

## 平成 19 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(浅野謙治・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横ばい傾向にあり、現状の漁獲圧は妥当であると判断した。以西底びき網漁業の対象資源では再生産成功率(加入量÷親魚量)が最近 3 年(2003~2005 年)の中央値で、沖合底びき網漁業の対象資源では最近 10 年間(1996~2005 年)の中央値で継続し、それぞれの現在の漁獲係数で漁獲した場合の 2008 年の漁獲量を求めた。これにその他の漁業種類では 2004~2006 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。

	2008 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC <sub>limit</sub>	47 百トン	F <sub>current</sub> *	-**	-
ABC <sub>target</sub>	38 百トン	0.8 F <sub>current</sub>	-	-

\*F<sub>current</sub> は 2006 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)。

\*\*複数の漁業別に解析したため記載していない(本文参照)。

年	資源量(トン)	漁獲量(百トン)	F 値	漁獲割合
2005	—	44	—	—
2006	—	43	—	—
2007	—	—	—	—

\*2006 年については概数値。

水準:中位 動向:横ばい

### 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。なお、平成18年には本種を漁獲する主要な漁業である以西底びき網漁業及び沖合底びき網漁業を対象として、日本海西部・九州西海域底びき網漁業(2そうびき)包括的資源回復計画が公表された。

## 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淺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、深淺移動は認められず、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(山田ほか 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。県別で見ると、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半分近くを占める(2006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も多少の増減はあるが 2 千トン前後であり、全体を合わせた漁獲量は 4 千トン～5 千トンである(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、2005 年のタイ類の漁獲が約 14 万トン(FAO 統計 Capture production 1950-2005)、韓国では 2006 年にマダイ・クロダイ以外のタイの漁獲量は 1,489 トンである(「漁業生産統計」韓国海洋水産部)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)。2006 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、2006 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、2002 年以降高い水準を維持していたが、2006 年にはやや減少した(図 5b)。資源量指数(月別漁区別 CPUE の合計の年計)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。2006 年は山口小底でも小銘柄の割合が高かった。

### (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)、2006 年は約 5 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 千トン近い水準を維持している(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 年以降増加していたが、2005、2006 年とやや水準が下がった(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り、そ

の後増加しているが 2006 年には減少した(図 10a)。沖底 2 そうでは加入量は 2001 年以降比較的高い水準で推移しており、2005 年級群は少なかったものの 2006 年には回復した(図 10b)。親魚量は以西 2 そうでは近年増加傾向にあり、沖底 2 そうでは 1980～1987 年まではやや減少傾向にあったが、その後多少の変動はあるものの増加し、最近の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 2006 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(2004～2006 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<sub>current</sub>)を年齢別選択率が 2004～2006 年平均(以西 2 そう:0 歳=0.16、1 歳=1、2、3 歳以上=1.68; 沖底 2 そう:0 歳=0.09、1 歳=1、2、3 歳以上=1.25)で、各年齢の F の単純平均値が 2006 年と同じ F(以西 2 そう:0.21、沖底 2 そう:0.36)である F とする。以西 2 そう、沖底 2 そうともに F<sub>current</sub> は F<sub>30%SPR</sub> より低い水準である。

#### (6) 資源の水準・動向の判断

以西 2 そうでは資源量水準は低位から中位水準にあり、最近 5 年間で見ると横ばい傾向にある。沖底 2 そうでは資源量水準は、高い水準にあり、最近 5 年間で見ると横ばい傾向で 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 2006 年の CPUE は最近 20 年間では高い水準にあるが、操業形態の変化を考慮に入れると必ずしも資源水準が高いとはいえない。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 年間では中位から高い水準にある。これらを総合的に判断して、資源水準は中位、動向は横ばいとした。

### 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。1980～2006 年の親魚量と加入量には正の相関があり、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(Blimit)を検討する。親魚量と加入量の 27 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

直近年(2006 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、2007 年以降の再生産成功率を、最近の加入水準が低い以西 2 そう対象資源については、最近 3 年間(2003～2005 年)の中央値(4.0 尾/kg)、沖底 2 そう対象資源については、最近 10 年間(1996～2005 年)の中央値(8.0 尾/kg)と設定する。

#### (3) 加入量当り漁獲量

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、より大きな加入量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: 4.0 尾/kg、沖底 2 そう: 8.0 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。以西 2 そうで設定した  $F_{sus}$  は、 $SPR$  が、251.6g、沖底 2 そうで設定した  $F_{sus}$  は  $SPR$  が 124.4g となる  $F$ 。いずれも年齢別選択率は 2004～2006 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、2007 年の漁獲量は以西 2 そうでは 1,163 トン、沖底 2 そうでは 1,098 トンと見積もられる。

## 6. 2008 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 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中位から高い水準を維持している。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(2006 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 そうの場合にも、現在の漁獲圧(2006 年の  $F$ )で漁獲し、今後の加入量の経過をみるのが妥当であると考えられる。

### (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  $F(F_{current})$  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  $F_{current}$ (2006 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。

$$F_{limit} = \text{基準値}$$

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

その他の漁業種類については漁獲量が、比較的高い水準とみられるので、最近3年間(2004～2006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。

2008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	12百トン	F <sub>current</sub>	0.21	22%
沖底2そう	12百トン	F <sub>current</sub>	0.36	30%
その他の漁業	23百トン	Cave3-yr	-	-

2008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	10百トン	0.8 F <sub>current</sub>	0.17	17%
沖底2そう	10百トン	0.8 F <sub>current</sub>	0.29	23%
その他の漁業	18百トン	0.8 Cave3-yr	-	-

	2008年 ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC <sub>limit</sub>	47百トン	F <sub>current</sub>	—	—
ABC <sub>target</sub>	38百トン	0.8F <sub>current</sub>	—	—

## (3) ABCの再評価(計算中)

評価対象年(当初・再評価)	管理基準	資源量(百トン)	ABC <sub>limit</sub> (百トン)	ABC <sub>target</sub> (百トン)	漁獲量(百トン)
2006年当初	F <sub>current</sub>		56	46	-
2006年(2006年再評価)	F <sub>current</sub>		52	43	-
2006年(2007年再評価)	F <sub>current</sub>		43	34	43
2007年当初	F <sub>current</sub>		57	47	-
2007年再評価	F <sub>current</sub>		47	38	-

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。我が国のみでの努力では広域的な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  
山田梅芳ほか(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	4,941
2004	1,491	21	1,378	-	2,639	5,610
2005	1,259	7	1,170	-	1,937	4,373
2006	950	4	1,099	-	2,234	4,288



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	6,383	17,715	1,527	77,180	108,847
2 月	3,709	2,821	5,190	111,840	109,050
3 月	3,840	4,461	3,593	100,880	121,902
4 月	13,314	7,644	2,480	71,180	108,966
5 月	33,096	9,047	3,353	52,960	140,667
6 月	2,698	4,914	1,617	-	-
7 月	3,497	3,048	15	-	-
8 月	4,223	33,599	421	13,040	99,556
9 月	91,198	36,710	158	74,720	93,440
10 月	61,336	57,886	6,286	74,760	162,469
11 月	97,295	67,271	6,106	87,120	86,527
12 月	43,792	126,391	9,796	225,840	67,962

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

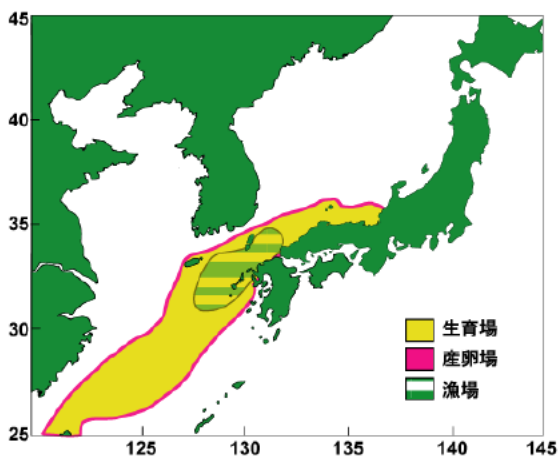


図1 キダイ分布図

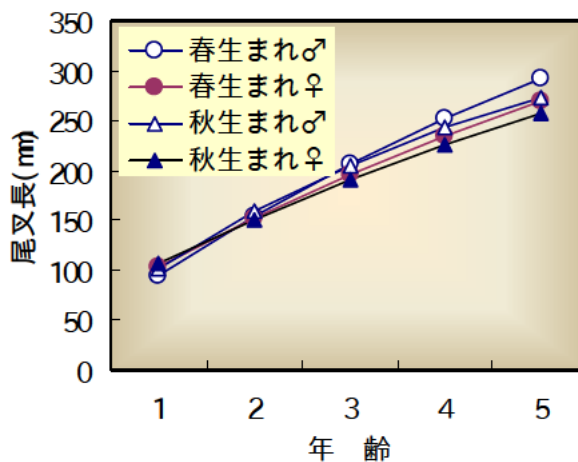


図2 キダイ年齢と成長

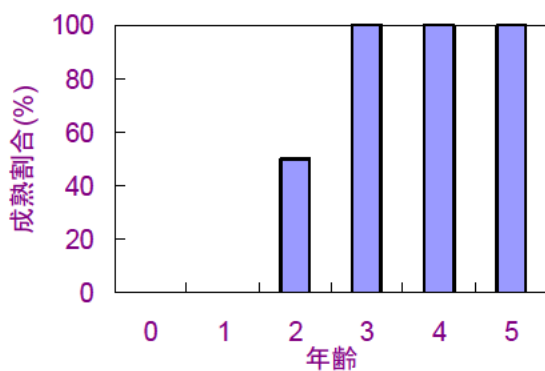


図3 キダイ年齢と成熟率

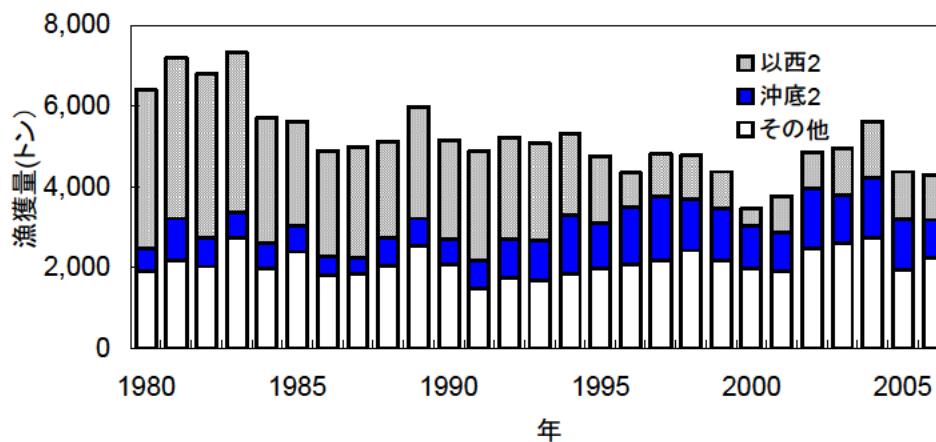


図4 キダイ漁獲量(以西2:2 そうびき以西底びき網漁業  
沖底2:2 そうびき沖合底びき網漁業)

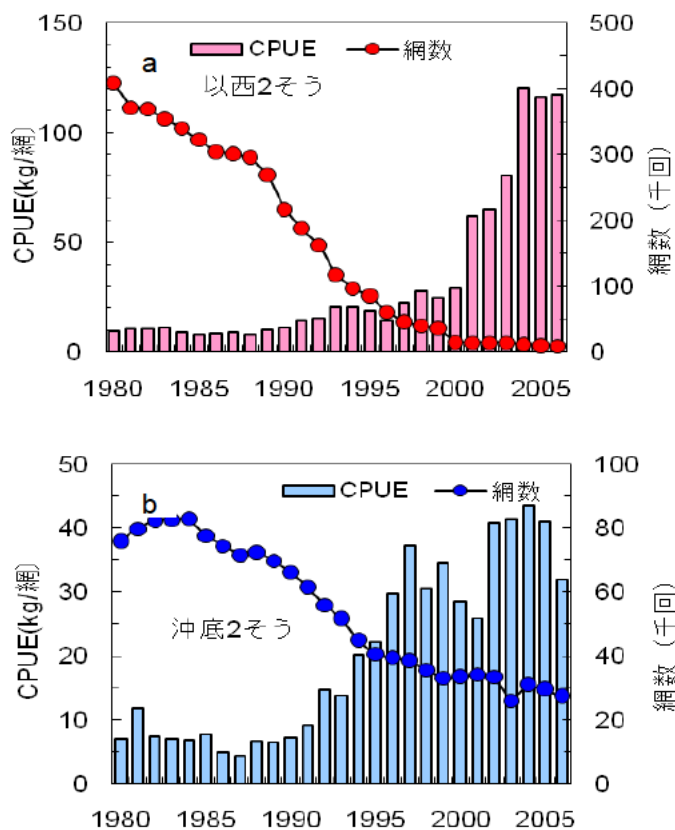


図 5. CPUE と漁獲努力量の推移(a. 以西 2 そう、 b. 沖底 2 そう)

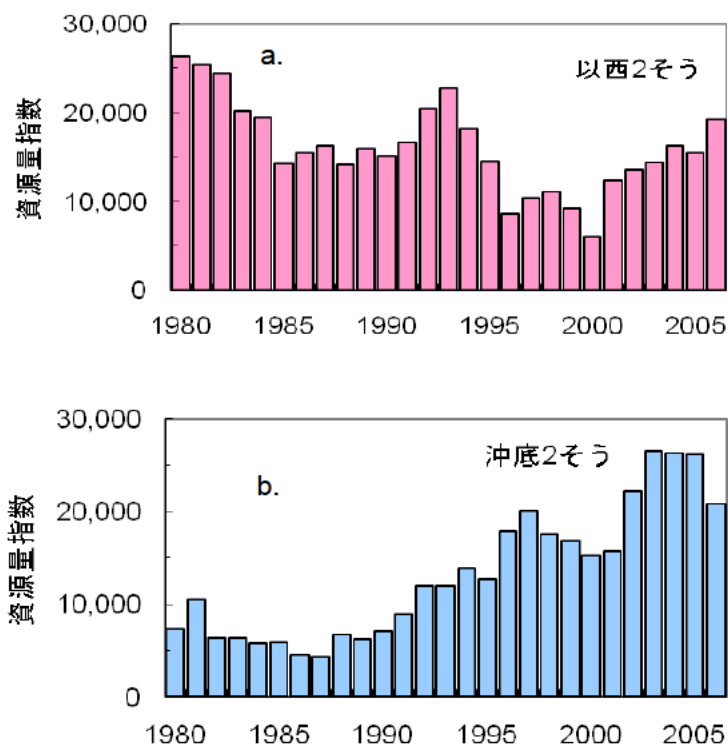


図 6. キダイ資源量指数の推移(a. 以西 2 そう、 b. 沖底 2 そう)

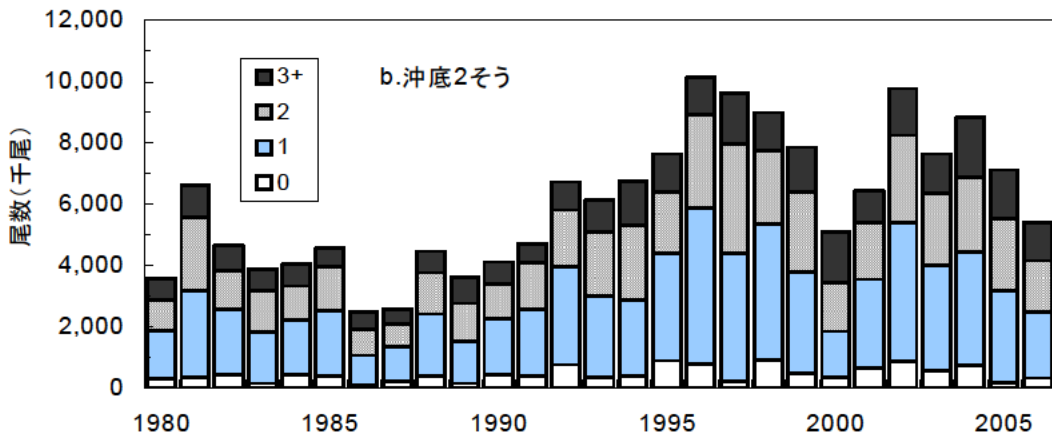
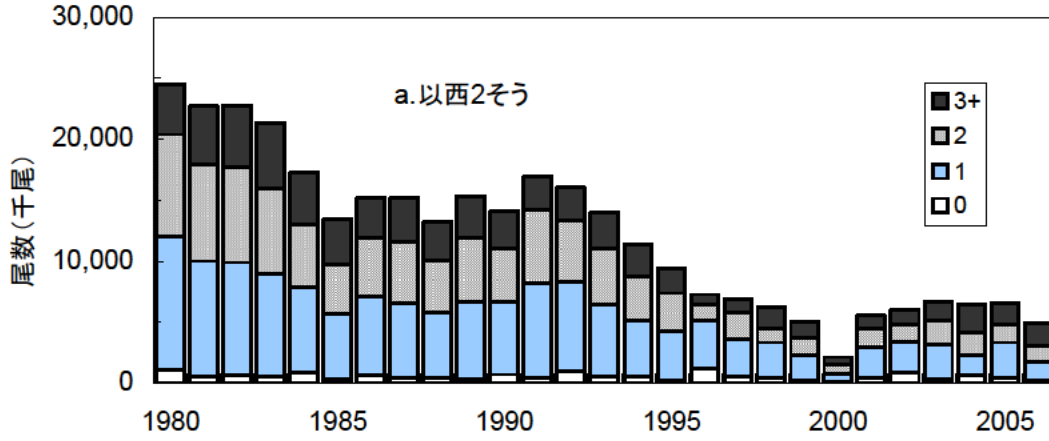


図 7. 年齢別漁獲尾数(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

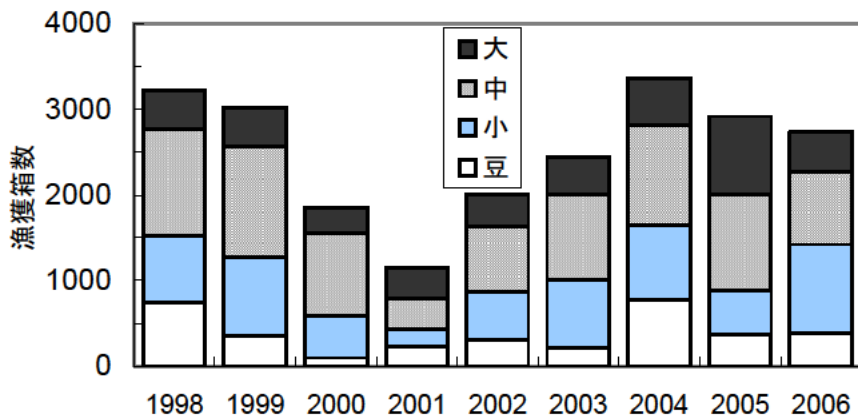


図 8. 小型底びき網漁業による銘柄別漁獲箱数(山口県標本船)

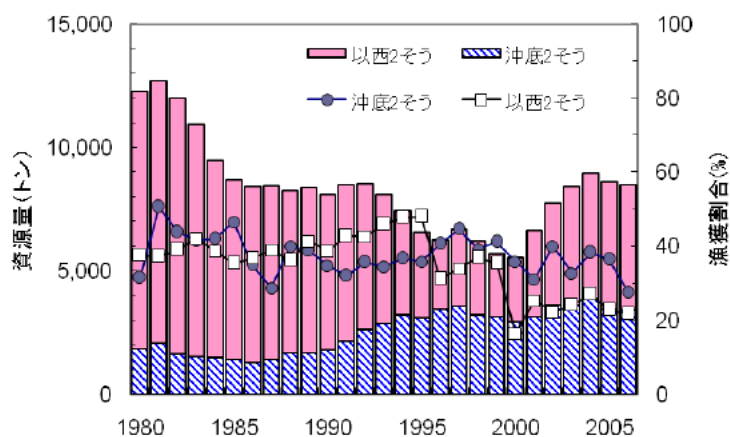


図9. 資源量(棒グラフ)と漁獲割合(折れ線グラフ)

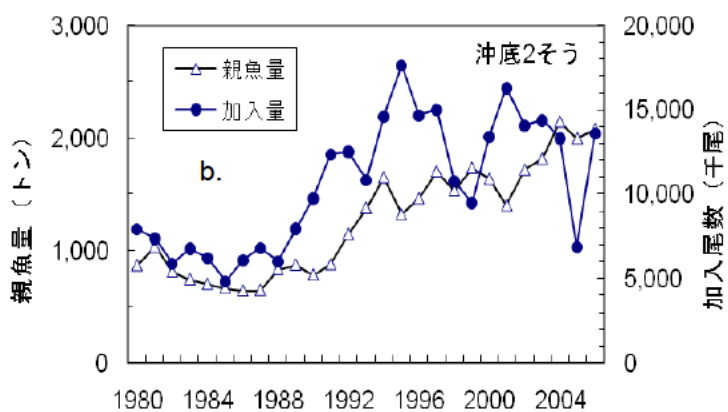
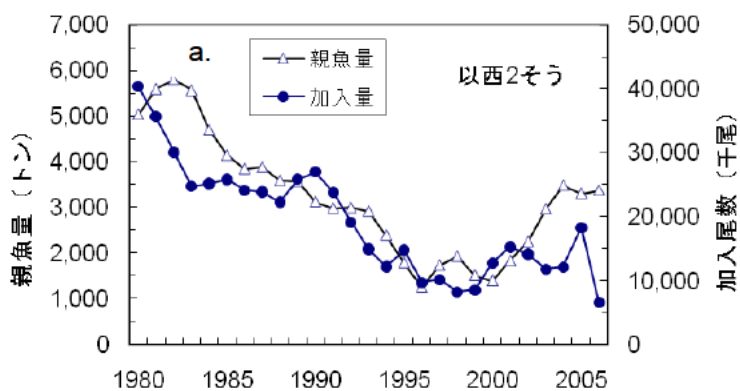


図10. 加入量と親魚量(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

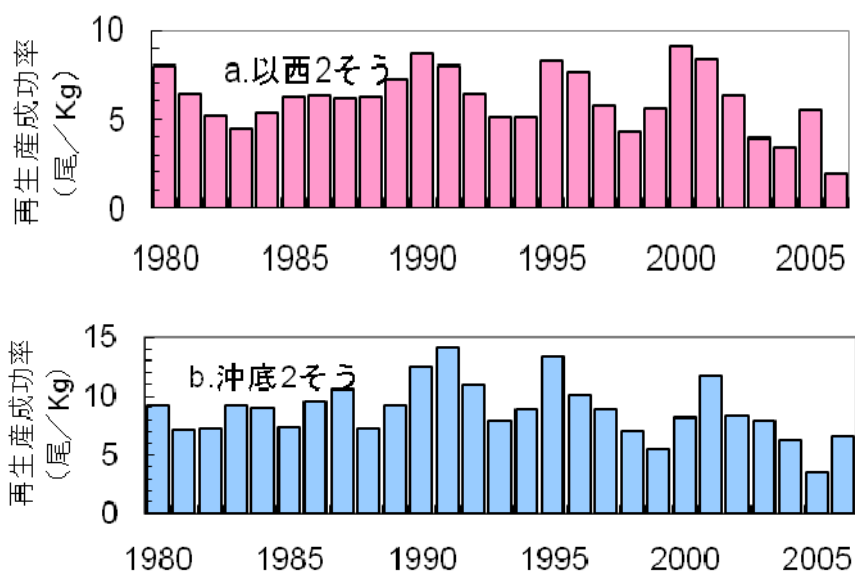


図 11. 再生産成功率 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

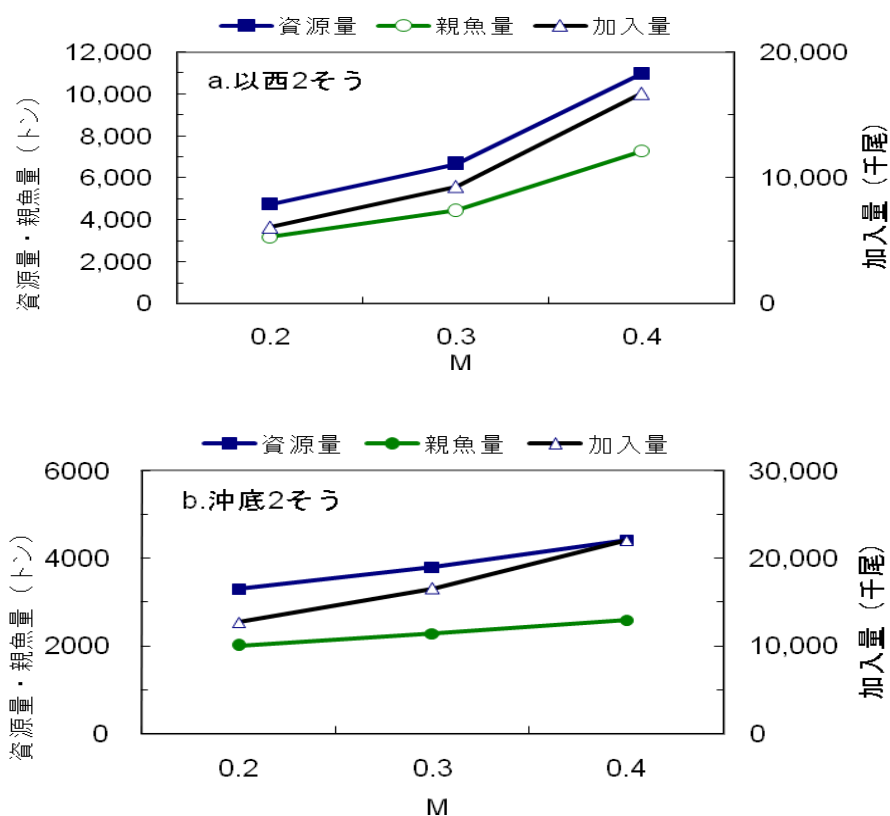


図 12. M と 2006 年資源量、親魚量、加入量の関係(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

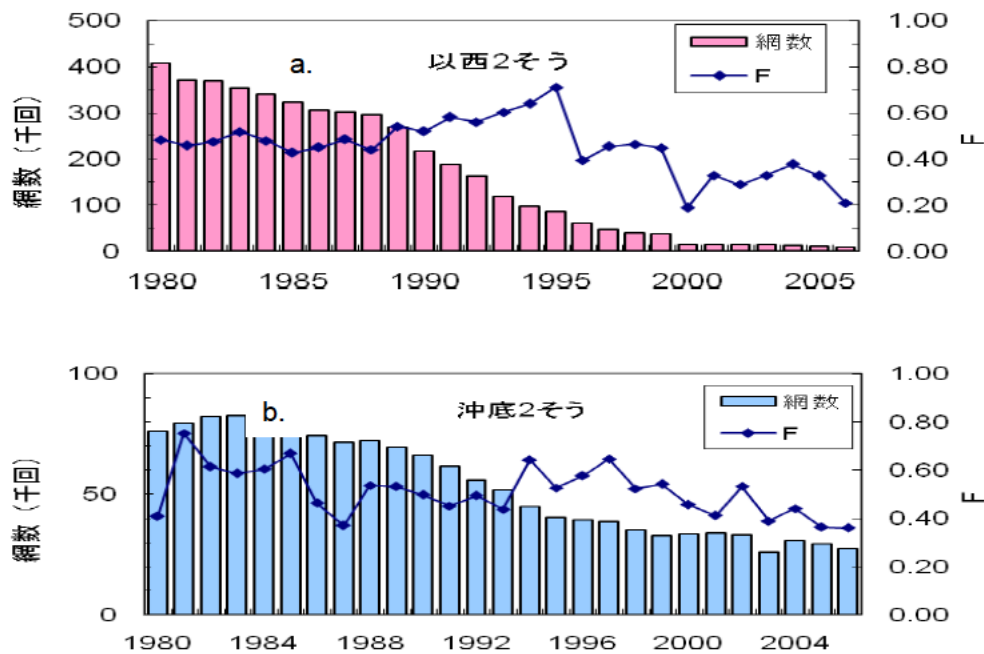


図 13. Fと網数(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

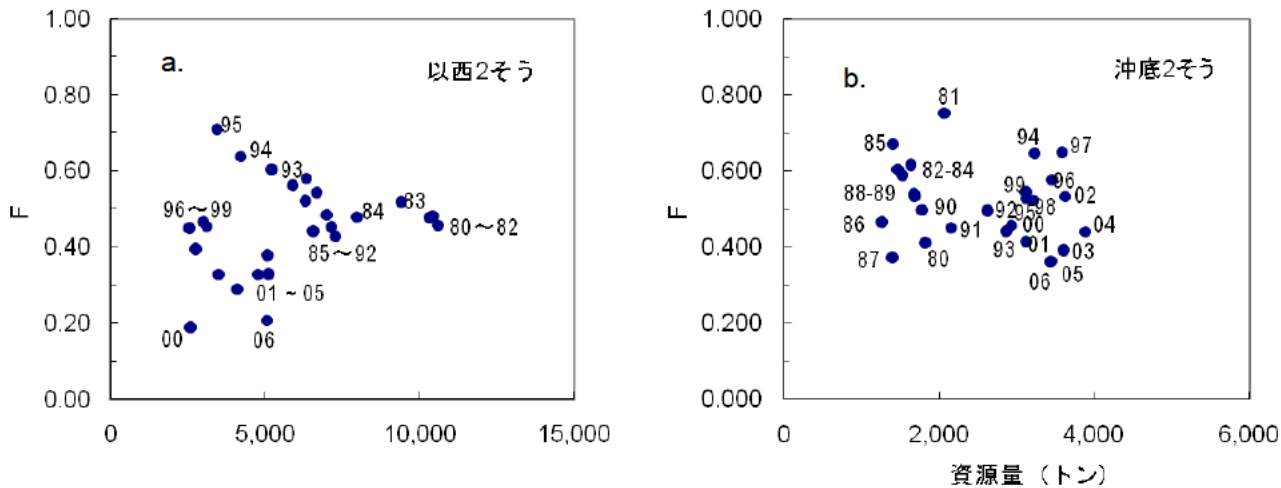


図 14.資源量とFの関係(a.以西2そう、b.沖底2そう)

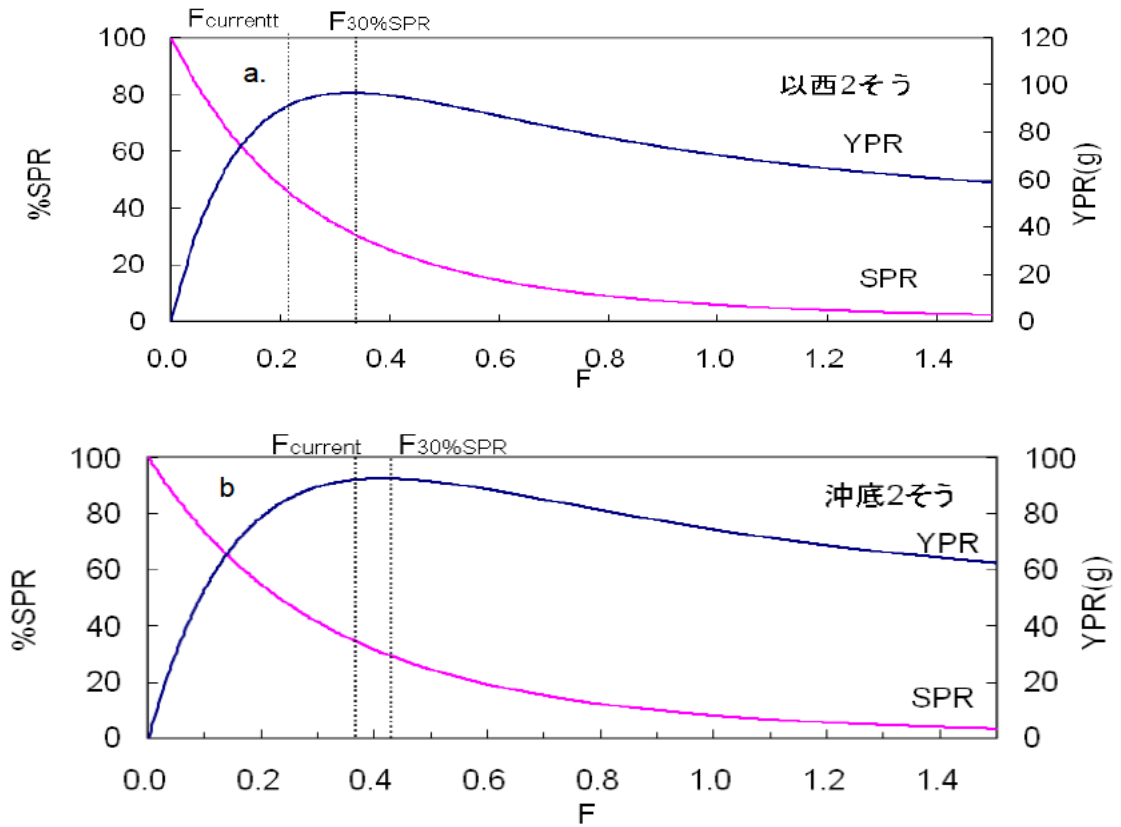


図 15. YPRとSPR(Fは1歳時、年齢別選択率は2004~2006年平均)  
(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)

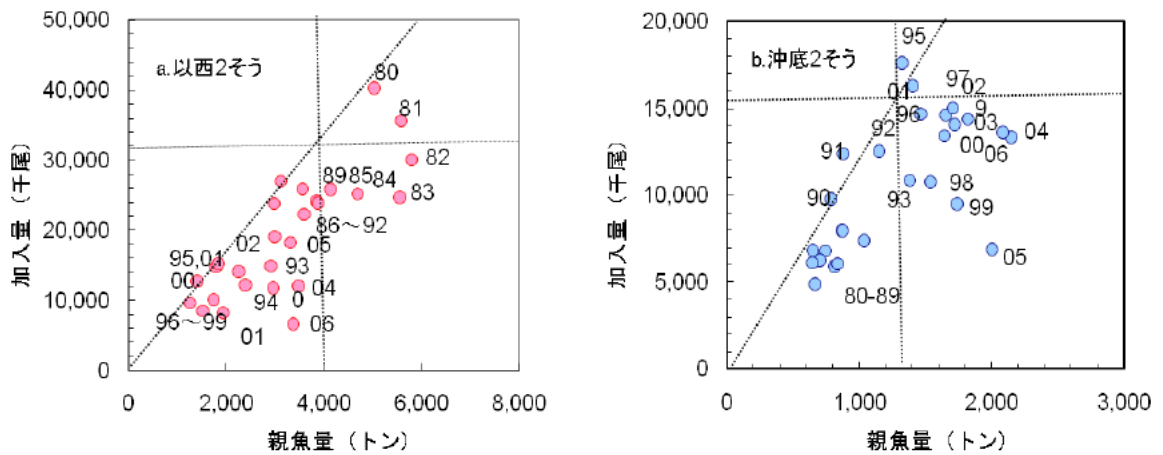


図 16. 親魚量と加入量の関係(1980~2006年)  
(a. 以西2そう、b. 沖底2そう)



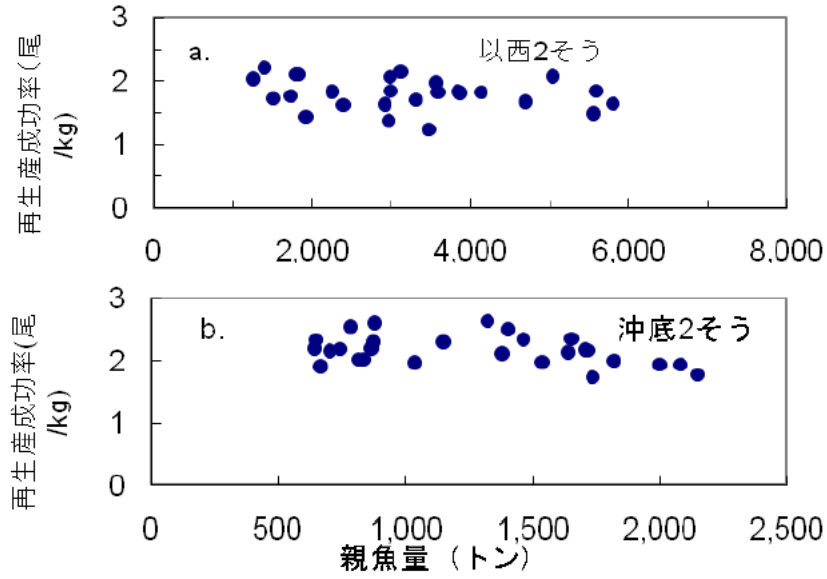


図 17. 親魚量と再生産成功率の関係  
(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

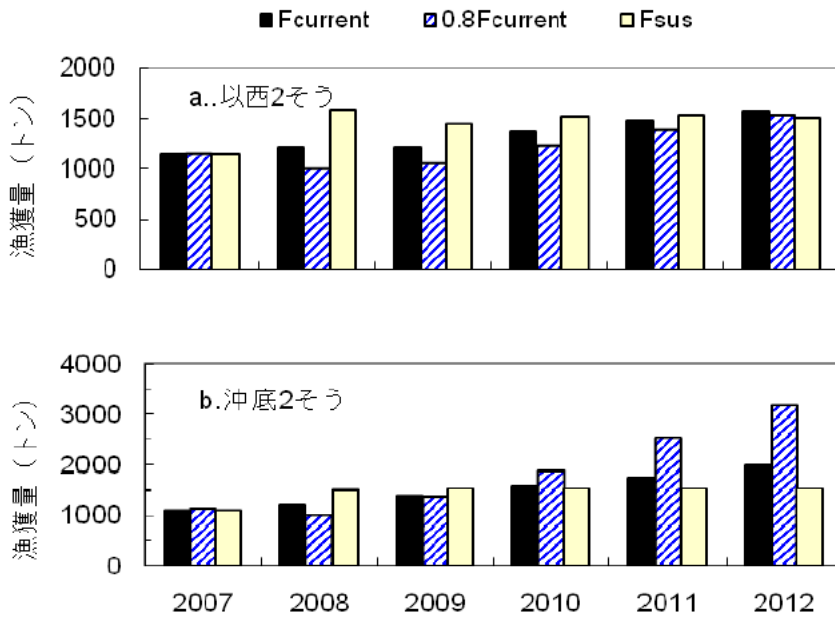


図 18. F による漁獲量の変化 (a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

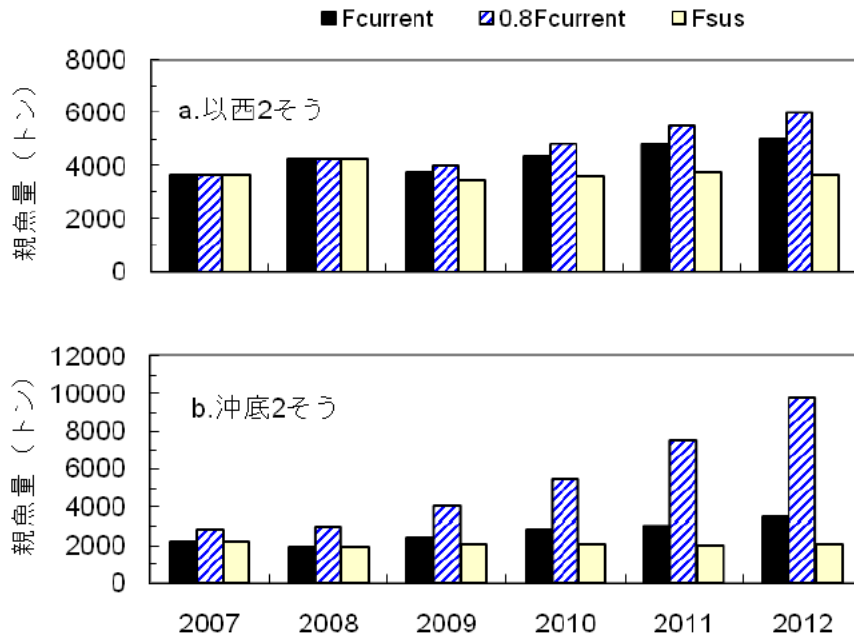


図 19. F による親魚量の変化(a. 以西 2 そう、b. 沖底 2 そう)

## 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	33,716	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	22,272	18,869	9,635	6,994
1989	270	6,335	5,302	3,447	10	443	954	1,343	0.01	0.51	0.82	0.82	25,882	17,544	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	27,016	20,529	8,468	6,061
1991	430	7,762	6,018	2,730	15	543	1,083	1,064	0.02	0.52	0.89	0.89	23,821	21,086	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	19,117	18,732	10,048	5,367
1993	484	5,971	4,571	2,943	17	418	823	1,147	0.04	0.60	0.88	0.88	14,948	14,511	8,555	5,508
1994	496	4,675	3,581	2,629	18	327	645	1,024	0.05	0.59	0.96	0.96	12,178	11,564	6,366	4,673
1995	138	4,137	3,100	2,050	5	290	558	799	0.01	0.67	1.07	1.07	14,791	9,330	5,145	3,402
1996	1,158	3,973	1,309	800	42	278	236	312	0.14	0.47	0.47	0.47	9,641	11,746	3,833	2,342
1997	528	3,115	2,130	1,113	19	218	383	434	0.06	0.72	0.51	0.51	10,112	6,704	5,905	3,086
1998	346	2,987	1,077	1,778	12	209	194	693	0.05	0.56	0.60	0.60	8,207	7,643	2,631	4,342
1999	152	2,160	1,442	1,269	5	151	260	494	0.02	0.48	0.61	0.61	8,493	6,277	3,491	3,072
2000	80	673	701	644	3	47	126	251	0.01	0.12	0.29	0.29	12,738	6,680	3,123	2,869
2001	370	2,572	1,466	1,113	13	180	264	434	0.03	0.33	0.42	0.42	15,242	10,151	4,761	3,613
2002	856	2,499	1,499	1,133	31	175	270	442	0.07	0.26	0.33	0.33	14,121	11,902	5,861	4,432
2003	302	2,872	1,909	1,543	11	201	344	601	0.03	0.36	0.34	0.34	11,791	10,568	7,328	5,922
2004	563	1,748	1,825	2,328	20	122	328	907	0.05	0.24	0.42	0.42	12,096	9,193	5,930	7,566
2005	436	2,873	1,447	1,776	16	201	260	692	0.03	0.42	0.32	0.32	18,261	9,205	5,822	7,146
2006	146	1,608	1,246	1,942	5	113	224	757	0.02	0.13	0.34	0.34	6,601	14,266	4,838	7,542

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	10,452	3,924	5,036	40,339	38	8.0
1981	10,631	3,964	5,586	35,634	37	6.4
1982	10,361	4,054	5,797	30,071	39	5.2
1983	9,395	3,959	5,561	24,728	42	4.4
1984	7,992	3,098	4,697	25,190	39	5.4
1985	7,270	2,580	4,135	25,850	35	6.3
1986	7,130	2,620	3,844	24,168	37	6.3
1987	7,023	2,740	3,879	23,900	39	6.2
1988	6,582	2,388	3,593	22,272	36	6.2
1989	6,665	2,751	3,570	25,882	41	7.3
1990	6,296	2,438	3,124	27,016	39	8.6
1991	6,329	2,706	2,987	23,821	43	8.0
1992	5,899	2,517	2,996	19,117	43	6.4
1993	5,240	2,405	2,916	14,948	46	5.1
1994	4,215	2,014	2,394	12,178	48	5.1
1995	3,437	1,652	1,789	14,791	48	8.3
1996	2,772	867	1,258	9,641	31	7.7
1997	3,099	1,054	1,734	10,112	34	5.8
1998	2,996	1,108	1,929	8,207	37	4.3
1999	2,570	911	1,511	8,493	35	5.6
2000	2,606	427	1,399	12,738	16	9.1
2001	3,524	891	1,836	15,242	25	8.3
2002	4,123	917	2,254	14,121	22	6.3
2003	4,791	1,157	2,967	11,791	24	4.0
2004	5,095	1,378	3,482	12,096	27	3.5
2005	5,134	1,169	3,308	18,261	23	5.5
2006	5,046	1,099	3,374	6,601	22	2.0

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	12,386	7,444	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	10,846	9,368	4,851	2,423
1994	472	3,018	2,952	1,748	17	211	531	681	0.04	0.51	0.99	0.99	14,616	8,398	5,155	3,053
1995	897	3,495	2,022	1,223	32	245	364	477	0.06	0.42	0.79	0.79	17,639	11,308	4,066	2,458
1996	780	5,107	3,047	1,212	28	357	549	472	0.06	0.55	0.82	0.82	14,694	13,355	5,974	2,376
1997	242	4,173	3,546	1,687	9	292	638	658	0.02	0.54	0.98	0.98	15,031	11,095	6,197	2,949
1998	939	4,420	2,387	1,257	34	309	430	490	0.10	0.53	0.70	0.70	10,777	11,846	5,209	2,742
1999	472	3,327	2,594	1,468	17	233	467	572	0.06	0.63	0.71	0.71	9,507	7,812	5,594	3,165
2000	345	1,513	1,594	1,649	12	106	287	643	0.03	0.26	0.75	0.75	13,422	7,208	3,329	3,444
2001	660	2,892	1,834	1,063	24	202	330	414	0.05	0.37	0.61	0.61	16,310	10,463	4,439	2,574
2002	880	4,505	2,872	1,511	32	315	517	589	0.07	0.51	0.78	0.78	14,088	12,500	5,829	3,066
2003	566	3,459	2,346	1,272	20	242	422	495	0.04	0.45	0.56	0.56	14,387	10,520	6,041	3,274
2004	737	3,692	2,461	1,956	27	258	443	762	0.06	0.46	0.70	0.70	13,331	11,040	5,376	4,274
2005	183	3,008	2,324	1,600	7	211	418	623	0.03	0.40	0.61	0.61	6,895	10,040	5,587	3,845
2006	335	2,145	1,668	1,250	12	150	300	487	0.03	0.58	0.42	0.41	13,624	5,370	5,388	4,101

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	1,833	578	867	7,968	32	9.2
1981	2,080	1,052	1,035	7,392	51	7.1
1982	1,634	715	813	5,904	44	7.3
1983	1,528	636	743	6,793	42	9.1
1984	1,479	620	702	6,241	42	8.9
1985	1,404	653	665	4,869	47	7.3
1986	1,275	444	643	6,111	35	9.5
1987	1,410	404	647	6,815	29	10.5
1988	1,680	672	836	6,059	40	7.2
1989	1,695	657	873	7,980	39	9.1
1990	1,790	622	784	9,783	35	12.5
1991	2,152	688	878	12,386	32	14.1
1992	2,634	940	1,149	12,531	36	10.9
1993	2,864	986	1,381	10,846	34	7.9
1994	3,232	1,441	1,654	14,616	45	8.8
1995	3,116	1,118	1,324	17,639	36	13.3
1996	3,465	1,406	1,463	14,694	41	10.0
1997	3,582	1,597	1,707	15,031	45	8.8
1998	3,224	1,262	1,538	10,777	39	7.0
1999	3,129	1,289	1,737	9,507	41	5.5
2000	2,929	1,048	1,641	13,422	36	8.2
2001	3,122	971	1,402	16,310	31	11.6
2002	3,626	1,453	1,719	14,088	40	8.2
2003	3,618	1,180	1,820	14,387	33	7.9
2004	3,886	1,490	2,149	13,331	38	6.2
2005	3,455	1,259	2,001	6,895	36	3.4
2006	3,434	950	2,083	13,624	28	6.5

## 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	2007
現存量推定値	3,221	4,297	2,145	2,965	3,729	3,453	3,559	4,523

## 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、M は自然死亡係数で真道(1960)に従って 0.22 とした。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)。合わせる期間は現存量推定値が得られる 2000～2006 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 1999～2006 年とした。

$$\begin{aligned} \text{最小} \quad & \sum_{a=1}^{3+} \sum_{y=2000}^{2006} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(I_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=2000}^{2005} \{ \ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(CPUE_{0,y}) \}^2 \\ q_{1,a} = & \left( \frac{\prod_{y=2000}^{2006} I_{a,y}}{\prod_{y=2000}^{2006} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{7}}, q_2 = \left( \frac{\prod_{y=2000}^{2005} CPUE_{0,y}}{\prod_{y=2000}^{2005} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{6}} \end{aligned} \quad (\text{以西})$$

$$\begin{aligned} \text{最小} \quad & \sum_{a=1}^{3+} \sum_{y=1999}^{2006} \{ \ln(q_{1,a} B_{a,y}) - \ln(CPUE_{a,y}) \}^2 + \sum_{y=1999}^{2005} \{ \ln(q_2 B_{0,y}) - \ln(CPUE_{0,y}) \}^2 \\ q_{1,a} = & \left( \frac{\prod_{y=1999}^{2006} CPUE_{a,y}}{\prod_{y=1999}^{2006} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{8}}, q_2 = \left( \frac{\prod_{y=1999}^{2005} CPUE_{0,y}}{\prod_{y=1999}^{2005} B_{0,y}} \right)^{\frac{1}{7}} \end{aligned} \quad (\text{沖底})$$

ここで、B は資源量、I は指標値(補注 3)。その結果、以西では  $F_{1,2006}=0.13$ 、 $F_{2,2006}=0.34$ 、沖底では  $F_{1,2006}=0.58$ 、 $F_{2,2006}=0.42$  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、 $F_{0,2006}$  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、1996～2006 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

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



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

から反復計算により F を求める方法として、

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

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

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

さらに、

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

を使って変形すると

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

さらに(A3)式を参考に F について変形すると

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

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

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	2006
現存量推定値	(1歳魚主体)	784	927	553	785	857	759	1,021
	(2歳魚以上主体)	223	1894	698	492	607	176	432

(単位：トン)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
以西 CPUE	0歳	0.2	0.9	2.2	0.8	1.8	1.6	0.6
	1歳	3.3	12.6	12.6	14.0	10.7	19.9	12.0
	2歳	8.9	18.4	19.4	23.8	28.6	25.8	23.9
	3歳以上	17.7	30.2	31.7	41.7	79.1	68.5	80.6

(単位：kg/網)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
指標値	0歳	0.2	0.9	2.2	0.8	1.8	1.6	0.6
	1歳	51	108	83	105	96	123	111
	2歳	45	187	116	108	132	67	102
	3歳以上	63	239	149	143	219	110	187

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
沖底 CPUE	0歳	0.52	0.37	0.70	0.95	0.79	0.86	0.22	0.44
	1歳	7.07	3.17	5.96	9.50	9.36	8.36	7.12	5.48
	2歳	14.18	8.59	9.72	15.57	16.32	14.32	14.15	10.96
	3歳以上	17.37	19.24	12.20	17.73	19.15	24.65	21.09	17.77

(単位：kg/網)