

平成 22 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。資源水準は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 9 年（2000～2008 年）の中央値で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 6 年間（2003～2008 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 2011 年の漁獲量を求めた。これにその他の漁業種類では 2007～2009 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。

	2011 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	45 百トン	Fcurrent	-	-
ABCtarget	36 百トン	0.8 Fcurrent	-	-

*Fcurrent は 2009 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
2008	—	46	—	—
2009	—	*44	—	—

*2009 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） 資源量直接推定調査（底魚類現存量調査（東シナ海））（水研セ） ・着底トロール

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、戦時中に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(2009 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 2009 年には約 4 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、2008 年のタイ類の漁獲が約 13 万トン(FAO Fish statistics: Capture production 1950-2008, Release date February 2010)、韓国では 2009 年にマダイ・クロダイ・イシ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(総網数)は減少傾向にある(図 5)。2009 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（漁獲量／網数）は以西 2 そうでは 1997 年以降増加傾向で、2009 年も高い水準にある（図 5）。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 5）、2002 年以降高い水準を維持している。資源量指数（海区别月別 CPUE の合計）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 6）。以西 2 そうでは漁船隻数の減少に伴って漁場が狭まり、近年の主漁場はキダイの主分布域と重なっていることを反映し、CPUE の増加幅が大きくなっている。

（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 7、補足資料 2）。沖底 2 そうでは漁獲物の主体となるのは 1、2 歳魚であったが、以西 2 そうでは 3 歳以上の割合が高かった。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。2009 年は前年に比べると漁獲量が増加した。

（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）、2009 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 10）。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 10）。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、2009 年も近年では高い水準にあるとみられる（図 10）。

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る。また、沖底 2 そ

うでは最近 5 年（2005～2009 年）でみると横ばいである（図 11）。

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 2009 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。

（5）資源の水準・動向

計算を行った最近 30 年間でみると、2009 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は 7 番目に高く、近年では比較的高い水準にある。しかし、1940 年代後半には 2 万トンを超える漁獲があったとされることから、水準は中水準と判断した。最近 5 年間（2005～2009 年）でみると、以西 2 そうではやや増加する一方で、沖底 2 そうでは横ばい、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 30 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（各年齢の平均値）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 13）。

資源量と F の関係を見ると（図 14）、以西 2 そうでは 1980～1995 年にかけて F の増加に伴い、資源量の減少がみられた。また、1996 年以降は F の減少に伴い資源量が増加しており、大規模な減船が行われた時期と F の大きな減少がみられた時期が一致している。沖底 2 そうではばらつきが大きく、はっきりとした関係はみられない。

年齢別選択率を一定（2007～2009 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 15 に示す。現在の F（F_{current}）を年齢別選択率が 2007～2009 年平均（以西 2 そう：0 歳＝0.2、1 歳＝1、2、3 歳以上＝1.73；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 2009 年と同じ F（以西 2 そう：0.15、沖底 2 そう：0.34）である F とする。以西 2 そう沖底 2 そうともに F_{current} は F30%SPR よりも低い。

再生産関係を図 16 に示した。1980～2009 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（2005～2009 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（Blimit）を検討する。親魚量と加入量の 30 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 Blimit 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 そうとともに、現状の親魚量は B_{limit} を上回ると考えられる。

5. 2011 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 そうとともに現在の漁獲圧（2009 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 そうでは横ばい傾向にある。現在の漁獲圧（2009 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) - (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 $F_{current}$ （2009 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、2010 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 9 年（2000～2008 年）の中央値（5.7 尾/kg）で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 6 年（2003～2008 年）の中央値（10.6 尾/kg）と設定した。

$$F_{limit} = \text{基準値}$$

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

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（2007～2009 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。

2011 年 $ABClimit$

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	10 百トン	$F_{current}$	0.15	15%
沖底 2 そう	11 百トン	$F_{current}$	0.34	26%
その他の漁業	24 百トン	Cave3-yr	-	-

2011 年 $ABCtarget$

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	8 百トン	0.8 $F_{current}$	0.12	12%
沖底 2 そう	9 百トン	0.8 $F_{current}$	0.27	24%
その他の漁業	19 百トン	0.8 Cave3-yr	-	-

	2011 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	45 百トン	Fcurrent	—	—
ABClimit	36 百トン	0.8 Fcurrent	—	—

(3) ABClimit の評価

設定した加入量の条件（再生産成功率：以西 2 そう：5.7 尾/kg、沖底 2 そう：10.6 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。Fmed は、年齢別選択率が 2007～2009 年の平均で、以西 2 そうでは 2000～2008 年再生産関係の中央値に、沖底 2 そうでは 2003～2008 年再生産関係の中央値に相当する F とした。

コホート計算結果、加入量の条件及び Fcurrent から、2010 年の漁獲量は以西 2 そうでは 10 百トン、沖底 2 そうでは 8 百トンと見積もられる。Fcurrent 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

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
2008 年漁獲量確定値 2009 年漁獲量暫定値	2008、2009 年年齢別漁獲尾数。 過去に遡及した年齢別・年別漁獲尾数の見直し
2009 年資源量指数	2009 年までの年齢別・年別資源尾数（再生産関係）、漁獲係数（年齢別選択率）
2009 年年齢別体重	再生産関係、%SPR

評価対象年（当初・再評価）	管理基準	ABClimit (百トン)	ABClimit (百トン)	漁獲量 (百トン)
2009 年（当初）	Fcurrent	47	38	
2009 年（2009 年再評価）	Fcurrent	46	37	
2009 年（2010 年再評価）	Fcurrent	46	36	44
2010 年（当初）	Fcurrent	47	38	
2010 年（2010 年再評価）	Fcurrent	44	35	

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

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	-	2,291	4,647
2009	884	5.4	1,223	-	2,319	4,432

表 2. 2009 年キダイ月別漁獲量 (単位:kg)

県：漁業種類	島根	山口	熊本	長崎	沖底 2 そう	以西 2 そう
1 月	8,513	5,908	5,094	35,856	88,120	68,134
2 月	12,420	6,787	4,931	77,440	117,240	169,343
3 月	9,508	5,672	4,436	88,460	126,020	208,422
4 月	15,714	7,108	2,675	79,300	75,460	180,316
5 月	15,123	8,523	6,009	33,252	55,540	67,050
6 月	2,194	4,188	1,319	612	-	-
7 月	2,654	3,842	51	0	-	-
8 月	3,591	15,237	460	47,000	55,840	103,040
9 月	70,075	49,372	594	33,460	81,480	60,029
10 月	58,716	15,389	6,851	125,988	80,640	219,809
11 月	58,760	14,261	7,457	28,448	64,540	33,844
12 月	27,730	10,500	11,890	50,152	139,360	113,120

島根：主要 7 港（沖底除く）、山口：主要 2 漁協、熊本：天草漁協、長崎：長崎魚市。

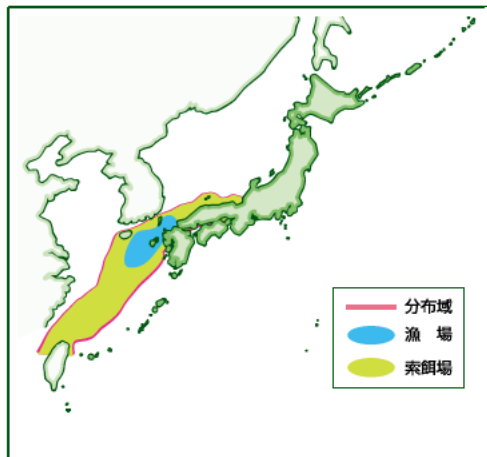


図 1. キダイ分布・回遊図

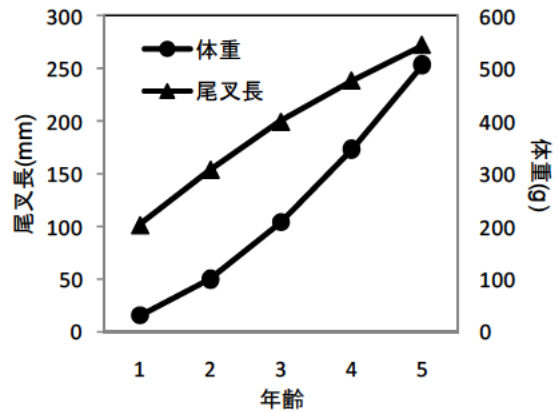


図 2. キダイ年齢と成長

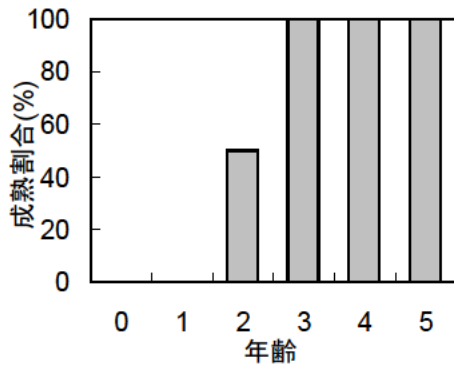


図 3. キダイ年齢別成熟割合

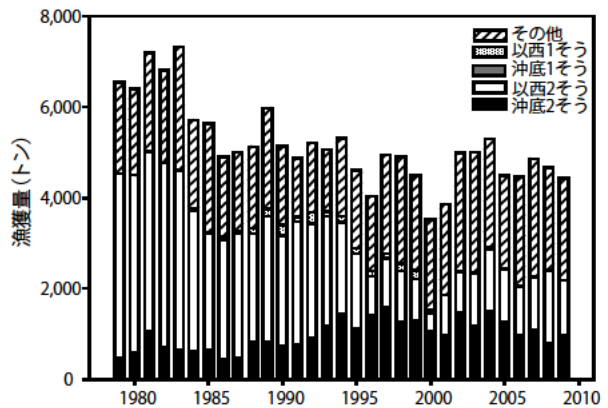


図 4. キダイ漁獲量

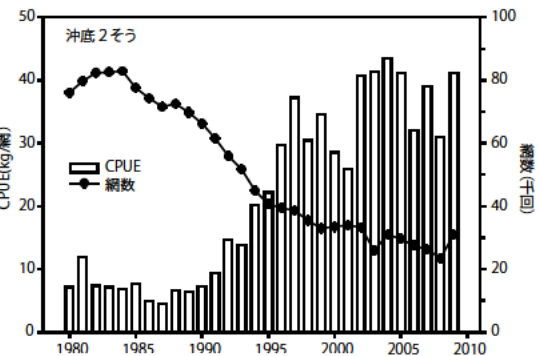
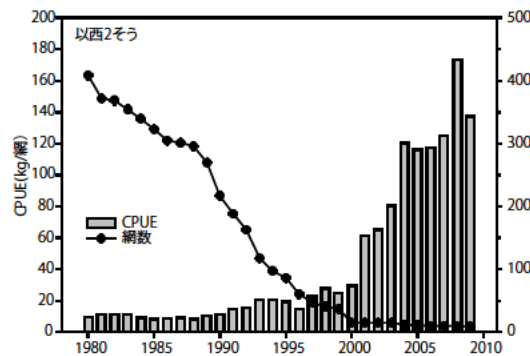


図 5. 努力量と CPUE (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

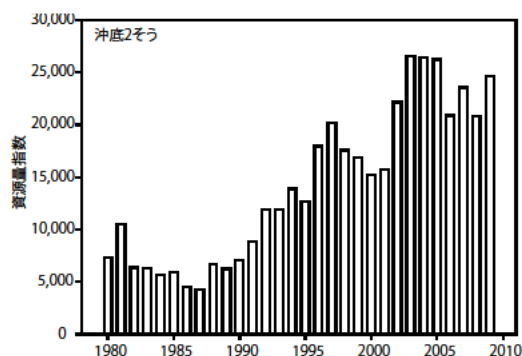
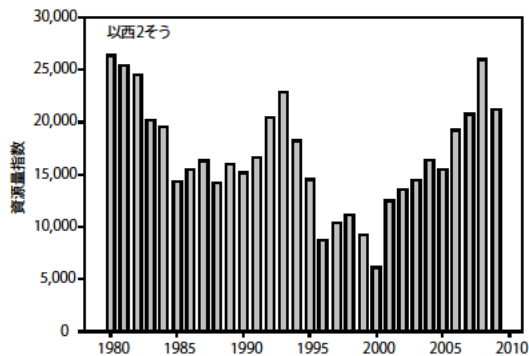


図 6. 資源量指数 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

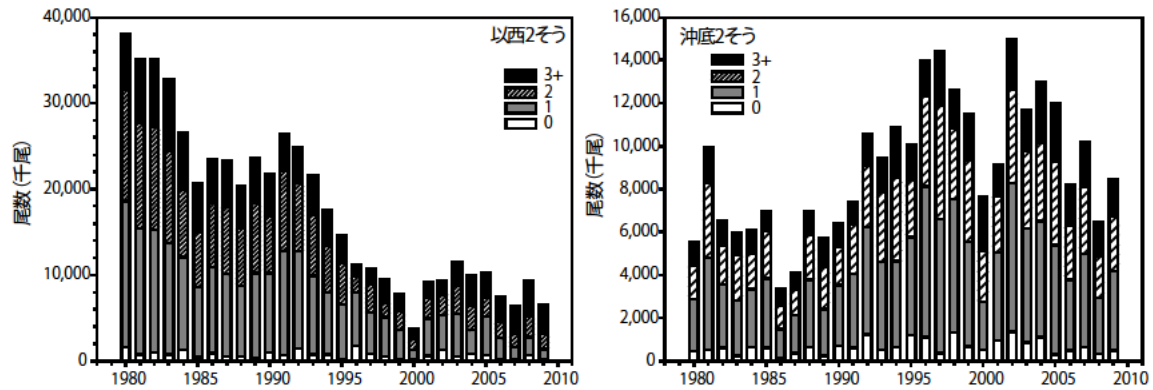


図 7. 年齢別漁獲尾数 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

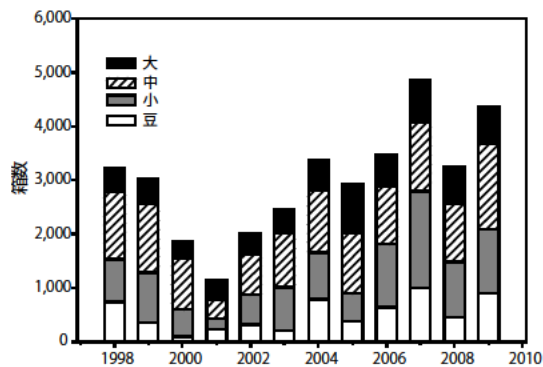


図 8. 小型底びき網漁業による銘柄別漁獲箱数 (山口県標本船)

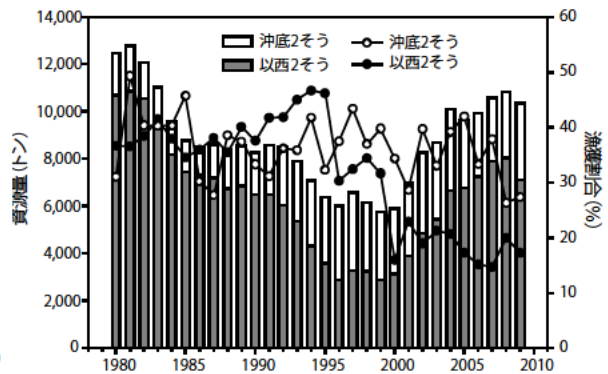


図 9. 資源量 (棒グラフ) と漁獲割合 (折れ線グラフ)

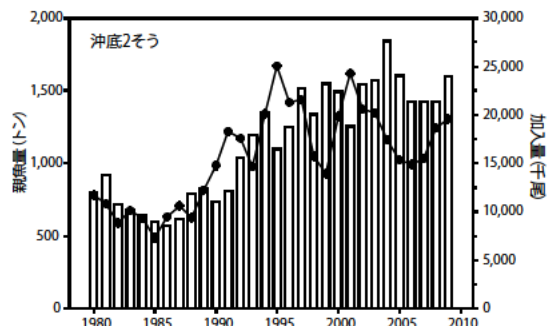
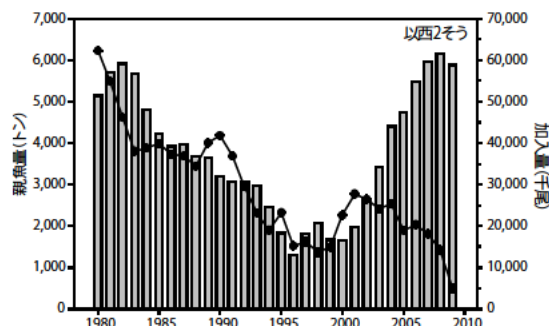


図 10. 加入量と親魚量 (棒グラフ：親魚量、折れ線グラフ：加入量；左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

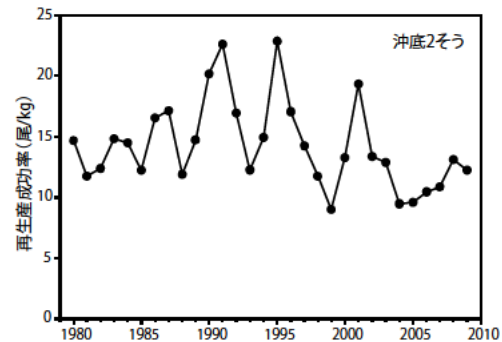
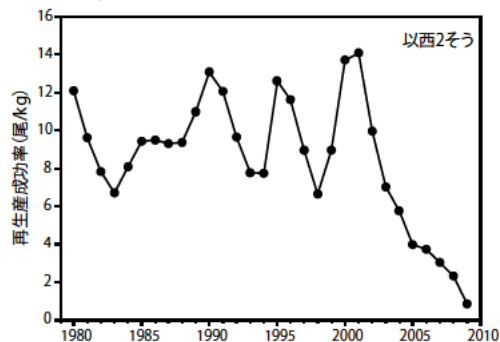
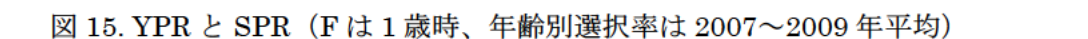
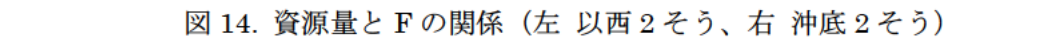
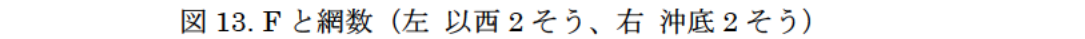
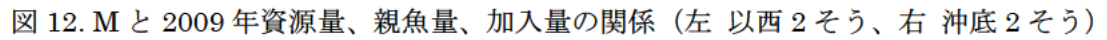


図 11. 再生産成功率 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)



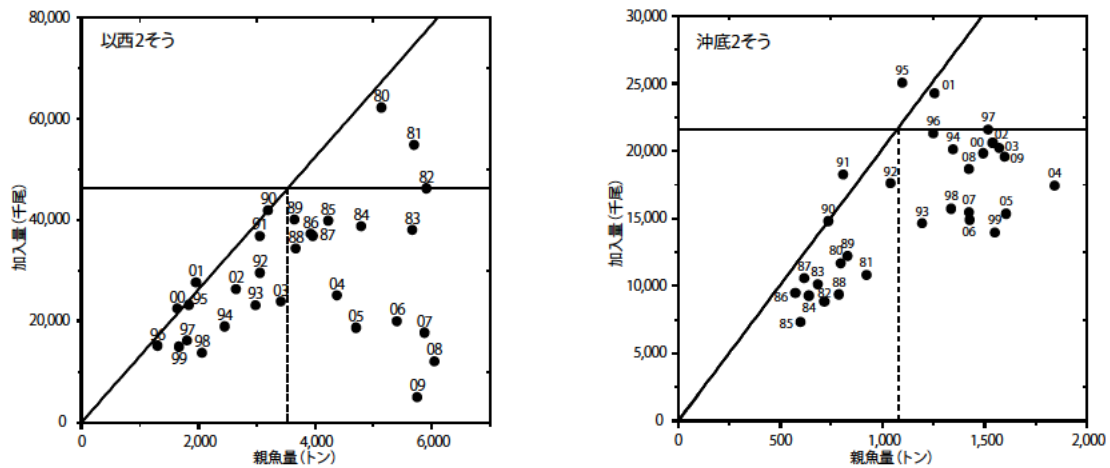


図 16. 親魚量と加入量の関係 (1980～2009 年) (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

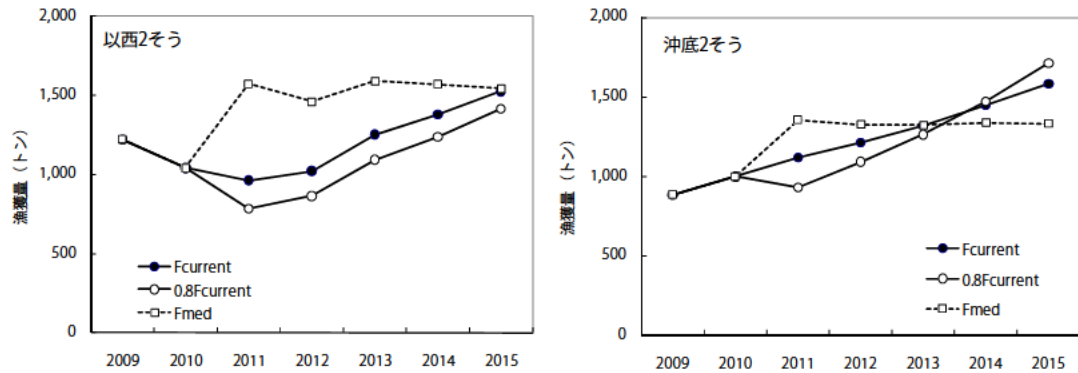


図 17. F による漁獲量の変化 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

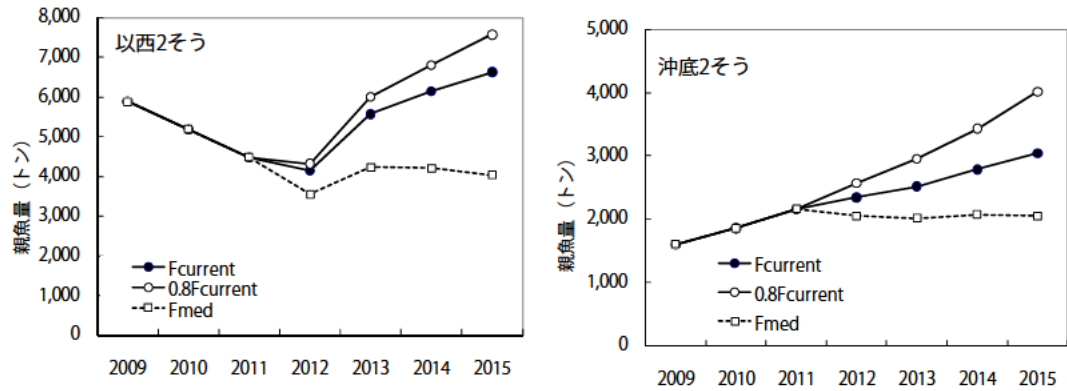
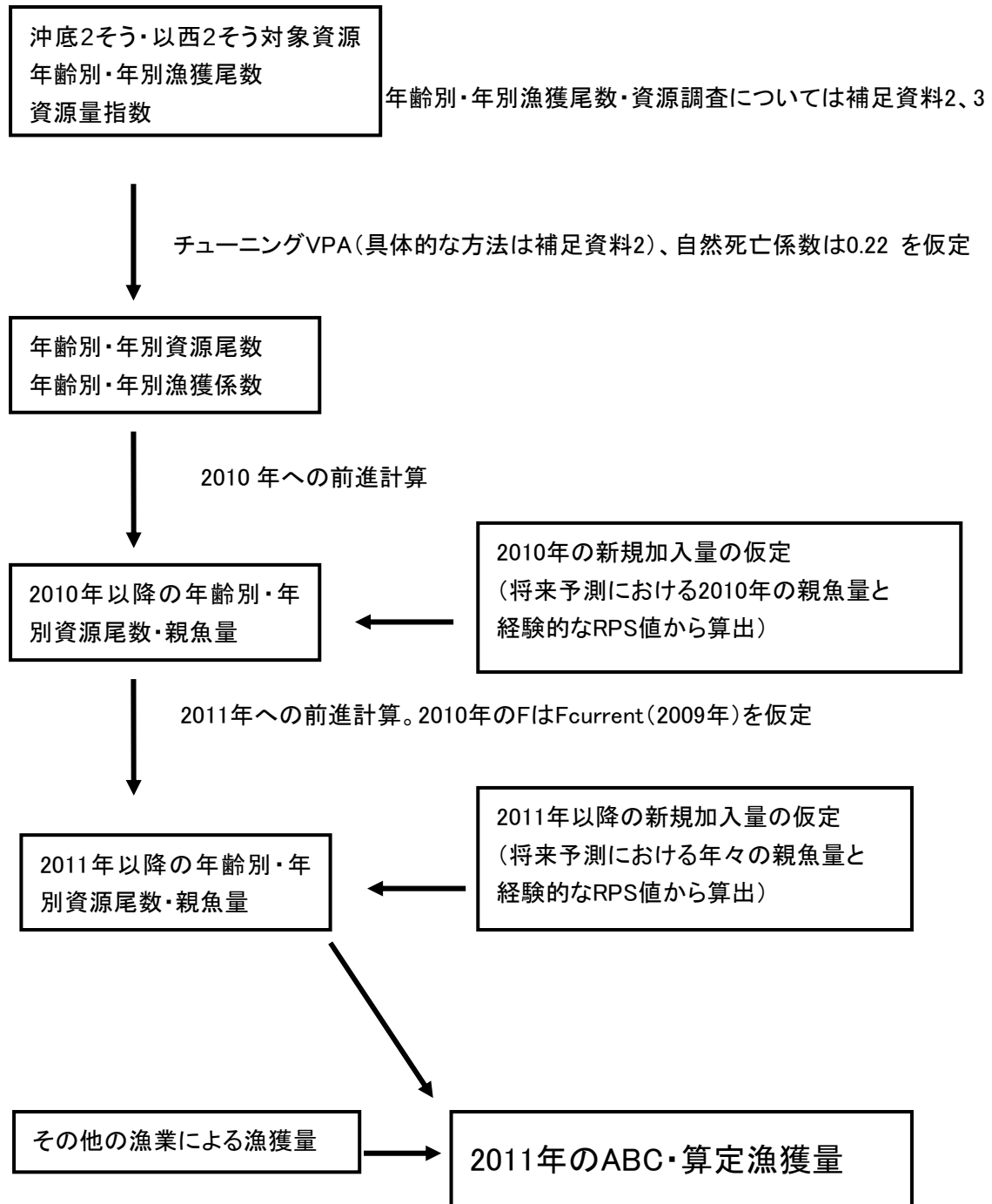


図 18. F による親魚量の変化 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

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

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 2001～2009 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。2009 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	11.7	16.2	22.0
体重 (g)	30	47	119	282
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。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M_{3+}) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M_2) \quad (2)$$

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

$$F_{3+,y} = F_{2,y} \quad (4)$$

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（2009 年）の F はまず、0、1 歳魚の F は過去 3 年（2006～2008 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（2007～2009 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、2009 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 2000～2009 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 2003～2009 年とした。

$$\text{最小} \sum_{y=2000}^{2009} \{ \ln(qB) - \ln(I) \}^2$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2000}^{2009} I_y}{\prod_{y=2000}^{2009} B_y} \right)^{\frac{1}{10}} \quad (\text{以西})$$

$$\text{最小} \sum_{y=2003}^{2009} \{ \ln(qB) - \ln(CPUE_y) \}^2$$

$$q = \left(\frac{\prod_{y=2003}^{2009} CPUE_y}{\prod_{y=2003}^{2009} B_y} \right)^{\frac{1}{7}} \quad (\text{沖底})$$

ここで、B は資源量、I は指標値（補注 3）。その結果、以西では $F_{0,2009}=0.03$ 、 $F_{1,2009}=0.14$ 、 $F_{2,2009}=0.22$ 、沖底では $F_{0,2009}=0.03$ 、 $F_{1,2009}=0.33$ 、 $F_{2,2009}=0.50$ 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、1996～2009 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のみが利用できた。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に対応するかを調べ、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
現存量推定値	3,103	4,332	2,156	2,953	3,609
資源密度指数	43.4	66.8	71.1	90.3	119.4
指標値	367	538	392	516	656
年	2005	2006	2007	2008	2009
現存量推定値	2762	3,496	4,515	4,552	4,612
資源密度指数	117.5	118.8	129.4	163.1	144.2
指標値	570	644	764	862	815

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	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
資源密度指数	51.0	49.0	52.9	41.7	49.2	41.7	53.1

補足資料 3

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	2005
現存量推定値（トン）	3,103	4,332	2,156	2,953	3,609	2,762
年	2006	2007	2008	2009	2010	
現存量推定値（トン）	3,496	4,515	4,552	4,612	5,302	

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.

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漁獲対象資源)

	漁獲尾数(百万尾)				漁獲量 (トン)				漁獲係数 F				資源尾数 (百万尾)			
年\年 齢	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	1.6	17.0	13.0	6.4	47	719	1,475	1,683	0.03	0.45	0.73	0.73	62	52	28	14
1981	0.8	14.7	12.3	7.3	22	623	1,398	1,921	0.02	0.41	0.70	0.70	55	48	27	16
1982	1.0	12.9	12.0	7.9	29	605	1,362	2,058	0.02	0.45	0.71	0.71	46	43	26	17
1983	0.8	10.8	10.8	8.2	22	549	1,230	2,159	0.02	0.50	0.77	0.77	38	36	22	17
1984	1.3	10.8	7.9	6.5	37	457	899	1,705	0.04	0.51	0.68	0.68	39	30	18	14
1985	0.5	8.1	6.3	5.7	14	343	720	1,502	0.01	0.36	0.66	0.66	40	30	14	13
1986	0.9	10.0	7.5	5.0	26	423	852	1,320	0.03	0.43	0.67	0.67	37	32	17	11
1987	0.5	9.6	7.8	5.5	15	406	886	1,432	0.02	0.45	0.73	0.73	37	29	16	12
1988	0.6	8.2	6.7	4.8	16	349	756	1,266	0.02	0.38	0.68	0.68	34	29	15	11
1989	0.4	9.8	8.2	5.3	12	414	930	1,395	0.01	0.51	0.82	0.82	40	27	16	10
1990	1.0	9.2	6.7	4.8	30	388	762	1,258	0.03	0.38	0.83	0.83	42	32	13	9
1991	0.7	12.1	9.4	4.2	19	511	1,063	1,112	0.02	0.52	0.89	0.89	37	33	17	8
1992	1.4	11.3	7.9	4.2	42	481	893	1,101	0.06	0.57	0.81	0.81	30	29	16	8
1993	0.7	9.2	7.1	4.5	22	391	802	1,191	0.04	0.60	0.88	0.88	23	22	13	9
1994	0.8	7.2	5.5	4.0	22	305	626	1,061	0.05	0.59	0.95	0.95	19	18	10	7
1995	0.2	6.4	4.8	3.2	6	271	544	830	0.01	0.66	1.06	1.06	23	15	8	5
1996	1.8	6.1	2.0	1.2	52	261	230	325	0.14	0.46	0.47	0.47	15	18	6	4
1997	0.8	4.8	3.3	1.7	24	204	375	452	0.06	0.70	0.49	0.49	16	11	9	5
1998	0.5	4.6	1.6	2.7	15	193	187	712	0.04	0.53	0.56	0.56	14	12	4	7
1999	0.2	3.3	2.2	2.0	7	141	252	511	0.02	0.43	0.55	0.55	15	11	6	5
2000	0.1	1.2	1.2	1.1	4	51	142	301	0.01	0.12	0.29	0.29	23	12	6	5
2001	0.6	4.3	2.5	1.9	17	181	232	461	0.03	0.31	0.39	0.39	28	18	8	6
2002	1.3	3.9	2.4	1.8	37	157	261	462	0.06	0.22	0.28	0.28	26	22	11	8
2003	0.5	5.0	3.3	2.7	14	166	329	647	0.02	0.32	0.30	0.30	24	20	14	11
2004	0.9	2.7	2.8	3.6	27	119	326	906	0.04	0.17	0.31	0.31	25	19	12	15
2005	0.7	4.5	2.3	2.8	21	179	245	725	0.04	0.29	0.22	0.22	19	20	13	16
2006	0.2	2.5	1.9	3.0	6	90	224	779	0.01	0.21	0.20	0.20	20	15	12	18
2007	0.2	1.4	1.6	3.2	6	70	202	882	0.01	0.10	0.20	0.20	18	16	9	20
2008	0.7	2.1	2.5	4.1	20	100	326	1,161	0.05	0.17	0.27	0.27	14	14	12	19
2009	0.1	1.2	1.7	3.4	4	58	206	955	0.03	0.14	0.22	0.22	5	11	10	19

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漁獲対象資源)

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入量 (百万尾)	漁獲 割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)
1980	3,924	10,707	5,138	62	37	12.1
1981	3,964	10,856	5,698	55	37	9.6
1982	4,054	10,550	5,910	46	38	7.8
1983	3,959	9,560	5,671	38	41	6.7
1984	3,098	8,175	4,792	39	38	8.1
1985	2,580	7,463	4,226	40	35	9.4
1986	2,620	7,294	3,925	37	36	9.5
1987	2,740	7,195	3,962	37	38	9.3
1988	2,388	6,742	3,672	34	35	9.4
1989	2,751	6,864	3,648	40	40	11.0
1990	2,438	6,496	3,198	42	38	13.1
1991	2,706	6,487	3,052	37	42	12.1
1992	2,517	6,021	3,059	30	42	9.7
1993	2,405	5,347	2,980	23	45	7.8
1994	2,014	4,315	2,451	19	47	7.7
1995	1,652	3,578	1,839	23	46	12.6
1996	867	2,864	1,305	15	30	11.6
1997	1,054	3,255	1,810	16	32	9.0
1998	1,108	3,221	2,065	14	34	6.7
1999	911	2,878	1,669	15	32	9.0
2000	497	3,108	1,643	23	16	13.7
2001	891	3,888	1,968	28	23	14.1
2002	917	4,841	2,658	26	19	10.0
2003	1,157	5,444	3,431	24	21	7.0
2004	1,378	6,672	4,404	25	21	5.7
2005	1,170	6,784	4,746	19	17	4.0
2006	1,099	7,251	5,470	20	15	3.7
2007	1,159	7,908	5,959	18	15	3.0
2008	1,606	8,034	6,154	14	20	2.3
2009	1,223	7,112	5,882	5	17	0.8

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 (百万 尾)				漁獲量 (トン)				漁獲係数 F				資源尾数 (百万尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1980	0.5	2.4	1.6	1.1	13	108	157	264	0.05	0.32	0.64	0.64	12	10	4	2
1981	0.5	4.2	3.5	1.6	15	189	352	388	0.06	0.73	1.11	1.11	11	9	6	3
1982	0.6	3.0	1.8	1.1	17	133	179	280	0.08	0.51	0.83	0.83	9	8	3	2
1983	0.2	2.6	2.1	1.0	7	115	210	257	0.03	0.57	0.87	0.87	10	7	4	2
1984	0.7	2.7	1.6	1.1	19	120	163	266	0.08	0.47	0.90	0.90	9	8	3	2
1985	0.6	3.2	2.2	0.9	17	146	219	218	0.09	0.74	0.92	0.92	7	7	4	2
1986	0.2	1.3	1.1	0.8	4	58	114	190	0.02	0.31	0.64	0.64	9	5	3	2
1987	0.4	1.8	1.2	0.7	10	79	122	178	0.04	0.30	0.56	0.56	11	7	3	2
1988	0.6	3.1	2.1	1.1	18	140	209	266	0.08	0.55	0.73	0.73	9	8	4	2
1989	0.2	2.2	1.9	1.3	7	98	195	328	0.02	0.42	0.83	0.83	12	7	4	3
1990	0.7	2.8	1.8	1.1	20	127	176	265	0.05	0.40	0.75	0.75	15	10	4	2
1991	0.6	3.4	2.3	1.0	17	153	234	247	0.04	0.41	0.68	0.68	18	11	5	2
1992	1.2	5.0	2.8	1.4	34	224	286	351	0.08	0.49	0.74	0.74	18	14	6	3
1993	0.5	4.1	3.2	1.6	15	182	321	393	0.04	0.42	0.71	0.71	15	13	7	3
1994	0.6	4.0	3.9	2.3	18	179	391	567	0.04	0.49	0.97	0.97	20	11	7	4
1995	1.2	4.6	2.6	1.6	33	205	266	393	0.05	0.39	0.75	0.75	25	16	6	3
1996	1.1	7.0	4.2	1.7	30	314	419	408	0.06	0.52	0.78	0.78	21	19	8	3
1997	0.4	6.2	5.3	2.5	10	279	530	617	0.02	0.55	1.01	1.01	22	16	9	4
1998	1.3	6.2	3.3	1.8	37	276	334	431	0.10	0.51	0.68	0.68	16	17	7	4
1999	0.7	4.8	3.8	2.1	19	217	379	525	0.06	0.63	0.71	0.71	14	11	8	5
2000	0.5	2.2	2.4	2.4	14	100	237	600	0.03	0.27	0.75	0.75	20	11	5	5
2001	0.9	4.1	2.6	1.5	26	206	284	361	0.04	0.35	0.58	0.58	24	15	7	4
2002	1.4	6.9	4.4	2.3	38	319	446	552	0.08	0.53	0.80	0.80	21	19	9	5
2003	0.9	5.3	3.6	1.9	24	234	348	464	0.05	0.48	0.59	0.59	20	15	9	5
2004	1.1	5.4	3.6	2.9	30	249	370	692	0.07	0.49	0.74	0.74	17	15	8	6
2005	0.3	5.1	3.9	2.7	9	193	350	652	0.02	0.56	0.83	0.83	15	13	8	5
2006	0.5	3.3	2.5	1.9	14	141	258	476	0.04	0.36	0.63	0.63	15	12	6	4
2007	0.6	4.4	3.1	2.1	18	189	302	506	0.05	0.54	0.71	0.71	15	11	7	4
2008	0.3	2.6	1.9	1.6	10	119	200	408	0.02	0.28	0.50	0.50	19	12	5	4
2009	0.5	3.7	2.5	1.7	15	172	258	439	0.03	0.33	0.50	0.50	20	15	7	5

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 (百万尾)	漁獲 割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)
1980	542	1,748	796	12	31	14.7
1981	945	1,917	921	11	49	11.7
1982	608	1,507	716	9	40	12.4
1983	589	1,463	683	10	40	14.8
1984	567	1,408	640	9	40	14.5
1985	600	1,313	598	7	46	12.2
1986	366	1,215	574	9	30	16.5
1987	390	1,409	617	11	28	17.1
1988	633	1,641	787	9	39	11.9
1989	627	1,678	830	12	37	14.7
1990	588	1,767	734	15	33	20.2
1991	651	2,090	808	18	31	22.6
1992	894	2,471	1,039	18	36	16.9
1993	911	2,541	1,194	15	36	12.3
1994	1,155	2,767	1,346	20	42	14.9
1995	897	2,782	1,096	25	32	22.8
1996	1,172	3,131	1,249	21	37	17.1
1997	1,436	3,310	1,518	22	43	14.2
1998	1,078	2,919	1,337	16	37	11.8
1999	1,141	2,869	1,550	14	40	9.0
2000	953	2,775	1,493	20	34	13.3
2001	877	3,061	1,256	24	29	19.3
2002	1,355	3,416	1,540	21	40	13.4
2003	1,070	3,241	1,571	20	33	12.9
2004	1,341	3,425	1,843	17	39	9.5
2005	1,204	2,868	1,606	15	42	9.6
2006	890	2,670	1,427	15	33	10.4
2007	1,014	2,680	1,425	15	38	10.8
2008	736	2,804	1,422	19	26	13.1
2009	884	3,236	1,599	20	27	12.2