

# 平成 18 年キダイ日本海・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、水産総合研究センター開発調査センター、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増加傾向にあり、現状の漁獲圧は妥当であると判断した。再生産成功率(加入量÷親魚量)が最近 10 年(1995~2004 年)の中央値で継続し、以西底びき網漁業と沖合底びき網漁業では現在の漁獲係数で漁獲した場合の 2007 年の漁獲量を求めた。これにその他の漁業種類では 2003~2005 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<sub>limit</sub>、それよりやや少なく不確実性を見込んだ漁獲量を ABC<sub>target</sub> とした。

	2007 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC <sub>limit</sub>	57 百トン	F <sub>current</sub>	-	-
ABC <sub>target</sub>	47 百トン	0.8 F <sub>current</sub>	-	-

\*F<sub>current</sub> は 2005 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(トン)	漁獲量(百トン)	F 値	漁獲割合
2004	—	55	—	—
2005	—	56	—	—
2006	—	—	—	—

\*2005 年については概数値。

水準: 中位 動向: 増加

## 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

ふ化後 1 年で尾叉長 90~110mm、2 年で 150~160mm、3 年で 190~220mm、4 年で 220mm、5 年で 270~300mm 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 4 割を占める(2005 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 千トン前後であったが、2002 年以降増加傾向にあり、全体を合わせた漁獲量は 2004、2005 年には 5 千トンを超えた(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、2004 年のタイ類の漁獲が約 15 万トン(FAO 統計)、韓国では 2005 年にマダイ・クロダイ以外のタイの漁獲量は 1,404 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)。2005 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 1, 2-2)。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、2005 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 1, 2-2)。以西 2 そう、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。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。2005 年は山口小底では大銘柄の漁獲量が高かった。

### (4) 資源量の推移

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 1 表 4)、2005 年は約 4 千トンと計算された。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 1 表 6)。

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 年以降増加している(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 1980~1996 年まで減少傾向にあったが、その後、やや増加している(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 年級群は少なかつたものとみられる(図 10b)。親魚量は以西 2 そうでは加入量の動向と同じ傾向を示し、沖底 2 そうでは 1980~1987 年まではやや減少傾向にあったが、その後増加し、1997~2001 年には横ばいだったが、2002 年以降は増加し、2005 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 2001 年以降、沖底 2 そうでは 2002 年以降減少傾向にある(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 2005 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) 漁獲係数

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(2003~2005 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 2003~2005 年平均(以西 2 そう:0 歳=0.1、1 歳=1、2、3 歳以上=1.64; 沖底 2 そう:0 歳=0.12、1 歳=1、2、3 歳以上=1.36)で、各年齢の F の単純平均値が 2005 年と同じ F(以西 2 そう:0.33、沖底 2 そう:0.35)である F とする。以西 2 そう、沖底 2 そうともに  $F_{current}$  は  $F_{30\%SPR}$  もしくは  $F_{max}$  と同程度である。

#### (6) 資源の水準・動向の判断

以西 2 そうでは資源量水準は最近 20 年間では低い水準にあり、最近 5 年間で見ると漸増傾向にある。沖底 2 そうでは資源量水準は、最近 20 年間では高い水準にあり、最近 5 年間で見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 2005 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 年間では高い水準にあり、増加傾向にある。これらを総合的に判断して、資源水準は中位、動向は増加とした。

### 5. 資源管理の方策

#### (1) 再生産関係

再生産関係を図 16 に示した。1980~2005 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、親魚量が低い水準にあり、加入量の大幅な増加はあまり期待できない。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。以西 2 そうでは親魚量を現在の水準以上に増やすことが望ましい。

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 26 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 4 千トン、沖底 2 そうでは約 1 千 3 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。

## (2) 今後の加入量の見積もり

2006年以降の加入量については再生産成功率が最近10年間(1995～2004年)の中央値(以西2そう: 0.0067尾/g、沖底2そう: 0.0084尾/g)と設定する。

## (3) 加入当り漁獲量

現状では0歳魚には高い漁獲圧がかかっていないものの、1歳からは高い漁獲圧がかかっている。漁獲開始年齢を引き上げれば、より大きな加入当り漁獲量が得られると考えられる。

## (4) 漁獲圧と資源動向

設定した加入量の条件(再生産成功率:以西2そう: 0.0067尾/g、沖底2そう: 0.0084尾/g)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。以西2そうで設定したF<sub>sus</sub>は、SPRが、149.6g(1÷0.0066)、沖底2そうで設定したF<sub>sus</sub>はSPRが119.3g(1÷0.0084)となるF。いずれも年齢別選択率は2003～2005年と同じとした。

コホート計算結果、加入量の条件及びF<sub>current</sub>から、2006年の漁獲量は以西2そうでは1,429トン、沖底2そうでは1,223トンと見積もられる。

## 6. 2007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い水準にあるが、沖底2そうでは最近25年間でみると高い水準にあった。この他の漁業種類による漁獲量も増加傾向を示している。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(2005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、現在までの情報から、2005年の加入量が高い水準ではない可能性があるため、現在の漁獲圧(2005年のF)で漁獲し、経過をみるのが妥当であると考えられる。現状の漁獲を続けるのが妥当である。

### (2) ABCの算定

ABC算定規則では、以西2そう対象資源は1-1)-(2)にあたり、沖底2そう対象資源は1-1)-(1)にあたると思われるが、上記の検討より以西2そう対象資源についても現在のF(F<sub>current</sub>)で資源量のゆるやかな増加が期待できることから、ここでは以西2そう、沖底2そうともに同じ基準値を適用する。基準値としてF<sub>current</sub>(2005年)を採用する。不確実性を見込んだ $\alpha$ は標準値の0.8とする。

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値}$$

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

その他の漁業種類については漁獲量が増加しており、高水準とみられるので、最近3年間(2003～2005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。

### 2007 年 ABC<sub>limit</sub>

漁業種類		資源管理基準	F 値	漁獲割合
以西 2 そう	17 百トン	F <sub>current</sub>	0.33	29%
沖底 2 そう	12 百トン	F <sub>current</sub>	0.35	28%
その他の漁業	28 百トン	Cave3-yr	-	-

### 2007 年 ABC<sub>target</sub>

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	0.8 F <sub>current</sub>	0.26	24%
沖底 2 そう	10 百トン	0.8 F <sub>current</sub>	0.28	23%
その他の漁業	22 百トン	0.8 Cave3-yr	-	-

	2007 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC <sub>limit</sub>	57 百トン	F <sub>current</sub>	—	—
ABC <sub>target</sub>	47 百トン	0.8F <sub>current</sub>	—	—

### (3) ABC の再評価

評価対象年(当初・再評価)	管理基準	ABC <sub>limit</sub>	ABC <sub>target</sub>	漁獲量
2005 年当初	1.3 Cave3-yr(日本海) 0.5 Cave3-yr(東シナ海)	41	33	-
2005 年(2005 年再評価)	F <sub>current</sub>	51	43	-
2005 年(2006 年再評価)	F <sub>current</sub>	50	43	56
2006 年当初	F <sub>current</sub>	56	46	-
2006 年再評価	F <sub>current</sub>	52	43	-

単位:百トン

## 7. 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。

## 8. 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.
- 木下貴裕(1991) 山陰沖における底魚類の分布について. 西海ブロック底魚調査研究会報, 1・2, 59-68.
- 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
1979	483	8	4,040	0	2,029	6,559
1980	578	7	3,924	0	1,893	6,401
1981	1,053	4	3,964	0	2,164	7,185
1982	716	1	4,054	0	2,028	6,799
1983	636	2	3,959	12	2,714	7,323
1984	620	2	3,098	25	1,957	5,702
1985	653	1	2,580	6	2,386	5,626
1986	444	1	2,620	71	1,755	4,890
1987	404	1	2,740	55	1,793	4,993
1988	672	2	2,388	119	1,941	5,122
1989	658	2	2,751	159	2,395	5,965
1990	622	1	2,438	236	1,851	5,148
1991	688	1	2,706	98	1,382	4,875
1992	941	1	2,517	248	1,501	5,207
1993	986	3	2,405	110	1,564	5,068
1994	1,441	3	2,014	125	1,726	5,310
1995	1,118	3	1,652	106	1,869	4,747
1996	1,407	2	867	106	1,964	4,346
1997	1,597	5	1,054	116	2,047	4,820
1998	1,263	5	1,108	171	2,244	4,792
1999	1,289	8	911	187	1,979	4,373
2000	1,049	3	427	33	1,937	3,449
2001	971	3	891	-	1,894	3,760
2002	1,453	3	917	12	2,470	4,855
2003	1,181	14	1,157	-	2,539	4,890
2004	1,491	21	1,378	-	2,639	5,529
2005	1,259	7	1,170	-	3,181	5,610

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	11,246	9,783	2,267	224,745	68,180
2 月	3,447	5,271	2,807	168,325	115,318
3 月	5,294	5,317	4,904	162,966	177,539
4 月	6,987	8,062	3,963	142,593	114,722
5 月	21,976	17,156	5,755	95,208	149,333
6 月	3,464	5,523	1,739	-	-
7 月	5,469	2,178	140	-	5,364
8 月	7,552	35,316	352	45,984	122,086
9 月	37,404	19,994	168	79,575	133,928
10 月	46,070	25,135	4,545	96,889	147,173
11 月	86,370	29,442	7,316	72,551	96,413
12 月	12,689	25,770	3,984	170,432	39,975

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

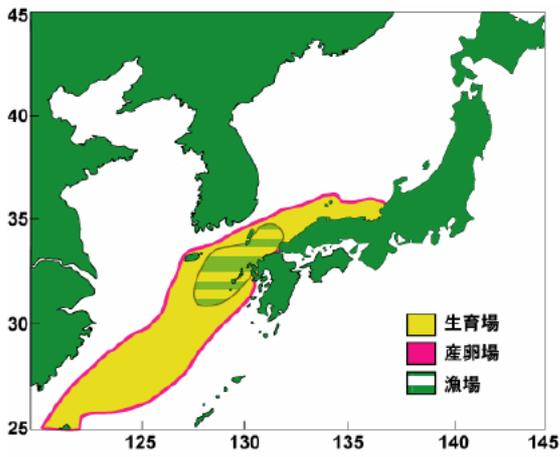


図1 キダイ分布・回遊図

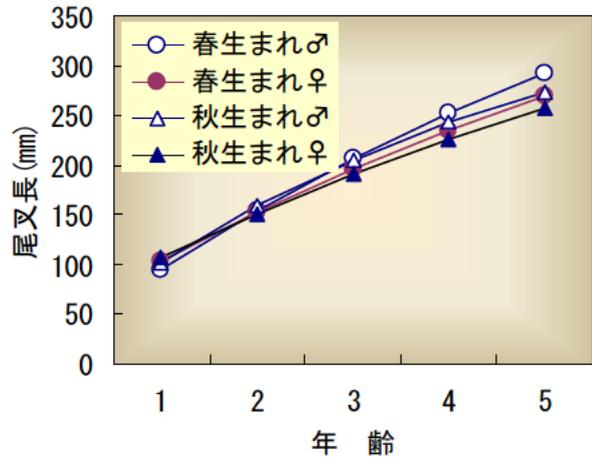


図2 キダイ年齢と成長

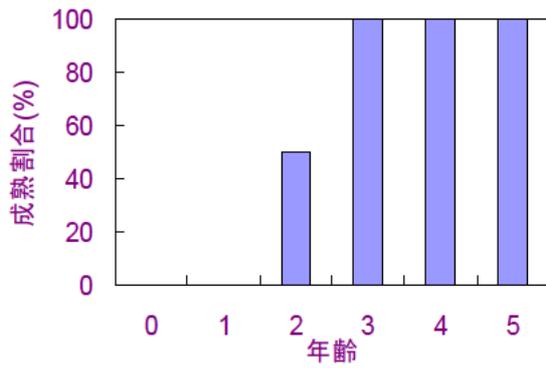


図3 キダイ年齢と成熟率

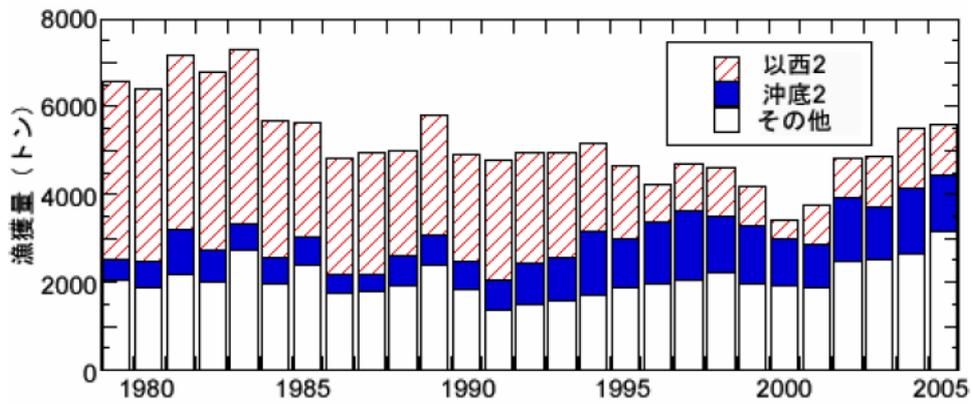


図4 キダイ漁獲量 (以西2:2 そうびき以西底びき網漁業  
沖底2:2 そうびき沖合底びき網漁業)

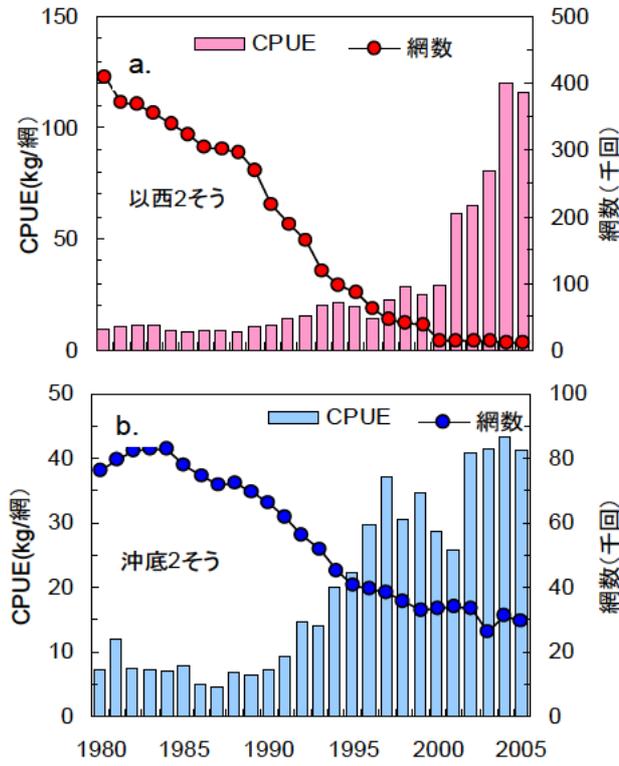


図 5. CPUE と漁獲努力量の推移 (a. 以西 2 そう、 b. 沖底 2 そう)

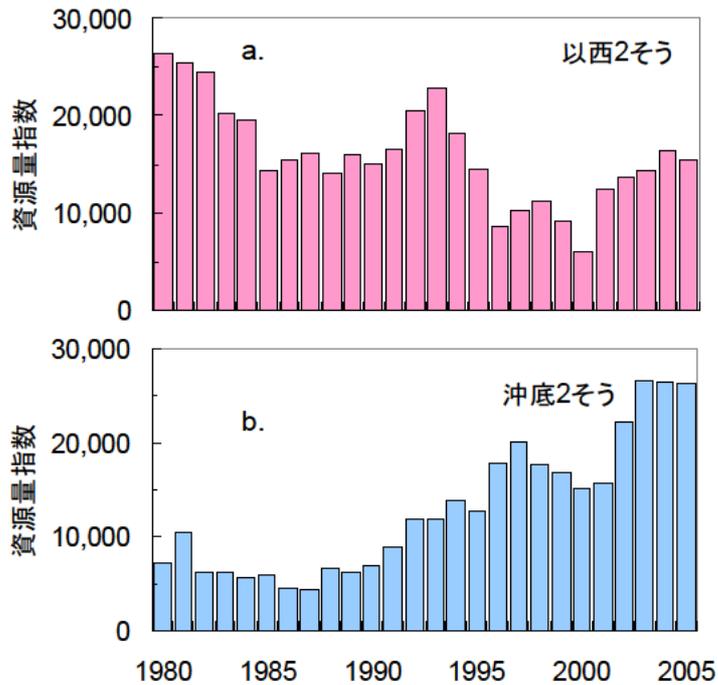


図 6. キダイ資源量指数の推移 (a. 以西 2 そう、 b. 沖底 2 そう)

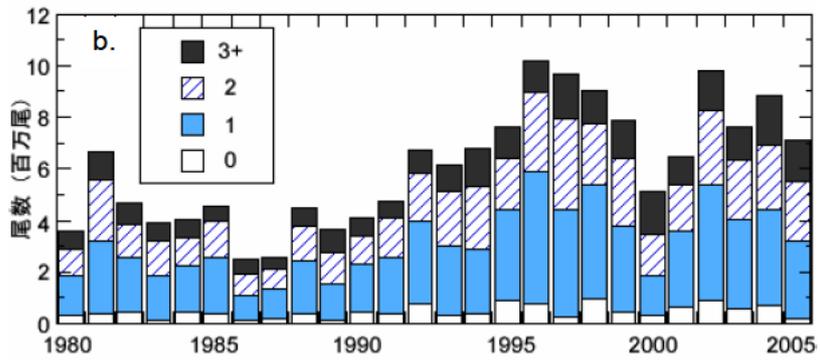
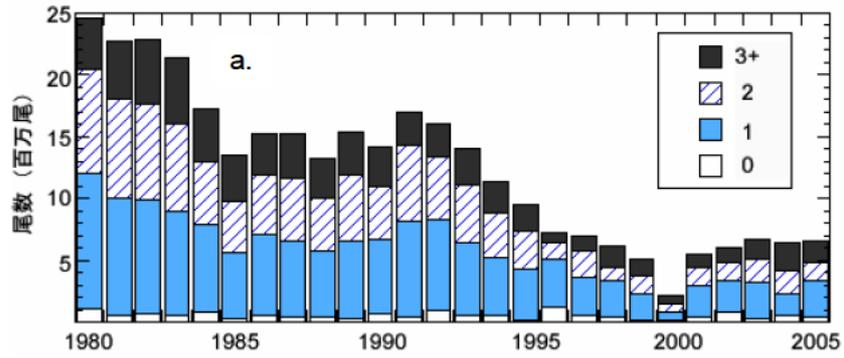


図7. 年齢別漁獲尾数 (a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

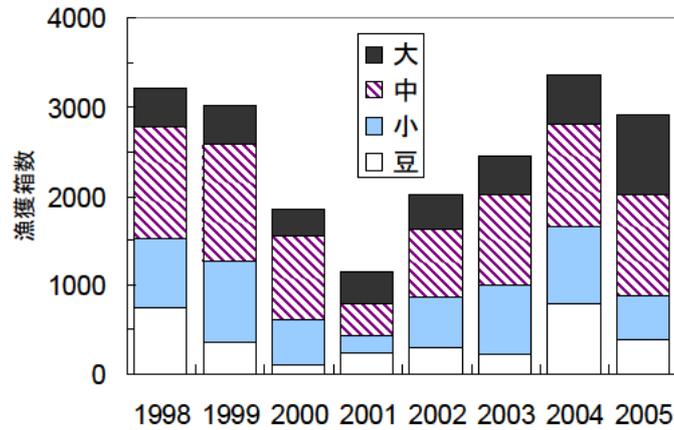


図8. 小型底びき網漁業による銘柄別漁獲箱数 (山口県標本船)

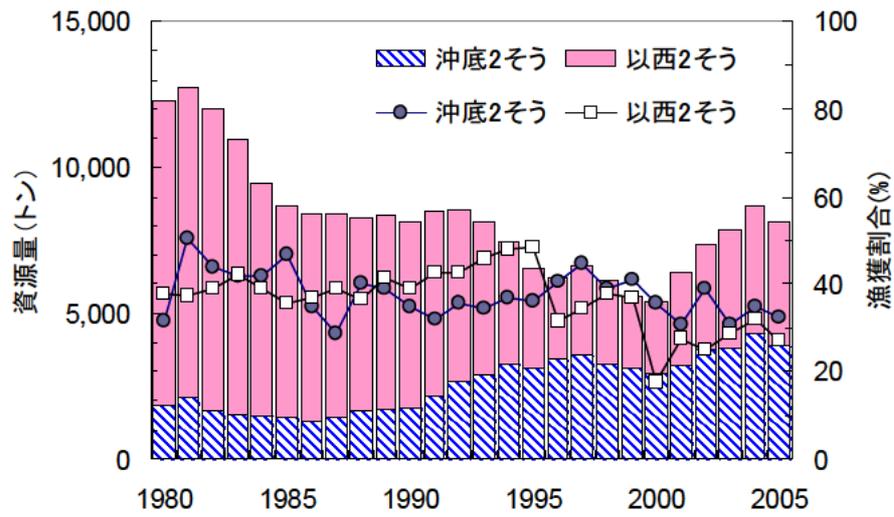


図9. 資源量（棒グラフ）と漁獲割合（折れ線グラフ）

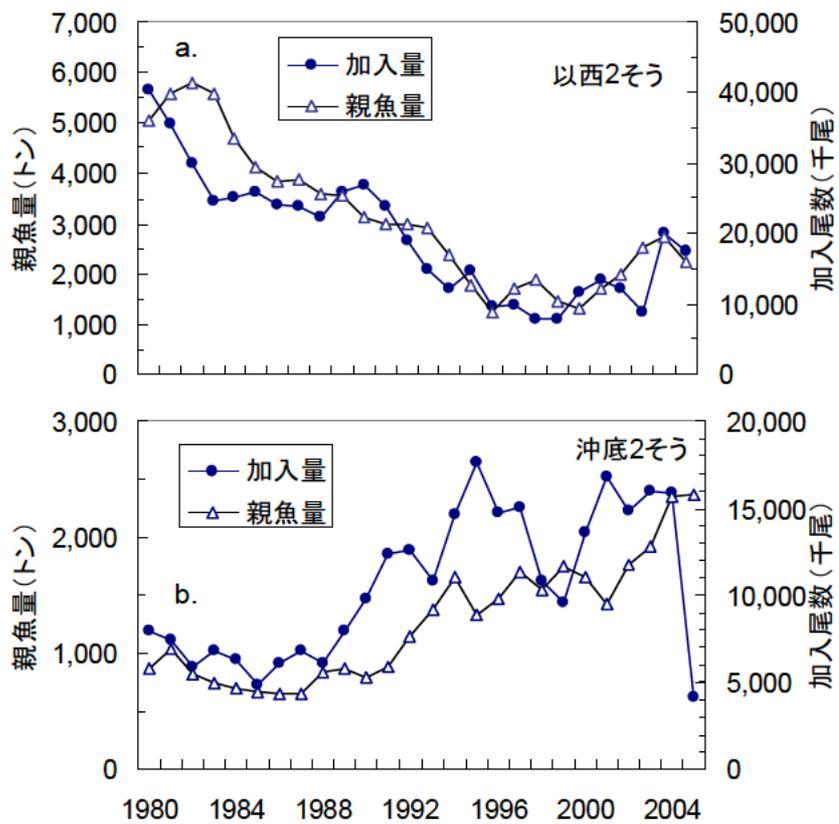


図10. 加入量と親魚量 (a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

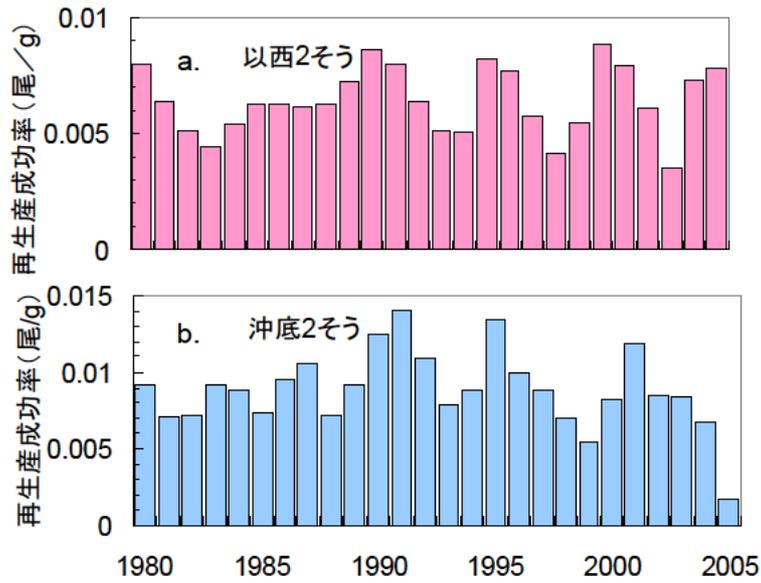


図 11. 再生産成功率 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

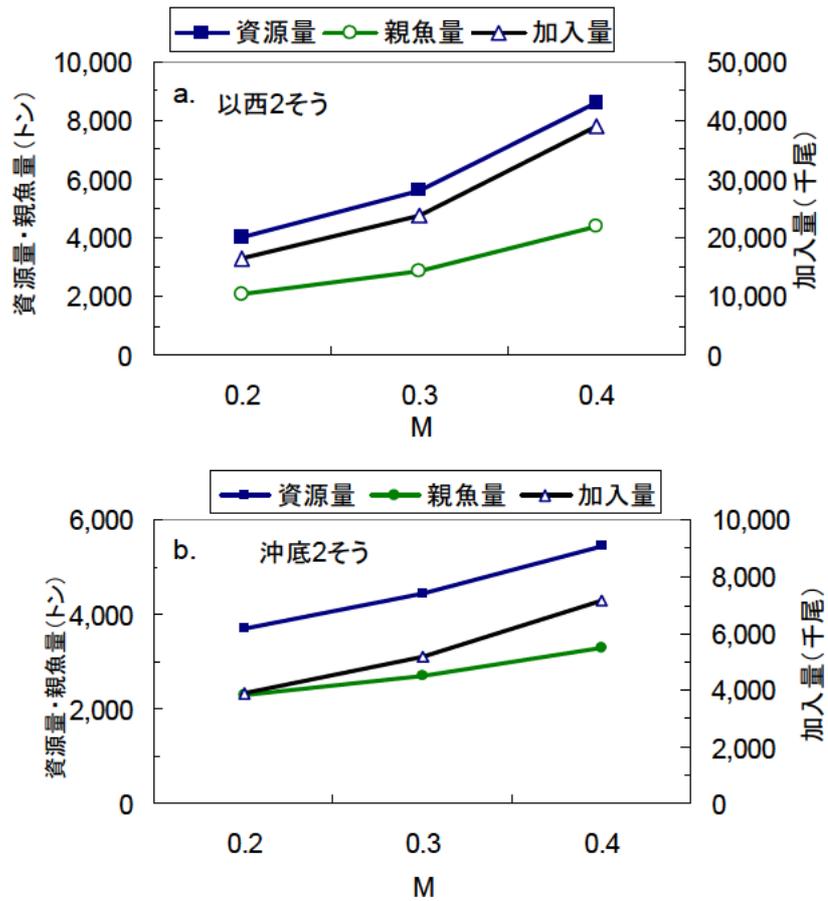


図 12. M と 2005 年資源量、親魚量、加入量の関係 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

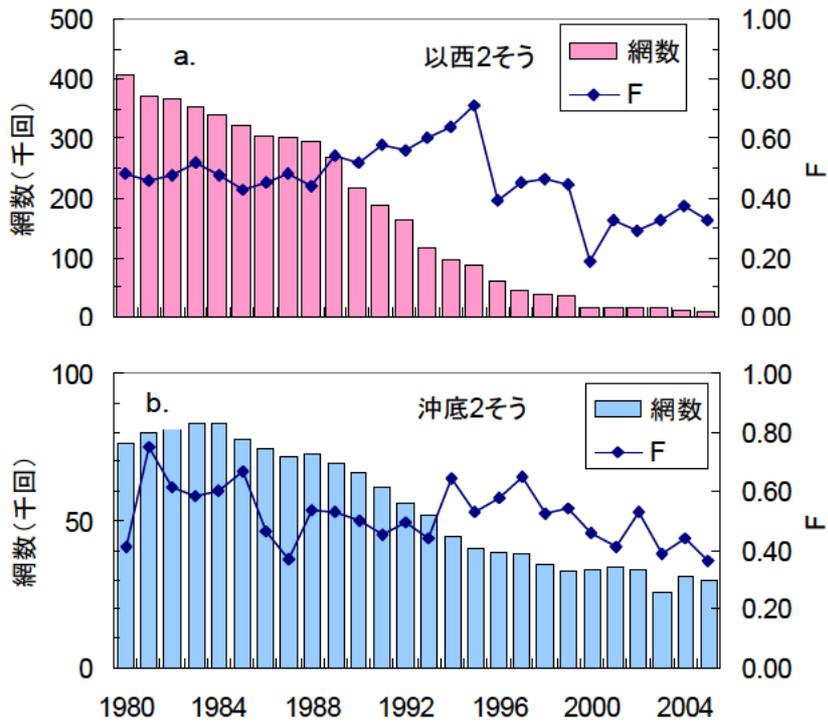


図 13. Fと網数(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

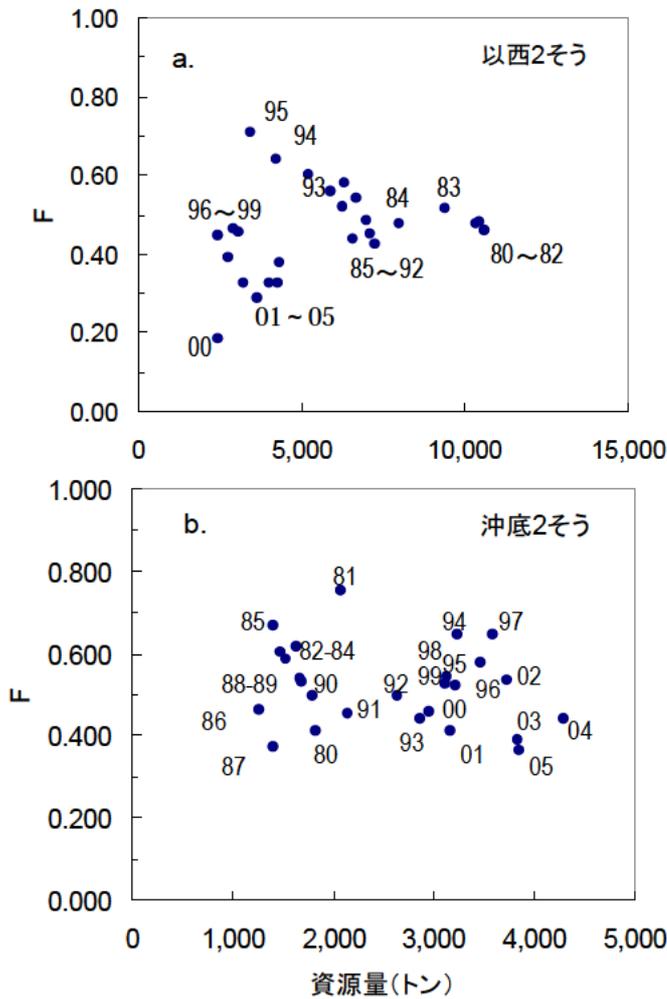


図 14. 資源量とFの関係  
(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

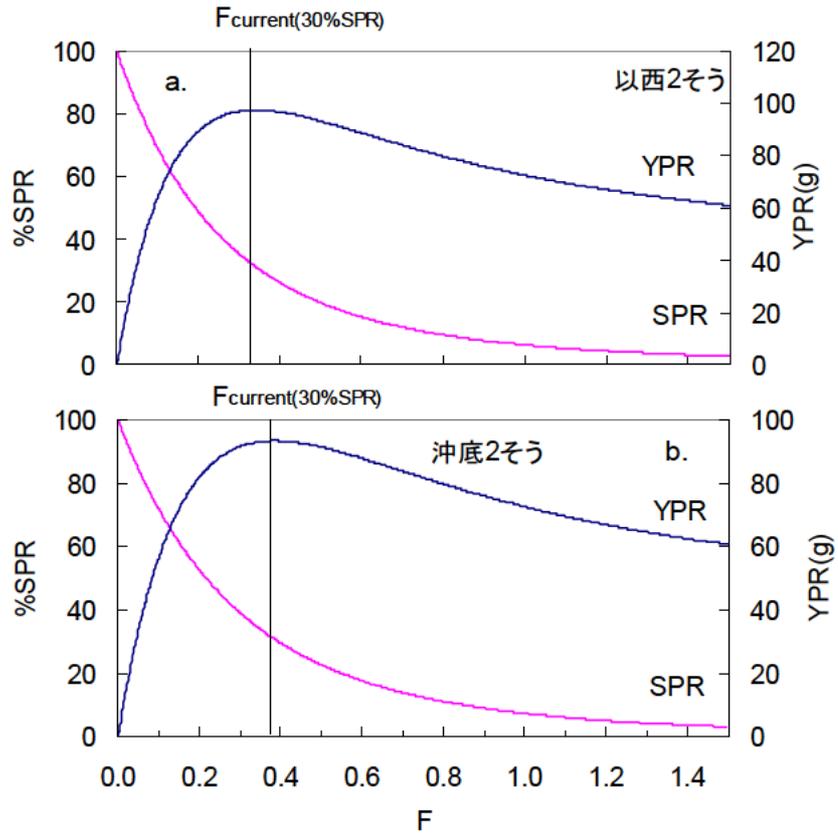


図 15. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 2003～2005 年平均)  
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

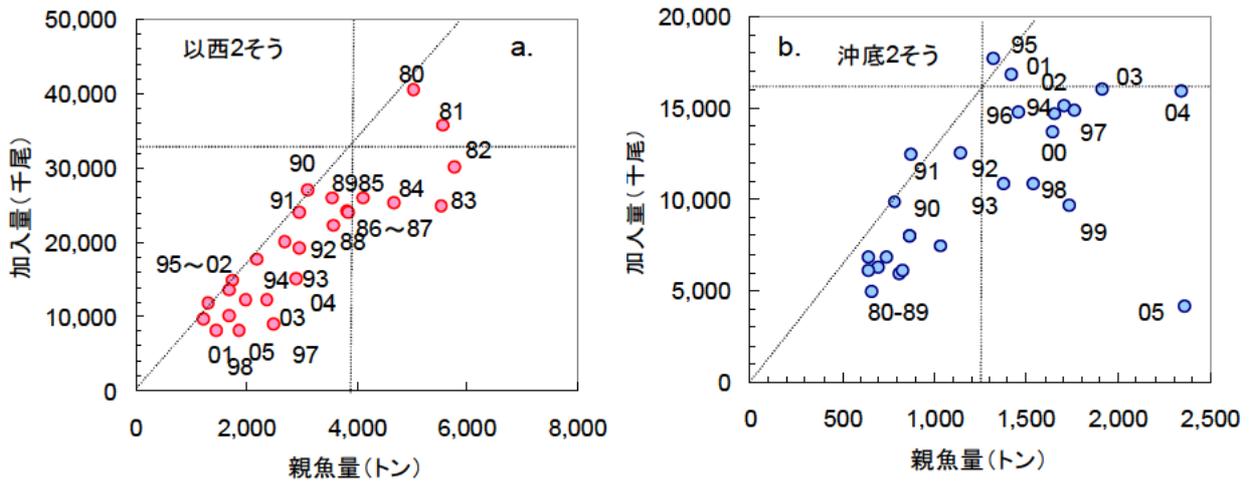


図 16. 親魚量と加入量の関係(1980～2005 年)  
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

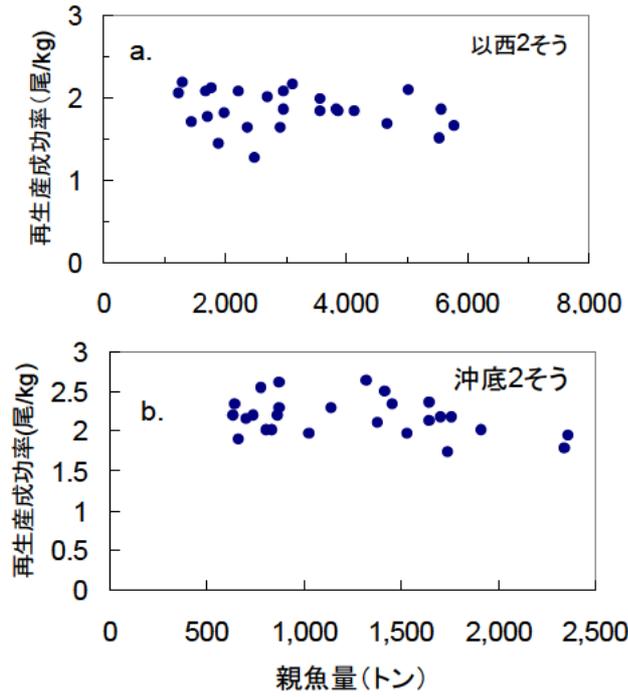


図 17. 親魚量と再生産成功率の関係  
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

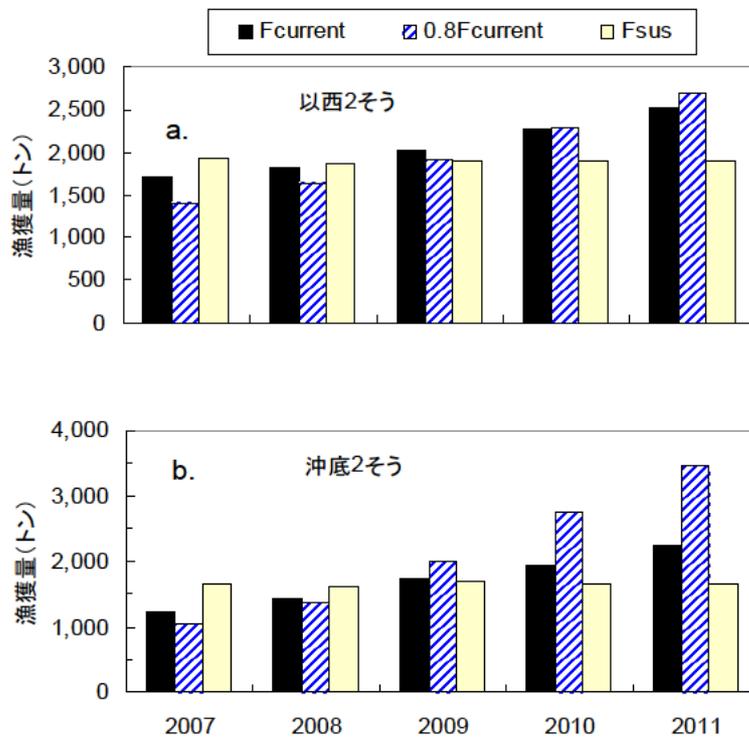


図 18. F による漁獲量の変化(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

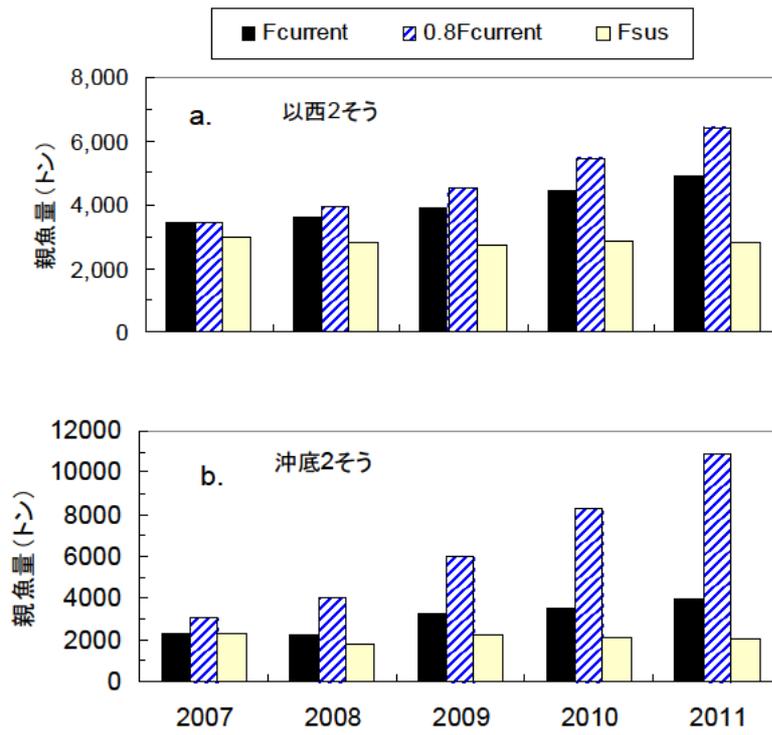


図 19. F による親魚量の変化(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

補足資料 1

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	1,050	10,945	8,370	4,139	38	766	1,507	1,613	0.03	0.44	0.73	0.73	40,339	33,715	17,814	8,810
1981	498	9,508	7,964	4,741	18	666	1,433	1,847	0.02	0.41	0.70	0.70	35,634	31,434	17,351	10,328
1982	648	9,253	7,772	5,091	23	648	1,399	1,984	0.02	0.45	0.71	0.71	30,071	28,152	16,789	10,999
1983	503	8,416	7,035	5,353	18	589	1,266	2,086	0.02	0.50	0.77	0.77	24,728	23,554	14,388	10,948
1984	843	7,014	5,149	4,233	30	491	927	1,650	0.04	0.51	0.68	0.68	25,190	19,395	11,446	9,410
1985	321	5,277	4,132	3,735	12	369	744	1,455	0.01	0.36	0.67	0.67	25,850	19,462	9,352	8,453
1986	577	6,464	4,861	3,263	21	452	875	1,272	0.03	0.43	0.67	0.67	24,168	20,459	10,932	7,339
1987	348	6,222	5,058	3,545	13	436	910	1,381	0.02	0.45	0.73	0.73	23,900	18,879	10,684	7,488
1988	369	5,345	4,321	3,137	13	374	778	1,222	0.02	0.38	0.68	0.68	22,271	18,869	9,634	6,994
1989	270	6,335	5,302	3,447	10	443	954	1,343	0.01	0.51	0.82	0.82	25,881	17,543	10,397	6,759
1990	666	5,945	4,354	3,116	24	416	784	1,214	0.03	0.39	0.83	0.83	27,014	20,528	8,467	6,061
1991	430	7,762	6,018	2,730	15	543	1,083	1,064	0.02	0.52	0.89	0.89	23,816	21,084	11,197	5,080
1992	931	7,321	5,077	2,712	34	512	914	1,057	0.06	0.56	0.81	0.81	19,109	18,728	10,046	5,366
1993	484	5,971	4,571	2,943	17	418	823	1,147	0.04	0.60	0.88	0.88	14,930	14,504	8,551	5,506
1994	496	4,675	3,581	2,629	18	327	645	1,024	0.05	0.59	0.96	0.96	12,140	11,550	6,360	4,669
1995	138	4,137	3,100	2,050	5	290	558	799	0.01	0.67	1.08	1.08	14,697	9,299	5,133	3,394
1996	1,158	3,973	1,309	800	42	278	236	312	0.14	0.47	0.48	0.48	9,572	11,671	3,809	2,327
1997	528	3,115	2,130	1,113	19	218	383	434	0.06	0.72	0.51	0.51	9,946	6,649	5,845	3,055
1998	346	2,987	1,077	1,778	12	209	194	693	0.05	0.58	0.61	0.61	7,937	7,510	2,587	4,269
1999	152	2,160	1,442	1,269	5	151	260	494	0.02	0.50	0.63	0.63	7,949	6,060	3,385	2,978
2000	80	673	701	644	3	47	126	251	0.01	0.13	0.31	0.31	11,723	6,243	2,950	2,710
2001	370	2,572	1,466	1,113	13	180	264	434	0.03	0.36	0.46	0.46	13,478	9,336	4,410	3,347
2002	856	2,499	1,499	1,133	31	175	270	442	0.08	0.31	0.38	0.38	12,116	10,485	5,209	3,939
2003	302	2,872	1,909	1,543	11	201	344	601	0.04	0.44	0.42	0.42	8,825	8,959	6,193	5,004
2004	563	1,748	1,825	2,328	20	122	328	907	0.03	0.33	0.57	0.57	19,971	6,812	4,643	5,923
2005	436	2,873	1,447	1,776	16	201	260	692	0.03	0.23	0.52	0.52	17,528	15,524	3,914	4,804

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/g)
1980	10,452	3,924	5,036	40,339	38	0.0080
1981	10,631	3,964	5,586	35,634	37	0.0064
1982	10,361	4,054	5,797	30,071	39	0.0052
1983	9,395	3,959	5,561	24,728	42	0.0044
1984	7,992	3,098	4,697	25,190	39	0.0054
1985	7,270	2,580	4,135	25,850	35	0.0063
1986	7,130	2,620	3,844	24,168	37	0.0063
1987	7,023	2,740	3,879	23,900	39	0.0062
1988	6,582	2,388	3,593	22,271	36	0.0062
1989	6,665	2,751	3,570	25,881	41	0.0073
1990	6,295	2,438	3,124	27,014	39	0.0086
1991	6,328	2,706	2,987	23,816	43	0.0080
1992	5,898	2,517	2,995	19,109	43	0.0064
1993	5,238	2,405	2,915	14,930	46	0.0051
1994	4,210	2,014	2,392	12,140	48	0.0051
1995	3,427	1,652	1,785	14,697	48	0.0082
1996	2,754	867	1,250	9,572	31	0.0077
1997	3,066	1,054	1,716	9,946	34	0.0058
1998	2,941	1,108	1,897	7,937	38	0.0042
1999	2,480	911	1,465	7,949	37	0.0054
2000	2,446	427	1,322	11,723	17	0.0089
2001	3,237	891	1,701	13,478	28	0.0079
2002	3,643	917	2,004	12,116	25	0.0060
2003	4,010	1,157	2,508	8,825	29	0.0035
2004	4,340	1,378	2,726	19,971	32	0.0073
2005	4,294	1,170	2,224	17,528	27	0.0079

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	307	1,568	1,018	702	11	110	183	273	0.04	0.31	0.62	0.62	7,968	6,591	2,418	1,666
1981	359	2,846	2,361	1,065	13	199	425	415	0.06	0.72	1.09	1.09	7,392	6,120	3,895	1,757
1982	433	2,133	1,285	820	16	149	231	319	0.09	0.54	0.88	0.88	5,904	5,611	2,400	1,531
1983	152	1,681	1,369	683	5	118	246	266	0.03	0.56	0.85	0.85	6,793	4,351	2,615	1,304
1984	445	1,796	1,087	726	16	126	196	283	0.08	0.47	0.90	0.90	6,241	5,316	2,004	1,339
1985	388	2,146	1,443	587	14	150	260	229	0.09	0.72	0.90	0.90	4,869	4,611	2,674	1,088
1986	115	951	838	572	4	67	151	223	0.02	0.35	0.71	0.71	6,111	3,561	1,807	1,233
1987	223	1,121	772	459	8	78	139	179	0.04	0.30	0.55	0.55	6,815	4,802	2,013	1,196
1988	404	2,021	1,348	701	15	141	243	273	0.08	0.55	0.73	0.73	6,059	5,270	2,857	1,486
1989	148	1,389	1,239	851	5	97	223	332	0.02	0.42	0.81	0.81	7,980	4,502	2,440	1,677
1990	455	1,832	1,137	699	16	128	205	272	0.05	0.39	0.74	0.74	9,783	6,272	2,381	1,463
1991	386	2,195	1,497	644	14	154	269	251	0.04	0.39	0.66	0.66	12,387	7,445	3,407	1,466
1992	771	3,214	1,832	919	28	225	330	358	0.07	0.46	0.69	0.69	12,531	9,595	4,026	2,019
1993	343	2,662	2,101	1,050	12	186	378	409	0.04	0.38	0.65	0.65	10,847	9,369	4,851	2,423
1994	389	2,489	2,435	1,442	14	174	438	562	0.04	0.51	0.99	0.99	14,619	8,398	5,155	3,053
1995	897	3,496	2,023	1,223	32	245	364	477	0.06	0.42	0.79	0.79	17,645	11,310	4,066	2,459
1996	780	5,109	3,048	1,212	28	358	549	472	0.06	0.55	0.82	0.82	14,706	13,359	5,975	2,376
1997	242	4,172	3,545	1,687	9	292	638	657	0.02	0.54	0.98	0.98	15,058	11,105	6,201	2,950
1998	939	4,420	2,387	1,257	34	309	430	490	0.10	0.53	0.70	0.70	10,810	11,868	5,218	2,747
1999	472	3,327	2,594	1,468	17	233	467	572	0.06	0.63	0.71	0.71	9,599	7,838	5,611	3,175
2000	345	1,513	1,594	1,649	12	106	287	643	0.03	0.26	0.74	0.74	13,641	7,282	3,350	3,465
2001	660	2,893	1,834	1,064	24	203	330	415	0.04	0.36	0.60	0.60	16,801	10,639	4,497	2,608
2002	880	4,505	2,872	1,511	32	315	517	589	0.07	0.49	0.75	0.75	14,847	12,893	5,970	3,140
2003	566	3,459	2,346	1,272	20	242	422	495	0.04	0.42	0.52	0.52	15,963	11,129	6,355	3,445
2004	737	3,692	2,461	1,956	27	258	443	762	0.06	0.40	0.62	0.62	15,870	12,305	5,863	4,661
2005	183	3,008	2,324	1,600	7	211	418	623	0.05	0.38	0.49	0.49	4,122	10,593	6,599	4,542

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/g)
1980	1,833	578	867	7,968	32	0.0092
1981	2,080	1,053	1,035	7,392	51	0.0071
1982	1,634	716	813	5,904	44	0.0073
1983	1,528	636	743	6,793	42	0.0091
1984	1,479	620	702	6,241	42	0.0089
1985	1,404	653	665	4,869	47	0.0073
1986	1,275	444	643	6,111	35	0.0095
1987	1,410	404	647	6,815	29	0.0105
1988	1,680	672	836	6,059	40	0.0072
1989	1,695	658	873	7,980	39	0.0091
1990	1,790	622	784	9,783	35	0.0125
1991	2,152	688	878	12,387	32	0.0141
1992	2,634	941	1,149	12,531	36	0.0109
1993	2,864	986	1,381	10,847	34	0.0079
1994	3,232	1,189	1,654	14,619	37	0.0088
1995	3,117	1,118	1,324	17,645	36	0.0133
1996	3,466	1,407	1,464	14,706	41	0.0100
1997	3,585	1,597	1,708	15,058	45	0.0088
1998	3,229	1,263	1,540	10,810	39	0.0070
1999	3,141	1,289	1,742	9,599	41	0.0055
2000	2,954	1,049	1,652	13,641	35	0.0083
2001	3,175	971	1,421	16,801	31	0.0118
2002	3,735	1,453	1,761	14,847	39	0.0084
2003	3,840	1,181	1,914	15,963	31	0.0083
2004	4,304	1,491	2,344	15,870	35	0.0068
2005	3,847	1,259	2,364	4,122	33	0.0017

## 補足資料 2

### 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 km<sup>2</sup>、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
現存量推定値	3,221	4,297	2,145	2,965	3,729	3,453	3,559

### 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。使用した年齢別平均尾叉長、体重は 2000～2004 年にかけて行った生物測定結果および成長式などの既往の知見より推定した。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。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長(cm)	10.5	14.6	19.0	25.0
体重(g)	36	70	180	390
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（補注 2）。最近年（2005 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 2000～2005 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 1999～2005 年とした。

$$\begin{aligned} \text{最小} \quad & \sum_{a=1}^{3+} \sum_{y=2000}^{2005} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(I_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=2000}^{2004} \{ \ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(CPUE_{0,y}) \}^2 \\ q_{1,a} = & \left( \frac{\prod_{y=2000}^{2005} I_{a,y}}{\prod_{y=2000}^{2005} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{6}}, q_2 = \left( \frac{\prod_{y=2000}^{2004} CPUE_{0,y}}{\prod_{y=2000}^{2004} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{5}} \end{aligned} \quad (\text{以西})$$

$$\begin{aligned} \text{最小} \quad & \sum_{a=1}^{3+} \sum_{y=1999}^{2005} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=1999}^{2004} \{ \ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(CPUE_{0,y}) \}^2 \\ q_{1,a} = & \left( \frac{\prod_{y=1999}^{2005} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=1999}^{2005} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{7}}, q_2 = \left( \frac{\prod_{y=1999}^{2004} CPUE_{0,y}}{\prod_{y=1999}^{2004} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{6}} \end{aligned} \quad (\text{沖底})$$

ここで、B は資源量、I は指標値（補注 3）。その結果、以西では  $F_{1,2005}=0.23$ ,  $F_{2,2005}=0.52$ 、沖底では  $F_{1,2005}=0.38$ ,  $F_{2,2005}=0.49$  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、 $F_{0,2005}$  については、以西では 0.03、沖底では 0.05 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、1996～2005 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. 石岡・岸田（1985）は、VPA で使われる生残の方程式と漁獲方程式

$$N_{a+1} = N_a \exp(-F_a - M) \quad (\text{A1})$$

$$C_a = \frac{F_a}{F_a + M} N_a \{1 - \exp(-F_a - M)\} \quad (\text{A2})$$

から反復計算により F を求める方法として、

$$F_a^{new} = \ln \left\{ 1 + \frac{C_a}{N_{a+1}} \exp(-M) \frac{F_a + M}{F_a} \frac{1 - \exp(-F_a)}{1 - \exp(-F_a - M)} \right\} \quad (\text{A3})$$

を示した。(2) 式において (3) 式による  $C_{a+y}$  と  $C_{a-1,y}$  を使って  $N_{a+y}$  と  $N_{a-1,y}$  を消去すると

$$N_{a+y+1} = \frac{C_{a+}(aF_{a-1} + M)}{aF_{a-1}(\exp(aF_{a-1} + M) - 1)} + \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)}{F_{a-1}(\exp(F_{a-1} + M) - 1)} \quad (\text{A4})$$

さらに、

$$\begin{aligned} \exp(F_a + M) - 1 &= \exp(F_a + M) \frac{1 - \exp(-F_a - M)}{1 - \exp(-F_a)} \{1 - \exp(-F_a)\} \\ &= \frac{1 - \exp(-F_a - M)}{1 - \exp(-F_a)} \exp(M) \{\exp(F_a) - 1\} \end{aligned} \quad (\text{A5})$$

を使って変形すると

$$\begin{aligned} N_{a+y+1} &= \frac{C_{a+}(aF_{a-1} + M)(1 - \exp(-aF_{a-1}))}{aF_{a-1}(1 - \exp(-aF_{a-1} - M))} \exp(-M) \frac{1}{\exp(aF_{a-1}) - 1} \\ &\quad + \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)(1 - \exp(-F_{a-1}))}{F_{a-1}(1 - \exp(-F_{a-1} - M))} \exp(-M) \frac{1}{\exp(F_{a-1}) - 1} \end{aligned} \quad (\text{A6})$$

さらに (A3) 式を参考に F について変形すると

$$\begin{aligned} \exp(F_{a-1}) - 1 &= \frac{1}{N_{a+y+1}} \frac{C_{a+}(aF_{a-1} + M)(1 - \exp(-aF_{a-1}))}{aF_{a-1}(1 - \exp(-aF_{a-1} - M))} \exp(-M) \frac{\exp(F_{a-1}) - 1}{\exp(aF_{a-1}) - 1} \\ &\quad + \frac{1}{N_{a+y+1}} \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)(1 - \exp(-F_{a-1}))}{F_{a-1}(1 - \exp(-F_{a-1} - M))} \exp(-M) \\ F_{a-1}^{new} &= \ln \left[ 1 + \frac{1 - \exp(-F_{a-1})}{N_{a+y+1} F_{a-1}} \exp(-M) \right. \\ &\quad \left. \times \left\{ \frac{C_{a+}(aF_{a-1} + M)}{a(1 - \exp(-aF_{a-1} - M))} \exp((1-a)F_{a-1}) + \frac{C_{a-1}(F_{a-1} + M)}{1 - \exp(-F_{a-1} - M)} \right\} \right] \end{aligned}$$

平松 (内部資料) より抜粋。

補注 3.5～6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
現存量推定値	(1歳魚主体)	784	927	553	785	857	759
	(2歳魚以上主体)	223	1894	698	492	607	176

(単位：トン)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
以西 CPUE	0歳	0.2	0.9	2.2	0.8	1.8	1.6
	1歳	3.3	12.6	12.6	14.0	10.7	19.9
	2歳	8.9	18.4	19.4	23.8	28.6	25.8
	3歳以上	17.7	30.2	31.7	41.7	79.1	68.5

(単位：kg/網)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
指標値	0歳	0.2	0.9	2.2	0.8	1.8	1.6
	1歳	51	108	83	105	96	123
	2歳	45	187	116	108	132	67
	3歳以上	63	239	149	143	219	110

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。

	沖底 CPUE			
	0歳	1歳	2歳	3歳以上
1999	0.52	7.07	14.18	17.37
2000	0.37	3.17	8.59	19.24
2001	0.70	5.96	9.72	12.20
2002	0.95	9.50	15.57	17.73
2003	0.79	9.36	16.32	19.15
2004	0.86	8.36	14.32	24.65
2005	0.22	7.12	14.15	21.09

(単位：kg/網)