

平成 29 (2017) 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、成松庸二、柴田泰宙、鈴木勇人、森川英祐、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、2017 年は 11,247 トンと高い水準を維持した。そのため、資源水準は高位と判断した。また、資源量が過去 5 年で増加していることから、資源動向は増加と判断した。一方、2004 年級群以降の再生産成功率（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、加入量の少ない年が続いていた。しかし、2013～2016 年の調査では、体長 10cm 以下の小型個体が出現したと推測されることから、これらが順調に成長するかを注視していく必要がある。本報告では、ABC 算定のための基本規則 1-3)-(1)に基づき、適切な漁獲で親魚量を維持し、今後の加入を促すことを管理目標とし、 $F_{limit}=F_{40\%SPR}$ とした。

管理基準	Target/ Limit	2018 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値か らの増減%)
F40%SPR	Target	420	4.3	0.047 (-1%)
	Limit	520	5.3	0.058 (+24%)

Limit は管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、Target は資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量。

本系群の ABC 算定には、規則 1-3)-(1)を用いた。 $F_{target} = \alpha \times F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

現状の F 値 ($F_{current}$) は 2014～2016 年の平均値 (0.047)。漁獲割合は 2018 年の漁獲量/資源量。ABC は 10 トン未満を四捨五入した値。

年	資源量(トン)	親魚量(トン)	漁獲量(トン)	F 値	漁獲割合(%)
2013	7,614	—	352	0.051	4.6
2014	8,000	—	343	0.047	4.3
2015	10,383	—	475	0.050	4.6
2016	12,021	—	484	0.044	4.0
2017	11,247	—	483	0.047	4.3
2018	9,758	—	—	—	—

年は暦年、資源量は漁獲対象資源量、2016年の漁獲量は暫定値。

2017年、2018年の値は、2017年のF値をF_{current}とした場合の将来予測に基づく値。

水準：高位 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
漁獲量	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、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、2006～2016年の沖底以外）
努力量（網数）、CPUE	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁、沖底）
漁獲物の体長組成	生物情報収集調査（水研、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（10～11月、水研） 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、惣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、長期的な漁獲量や単位努力量当たり漁獲量（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（2001）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（2003）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（2011）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（2012）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おり、トロールによる資源量調査を導入して資源量の動向を継続的に把握している。

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）。また、北海道を含む太平洋岸沖の個体間において、遺伝的隔離は観察されていない（Sakaguchi et al. 2014）。

(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と体長-体重の関係式を下記に示す（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ですが、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 歳程度には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月に太平洋北部全域で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、産卵場は青森県～茨城県沖の太平洋岸沖全域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囊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）。特定の索餌期はなく、周年索餌する。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く、資源量も少なくなっていると推測されるため、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」という）で漁獲されるほか、小型底びき網漁業（以下、「小底」という）、底はえ縄、底刺網でも漁獲されるが、沖底以外の漁獲量は少なく、2016年には沖底による漁獲が全体の9割以上を占めていた。当海域の沖底の漁法には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。

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なっているため、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低下していると推測される。

(2) 漁獲量の推移

キチジの全漁業種類を合わせた漁獲量は1975年以降減少し、1997年には過去最低の258トンとなった（図5、表1）。その後、若干増加して2006～2010年には600トン前後となったが、東日本大震災の影響で2011～2014年には減少し、2016年はやや増加して484トン（暫定値）であった。

漁業種類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（図5、表1）。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390トンまで減少したが、その後は増減を繰り返し、2016年には458ト

ン（暫定値）となった。

沖底の小海區別漁獲量をみると（表 2）、1998 年以降、金華山海区および常磐海区での漁獲量は増加傾向であったが、2011 年の震災以降、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、鮮魚として出荷するキチジ狙いの操業が増加したため、金華山海区の漁獲量が一時的に増加した。その後、2013～2014 年にかけて金華山海区の漁獲量は減少し、2014～2016 年には岩手海区の漁獲量が増加した。

(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、2016 年も 2,000 網とさらに低い水準に留まっている。なかでも、常磐海区の漁獲努力量は低い値となっており（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あげられる。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

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、2016 年は計 121 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）および鈴木ほか（2017）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、本系群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、補足資料 4 の補足表 4-4、平成 21 年度の報告を参照）を用い、秋季の年齢別資源尾数および資源量を求めた（補足資料 4 の補足表 4-5、補足表 4-6）。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 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 4 の補足表 4-7）。なお、全ての年齢で F は同値と仮定し、以下の式を用いて漁獲割合（E）から F を求めた。

$$F = -\ln\left(1 - E \times e^{M/2}\right)$$

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ため、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（補足資料 4 の補足表 4-2）か

ら体長－体重関係を用いて平均体重（補足資料 4 の補足表 4-3）を求め、それに乗じて資源重量を求めた（補足資料 4 の補足表 4-8）。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。

昨年度までは資源量および重み付け CPUE（補足資料 5）の推移から得た資源水準の区分を用いていたが、今年度からは資源量の値が十分な期間にわたり得られたと判断し、資源水準の区分は 1996～2017 年の資源量の最大値と最小値の間を 3 等分し、上から高位、中位、低位とした。

（2）資源量指標値の推移

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った。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 は増加傾向に転じた（図 8、表 4）。漁業種類別にみると（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、2011～2012 年にかけての CPUE の急増は資源の動向を正しく示していない可能性があるかと判断した。

（3）漁獲物の体長組成

2016 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、資源量は豊度が高かった 1999～2002 年級群の成長により（補足資料 3 の補足図 3-2）、2000 年以降、増加したと考えられる（図 10）。資源量は 2016 年には 1996 年以降で最高の 12,021 トンまで増加し、2017 年にはやや減少したものの、11,247 トンと高い水準を維持した（補足資料 4 の補足表 4-8）。資源尾数の推移をみると、2005 年以降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たが、2014 年以降増加に転じた。それに伴い、2017 年の全体の資源尾数は 106,220 千尾となった（図 11）。なお、漁獲割合および F 値は減少傾向にあり、2016 年には 4.0% および 0.044 と低い値であった（図 10、図 12、補足資料 4 の補足表 4-9）。

再生産成功率（2 歳魚尾数／雌親魚量：RPS）は 1999～2002 年級群で高く、これらの年級群の生残が良かったと考えられる（図 13）。このことから、2000 年代の資源量の増加は主に 1999～2002 年級群の生残率の上昇による加入量の増加によるものと考えられた。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 $0.2\mu\text{L}$ 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）。このことから、原因は明らかでないものの、海洋環境がキチジの加入量に影響した可能性も考えられる。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。

(5) 再生産関係

2004 年級群以降の RPS は低い状態が続いており（図 13）、親魚量が増加しているにも関わらず、加入量の少ない年が続いている（図 14）。しかし、2013～2016 年の調査では、体長 10cm 以下の小型個体が出現したと推測されることから（補足資料 3 の補足図 3-2）、これらが順調に成長するかを注視していく必要がある。

(6) Blimit の設定

明瞭な再生産関係が認められないことから（図 15）、Blimit は設定していない。

(7) 資源の水準・動向

秋季に実施しているトロール調査（水深 150～900m、2016 年は計 121 地点）から面積－密度法により資源量を推定し、資源状態を判断した。資源水準の区分は 1996～2017 年の資源量の最大値と最小値の間を 3 等分し、上から高位、中位、低位とし、2017 年の資源量が 11,247 トンであったことから高位と判断した（図 16）。動向は、資源量の過去 5 年間（2013～2017 年）の推移から増加と判断した。

(8) 今後の加入量の見積もり

明瞭な再生産関係が認められないことから、加入量を見積もっての将来予測は行っていない。

(9) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

YPR および SPR の式を用い、YPR および %SPR を求めた（図 17）。キチジでは、資源の増加に伴い成長が悪くなっているため（Hattori et al. 2007）、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、 F_{current} を 2014～2016 年の平均の F とした。図 17 から判断すると、 F_{current} (0.047) 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) および $F_{40\%SPR}$ (0.058) より小さい値であった。

5. 2018 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、資源量は 2000 年以降増加傾向に

あり、2017年は11,247トンと高い水準を維持した。高い再生産成功率により1999～2002年級群の加入量が増加し、この豊度の高い年級群が成長して資源量が増加したと考えられる。2004年級群以降の再生産成功率は低い状態が続いているが、2013～2016年には小型個体が出現しており、今後の動向を注視する必要がある。

(2) ABCの算定

2018年1月時点の資源量は、以下の方法で推定した。F_{current}を2014～2016年の平均のFとし、F₂₀₁₇をF_{current}と仮定した。Mを0.125とすると、2017年の年間生残率は0.842となる。この値を2017年1月時点の年齢別資源尾数（補足資料4の補足表4-7）に乘じ、2018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、2013年以降の比率は1.350～5.363、平均値は3.012となる（補足資料4の補足表4-1）。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、2018年1月の2歳魚の資源尾数は2017年1月の1歳魚の資源尾数に3.012を乗じて求めた。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、2018年の平均体重は2016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、2018年の資源量は9,758トンと2017年より減少し、資源尾数も94,361千尾に減少すると予測された（2017年の資源量は11,247トン、資源尾数は106,220千尾）。

2000年以降、資源量には増加傾向が認められる。一方で、2004年級群以降のRPSは低い状態が続いている。このため、適切な漁獲で親魚量を維持し、今後の加入を促すことを管理目標とした。本資源は成長が遅く、成熟年齢が高齢であることから、F_{40%SPR}を管理基準として2018年ABCを算定した。資源水準と動向が高位、増加と判断されたため、ABC算定のための基本規則1-3)-(1)に基づき、F_{limit}=基準値、F_{target}=F_{limit}× α とした。本報告では、F_{limit}=F_{40%SPR}とし、不確実性を考慮して安全率 α を0.8としてABC_{limit}およびABC_{target}を計算した結果、2018年の資源量に対して計算されるABC_{limit}は519トン、ABC_{target}は418トンとなる。

管理基準	Target/ Limit	2018年ABC(トン)	漁獲割合(%)	F値(現状のF値からの増減%)
F40%SPR	Target	420	4.3	0.047 (-1%)
	Limit	520	5.3	0.058 (+24%)

Limitは管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量、Targetは資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量。

本系群のABC算定には、規則1-3)-(1)を用いた。F_{target} = α ×F_{limit}とし、係数 α には標準値0.8を用いた。

現状のF値(F_{current})は2014～2016年の平均値(0.047)。漁獲割合は2018年の漁獲量/

資源量。ABCは10トン未満を四捨五入した値。

(3) ABCの評価

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は行っていない。

(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
2015年沖底漁獲量の確定値	2015年沖底漁獲量の確定
2016年秋季の資源量確定値	2016年秋季の資源量の追加
2016年沖底漁獲量の暫定値	2016年沖底漁獲量の暫定値の追加

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン) (実際のF値)
2016年(当初)	1.0F40%SPR	0.058	9,018	480	390	
2016年(2016年 再評価)	1.0F40%SPR	0.058	12,009	640	510	
2016年(2017年 再評価)	1.0F40%SPR	0.058	12,021	640	510	484 (0.044)
2017年(当初)	1.0F40%SPR	0.058	10,300	550	440	
2017年(2017年 再評価)	1.0F40%SPR	0.058	11,247	600	480	
2016年の漁獲量は暫定値、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推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。

6. ABC以外の管理方策の提言

キチジは、小型魚の魚価が安く、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 *Sebastes 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.
- 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.
- 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.
- Sakaguchi, S. O., K. Takishita, T. Goto, H. Shibata, S. Kojima, S. Tsuchida, H. Kitazato and K. Fujikura (2014) Analyses of age and population genetic structure of the broadbanded

thornyhead *Sebastolobus macrochir* in North Japan suggest its broad dispersion and migration before settlement. J. Oceanogr., **70**, 457-462.

鈴木勇人・服部 努・成松庸二・柴田泰宙・永尾次郎・矢野寿和 (2017) 2016 年の底魚類現存量調査結果. 東北底魚研究, **37**, 印刷中.

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.

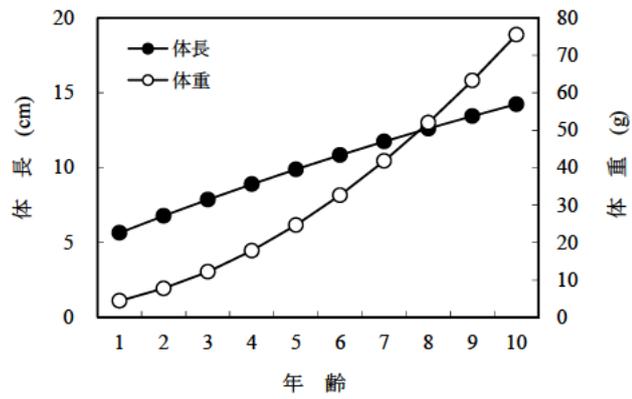


図1. 太平洋北部におけるキチジの分布

図2. 太平洋北部におけるキチジの成長

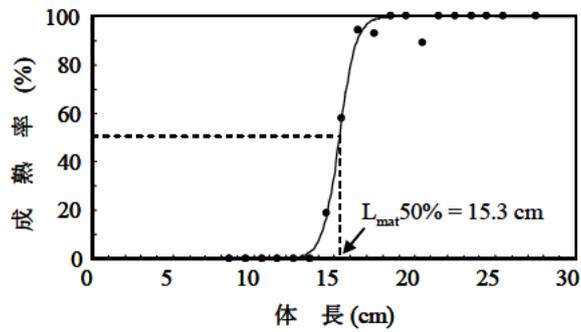


図3. 太平洋北部における雌の体長-成熟割合の関係

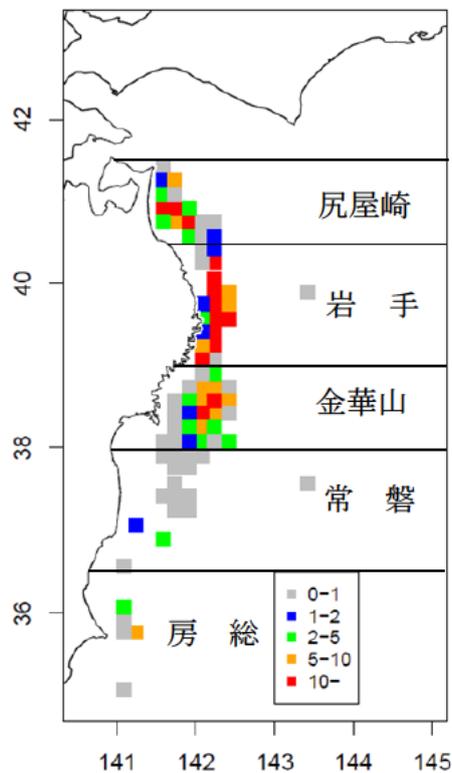


図4. 2015年の沖底によるキチジの漁場分布図
単位はトン。

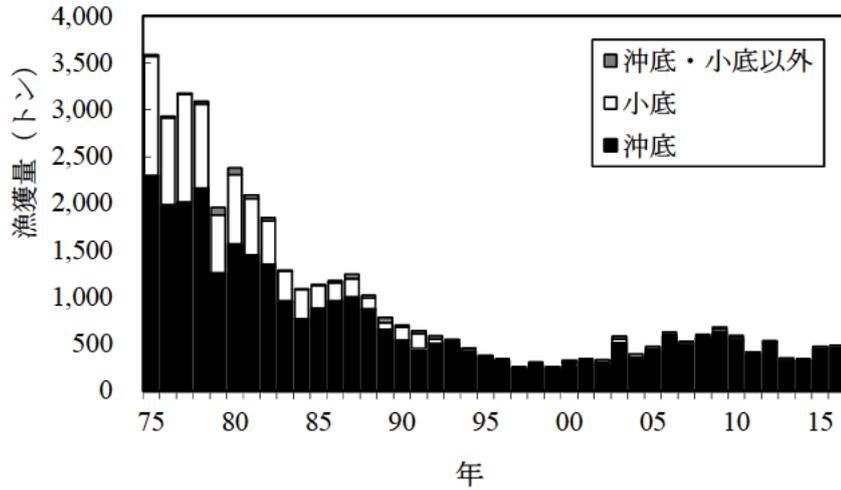


図5. 太平洋北部におけるキチジ漁獲量の推移

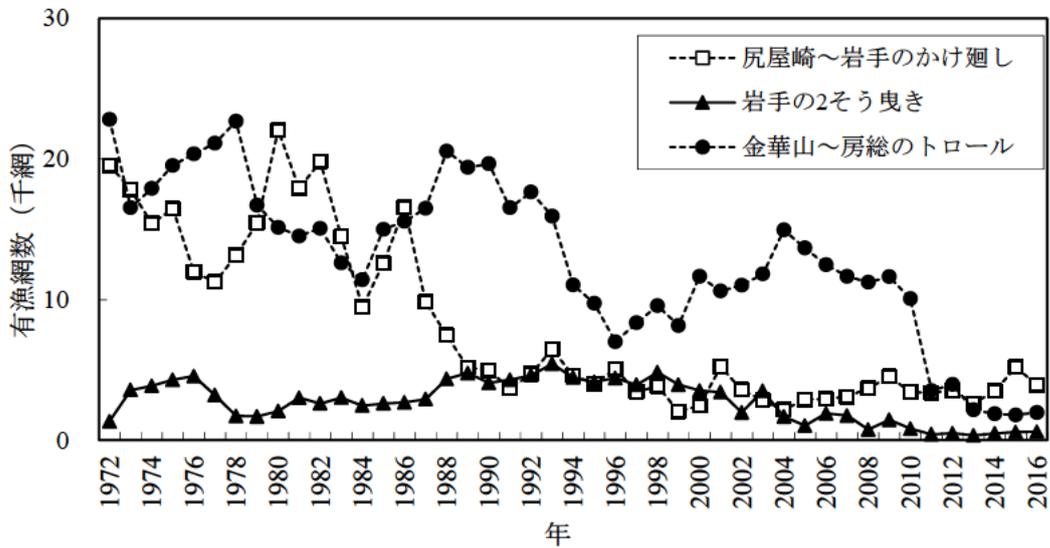


図6. 沖底による漁獲努力量の経年変化
2016年の値は暫定値。

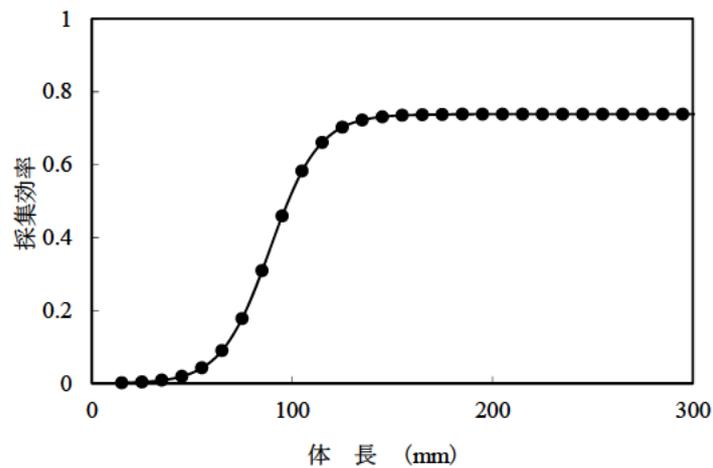


図7. 体長と採集効率の関係

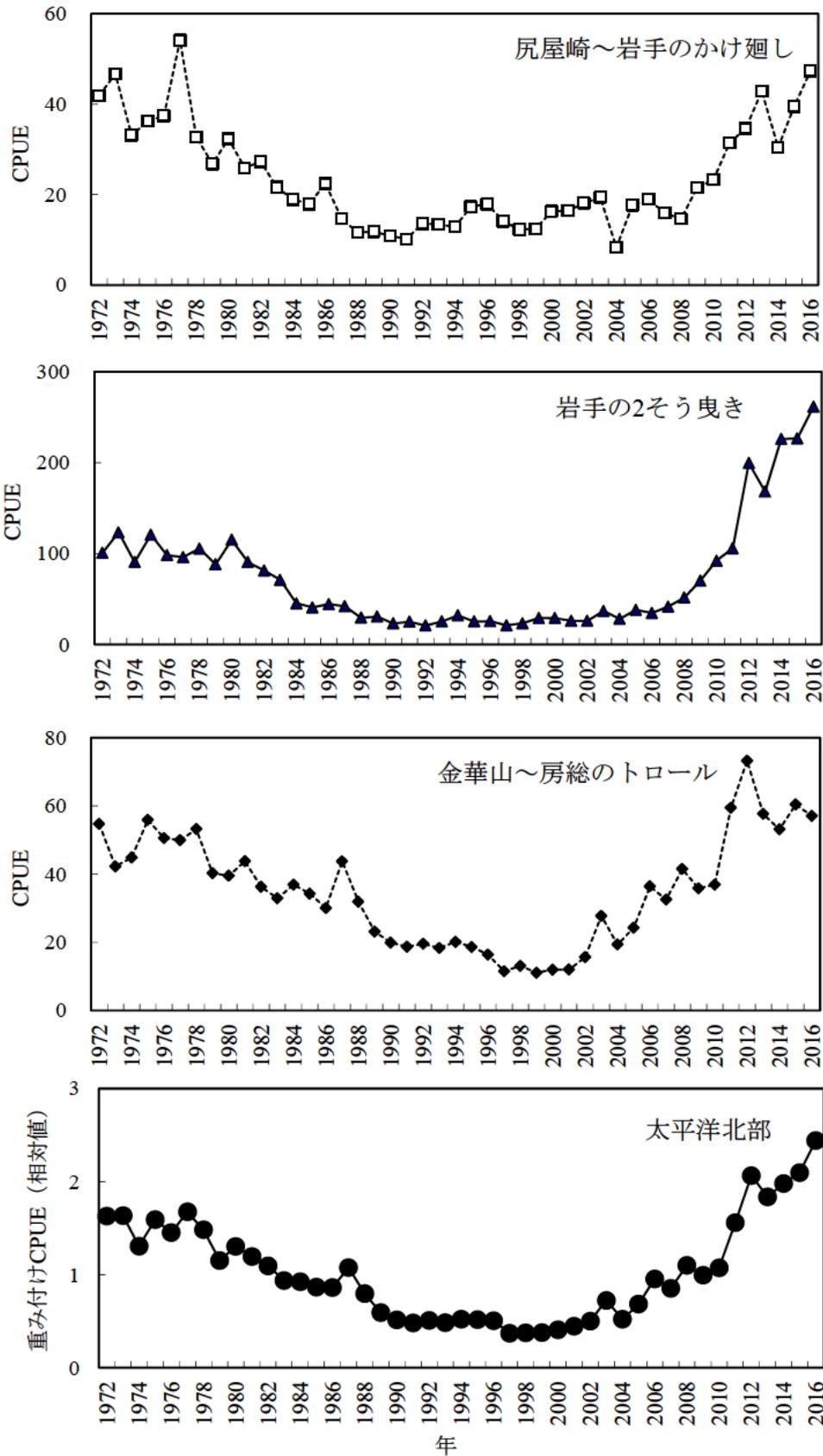


図8. 沖底によるCPUE (kg/網) および重み付けCPUE (相対値) の経年変化
2016年の値は暫定値。

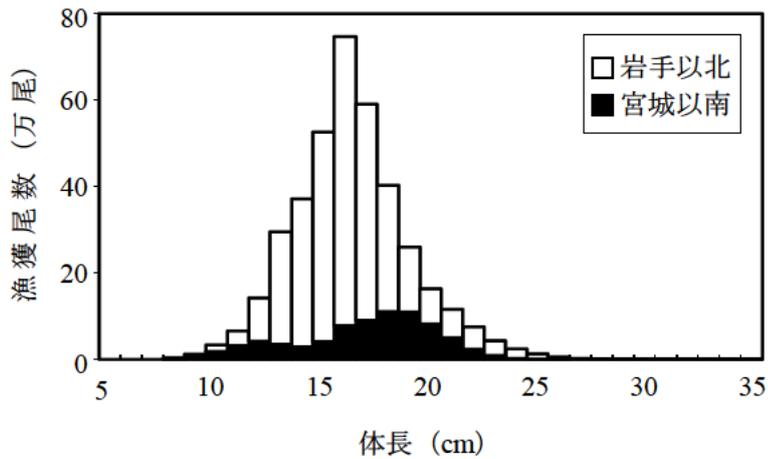


図9. 2016年の漁獲物の体長組成

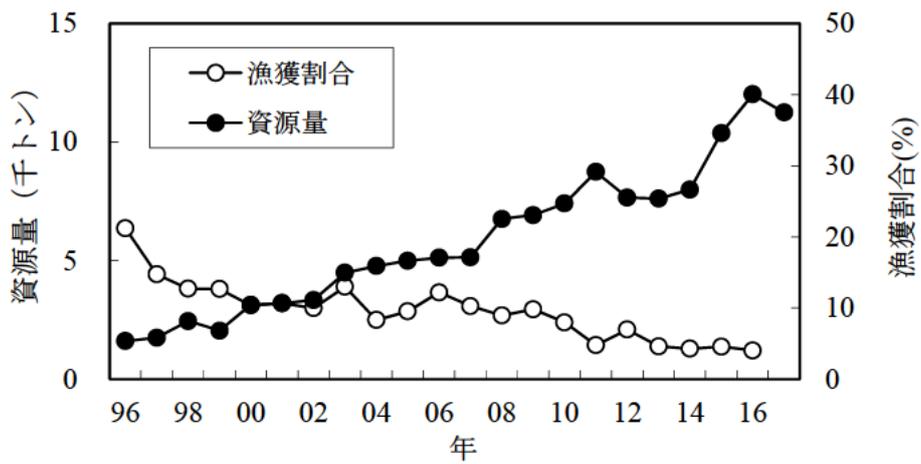


図10. キチジの資源量（1月時点）および漁獲割合の推移

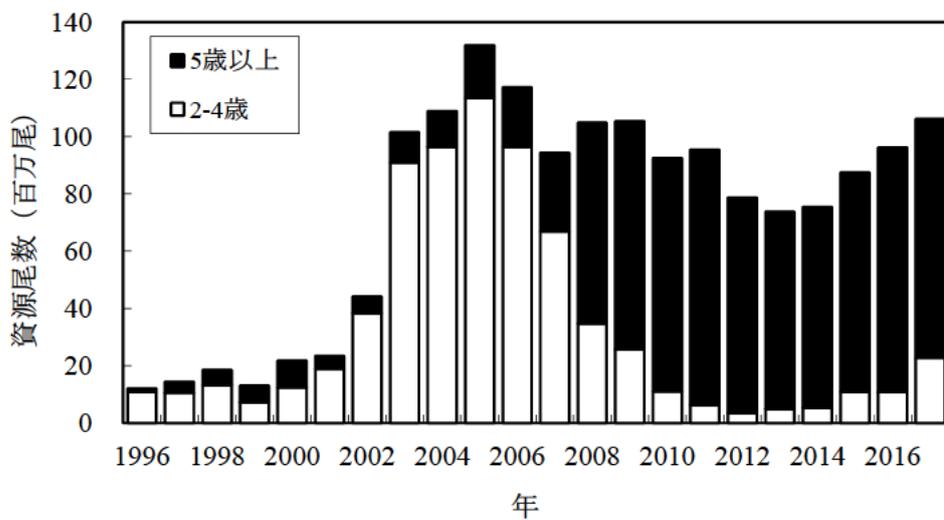


図11. キチジの資源尾数（1月時点）の推移

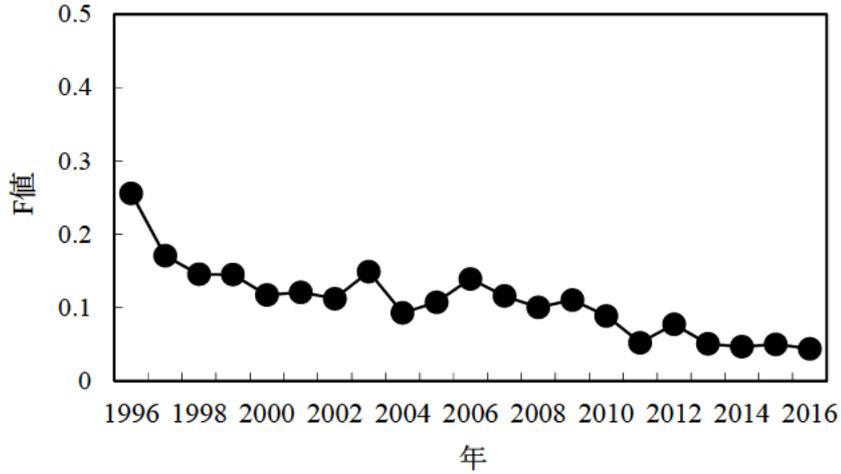


図12. F値の経年推移

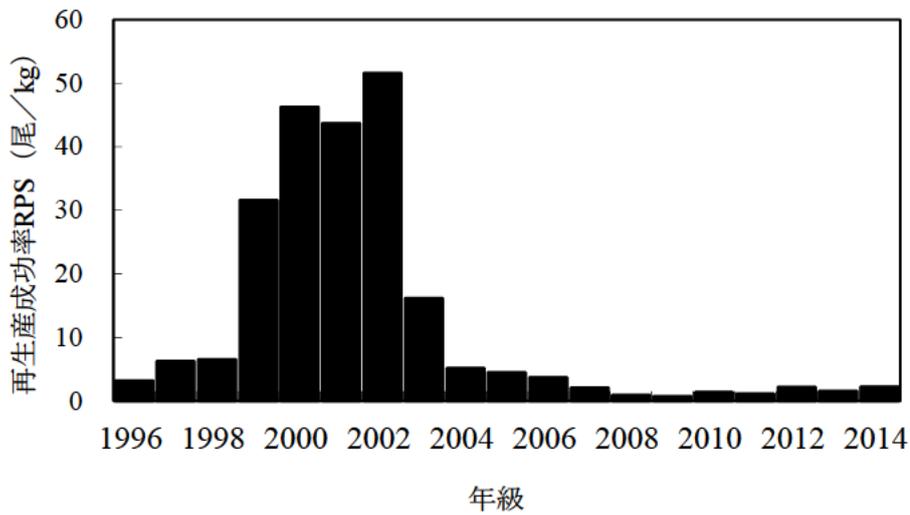


図13. 再生産成功率 (RPS) の推移
雌親魚1kgあたりの2歳魚尾数として計算。

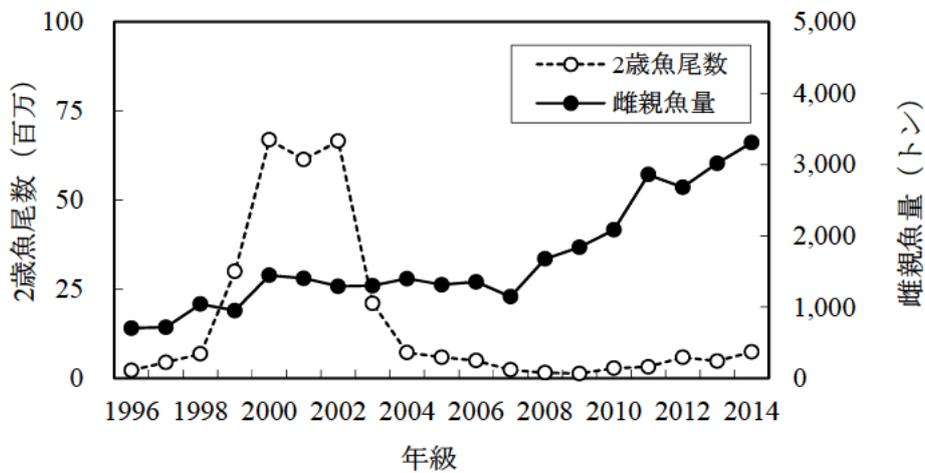


図14. 雌親魚量と加入量の推移

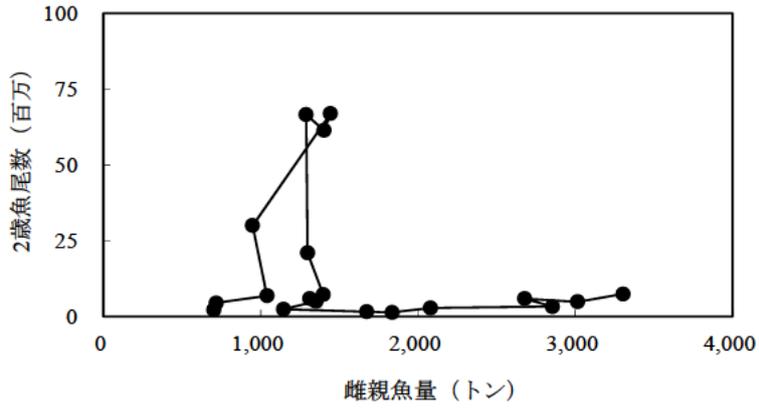


図15. 再生産関係

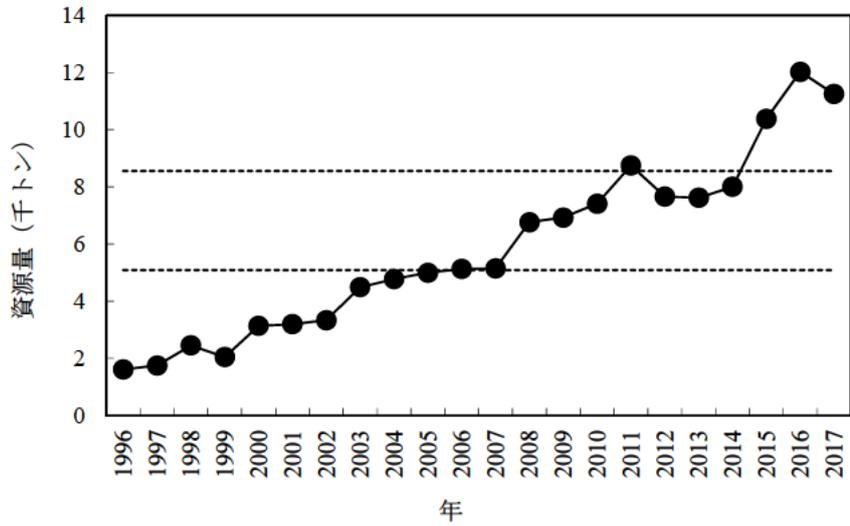


図16. キチジの資源量（1月時点）の推移
破線は水準の境界を示す。

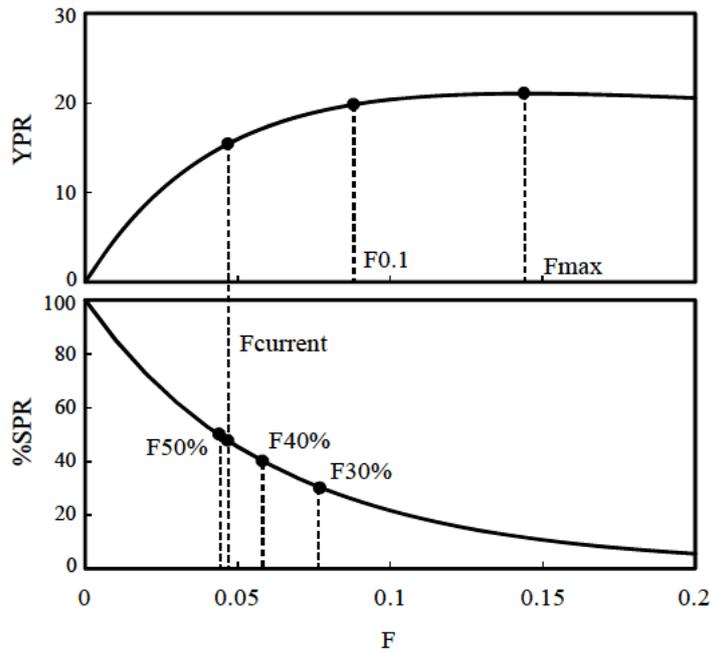


図17. 様々なFとYPR曲線および%SPR曲線との関係

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	155	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	9	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	0
その他	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	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	2014	2015	2016
沖底	282	304	291	514	332	427	584	502	563	631	545	390	524	316	319	448	458
小底	22	17	12	36	23	18	15	8	19	30	25	18	5	26	2	1	0
刺網	0	0	1	2	2	0	0	0	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	10	14	12
定置	0	0	0	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	11	13	14
合計	326	342	333	583	397	475	626	529	605	680	591	417	534	352	343	475	484

沖底の値は漁場別漁獲統計資料による(2016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。震災以降の福島県では、試験操業において沖底と小底は「底びき網」として合計されている。「底びき網」から漁場別漁獲統計資料の値を引いたものを小底の値として集計した。

表2. 沖合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
房総	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	2014	2015	2016
尻屋崎	35	80	60	48	13	44	47	37	48	81	66	89	87	64	67	103	64
岩手	108	95	56	138	52	46	75	86	48	119	90	61	136	107	150	236	280
金華山	61	58	62	124	81	120	155	85	157	140	116	169	283	128	72	94	98
常磐	70	61	101	181	149	163	215	226	252	256	236	48	10	4	3	5	7
房総	9	9	12	24	36	55	91	69	58	35	37	23	9	13	27	10	8
合計	282	304	291	514	332	427	584	502	563	631	545	390	524	316	319	448	458

値は漁場別漁獲統計資料による(2016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）の推移

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	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	1,553	135	471
2014	2,516	980	492	891	92	891
2015	4,006	1,196	588	1,211	135	460
2016	2,789	1,145	606	1,354	162	462

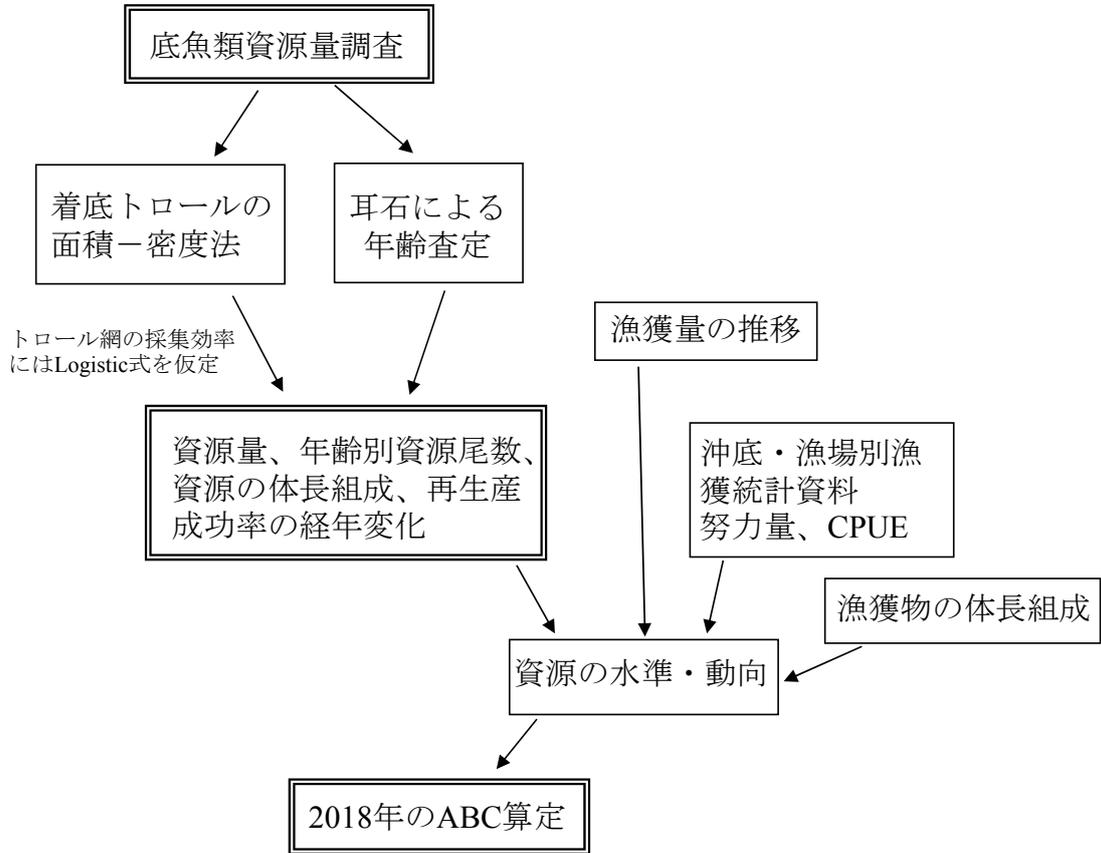
漁場別漁獲統計資料による。2016年の値は暫定値。

表4. 沖底の小海区別、漁法別のCPUE (kg/網) の推移

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	69.3	30.7	26.9
2014	26.8	39.5	225.9	78.0	37.6	29.9
2015	25.6	85.9	226.6	77.6	39.6	21.3
2016	23.1	106.3	261.7	72.6	43.5	16.5

漁場別漁獲統計資料による。2016年の値は暫定値。

補足資料1 資源評価の流れ



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、2016 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。

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

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

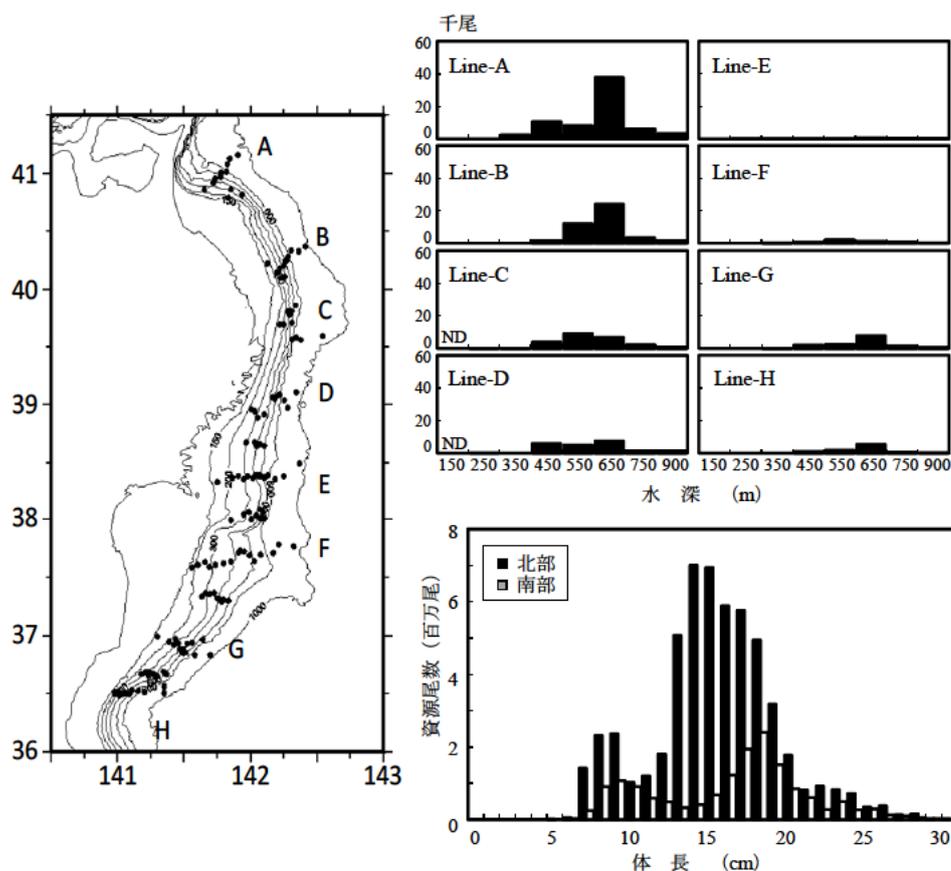
$$CV = \frac{SE \times 100}{B} \quad (7)$$

補足資料3 調査船調査の概要及び結果

(1) 2016年の若鷹丸による底魚類資源量調査の概要

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2016年に行った調査結果の概要を示す。

2016年10~11月の調査では、水深150~900mにおいて計121地点の着底トロール調査を実施した(補足図3-1)。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が分布の中心であった。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調べた結果、東北南部に比べて北部で体長15cm前後の個体が多いことが明らかとなった。



補足図3-1. 2016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1km²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。

(2) 若鷹丸による底魚類資源量調査 (1995 年以降の結果)

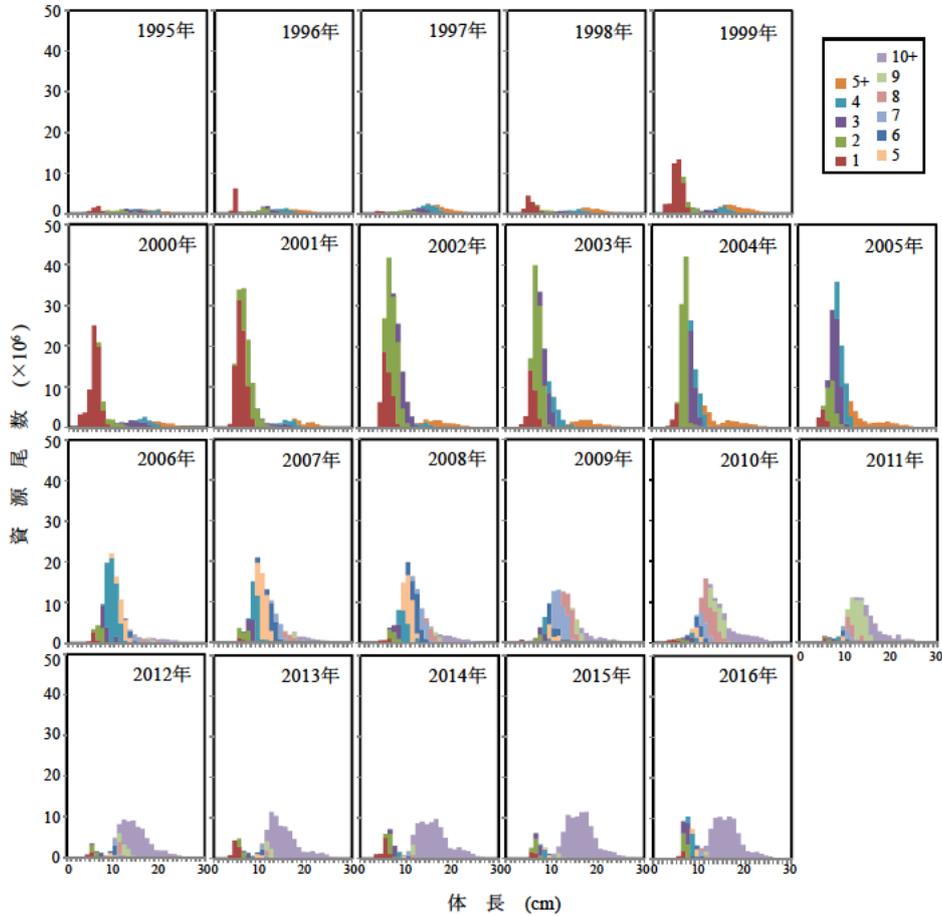
調査船調査は、1995 年以降、秋季 (10~11 月) に着底トロールを用いて実施されており、太平洋北部全体のキチジの資源量および資源尾数の推定に用いられている (補足資料 2)。ここでは、資源量および資源尾数に関する結果 (調査地点数、資源量および資源尾数の変動係数 CV、標準誤差 SE、信頼区間) を補足表 3-1 に示した。なお、本表には 0 歳魚の資源尾数を含むため、本文で用いた年齢別資源尾数の合計とは完全には一致しない。

補足表3-1. 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)

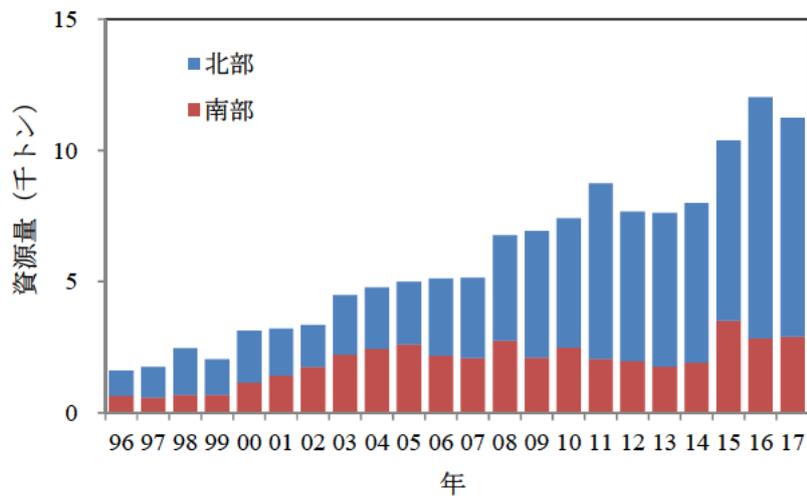
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
調査地点数	57	57	60	61	59	74	71	75
資源量 (トン)	1,422	1,523	1,824	1,597	2,503	2,588	2,564	3,082
資源量のCV	0.18	0.18	0.09	0.13	0.14	0.17	0.13	0.15
資源量のSE (トン)	256	271	168	212	355	434	340	453
95%信頼区間 (上限)、トン	1,938	2,074	2,163	2,026	3,223	3,458	3,247	3,990
95%信頼区間 (下限)、トン	906	972	1,484	1,167	1,782	1,717	1,881	2,174
資源尾数 (千尾)	9,973	11,277	14,273	10,780	19,426	24,878	37,433	58,117
資源尾数のCV	0.21	0.27	0.14	0.16	0.16	0.20	0.18	0.21
資源尾数のSE (千尾)	2,122	3,059	2,036	1,697	3,165	4,934	6,669	12,408
95%信頼区間 (上限)、千尾	14,244	17,494	18,396	14,213	25,840	34,763	50,815	82,983
95%信頼区間 (下限)、千尾	5,702	5,060	10,150	7,346	13,012	14,994	24,051	33,250
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
調査地点数	100	145	150	146	150	148	134	124
資源量 (トン)	3,212	3,136	3,771	3,616	4,698	5,231	5,167	6,419
資源量のCV	0.12	0.10	0.09	0.11	0.10	0.07	0.07	0.08
資源量のSE (トン)	399	321	344	401	485	355	376	486
95%信頼区間 (上限)、トン	4,005	3,766	4,444	4,403	5,649	5,927	5,912	7,383
95%信頼区間 (下限)、トン	2,419	2,506	3,097	2,830	3,746	4,536	4,421	5,455
資源尾数 (千尾)	55,001	62,055	65,457	59,473	68,385	70,484	64,991	68,312
資源尾数のCV	0.13	0.15	0.12	0.13	0.13	0.08	0.08	0.08
資源尾数のSE (千尾)	7,246	9,156	7,882	8,027	8,613	5,874	5,233	5,652
95%信頼区間 (上限)、千尾	69,412	80,000	80,905	75,205	85,267	81,997	75,355	79,520
95%信頼区間 (下限)、千尾	40,590	44,110	50,009	43,741	51,503	58,971	54,626	57,103
年	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
調査地点数	124	101	113	110	122	121		
資源量 (トン)	6,233	5,930	6,470	8,460	9,739	8,693		
資源量のCV	0.08	0.09	0.07	0.10	0.11	0.10		
資源量のSE (トン)	526	552	475	852	1,083	858		
95%信頼区間 (上限)、トン	7,276	7,030	7,412	10,154	11,891	10,393		
95%信頼区間 (下限)、トン	5,189	4,829	5,528	6,766	7,586	6,992		
資源尾数 (千尾)	57,113	53,050	54,354	61,381	67,816	70,670		
資源尾数のCV	0.10	0.09	0.09	0.08	0.11	0.16		
資源尾数のSE (千尾)	5,497	4,664	4,772	5,082	7,625	11,442		
95%信頼区間 (上限)、千尾	68,015	62,340	63,827	71,484	82,973	93,347		
95%信頼区間 (下限)、千尾	46,212	43,760	44,882	51,278	52,660	47,992		

(3) Logistic 式から得られた採集効率を用いた場合の資源の推移

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（補足図 3-2）および太平洋北部を北部と南部に分けた資源量の推移（補足図 3-3）を示した。



補足図3-2. 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)



補足図3-3. 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4-1 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	2014	2015	2016
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	711	356	420
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	1,116	961	1,911
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	1,140	1,083	2,577
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	651	1,026	3,351
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	372	745	1,527
6												1,916	10,645	15,402	6,615	3,998	1,478	1,838	1,384	465	364	1,098
7												2,784	5,547	9,053	23,619	6,438	2,937	1,688	1,048	629	296	788
8												1,499	3,264	4,003	13,618	23,540	6,514	2,676	1,139	876	439	1,046
9												577	1,772	1,637	4,442	13,345	24,946	5,412	3,192	1,755	960	936
10+												3,324	4,353	6,189	7,639	15,362	18,865	39,056	44,756	53,666	61,585	57,017
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	61,381	67,816	70,670

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4-2 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	2014	2015	2016
2	125	116	116	107	100	108	96	89	85	83	87	81	80	85	83	82	78	72	73	76	76	81
3	168	141	145	139	138	158	153	112	102	100	95	96	92	92	91	90	87	85	85	85	85	85
4	197	168	166	168	167	185	178	156	124	113	109	108	103	109	97	100	94	105	97	96	94	94
5	222	209	207	209	207	227	218	198	198	175	171	128	118	110	113	107	104	107	109	104	102	102
6												149	137	124	117	113	109	114	115	113	112	110
7												164	153	147	129	122	116	119	117	115	115	115
8												184	177	167	150	135	129	126	124	123	120	121
9												192	190	180	168	152	140	136	130	125	127	128
10+												224	223	215	209	197	189	169	168	174	174	174

補足表4-3 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	2014	2015	2016
2	51	40	40	32	26	33	22	18	16	15	16	13	13	15	15	14	12	9	10	11	11	13
3	125	73	79	71	69	103	93	36	27	25	22	23	20	20	19	18	17	16	15	15	15	16
4	206	126	122	127	124	168	150	99	49	37	33	32	28	33	24	26	21	29	23	22	21	21
5	294	247	238	246	238	316	278	208	207	144	134	55	43	34	37	31	29	31	34	29	27	27
6												88	67	49	41	37	33	38	40	38	36	35
7												117	95	84	56	48	40	43	42	39	39	39
8												167	147	123	89	64	55	52	49	49	45	46
9												191	182	156	125	92	72	66	58	50	53	55
10+												303	301	267	245	206	179	129	125	141	144	144

補足表4-4 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	2014	2015	2016
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	0.18	0.19	0.25
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	0.31	0.29	0.31
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	0.47	0.45	0.45
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	0.57	0.55	0.55
6												0.73	0.72	0.70	0.67	0.65	0.62	0.65	0.66	0.65	0.64	0.63
7												0.74	0.73	0.73	0.71	0.69	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.66
8												0.74	0.74	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.70	0.70	0.69	0.69
9												0.74	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.70	0.71	0.71
10+												0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74

補足表4-5 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	2014	2015	2016
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	6,080	5,013	7,630
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	3,736	3,758	8,304
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	1,387	2,275	7,431
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	651	1,345	2,798
6												2,613	14,705	22,051	9,890	6,165	2,386	2,811	2,087	714	568	1,743
7												3,780	7,553	12,365	33,140	9,274	4,411	2,487	1,557	953	449	1,193
8												2,031	4,425	5,432	18,573	32,607	9,161	3,801	1,632	1,257	640	1,517
9												782	2,402	2,219	6,027	18,183	34,303	7,480	4,467	2,505	1,358	1,319
10+												4,503	5,898	8,385	10,349	20,815	25,566	52,984	60,727	72,771	83,502	77,316
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	90,053	98,907	109,251

1歳魚はほとんど漁獲されないので、漁獲対象資源に含めない。

補足表4-6 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	2014	2015	2016
2	225	179	132	74	121	233	701	1,267	987	1,014	362	100	79	80	36	22	17	28	33	66	56	102
3	537	212	315	119	212	752	368	775	607	825	1,067	215	161	105	72	44	20	21	19	57	55	129
4	560	465	793	439	645	887	711	353	696	606	1,011	1,701	605	538	121	66	23	23	21	31	49	160
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	19	37	75
6												229	982	1,086	404	229	80	107	83	27	21	60
7												441	716	1,041	1,872	442	178	107	65	37	18	47
8												340	652	670	1,644	2,099	508	197	80	61	29	70
9												149	437	346	755	1,669	2,463	496	258	126	72	72
10+												1,363	1,776	2,243	4,288	4,288	4,582	6,820	7,619	10,266	12,027	10,853
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	10,690	12,364	11,568

補足表47 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	2015	2016	2017
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	1,568	1,355	2,852	3,263	5,905	4,874	7,418
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	2,329	1,156	1,268	1,193	3,629	3,654	8,074
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	2,479	1,053	761	866	1,347	2,212	7,225
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	4,553	1,736	1,289	1,609	632	1,307	2,720
6												2,510	14,165	21,205	9,544	5,985	2,307	2,730	2,028	693	552	1,695
7												3,631	7,275	11,890	31,980	9,005	4,266	2,415	1,513	925	436	1,160
8												1,951	4,263	5,224	17,923	31,658	8,858	3,691	1,586	1,221	623	1,474
9												751	2,314	2,134	5,816	17,654	33,168	7,264	4,341	2,433	1,320	1,283
10+												4,326	5,681	8,063	9,987	20,209	24,720	51,455	59,014	70,682	81,186	75,171
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	95,440	78,620	73,726	75,413	87,468	96,163	106,220

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48 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	2015	2016	2017
2	211	170	126	71	116	223	674	1,211	952	975	346	97	76	77	35	22	16	27	32	64	54	99
3	504	202	301	114	204	722	354	740	585	794	1,021	207	155	101	70	43	20	20	18	56	54	126
4	526	443	758	420	620	852	683	337	671	583	968	1,634	583	517	117	64	23	22	20	30	48	155
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	18	36	73
6												220	945	1,044	390	223	77	104	81	26	20	59
7												424	690	1,001	1,806	429	172	104	63	36	17	46
8												326	628	644	1,586	2,038	491	191	78	59	28	68
9												143	421	333	729	1,620	2,381	482	251	122	70	70
10+												1,309	1,711	2,157	2,445	4,163	4,430	6,624	7,404	9,971	11,694	10,552
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	8,743	7,659	7,614	8,000	10,383	12,021	11,247

補足表49 漁獲量 (トン)、漁獲割合 (%) およびF値

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	近3年
漁獲量	342	258	311	259	326	342	333	583	397	475	626	529	605	680	591	417	534	352	343	475	484	434
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	4.8	7.0	4.6	4.3	4.6	4.0	4.3
F値	0.256	0.171	0.145	0.145	0.117	0.121	0.112	0.149	0.093	0.107	0.139	0.116	0.100	0.110	0.089	0.052	0.077	0.051	0.047	0.050	0.044	0.047

2016年の漁獲量は暫定値。

補足資料5 重み付け CPUE の計算方法

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5-1）。計算方法を下記の表に示した。

補足表5-1. 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*a B*b C*c)/(A B C)
	漁獲量(A)	網数	CPUE	CPUE/CPUE平均値(a)	漁獲量(B)	網数	CPUE	CPUE/CPUE平均値(b)	漁獲量(C)	網数	CPUE	CPUE/CPUE平均値(c)	
1972	819,554	19,568	41.9	1.77	135,847	1,350	100.6	1.36	1,248,282	22,829	54.7	1.57	1.63
1973	832,297	17,827	46.7	1.97	440,247	3,569	123.4	1.67	699,774	16,546	42.3	1.21	1.64
1974	509,923	15,415	33.1	1.40	351,033	3,871	90.7	1.23	803,362	17,910	44.9	1.29	1.31
1975	596,426	16,464	36.2	1.53	520,255	4,305	120.8	1.63	1,092,978	19,543	55.9	1.61	1.59
1976	448,760	11,989	37.4	1.58	447,987	4,561	98.2	1.33	1,030,594	20,375	50.6	1.45	1.45
1977	608,248	11,239	54.1	2.29	308,010	3,203	96.2	1.30	1,055,368	21,125	50.0	1.43	1.68
1978	430,422	13,152	32.7	1.38	183,595	1,739	105.6	1.43	1,207,517	22,690	53.2	1.53	1.48
1979	414,483	15,456	26.8	1.13	149,369	1,693	88.2	1.19	673,698	16,729	40.3	1.16	1.15
1980	712,740	22,069	32.3	1.36	238,604	2,073	115.1	1.56	598,924	15,140	39.6	1.14	1.31
1981	464,511	17,925	25.9	1.10	273,955	3,019	90.7	1.23	636,503	14,534	43.8	1.26	1.20
1982	540,482	19,818	27.3	1.15	212,699	2,613	81.4	1.10	546,478	15,077	36.2	1.04	1.10
1983	312,857	14,501	21.6	0.91	215,386	3,028	71.1	0.96	414,820	12,606	32.9	0.94	0.94
1984	179,324	9,470	18.9	0.80	111,506	2,461	45.3	0.61	421,514	11,422	36.9	1.06	0.92
1985	225,910	12,602	17.9	0.76	106,723	2,618	40.8	0.55	514,972	15,012	34.3	0.98	0.87
1986	371,412	16,553	22.4	0.95	119,502	2,691	44.4	0.60	468,026	15,566	30.1	0.86	0.86
1987	144,386	9,854	14.7	0.62	123,050	2,924	42.1	0.57	722,662	16,505	43.8	1.26	1.08
1988	86,619	7,463	11.6	0.49	128,790	4,364	29.5	0.40	656,975	20,572	31.9	0.92	0.80
1989	61,026	5,174	11.8	0.50	146,476	4,783	30.6	0.41	449,517	19,403	23.2	0.67	0.59
1990	54,376	4,986	10.9	0.46	94,803	4,086	23.2	0.31	391,788	19,665	19.9	0.57	0.52
1991	37,428	3,683	10.2	0.43	108,013	4,302	25.1	0.34	310,192	16,539	18.8	0.54	0.48
1992	64,178	4,725	13.6	0.57	96,793	4,619	21.0	0.28	345,773	17,644	19.6	0.56	0.51
1993	86,702	6,468	13.4	0.57	138,503	5,444	25.4	0.34	292,658	15,944	18.4	0.53	0.48
1994	58,881	4,580	12.9	0.54	143,216	4,458	32.1	0.43	222,375	11,040	20.1	0.58	0.52
1995	69,807	4,036	17.3	0.73	105,614	4,149	25.5	0.34	181,661	9,741	18.6	0.54	0.52
1996	90,563	5,056	17.9	0.76	114,123	4,431	25.8	0.35	115,168	7,007	16.4	0.47	0.51
1997	48,510	3,438	14.1	0.60	83,402	3,943	21.2	0.29	96,562	8,347	11.6	0.33	0.37
1998	47,082	3,847	12.2	0.52	112,554	4,828	23.3	0.32	125,508	9,563	13.1	0.38	0.38
1999	25,410	2,042	12.4	0.53	115,579	3,958	29.2	0.39	90,747	8,171	11.1	0.32	0.38
2000	39,882	2,449	16.3	0.69	102,525	3,536	29.0	0.39	139,678	11,658	12.0	0.34	0.41
2001	85,996	5,230	16.4	0.69	89,443	3,425	26.1	0.35	127,692	10,611	12.0	0.35	0.45
2002	64,726	3,574	18.1	0.77	51,293	1,974	26.0	0.35	173,016	11,037	15.7	0.45	0.50
2003	55,441	2,857	19.4	0.82	129,903	3,511	37.0	0.50	328,585	11,830	27.8	0.80	0.72
2004	18,197	2,181	8.3	0.35	47,357	1,679	28.2	0.38	289,563	14,952	19.4	0.56	0.52
2005	51,004	2,892	17.6	0.75	39,476	1,039	38.0	0.51	332,089	13,673	24.3	0.70	0.69
2006	55,488	2,928	19.0	0.80	66,433	1,911	34.8	0.47	454,393	12,483	36.4	1.05	0.96
2007	49,261	3,101	15.9	0.67	73,058	1,754	41.7	0.56	379,584	11,662	32.5	0.93	0.85
2008	53,920	3,687	14.6	0.62	39,120	760	51.5	0.70	466,532	11,240	41.5	1.19	1.10
2009	97,440	4,533	21.5	0.91	102,450	1,459	70.2	0.95	417,069	11,632	35.9	1.03	1.00
2010	80,030	3,435	23.3	0.98	75,611	820	92.2	1.25	372,021	10,071	36.9	1.06	1.08
2011	105,851	3,372	31.4	1.33	44,559	421	105.8	1.43	210,252	3,536	59.5	1.71	1.56
2012	122,711	3,545	34.6	1.46	99,747	500	199.5	2.70	290,328	3,963	73.3	2.10	2.07
2013	112,827	2,630	42.9	1.81	58,210	346	168.2	2.27	124,501	2,159	57.7	1.66	1.84
2014	106,212	3,496	30.4	1.28	111,136	492	225.9	3.05	99,601	1,874	53.1	1.53	1.98
2015	205,354	5,202	39.5	1.67	133,229	588	226.6	3.06	109,063	1,806	60.4	1.73	2.10
2016	186,220	3,934	47.3	2.00	158,581	606	261.7	3.54	112,919	1,978	57.1	1.64	2.44
平均値		23.7				74.0				34.8			