

## 平成 26 (2014) 年度キチジ太平洋北部の資源評価

責任担当水研：東北区水産研究所（服部 努、伊藤正木、成松庸二、柴田泰宙、永尾次郎）  
 参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

## 要 約

キチジ太平洋北部の資源量は、着底トロール調査により推定されており、2014 年は 7,986 トンであった。資源量推定値の推移から中位水準にあると考えられる。また、近年の資源量推定値は横ばいとなっており、資源動向は横ばい傾向と考えられる。加入の少ない年が続き、高齢魚の割合が増加しており、2005 年以降の資源尾数に減少傾向が認められるため、今後の資源動向を注視する必要がある。本報告では、ABC 算定のための基本規則 1-3)-(2)に基づき、 $F_{limit}=1.0F40\%SPR$  とし、不確実性を考慮して安全率  $\alpha$  を 0.8 とし、 $F_{target}=F_{limit}\times 0.8$  とした。

	2015 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC <sub>limit</sub>	370 トン	1.0F40%SPR	0.06	5.3%
ABC <sub>target</sub>	300 トン	0.8・1.0F40%SPR	0.05	4.3%

ABCは10トン未満を四捨五入した値。

年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合
2012	7,659	534	0.08	7.0%
2013	7,605	398	0.06	5.2%
2014	7,986	—	—	—

年は暦年、資源量は漁獲対象資源量、2013年の漁獲量は暫定値

水準：中位      動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量 ・確定値  ・暫定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、1975～2012年の沖底） 青森～茨城(5)県の農林統計（農林水産省、1975～2005年の沖底以外） 主要港水揚げ量（青森～茨城(5)県、2006～2013年の沖底以外） 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、2013年の沖底）
努力量（網数）、CPUE ・確定値 ・暫定値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、1972～2012年の沖底） 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、2013年の沖底）
漁獲物の体長組成	生物情報収集調査（水研セ、青森～宮城(3)県）
資源量、年齢別資源尾数、 資源の体長組成、再生産成功率	底魚類資源量調査（水研セ） ・着底トロール（トロール網の採集効率にLogistic式を仮定）
自然死亡係数(M)	年あたり $M=2.5/寿命$ （田中 1960） $=2.5/20=0.125$ を仮定

## 1. まえがき

キチジは、東北地方や北海道ではメヌケ類とともに「赤もの」と称され、総菜魚として珍重されている。さらに、魚価も高いため、漁獲対象として重要なものの1つである。しかし、長期的な漁獲量やCPUEの動向から、1990年代には資源は低位水準にあると考えられてきた。そのため、太平洋北部（沖合底びき網漁業の太平洋北区に相当し、北海道太平洋側を含まない東北地方太平洋岸沖の海域を指す）のキチジは、水産庁により平成13年度から実施された「資源回復計画」の対象魚種となり、平成15年からは保護区の設定によりサメガレイとともに資源回復が図られてきた。資源回復計画は平成23年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成24年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。このような状況の中、キチジ資源に対する資源評価の精度向上が求められている。そのため、トロールによる資源量調査を導入して資源量の動向を経年的に把握するとともに、年齢査定による年齢別資源尾数の推定等、資源評価の精度向上に努めている。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

キチジは、駿河湾以北の本州および北海道・千島列島の太平洋岸沖、オホーツク海、ベーリング海に広く分布する。我が国周辺では、銚子以北の太平洋岸沖とオホーツク海で漁獲されるが、東北地方では常磐以北での漁獲が多い。

太平洋北部では、キチジは水深350～1,300m付近の深海域に生息しているが（図1）、水深500～800mで分布密度が最も高く、海底谷等の地形が複雑な場所に多い（北川ほか1995）。太平洋北部では回遊に関する研究は行われていないが、オホーツク海の北見大和堆で放流した個体の一部が太平洋側で再捕されたことが報告されている（木下ほか1999）。しかし、北海道を含む太平洋岸沖のキチジの系群構造は明らかにされていない。

### (2) 年齢・成長

大型魚（体長25cm以上）では耳石縁辺部が透明化し、輪紋をうまく判別できないため、成長は十分に解明されていない。体長20cm程度までは雌雄間で成長にほとんど差がない

ことが報告されている(服部 1998)。また、資源が増加した近年には、小型魚の成長が以前に比べて悪くなったことが報告されている(濱津・服部 2003、Hattori et al. 2007)。ここでは、2011年の標本から得られた成長式(秋季のトロール調査の標本を耳石により年齢査定)と、体長-体重の関係式(岩手水技セ・後藤氏 私信)を下記に示す(図2)。

$$SL = 320 \left( 1 - e^{-0.0438(t+3.433)} \right), BW = 1.867 \times 10^{-5} \times SL^{3.068}$$

ここでSLは標準体長(mm)、BWは体重(g)、年齢(t)の起算日は4月1日である。

キチジの成長は個体差が大きい、平均的には1歳で体長5.6cm、2歳で6.8cm、3歳で7.9cm、4歳で8.9cm、5歳で9.9cm、6歳で10.8cmと非常に遅く、体長20cmに達するのに10年以上もかかり、最大で体長30cm程度となる。なお、寿命については、飼育下で全長20cm程度の個体が9年後に全長27~28cmとなったことから(國廣 1995)、20歳程度に達するものと考えられる。

### (3) 成熟・産卵

キチジの成熟体長は海域で異なるといわれていたが(三河・伊藤 1981)、組織学的観察により再検討した結果、近年の成熟体長には海域間による差は認められず、雌の50%成熟体長は15cmで、体長18cmでほとんどの個体が成熟していること(図3、服部ほか 2006)、雄の50%成熟体長は9cmであること(濱津・服部 2004)が明らかとなった。2011年の年齢-体長関係に基づき年齢別成熟割合を調べると、雌では10歳で11%、11歳で35%、12歳で69%、16歳以上で100%、雄では4歳で0%、5歳以上で100%が成熟していた。しかし、キチジでは年級群による成長差が大きいため、年齢別成熟割合に年変化があると推測される。

産卵期は1~4月で、平均卵径1mm強の楕円形の卵を1万~15万粒産出する(三河・伊藤 1981)。また、1産卵期に2回の産卵を行うとの報告がある(Koya et al. 1995、國廣 1996、濱津・服部 2004)。4月に行われた調査では成魚の集群が認められなかったことから、産卵場は分布域全体に及んでいる可能性が高い(濱津・服部 2002)。卵は浮遊性でゼラチン質のひも状卵嚢に包まれた状態で産み出され(深滝 1963、Koya and Matsubara 1995)、稚魚ネット等により表層で採集される。天然の仔稚魚の生態については不明であるが、仔稚魚は中層に生息すると考えられる(服部 1998)。

### (4) 被捕食関係

キチジは主にエビ類、オキアミ類、クモヒトデ類、端脚類、多毛類および魚類を摂餌する(三河 1952、東北水研八戸支所 1956、後藤 2004)。被食については、体長10cm以下のキチジが体長30cm以上のマダラに捕食されていた例がある(橋本 1974)。また、アブラガレイによる被食も知られているが(東北水研八戸支所 未発表資料)、現在の太平洋北部ではアブラガレイの漁獲量は少ないため、キチジ資源への捕食圧は小さいと考えられる。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

太平洋北部では、キチジは主に沖合底びき網漁業（以下、沖底）で漁獲されるほか、小型底びき網漁業（以下、小底）、底延縄、底刺網でも漁獲されるが、沖底以外の漁獲量は少ない。沖底では様々な魚種を漁獲対象とするため、それぞれの資源状態により漁獲の主対象が変化する。1990年代以降、沖底船は9～12月にスルメイカを狙って操業することが多く、スルメイカより深場に生息するキチジに対する漁獲圧は弱まっていたと考えられる。しかし、震災後の2011年以降、加工場の減少やマダラの水揚げ制限等により、鮮魚として出荷できるキチジ狙いの操業が増加している。

現在、太平洋北部で行われる沖底の漁法には3種類があり、尻屋崎海区ではかけ廻し、岩手海区では2そう曳き（一部、かけ廻し）、金華山海区以南ではトロールにより操業が行われている（小海区の区分は図4参照）。いずれの海区においてもキチジは重要な漁獲対象となっており、後述するトロール調査結果（補足資料3）においてもキチジの分布が海域全体に広がっていることが示されている。

#### (2) 漁獲量の推移

キチジの全漁業種別を合わせた漁獲量は1975年から1985年にかけて急激に減少し、その後、やや横ばいとなったものの、1997年まで再び減少の一途をたどった（表1、図5）。しかし、近年、キチジの漁獲量はやや増加している。漁業種別別の漁獲量をみると、沖底の漁獲量は1970年代には2,000トン前後と多かったものの、その後減少傾向が続き、1997年には229トンと過去最低となった。小底の漁獲量も急激な減少を示し、1997年には7トンと極めて低い値となった。その後、沖底による漁獲量は増加し、2003～2010年には500トン前後で推移した。2011年には東日本大震災の影響で漁獲量は全漁業種合計で417トン、沖底で390トンまで減少したが、2012年には全漁業種合計で534トン、沖底で524トンと震災前の水準まで回復した。しかし、2013年には再び減少し、全漁業種合計で398トン、沖底で361トン（暫定値）となった。

沖底の小海別漁獲量をみると、1998年以降の漁獲量の増大は金華山海区および常磐海区での漁獲量の増加によるものであるが、震災以降、操業自粛のために常磐海区の漁獲量が激減し、2012年には岩手海区および金華山海区の漁獲量が増加した（表2）。2013年の両海区の漁獲量は減少したものの、震災前と比べて高い値となっている。

#### (3) 漁獲努力量

近年のかけ廻しと2そう曳きの漁獲努力量（キチジの入網した網数）は低い水準にある（図6）。金華山海区以南のトロールの漁獲努力量は、増減を繰り返しながらも1996年まで減少傾向にあったが、1997年以降に一旦増加に転じた。しかし、2005年以降には再び減少傾向を示し、その後、東日本大震災の影響で2011年に3,500網と大幅に減少し、2013年も2,800網と低い水準に留まっている。なかでも、常磐・房総海区の漁獲努力量は低い水準となっており（表3）、その原因として福島県船が操業自粛していることおよび宮城県船が金華山海区主体に操業していることが考えられる。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

2013年の秋季にトロール網による底魚類資源量調査を実施し（水深150～900m、計113地点）、面積－密度法により資源量を推定した。その詳細については、服部ほか(2006, 2013)に述べられている（補足資料2～4）。調査海域は青森県～茨城県沖で、太平洋北部のキチジの分布範囲をカバーできている（補足資料3）。

Logistic式による採集効率（図7、平成21年度の報告を参照）を用い、秋季の年齢別資源尾数を求めた（補足資料4の補足表2-5）。体長と採集効率の関係式を下記に示す（SLは標準体長、単位はmm）。

$$Net\ efficiency = \frac{0.738}{1 + 1,525 \times e^{(-0.0824 \times SL)}}$$

自然死亡係数の算定には、寿命を20歳として田内・田中の式（田中1960）を用いた（ $M=2.5/20=0.125$ ）。各年のF（後述する資源と漁獲物の体長組成が類似しているため、漁獲率＝漁獲割合を仮定）およびMを用い、秋季の年齢別資源尾数から2ヶ月分の漁獲および自然死亡分を引いて翌年1月時点の資源尾数を求めた（補足資料3の補足図2、補足資料4の補足表2-7）。なお、漁獲物の体長組成から1歳魚の漁獲は少ないと考えられることから、漁獲対象資源は2歳魚（2歳9ヶ月）以上とした。各年の各年齢における平均体長から体長－体重関係を用いて平均体重を求め、それを乗じて資源重量を求めた（補足資料4の補足表2-8）。なお、冬期の成長は悪いと考えられることから（服部1998）、体長は10～11月時点のものを翌年のものとみなせると仮定した。

なお、平成21年度の資源評価において、VPAによる資源量推定の可能性を検討したが、過去の高齢魚のFが高くなる問題点が認められた。その原因として、年齢査定が困難なプラスグループ（9歳以上）に複数の年級群が含まれ、近年のプラスグループの漁獲尾数が増加していることがあげられる。そのため、キチジ太平洋北部では、VPAによる資源量推定は困難であり、現状では面積－密度法により資源量推定を実施するのが最良と判断した。

##### (2) CPUEの推移

キチジは主に沖底により漁獲され、沖底のCPUEはキチジの資源動向を長期的に判断できる指標である。CPUEの変化をみると、いずれの小海区・漁法においても1990年代にかけてCPUEは減少傾向にあったが、その後のCPUEはほとんどの小海区で増加傾向に転じた（表4）。漁業種類別にみても、全ての漁法で近年のCPUEは増加しており（図8）、2011年以降のCPUEの増加は岩手海区の2そう曳きおよび金華山海区以南のトロールで顕著であった。異なる3つの漁法のCPUEを統合して太平洋北部全体の指標値を得るため、各年の漁法ごとのCPUEを漁法ごとのCPUEの平均値で除し、各々の漁獲量に乗じたものを合計し、その年の合計漁獲量で除したものを重み付けCPUEとして求めたところ、重み付けCPUEも2011年以降に急増していた（補足資料5）。しかし、2011年以降は、東日本大震災の影響により福島県沖で操業できないなど、操業実態が変化していると考えられる。

キチジのような寿命が長い資源では、急激な資源の増加は考えにくいいため、2011年以降のCPUEは資源の動向を示していない可能性が高いと判断した。

### (3) 漁獲物の体長組成

2013年の漁獲物の体長組成をみると(図9)、体長8cm程度(3歳魚)から漁獲対象となっていた。体長15cm以上の成魚と考えられる個体が多く漁獲されていたが、体長25cm以上の個体は少なく、体長30cmを超える個体はほとんど漁獲されていなかった。

### (4) 資源量と漁獲割合の推移

着底トロールの面積-密度法から推定した資源量の推移から、資源量は2000年代に増加したと考えられる(図10)。この増加は豊度が高かった1999~2002年級群の成長によるものであるが(補足資料3の補足図2)、その後は加入の少ない年が続いており(補足資料4の補足表2-7、補足資料6)、近年、資源量の増加は頭打ちとなっている。また、2005年以降の資源尾数には減少傾向が認められ、特に4歳魚以下の若齢魚の資源尾数は急激に減少している(図11)。一方、2000年代の漁獲割合は10%前後で推移していたが、震災年の2011年には4.5%に低下し、2012年には7.0%、2013年には5.2%となった。

再生産成功率(RPS)は、1999~2002年級群で高くなっており、これらの年級群の生残が良かったと考えられた(図12)。このことから、2000年代の資源量の増加は主に1999~2002年級の生残率の上昇による加入量の増加によるものと推定された。この1999~2002年にはアリューシャン低気圧の北偏に伴う移行域のクロロフィルフロント(表面クロロフィルa濃度が0.2 $\mu$ Lの海域)の北偏が起こり(Bograd et al. 2004)、その4年間にはアカイカのCPUEが低かったことが報告されている(Ichii et al. 2006)。そのため、海洋環境がキチジの加入量に影響している可能性も考えられる。一方、2004年級群以降のRPSは低い状態が続いており、親魚量が増加しているにも関わらず、加入量の少ない年級群が続いている(補足資料6の補足図4、5)。しかし、2013年の調査では、2012年級群の1歳魚がやや多いと推測され(補足資料3の補足図2)、2歳魚時点でのどの程度の加入があるかを注視していく必要がある。

キチジ類は孵化後1年以上にわたり海底から離れた遊泳生活を送ることが明らかとなっており(Moser 1974)、生活史初期、特に卵~遊泳期における生息環境の変化が生残に大きく影響している可能性がある。また、豊度が高かった1999~2002年級群では成長率の低下が観察されており(濱津・服部 2006、Hattori et al. 2007)、それ以降の年級群でも成長が悪くなっている。

### (5) 資源の水準・動向

平成24年度までの評価では、各海域のCPUEの変動を基にして資源水準を判断していた。しかし、平成25年度には、2011年以降のCPUEの急増に対し、震災以降のCPUEは資源動向を反映していない可能性が高いと判断し、2010年の重み付けCPUE(相対値)と区分基準の比を2010年の資源量に乗じたものを資源量の高位水準と中位水準、中位水準と低位水準の区分基準とした(補足資料5)。今年度の評価でも、平成25年度と同じ基準を用い、資源量推定値の推移から資源状態を判断した(図13)。その結果、現在の太平洋北部全体の資源

は中位水準にあると判断され、資源量推定値が過去5年では横ばい傾向にあることから、資源の動向は横ばい傾向と判断される。

#### (6) 資源と漁獲の関係

YPR および SPR の式を用い、YPR および%SPR を求めた (図 14)。キチジでは成長が年々悪くなっているため、成長に関するパラメータを 2011 年時点の成長式および体長-体重関係から求め、漁獲開始年齢を 3 歳、加入年齢を 1 歳 6 ヶ月 (1.5 歳)、成熟年齢を 12 歳、寿命を 20 歳とした。

本報告では、漁獲量と資源量推定値を用いて漁獲率を重量ベースで求め、 $F_{current}$  を 2012~2013 年の平均の  $F(F_{2012-2013})$  とした。図 14 から判断すると、 $F_{current}(0.067)$  は  $F_{max}$  および  $F_{0.1}$  を下回っていた。また、 $F_{current}$  は  $F_{30\%SPR}(0.077)$  より小さく、 $F_{40\%SPR}(0.058)$  より大きな値であった。

### 5. 2015 年 ABC の算定

#### (1) 資源評価のまとめ

太平洋北部のキチジ資源は長期的に減少してきたが、2000 年代の資源量には増加傾向が認められる。これは、1999~2002 年級群の加入量が高い RPS により増加し、この豊度の高い年級群が成長したことによる。一方、資源量推定値の推移から判断した結果、キチジの資源は中位水準まで回復したと判断されるが、近年、資源量の増加は頭打ちとなっている。加入の少ない年が続いており、2005 年以降の資源尾数には減少傾向が認められることから、良好な加入がない場合、資源量は減少傾向に転じる可能性が高いと考えられる。

#### (2) ABC の算定

2015 年 1 月時点の資源量は、以下の方法で推定した。震災後の沖底の漁獲成績報告書の値には試験操業分が一部しか含まれていないので、これを加算するため、2012~2013 年の平均の  $F$  として求めた  $F_{current}(0.067)$  に 1.017 (補足資料 7 を参照) を乗じて  $F_{2014}$  を推定した。 $M$  を 0.125 とすると、2014 年の年間生残率は 0.824 となる。この値を 2014 年 1 月時点の年齢別資源尾数 (補足資料 4 の補足表 2-7) に乗じ、2015 年 1 月時点の 3 歳魚以上の資源尾数を求めた。

年齢別資源尾数の推移から、1 歳魚から翌年の 2 歳魚になる際の比率を求めると、2010 年以降の比率は 2.373~3.347、平均値は 2.909 となる (補足資料 4 の補足表 2-1)。このことは、1 歳魚の採集効率が 2 歳魚以上よりかなり低いことを示している。そこで、2015 年 1 月の 2 歳魚の資源尾数は 2014 年 1 月の 1 歳魚の資源尾数に 2.909 を乗じて求めた。なお、キチジの漁獲開始年齢は 3 歳程度であり、福島県船の試験操業の影響は小さいと考えられるため、この計算ではその影響を加味していない。また、冬期の成長は悪いと考えられることから (服部 1998)、年齢別の平均体重は 10~11 月時点のものを翌年のものとみなせると仮定し、2015 年の平均体重は 2013 年秋季と同様と仮定した。

以上の方法により資源量を推定した結果、2015 年の資源量は 6,970 トンと減少し、資源尾数も 70,775 千尾に減少すると推定された (2014 年の資源量は 7,986 トン、資源尾数は

75,278 千尾)。

本報告では、今後、漁獲を抑えることで親魚量の増加を図ることを資源管理目標とした。また、キチジは成長が遅く、成熟年齢が高齢であるため、管理基準値として F40%SPR を採用した。基本規則 1-3)-(2)に基づいて、資源水準・動向が中位・横ばいと判断されたため  $\beta_1=1.0$  として  $F_{limit}=1.0F40\%SPR$ 、不確実性を考慮して安全率  $\alpha$  を 0.8 として  $F_{target}=F_{limit}\times 0.8$  とし、次式により許容漁獲率  $E_{limit}$  および  $E_{target}$  を求めた。

$F_{limit}=1.0F40\%SPR=0.058$  とし、 $E=F/(F+M)\times(1-e^{-(F+M)})$  より  $E_{limit}=0.053$  となる ( $M=0.125$ )。同様に、 $F_{target}=F_{limit}\times 0.8$  とすると、 $F_{target}=0.046$  となり、 $E_{target}=0.043$  となる。

ABC $_{limit}$  は資源量 $\times E_{limit}$ 、ABC $_{target}$  は資源量 $\times E_{target}$  として計算した結果 (漁獲率=漁獲割合を仮定)、2015 年の資源量に対して計算される ABC $_{limit}$  は 371 トン、ABC $_{target}$  は 298 トンとなる。

	2015 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC $_{limit}$	370 トン	1.0F40%SPR	0.06	5.3%
ABC $_{target}$	300 トン	0.8・1.0F40%SPR	0.05	4.3%

ABCは10トン未満を四捨五入した値。

将来の加入量予測に不確実性が大きいこと、年齢別資源尾数の推定に問題点が残ることから、異なる F に対応した資源量および漁獲量の予測を行うことは困難である。資源量推定手法の改善を行った後、分析を行う必要がある。

### (3) 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
2012年沖底漁獲量およびCPUEの確定値	2012年沖底漁獲量およびCPUEの確定
2013年秋季の資源量の確定値	2013年秋季の資源量の確定
2013年沖底漁獲量およびCPUEの暫定値	2013年沖底漁獲量およびCPUEの暫定値の追加
F40%SPRの値	値が間違っていたため、0.059から0.058に修正

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量	ABC $_{limit}$	ABC $_{target}$	漁獲量
2013年 (当初)	1.0F40%SPR	0.059	8,175	440	350	
2013年 (2013年再評価)	1.0F40%SPR	0.059	7,581	410	330	
2013年 (2014年再評価)	1.0F40%SPR	0.058	7,605	430	340	398
2014年 (当初)	1.0F40%SPR	0.059	7,001	380	300	
2014年 (2014年再評価)	1.0F40%SPR	0.058	7,986	400	330	

2013年の漁獲量は暫定値、量の単位はトン、ABCは10トン未満を四捨五入した値。

当初と翌年の再評価時の資源量を比較した際、両年ともに資源量が増加しているのは、翌年にトロール調査による資源量の確定値が得られるためである。翌々年には、秋季の確

定値から翌年1月の資源量を求める際の漁獲量が確定するため、資源量が若干変化する。今年度の評価において、小数点の丸め方が間違っていたため、F40%SPRが0.059ではなく、0.058であることが判明した。その修正により、2014年再評価のABCが影響を受けた。

## 6. ABC以外の管理方策への提言

キチジの場合、小型魚の魚価は安く、取り残して成長させれば単価が急激に上昇する。体長15cm以下の小型魚は魚価が安く、これらを保護することにより親魚量が増加し、その後の加入量の増加も期待できるため、漁獲開始年齢の引き上げはキチジの資源管理に有効な方策と考えられる(Noranarttragoon et al. 2011)。

## 7. 引用文献

- Bograd, S. J., D. G. Foley, F. B. Schwing, C. Wilson, R. M. Laurs, J. J. Polovina, E. A. Howell and R. E. Brainard (2004) On the seasonal and interannual migrations of the transition zone chlorophyll front. *Geophys. Res. Lett.*, 31, L17204.
- 深滝 弘 (1963) 太平洋北西部から採集されたキチジの浮性卵囊. 日水研報告, 11, 91-100.
- 後藤友明 (2004) 岩手県沖合域に生息するキチジ *Sebastolobus macrochir* の年齢、成長、成熟および食性. 岩手水技セ研報, 4, 39-47.
- 橋本良平 (1974) 東北海区漁場におけるマダラの食性と生息水深の変動に関する研究. 東北水研研報, 33, 51-66.
- 服部 努 (1998) 東北太平洋岸沖におけるキチジの年齢と成長. GSK 底魚部会報, 1, 3-10.
- 服部 努・成松庸二・伊藤正木・上田祐司・北川大二 (2006) 東北海域におけるキチジの資源量と再生産成功率の経年変化. 日水誌, 72, 374-381.
- Hattori, T., Y. Narimatsu, M. Ito, Y. Ueda, K. Fujiwara and D. Kitagawa (2007) Growth changes in bighead thornyhead *Sebastolobus macrochir* off the Pacific coast of northern Honshu, Japan. *Fish. Sci.*, 73, 341-347.
- 服部 努・成松庸二・伊藤正木・稲川 亮・矢野寿和 (2013) 2012年の底魚類現存量調査の結果. マダラの増加とズワイガニの減少. 東北底魚研究, 33, 71-80.
- 濱津友紀・服部 努 (2002) キチジ (太平洋北海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-17.
- 濱津友紀・服部 努 (2003) キチジ (太平洋北海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-19.
- 濱津友紀・服部 努 (2004) キチジ (太平洋北海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-21.
- 濱津友紀・服部 努 (2006) キチジ (太平洋北海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書, 12-21.
- Ichii, T., K. Mahapatra, M. Sakai and D. Inagake (2006) Long-term changes in the stock abundance of neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in relation to climate change, the squid fishery, and interspecies interactions in the north Pacific. The role of squid in open ocean ecosystems, 16-17 November 2006, Hawaii, USA, 31-32.
- 木下貴裕・國廣靖志・多部田 修 (1999) 標識放流に基づくオホーツク海南部におけるキ

- チジの回遊. 日水誌, 65, 73-77.
- 北川大二・橋本 惇・上野康弘・石田享一・岩切 潤 (1995) 三陸沖深海域におけるキチジの分布特性. 海洋科学技術センター試験研究報告, 107-117.
- Koya, Y. and T. Matsubara (1995) Ultrastructural observations on the inner ovarian epithelia of kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir* with special reference to the production of gelatinous material surrounding the eggs. Bull. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst., 59, 1-17.
- Koya, Y., T. Hamatsu and T. Matsubara (1995) Annual reproductive cycle and spawning characteristics of female kichiji rockfish *Sebastolobus macrochir*. Fish. Sci., 61, 203-208.
- 國廣靖志 (1995) オホーツク海のキチジの漁業と生態. その2. 北水試だより, 29, 14-22.
- 國廣靖志 (1996) オホーツク海で獲れた産卵中のキチジ (短報). 北水試研報, 48, 27-29.
- 三河正男 (1952) 東北海区における底魚類の消化系と食性について. 第1報キチジ. 東北水研研報, 1, 20-24.
- 三河正男・伊藤勝千代 (1981) キチジの成熟と産卵について. GSK 北日本底魚部会報, 16, 42-52.
- Moser, H. G. (1974) Development and distribution of larvae and juveniles of *Sebastolobus* (Pisces; Family Scorpaenidae). Fish. Bull., 72, 865-884.
- Noranarttragoon, P., Y. Ueda, T. Hattori and T. Matsuishi (2011) Value-per-recruit analysis of bighead thornyhead *Sebastolobus macrochir* caught off the Pacific coast of northern Honshu, Japan. Fish. Sci., 77, 497-502.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研研報, 28, 1-200.
- 東北区水産研究所八戸支所 (1956) 東北海区の底魚. 東北水研叢書, 6, 61-68.
- 渡部俊広・渡辺一俊・北川大二 (2002) ズワイガニ類とキチジに対するトロール網の採集効率 (要旨). 東北底魚研究, 22, 32-33.



図1. 太平洋北部におけるキチジの分布

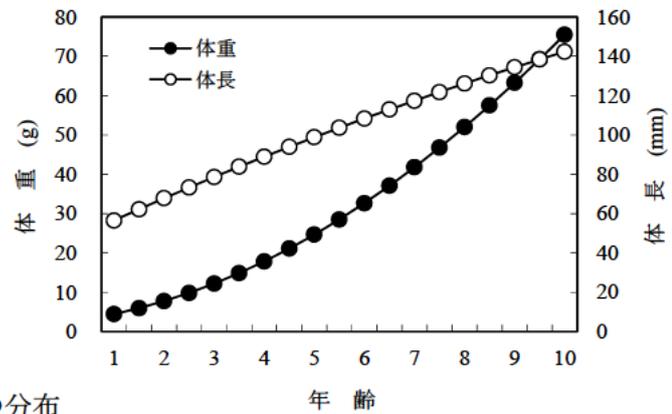


図2. 太平洋北部におけるキチジの成長

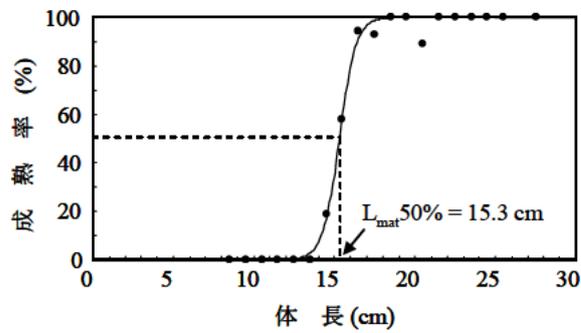


図3. 太平洋北部における雌の体長-成熟割合の関係

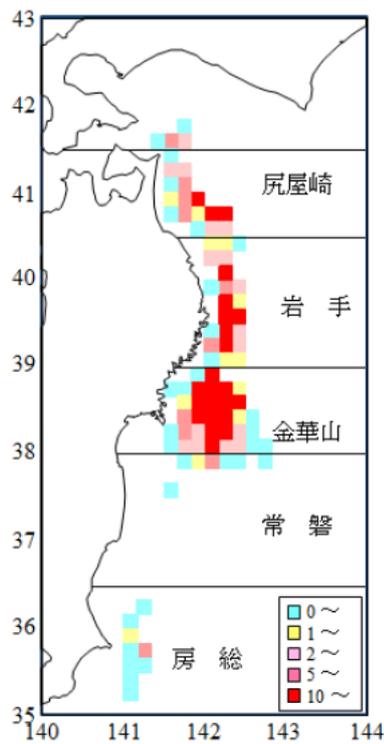


図4. 2012年の沖底によるキチジの漁場分布図 単位はトン。

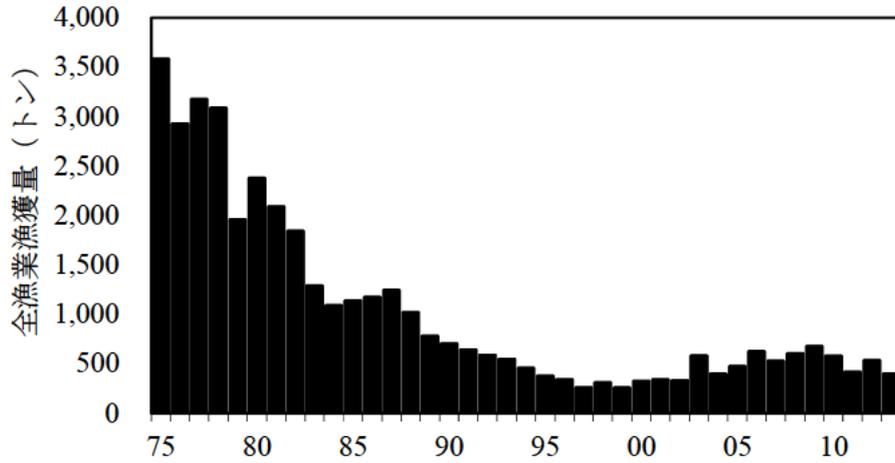


図5. 太平洋北部におけるキチジ漁獲量の推移  
2013年の値は暫定値。

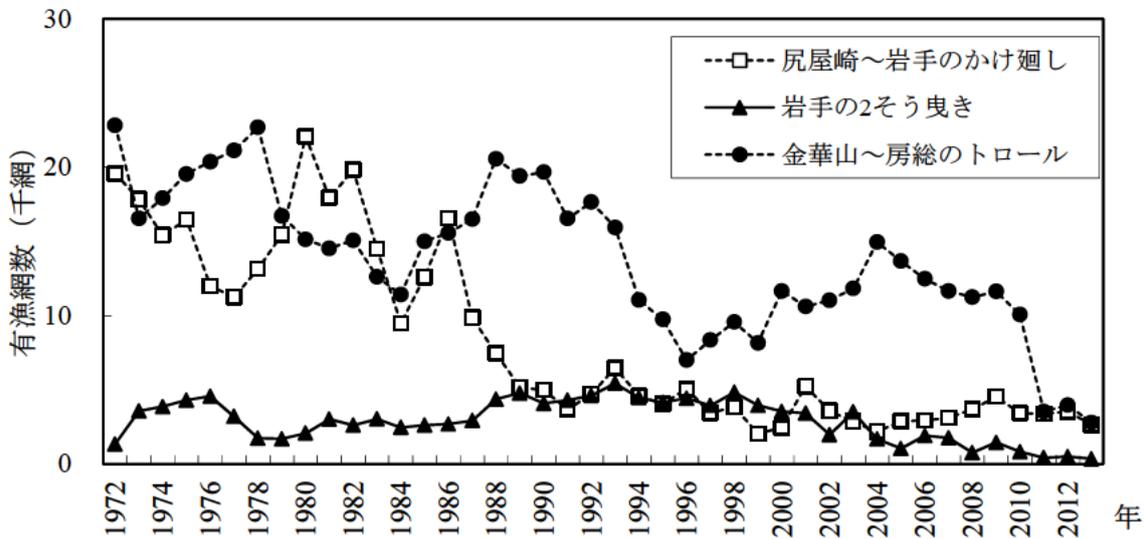


図6. 沖底による漁獲努力量の経年変化 2013年の値は暫定値。

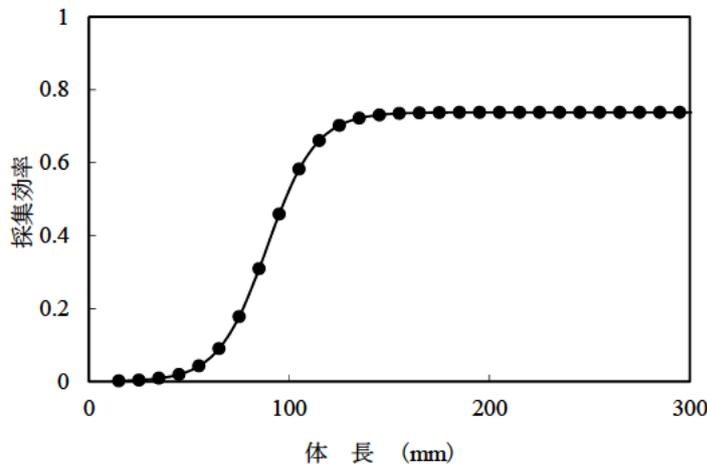


図7. 体長と採集効率の関係

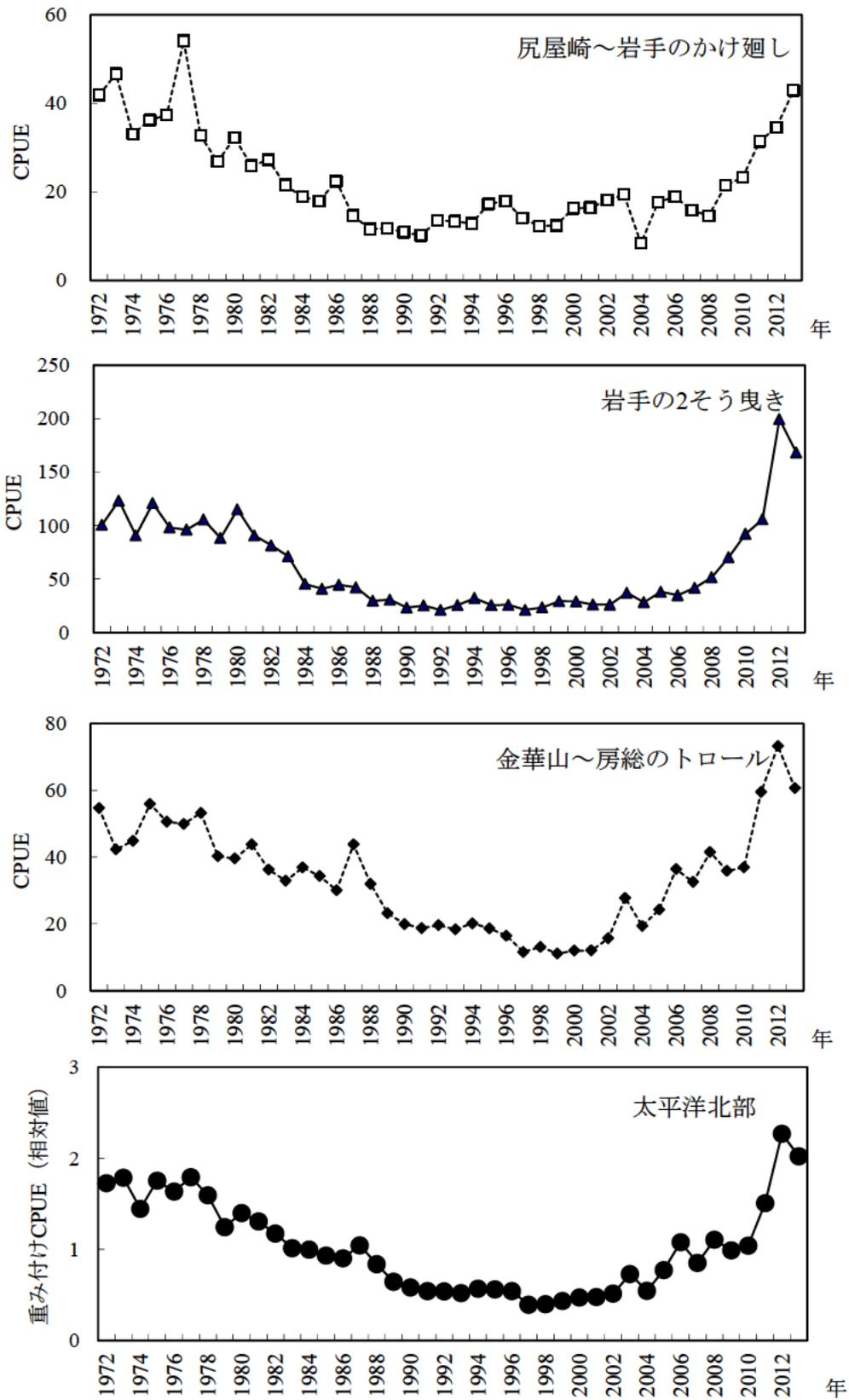


図8. 沖底によるCPUE (kg/網) および重み付けCPUE (相対値) の経年変化  
2013年の値は暫定値。

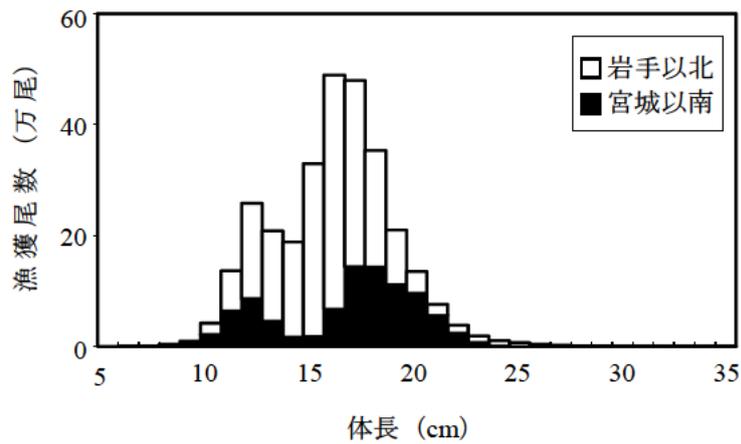


図9. 2013年の漁獲物の体長組成

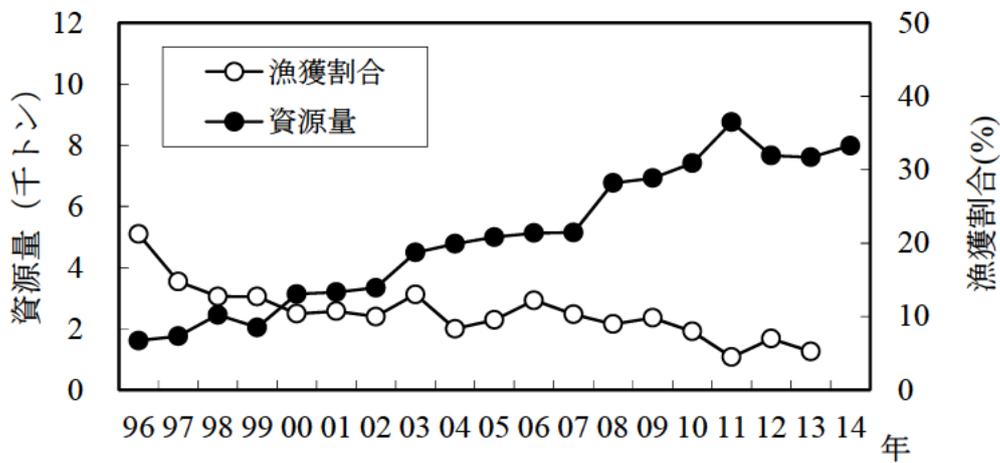


図10. キチジの資源量 (1月時点) および漁獲割合の推移

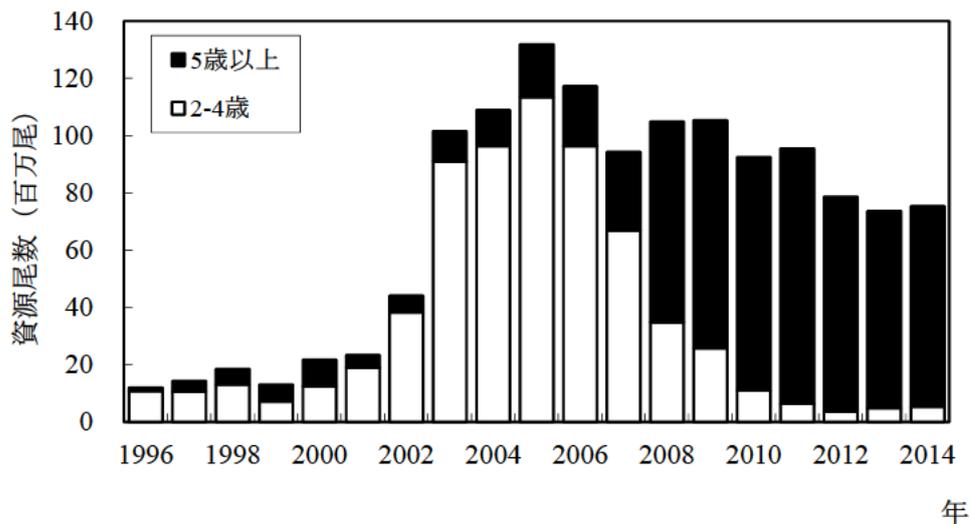


図11. キチジの資源尾数 (1月時点) の推移

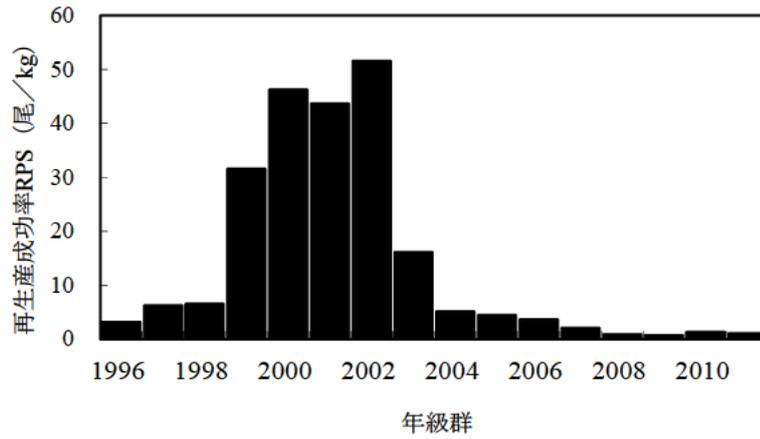


図12. 再生産成功率(RPS)の経年変化 雌親魚1kgあたりの2歳魚尾数として計算。

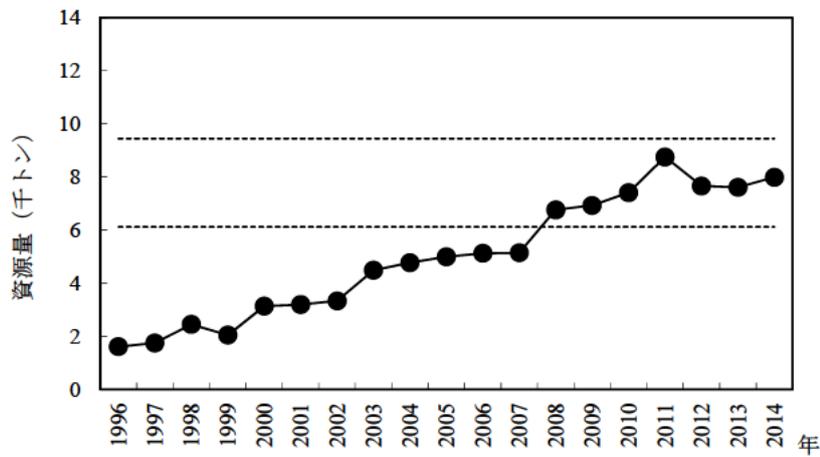


図13. キチジの資源量 (1月時点) の推移  
破線は高位水準と中位水準、中位水準と低位水準の区分基準を示す。  
区分基準は、2010年の重み付けCPUEと資源量の比較から得た。

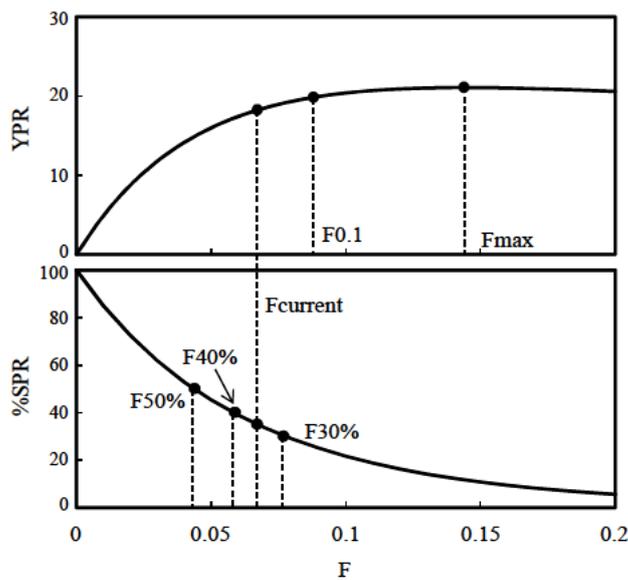


図14. 様々なFとYPR曲線および%SPR曲線との関係

表1. 太平洋北部における漁業種類別のキチジの漁獲量 (トン)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
沖底	2,296	1,987	2,015	2,164	1,259	1,567	1,451	1,350	960	769	881	960	1,003	875	657	541	456	507	518	424	357	320	229	286	232
小底	1,277	926	1,152	897	618	740	601	463	318	315	246	198	198	116	72	140	15.5	43	21	26	16	8	7	14	10
刺網	6	8	3	9	17	19	2	7	1	0	0	1	1	0	0	4	0	0	0	0	0	3	16	0	0
延縄	6	8	7	19	63	53	36	25	9	5	9	14	42	29	52	19	29	39	9	6	6	6	6	10	16
定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
その他	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
合計	3,585	2,929	3,177	3,089	1,957	2,379	2,091	1,846	1,290	1,090	1,137	1,176	1,245	1,020	781	704	641	589	548	457	379	342	258	311	259

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
沖底	282	304	291	514	332	427	584	502	563	631	545	390	524	361
小底	22	17	12	36	23	18	15	8	19	30	25	18	5	26
刺網	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
延縄	20	20	27	29	39	30	16	13	14	11	12	2	3	6
定置	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1	1	1	2	1	0	11	5	9	7	9	7	1	4
合計	326	342	333	583	397	475	626	529	605	680	591	417	534	398

沖底の値は漁場別漁獲統計資料による(2013年の値は暫定値)。2005年以前の沖底以外の値は農林統計、2006年以降の値は水試調べによる。

表2. 沖海底びき網漁業による小海区別のキチジの漁獲量 (トン)

小海区	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
尻屋崎	137	57	39	54	50	186	100	260	124	110	101	252	70	49	44	31	21	41	66	38	54	76	40	39	20
岩手	989	844	895	605	518	768	639	498	404	188	232	239	207	167	164	118	125	120	160	164	121	129	92	120	121
金華山	426	361	303	353	231	219	198	172	165	164	240	258	358	319	168	165	126	117	122	102	75	58	48	64	41
常磐	530	532	630	773	348	261	264	285	175	176	156	119	296	271	218	155	139	176	128	96	92	53	45	59	44
厚総	215	193	146	379	112	133	251	135	91	131	152	92	72	70	63	73	45	53	42	25	15	5	4	3	6
合計	2,296	1,987	2,015	2,164	1,259	1,567	1,451	1,350	960	769	881	960	1,003	875	657	541	456	507	518	424	357	320	229	286	232

小海区	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
尻屋崎	35	80	60	48	13	44	47	37	48	81	66	89	87	64
岩手	108	95	56	138	52	46	75	86	48	119	90	61	136	107
金華山	61	58	62	124	81	120	155	85	157	140	116	169	283	173
常磐	70	61	101	181	149	163	215	226	252	256	236	48	10	5
厚総	9	9	12	24	36	55	91	69	58	35	37	23	9	13
合計	282	304	291	514	332	427	584	502	563	631	545	390	524	361

値は漁場別漁獲統計資料による(2013年の値は暫定値)。

表3. 沖底の小海区別漁獲努力量（キチジの入網網数）の経年変化

	尻屋崎 かけ廻し	岩手 かけ廻し	岩手 2そう曳き	金華山 トロール	常磐 トロール	房総 トロール
1972	3,269	16,299	1,350	7,106	13,610	2,113
1973	1,931	15,896	3,569	4,331	10,101	2,114
1974	1,615	13,800	3,871	4,691	9,793	3,426
1975	2,425	14,039	4,305	5,706	10,240	3,597
1976	1,420	10,569	4,561	4,982	12,029	3,364
1977	614	10,625	3,203	6,107	12,265	2,753
1978	814	12,338	1,739	5,853	12,426	4,411
1979	2,097	13,359	1,693	5,752	8,231	2,746
1980	5,281	16,788	2,073	4,646	5,993	4,501
1981	3,649	14,276	3,019	3,694	4,751	6,089
1982	6,658	13,160	2,613	3,423	7,180	4,474
1983	3,339	11,162	3,028	3,944	5,191	3,471
1984	3,218	6,252	2,461	3,652	4,000	3,770
1985	4,093	8,509	2,618	5,886	4,621	4,505
1986	8,012	8,541	2,691	7,475	4,367	3,724
1987	3,667	6,187	2,924	7,129	6,554	2,822
1988	3,527	3,936	4,364	8,873	9,218	2,481
1989	2,278	2,896	4,783	9,012	7,657	2,734
1990	1,888	3,098	4,086	9,232	7,604	2,829
1991	1,327	2,356	4,302	7,696	6,809	2,034
1992	2,112	2,613	4,619	7,187	7,535	2,922
1993	3,834	2,634	5,444	6,206	7,149	2,589
1994	2,424	2,156	4,458	4,366	5,268	1,406
1995	2,895	1,141	4,149	4,652	4,311	778
1996	3,946	1,110	4,431	3,508	3,149	350
1997	2,345	1,093	3,943	3,838	4,035	474
1998	2,465	1,382	4,828	4,603	4,649	311
1999	1,164	878	3,958	4,662	2,982	527
2000	1,678	771	3,536	5,928	5,174	556
2001	4,338	892	3,425	5,157	4,523	931
2002	2,890	684	1,974	5,181	4,830	1,026
2003	2,057	800	3,511	4,853	5,678	1,300
2004	1,462	719	1,679	6,226	6,743	1,983
2005	2,034	858	1,039	5,342	6,623	1,708
2006	2,252	676	1,911	5,510	5,174	1,799
2007	2,374	727	1,754	3,287	5,475	2,900
2008	2,881	806	760	4,133	5,214	1,893
2009	3,828	705	1,459	4,458	5,735	1,439
2010	3,020	415	820	3,640	4,744	1,687
2011	3,016	356	421	1,910	737	889
2012	2,612	933	500	3,150	207	606
2013	1,867	763	346	2,186	145	471

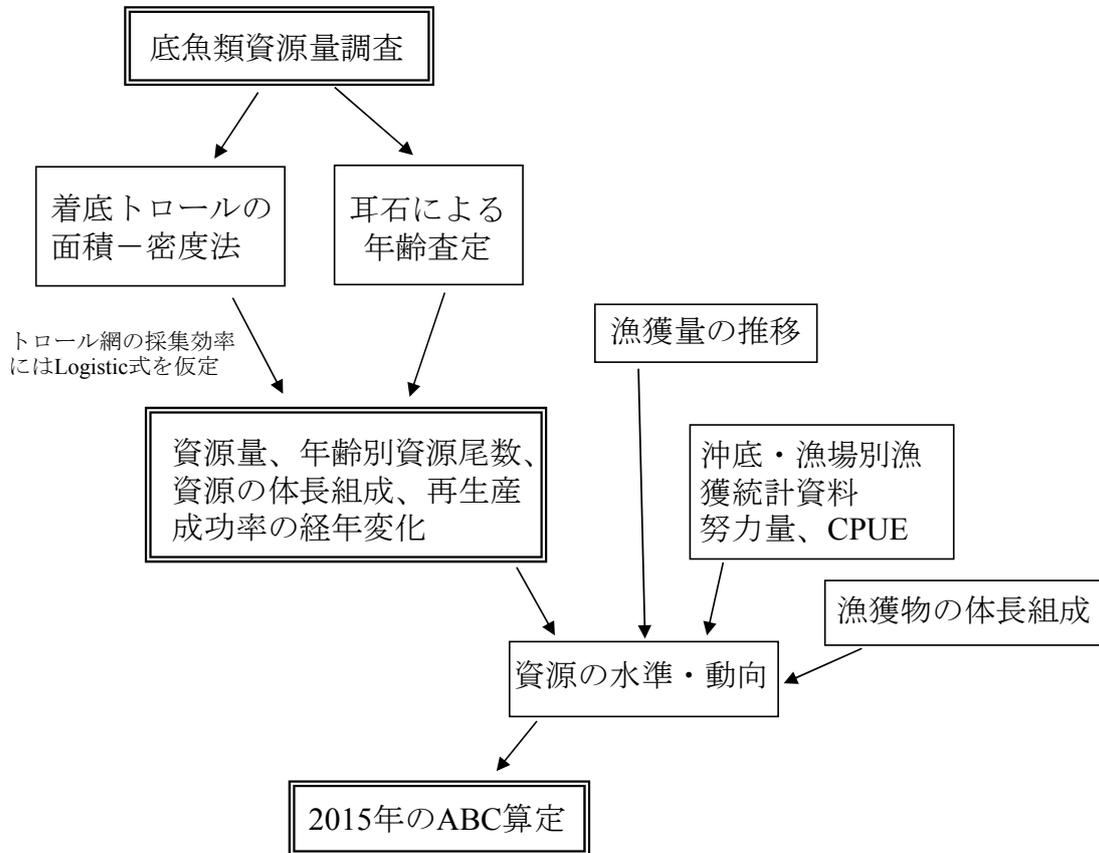
漁場別漁獲統計資料による。2013年の値は暫定値。

表4. 沖底の小海區別、漁法別のCPUE (kg/網) の経年変化

年	尻屋崎 かけ廻し	岩手 かけ廻し	岩手 2そう曳き	金華山 トロール	常磐 トロール	房総 トロール
1972	44.1	41.4	100.6	59.3	53.1	49.1
1973	45.6	46.8	123.4	50.2	39.3	40.6
1974	48.8	31.2	90.7	44.4	42.1	53.4
1975	55.2	32.9	120.8	64.1	51.6	55.2
1976	37.0	37.5	98.2	68.0	42.8	52.6
1977	34.1	55.3	96.2	49.1	50.9	47.6
1978	59.8	30.9	105.6	47.2	54.5	57.5
1979	22.0	27.6	88.2	39.4	40.8	40.7
1980	34.6	31.6	115.1	44.7	43.1	29.5
1981	27.4	25.5	90.7	43.9	49.8	39.0
1982	39.0	21.3	81.4	36.9	39.7	30.1
1983	37.1	16.9	71.1	38.3	33.3	26.2
1984	32.0	12.2	45.3	38.6	37.9	34.2
1985	24.7	14.7	40.8	35.8	32.9	33.8
1986	31.4	14.0	44.4	34.4	27.2	24.7
1987	16.5	13.6	42.1	49.8	45.2	25.3
1988	13.9	9.6	29.5	35.6	29.4	28.3
1989	19.2	5.9	30.6	18.6	28.5	23.1
1990	16.5	7.5	23.2	17.8	20.3	25.6
1991	15.5	7.2	25.1	16.4	20.4	22.2
1992	19.2	9.0	21.0	16.3	23.3	18.2
1993	17.1	8.0	25.4	19.7	18.0	16.2
1994	15.7	9.7	32.1	23.3	18.1	17.8
1995	18.6	14.0	25.5	16.1	21.4	18.5
1996	19.3	13.0	25.8	16.4	16.8	13.2
1997	17.0	7.9	21.2	12.4	11.2	8.2
1998	16.0	5.6	23.3	13.9	12.6	9.6
1999	17.4	5.9	29.2	8.7	14.6	12.2
2000	20.8	6.4	29.0	10.2	13.5	16.4
2001	18.5	6.6	26.1	11.1	13.6	10.0
2002	20.7	7.0	26.0	11.5	21.0	11.7
2003	23.2	9.7	37.0	25.1	32.2	18.6
2004	9.0	6.9	28.2	13.6	24.7	19.1
2005	21.7	8.0	38.0	21.6	24.6	31.8
2006	20.8	12.9	34.8	27.1	41.3	50.7
2007	15.4	17.3	41.7	25.8	41.3	23.8
2008	15.8	10.5	51.5	37.9	48.3	30.9
2009	21.3	22.8	70.2	28.3	44.6	24.3
2010	21.9	33.6	92.2	27.2	49.8	21.8
2011	29.5	47.5	105.8	73.2	64.8	25.6
2012	33.2	38.5	199.5	86.1	46.8	15.6
2013	34.2	64.1	168.2	69.8	32.6	26.9

漁場別漁獲統計資料による。2013年の値は暫定値。

補足資料1 データと資源評価の関係を示すフロー



## 補足資料 2 資源計算方法

キチジ太平洋北部の資源量推定は、調査船による着底トロール調査の結果（補足資料 3）を用いた面積-密度法により行われている。北緯 38°50′で調査海域を南北に分け、2013 年には 100~200m、200~300m、300~400m、400~500m、500~600m、600~700m、700~800m および 800~1,000m の 8 水深帯、16 層(i)に海域を層化した。各調査点(j)において網着底から網離底までの距離を求め、それを曳網距離とした。オッターボード間隔を測定し、漁具構成から得られたオッターボード間隔と袖先間隔の比(1 : 0.258)により袖先間隔を推定し、曳網距離に袖先間隔を乗じて i 層 j 地点の曳網面積( $a_{ij}$ )を求めた。i 層 j 地点の漁獲重量あるいは漁獲尾数( $C_{ij}$ )を  $a_{ij}$  で除し、i 層 j 地点の密度( $d_{ij}$ )を算出し、その平均を i 層における密度  $d_i$  とした。なお、 $n_i$  は i 層の調査地点数を表す。さらに、i 層の平均密度( $d_i$ )に i 層の海域面積( $A_i$ )を乗じ、i 層の資源量あるいは資源尾数( $B_i$ )を求め、これらを合計することにより東北海域全体のキチジの資源量あるいは資源尾数( $B$ )とした。

$$d_{ij} = \frac{C_{ij}}{a_{ij}} \quad (1)$$

$$d_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij} \quad (2)$$

$$B_i = A_i \cdot d_i \quad (3)$$

$$B = \sum B_i \quad (4)$$

資源尾数については、体長 1cm ごとの計算も行い、資源全体の体長組成を求めた。なお、ここでは、キチジの採集効率（網口の前にいる魚の何割が漁獲されるかを示す係数）を 1 と仮定している。i 層の密度の標準偏差( $SD_{d_i}$ )を求め、 $n_i$  と  $A_i$  により i 層における資源量あるいは資源尾数の標準誤差( $SE_{B_i}$ )を計算し、調査海域全体における資源の標準誤差( $SE$ )および変動係数( $CV, \%$ )を下式により求めた。なお、ここで得られる  $CV$  とは資源量および資源尾数に対する値であり、採集効率の推定誤差は含んでいない。

$$SE_{B_i} = \frac{A_i \cdot SD_{d_i}}{\sqrt{n_i}} \quad (5)$$

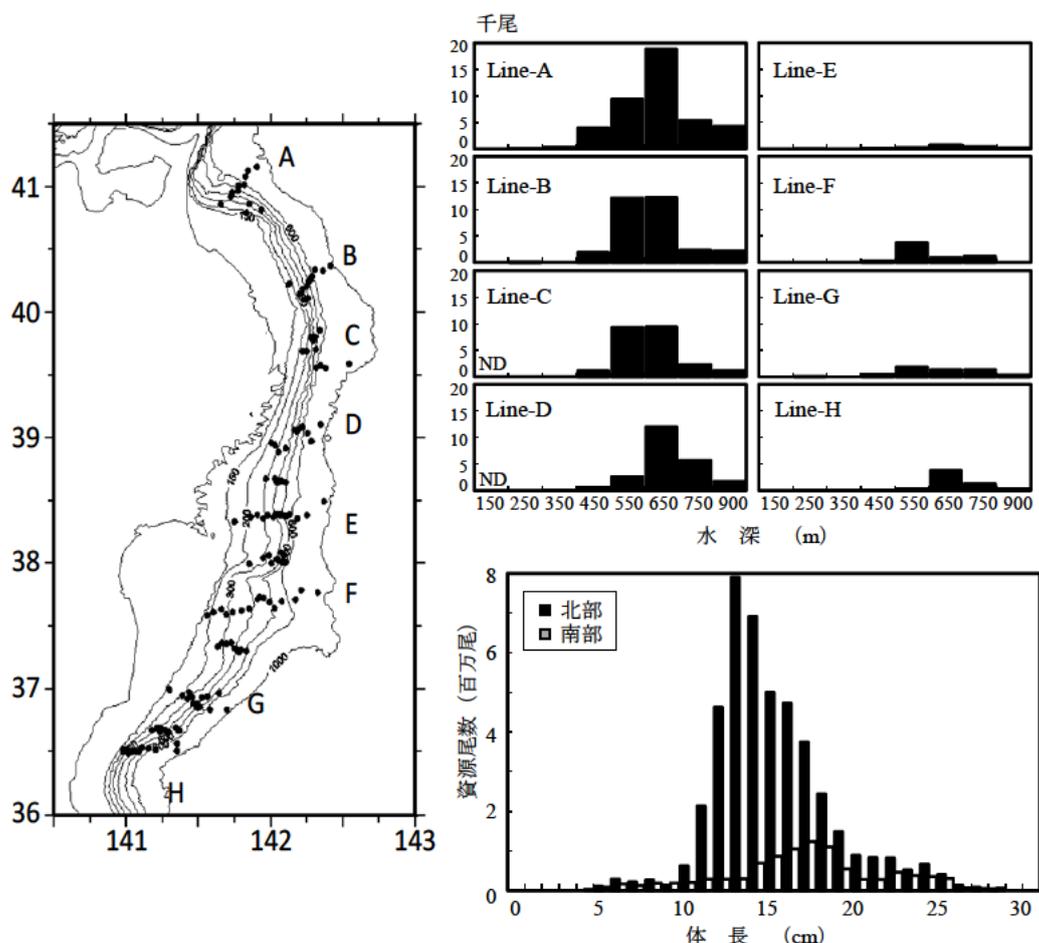
$$SE = \sqrt{\sum SE_{B_i}^2} \quad (6)$$

$$CV = \frac{SE \times 100}{B} \quad (7)$$

補足資料3 調査船調査の経過及び結果

若鷹丸による底魚類資源量調査は、1995年以降、秋季(10~11月)に着底トロールを用いて実施されている。この調査で使用している着底トロール網の構成は、袖網長13.0m、身網長26.1m、網口幅が5.4mであり、コッドエンドの長さは5.0mである。コッドエンドは3重構造となっており、内網の目合が50mm、外網の目合が8mm角、すれ防止用の最も外側を覆う網の目合が60mmであり、小型個体も外網により採集可能な構造となっている。1回の曳網時間は原則として30分間とし、全ての曳網は日の出から日没までの間に船速2.5~3.5ノットで行われている。船上で各々の曳網で採集されたキチジの尾数と重量を計数・計量した後、標準体長を計測し、年齢査定用の耳石の採取を実施している。下記に2013年に行った調査結果の概要を示す。

2013年10~11月の調査では、水深150~900mにおいて計113地点の着底トロール調査を実施した(補足図1)。水深帯別の分布密度をみると、キチジは主に水深450m以深に分布し、水深550~650mが分布の中心となっていた。面積-密度法(補足資料2)により採集効率を1とした場合の体長組成を求めた結果、現在の資源は体長10cm以上の個体が占められること、東北南部に比べて北部で体長13cm前後の個体が多いことが明らかとなった(補足図2)。



補足図1. 2013年10~11月の資源量調査における曳網地点(左)、キチジの分布密度(右上、曳網1km<sup>2</sup>あたり採集尾数で示す) および東北北部・南部における体長組成(右下) ここでは、採集効率=1で一定とした。

## 若鷹丸による底魚類資源量調査（1995年以降の結果）

調査船調査は、1995年以降、秋季（10～11月）に着底トロールを用いて実施されており、太平洋北部全体のキチジの資源量および資源尾数の推定に用いられている（補足資料2参照）。ここでは、得られた資源量および資源尾数に関する結果（調査地点数、資源量および資源尾数の変動係数 CV、標準誤差 SE、信頼区間）を下表に示した。なお、本表には0歳魚の資源尾数を含むため、本文で用いた年齢別資源尾数の合計とは完全には一致しない。

補足表1. 若鷹丸による秋季の底魚類資源量調査により得られたキチジの資源量および資源尾数の経年変化（着底トロールの面積-密度法、採集効率を一定の1とした場合）

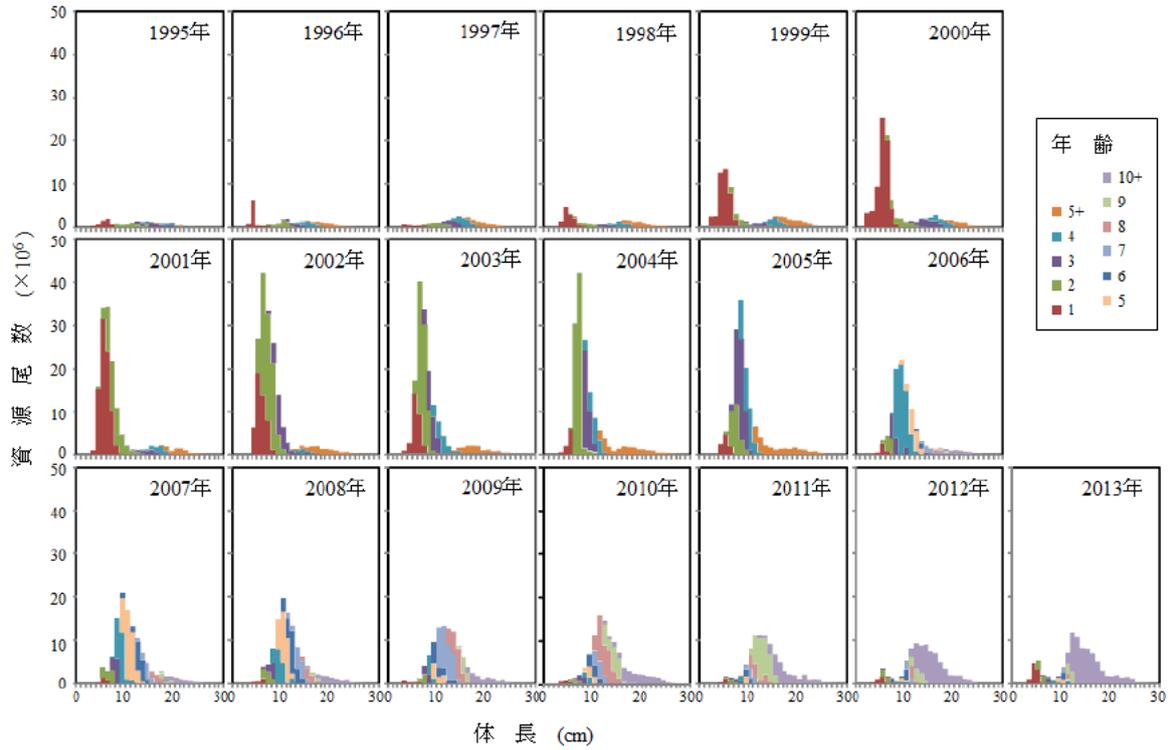
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
調査地点数	57	57	60	61	59	74	71
資源量（トン）	1,422	1,523	1,824	1,597	2,503	2,588	2,564
資源量のCV	0.18	0.18	0.09	0.13	0.14	0.17	0.13
資源量のSE（トン）	256	271	168	212	355	434	340
95%信頼区間（上限）、トン	1,938	2,074	2,163	2,026	3,223	3,458	3,247
95%信頼区間（下限）、トン	906	972	1,484	1,167	1,782	1,717	1,881
資源尾数（千尾）	9,973	11,277	14,273	10,780	19,426	24,878	37,433
資源尾数のCV	0.21	0.27	0.14	0.16	0.16	0.20	0.18
資源尾数のSE（千尾）	2,122	3,059	2,036	1,697	3,165	4,934	6,669
95%信頼区間（上限）、千尾	14,244	17,494	18,396	14,213	25,840	34,763	50,815
95%信頼区間（下限）、千尾	5,702	5,060	10,150	7,346	13,012	14,994	24,051

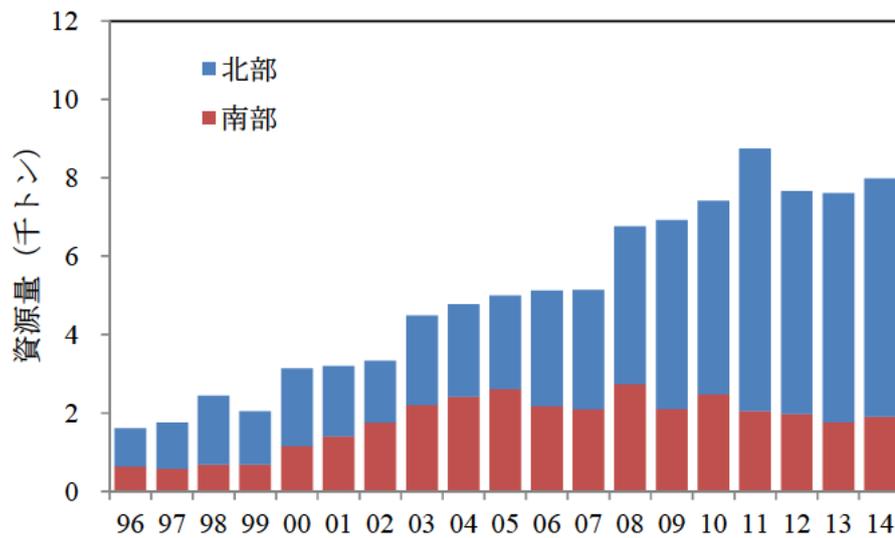
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
調査地点数	75	100	145	150	146	150	148
資源量（トン）	3,082	3,212	3,136	3,771	3,616	4,698	5,231
資源量のCV	0.15	0.12	0.10	0.09	0.11	0.10	0.07
資源量のSE（トン）	453	399	321	344	401	485	355
95%信頼区間（上限）、トン	3,990	4,005	3,766	4,444	4,403	5,649	5,927
95%信頼区間（下限）、トン	2,174	2,419	2,506	3,097	2,830	3,746	4,536
資源尾数（千尾）	58,117	55,001	62,055	65,457	59,473	68,385	70,484
資源尾数のCV	0.21	0.13	0.15	0.12	0.13	0.13	0.08
資源尾数のSE（千尾）	12,408	7,246	9,156	7,882	8,027	8,613	5,874
95%信頼区間（上限）、千尾	82,983	69,412	80,000	80,905	75,205	85,267	81,997
95%信頼区間（下限）、千尾	33,250	40,590	44,110	50,009	43,741	51,503	58,971

年	2009	2010	2011	2012	2013
調査地点数	134	124	124	101	113
資源量（トン）	5,167	6,419	6,233	5,930	6,470
資源量のCV	0.07	0.08	0.08	0.09	0.07
資源量のSE（トン）	376	486	526	552	475
95%信頼区間（上限）、トン	5,912	7,383	7,276	7,030	7,412
95%信頼区間（下限）、トン	4,421	5,455	5,189	4,829	5,528
資源尾数（千尾）	64,991	68,312	57,113	53,050	54,354
資源尾数のCV	0.08	0.08	0.10	0.09	0.09
資源尾数のSE（千尾）	5,233	5,652	5,497	4,664	4,772
95%信頼区間（上限）、千尾	75,355	79,520	68,015	62,340	63,827
95%信頼区間（下限）、千尾	54,626	57,103	46,212	43,760	44,882



補足図 2. Logistic 式から得られた採集効率を用いた場合の資源の年齢別体長組成 (10～11 月時点) 年齢は各年の Age-length key (1997 年は 1996 年と 1998 年の査定結果で分解) で分解した。



補足図3. 太平洋北部の南北別のキチジの資源量 (1月時点) Logistic式から得られた採集効率を用いた。

補足資料4. 着底トロールによる面積-密度法を用いた資源量推定

補足表2-1. 採集効率一定の1とした場合の年齢別資源尾数 (10-11月時点、単位：千尾)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	710	537	304	1,065	3,759	7,838	11,868	7,284	3,745	628	834	376	229	241	123	123	132	173	481
2	3,109	2,964	2,177	1,415	2,482	4,380	14,701	26,215	19,633	19,766	7,331	1,887	1,457	1,598	702	424	292	441	521
3	3,157	2,107	2,901	1,224	2,241	5,354	2,891	13,827	12,265	16,999	22,385	4,510	3,381	2,194	1,504	917	413	410	373
4	2,009	2,725	4,781	2,557	3,829	3,903	3,489	2,612	9,852	10,527	18,813	32,080	12,185	10,027	2,534	1,352	490	453	430
5	988	2,943	4,103	4,519	7,079	3,404	4,483	8,179	9,505	14,115	16,090	10,520	25,551	20,118	4,192	2,811	1,020	795	1,031
6												1,916	10,645	15,402	6,615	3,998	1,478	1,838	1,384
7												2,784	5,547	9,053	23,619	6,438	2,937	1,688	1,048
8												1,499	3,264	4,003	13,618	23,540	6,514	2,676	1,139
9												577	1,772	1,637	4,442	13,345	24,946	5,412	3,192
10+												3,324	4,353	6,189	7,639	15,362	18,865	39,056	44,756
合計	9,973	11,277	14,265	10,780	19,390	24,878	37,431	58,117	55,001	62,035	65,453	59,472	68,385	70,462	64,987	68,309	57,087	52,942	54,354

0歳魚はごく僅かであるため、本表から除外した。2005年以前は5歳魚以上、2006年からは10歳魚以上をプラスグループとした。

補足表2-2. 10-11月時点の平均体長 (mm)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	125	116	116	107	100	108	96	89	85	83	87	81	80	85	83	82	78	72	73
3	168	141	145	139	138	158	153	112	102	100	95	96	92	92	91	90	87	85	85
4	197	168	166	168	167	185	178	156	124	113	109	108	103	109	97	100	94	105	97
5	222	209	207	209	207	227	218	198	198	175	171	128	118	110	113	107	104	107	109
6												149	137	124	117	113	109	114	115
7												164	153	147	129	122	116	119	117
8												184	177	167	150	135	129	126	124
9												192	190	180	168	152	140	136	130
10+												224	223	215	209	197	189	169	168

補足表2-3. 10-11月時点の平均体重 (g)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	51	40	40	32	26	33	22	18	16	15	16	13	13	15	15	14	12	9	10
3	125	73	79	71	69	103	93	36	27	25	22	23	20	20	19	18	17	16	15
4	206	126	122	127	124	168	150	99	49	37	33	32	28	33	24	26	21	29	23
5	294	247	238	246	238	316	278	208	207	144	134	55	43	34	37	31	29	31	34
6												88	67	49	41	37	33	38	40
7												117	95	84	56	48	40	43	42
8												167	147	123	89	64	55	52	49
9												191	182	156	125	92	72	66	58
10+												303	301	267	245	206	179	129	125

補足表2-4. Logistic式から得られた採集効率

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	0.70	0.67	0.67	0.60	0.53	0.61	0.47	0.37	0.31	0.29	0.33	0.25	0.24	0.31	0.28	0.26	0.21	0.15	0.16
3	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.73	0.64	0.55	0.52	0.46	0.48	0.42	0.42	0.40	0.38	0.35	0.31	0.30
4	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.70	0.65	0.62	0.61	0.56	0.62	0.49	0.53	0.45	0.58	0.48
5	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.71	0.68	0.62	0.65	0.60	0.57	0.60	0.62
6												0.73	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.65	0.66
7												0.74	0.73	0.73	0.71	0.69	0.67	0.68	0.67
8												0.74	0.74	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.70
9												0.74	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71
10+												0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74

補足表2-5. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源尾数 (10-11月時点、単位：千尾)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	4,428	4,454	3,269	2,342	4,682	7,159	31,204	69,985	63,654	69,154	21,945	7,527	6,168	5,195	2,492	1,615	1,402	2,937	3,358
3	4,284	2,895	3,970	1,685	3,090	7,279	3,938	21,648	22,239	32,523	48,314	9,481	8,032	5,278	3,787	2,398	1,196	1,306	1,227
4	2,722	3,698	6,488	3,469	5,196	5,290	4,730	3,554	14,102	16,203	30,421	52,550	21,933	16,253	5,162	2,554	1,089	784	891
5	1,339	3,988	5,559	6,123	9,591	4,612	6,073	11,083	12,879	19,139	21,824	14,812	37,750	32,287	6,465	4,689	1,795	1,327	1,656
6												2,613	14,705	22,051	9,890	6,165	2,386	2,811	2,087
7												3,780	7,553	12,365	33,140	9,274	4,411	2,487	1,557
8												2,031	4,425	5,432	18,573	32,607	9,161	3,801	1,632
9												782	2,402	2,219	6,027	18,183	34,303	7,480	4,467
10+												4,503	5,898	8,385	10,349	20,815	25,566	52,984	60,727
合計	12,772	15,035	19,286	13,619	22,559	24,340	45,944	106,270	112,874	137,019	122,504	98,082	108,867	109,466	95,885	98,301	81,310	75,916	77,602

1歳魚はほとんど漁獲されないの、漁獲対象資源に含めない。

補足表2-6. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源重量 (10-11月時点、単位：トン)

年齢	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	225	179	132	74	121	233	701	1,267	987	1,014	362	100	79	80	36	22	17	28	33
3	537	212	315	119	212	752	368	775	607	825	1,067	215	161	105	72	44	20	21	19
4	560	465	793	439	645	887	711	353	696	606	1,011	1,701	605	538	121	66	23	23	21
5	394	984	1,322	1,506	2,285	1,455	1,690	2,302	2,660	2,747	2,915	814	1,610	1,091	241	147	51	41	56
6												229	982	1,086	404	229	80	107	83
7												441	716	1,041	1,872	442	178	107	65
8												340	652	670	1,644	2,099	508	197	80
9												149	437	346	755	1,669	2,463	496	258
10+												1,363	1,776	2,243	2,533	4,288	4,582	6,820	7,619
合計	1,716	1,841	2,561	2,138	3,264	3,327	3,470	4,696	4,950	5,192	5,355	5,352	7,018	7,200	7,678	9,006	7,921	7,840	8,232

補足表2-7. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源尾数(1月時点、単位：千尾)

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2	4,157	4,240	3,126	2,239	4,497	6,872	29,995	66,884	61,382	66,536	21,003	7,231	5,941	4,996	2,405	1,569	1,355	2,849	3,257
3	4,021	2,755	3,796	1,611	2,968	6,987	3,785	20,689	21,445	31,292	46,242	9,108	7,737	5,076	3,655	2,330	1,156	1,267	1,190
4	2,555	3,520	6,203	3,316	4,991	5,078	4,546	3,396	13,598	15,590	29,116	50,482	21,127	15,629	4,982	2,481	1,053	760	864
5	1,257	3,796	5,315	5,853	9,213	4,427	5,838	10,592	12,419	18,415	20,888	14,229	36,362	31,047	6,238	4,555	1,736	1,287	1,606
6												2,510	14,165	21,205	9,544	5,989	2,307	2,727	2,024
7												3,631	7,275	11,890	31,980	9,010	4,266	2,412	1,511
8												1,951	4,263	5,224	17,923	31,676	8,858	3,687	1,584
9												751	2,314	2,134	5,816	17,664	33,169	7,256	4,333
10+												4,376	5,681	8,063	9,987	20,221	24,721	51,398	58,908
合計	11,989	14,310	18,439	13,020	21,669	23,364	44,165	101,561	108,844	131,833	117,250	94,221	104,865	105,263	92,530	95,495	78,621	73,643	75,278

漁獲率=漁獲割合を仮定し、2ヶ月分の漁獲と自然死亡分を減じて1月時点の資源尾数を求めた。M=2.5/寿命(20歳)=0.125を仮定。

補足表2-8. Logistic式から得られた採集効率を用いた場合の年齢別資源重量(1月時点、単位：トン)

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2	211	170	126	71	116	223	674	1,211	952	975	346	97	76	77	35	22	16	27	32
3	504	202	301	114	204	722	354	740	585	794	1,021	207	155	101	70	43	20	20	18
4	526	443	758	420	620	852	683	337	671	583	968	1,634	583	517	117	64	23	22	20
5	370	937	1,264	1,439	2,195	1,397	1,625	2,200	2,565	2,643	2,790	782	1,551	1,049	232	142	50	40	54
6												220	945	1,044	390	223	77	104	81
7												424	690	1,001	1,806	429	172	104	63
8												326	628	644	1,586	2,039	491	191	78
9												143	421	333	729	1,621	2,381	481	250
10+												1,309	1,711	2,157	2,445	4,166	4,430	6,616	7,390
合計	1,611	1,752	2,448	2,044	3,135	3,194	3,336	4,488	4,773	4,996	5,125	5,142	6,761	6,923	7,410	8,748	7,659	7,605	7,986

補足表2-9. 漁獲量(トン)および漁獲割合(%)

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	近3年
漁獲量	342	258	311	259	326	342	333	583	397	475	626	529	605	680	591	390	534	398	441	
漁獲割合	21.2	14.7	12.7	12.7	10.4	10.7	10.0	13.0	8.3	9.5	12.2	10.3	8.9	9.8	8.0	4.5	7.0	5.2	5.6	

2013年の漁獲量は暫定値。

補足資料5 重み付け CPUE および資源量水準の計算方法

補足表3. 重み付けCPUEの計算方法

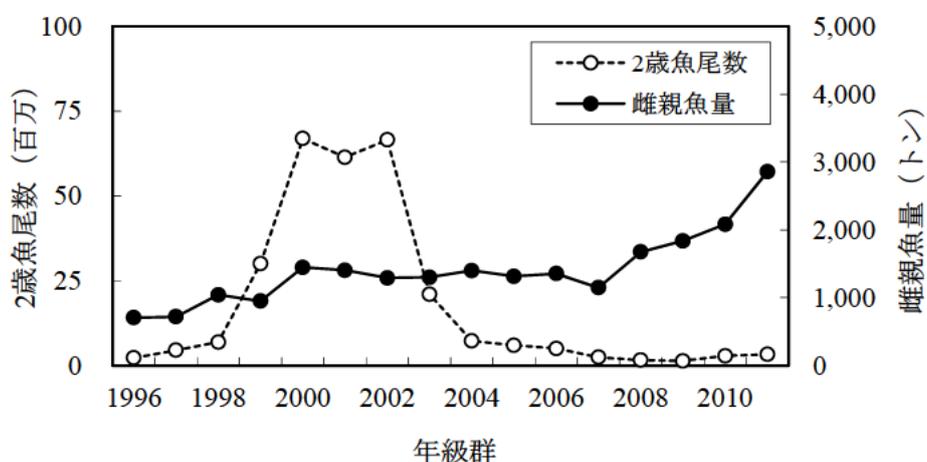
年	尻矢～岩手のかけ廻し		岩手の2そう曳き		金華山～房総トロール		重み付けCPUE= (A+3a+B+b+C+c)/(A+B+C)						
	漁獲量(A)	網数 CPUE	漁獲量(B)	網数 CPUE	漁獲量(C)	網数 CPUE							
1972	819,554	19,568	41.9	1.86	135,847	1,350	100.6	1.62	1,248,282	22,829	53.7	1.66	1.73
1973	832,297	17,827	46.7	2.07	440,247	3,569	123.4	1.98	699,774	16,546	43.1	1.33	1.79
1974	509,923	15,415	33.1	1.47	351,033	3,871	90.7	1.46	803,362	17,910	46.4	1.43	1.45
1975	596,426	16,464	36.2	1.61	520,255	4,305	120.8	1.94	1,092,978	19,543	56.7	1.75	1.76
1976	448,760	11,989	37.4	1.66	447,987	4,561	98.2	1.58	1,030,594	20,375	53.5	1.65	1.64
1977	608,248	11,239	54.1	2.40	308,010	3,203	96.2	1.54	1,055,368	21,125	49.2	1.52	1.79
1978	430,422	13,152	32.7	1.45	183,595	1,739	105.6	1.70	1,207,517	22,690	52.9	1.63	1.59
1979	414,483	15,456	26.8	1.19	149,369	1,693	88.2	1.42	673,698	16,729	40.3	1.24	1.25
1980	712,740	22,069	32.3	1.43	238,604	2,073	115.1	1.85	598,924	15,140	38.4	1.19	1.40
1981	464,511	17,925	25.9	1.15	273,955	3,019	90.7	1.46	636,503	14,534	44.0	1.36	1.31
1982	540,482	19,818	27.3	1.21	212,699	2,613	81.4	1.31	546,478	15,077	35.3	1.09	1.17
1983	312,857	14,501	21.6	0.96	215,386	3,028	71.1	1.14	414,820	12,606	32.2	0.99	1.02
1984	179,324	9,470	18.9	0.84	111,506	2,461	45.3	0.73	421,514	11,422	36.8	1.14	1.00
1985	225,910	12,602	17.9	0.79	106,723	2,618	40.8	0.65	514,972	15,012	34.1	1.05	0.93
1986	371,412	16,553	22.4	0.99	119,502	2,691	44.4	0.71	468,026	15,566	28.5	0.88	0.90
1987	144,386	9,854	14.7	0.65	123,050	2,924	42.1	0.68	722,662	16,505	38.5	1.19	1.04
1988	86,619	7,463	11.6	0.51	128,790	4,364	29.5	0.47	656,975	20,572	30.9	0.95	0.84
1989	61,026	5,174	11.8	0.52	146,476	4,783	30.6	0.49	449,517	19,403	23.0	0.71	0.64
1990	54,376	4,986	10.9	0.48	94,803	4,086	23.2	0.37	391,788	19,665	21.0	0.65	0.58
1991	37,428	3,683	10.2	0.45	108,013	4,302	25.1	0.40	310,192	16,539	19.5	0.60	0.54
1992	64,178	4,725	13.6	0.60	96,793	4,619	21.0	0.34	345,773	17,644	19.0	0.59	0.54
1993	86,702	6,468	13.4	0.59	138,503	5,444	25.4	0.41	292,658	15,944	17.9	0.55	0.52
1994	58,881	4,580	12.9	0.57	143,216	4,458	32.1	0.52	222,375	11,040	19.6	0.60	0.57
1995	69,807	4,036	17.3	0.77	105,614	4,149	25.5	0.41	181,661	9,741	18.6	0.57	0.56
1996	90,563	5,056	17.9	0.79	114,123	4,431	25.8	0.41	115,168	7,007	15.4	0.47	0.39
1997	48,510	3,438	14.1	0.63	83,402	3,943	21.2	0.34	96,562	8,347	10.4	0.32	0.34
1998	47,082	3,847	12.2	0.54	112,554	4,828	23.3	0.37	125,508	9,563	11.9	0.37	0.40
1999	25,410	2,042	12.4	0.55	115,579	3,958	29.2	0.47	90,747	8,171	11.6	0.36	0.43
2000	39,882	2,449	16.3	0.72	102,525	3,536	29.0	0.47	139,678	11,658	13.1	0.40	0.47
2001	85,996	5,230	16.4	0.73	89,443	3,425	26.1	0.42	127,692	10,611	11.4	0.35	0.48
2002	64,726	3,574	18.1	0.80	51,293	1,974	26.0	0.42	173,016	11,037	14.1	0.44	0.51
2003	55,441	2,857	19.4	0.86	129,903	3,511	37.0	0.59	328,585	11,830	24.7	0.76	0.73
2004	18,197	2,181	8.3	0.37	47,357	1,679	28.2	0.45	289,563	14,952	18.6	0.57	0.55
2005	51,004	2,892	17.6	0.78	39,476	1,039	38.0	0.61	332,089	13,673	25.6	0.79	0.77
2006	55,488	2,928	19.0	0.84	66,433	1,911	34.8	0.56	454,393	12,483	38.4	1.19	1.08
2007	49,261	3,101	15.9	0.70	73,058	1,754	41.7	0.67	379,584	11,662	29.3	0.91	0.85
2008	53,920	3,687	14.6	0.65	39,120	760	51.5	0.83	466,532	11,240	38.4	1.18	1.11
2009	97,440	4,533	21.5	0.95	102,450	1,459	70.2	1.13	417,069	11,632	31.3	0.97	0.99
2010	80,030	3,435	23.3	1.03	75,611	820	92.2	1.48	372,021	10,071	30.9	0.95	1.04
2011	105,851	3,372	31.4	1.39	44,559	421	105.8	1.70	210,252	3,536	49.5	1.53	1.51
2012	122,711	3,545	34.6	1.53	99,747	500	199.5	3.20	290,328	3,963	73.3	2.26	2.27
2013	112,827	2,630	42.9	1.90	58,210	346	168.2	2.70	169,965	2,802	60.7	1.87	2.02
平均値			22.6				62.3				62.4		

太平洋北部（沖底）では、かけ廻し、2そう曳き、トロールの3つの漁法で操業が行われている。これらのCPUEを統合して太平洋北部全体として1つの指標値を得るため、各年の漁法ごとのCPUEを漁法ごとのCPUEの平均値で除し、各々の漁獲量を乗じたものを合計し、その年の合計漁獲量で除したものを重み付けCPUEとして求めた（補足表3）。

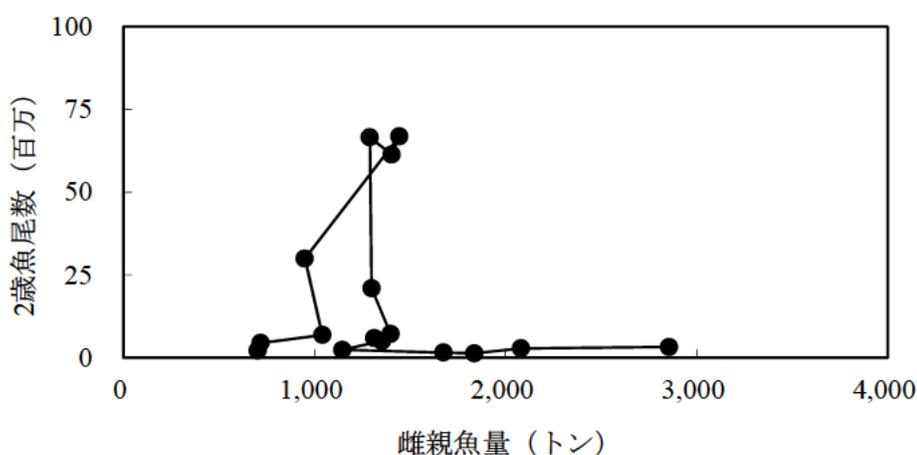
なお、平成 25 年度の報告において、下記の方法で資源量に対する水準区分を設定した。

2012 年までの 3 漁法の漁獲量および CPUE の値を用い、上記と同様の方法で重み付け CPUE を求めたところ(今年度の重み付け CPUE の値とやや異なるため、平成 25 年度の報告を参照)、2010 年までの最大値は 1.84、最低値は 0.40 となり、最大と最低を 3 等分した値は 0.88 および 1.36 であった。2010 年の重み付け CPUE の値 1.07 に対する重み付け CPUE の最大と最低を 3 等分した値(0.88 および 1.36)の比を求め、それらを 2010 年の資源量の値 7,410 トンに乘じ、資源量の高位水準と中位水準、中位水準と低位水準の区分基準を得た。その値は、各々 6,118 トンおよび 9,433 トンであった。

補足資料 6 親魚量と加入量の関係



補足図4. 雌親魚量と加入量の経年変化



補足図5. 再生産関係

## 補足資料 7 F2014 の推定手法

福島県以外では、2012～2013年の操業状況が2014年も継続すると仮定し、2012～2013年に対する2014年の網数の比率を1とした（補足表4-1）。福島県では、沖底漁獲成績報告書の値に試験操業分が一部しか含まれていないため、下記の方法で試験操業分を加算した。

震災後の2012～2013年には、宮城県の組合に所属している福島県船籍の船が宮城県沖で操業しており、その網数が福島県分として集計されている。2014年の試験操業による曳網時間は、震災前の曳網時間の3.6%程度であると考えられるため（山田・早乙女 2013）、震災前後の曳網時間が同じと仮定し、震災前の2008～2010年の平均網数から震災後の2012～2013年の平均網数を減じ、その値の3.6%分を未集計の試験操業分とした。その値に2012～2013年の平均網数を加えたものを2014年の福島県の網数とした（304網）。その結果、2014年の網数は2012～2013年の1.67倍の値であると推定された。この場合、2014年に想定される漁獲量は沖底全体で2012～2013年の1.017倍になるため（補足表4-2）、2012～2013年の平均のFであるF<sub>current</sub>に1.017を乗じたものをF<sub>2014</sub>とした。

補足表4-1. 沖底船（県別）によるキチジの入網網数

県／年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014/2012～2013年の平均網数（比率a）
青森県	2,406	3,118	2,476	2,361	2,028	1,463	1.00
岩手県	2,220	3,126	2,040	1,570	2,070	1,575	1.00
宮城県	7,050	6,855	6,057	2,473	3,171	2,153	1.00
福島県	3,582	3,820	3,312	227	186	178	1.67
茨城県	353	806	578	755	564	381	1.00
千葉県	255	151	124	81	42	90	1.00
合計	15,866	17,876	14,587	7,467	8,061	5,840	

補足表4-2. 沖底船（県別）によるキチジの漁獲量（kg）

県／年	2008	2009	2010	2011	2012	2013
青森県	34,806	62,700	48,369	67,383	69,675	53,261
岩手県	62,029	151,074	124,351	112,650	164,457	137,842
宮城県	312,110	289,124	295,347	179,022	267,041	149,276
福島県	143,621	111,764	64,172	12,895	13,851	8,031
茨城県	6,572	13,820	10,080	14,960	7,699	7,635
千葉県	4,229	2,361	2,422	3,375	1,737	5,023
合計	563,367	630,843	544,741	390,285	524,460	361,068

2014(2012～2013年の平均漁獲量×比率a)	2014/2012～2013年合計の平均（比率b）
61,468	0.139
151,150	0.341
208,159	0.470
18,276	0.041
7,667	0.017
3,380	0.008
450,099	1.017

## 引用文献

山田 学・早乙女忠弘 (2013) 震災、操業自粛中における主要魚介類の資源動向. 平成 25 年度水産試験場試験研究成果, 実用化技術情報, 福島県ホームページ, 41-42.