

## 平成 23 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。資源水準は中位で増加傾向にあり、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 10 年間（2000～2009 年）の中央値で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 7 年間（2003～2009 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 2012 年の漁獲量を求めた。これにその他の漁業種類では 2008～2010 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。

|           | 2012 年 ABC | 資源管理基準       | F 値 | 漁獲割合 |
|-----------|------------|--------------|-----|------|
| ABClimit  | 59 百トン     | Fcurrent     | —   | —    |
| ABCtarget | 50 百トン     | 0.8 Fcurrent | —   | —    |

\*Fcurrent は 2010 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 |
|------|----------|----------|-----|------|
| 2009 | —        | 44       | —   | —    |
| 2010 | —        | *47      | —   | —    |

\*2010 年については概数値。

水準：中位      動向：増加

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）<br>主要港水揚量（島根県・山口県・長崎県・熊本県）<br>以西底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>小型底びき網漁業標本船（山口県）<br>・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）<br>沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>資源量直接推定調査（底魚類現存量調査（東シナ海））（水研セ）<br>・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（2010 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 2010 年には約 47 百トンだった（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、2009 年のタイ類の漁獲が約 15 万トン（FAO Fish statistics: Capture production 1950-2009, Release date February 2011）、韓国では 2010 年にマダイ・クロダイ・イシダイ以外のタイの漁獲量は 18 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）。2010 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、2010 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（海区別月別 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。2010 年は前年と同程度であった。

## （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）、2010 年は 56 百トンと計算された。漁獲割合は変動しながら減少している。沖底 2 そう漁獲対象資源については 1980～1990 年には 10 百～17 百トンの資源量で推移していたが、その後増加して 1997 年には 30 百トンに達し（図 9、補足資料 2 表 6）、その後変動しながら 21 百～30 百トンで推移し、漁獲割合は 2006 年以降は変動しながら減少傾向にある。

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 21 百～28 百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ったが、2009 年以降増加傾向となった（図 10）。沖底 2 そうでは加入量は 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（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、2010 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 2003 年以降横ばい傾向にある。また、沖底 2 そうでは最近 5 年（2006～2010 年）でみると増加傾向である（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2010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

以西2そうと沖底2そうを合わせた2010年の資源量は85百トンで、計算を行った最近31年間でみると、5番目に高く、近年では高い水準にある。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、1980年以降の資源水準では高水準には相当する年はないと考え、中水準と判断した。水準判断の境界についてBlimitの基準となる親魚量（以西2そう24百トン、沖底2そう8百トン（後述））に対応する資源量は以西2そう、沖底2そうを合わせて約6千トンとなることから、6千トンの中位と低位の境界と考え、図9に示した。最近5年間（2006～2010年）でみると、以西2そう、沖底2そうともに増加傾向にあり、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5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、動向は増加とした。

#### (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年以降変動しながら、減少傾向にある。沖底2そうでは2000年以降変動しながら横ばいである（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（2008～2010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(Fcurrent)を年齢別選択率が2008～2010年平均（以西2そう：0歳=0.17、1歳=1、2歳=1.89、3、4歳以上=4.62 沖底2そう：0歳=0.07、1歳=1、2歳=1.82、3、4歳以上=3.21）で、各年齢のFの単純平均値が2010年と同じF（以西2そう：0.29、沖底2そう：0.71）であるFとする。以西2そうのFcurrentはF30%SPRよりも低い、沖底2そうではやや高い。

再生産関係を図16に示した。1980～2010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（2006～2010年）でみると親魚量は横ばい傾向だが、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24百トン、沖底2そうでは8百トンである（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

もに、現状の親魚量は Blimit を上回ると考えられる。

## 5. 2012 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の中水準にあった。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（2010 年の F）でも資源量はゆるやかに増加し、以西 2 そう、沖底 2 そうともに Blimit を上回っている。しかし、計算を開始した 1980 年代始めに比べると資源量は低い水準にあることから、現在の漁獲圧（2010 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 Fcurrent（2010 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。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、2011 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 10 年（2000～2009 年）の中央値（10.1 尾/kg）で、沖合底びき網漁業対象資源では最近 7 年（2003～2009 年）の中央値（13.1 尾/kg）と設定した。2011 年の漁獲圧は Fcurrent とし、以西 2 そうでは計算を行った 31 年間で最も高い親魚量水準となる 5,000 トンを上限として加入量の推定を行った（親魚量 5,000 トン以上では加入量は 5,056 万尾で一定）。

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値}$$

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

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（2008～2010 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。

#### 2012 年 ABClimit

| 漁業種類    |        | 資源管理基準   | F 値  | 漁獲割合 |
|---------|--------|----------|------|------|
| 以西 2 そう | 21 百トン | Fcurrent | 0.29 | 22%  |
| 沖底 2 そう | 14 百トン | Fcurrent | 0.71 | 40%  |
| その他の漁業  | 24 百トン | Cave3-yr | -    | -    |

## 2012 年 ABCtarget

| 漁業種類    |        | 資源管理基準       | F 値  | 漁獲割合 |
|---------|--------|--------------|------|------|
| 以西 2 そう | 19 百トン | 0.8 Fcurrent | 0.23 | 19%  |
| 沖底 2 そう | 12 百トン | 0.8 Fcurrent | 0.57 | 35%  |
| その他の漁業  | 19 百トン | 0.8 Cave3-yr | —    | —    |

| 2012 年 ABC |        | 資源管理基準       | F 値 | 漁獲割合 |
|------------|--------|--------------|-----|------|
| ABClimit   | 59 百トン | Fcurrent     | —   | —    |
| ABCtarget  | 50 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: 10.1 尾/kg、沖底 2 そう:13.1 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 2008～2010 年の平均で、以西 2 そうでは 2000～2009 年再生産関係の中央値に、沖底 2 そうでは 2003～2009 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、2011 年の漁獲量は以西 2 そうでは 15 百トン、沖底 2 そうでは 12 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                                   |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| 2009 年漁獲量確定値<br>2010 年漁獲量暫定値 | 2009、2010 年年齢別漁獲尾数。<br>過去に遡及した年齢別・年別漁獲尾数の見直し |
| 2010 年資源量指数                  | 2010 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）      |
| 2010 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<br>(百トン) | ABCtarget<br>(百トン) | 漁獲量<br>(百トン) |
|-------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------|
| 2010 年（当初）        | Fcurrent | 47                | 38                 |              |
| 2010 年（2010 年再評価） | Fcurrent | 44                | 35                 |              |
| 2010 年（2011 年再評価） | Fcurrent | 47                | 36                 | 47           |
| 2011 年（当初）        | Fcurrent | 45                | 36                 |              |
| 2011 年（2011 年再評価） | Fcurrent | 51                | 41                 |              |

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 | -    | 2,291 | 4,647 |
| 2009 | 884   | 5.4  | 1,223 | -    | 2,319 | 4,402 |
| 2010 | 979   | 17.3 | 1,215 | 1    | 2,511 | 4,723 |

表 2. 2010 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<br>(浜田以西) | 以西 2 そう |
|---------|---------|--------|-------|---------|-------------------|---------|
| 1 月     | 7.382   | 7.295  | 3.626 | 34.628  | 86.860            | 93.046  |
| 2 月     | 6.528   | 8.952  | 2.407 | 64.572  | 77.680            | 148.006 |
| 3 月     | 5.164   | 6.386  | 6.423 | 59.964  | 80.080            | 135.584 |
| 4 月     | 9.388   | 7.732  | 2.238 | 86.880  | 132.600           | 147.215 |
| 5 月     | 9.588   | 8.697  | 2.140 | 46.629  | 44.700            | 79.207  |
| 6 月     | 2.949   | 6.439  | 559   | 72      | -                 | -       |
| 7 月     | 3.750   | 9.810  | 362   | 368     | -                 | -       |
| 8 月     | 4.421   | 10.459 | 562   | 31.920  | 24.900            | 57.533  |
| 9 月     | 118.110 | 18.961 | 361   | 106.396 | 118.840           | 177.279 |
| 10 月    | 99.546  | 18.458 | 8.242 | 100.656 | 128.520           | 183.109 |
| 11 月    | 98.189  | 21.137 | 5.223 | 57.772  | 100.480           | 112.371 |
| 12 月    | 58.234  | 12.902 | 8.032 | 56.400  | 184.580           | 81.413  |

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

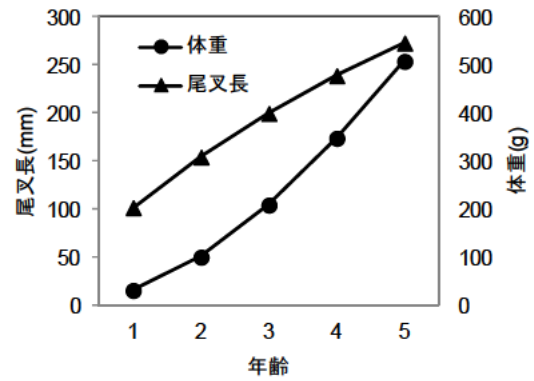


図 2. キダイ年齢と成長

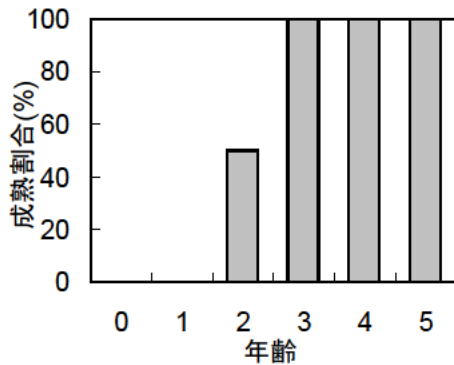


図 3. キダイ年齢別成熟割合

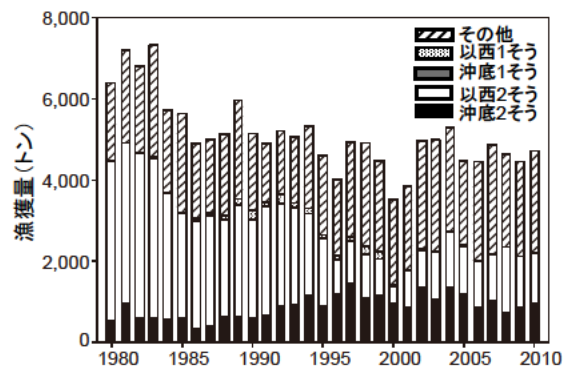


図 4. キダイ漁獲量

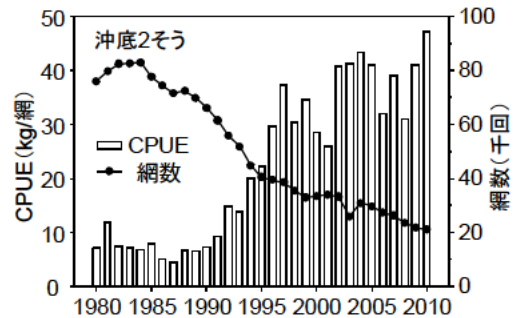
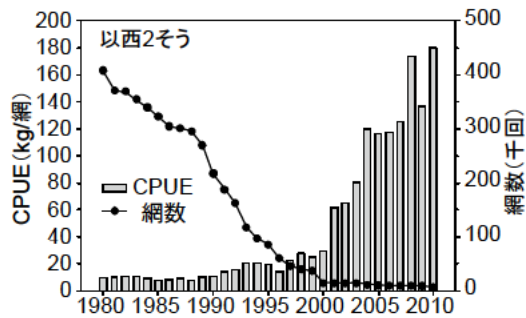


図 5. 努力量と CPUE (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

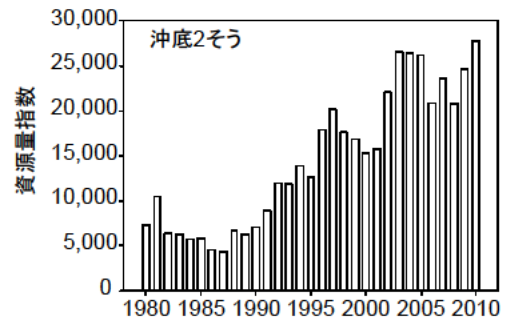
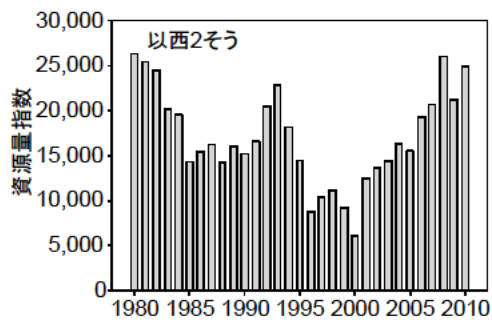


図 6. 資源量指数 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

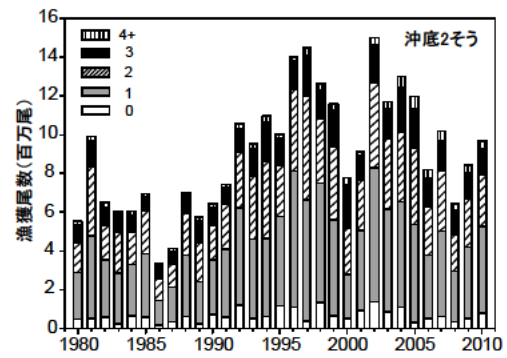
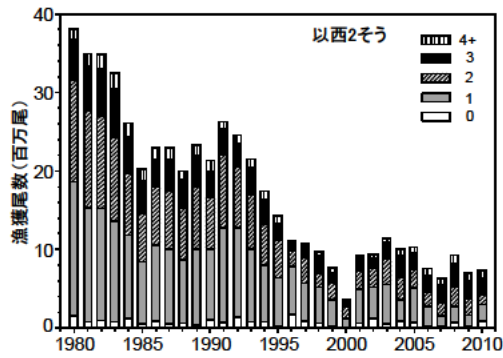


図 7. 年齢別漁獲尾数 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

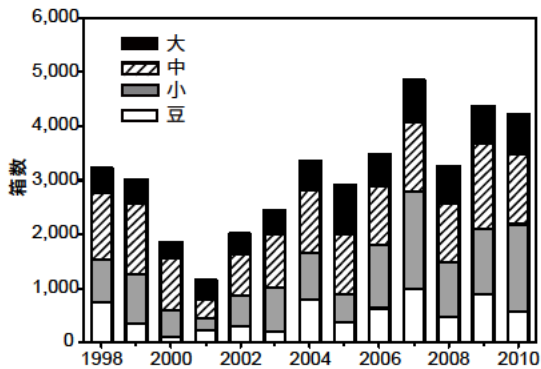


図 8. 小型底びき網漁業による銘柄別漁獲箱数 (山口県標本船)

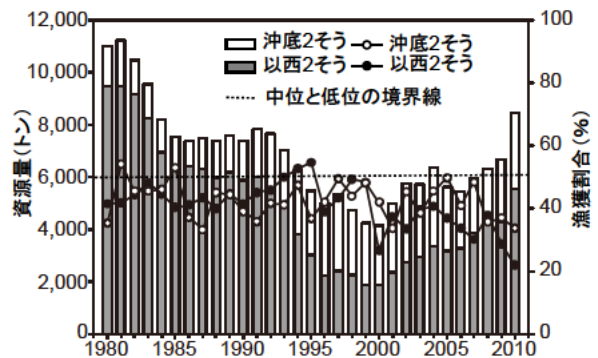


図 9. 資源量 (棒グラフ) と漁獲割合 (折れ線グラフ)

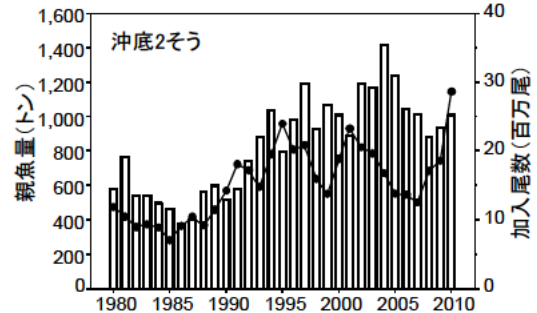
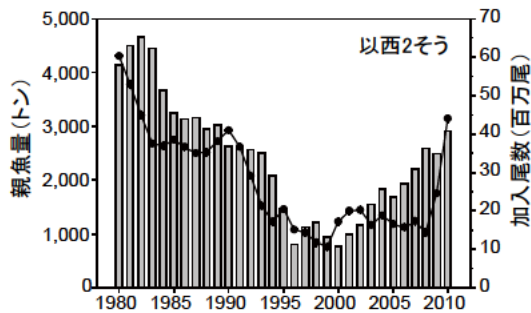


図 10. 加入量と親魚量 (棒グラフ：親魚量、折れ線グラフ：加入量；左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

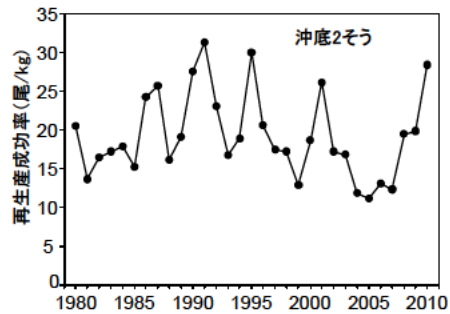
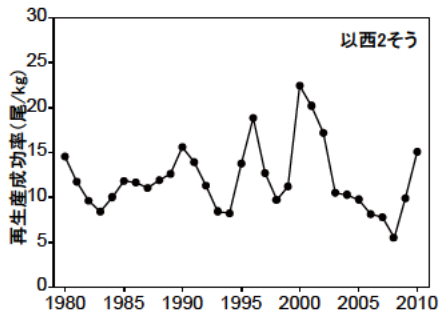


図 11. 再生産成功率 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

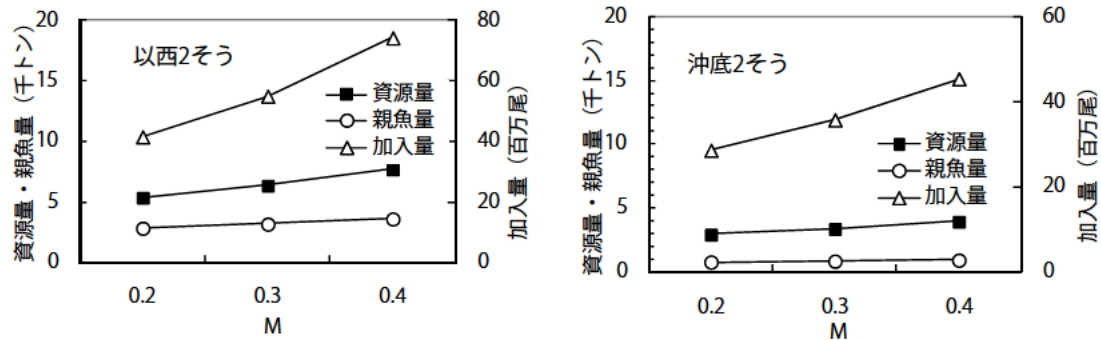


図 12. M と 2010 年資源量、親魚量、加入量の関係 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

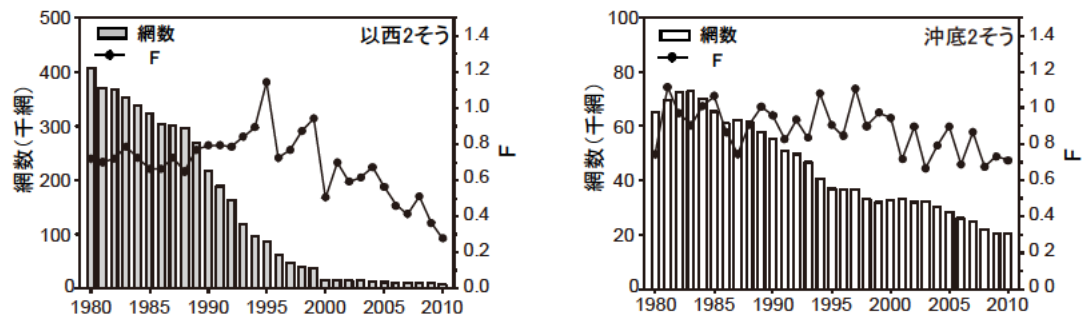


図 13. F と 網数 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

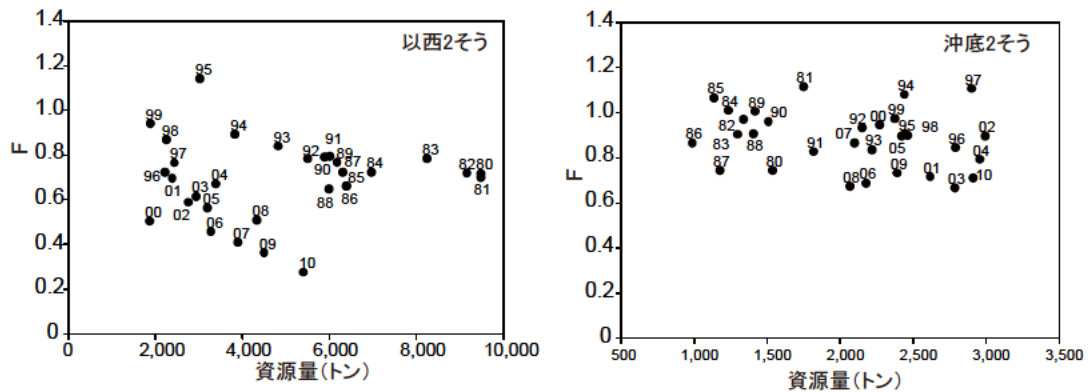


図 14. 資源量と F の関係 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

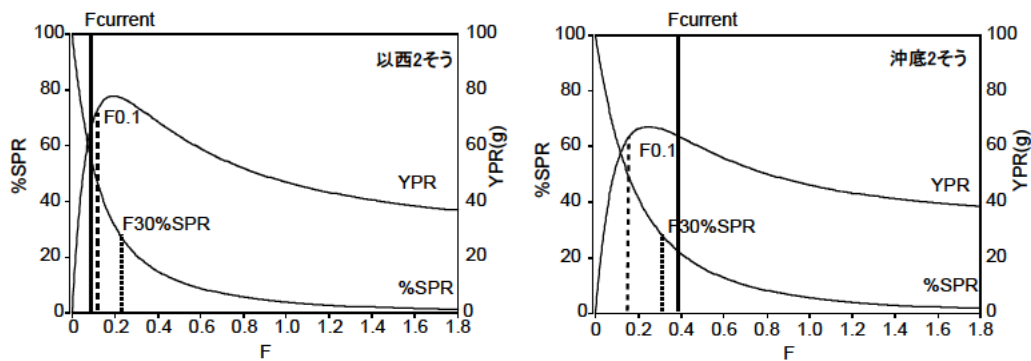


図 15. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 2008～2010 年平均)  
(左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

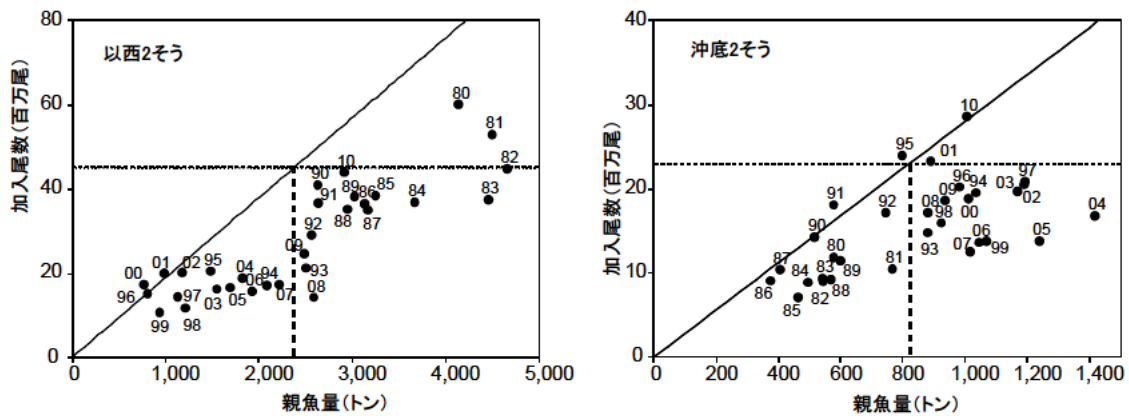


図 16. 親魚量と加入量の関係 (1980～2010 年) (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

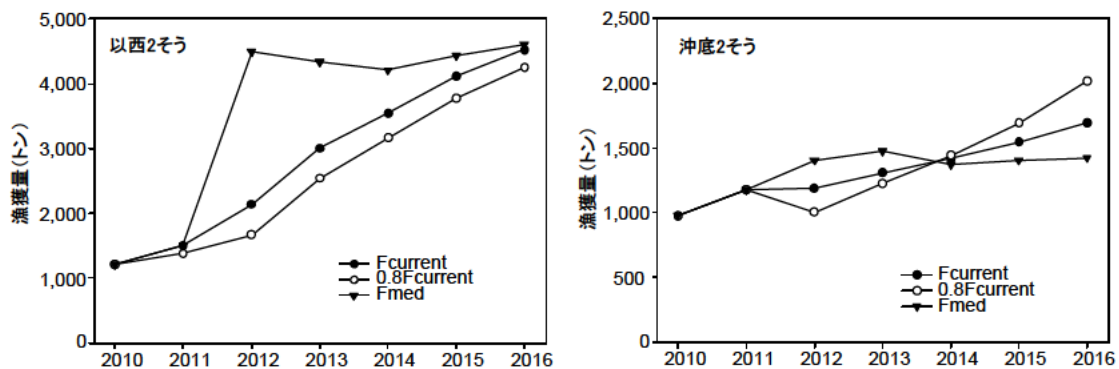


図 17. F による漁獲量の変化 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

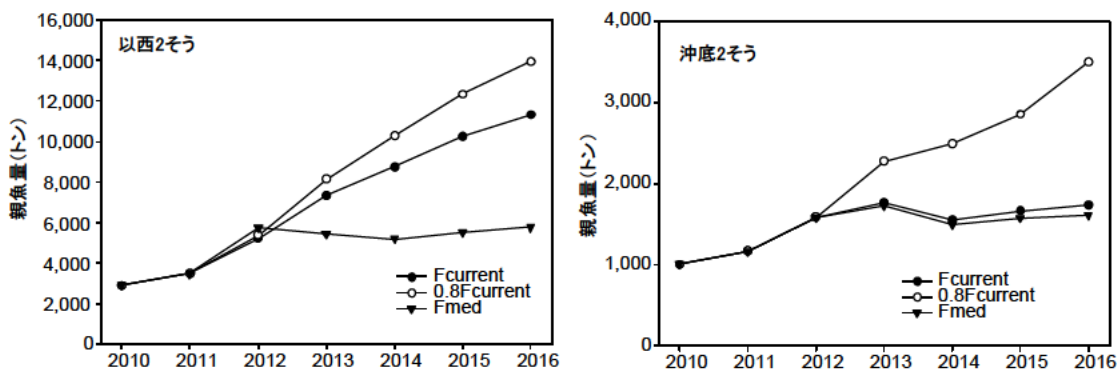
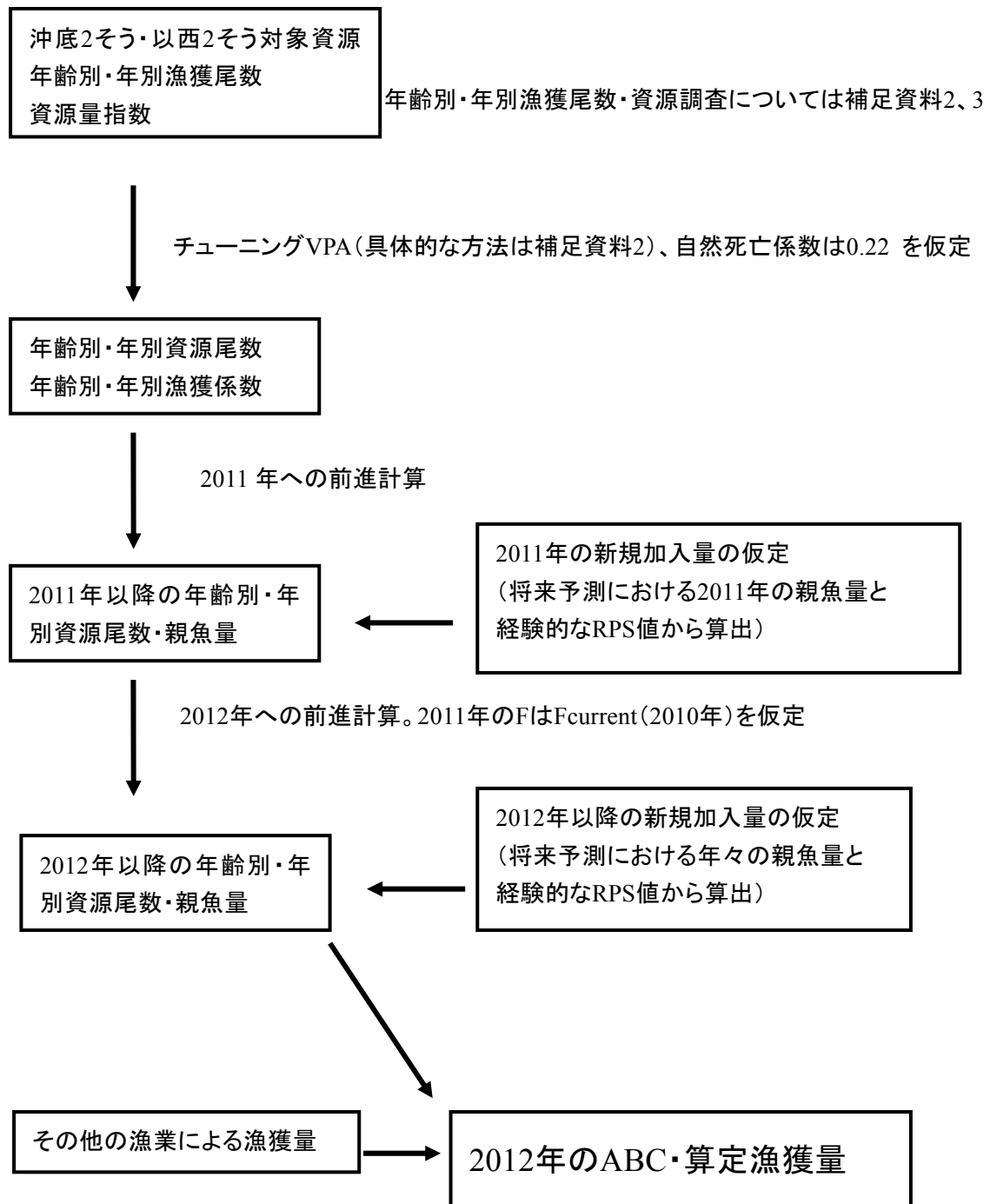


図 18. F による親魚量の変化 (左 以西 2 そう、右 沖底 2 そう)

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 2001～2010 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。2010 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 4+は 4 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    | 4+   |
|---------|------|------|------|------|------|
| 尾叉長(cm) | 10.0 | 11.2 | 17.2 | 20.9 | 24.6 |
| 体重(g)   | 30   | 41   | 140  | 245  | 390  |
| 成熟率(%)  | 0    | 0    | 50   | 100  | 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 4 歳以上と 3 歳の各年の漁獲係数  $F$  は等しいとした。

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

$$N_{4+,y+1} = N_{4+,y} \exp(-F_{4+,y} - M_{4+}) + N_{3,y} \exp(-F_{3,y} - M_3) \quad (2)$$

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

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

ここで、 $N$  は資源尾数、 $C$  は漁獲尾数、 $a$  は年齢（0～4 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 23 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（2010 年）の  $F$  はまず、0、1、2、3 歳魚の  $F$  は過去 3 年（2008～2010 年）平均値とし、3 歳魚の  $F$  は 4+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（2008～2010 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、2010 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 2）。あわせる期間は現存量推定値が得られる 2000～2010 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 3）。あわせる期間は漁獲努力量がほぼ同じ水準の 2003～2010 年とした。

$$\text{最小} \sum_{y=2000}^{2010} \{ \ln(qB) - \ln(I_y) \}^2$$

$$q = \left( \frac{\prod_{y=2000}^{2010} I_y}{\prod_{y=2000}^{2010} B_y} \right)^{\frac{1}{11}} \quad (\text{以西})$$

$$\text{最小} \sum_{y=2003}^{2010} \{ \ln(qB) - \ln(CPUE_y) \}^2$$

$$q = \left( \frac{\prod_{y=2003}^{2010} CPUE_y}{\prod_{y=2003}^{2010} B_y} \right)^{\frac{1}{8}} \quad (\text{沖底})$$

ここで、B は資源量、I は指標値（補注 3）。その結果、以西では  $F_{0,2010}=0.02$ 、 $F_{1,2010}=0.13$ 、 $F_{2,2010}=0.23$ 、 $F_{3,2010}=0.55$ 、沖底では  $F_{0,2010}=0.03$ 、 $F_{1,2010}=0.42$ 、 $F_{2,2010}=0.69$ 、 $F_{3,2010}=1.21$  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 年から入り数別漁獲箱数の情報が集計されているので、1996～2010 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。沖合底びき網漁業についても大・中・小・芝の 4 銘柄区分の漁獲統計を用い、銘柄別漁獲量は以西底びき網漁業と同様の入り数別漁獲量に対応すると仮定し、年齢別漁獲尾数を求めた。なお、昨年までは 0、1、2、3 歳以上の 4 年齢群に分けて解析を行っていたが、近年 3+歳魚の漁獲に占める割合が高く、年齢分解が不十分であったため、今年度からは 0、1、2、3、4 歳以上の 5 年齢群に分けて解析を行った。年齢

別漁獲尾数の見直しにより、高齢魚（3 歳以上）の F が高く見積もられ、その結果、資源量が控えめに見積もられた。

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（2010 年有漁漁区における資源密度指数）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  |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 現存量推定値 | 3,103 | 4,332 | 2,156 | 2,953 | 3,609 | 2762  |
| 資源密度指数 | 43.4  | 66.8  | 71.1  | 90.3  | 119.4 | 117.5 |
| 指標値    | 367   | 538   | 392   | 516   | 656   | 570   |
| 年      | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  |       |
| 現存量推定値 | 3,496 | 4,515 | 4,552 | 4,612 | 5,261 |       |
| 資源密度指数 | 118.5 | 129.3 | 165.3 | 151.0 | 189.9 |       |
| 指標値    | 644   | 764   | 868   | 834   | 999   |       |

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 | 2010 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 資源密度指数 | 51.3 | 49.3 | 53.3 | 42.1 | 49.3 | 42.1 | 53.1 | 57.9 |

### 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 km<sup>2</sup>、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。2011 年は調査を行った期間では最も多い現存量となった。

| 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  | 2011  |
| 現存量推定値（トン） | 3,496 | 4,515 | 4,552 | 4,612 | 5,261 | 7,533 |

#### 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）

| 年\年<br>齢 | 漁獲尾数（百万尾） |      |      |     |     | 漁獲量（トン） |     |       |       |     | 漁獲係数 F |      |      |      |      |
|----------|-----------|------|------|-----|-----|---------|-----|-------|-------|-----|--------|------|------|------|------|
|          | 0         | 1    | 2    | 3   | 4+  | 0       | 1   | 2     | 3     | 4+  | 0      | 1    | 2    | 3    | 4+   |
| 1980     | 1.6       | 17.0 | 13.0 | 5.1 | 1.3 | 47      | 718 | 1,509 | 1,148 | 501 | 0.03   | 0.47 | 0.82 | 1.14 | 1.14 |
| 1981     | 0.8       | 14.6 | 12.3 | 5.6 | 1.7 | 22      | 619 | 1,426 | 1,272 | 625 | 0.02   | 0.42 | 0.77 | 1.14 | 1.14 |
| 1982     | 1.0       | 14.2 | 11.9 | 5.9 | 1.9 | 29      | 599 | 1,383 | 1,331 | 713 | 0.02   | 0.47 | 0.76 | 1.18 | 1.18 |
| 1983     | 0.8       | 12.8 | 10.7 | 6.1 | 2.0 | 22      | 543 | 1,248 | 1,387 | 760 | 0.02   | 0.52 | 0.83 | 1.28 | 1.28 |
| 1984     | 1.3       | 10.6 | 7.8  | 4.7 | 1.7 | 37      | 449 | 906   | 1,053 | 654 | 0.04   | 0.51 | 0.71 | 1.18 | 1.18 |
| 1985     | 0.5       | 8.0  | 6.2  | 4.1 | 1.5 | 14      | 337 | 725   | 922   | 583 | 0.01   | 0.37 | 0.66 | 1.13 | 1.13 |
| 1986     | 0.9       | 9.8  | 7.4  | 3.5 | 1.4 | 25      | 413 | 855   | 796   | 530 | 0.03   | 0.44 | 0.72 | 1.06 | 1.06 |
| 1987     | 0.5       | 9.4  | 7.7  | 3.9 | 1.5 | 15      | 399 | 892   | 885   | 547 | 0.02   | 0.45 | 0.77 | 1.19 | 1.19 |
| 1988     | 0.6       | 8.1  | 6.6  | 3.5 | 1.2 | 16      | 344 | 764   | 797   | 466 | 0.02   | 0.39 | 0.69 | 1.07 | 1.07 |
| 1989     | 0.4       | 9.6  | 8.1  | 3.8 | 1.4 | 12      | 407 | 937   | 862   | 534 | 0.01   | 0.48 | 0.89 | 1.23 | 1.23 |
| 1990     | 1.0       | 9.0  | 6.6  | 3.4 | 1.3 | 29      | 381 | 767   | 770   | 492 | 0.03   | 0.40 | 0.75 | 1.39 | 1.39 |
| 1991     | 0.7       | 12.1 | 9.4  | 3.4 | 0.9 | 19      | 510 | 1,087 | 759   | 331 | 0.02   | 0.54 | 0.99 | 1.21 | 1.21 |
| 1992     | 1.4       | 11.2 | 7.8  | 3.1 | 1.0 | 41      | 475 | 906   | 709   | 384 | 0.06   | 0.56 | 0.84 | 1.23 | 1.23 |
| 1993     | 0.7       | 9.2  | 7.0  | 3.5 | 1.0 | 22      | 389 | 818   | 792   | 384 | 0.04   | 0.62 | 0.88 | 1.33 | 1.33 |
| 1994     | 0.8       | 7.1  | 5.5  | 3.0 | 1.0 | 22      | 302 | 636   | 686   | 367 | 0.05   | 0.66 | 0.99 | 1.39 | 1.39 |
| 1995     | 0.2       | 6.3  | 4.7  | 2.2 | 0.9 | 6       | 265 | 545   | 497   | 339 | 0.01   | 0.75 | 1.38 | 1.79 | 1.79 |
| 1996     | 1.8       | 6.1  | 2.0  | 0.9 | 0.3 | 51      | 256 | 232   | 198   | 129 | 0.14   | 0.53 | 0.58 | 1.18 | 1.18 |
| 1997     | 0.8       | 4.9  | 3.3  | 1.4 | 0.3 | 24      | 206 | 387   | 323   | 115 | 0.07   | 0.70 | 0.65 | 1.21 | 1.21 |
| 1998     | 0.5       | 4.7  | 1.7  | 2.3 | 0.5 | 16      | 198 | 196   | 522   | 177 | 0.05   | 0.65 | 0.58 | 1.53 | 1.53 |
| 1999     | 0.2       | 3.3  | 2.2  | 1.4 | 0.5 | 7       | 139 | 255   | 321   | 189 | 0.02   | 0.52 | 0.77 | 1.70 | 1.70 |
| 2000     | 0.1       | 1.2  | 1.3  | 1.0 | 0.2 | 4       | 51  | 147   | 215   | 80  | 0.01   | 0.18 | 0.40 | 0.97 | 0.97 |
| 2001     | 0.6       | 4.3  | 2.5  | 1.5 | 0.4 | 17      | 181 | 232   | 318   | 142 | 0.04   | 0.43 | 0.67 | 1.18 | 1.18 |
| 2002     | 1.3       | 3.9  | 2.4  | 1.4 | 0.4 | 37      | 157 | 261   | 298   | 163 | 0.08   | 0.33 | 0.45 | 1.05 | 1.05 |
| 2003     | 0.5       | 5.0  | 3.3  | 2.2 | 0.5 | 14      | 166 | 329   | 456   | 191 | 0.04   | 0.45 | 0.52 | 1.03 | 1.03 |
| 2004     | 0.9       | 2.7  | 2.8  | 2.8 | 0.8 | 27      | 119 | 326   | 597   | 310 | 0.05   | 0.27 | 0.53 | 1.25 | 1.25 |
| 2005     | 0.7       | 4.5  | 2.3  | 2.1 | 0.7 | 21      | 179 | 245   | 465   | 260 | 0.05   | 0.43 | 0.39 | 0.98 | 0.98 |
| 2006     | 0.2       | 2.5  | 1.9  | 2.2 | 0.8 | 6       | 90  | 224   | 487   | 293 | 0.02   | 0.24 | 0.33 | 0.86 | 0.86 |
| 2007     | 0.2       | 1.4  | 1.6  | 2.2 | 1.0 | 6       | 70  | 202   | 511   | 371 | 0.01   | 0.13 | 0.25 | 0.84 | 0.84 |
| 2008     | 0.7       | 2.1  | 2.5  | 2.9 | 1.2 | 20      | 100 | 326   | 680   | 481 | 0.05   | 0.18 | 0.39 | 0.99 | 0.99 |
| 2009     | 0.2       | 1.5  | 2.1  | 2.2 | 1.0 | 5       | 71  | 254   | 510   | 383 | 0.01   | 0.17 | 0.30 | 0.71 | 0.71 |
| 2010     | 0.9       | 2.1  | 1.3  | 2.1 | 1.0 | 26      | 87  | 187   | 509   | 406 | 0.02   | 0.13 | 0.23 | 0.55 | 0.55 |

表 4. 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)

| 年    | 資源尾数 (百万尾) |      |      |     |     | 漁獲重量<br>(トン) | 資源重量<br>(トン) | 親魚量<br>(トン) | 加入量<br>(百万尾) | 漁獲<br>割合<br>(%) | 再生産<br>成功率<br>(尾/kg) |
|------|------------|------|------|-----|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|----------------------|
|      | 0          | 1    | 2    | 3   | 4+  |              |              |             |              |                 |                      |
| 1980 | 60.2       | 50.0 | 25.5 | 8.2 | 2.1 | 3,924        | 9,476        | 4,135       | 60           | 41              | 14.6                 |
| 1981 | 52.9       | 46.9 | 25.1 | 9.0 | 2.7 | 3,964        | 9,467        | 4,496       | 53           | 42              | 11.8                 |
| 1982 | 44.8       | 41.7 | 24.6 | 9.3 | 3.0 | 4,054        | 9,150        | 4,655       | 45           | 44              | 9.6                  |
| 1983 | 37.5       | 35.1 | 20.9 | 9.3 | 3.0 | 3,959        | 8,240        | 4,453       | 37           | 48              | 8.4                  |
| 1984 | 36.9       | 29.4 | 16.8 | 7.4 | 2.7 | 3,098        | 6,953        | 3,666       | 37           | 45              | 10.1                 |
| 1985 | 38.5       | 28.4 | 14.2 | 6.6 | 2.5 | 2,580        | 6,394        | 3,251       | 38           | 40              | 11.8                 |
| 1986 | 36.6       | 30.5 | 15.8 | 5.9 | 2.4 | 2,620        | 6,392        | 3,129       | 37           | 41              | 11.7                 |
| 1987 | 35.1       | 28.6 | 15.8 | 6.2 | 2.3 | 2,740        | 6,303        | 3,162       | 35           | 43              | 11.1                 |
| 1988 | 35.2       | 27.7 | 14.6 | 5.9 | 2.1 | 2,388        | 5,985        | 2,948       | 35           | 40              | 12.0                 |
| 1989 | 38.1       | 27.8 | 15.0 | 5.9 | 2.2 | 2,751        | 6,171        | 3,021       | 38           | 45              | 12.6                 |
| 1990 | 41.0       | 30.2 | 13.8 | 4.9 | 1.9 | 2,438        | 5,893        | 2,626       | 41           | 41              | 15.6                 |
| 1991 | 36.7       | 32.0 | 16.3 | 5.2 | 1.4 | 2,706        | 6,001        | 2,638       | 37           | 45              | 13.9                 |
| 1992 | 29.0       | 28.9 | 15.0 | 4.8 | 1.6 | 2,517        | 5,493        | 2,558       | 29           | 46              | 11.4                 |
| 1993 | 21.2       | 22.0 | 13.2 | 5.2 | 1.5 | 2,405        | 4,820        | 2,506       | 21           | 50              | 8.5                  |
| 1994 | 17.2       | 16.4 | 9.5  | 4.4 | 1.4 | 2,014        | 3,827        | 2,082       | 17           | 53              | 8.2                  |
| 1995 | 20.4       | 13.1 | 6.8  | 2.9 | 1.2 | 1,652        | 3,023        | 1,481       | 20           | 55              | 13.8                 |
| 1996 | 15.2       | 16.2 | 5.0  | 1.4 | 0.5 | 867          | 2,220        | 805         | 15           | 39              | 18.8                 |
| 1997 | 14.3       | 10.6 | 7.6  | 2.2 | 0.5 | 1,054        | 2,434        | 1,126       | 14           | 43              | 12.7                 |
| 1998 | 11.8       | 10.8 | 4.2  | 3.2 | 0.6 | 1,108        | 2,251        | 1,211       | 12           | 49              | 9.7                  |
| 1999 | 10.6       | 9.0  | 4.5  | 1.9 | 0.7 | 911          | 1,884        | 937         | 11           | 48              | 11.3                 |
| 2000 | 17.3       | 8.3  | 4.3  | 1.7 | 0.4 | 497          | 1,867        | 769         | 17           | 27              | 22.4                 |
| 2001 | 20.0       | 13.7 | 5.6  | 2.3 | 0.6 | 891          | 2,378        | 988         | 20           | 37              | 20.2                 |
| 2002 | 20.2       | 15.5 | 7.2  | 2.3 | 0.7 | 917          | 2,747        | 1,175       | 20           | 33              | 17.2                 |
| 2003 | 16.3       | 15.0 | 8.9  | 3.7 | 0.8 | 1,157        | 2,930        | 1,545       | 16           | 39              | 10.5                 |
| 2004 | 18.8       | 12.6 | 7.6  | 4.2 | 1.3 | 1,378        | 3,389        | 1,824       | 19           | 41              | 10.3                 |
| 2005 | 16.5       | 14.3 | 7.7  | 3.6 | 1.3 | 1,170        | 3,179        | 1,690       | 17           | 37              | 9.8                  |
| 2006 | 15.7       | 12.7 | 7.5  | 4.2 | 1.5 | 1,099        | 3,263        | 1,925       | 16           | 34              | 8.1                  |
| 2007 | 17.3       | 12.4 | 8.0  | 4.3 | 1.9 | 1,159        | 3,856        | 2,216       | 17           | 30              | 7.8                  |
| 2008 | 14.3       | 13.7 | 8.7  | 5.0 | 2.2 | 1,606        | 4,243        | 2,589       | 14           | 38              | 5.5                  |
| 2009 | 24.6       | 10.9 | 9.1  | 4.7 | 2.1 | 1,223        | 4,271        | 2,483       | 25           | 29              | 9.9                  |
| 2010 | 44.0       | 19.6 | 7.4  | 5.4 | 2.7 | 1,215        | 5,556        | 2,911       | 44           | 22              | 15.1                 |

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<br>齢 | 漁獲尾数 (百万尾) |     |     |     |     | 漁獲量 (トン) |     |     |     |     | 漁獲係数 F |      |      |      |      |
|----------|------------|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|--------|------|------|------|------|
|          | 0          | 1   | 2   | 3   | 4+  | 0        | 1   | 2   | 3   | 4+  | 0      | 1    | 2    | 3    | 4+   |
| 1980     | 0.5        | 2.4 | 1.6 | 0.9 | 0.2 | 13       | 109 | 158 | 193 | 68  | 0.05   | 0.34 | 0.58 | 1.38 | 1.38 |
| 1981     | 0.5        | 4.3 | 3.5 | 1.3 | 0.2 | 15       | 193 | 356 | 293 | 87  | 0.06   | 0.72 | 1.27 | 1.76 | 1.76 |
| 1982     | 0.6        | 3.0 | 1.8 | 0.9 | 0.2 | 17       | 134 | 180 | 200 | 77  | 0.08   | 0.53 | 0.80 | 1.72 | 1.72 |
| 1983     | 0.2        | 2.6 | 2.1 | 0.9 | 0.2 | 7        | 118 | 214 | 196 | 55  | 0.03   | 0.56 | 0.97 | 1.48 | 1.48 |
| 1984     | 0.7        | 2.7 | 1.6 | 0.9 | 0.2 | 19       | 121 | 163 | 189 | 75  | 0.09   | 0.52 | 0.88 | 1.78 | 1.78 |
| 1985     | 0.6        | 3.3 | 2.2 | 0.8 | 0.1 | 17       | 148 | 221 | 163 | 50  | 0.10   | 0.79 | 1.17 | 1.63 | 1.63 |
| 1986     | 0.2        | 1.3 | 1.1 | 0.6 | 0.1 | 4        | 59  | 115 | 139 | 50  | 0.02   | 0.33 | 0.75 | 1.61 | 1.61 |
| 1987     | 0.4        | 1.8 | 1.2 | 0.6 | 0.1 | 10       | 81  | 124 | 134 | 41  | 0.04   | 0.32 | 0.61 | 1.37 | 1.37 |
| 1988     | 0.6        | 3.2 | 2.1 | 0.9 | 0.2 | 18       | 143 | 212 | 204 | 56  | 0.08   | 0.57 | 0.81 | 1.53 | 1.53 |
| 1989     | 0.2        | 2.2 | 2.0 | 1.1 | 0.2 | 7        | 100 | 198 | 249 | 73  | 0.02   | 0.44 | 0.89 | 1.83 | 1.83 |
| 1990     | 0.7        | 2.9 | 1.8 | 0.9 | 0.2 | 20       | 129 | 178 | 199 | 61  | 0.06   | 0.43 | 0.81 | 1.75 | 1.75 |
| 1991     | 0.6        | 3.5 | 2.4 | 0.9 | 0.1 | 17       | 157 | 237 | 190 | 49  | 0.04   | 0.44 | 0.81 | 1.42 | 1.42 |
| 1992     | 1.2        | 5.0 | 2.9 | 1.2 | 0.2 | 34       | 228 | 289 | 268 | 74  | 0.08   | 0.51 | 0.82 | 1.63 | 1.63 |
| 1993     | 0.5        | 4.1 | 3.2 | 1.4 | 0.2 | 15       | 186 | 327 | 305 | 77  | 0.04   | 0.44 | 0.75 | 1.47 | 1.47 |
| 1994     | 0.6        | 4.0 | 4.0 | 2.0 | 0.3 | 18       | 183 | 399 | 437 | 118 | 0.04   | 0.50 | 1.08 | 1.89 | 1.89 |
| 1995     | 1.2        | 4.6 | 2.7 | 1.3 | 0.3 | 34       | 208 | 268 | 291 | 96  | 0.06   | 0.41 | 0.75 | 1.66 | 1.66 |
| 1996     | 1.1        | 7.1 | 4.2 | 1.4 | 0.2 | 31       | 320 | 425 | 315 | 81  | 0.06   | 0.56 | 0.86 | 1.38 | 1.38 |
| 1997     | 0.4        | 6.3 | 5.3 | 2.1 | 0.4 | 10       | 284 | 537 | 467 | 138 | 0.02   | 0.60 | 1.19 | 1.86 | 1.86 |
| 1998     | 1.3        | 6.2 | 3.3 | 1.5 | 0.3 | 37       | 281 | 337 | 319 | 105 | 0.10   | 0.54 | 0.79 | 1.53 | 1.53 |
| 1999     | 0.7        | 4.9 | 3.8 | 1.8 | 0.3 | 20       | 222 | 385 | 400 | 114 | 0.06   | 0.63 | 0.79 | 1.70 | 1.70 |
| 2000     | 0.5        | 2.3 | 2.4 | 2.2 | 0.3 | 15       | 104 | 244 | 473 | 117 | 0.03   | 0.28 | 0.76 | 1.83 | 1.83 |
| 2001     | 0.9        | 4.1 | 2.6 | 1.2 | 0.3 | 26       | 206 | 284 | 264 | 97  | 0.05   | 0.37 | 0.61 | 1.28 | 1.28 |
| 2002     | 1.4        | 6.9 | 4.4 | 2.0 | 0.4 | 38       | 319 | 446 | 423 | 129 | 0.08   | 0.56 | 0.91 | 1.47 | 1.47 |
| 2003     | 0.9        | 5.3 | 3.6 | 1.6 | 0.4 | 24       | 234 | 348 | 336 | 127 | 0.05   | 0.48 | 0.66 | 1.07 | 1.07 |
| 2004     | 1.1        | 5.4 | 3.6 | 2.3 | 0.6 | 30       | 249 | 370 | 485 | 207 | 0.07   | 0.51 | 0.75 | 1.31 | 1.31 |
| 2005     | 0.3        | 5.1 | 3.9 | 2.0 | 0.7 | 9        | 193 | 350 | 424 | 228 | 0.03   | 0.59 | 0.90 | 1.48 | 1.48 |
| 2006     | 0.5        | 3.3 | 2.5 | 1.5 | 0.4 | 14       | 141 | 258 | 324 | 152 | 0.04   | 0.40 | 0.70 | 1.15 | 1.15 |
| 2007     | 0.6        | 4.4 | 3.1 | 1.5 | 0.5 | 18       | 189 | 302 | 323 | 183 | 0.06   | 0.61 | 0.90 | 1.38 | 1.38 |
| 2008     | 0.3        | 2.6 | 1.9 | 1.2 | 0.4 | 10       | 119 | 200 | 266 | 142 | 0.02   | 0.36 | 0.62 | 1.18 | 1.18 |
| 2009     | 0.5        | 3.7 | 2.5 | 1.3 | 0.4 | 15       | 172 | 258 | 288 | 151 | 0.03   | 0.36 | 0.75 | 1.26 | 1.26 |
| 2010     | 0.8        | 4.5 | 2.7 | 1.3 | 0.4 | 24       | 225 | 286 | 299 | 145 | 0.03   | 0.42 | 0.69 | 1.21 | 1.21 |

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    | 資源尾数 (百万尾) |      |     |     |     | 漁獲重量<br>(トン) | 資源重量<br>(トン) | 親魚量<br>(トン) | 加入量<br>(百万尾) | 漁獲<br>割合<br>(%) | 再生産<br>成功率<br>(尾/kg) |
|------|------------|------|-----|-----|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|-----------------|----------------------|
|      | 0          | 1    | 2   | 3   | 4+  |              |              |             |              |                 |                      |
| 1980 | 11.8       | 9.3  | 3.9 | 1.3 | 0.3 | 542          | 1,537        | 578         | 12           | 35              | 20.5                 |
| 1981 | 10.4       | 9.1  | 5.4 | 1.8 | 0.3 | 945          | 1,746        | 766         | 10           | 54              | 13.6                 |
| 1982 | 8.9        | 7.9  | 3.5 | 1.2 | 0.3 | 608          | 1,336        | 544         | 9            | 46              | 16.5                 |
| 1983 | 9.3        | 6.6  | 3.7 | 1.3 | 0.2 | 589          | 1,296        | 541         | 9            | 45              | 17.2                 |
| 1984 | 8.9        | 7.3  | 3.0 | 1.1 | 0.3 | 567          | 1,232        | 496         | 9            | 46              | 17.9                 |
| 1985 | 7.1        | 6.5  | 3.5 | 1.0 | 0.2 | 600          | 1,135        | 462         | 7            | 53              | 15.2                 |
| 1986 | 9.1        | 5.1  | 2.4 | 0.9 | 0.2 | 366          | 985          | 374         | 9            | 37              | 24.2                 |
| 1987 | 10.4       | 7.1  | 3.0 | 0.9 | 0.2 | 390          | 1,175        | 404         | 10           | 33              | 25.7                 |
| 1988 | 9.2        | 8.0  | 4.1 | 1.3 | 0.2 | 633          | 1,403        | 568         | 9            | 45              | 16.1                 |
| 1989 | 11.4       | 6.8  | 3.6 | 1.5 | 0.3 | 627          | 1,416        | 598         | 11           | 44              | 19.1                 |
| 1990 | 14.3       | 8.9  | 3.5 | 1.2 | 0.2 | 588          | 1,506        | 517         | 14           | 39              | 27.6                 |
| 1991 | 18.1       | 10.8 | 4.7 | 1.3 | 0.2 | 651          | 1,818        | 577         | 18           | 36              | 31.3                 |
| 1992 | 17.2       | 14.0 | 5.6 | 1.7 | 0.3 | 894          | 2,150        | 744         | 17           | 42              | 23.1                 |
| 1993 | 14.8       | 12.7 | 6.7 | 2.0 | 0.3 | 911          | 2,216        | 879         | 15           | 41              | 16.8                 |
| 1994 | 19.5       | 11.4 | 6.6 | 2.5 | 0.4 | 1,155        | 2,438        | 1,035       | 20           | 47              | 18.9                 |
| 1995 | 23.9       | 15.1 | 5.5 | 1.8 | 0.4 | 897          | 2,445        | 797         | 24           | 37              | 30.0                 |
| 1996 | 20.2       | 18.2 | 8.0 | 2.1 | 0.3 | 1,172        | 2,788        | 981         | 20           | 42              | 20.6                 |
| 1997 | 20.8       | 15.3 | 8.3 | 2.7 | 0.5 | 1,436        | 2,900        | 1,193       | 21           | 50              | 17.5                 |
| 1998 | 15.9       | 16.4 | 6.7 | 2.0 | 0.4 | 1,078        | 2,459        | 924         | 16           | 44              | 17.2                 |
| 1999 | 13.7       | 11.6 | 7.7 | 2.4 | 0.4 | 1,141        | 2,373        | 1,068       | 14           | 48              | 12.9                 |
| 2000 | 18.8       | 10.4 | 5.0 | 2.8 | 0.4 | 953          | 2,270        | 1,010       | 19           | 42              | 18.7                 |
| 2001 | 23.3       | 14.6 | 6.3 | 1.9 | 0.4 | 877          | 2,615        | 889         | 23           | 34              | 26.2                 |
| 2002 | 20.5       | 17.8 | 8.1 | 2.8 | 0.5 | 1,355        | 2,992        | 1,189       | 20           | 45              | 17.2                 |
| 2003 | 19.6       | 15.2 | 8.2 | 2.6 | 0.6 | 1,070        | 2,785        | 1,168       | 20           | 38              | 16.8                 |
| 2004 | 16.8       | 15.0 | 7.5 | 3.4 | 0.9 | 1,341        | 2,954        | 1,416       | 17           | 45              | 11.8                 |
| 2005 | 13.8       | 12.5 | 7.2 | 2.9 | 0.9 | 1,204        | 2,421        | 1,238       | 14           | 50              | 11.2                 |
| 2006 | 13.6       | 10.8 | 5.5 | 2.3 | 0.7 | 890          | 2,177        | 1,045       | 14           | 41              | 13.0                 |
| 2007 | 12.5       | 10.5 | 5.8 | 2.2 | 0.8 | 1,014        | 2,097        | 1,015       | 13           | 48              | 12.3                 |
| 2008 | 17.1       | 9.5  | 4.6 | 1.9 | 0.6 | 736          | 2,066        | 880         | 17           | 36              | 19.5                 |
| 2009 | 18.6       | 13.4 | 5.3 | 2.0 | 0.6 | 884          | 2,391        | 936         | 19           | 37              | 19.8                 |
| 2010 | 28.6       | 14.5 | 6.0 | 2.0 | 0.6 | 979          | 2,910        | 1,005       | 29           | 34              | 28.4                 |