	13,337
1986	913	10,230	7,692	5,164	26	418	851	1,32	0.03	0.43	0.67	0.67	38,225	32,363	17,294	11,611
1987	551	9,836	7,996	5,604	16	402	885	1,43	0.02	0.45	0.73	0.73	37,829	29,860	16,897	11,842
1988	583	8,442	6,825	4,955	17	345	755	1,27	0.02	0.38	0.68	0.68	35,291	29,866	15,242	11,065
1989	428	10,030	8,396	5,458	12	410	929	1,40	0.01	0.51	0.82	0.82	41,109	27,800	16,472	10,709
1990	1,052	9,394	6,880	4,924	30	384	761	1,26	0.03	0.38	0.83	0.83	42,963	32,608	13,425	9,609
1991	687	12,387	9,603	4,357	20	507	1,06	1,11	0.02	0.52	0.89	0.89	37,790	33,539	17,828	8,088
1992	1,479	11,638	8,071	4,311	42	476	893	1,10	0.06	0.57	0.81	0.81	30,280	29,713	15,946	8,517
1993	766	9,457	7,240	4,661	22	387	801	1,19	0.04	0.60	0.88	0.88	23,694	22,979	13,547	8,722
1994	783	7,382	5,653	4,151	22	302	625	1,06	0.05	0.59	0.95	0.95	19,385	18,330	10,078	7,399
1995	219	6,558	4,915	3,250	6	268	544	833	0.01	0.67	1.07	1.07	23,653	14,857	8,181	5,409
1996	1,841	6,315	2,081	1,272	53	258	230	326	0.14	0.46	0.47	0.47	15,429	18,786	6,130	3,745
1997	839	4,949	3,385	1,769	24	202	374	454	0.06	0.71	0.50	0.50	16,338	10,740	9,478	4,953
1998	543	4,681	1,688	2,786	15	191	187	715	0.05	0.54	0.58	0.58	13,630	12,362	4,251	7,016
1999	240	3,406	2,274	2,001	7	139	252	513	0.02	0.45	0.57	0.57	14,419	10,453	5,777	5,083
2000	147	1,228	1,279	1,175	4	50	141	301	0.01	0.13	0.31	0.31	21,476	11,357	5,369	4,933
2001	621	4,315	2,460	1,867	17	181	232	461	0.03	0.33	0.41	0.41	25,838	17,104	8,019	6,086
2002	1,347	3,934	2,359	1,784	37	157	261	462	0.06	0.24	0.31	0.31	24,308	20,180	9,891	7,480
2003	520	4,953	3,292	2,660	14	166	329	647	0.03	0.36	0.34	0.34	20,862	18,305	12,693	10,257
2004	874	2,714	2,834	3,616	27	119	326	906	0.05	0.20	0.36	0.36	21,660	16,277	10,291	13,129
2005	683	4,501	2,267	2,783	21	179	245	725	0.05	0.36	0.27	0.27	15,269	16,602	10,645	13,066
2006	223	2,455	1,902	2,965	6	90	224	779	0.02	0.27	0.26	0.26	13,258	11,644	9,326	14,536
2007	199	1,399	1,565	3,238	6	70	202	882	0.02	0.16	0.28	0.28	11,995	10,440	7,160	14,818

表 4. 漁獲量とコホート表計算結果(2 そうびき以西底びき網漁業対象資源)

	資源重量	漁獲重量	親魚量	加入量	漁獲 割合	再生産 成功率
年	(トン)	(トン)	(トン)	(千尾)	(%)	(尾/kg)
1980	10,721	3,924	5,150	63,818	37	12.4
1981	10,869	3,964	5,711	56,272	36	9.9
1982	10,561	4,054	5,923	47,430	38	8.0
1983	9,570	3,959	5,683	38,996	41	6.9
1984	8,187	3,098	4,803	39,782	38	8.3
1985	7,476	2,580	4,236	40,889	35	9.7
1986	7,304	2,620	3,934	38,225	36	9.7
1987	7,206	2,740	3,971	37,829	38	9.5
1988	6,752	2,388	3,681	35,291	35	9.6
1989	6,878	2,751	3,657	41,109	40	11.2
1990	6,508	2,438	3,207	42,963	37	13.4
1991	6,496	2,706	3,060	37,790	42	12.3
1992	6,027	2,517	3,066	30,280	42	9.9
1993	5,351	2,405	2,986	23,694	45	7.9
1994	4,315	2,014	2,455	19,385	47	7.9
1995	3,574	1,652	1,840	23,653	46	12.9
1996	2,847	867	1,299	15,429	30	11.9
1997	3,224	1,054	1,794	16,338	33	9.1
1998	3,164	1,108	2,034	13,630	35	6.7
1999	2,781	911	1,623	14,419	33	8.9
2000	2,936	427	1,562	21,476	15	13.7
2001	3,693	891	1,880	25,838	24	13.7
2002	4,507	917	2,483	24,308	20	9.8
2003	4,939	1,157	3,130	20,862	23	6.7
2004	5,847	1,378	3,883	21,660	24	5.6
2005	5,679	1,170	3,978	15,269	21	3.8
2006	5,709	1,099	4,368	13,258	19	3.0
2007	5,832	1,159	4,495	11,995	20	2.7

表 5. キダイ日本海・東シナ海系群のコホート計算(2 そうびき沖合底びき網漁業対象資源)

年\年齢	漁獲尾数(千尾)				漁獲重量(トン)				漁獲係数 F				資源尾数(千尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	476	2,433	1,579	1,089	13	108	157	264	0.05	0.32	0.64	0.64	11,808	9,903	3,664	2,525
1981	539	4,270	3,543	1,598	15	190	353	387	0.06	0.73	1.11	1.11	10,931	9,050	5,785	2,609
1982	608	2,994	1,803	1,150	17	133	180	279	0.08	0.51	0.83	0.83	8,940	8,290	3,496	2,231
1983	235	2,602	2,119	1,056	7	116	211	256	0.03	0.57	0.87	0.87	10,240	6,631	4,001	1,995
1984	671	2,707	1,638	1,094	19	120	163	265	0.08	0.47	0.90	0.90	9,374	8,008	3,020	2,017
1985	594	3,281	2,206	898	17	146	220	217	0.09	0.74	0.92	0.92	7,395	6,924	4,027	1,639
1986	158	1,303	1,148	783	4	58	114	190	0.02	0.31	0.64	0.64	9,594	5,405	2,663	1,817
1987	356	1,791	1,234	733	10	80	123	178	0.04	0.30	0.56	0.56	10,685	7,559	3,179	1,889
1988	631	3,158	2,106	1,095	18	140	210	265	0.08	0.55	0.73	0.73	9,466	8,257	4,474	2,326
1989	234	2,202	1,964	1,350	7	98	196	327	0.02	0.42	0.83	0.83	12,340	7,033	3,831	2,633
1990	710	2,861	1,775	1,091	20	127	177	264	0.05	0.40	0.75	0.75	14,956	9,694	3,691	2,268
1991	608	3,456	2,357	1,014	17	154	235	246	0.04	0.41	0.68	0.68	18,463	11,368	5,240	2,254
1992	1,210	5,047	2,877	1,443	34	224	287	349	0.08	0.49	0.74	0.74	17,793	14,273	6,056	3,037
1993	528	4,100	3,237	1,617	15	182	323	392	0.04	0.42	0.71	0.71	14,791	13,199	6,983	3,488
1994	631	4,030	3,943	2,335	18	179	393	565	0.04	0.49	0.97	0.97	20,326	11,398	6,955	4,119
1995	1,187	4,625	2,676	1,618	33	206	267	392	0.05	0.39	0.75	0.75	25,311	15,749	5,576	3,371
1996	1,081	7,077	4,222	1,679	30	314	421	407	0.06	0.52	0.78	0.78	21,520	19,253	8,534	3,394
1997	364	6,280	5,337	2,539	10	279	532	615	0.02	0.55	1.01	1.01	21,825	16,304	9,184	4,370
1998	1,324	6,232	3,366	1,772	37	277	335	429	0.10	0.51	0.68	0.68	15,877	17,189	7,526	3,962
1999	695	4,895	3,818	2,160	19	218	380	523	0.06	0.63	0.71	0.71	14,064	11,561	8,275	4,682
2000	517	2,269	2,391	2,474	14	101	238	599	0.03	0.27	0.76	0.76	19,980	10,666	4,951	5,121
2001	937	4,104	2,602	1,509	26	206	284	361	0.04	0.34	0.58	0.58	24,618	15,573	6,541	3,793
2002	1,351	6,913	4,408	2,319	38	319	446	552	0.07	0.52	0.79	0.79	21,121	18,919	8,851	4,656
2003	867	5,293	3,590	1,946	24	234	348	464	0.05	0.46	0.57	0.57	21,309	15,744	9,060	4,911
2004	1,085	5,433	3,621	2,879	30	249	370	692	0.06	0.46	0.70	0.70	19,366	16,327	7,942	6,315
2005	308	5,063	3,912	2,692	9	193	350	652	0.04	0.48	0.73	0.73	9,788	14,573	8,286	5,703
2006	508	3,254	2,531	1,895	14	141	258	476	0.03	0.64	0.49	0.49	19,785	7,580	7,209	5,400
2007	642	4,353	3,127	2,059	18	189	302	506	0.03	0.37	0.46	0.46	22,988	15,424	9,411	6,197

表 6. 漁獲量とコホート表計算結果(2 そうびき沖合底びき網漁業対象資源)

	資源重量	漁獲重量	親魚量	加入量	漁獲 割合	再生産 成功率
年	(トン)	(トン)	(トン)	(千尾)	(%)	(尾/kg)
1980	1,746	542	794	11,808	31	14.87
1981	1,915	945	920	10,931	49	11.88
1982	1,506	608	714	8,940	40	12.51
1983	1,462	589	682	10,240	40	15.01
1984	1,406	567	639	9,374	40	14.67
1985	1,312	600	598	7,395	46	12.37
1986	1,213	366	573	9,594	30	16.75
1987	1,408	390	616	10,685	28	17.35
1988	1,640	633	786	9,466	39	12.04
1989	1,675	627	828	12,340	37	14.90
1990	1,764	588	733	14,956	33	20.40
1991	2,087	651	807	18,463	31	22.88
1992	2,469	894	1,037	17,793	36	17.15
1993	2,539	911	1,193	14,791	36	12.40
1994	2,763	1,155	1,344	20,326	42	15.12
1995	2,777	897	1,094	25,311	32	23.13
1996	3,127	1,172	1,247	21,520	37	17.26
1997	3,306	1,436	1,516	21,825	43	14.40
1998	2,916	1,078	1,335	15,877	37	11.90
1999	2,864	1,141	1,546	14,064	40	9.10
2000	2,764	953	1,487	19,980	34	13.44
2001	3,087	877	1,264	24,618	28	19.48
2002	3,465	1,355	1,557	21,121	39	13.56
2003	3,338	1,070	1,610	21,309	32	13.24
2004	3,617	1,341	1,924	19,366	37	10.07
2005	2,950	1,204	1,752	9,788	41	5.59
2006	2,907	890	1,724	19,785	31	11.48
2007	3,740	1,014	1,978	22,988	27	11.62

補足資料 3

1. 調査船調査

5～6 月に東シナ海陸棚縁辺部で行った着底トロール調査によって推定された 1 歳魚を主体とする分布量を以下に示す(調査海域 138 千 km²、漁獲効率を 1 とした計算)。調査海域はキダイの主分布域とほぼ重なっている。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
現存量推定値	3,221	4,297	2,145	2,965	3,729	3,453	3,559	4,515	4,715

2. コホート計算

キダイの年齢別漁獲尾数を推定し、コホート計算によって資源尾数を計算した。2001 年以降は漁獲物の年齢別平均体重を年毎に定めた。2000 年以前については 2001～2007 年の年齢別平均体重を使用した。成熟率については 2 歳の前期で 3 割が、後期には 7 割前後の個体が成熟卵を持つとされているので(真道 1960)、ここでは 2 歳の成熟率を 0.5 とし、3 歳以上については 1 とした。2007 年の漁獲物平均尾叉長と体重、及び資源計算に用いた成熟率は以下のとおり。年齢 3+ は 3 歳以上をあらわす。自然死亡係数 M は 0.22 とした(真道 1960)。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長(cm)	10.0	12.1	16.9	21.9
体重(g)	29	50	129	272
成熟率(%)	0	0	50	100

年齢別漁獲尾数は、以西底びき網漁業と沖合底びき網漁業の銘柄別漁獲量からそれぞれ推定を行った。中国・韓国の漁獲については考慮していない。

年齢別資源尾数の計算にはコホート計算を用い、最高年齢群 3 歳以上と 2 歳の各年の漁獲係数 F は等しいとした。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (1)$$

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (2)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M} (1 - \exp(-F_{a,y} - M)) \quad (3)$$

$$F_{3+,y} = F_{2,y}$$

ここで、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 a は年齢(0～3 歳)、 y は年、 F の計算は、平松(内部資料)、平松(2000)が示した、石岡・岸田(1985)の反復式を使う方法によった(平成 20 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料 3-2-補注 2 参照)。最近年(2007 年)の 1 歳および最

高齢の F は、以西底びき網漁業対象資源については、以西底びき網漁業の CPUE (一網当り漁獲量の有漁漁区平均) および着底トロールによる現存量推定値の変動傾向と、資源量の変動傾向がもっとも合うように決めた(補注 3)。あわせる期間は現存量推定値が得られる 2000～2007 年とした。沖合底びき網漁業対象資源については、沖合底びき網漁業の CPUE (一網当り漁獲量) 変動傾向と、各年の資源量の変動傾向がもっとも合うように決めた(補注 4)。あわせる期間は漁獲努力量がほぼ同じ水準の 1999～2007 年とした。

$$\text{最小} \sum_{a=1}^{3+} \sum_{y=2000}^{2007} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(I_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=2000}^{2006} \{ \ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(CPUE_{0,y}) \}^2$$

$$q_{1,a} = \left(\frac{\prod_{y=2000}^{2007} I_{a,y}}{\prod_{y=2000}^{2007} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{8}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=2000}^{2006} CPUE_{0,y}}{\prod_{y=2000}^{2006} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{7}} \quad (\text{以西})$$

$$\text{最小} \sum_{a=1}^{3+} \sum_{y=1999}^{2007} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=1999}^{2006} \{ \ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(CPUE_{0,y}) \}^2$$

$$q_{1,a} = \left(\frac{\prod_{y=1999}^{2007} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=1999}^{2007} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{9}}, q_2 = \left(\frac{\prod_{y=1999}^{2006} CPUE_{0,y}}{\prod_{y=1999}^{2006} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (\text{沖底})$$

ここで、B は資源量、I は指標値(補注 3)。その結果、以西では $F_{1,2007}=0.16$ 、 $F_{2,2007}=0.28$ 、沖底では $F_{1,2007}=0.37$ 、 $F_{2,2007}=0.46$ と推定された。また、最近年の 0 歳魚の資源量は 0 歳魚指標値に比例するとして求め、0 歳魚の体重で割って資源尾数を求めた。その結果、 $F_{0,2007}$ については、以西では 0.02、沖底では 0.03 と推定された。

補注 1. 年齢別漁獲尾数を以下のように推定した。以西底びき網漁業については 1996 年から詳細な入り数別漁獲箱数の情報が集計されているので、1996～2007 年については、入り数別漁獲箱数と入り数別体長組成から推定を行った。1995 年以前については大・中・小・芝の 4 銘柄区分での漁獲統計しかない。そこで、1996～2003 年についてそれぞれの銘柄区分にどの入り数が対応するかを調べ、1995 年以前について銘柄別漁獲量を入り数別漁獲量に換算したのち、体長別漁獲尾数を算定した。これと月ごとに定めた各年齢の体長範囲により、年齢別漁獲尾数を推定した。

補注 2. 5～6 月に行われた着底トロール現存量推定調査で得られた現存量推定値のうち(補足資料 2-1)、1 歳魚の分布が主体である海域の現存量推定値を 1 歳魚の指標とし、2 歳魚以上が分布の主体である海域の現存量推定値を 2 歳魚以上の資源量の指標とした。各年、各年齢ごとに

以西底びき網漁業の CPUE と相乗平均したものに、資源量の動向を合わせた。0 歳魚については現存量推定調査ではほとんど漁獲されないと考えられるため、現存量推定値は考慮に入れなかった。

年		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
現存量推 定値	(1 歳魚主体)	784	927	553	785	857	759	1,021	1,044
	(2 歳魚以上主体)	223	1894	698	492	607	176	432	364

(単位:トン)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
以西 CPUE	0 歳	0.3	1.2	2.7	1.0	2.3	2.0	0.7	0.6
	1 歳	3.5	12.6	11.3	11.5	10.4	17.8	9.6	7.6
	2 歳	10.0	16.2	18.7	22.8	28.5	24.2	23.8	21.8
	3 歳以上	21.3	32.1	33.1	44.9	79.0	71.7	83.0	95.2

(単位:kg/網)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
以西 指標値	0 歳	0.30	1.20	2.66	0.97	2.31	2.05	0.65	0.63
	1 歳	53	108	79	95	94	116	99	89
	2 歳	47	175	114	106	131	65	101	89
	3 歳以上	69	247	152	149	219	112	189	186

補注 4. 沖底 2 そうびきについては CPUE を各年齢の指標値として資源量の動向を合わせた。

		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
沖底 CPUE (指標値)	0 歳	0.6	0.4	0.8	1.1	0.9	1.0	0.3	0.5	0.7
	1 歳	6.6	3.0	6.1	9.6	9.0	8.0	6.5	5.1	7.2
	2 歳	11.6	7.1	8.4	13.4	13.5	12.0	11.8	9.4	11.5
	3 歳以上	15.9	17.9	10.6	16.6	17.9	22.4	22.1	17.4	19.3

(単位:kg/網)

引用文献

平松一彦 (2000) VPA, 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書—資源解析手法教科書—, 104-127.

石岡清英・岸田達 (1985) コホート解析に用いる漁獲方程式の解法とその精度の検討, 南西水研報 (19), 111-120.

真道重明 (1960) 東海におけるレンコダイ資源の研究. 西海区水産研究所研究報告, 20, 1-19