

平成 21 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計算を行った 1980 年以降でみると中位で横ばい傾向にあり、現在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）が最近 8 年（2000～2007 年）の中央値で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 5 年間（2003～2007 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 2006～2008 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 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	47 百トン	Fcurrent		
ABCtarget	38 百トン	0.8 Fcurrent		

*Fcurrent は 2008 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
2007		49		
2008		47		

*2008 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 100～200m 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）。寿命はおおむね 8 歳程度と考えられる。

(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（2008 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 2008 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、2007 年のタイ類の漁獲が約 13 万トン（FAO Fish statistics: Capture production 1950 2007, Release date February 2009）、韓国では 2008 年にマダイ・クロダイ以外のタイの漁獲量は 16 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）。2008 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 2%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）。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、2008 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、1980 年以降でみると沖底 2 そう、以西 2 そうともに高い水準となっている（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）。漁獲物の主体となるのは 1、2 歳魚であったが、2008 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。2008 年は前年に比べると漁獲量が減少した。

（4）資源量と漁獲割合の推移

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）、2008 年は約 7 千トンと計算された。漁獲割合は 1996～2000 年にかけて減少して、2000 年以降は 20%前後で横ばいである。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、1996 年には 3 千トンに達した（図 9、補足資料 2 表 6）。その後変動しながら 3 千トン前後で推移し、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 1990 年代に減少して以降は低い水準にある（図 10a）。沖底 2 そうでは 1980 年代前半には低い水準だったが、1980 年代後半には増加傾向に転じ、変動しながら 1990 年代初めには高い水準に達した。加入量は 2001 年以降減少傾向にある（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、2008 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ったが、2008 年は上向いた。また、沖底 2 そうでは最近 5 年（2004～2008 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 2008 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

計算を行った最近 29 年間でみると、2008 年の資源量水準は以西 2 そうでは中水準で、沖底 2 そうでは高い水準にあり、両者をあわせた資源量水準はおおむね中水準であった。最近 5 年間（2004～2008 年）でみると、以西 2 そうではやや増加する一方で、沖底 2 そうではやや減少しており、両者をあわせた資源動向はおおむね横ばいだった。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 29 年間でみると安定している。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 年以降減少して、2000 年以降はおおむね横ばいである。沖底 2 そうでは 1998 年以降変動しながら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（2006～2008 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 2006～2008 年平均（以西 2 そう：0 歳=0.1、1 歳 1、2、3 歳以上 1.42；沖底 2 そう：0 歳 0.1、1 歳 1、2、3 歳以上=1.53）で、各年齢の F の単純平均値が 2008 年と同じ F （以西 2 そう：0.23、沖底 2 そう：0.30）である F とする。以西 2 そう沖底 2 そうともに F_{current} は $F_{30\%SPR}$ よりも低い。

再生産関係を図 16 に示した。1980～2008 年の親魚量と加入量には以西 2 そう、沖底 2 そうともに正の相関があり（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 そうでは最近 5 年間（2004～2008 年）でみると親魚量は減少傾向だが、近年では高い水準にある。

回復の閾値（ B_{limit} ）を検討する。親魚量と加入量の 29 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 35 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. 2010 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

推定された以西 2 そう、沖底 2 そうを合わせた資源量は計算を行った 29 年間で見ると中水準にあった。こ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、沖底 2 そうともに現在の漁獲圧（2008 年の F）でも資源量はゆるやかに増加する。最近 5 年間でみると、推定された資源量は以西 2 そうでは、やや増加傾向にあるものの、沖底 2 そうではやや減少傾向にある。現在の漁獲圧（2008 年の F）で漁獲し、今後の経過を見ること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) 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} （2008 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 8 年（2000～2007 年）の中央値（6.3 尾/kg）で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 5 年（2003～2007 年）の中央値（9.9 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（2006～2008 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。

2010 年 ABC_{limit}

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	14 百トン	F_{current}	0.23	22%
沖底 2 そう	9 百トン	F_{current}	0.30	26%
その他の漁業	25 百トン	Cave3 yr		

2010 年 ABC_{target}

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	11 百トン	0.8 F_{current}	0.19	18%
沖底 2 そう	7 百トン	0.8 F_{current}	0.24	21%
その他の漁業	20 百トン	0.8 Cave3 yr		

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	47 百トン	F_{current}		
ABC _{target}	38 百トン	0.8 F_{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：6.3 尾/kg、沖底 2 そう：9.9 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 17、18 に示す。F_{med} は、年齢別

選択率が 2006～2008 年の平均で、以西 2 そうでは 2000～2007 年再生産関係の中央値に、沖底 2 そうでは 2003～2007 年再生産関係の中央値に相当する F とした。いずれも年齢別選択率は 2006～2008 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、2009 年の漁獲量は以西 2 そうでは 14 百トン、沖底 2 そうでは 8 百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	ABClimit （百トン）	ABCtarget （百トン）	漁獲量 （百トン）
2008 年（当初）	$F_{current}$	47	38	
2008 年（2008 年再評価）	$F_{current}$	45	36	
2008 年（2009 年再評価）	$F_{current}$	47	39	47
2009 年（当初）	$F_{current}$	47	38	
2009 年（2009 年再評価）	$F_{current}$	46	37	

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）

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受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。東シナ海における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		2,678	4,857
2008	736	12.4	1,606		2,322	4,677

表 2. 2008 年キダイ月別漁獲量 (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	22,912	5,877	3,243	104,060	182,985	
2 月	16,233	3,732	2,427	70,120	142,816	
3 月	16,563	3,900	5,980	126,020	203,761	
4 月	18,991	4,294	4,770	82,180	197,992	
5 月	14,204	10,953	6,742	31,140	97,526	
6 月	2,954	3,674	1,226	1,660		
7 月	5,003	3,318	436			
8 月	3,070	6,829	187	21,420	112,668	
9 月	54,784	9,671	450	49,380	150,888	
10 月	47,174	10,975	7,987	66,240	175,021	
11 月	81,972	9,235	7,952	63,020	166,962	
12 月	28,907	13,041	13,424	121,180	175,839	

島根：主要 7 港（沖底除く）、山口：主要 2 漁協、熊本：天草漁協

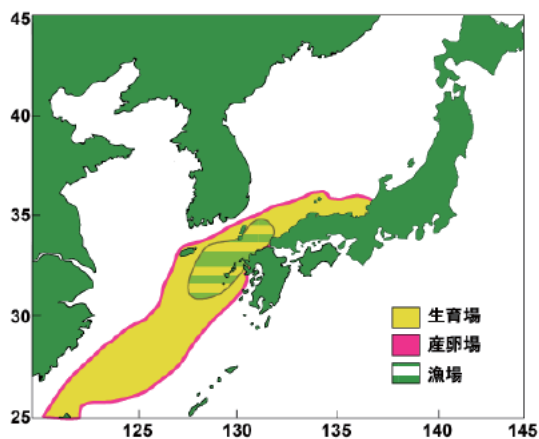


図 1. キダイ分布・回遊図

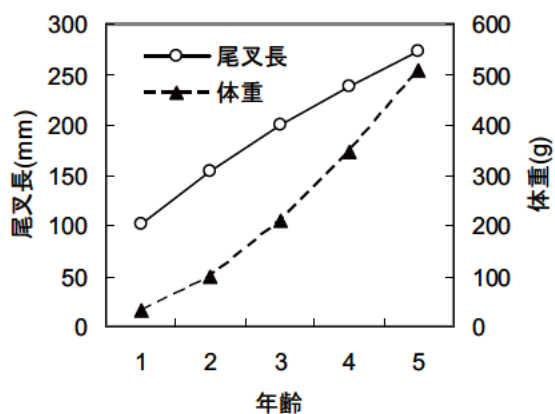


図 2. キダイ年齢と成長

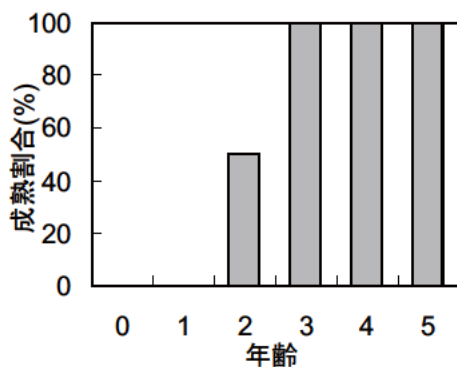


図 3. キダイ年齢別成熟割合

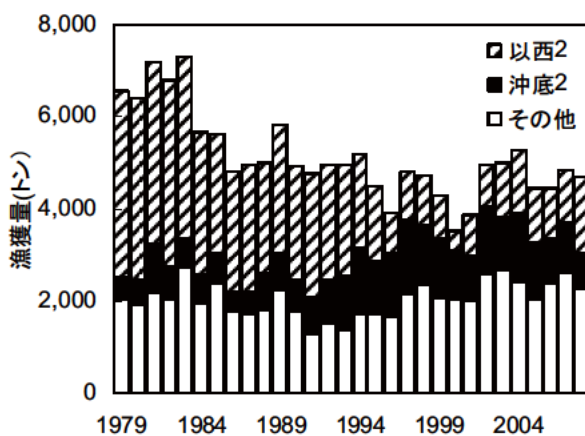


図 4. キダイ漁獲量

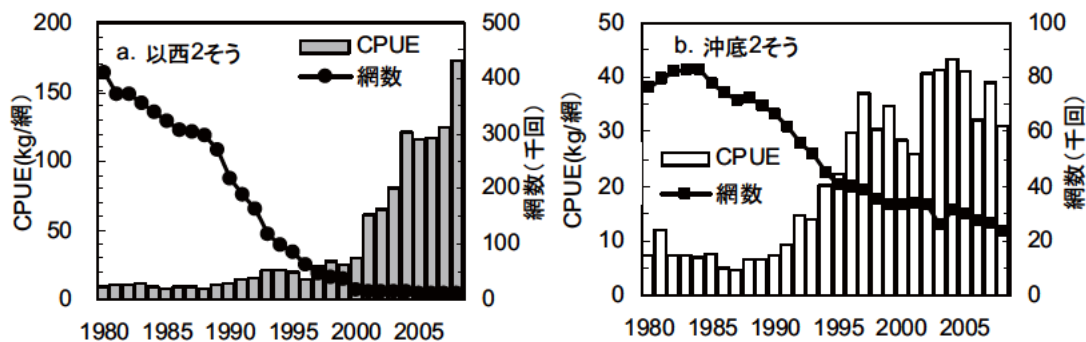


図 5. 努力量と CPUE (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

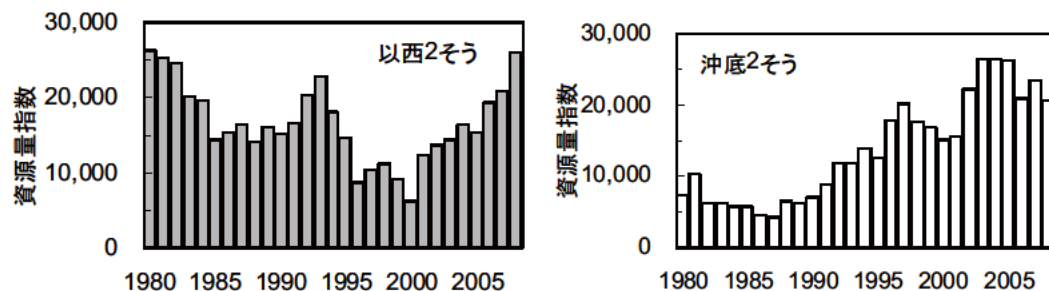


図 6. 資源量指数 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

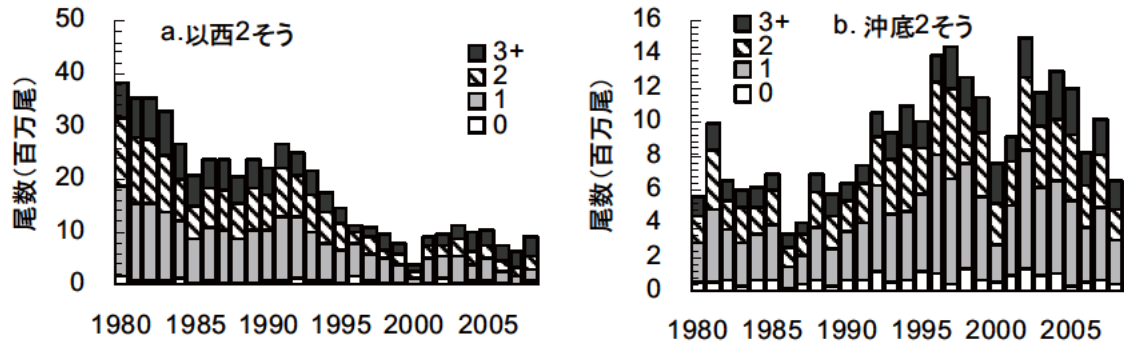


図 7. 年齢別漁獲尾数 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

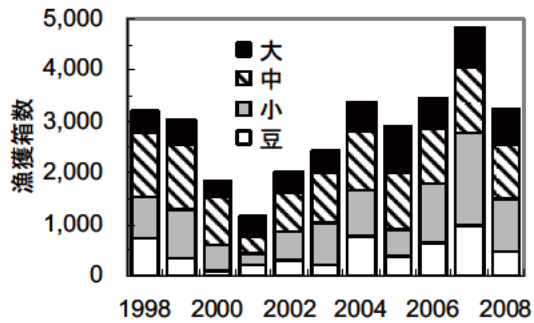


図 8. 小型底びき網漁業による銘柄別漁獲箱数 (山口県標本船)

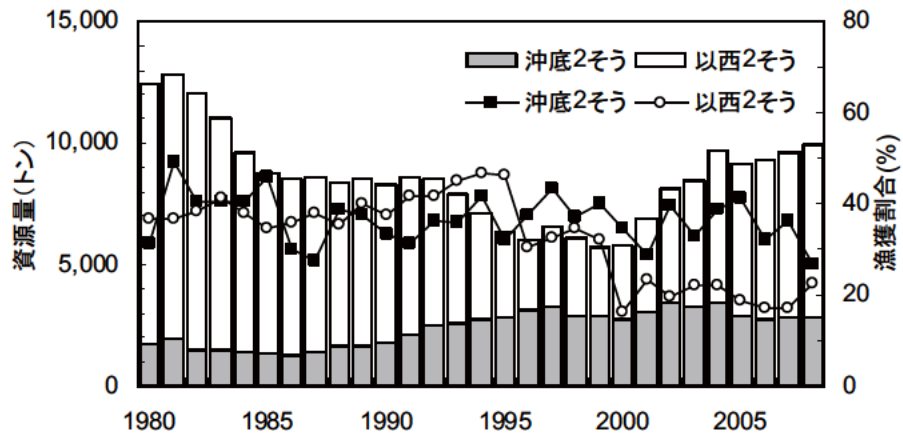


図 9. 資源量 (棒グラフ) と漁獲割合 (折れ線グラフ)

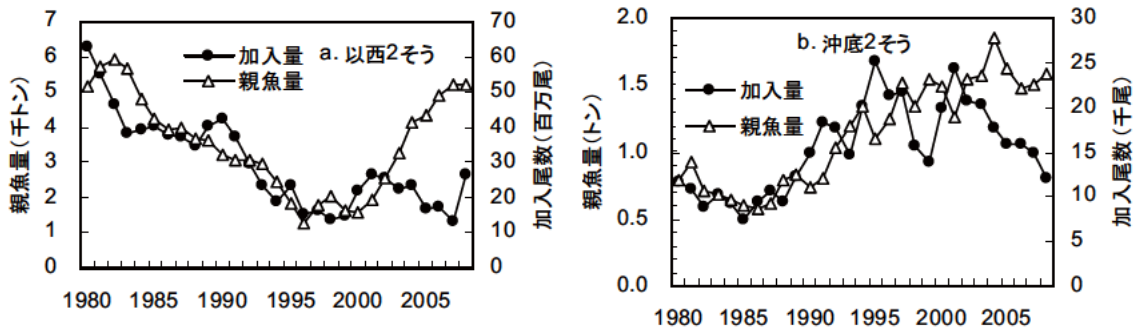


図 10. 加入量と親魚量 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

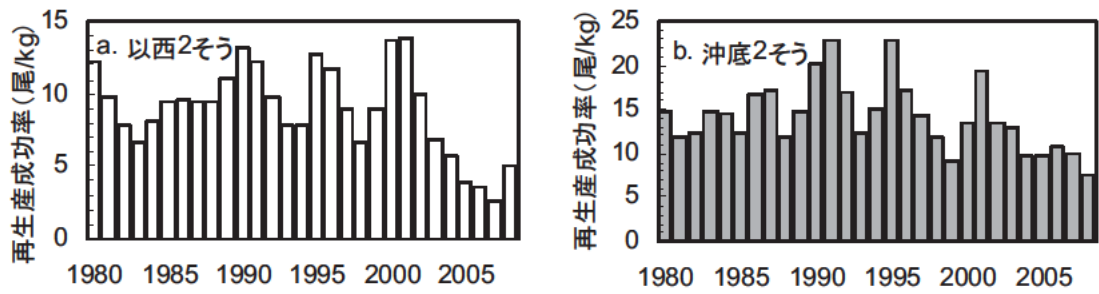


図 11. 再生産成功率 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

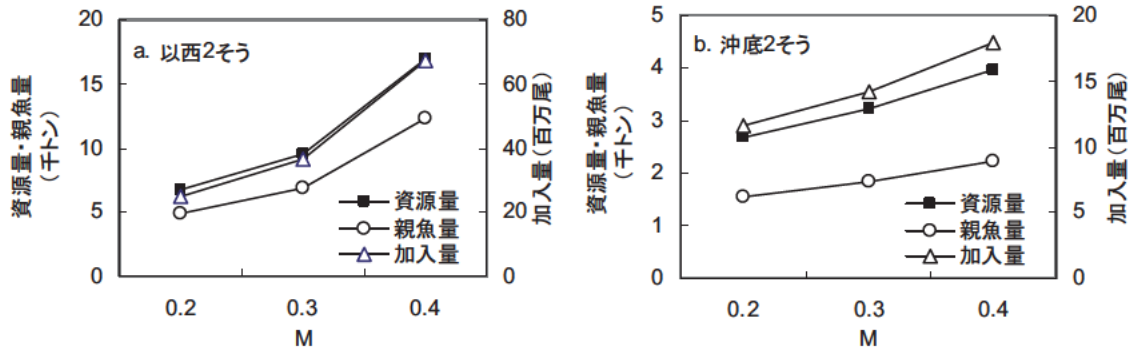


図 12. M と 2008 年資源量、親魚量、加入量の関係 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

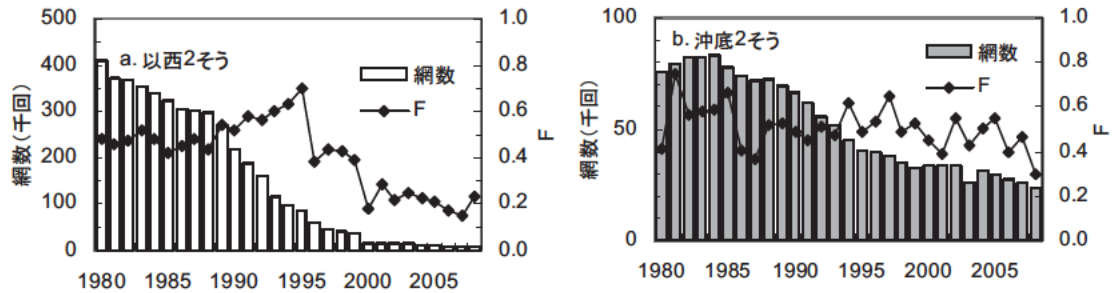


図 13. F と 網数 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

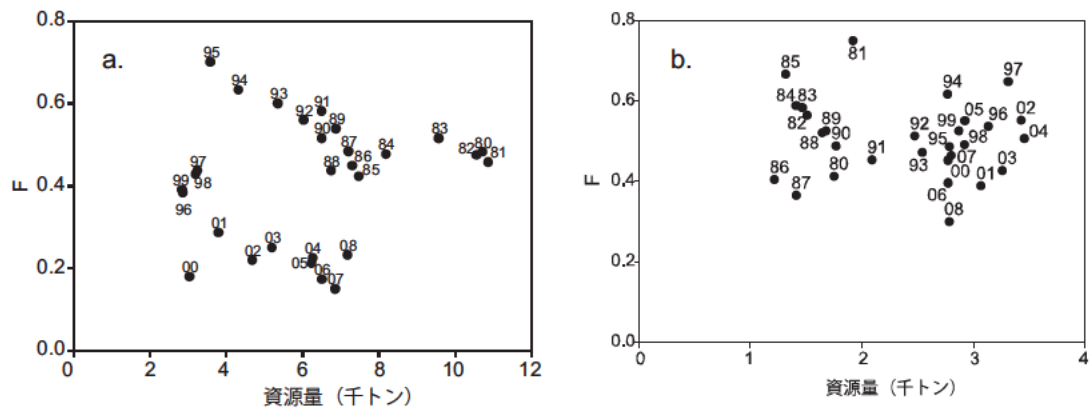


図 14. 資源量と F の関係
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

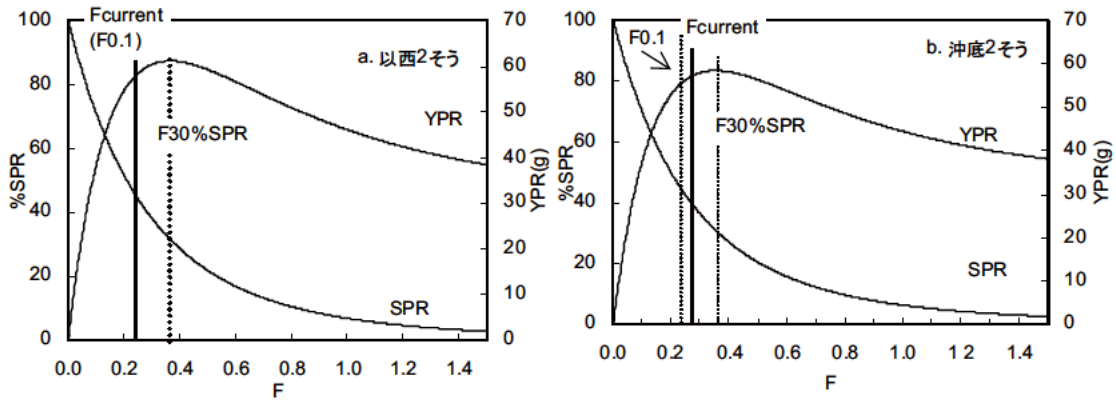


図 15. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 2006～2008 年平均)
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

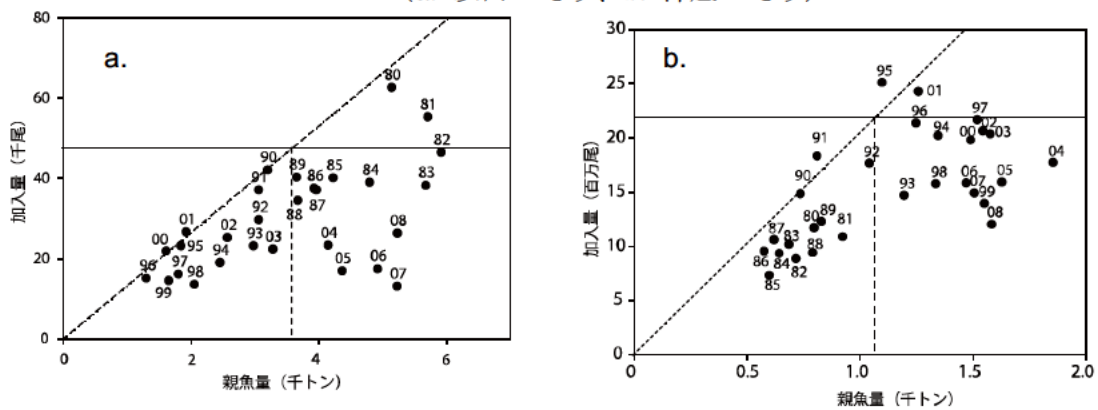


図 16. 親魚量と加入量の関係 (1980～2008 年)
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

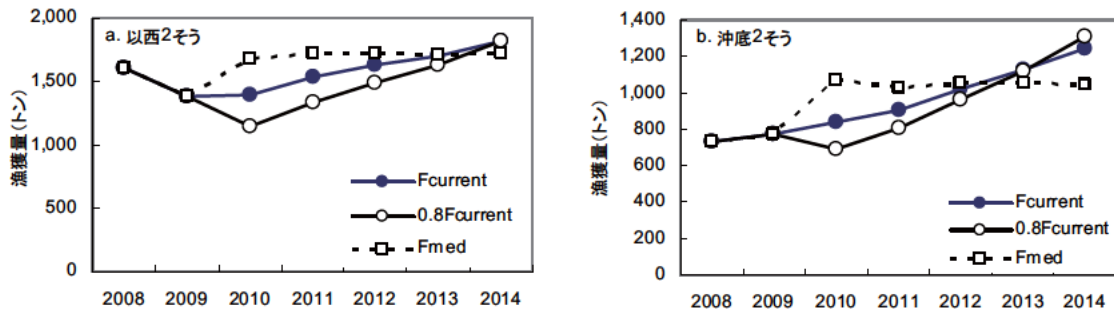


図 17. F による漁獲量の変化 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

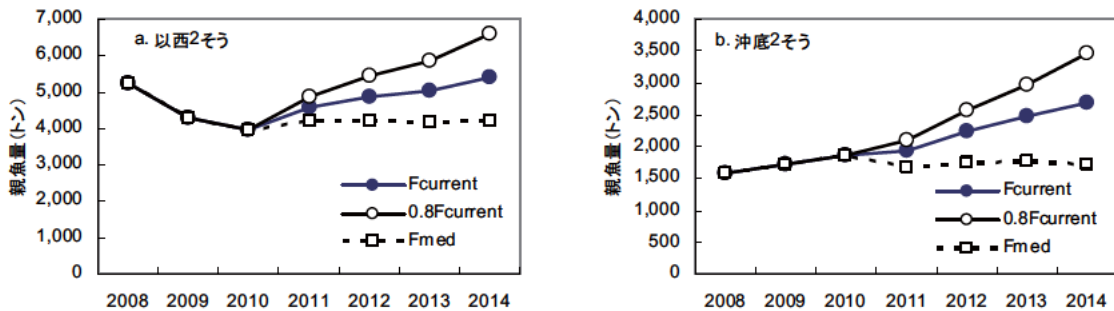
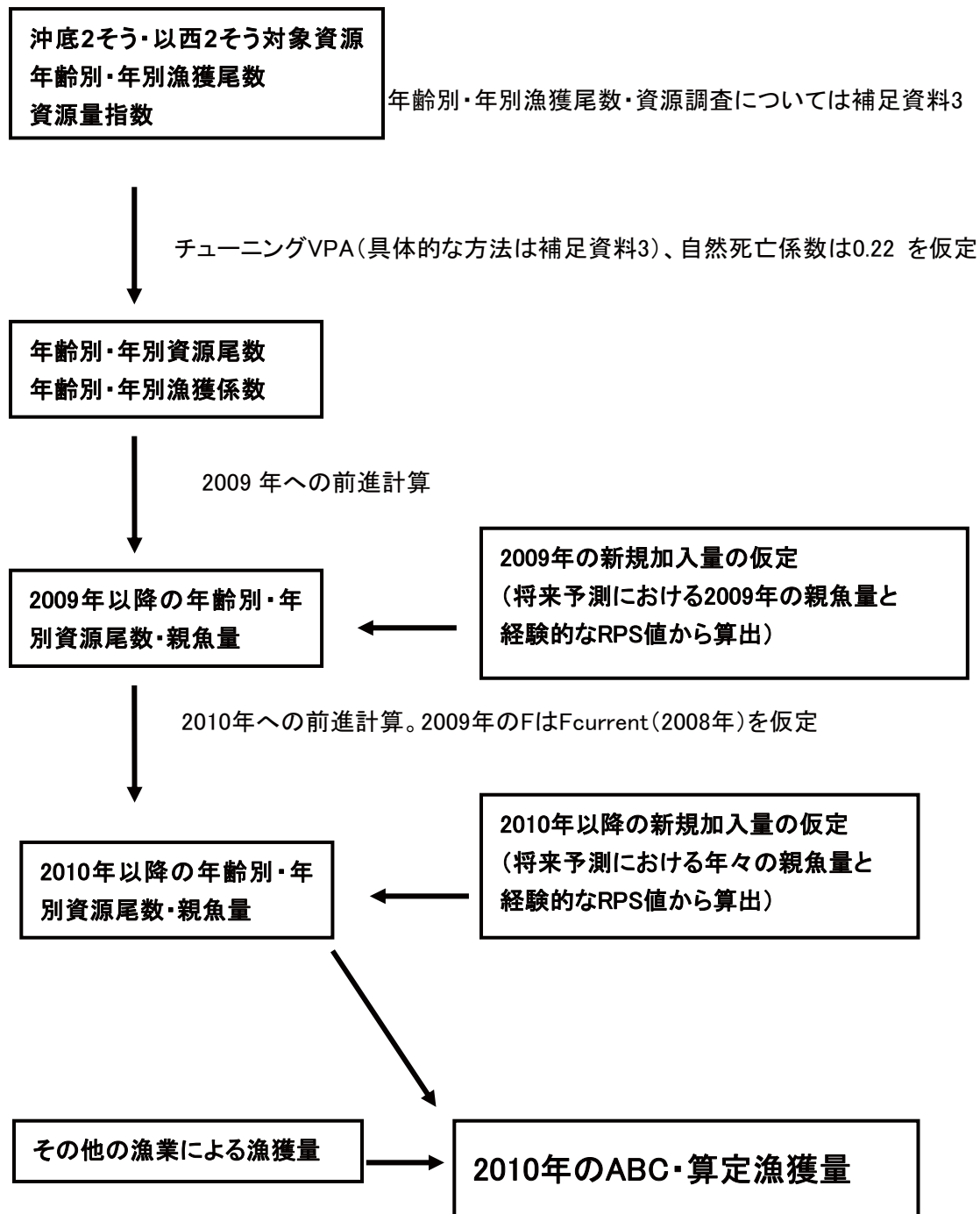


図 18. F による漁獲量の変化 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

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

1. 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 2001～2008 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。2008 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	11.8	16.7	22.0
体重(g)	30	48	130	283
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 21 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料 2 1 補注 2 参照）。最近年（2008 年）の F はまず、0、1 歳魚の F は過去 3 年（2005～2007 年）平均値とし、2 歳魚の F は 3+ 歳魚の F と等しいと仮定して求めた。次にはじめの計算で求められた F により年齢別選択率を求め、最近 3 年間（2006～2008 年）の平均選択率の下で最近年の F を調整した。

チューニングの指標としては、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資源密度指数（緯経度 30 分間隔で分けられた漁区のうち、2008 年有漁漁区における月別の一網あたりの漁獲量を足し合わせ、キダイの漁獲があった漁区数で割ったもの）と

着底トロールによる現存量推定値を相乗平均したものを指標値として、資源量の変動傾向と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 2000～2008 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資源密度指数（求め方は以西底びきと同じ方法）の変動傾向と、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 2003～2008 年とした。

$$\text{最小} \sum_{y=2000}^{2008} \{\ln(qB) - \ln(I_y)\}^2$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2000}^{2008} I_y}{\prod_{y=2000}^{2008} B_y} \right)^{\frac{1}{9}} \quad (\text{以西})$$

$$\text{最小} \sum_{y=2003}^{2008} \{\ln(qB) - \ln(CPUE_y)\}^2$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2008} CPUE_y}{\prod_{y=2003}^{2008} B_y} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (\text{沖底})$$

ここで、B は資源量、I は指標値（補注 3）。その結果、以西では $F_{0,2008}=0.03$ 、 $F_{1,2008}=0.25$ 、 $F_{2,2008}=0.33$ 、沖底では $F_{0,2008}=0.03$ 、 $F_{1,2008}=0.29$ 、 $F_{2,2008}=0.44$ 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（補足資料 3）と以西底びき網漁業の資源密度指数とを相乗平均したものを指標値とし、資源量の動向を合わせた。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
現存量推定値	3,103	4,332	2,156	2,953	3,609	2,762	3,496	4,515	4,552
資源密度指数	44.0	67.4	70.2	89.2	118.1	116.7	118.2	129.2	161.5
指標値	369	540	389	513	653	568	643	764	857

補注 3. 沖底 2 そうびきについては資源密度指数を資源量の指標値として動向を合わせた。

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
資源密度指数	36.2	31.0	30.4	45.9	51.8	49.9	54.4	42.3	49.4

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)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	1,642	17,116	13,089	6,473	47	716	1,479	1,681
1981	776	14,820	12,413	7,389	22	620	1,403	1,919
1982	1,007	14,393	12,089	7,920	29	602	1,366	2,057
1983	781	13,059	10,916	8,306	22	546	1,234	2,157
1984	1,307	10,870	7,980	6,560	38	455	902	1,704
1985	496	8,167	6,396	5,781	14	342	723	1,501
1986	898	10,058	7,563	5,077	26	421	855	1,319
1987	542	9,672	7,862	5,510	16	405	888	1,431
1988	573	8,302	6,711	4,872	16	347	758	1,265
1989	421	9,861	8,254	5,366	12	413	933	1,393
1990	1,034	9,237	6,765	4,842	30	387	764	1,257
1991	675	12,167	9,433	4,280	19	509	1,066	1,111
1992	1,454	11,435	7,931	4,236	42	478	896	1,100
1993	753	9,297	7,117	4,582	22	389	804	1,190
1994	770	7,259	5,559	4,082	22	304	628	1,060
1995	215	6,447	4,831	3,195	6	270	546	830
1996	1,809	6,205	2,045	1,249	52	260	231	324
1997	824	4,863	3,326	1,738	24	203	376	451
1998	534	4,607	1,662	2,743	15	193	188	712
1999	236	3,350	2,236	1,968	7	140	253	511
2000	144	1,208	1,258	1,156	4	51	142	300
2001	621	4,315	2,460	1,867	17	181	232	461
2002	1,347	3,934	2,359	1,784	37	157	261	462
2003	520	4,953	3,292	2,660	14	166	329	647
2004	874	2,714	2,834	3,616	27	119	326	906
2005	683	4,501	2,267	2,783	21	179	245	725
2006	223	2,455	1,902	2,965	6	90	224	779
2007	199	1,399	1,565	3,238	6	70	202	882
2008	658	2,062	2,514	4,109	20	100	326	1,161

表3 (続き) . 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	漁獲係数 F				資源尾数 (千尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	0.03	0.45	0.73	0.73	62,744	52,557	27,790	13,744
1981	0.02	0.41	0.70	0.70	55,336	48,886	26,999	16,072
1982	0.02	0.45	0.71	0.71	46,647	43,715	26,080	17,085
1983	0.02	0.50	0.77	0.77	38,353	36,534	22,319	16,982
1984	0.04	0.51	0.68	0.68	39,120	30,081	17,750	14,593
1985	0.01	0.36	0.66	0.66	40,202	30,227	14,512	13,117
1986	0.03	0.43	0.67	0.67	37,583	31,819	17,003	11,415
1987	0.02	0.45	0.73	0.73	37,191	29,359	16,614	11,643
1988	0.02	0.38	0.68	0.68	34,691	29,363	14,985	10,879
1989	0.01	0.51	0.82	0.82	40,401	27,328	16,193	10,527
1990	0.03	0.38	0.83	0.83	42,219	32,047	13,197	9,445
1991	0.02	0.52	0.89	0.89	37,148	32,957	17,517	7,947
1992	0.06	0.57	0.81	0.81	29,777	29,209	15,674	8,371
1993	0.04	0.60	0.88	0.88	23,312	22,598	13,322	8,577
1994	0.05	0.59	0.95	0.95	19,092	18,035	9,914	7,279
1995	0.01	0.66	1.07	1.07	23,338	14,633	8,052	5,325
1996	0.14	0.46	0.47	0.47	15,233	18,537	6,049	3,695
1997	0.06	0.70	0.50	0.50	16,225	10,611	9,375	4,900
1998	0.04	0.53	0.57	0.57	13,653	12,284	4,223	6,969
1999	0.02	0.44	0.56	0.56	14,679	10,480	5,779	5,085
2000	0.01	0.12	0.30	0.30	22,017	11,569	5,439	4,997
2001	0.03	0.32	0.40	0.40	26,782	17,540	8,207	6,228
2002	0.06	0.23	0.29	0.29	25,381	20,938	10,240	7,744
2003	0.03	0.34	0.32	0.32	22,452	19,166	13,301	10,748
2004	0.04	0.19	0.34	0.34	23,485	17,553	10,980	14,009
2005	0.05	0.32	0.24	0.24	17,076	18,066	11,669	14,323
2006	0.01	0.23	0.22	0.22	17,597	13,094	10,498	16,363
2007	0.02	0.12	0.23	0.23	13,271	13,922	8,322	17,223
2008	0.03	0.25	0.33	0.33	26,439	10,472	9,925	16,225

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)

年	漁獲重量 (トン)	資源重量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (千尾)	漁獲 割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
1980	3,924	10,711	5,139	62,744	37	12.2
1981	3,964	10,859	5,699	55,336	37	9.7
1982	4,054	10,553	5,911	46,647	38	7.9
1983	3,959	9,563	5,671	38,353	41	6.8
1984	3,098	8,178	4,793	39,120	38	8.2
1985	2,580	7,465	4,226	40,202	35	9.5
1986	2,620	7,297	3,925	37,583	36	9.6
1987	2,740	7,198	3,962	37,191	38	9.4
1988	2,388	6,743	3,672	34,691	35	9.4
1989	2,751	6,867	3,649	40,401	40	11.1
1990	2,438	6,498	3,199	42,219	38	13.2
1991	2,706	6,489	3,054	37,148	42	12.2
1992	2,517	6,022	3,060	29,777	42	9.7
1993	2,405	5,348	2,980	23,312	45	7.8
1994	2,014	4,314	2,450	19,092	47	7.8
1995	1,652	3,575	1,838	23,338	46	12.7
1996	867	2,856	1,301	15,233	30	11.7
1997	1,054	3,242	1,802	16,225	33	9.0
1998	1,108	3,193	2,049	13,653	35	6.7
1999	911	2,834	1,647	14,679	32	8.9
2000	497	3,029	1,605	22,017	16	13.7
2001	891	3,790	1,924	26,782	24	13.9
2002	917	4,673	2,570	25,381	20	9.9
2003	1,157	5,191	3,280	22,452	22	6.8
2004	1,378	6,259	4,143	23,485	22	5.7
2005	1,170	6,230	4,361	17,076	19	3.9
2006	1,099	6,500	4,918	17,597	17	3.6
2007	1,159	6,848	5,225	13,271	17	2.5
2008	1,606	7,173	5,227	26,439	22	5.1

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)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	473	2,417	1,570	1,082	13	108	157	264
1981	536	4,244	3,521	1,588	15	189	353	388
1982	604	2,975	1,792	1,143	17	133	180	279
1983	234	2,586	2,106	1,050	7	115	211	256
1984	666	2,690	1,628	1,087	19	120	163	265
1985	590	3,261	2,193	893	17	145	220	218
1986	157	1,295	1,141	778	4	58	114	190
1987	354	1,780	1,226	729	10	79	123	178
1988	627	3,139	2,093	1,089	18	140	210	266
1989	233	2,188	1,952	1,341	7	98	196	327
1990	706	2,843	1,764	1,084	20	127	177	265
1991	605	3,435	2,343	1,008	17	153	235	246
1992	1,203	5,017	2,859	1,434	34	224	287	350
1993	525	4,075	3,217	1,607	15	182	322	392
1994	627	4,005	3,918	2,320	18	179	393	566
1995	1,179	4,596	2,659	1,608	33	205	267	392
1996	1,075	7,036	4,198	1,669	30	314	421	407
1997	362	6,242	5,304	2,524	10	278	532	616
1998	1,316	6,195	3,346	1,761	37	276	335	430
1999	691	4,865	3,794	2,147	19	217	380	524
2000	513	2,254	2,375	2,457	14	100	238	600
2001	937	4,104	2,602	1,509	26	206	284	361
2002	1,351	6,913	4,408	2,319	38	319	446	552
2003	867	5,293	3,590	1,946	24	234	348	464
2004	1,085	5,433	3,621	2,879	30	249	370	692
2005	308	5,063	3,912	2,692	9	193	350	652
2006	508	3,254	2,531	1,895	14	141	258	476
2007	642	4,353	3,127	2,059	18	189	302	506
2008	336	2,610	1,917	1,586	10	119	200	408

表 5 (続き) . 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	漁獲係数 F				資源尾数 (千尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	0.05	0.32	0.64	0.64	11,736	9,843	3,641	2,510
1981	0.06	0.73	1.11	1.11	10,864	8,996	5,750	2,594
1982	0.08	0.51	0.83	0.83	8,885	8,240	3,475	2,217
1983	0.03	0.57	0.87	0.87	10,178	6,591	3,977	1,983
1984	0.08	0.47	0.90	0.90	9,318	7,959	3,001	2,005
1985	0.09	0.74	0.92	0.92	7,350	6,883	4,003	1,629
1986	0.02	0.31	0.64	0.64	9,535	5,371	2,646	1,806
1987	0.04	0.30	0.56	0.56	10,620	7,512	3,159	1,877
1988	0.08	0.55	0.73	0.73	9,408	8,206	4,446	2,312
1989	0.02	0.42	0.83	0.83	12,265	6,990	3,807	2,616
1990	0.05	0.40	0.75	0.75	14,866	9,635	3,669	2,254
1991	0.04	0.41	0.68	0.68	18,351	11,300	5,209	2,241
1992	0.08	0.50	0.74	0.74	17,684	14,187	6,020	3,019
1993	0.04	0.42	0.71	0.71	14,701	13,118	6,940	3,466
1994	0.04	0.49	0.97	0.97	20,205	11,328	6,912	4,093
1995	0.05	0.39	0.75	0.75	25,161	15,655	5,543	3,351
1996	0.06	0.52	0.78	0.78	21,390	19,139	8,483	3,374
1997	0.02	0.55	1.01	1.01	21,693	16,206	9,129	4,344
1998	0.10	0.51	0.68	0.68	15,781	17,086	7,481	3,938
1999	0.06	0.63	0.71	0.71	13,985	11,490	8,224	4,654
2000	0.03	0.27	0.76	0.76	19,848	10,606	4,921	5,091
2001	0.04	0.35	0.58	0.58	24,329	15,469	6,507	3,773
2002	0.08	0.52	0.80	0.80	20,675	18,688	8,768	4,612
2003	0.05	0.48	0.59	0.59	20,385	15,386	8,876	4,811
2004	0.07	0.49	0.73	0.73	17,711	15,585	7,656	6,087
2005	0.02	0.55	0.82	0.82	15,952	13,245	7,693	5,295
2006	0.04	0.34	0.60	0.60	15,844	12,527	6,148	4,605
2007	0.05	0.50	0.66	0.66	14,919	12,261	7,162	4,716
2008	0.03	0.29	0.44	0.44	12,036	11,400	5,983	4,950

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)

年	漁獲重量 (トン)	資源重量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (千尾)	漁獲 割合 (%)	再生産成功率 (尾/ kg)
1980	542	1,746	795	11,736	31	14.8
1981	945	1,916	921	10,864	49	11.8
1982	608	1,507	715	8,885	40	12.4
1983	589	1,463	683	10,178	40	14.9
1984	567	1,407	640	9,318	40	14.6
1985	600	1,312	598	7,350	46	12.3
1986	366	1,214	573	9,535	30	16.6
1987	390	1,408	616	10,620	28	17.2
1988	633	1,640	787	9,408	39	12.0
1989	627	1,677	829	12,265	37	14.8
1990	588	1,766	734	14,866	33	20.3
1991	651	2,089	808	18,351	31	22.7
1992	894	2,470	1,038	17,684	36	17.0
1993	911	2,540	1,194	14,701	36	12.3
1994	1,155	2,765	1,345	20,205	42	15.0
1995	897	2,779	1,096	25,161	32	23.0
1996	1,172	3,129	1,248	21,390	37	17.1
1997	1,436	3,308	1,517	21,693	43	14.3
1998	1,078	2,916	1,336	15,781	37	11.8
1999	1,141	2,866	1,548	13,985	40	9.0
2000	953	2,767	1,489	19,848	34	13.3
2001	877	3,065	1,257	24,329	29	19.4
2002	1,355	3,424	1,543	20,675	40	13.4
2003	1,070	3,255	1,577	20,385	33	12.9
2004	1,341	3,453	1,855	17,711	39	9.5
2005	1,204	2,919	1,627	15,952	41	9.8
2006	890	2,769	1,470	15,844	32	10.8
2007	1,014	2,797	1,505	14,919	36	9.9
2008	736	2,778	1,584	12,036	27	7.6

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分布量を以下に示す（調査海域 138 千 km²、コッドエンド（網目径 66mm）、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
現存量推定値（トン）	3,103	4,332	2,156	2,953	3,609
年	2005	2006	2007	2008	2009
現存量推定値（トン）	2,762	3,496	4,515	4,552	5,148

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。