

平成 30（2018）年度キアンコウ太平洋北部の資源評価

責任担当水研：東北区水産研究所（時岡 駿、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、福島県水産資源研究所、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場

要 約

キアンコウ太平洋北部では、漁獲量と沖合底びき網漁業の CPUE を用いて資源状態を評価した。尻屋崎～襟裳西海区と金華山～房総海区に分けて沖底の CPUE を算出し、指標値として用いた。その結果、尻屋崎～襟裳西海区の資源水準は中位で動向は増加、金華山～房総海区の資源水準は高位で動向は増加と判断した。資源全体的水準と動向は、両者を同等に勘案して、水準は高位、動向は増加とした。資源水準に合わせた漁獲を管理目標とし、ABC 算定規則の 2-1) に基づき、2 つの海域ごとの ABC を算定し、合算して 2019 年 ABC を求めた。

管理基準	Target/ Limit	2019 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値(現状の F 値からの増 減%)
0.9・尻屋崎～襟裳西海区 Ct・1.27 1.0・金華山～房総海区 Ct・1.34	Target	1,410	—	— (—)
	Limit	1,760	—	— (—)

ABC 算定規則の 2-1) により、 $ABClimit = \delta_1 \cdot Ct \cdot \gamma_1$ で計算した。

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増大または維持が期待される漁獲量である。 $ABClimit = \alpha ABCtarget$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC は 10 トン未満で四捨五入した。

原発事故の影響により、福島県以外でも震災による影響を受けている。漁船隻数、稼働日数に関わる情報から、震災前である 2010 年を 1 として年別県別漁業種類別に稼働率を推定した。

尻屋崎～襟裳西海区の δ_1 には、0.9（中位水準における推奨値）、Ct には 2017 年の青森県の漁獲量と稼働率を考慮した岩手県の漁獲量を合計した値を用いた。金華山～房総海区の δ_1 には 1.0（高位水準における標準値）、Ct には稼働率を考慮した 2017 年の宮城県と茨城県の漁獲量および震災前 3 年間（2008～2010 年）の福島県漁獲量の平均を加えた値を用いた。

γ_1 は、 $\gamma_1 = 1 + k(b/I)$ により計算し、k は標準値の 1.0、b と I はそれぞれ、海域別の直近 3 年間（2015～2017 年）の CPUE の傾きと平均値（尻屋崎～襟裳西海区：b=1.97, I=7.32、金華山

～房総海区：b=6.03, I=17.55）とした。その結果、尻屋崎～襟裳西海区および金華山～房総海区の γ_1 はそれぞれ 1.27 および 1.34 であった。

年	資源量（トン）	親魚量	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合（％）
2013	—	—	514	—	—
2014	—	—	695	—	—
2015	—	—	545	—	—
2016	—	—	772	—	—
2017	—	—	1,119	—	—

年は暦年、2017 年の漁獲量は暫定値である。

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通り

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量	県別漁法別水揚量（青森～茨城（5）県）、沖合底びき網漁獲成績報告書（水研）
漁獲努力量、CPUE	沖合底びき網漁獲成績報告書（水研）
体長組成	主要市場体長別漁獲尾数（茨城県）

1. まえがき

キアンコウ（*Lophius litulon*）は北海道以南の沿岸各地や中国の河北省、山東省の沿岸域、朝鮮半島沿岸および黄海・東シナ海に分布する（山田ほか 1986）。茨城県や福島県では冬季の鍋料理の材料として賞用されている。太平洋北部海域における本種の漁獲量は 1980 年代には極めて少なかったが、1990 年代に入って急激に増加した。

太平洋北部のキアンコウは、水産庁が平成 13（2001）年度から実施された「資源回復計画」の対象種となり、保護区設定の措置が実施されていた。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。

2. 生態

（1）分布・回遊

関東地方以北の太平洋岸では青森県～千葉県沿岸に分布し、水深 30～400m の大陸棚から陸棚斜面に生息している（図 1）。

津軽海峡東部沿岸域ではデータロガーによる行動解析から、1～4 月に水深 100m 以深、5～6 月になると 60～100m の海域へ移動する傾向が確認されている（竹谷ほか 2013）。

仙台湾周辺では 11 月頃から魚群は接岸を始め、2～6 月に水深 80m 以浅に濃密な分布域を形成する。7 月以降は分布の中心は深みに移り、8～10 月には分布域は最も深くなる（小

坂 1966)。福島県沿岸においては、通常は水深 100m 前後に分布し、4～6 月頃に 50m 以浅の浅海域に産卵を行うために回遊することが示唆されている（岩崎ほか 2010）。

(2) 年齢・成長

ヨーロッパではキアンコウと同じキアンコウ属に含まれる 2 種 (*Lophius piscatorius*, *Lophius budegassa*) で背びれ第一棘を用いた年齢査定技術が確立されており (Duarte et al. 2002)、青森県周辺海域のキアンコウについても、背びれ第一棘を年齢形質として用いることが可能であると近年報告された (竹谷ほか 2017)。雌雄込みの成長式として、下記の式が報告されている (図 2、竹谷ほか 2017)。

$$TL = 955 \left(1 - e^{(-0.199(t+0.0264))} \right).$$

ここで TL は全長 (mm)、t は年齢 (年齢の起算日は 6 月 1 日) である。また、堀 (1993) は茨城県沖の漁獲物体長組成から全長 25～29cm で 1.5 歳、全長 45cm 前後のもので 2.5 歳と推定している。この推定年齢は、竹谷ほか (2017) で報告された成長式による推定値と近い値を取るものの、宮城県以南では年齢形質を用いた解析の報告はなく、青森県周辺海域の成長式をキアンコウ太平洋北部全体に用いることが出来るかは検討が必要である。

(3) 成熟・産卵

仙台湾における最小成熟体長は雌で 59.2cm、雄で 33.9cm と報告されている (小坂 1966)。福島県沿岸では、成熟体長は雌で 55cm 前後、雄で 35cm 前後と報告されており、仙台湾のそれとほぼ一致する (岩崎ほか 2010)。

津軽海峡東部沿岸では、漁業者からの聴き取りおよび洋上における卵塊の視認から、産卵期は 4～6 月であると推定されている (竹谷ほか 2013)。仙台湾周辺では産卵期は 5～7 月 (小坂 1966)、産卵場は不明である。福島県沖では、生殖腺重量指数を用いた解析から、産卵期は 4 月から遅くとも 8 月と推定されており、浅海域の刺し網の CPUE の変化から、福島県中部海域が産卵場である可能性が示唆されている (岩崎ほか 2010)。

(4) 被捕食関係

福島県沖では、体長 10cm 未満の個体はサラサガジやエゾイソアイナメなどの小型魚を中心に摂食しており、その他甲殻類の出現頻度が高いことが知られている (岩崎ほか 2010)。キアンコウは体長 20cm 以上になると、カレイ類、タラ類を摂食するようになり、加齢に伴い胃内容物からのそれらの魚種の出現頻度は増加する (岩崎ほか 2010)。月別にみると、4 月はイカナゴの出現頻度が、9～10 月はギンアナゴの出現頻度が最も高く、その他の月はカタクチイワシの出現頻度が最も高い (岩崎ほか 2010)。

被食事例として、青森県沿岸のミズウオの胃内容物中に若齢個体の出現が認められている (野呂・今村 2006)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

キアンコウは太平洋北部海域では沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）、小型底びき網漁業（以下、「小底」という）を主体に、底刺網漁業や定置網漁業でも漁獲されている。福島県や茨城県では 1990 年頃から水揚量が増加している（堀 1993、池川ほか 2000）。1999 年以前は漁業種類別水揚量資料が十分には整備されていなかったが、2000 年以降は、青森県から茨城県の全県で漁業種類別にキアンコウの漁獲量が把握可能になっている。

2016 年の沖底の漁獲成績報告書（以下、「漁績」という）に基づく緯度経度 10 分升目の漁獲量分布を図 3 に示した。沖底による漁獲量は宮城県の金華山沖と青森県沖が高くなっていた。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災（以下、「震災」という）の後、福島県では一時的にキアンコウの水揚げは 0 になったが、2013 年 8 月から試験操業の対象魚種になり、沖底による漁獲が若干量得られている。補足資料 2 に 2001、2005、2009、2013 年の漁獲量分布を示した。この結果から少なくとも 2001 年以降は、尻屋崎～襟裳西海区および金華山～房総海区が主漁場であると考えられた。

(2) 漁獲量の推移

沖底漁績に基づく漁場別漁獲統計資料は 1973 年以降について整理されている。沖底漁績のデータによると、襟裳西海区におけるキアンコウの漁獲は、尻屋崎海区との境界直近の漁区数カ所に限定され、漁場は尻屋崎海区と繋がっていることからこれを集計に加えた。後述する県別の漁獲量についても襟裳西海区の漁獲を含んだ数値である。また、2004 年以降の沖底漁績には未提出分があるため、集計値は月別県別の提出率で除することによって引き伸ばした数値である。

太平洋北区全体の沖底漁獲量（図 4、表 1）は 1973 年には 492 トンあったが、その後減少し 1986 年には 32 トンと最低値を記録した。1991 年以降は急激に漁獲量が増加し、1997 年には 1,133 トンに達した後、減少傾向が続いていたが、2016 年は 446 トンと震災前である 2010 年を上回った。なお、2011 年以降の漁獲量の減少は、震災および福島第一原発事故（以下、「原発事故」という）による操業休止で、努力量が減少した影響も大きい。沖底の海区別漁獲量を見ると、宮城県以南（金華山・常磐・房総海区）の沖底の合計漁獲量が沖底の全漁獲量に占める割合は、1983 年に 5%と最小値を取った後、1991 年から 2010 年までは、60～90%程度を占め、宮城県以南が沖底の主漁場であった。震災後の 2011 年から 2013 年までは 50%程度にまで減少したが、2014 年以降では 70%を超えている。

尻屋崎～襟裳西海区におけるかけまわしの漁獲量と金華山～房総海区におけるオットマトロールの漁獲量を図 5 および表 2 に示す。尻屋崎～襟裳西海区におけるかけまわしの漁獲量は 2002 年にピークを取った後減少し、2017 年の漁獲量は 131 トンでピーク時の約 55%であるが、2016 年と比較すると約 1.2 倍に増加した。金華山～房総海区におけるオットマトロールによる漁獲量は 1997 年にピークを取り、2017 年の漁獲量は 495 トンでピーク時の約 50%であるが、2016 年と比較すると約 1.5 倍に増加した。

青森県～茨城県主要港における各県調べによる漁業種類別漁獲量を表 3 に示した。これによると、漁獲量は、2000～2010 年の間では、2003 年にピークを持ち、1,100～1,500 トンの間で変動していたが、2011～2013 年になると震災の影響もあって 500 トン台まで減少し

た。しかし、その後は回復傾向となり、2017年では震災後の最高値である1,119トンとなった。漁獲量の漁業種別内訳をみると、沖底の割合が最も高く、2017年では沖底、小底、その他漁業種（刺網、定置網など）の割合はそれぞれ57%、18%、25%であった。

県別（図6、表3）にみると青森県では2003年まで漁獲量が増加した後、減少傾向にあったが、2016年以降、増加の兆しがみられ、2017年の漁獲量は前年より67トン増加した310トンとなった。岩手県では、1998年に148トンのピークに達した後、減少傾向となり、2011年以降、18～70トンと低い状態が続いている。岩手県の2017年の漁獲量は39トンであった。宮城県では1997年に401トンに達して以降、減少傾向であったが、震災以降は増加傾向に転じ、2017年は500トンとなり過去最高値を更新した。福島県では震災前までは236～443トンの間で比較的安定した漁獲量が得られていたが、震災のために2012年は漁獲量がなかった。2013年には試験操業が開始され、漁獲量は徐々に回復しており、2017年は前年の約3倍の163トンとなった。茨城県は、1997年にピークの198トンに達した後、減少傾向が続いていたが、2014年以降は増加の兆しがみられ、2017年の漁獲量は108トンに達した。

（3）漁獲努力量

1973年以降の沖底漁績データから、キアンコウを漁獲した曳網数（有漁網数）の推移を漁法別海区別に図7に示した。漁獲量同様に2004年以降の数値は、県別月別の提出率で引き延ばした数値である。海域全体として、1980年から1989年までは、8千～16千網で推移していたが、1990年から増加傾向となり、2001年には80千網強と最高値に達した。その後、減少傾向となり、2011年以降は震災による福島県船の操業休止も加わり、常磐沖における努力量は大きく減少した。しかし、2013年以降になるとやや増加に転じ、2017年は36千網であった。

尻屋崎～襟裳西海区および金華山～房総海区における曳網数（有漁網数）の推移を図8および表2に示した。尻屋崎～襟裳西海区における曳網数は1973年から少しずつ増加し、2001年に20千網とピークを取った後、2014年の9千網まで減少した。2015、2016年には若干の増加がみられたが、2017年は前年より減少し14千網となった。金華山～房総海区における曳網数は、1973年から1979年まで減少傾向であり、その後1989年頃まで横ばい傾向が続いていた。しかし、1990年から急激に増加し、1997年に61千網とピークを取った後減少傾向となった。2011～2012年の努力量は震災の影響で急減したが、2013年以降は増加傾向に転じ、2017年の曳網数は21千網まで回復した。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

生物学的な系群は不明であるが、沖底の漁獲量が多い海域は青森県沖と宮城県以南沖の2つに分かれている（図3）。太平洋北部海域全域にわたる努力量の情報があるのは沖底のみであり、CPUEの変動傾向は尻屋崎～襟裳西海区と金華山～房総海区によって違いがある（図9）。そのため、襟裳西および尻屋崎海区のかけまわしによる漁獲量および努力量を合計して求めたCPUEを尻屋崎～襟裳西海区の資源量指標値とした。また、金華山、常磐および房総海区のオッターコントロールによる漁獲量および努力量を合計して求めたCPUEを

金華山～房総海区の資源量指標値とした。海区ごとの資源状態は、これらの各海区の資源量指標値を用いて判断した。岩手海区のかけまわしと 2 そうびきの CPUE は漁獲量が少ないことから、資源状態の判断には用いなかった。

(2) 資源量指標値の推移

沖底の漁績から求めた CPUE の推移を図 9 に示す。資源量指標値とした尻屋崎～襟裳西海区の CPUE と、金華山～房総海区の CPUE は、1973～1989 年の間減少傾向にあり、その後、増減を繰り返しながら増加傾向にあったことは共通していた（図 9）。襟裳西海区の CPUE は 2014 年に大きく減少したものの、その後は増加傾向にある。尻屋崎海区では 2002 年まで増加したのち、減少傾向にあったものの、2015 年以降増加傾向にある。宮城県以南の各海区のオッターロールの CPUE は 1996～1998 年頃にピークに達した後、減少傾向となり、その後、2000～2011 年頃では横ばいの状態が続いた。2012 年以降は増加傾向となっている。常磐海区では、2017 年の CPUE が大きく増加し、過去最高値を更新した。

(3) 漁獲物の全長組成

2017 年 1 月～2017 年 12 月の茨城県における漁獲物の全長組成をみると、全長 45～55cm 程度にピークがみられる（図 10）。2016 年と比較すると、大型個体の漁獲が多く、全長 30cm 以下の小型個体の漁獲はほとんどみられなかった（昨年度の資源評価を参照）。

(4) 資源水準・動向

資源の水準と動向は、尻屋崎～襟裳西、および金華山～房総の両海区の CPUE によって判断した。2017 年の資源評価では、過去の CPUE の最大値と最小値を 3 等分することで水準判断を行ってきた。しかし、本系群では東日本大震災の影響もあり、近年 CPUE の大きな年変化が認められることから、本手法を用いると資源の低位と中位、中位と高位を分ける基準が大幅かつ短期間のうちに変動する可能性がある。そこで今年度より、毎年の追加データを反映させつつも、基準の大幅な変動が生じにくい CPUE 平均値±30%を水準判断の基準として導入した。なお、尻屋崎～襟裳西海区においては、従来水準判断では 2016 年、2017 年の水準は低位となるが、今年度は水準判断の基準の算出法が変更したことに伴い、両年とも中位に位置付けられることとなった。

尻屋崎～襟裳西、および金華山～房総の両海区の CPUE について、それぞれ 1973～2017 年の平均値を求め、それよりも 30%以上多い場合を高位水準、30%以上少ない場合を低位水準として判断した。その結果、2017 年の尻屋崎～襟裳西海区の CPUE は 9.4kg/網であり、平均値の 104%に相当することから、水準は中位であると判断した（図 11）。また、2013～2017 年の CPUE から、動向は増加と判断した。一方、2017 年の金華山～房総海区の CPUE は 23.5kg/網であり、平均値の 319%に相当することから、水準は高位であると判断した（図 12）。また、2013～2017 年の CPUE から、動向は増加と判断した。

尻屋崎～襟裳西海区は、青森県から岩手県で漁獲されるキアンコウの資源動向を、金華山～房総海区は、宮城県から茨城県で漁獲されるキアンコウの資源動向を反映していると考えられる。震災前の 11 年間（2000～2010 年）で比較すると、青森県から岩手県と宮城県から茨城県の漁獲量はほぼ同等である（表 3）。そのため、どちらかの海区を基準にして

全体の資源水準および動向を判断することはせずに、両者の資源水準と動向を同等に勘案した。CPUE 平均値±30%を水準判断の基準とした結果、尻屋崎～襟裳西海区では資源水準は中位となり、金華山～房総海区では資源水準は CPUE が過去最高値を更新して高位となったことから、キアンコウ太平洋北部全体の資源水準は高位とした。また、尻屋崎～襟裳西海区、金華山～房総海区における資源動向はいずれも増加であることから、本資源全体の資源水準は増加とした。

5. 2019 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

尻屋崎～襟裳西海区の CPUE は、1974 年をピークに減少し、1985 年頃から増減を繰り返しながらも緩やかに増加してきたが、2002 年以降減少傾向となった。直近 5 年の CPUE は増加傾向にあるため、資源水準は中位、動向は増加と判断した。金華山～房総海区の CPUE は 1970 年代後半から 1980 年代は減少傾向にあったが、1990 年から増加に転じ、1997 年にピークに達した。その後は減少傾向となったが、2000～2010 年は比較的安定していた。震災以降は増加傾向にあり、20 尻屋崎～襟裳西海区では資源水準は中位となり、金華山～房総海区では資源水準は CPUE が過去最高値を更新して高位となったことから、16 年、2017 年は 2 年連続で過去最高値を更新した。直近 5 年の CPUE は増加傾向にあったことから、資源水準は高位、動向は増加と判断した。両海域の資源水準と動向を同等に勘案し、キアンコウ太平洋北部全体の資源水準は高位、動向は増加と判断した。

(2) ABC の算定

原発事故の影響により、福島県以外でも震災による影響を受けているため、漁船隻数、稼働日数に関わる情報から、震災前である 2010 年を 1 として年別県別漁業種類別に稼働率を推定した。2011 年以降の漁獲量を稼働率で除することによって、稼働率が震災前と同じである場合の推定漁獲量を得た（表 4）。ABC 算定規則 2-1) を適用して以下の式を用い、尻屋崎～襟裳西海区および金華山～房総海区ごとに ABClimit および ABCtarget を求めた。

$$\begin{aligned} \text{ABClimit} &= \delta_1 \times C_t \times \gamma_1 \\ \gamma_1 &= (1 + k \times (b/I)) \\ \text{ABCtarget} &= \text{ABClimit} \times \alpha \end{aligned}$$

ここで、 δ_1 は資源水準で決まる係数である。尻屋崎～襟裳西海区については、中位水準であるが低位水準の幅が狭くなるような定義を用いていることから、ABC 算定のための基本規則に従い δ_1 は推奨値の 0.9 とした。また、 C_t は 2017 年の青森県の漁獲量、および 2017 年の稼働率を考慮した岩手県の漁獲量の合計値（353 トン）とした。このとき、 k には標準値の 1.0 を、 b 、 I は尻屋崎～襟裳西海区におけるかけまわし CPUE の直近 3 年間の傾きと平均値 ($b=1.97$, $I=7.32$) を用いて算出し、 $\gamma_1=1.27$ と求めた。不確実性を考慮して係数 α は標準値の 0.8 とした。金華山～房総海区については、 δ_1 は高位水準における標準値の 1.0 とした。また、 C_t は 2017 年の稼働率を考慮した宮城県と茨城県の漁獲量、および 2008～

2010 年の福島県の平均漁獲量の合計値（1,011 トン）とした。このとき、 k には標準値の 1.0 を、 b 、 I は金華山～房総海区におけるオッタートロール CPUE の直近 3 年間の傾きと平均値（ $b=6.03$, $I=17.55$ ）を用いて算出し、 $\gamma_1=1.34$ と求めた。不確実性を考慮して係数 α は標準値の 0.8 とした。

尻屋崎～襟裳西海区

$$ABClimit=0.9 \cdot 353 \cdot 1.27=404 \text{ トン}$$

$$ABCtarget=0.8 \cdot 404=323 \text{ トン}$$

金華山～房総海区

$$ABClimit=1.0 \cdot 1,011 \cdot 1.34=1,358 \text{ トン}$$

$$ABCtarget=0.8 \cdot 1,358=1,086 \text{ トン}$$

管理基準	Target/ Limit	2019 年 ABC (ト ン)	漁獲割合 (%)	F 値(現状の F 値からの増 減%)
0.9・尻屋崎～襟裳西海区 Ct・ 1.27	Target	1,410	—	— (—)
1.0・金華山～房総海区 Ct・1.34	Limit	1,760	—	— (—)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。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増大または維持が期待される漁獲量である。 $ABCtarget=\alpha ABClimit$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC は 10 トン未満で四捨五入した。原発事故の影響により、福島県以外でも震災による影響を受けている。漁船隻数、稼働日数に関わる情報から、震災前である 2010 年を 1 として年別県別漁業種類別に稼働率を推定した。尻屋崎～襟裳西海区の Ct には、2017 年の青森県の漁獲量、および 2017 年の稼働率を考慮した岩手県の漁獲量の合計値（353 トン）を用いた。金華山～房総海区の Ct には稼働率を考慮した 2017 年の宮城県と茨城県の漁獲量、および 2008～2010 年の福島県の平均漁獲量の合計値（1,011 トン）を用いた。

(3) ABC の再評価

昨年度以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2017 年漁獲量・体長別漁獲尾数	2015 年漁獲量、2016 年漁獲量、2016 年稼働率

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)
2017 年 (当初)	0.8・尻屋崎 ～襟裳西海 区 Ct・0.85 1.0・金華山 ～房総海区 Ct・1.11	—	—	930	740	
2017 年 (2017 年再評価)	0.8・尻屋崎 ～襟裳西海 区 Ct・0.85 1.0・金華山 ～房総海区 Ct・1.11	—	—	880	700	
2017 年 (2018 年再評価)	0.8・尻屋崎 ～襟裳西海 区 Ct・0.85 1.0・金華山 ～房総海区 Ct・1.10	—	—	880	700	1,119 (一)
2018 年 (当初)	0.8・尻屋崎 ～襟裳西海 区 Ct・1.12 1.0・金華山 ～房総海区 Ct・1.04	—	—	1,100	880	
2018 年 (2018 年再評価)	0.9・尻屋崎 ～襟裳西海 区 Ct・1.12 1.0・金華山 ～房総海区 Ct・1.04	—	—	1,130	900	

ABC は 10 トン未満で四捨五入した値。

2017 年再評価では、ABClimit の値が 930 トンから 880 トンへと減少した。これは、2015 年の青森県の漁獲量に陸奥湾の漁獲量が含まれていたため、それを除いた確定値にしたことと、2015 年の稼働率を速報値から確定値にしたことによる影響である。

2018 年再評価では、2017 年の金華山～房総海区における γ_1 の値が 1.11 から 1.10 になった。これは修正・更新された数値をもとに再計算した結果、CPUE の傾きの値が修正されたことによる影響である。これによる ABC の変更はなかった。また、水準判断の変更に伴い、2018 年の尻屋崎～襟裳西海区における δ_1 の値が 0.8 から 0.9 になった。これに伴い、2018 年の ABClimit の値が 1,100 トンから 1,130 トンに、ABCtarget は 880 トンから 900 トンに増加した。

6. ABC 以外の管理方策への提言

月別全長組成（図 10）をみると、太平洋北部海域の産卵期である 5～7 月（小坂 1966）に近い時期に産卵親魚が多く漁獲されている。津軽海峡東部沿岸でも、盛漁期である 5～6 月にかけて刺し網や底建網でキアンコウが大量に漁獲されているが、高需要期の 11～2 月に比べて極端に価格が安いいため、生産額を数量で補いがちであり、資源管理として問題があることが指摘されている（竹谷ほか 2013）。太平洋北部のキアンコウ資源を有効利用するためには、産卵期の大型魚の漁獲を削減し、価格の高い冬季に漁獲することで、産卵親魚の保護と資源の有効利用を図ることが必要である。加えて、一個体当たりの価格が安い小型魚を保護することも重要と考えられる。また、高位水準にある金華山～房総海区では、沖底の曳網数が震災前の 2010 年と比較して未だ半分程度しか回復していないにも関わらず、2016 年、2017 年の漁獲量は 2010 年を超えている。このことは、震災後の努力量の減少により資源が増加したことを示唆している。今後は、努力量を適切な水準に維持することで、高い資源水準を保ちつつも、震災前より高い漁獲量を達成できる可能性がある。

また、本系群では海域ごとに資源動向が異なっていることから、海域ごとに資源管理を実施することも重要である。

7. 引用文献

- Duarte, R., J. Landa, I. Quincoces, H. Dupouy, E. Bilbao, J. Dimeet, A. Marçal, H. McCormick and G. Ni Chonchuir. (2002). Anglerfish Ageing Guide. Report of the 4th International Ageing Workshop on European Anglerfish. 40 pp.
- 堀 義彦 (1993) 茨城県のキアンコウについて. 第 14 回東北海区底魚研究チーム会議報告, 43-47.
- 岩崎高資・吉田哲也・千代窪孝志・佐藤美智雄 (2010) 福島県で水揚げされるキアンコウについて. 福島水試研報, 15, 11-25
- 池川正人・根本芳春・安岡真司 (2000) 福島県海域のキアンコウの漁獲実態と生態について. 東北底魚研究, 20, 29-35.
- 小坂昌也 (1966) キアンコウの食生活. 東海大学海洋学部紀要, 1, 51-71.
- 野呂恭成・今村 豊 (2006) 青森県沿岸におけるキアンコウの漁獲状況と標識放流. 東北底魚研究, 26, 55-61.
- 竹谷裕平・奈良賢静・小坂善信 (2013) バイオロギングによるキアンコウの行動解析. 水産

技術, **6**, 1-15.

竹谷裕平・高津哲也・山中智之・柴田泰宙・中屋光裕 (2017) 青森県周辺海域におけるキアンコウの背鰭第一棘による年齢査定法の検証. 日水誌, **83**, 9-17.

山田梅芳・田川 勝・岸田周三・本城康至 (1986) 東シナ海・黄海のさかな. 西海区水産研究所, 108-109.

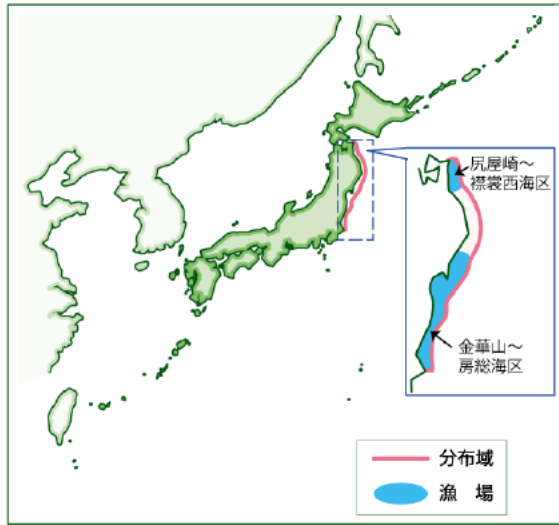


図 1. キアンコウ太平洋北部の分布

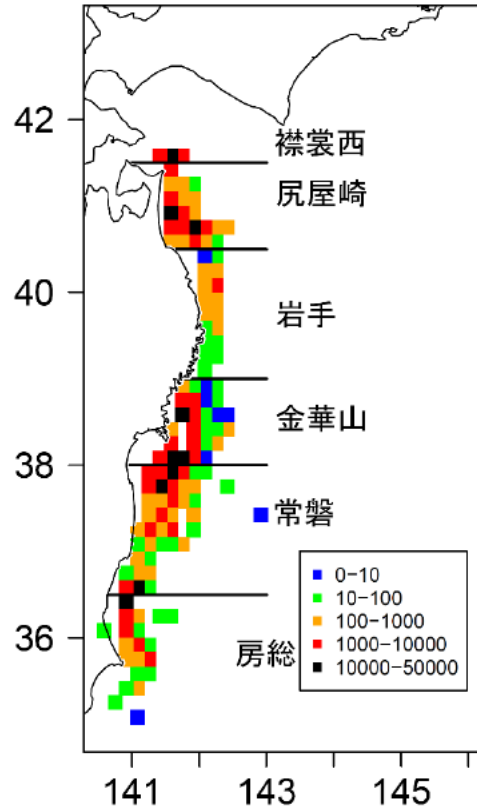


図 3. 2016 年沖底の漁獲量分布
(単位 : kg)

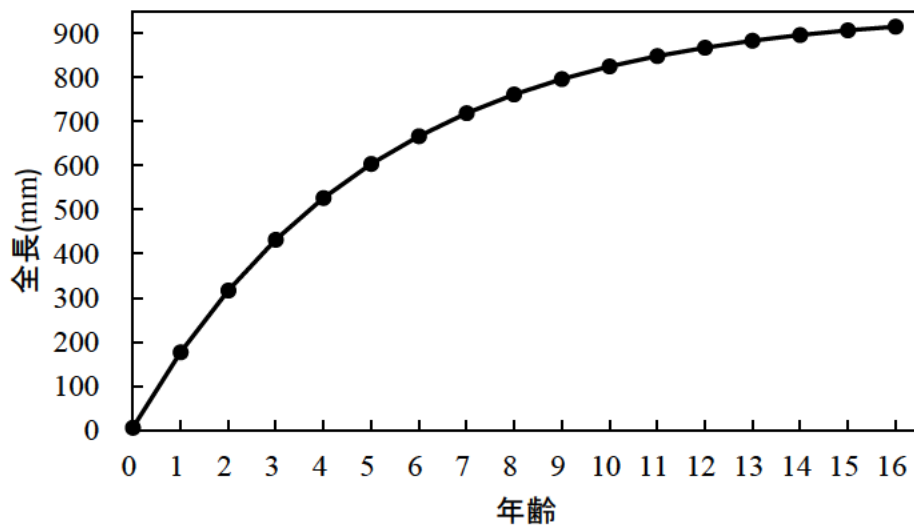


図 2. 青森県周辺海域におけるキアンコウの成長 (竹谷ら 2017)

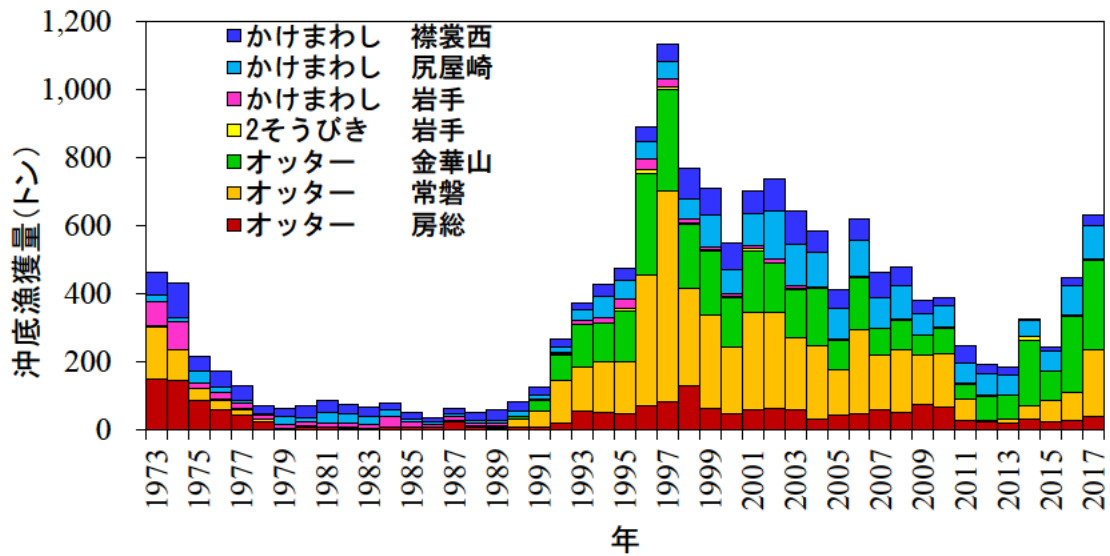


図4. 太平洋北区全体の沖底による漁獲量の推移

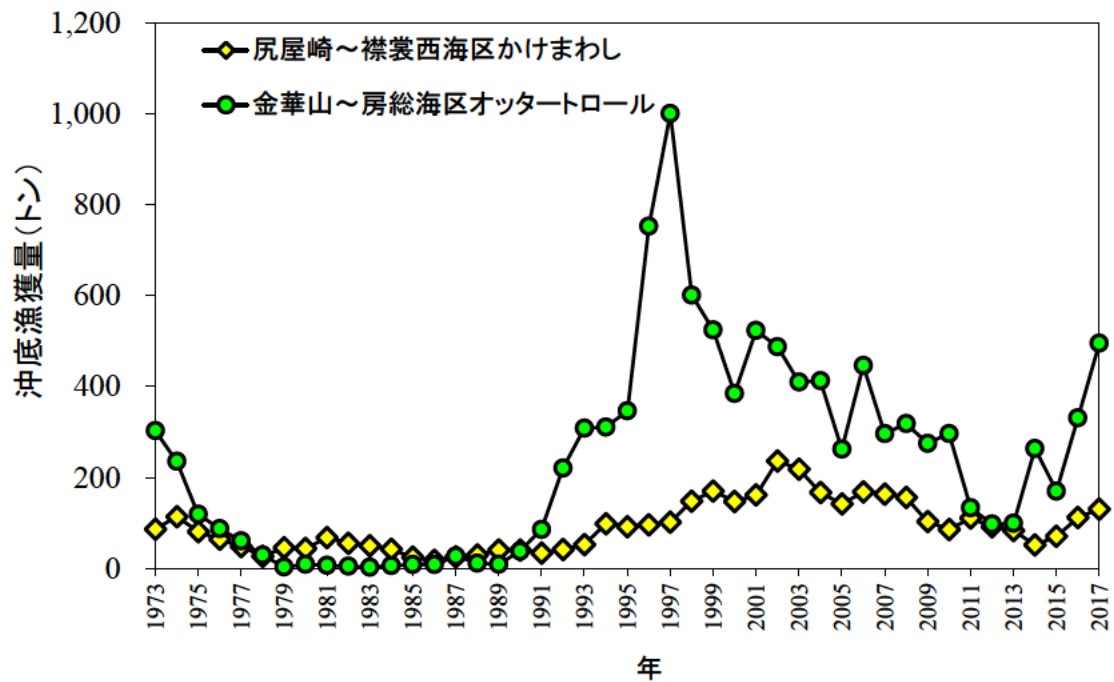


図5. 尻屋崎～襟裳西海区のかけまわしの漁獲量と
金華山～房総海区のオッタートロールの漁獲量の推移
(2004年以降は県別漁績提出率で引き延ばした値)

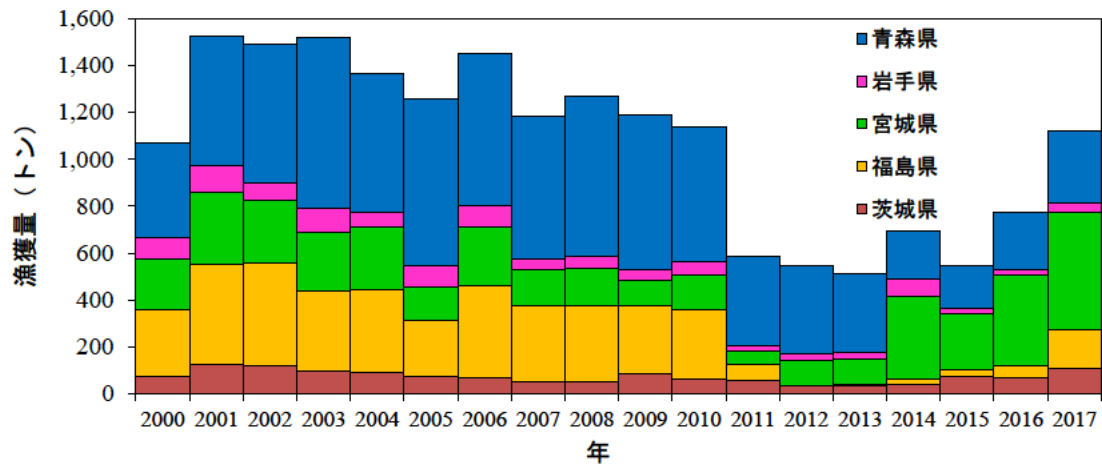


図 6. 青森県から茨城県の全漁業種類合計の漁獲量

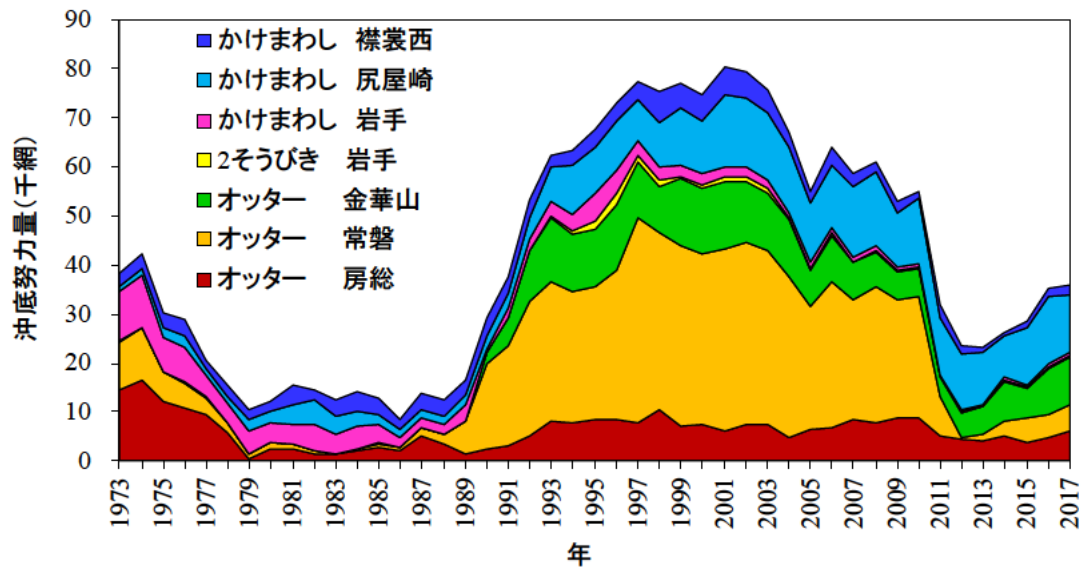


図 7. 沖底の海区別漁法別努力量（キアンコウ漁獲網数）の推移

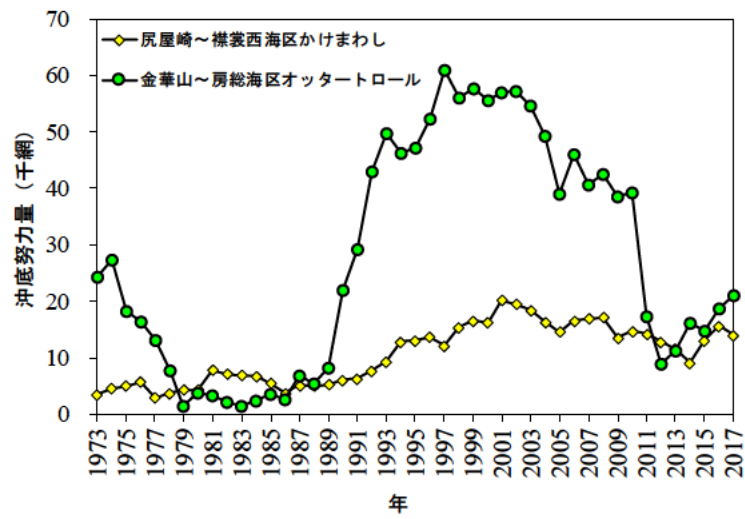


図 8. 尻屋崎～襟裳西海区のかけまわしの努力量と
金華山～房総海区のオッターコントロールの努力量の推移

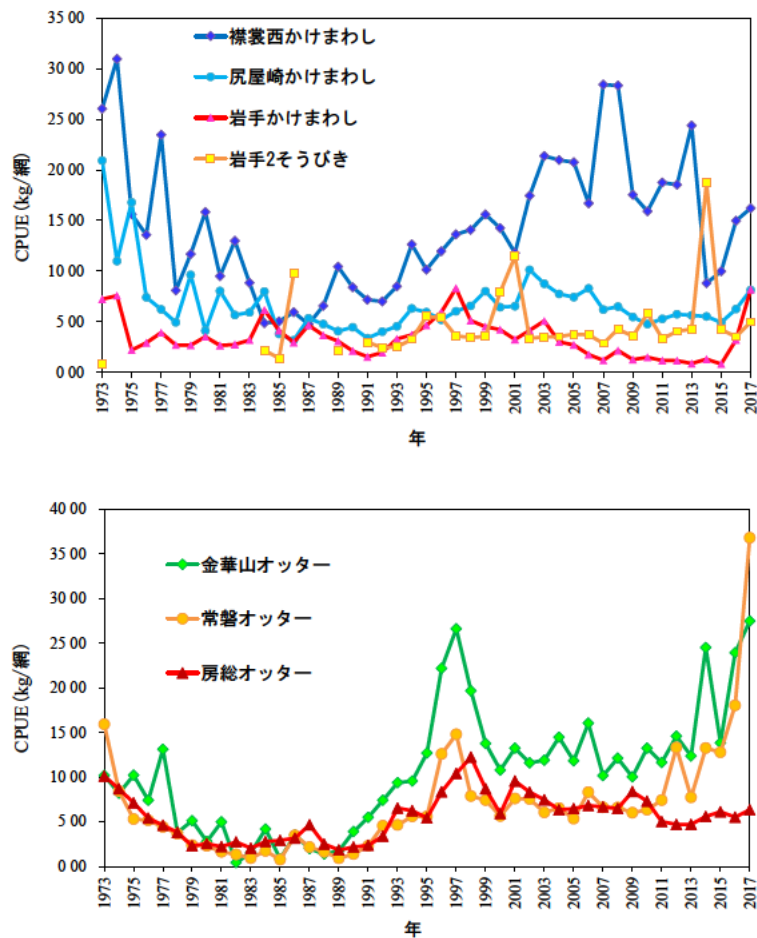


図 9. 沖底によるキアンコウ CPUE(kg/網)の推移

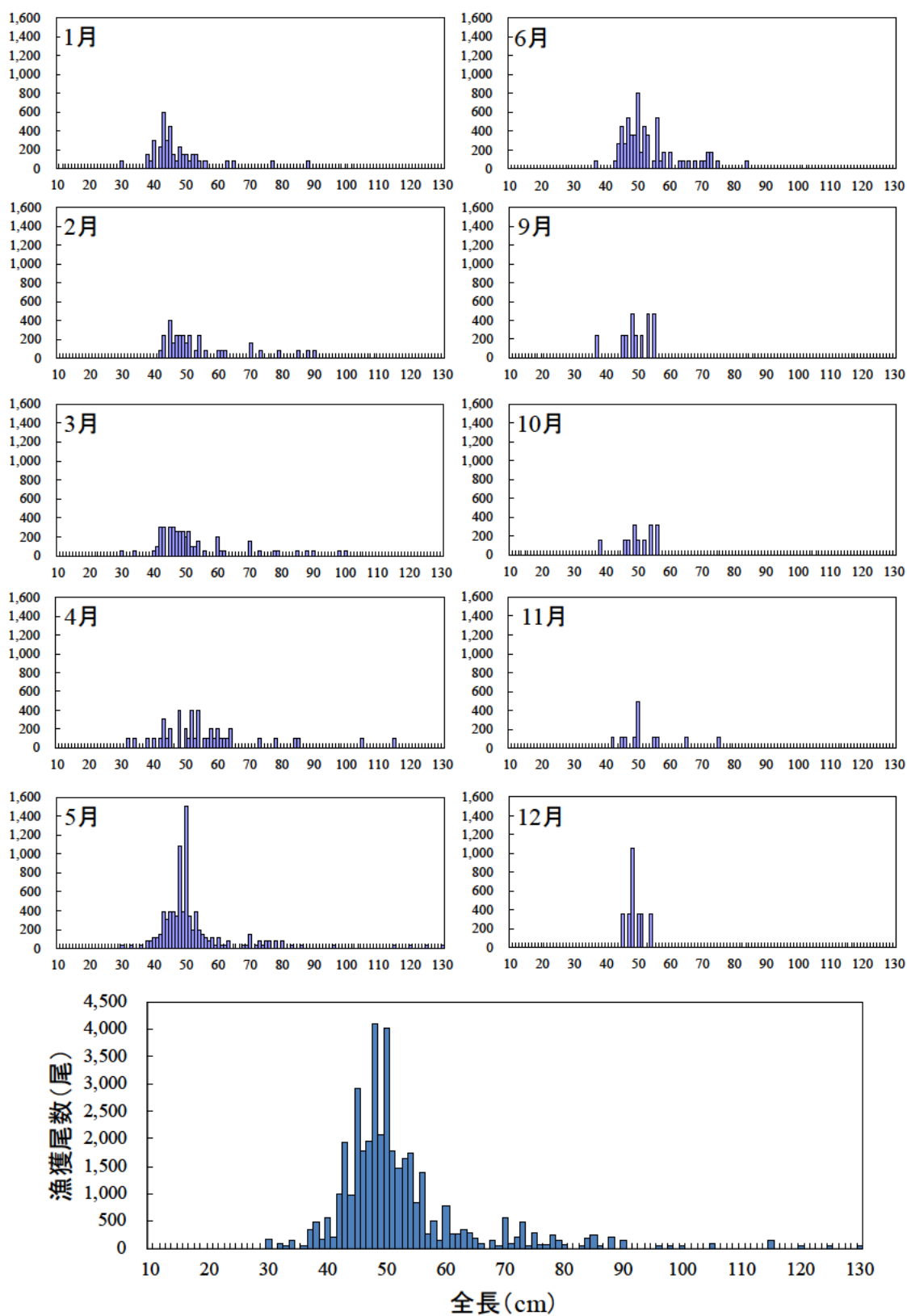


図 10. 2017 年 1～12 月に茨城県で水揚げされたキアンコウ漁獲物の月別および年合計の全長組成

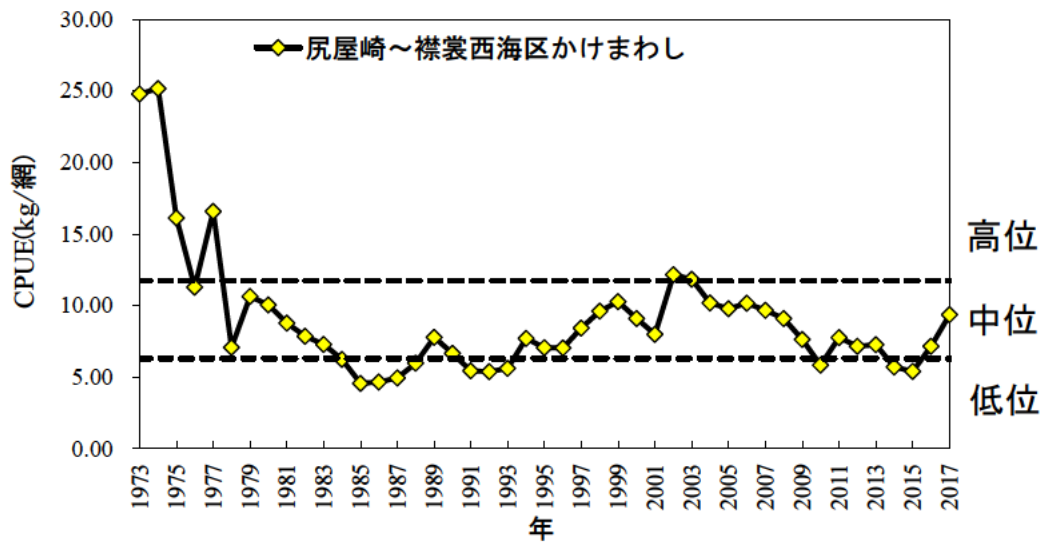


図 11. 尻屋崎～襟裳西海区におけるかけまわしの CPUE の推移
破線は水準の境界を示す。

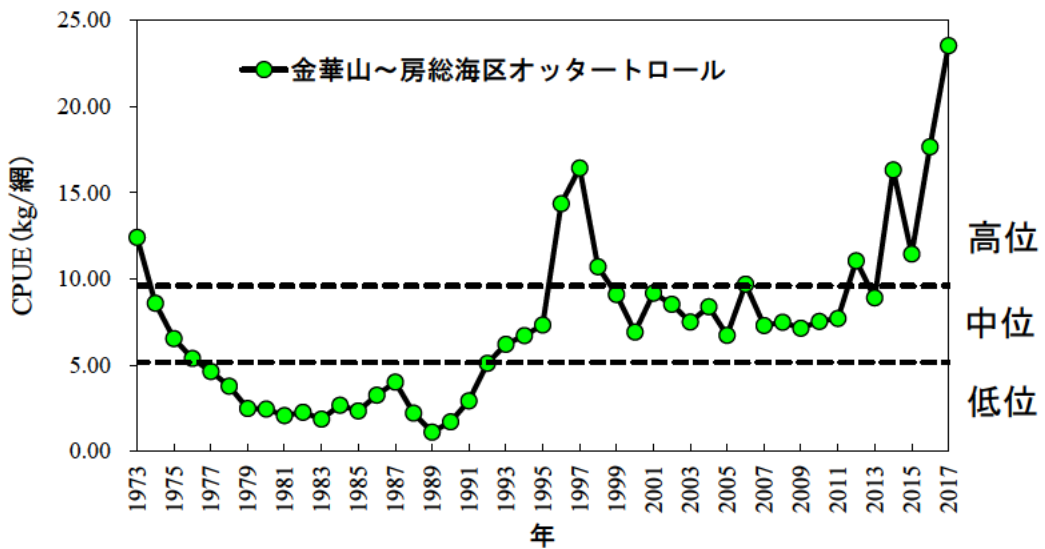


図 12. 金華山～房総海区におけるオッタートロールの CPUE の推移
破線は水準の境界を示す。

表 1. 沖合底びき網漁業によるキアンコウの海区別漁獲量（トン）

数値は沖合底びき網漁獲成績報告書の集計値。1972 年以前は漁獲情報が未整備であるため、不明であることを表す。

海 区	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
襟裳西	69	100	44	48	41	21	25	35
尻屋崎	18	14	37	16	7	6	21	9
岩手	74	79	15	21	18	11	13	14
金華山	8	5	1	3	2	0	0	0
常磐	168	95	31	26	15	8	2	3
房総	156	151	88	60	45	22	1	6
計	492	445	217	174	128	68	62	68

海 区	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
襟裳西	37	28	29	18	17	12	16	22	32	28
尻屋崎	31	28	22	24	8	6	9	8	9	12
岩手	12	14	13	29	16	6	9	8	10	2
金華山	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
常磐	1	1	0	1	1	2	3	3	6	24
房総	6	4	3	6	8	6	24	9	3	6
計	87	75	66	78	49	32	62	50	60	81

海 区	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
襟裳西	24	25	21	36	35	45	52	88	77	79
尻屋崎	10	17	31	63	57	51	50	60	93	69
岩手	3	5	11	15	35	41	29	17	12	15
金華山	31	77	123	112	149	297	300	188	190	145
常磐	48	126	132	150	153	386	621	284	274	196
房総	7	18	53	50	46	70	80	130	61	44
計	123	267	372	425	474	890	1,133	767	707	548

海 区	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
襟裳西	66	94	96	63	53	62	75	58	42	22
尻屋崎	96	142	122	104	89	106	89	98	61	64
岩手	17	11	12	5	5	4	1	4	2	3
金華山	181	144	140	168	86	153	78	85	57	74
常磐	285	282	214	213	136	246	162	183	144	157
房総	57	62	57	31	41	48	56	50	74	65
計	702	735	641	585	410	619	462	479	381	386

海 区	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
襟裳西	49	26	24	5	12	24	35
尻屋崎	62	66	59	47	59	88	96
岩手	1	2	1	8	1	3	6
金華山	47	72	69	193	85	221	259
常磐	62	5	10	42	61	84	196
房総	25	21	20	29	24	27	40
計	245	192	183	324	242	446	633

表 2. 尻屋崎～襟裳西海区におけるかけまわしおよび金華山～房総海区におけるオッター
トロールの漁獲量、努力量および CPUE の推移

年	尻屋崎～襟裳西海区かけまわし			金華山～房総海区オッタートロール		
	漁獲量 (トン)	努力量 (千網)	CPUE (kg/網)	漁獲量 (トン)	努力量 (千網)	CPUE (kg/網)
1973	87	3	25	303	24	12
1974	114	5	25	236	27	9
1975	81	5	16	119	18	7
1976	64	6	11	88	16	5
1977	49	3	17	61	13	5
1978	27	4	7	30	8	4
1979	46	4	11	3	1	3
1980	44	4	10	9	4	2
1981	68	8	9	7	3	2
1982	56	7	8	5	2	2
1983	50	7	7	3	2	2
1984	42	7	6	7	2	3
1985	25	5	5	9	4	2
1986	18	4	5	9	3	3
1987	26	5	5	27	7	4
1988	30	5	6	12	5	2
1989	41	5	8	9	8	1
1990	40	6	7	38	22	2
1991	34	6	5	86	29	3
1992	42	8	5	221	43	5
1993	53	9	6	308	50	6
1994	99	13	8	311	46	7
1995	92	13	7	347	47	7
1996	96	14	7	753	52	14
1997	102	12	8	1,001	61	16
1998	148	15	10	601	56	11
1999	170	17	10	525	58	9
2000	148	16	9	385	56	7
2001	162	20	8	523	57	9
2002	237	19	12	488	57	9
2003	218	18	12	410	55	8
2004	167	16	10	413	49	8
2005	142	15	10	263	39	7
2006	168	17	10	446	46	10
2007	164	17	10	297	41	7
2008	156	17	9	319	43	7
2009	103	13	8	275	38	7
2010	86	15	6	297	39	8
2011	111	14	8	134	17	8
2012	92	13	7	98	9	11
2013	84	11	7	99	11	9
2014	52	9	6	264	16	16
2015	71	13	5	170	15	11
2016	112	16	7	331	19	18
2017	131	14	9	495	21	24

表3. キアンコウの各県調べ県別漁業種類別漁獲量(トン)

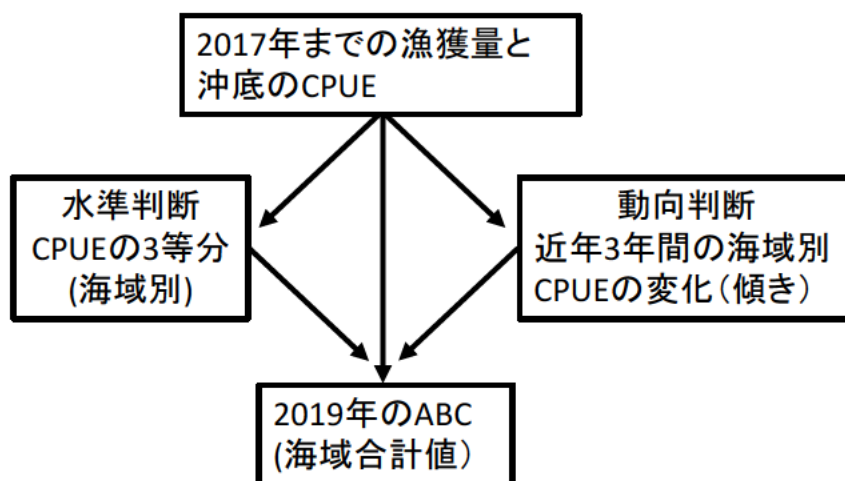
漁業種類	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
青森																							
沖底	104	109	112	154	183	151	172	244	216	168	145	168	165	158	105	88	112	93	85	53	73	123	132
小底	136	126	195	198	183	114	209	223	254	234	226	196	146	207	185	199	61	65	38	32	7	0	14
定置網	3	23	39	60	73	69	99	75	186	157	158	142	137	177	174	147	101	108	107	57	49	69	98
その他	32	41	44	69	64	69	73	51	73	29	182	145	159	139	199	138	113	113	111	67	55	51	66
小計	275	300	390	481	503	403	554	593	729	588	712	651	607	680	663	572	386	379	341	209	184	243	310
岩手																							
沖底	-	-	26	21	12	14	11	12	15	6	5	5	2	4	2	4	1	2	1	8	1	3	6
刺網	-	-	72	90	80	51	65	35	48	27	56	53	23	33	23	33	8	6	10	24	9	9	10
定置網	-	-	27	31	24	19	29	23	34	29	22	25	20	17	20	20	8	17	15	38	11	13	23
その他	-	-	7	7	10	4	5	2	1	1	5	6	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
小計	-	-	133	148	126	89	110	72	99	62	87	88	46	55	45	57	18	25	26	70	21	26	39
宮城																							
沖底	63	101	219	153	138	89	115	75	70	69	24	65	32	35	35	74	41	70	73	211	98	239	292
小底	78	180	138	75	93	71	117	112	123	146	65	126	73	85	56	40	7	5	6	59	31	71	132
刺網	5	8	11	13	10	6	14	8	9	12	10	16	6	8	6	7	3	8	8	13	12	6	9
定置	3	5	6	3	6	2	7	6	7	7	7	13	5	10	5	9	1	11	12	38	13	36	12
その他	22	16	26	40	54	51	54	66	45	37	39	28	35	20	2	20	9	16	11	35	87	31	55
小計	171	310	401	284	301	220	308	267	254	271	145	248	152	159	104	151	61	109	110	356	241	383	500
福島																							
沖底	-	-	-	-	-	222	327	330	248	262	174	300	251	234	203	217	58	0	4	22	28	56	160
小底	-	-	-	-	-	45	75	86	64	60	38	48	44	47	61	51	9	0	0	0	0	0	0
刺網	-	-	-	-	-	15	25	27	25	30	24	47	28	40	30	27	2	0	0	0	0	0	3
定置網	-	-	-	-	-	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	-	-	-	-	-	282	427	443	337	352	236	395	324	320	294	295	69	0	4	22	28	56	163
茨城																							
沖底	17	39	60	37	26	19	23	28	21	15	10	18	15	15	24	24	25	17	15	20	36	34	49
小底5t以上	51	95	136	95	74	53	102	87	75	71	62	47	38	35	56	35	28	17	14	17	33	31	56
小底5t未満	1	1	2	3	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
刺網	0	1	0	2	1	1	0	0	0	2	1	0	0	2	1	2	1	0	3	1	1	0	0
その他	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
小計	69	136	198	139	102	74	126	116	99	89	75	67	53	53	83	62	54	35	33	38	71	65	108
千葉県																							
沖底	-	-	-	-	-	495	648	689	571	520	358	555	466	446	369	406	235	182	177	314	236	455	639
小底	-	-	-	-	-	285	504	508	516	513	393	419	301	375	359	325	105	88	59	108	73	102	203
その他	-	-	-	-	-	288	372	294	431	330	505	475	416	447	461	406	247	279	278	273	237	216	277
合計	-	-	-	-	-	1,068	1,524	1,491	1,518	1,363	1,255	1,450	1,183	1,267	1,189	1,137	588	549	514	695	545	772	1,119

“-”は漁獲情報が未整備であるために不明であることを表す。

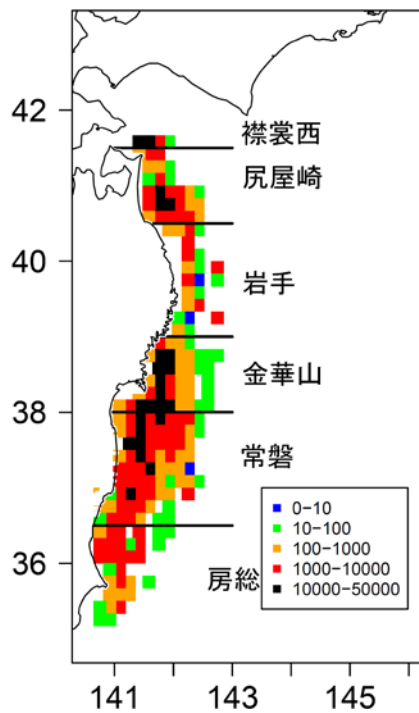
表4. 稼働率により引き延ばした県別漁業種類別推定漁獲量（トン）

県	漁業種類	推定漁獲量						稼働率							
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
青森	沖底	115	93	85	53	73	123	132	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	小底	62	65	38	32	7	0	14	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	定置網	122	130	127	57	49	69	98	0.830	0.830	0.840	1.000	1.000	1.000	1.000
	その他	136	136	132	67	55	51	66	0.830	0.830	0.840	1.000	1.000	1.000	1.000
	小 計	436	425	383	209	184	243	310							
岩手	沖底	1	2	1	8	1	3	6	0.760	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	刺網	17	9	13	27	10	10	11	0.487	0.692	0.751	0.888	0.888	0.888	0.888
	定置網	17	24	20	42	12	15	26	0.487	0.692	0.751	0.888	0.888	0.888	0.888
	その他	0	1	1	1	0	0	1	0.487	0.692	0.751	0.888	0.888	0.888	0.888
	小 計	36	36	35	78	24	28	44							
宮城	沖底	66	84	77	220	102	248	303	0.617	0.830	0.940	0.961	0.963	0.963	0.963
	小底	22	36	13	97	47	106	197	0.324	0.129	0.473	0.609	0.667	0.667	0.667
	刺網	13	22	21	21	15	8	12	0.260	0.367	0.367	0.650	0.768	0.768	0.768
	定置	3	30	33	58	17	47	15	0.260	0.367	0.367	0.650	0.768	0.768	0.768
	その他	34	42	31	53	114	40	72	0.260	0.367	0.367	0.650	0.768	0.768	0.768
小 計	138	215	175	448	294	449	600								
茨城	沖底	27	17	15	20	36	34	49	0.919	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	小底5t以上	30	18	14	17	33	31	56	0.919	0.941	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	小底5t未満	1	1	1	0	1	0	1	0.493	0.784	0.922	1.000	1.000	1.000	1.000
	刺網	3	0	3	1	1	0	0	0.493	0.784	0.922	0.922	0.922	0.922	0.922
	その他	0	0	1	1	1	0	1	0.493	0.784	0.922	0.922	0.922	0.922	0.922
小 計	61	36	34	38	71	65	108								
合計	670	712	626	774	573	786	1,061								

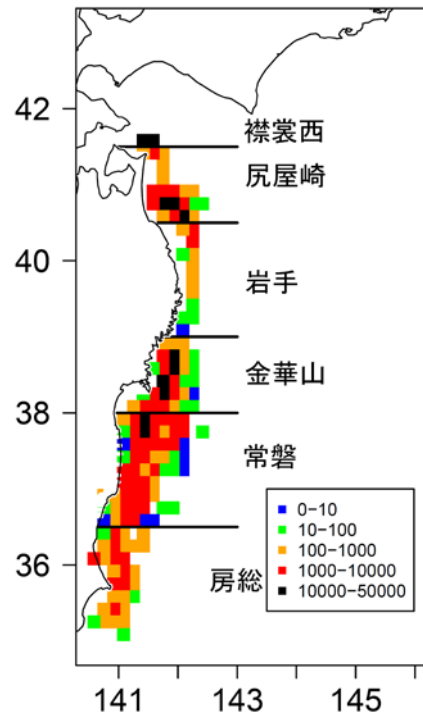
補足資料1 資源評価の流れ



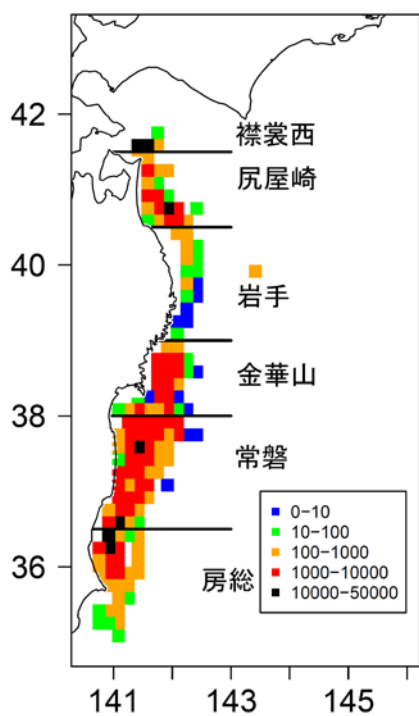
補足資料 2 2001、2005、2009、2013 年における沖底の漁獲量分布図



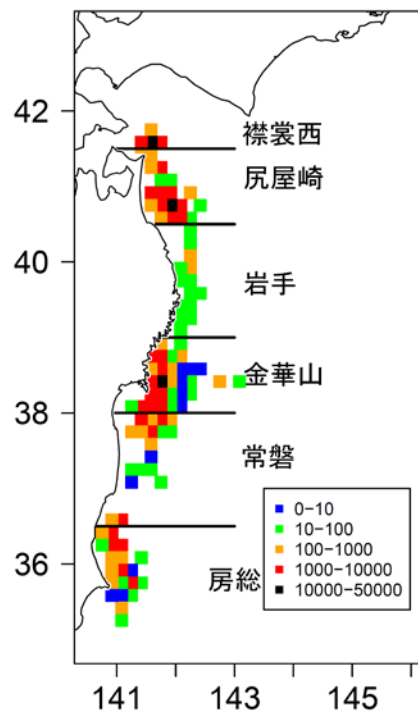
補足図 2-1. 2001 年沖底の漁獲量分布
(単位: kg)



補足図 2-2. 2005 年沖底の漁獲量分布
(単位: kg)



補足図 2-3. 2009 年沖底の漁獲量分布
(単位: kg)



補足図 2-4. 2013 年沖底の漁獲量分布
(単位: kg)

補足資料3 稼働率の求め方

y 年 m 月の隻数と操業日数をそれぞれ $v_{m,y}$ 、 $d_{m,y}$ としたとき、 y 年の稼働率 OR_y は以下の式で求められる。

$$OR_y = \frac{\sum_m v_{m,y} d_{m,y}}{\sum_m v_{m,y=2010} d_{m,y=2010}}$$

この式を漁業種ごとに当てはめ、漁業種ごとの稼働率を推定している。

補足資料4 2018年の漁獲状況について

2011年3月11日に発生した巨大地震と津波により、東北地方太平洋岸の漁業は壊滅的な打撃を受けた。キアンコウを漁獲する各漁業種の船舶も数多く被災したことから、震災以降の漁獲は2010年以前とは異なる様相となっている。本資源評価では、震災前である2010年を1として年別県別漁法別に操業の稼働率を推定し、2011年以降の漁獲量を稼働率で除することによって、稼働率が震災前と等しい場合の推定漁獲量を得ている。ここでは、以下の手順で県別、漁業種別に被災ならびに復旧状況をまとめ、震災がキアンコウの漁獲に与えた影響を可能な限り数値化した。

- ・青森、岩手、宮城、福島および茨城の漁船について被災状況と復旧状況を調べた。
- ・漁法は沖合底びき網漁業、小型底引き網漁業および沿岸漁業（刺し網、定置網およびその他）に分けた。
- ・被災の状況は、組合等からの聞き取り、各県及び水産庁に寄せられた情報から調べ、震災以前の漁船数については農林統計資料も用いた。
- ・がれき撤去作業を行った船及び期間については操業していないとした。
- ・9月以降の操業も上半期と同様とした。
- ・操業隻数と操業期間の減少から、県別、漁法別に2010年と比較した現状の努力量の割合（稼働率）を推定した。また、稼働率に2005～2009年の平均漁獲量に占める各県、各漁業別の割合（漁獲比率）を乗じることで、漁獲の状況に応じた重み付けを行った。

以上の結果、2017の青森県から茨城県の稼働率は、沖底で6.4～100%、小底で5.7～100%、沿岸漁業で1.7～100%で、現在操業が試験操業に限られている福島県で低かった（補足表4-1）。漁法別にみると、小底と沿岸漁業の稼働率は比較的高かった一方（80.6%、89.1%）、沖底の稼働率は50.1%と低い傾向が認められた（補足表4-2）。全漁法での重み付けした稼働率は73.2%となり、2015、2016年よりもやや増加した（補足表4-3）。

補足表 4-1. 2017 年のキアンコウの漁獲比率と稼働率

県	沖底			小底			沿岸漁業（刺し網、定置、その他）		
	漁獲比率(a)	稼働率(b)	a*b	漁獲比率(c)	稼働率(d)	c*d	漁獲比率(e)	稼働率(f)	e*f
青森	0.338	1.000	0.338	0.534	1.000	0.534	0.700	1.000	0.700
岩手	0.008	1.000	0.008	-	-	-	0.132	0.888	0.118
宮城	0.087	0.963	0.084	0.205	0.667	0.137	0.092	0.768	0.070
福島	0.530	0.064	0.034	0.133	0.057	0.008	0.074	0.017	0.001
茨城	0.037	1.000	0.037	0.128	1.000	0.128	0.003	0.922	0.003
合計	1.000		0.501	1.000		0.806	1.000		0.891

補足表 4-2. 漁獲に占める漁法別の比率と 2017 年の稼働率

漁獲量（トン、2005-2009平均）	漁法別の比率(g)	稼働率(h)	g*h
沖底	439	0.346	0.173
小底	369	0.291	0.235
沿岸漁業	461	0.363	0.324
合計	1,269	1.000	0.732

補足表 4-3. 2011～2017 年における重み付けした稼働率の推移

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
重み付けした稼働率	0.584	0.607	0.643	0.710	0.717	0.717	0.732

補足資料 5 沖底 CPUE 標準化の試み

キアンコウの主要な漁場である尻屋崎～襟裳西海区および金華山～房総海区のそれぞれについて、CPUE から月、海域、水深、漁船の県籍および狙い操業の影響を除去するため、GLM（一般化線型モデル）を用いた沖底 CPUE の標準化を行った。分析には 1973 年以降の沖底漁績のデータより抽出した本種の有漁網データを用いた。モデルの誤差分布は正規分布に従うと仮定し、対数化した本種のノミナル CPUE（＝総漁獲量／総努力量）を応答変数として採用した。説明変数には、年、月、県、海区、水深および狙い操業の有無とそれらの交互作用を用い、全てカテゴリカル変数として扱った。フルモデルは AIC による変数増減法にて変数選択を行い、AIC が最も低くなるものをベストモデルとして選択した。その結果、以下の式がベストモデルとして選択された。

尻屋崎～襟裳西海区

$$\text{LogCPUE} = \text{Year} + \text{Year} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Depth} + \text{Year} * \text{TE} + \text{Month} * \text{Depth} + \text{Month} * \text{TE} + \text{Depth} * \text{TE} + \text{Intercept}$$

ここでの記号は次の通りである。

Year: 年（1973～2017）

Month: 月（1～2、3～4、5～6、9～10、11～12）

Area: 小海区（尻屋崎～襟裳西）

Depth: 漁区ごとの水深 (≥200m、<200m)

Pref: 漁船の県籍 (青森県、岩手県以南)

TE: 狙い操業

金華山～房総海区

$$\text{LogCPUE} = \text{Year} + \text{Year} * \text{Month} + \text{Year} * \text{Depth} + \text{Year} * \text{TE} + \text{Month} * \text{Depth} + \\ \text{Month} * \text{TE} + \text{Pref} * \text{Area} + \text{Depth} * \text{Area} + \text{TE} * \text{Area} + \text{Depth} * \text{TE} + \text{Intercept}$$

ここでの記号は次の通りである。

Year: 年 (1973～2017)

Month: 月 (1～3、4～6、9、10～12)

Area: 小海区 (金華山～房総)

Depth: 漁区ごとの水深 (≥200m、<200m)

Pref: 漁船の県籍 (宮城県、福島県、茨城県+千葉県)

TE: 狙い操業

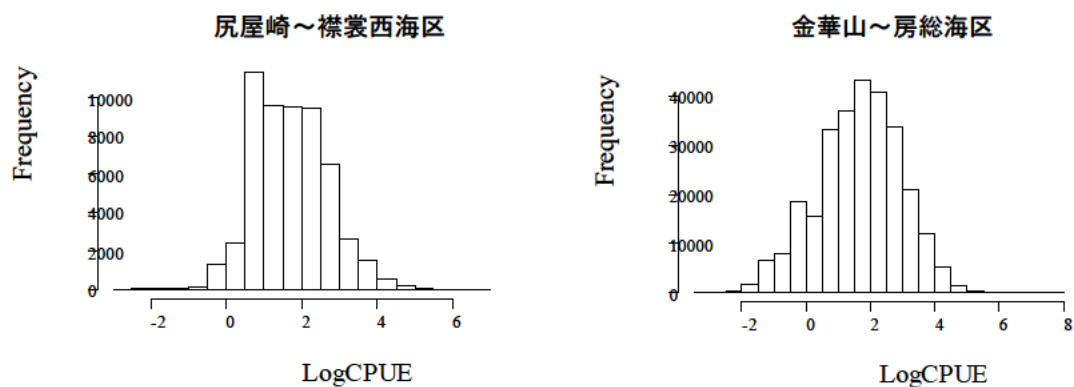
狙い操業は Biseau(1998)に従い、年ごとに日別船別の操業をキアンコウの漁獲量割合が高い順に並べ、高いほうからの累積漁獲量が年間漁獲量の 75%に達するまでを狙い操業、それ以外を非狙い操業として扱った。

両モデルとも、対数化 CPUE 実測値とモデルの残差は概ね正規分布に従っていた (補足図 5-1、5-2)。正規確率図では、尻屋崎～襟裳西海区では上方と下方で逸脱が観察されたが、それらのデータ数の割合は低かった (補足図 5-3)。金華山～房総海区では大きな逸脱は観察されなかった (補足図 5-3)。また、両モデルとも年別の残差は 0 周辺に分布することが確認された (補足図 5-4)。これらのモデルを用いて沖底の標準化 CPUE を求めたところ、ノミナル CPUE と概ね類似したトレンドを示したが、金華山～房総海区では近年のノミナル CPUE が高い値に跳ね上がっており、標準化 CPUE との乖離がみられた。(補足図 5-5)。

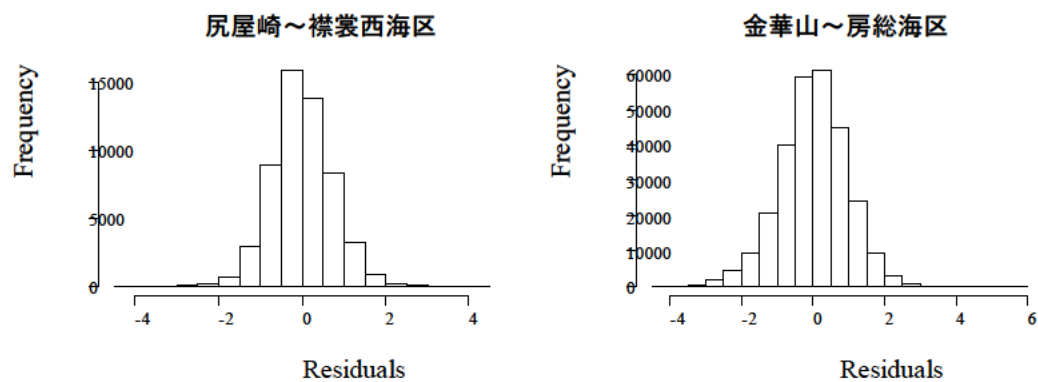
ここで示した標準化 CPUE のモデルは、多くの底魚類に汎用的に当てはめることを目的としたものであり、標準化による補正の妥当性や狙い操業と非狙い操業の区分の妥当性および CPUE 乖離の原因の解釈に関する魚種別の検討は十分になされていない。そのため、ここでは補足資料への記載に留めた。

引用文献

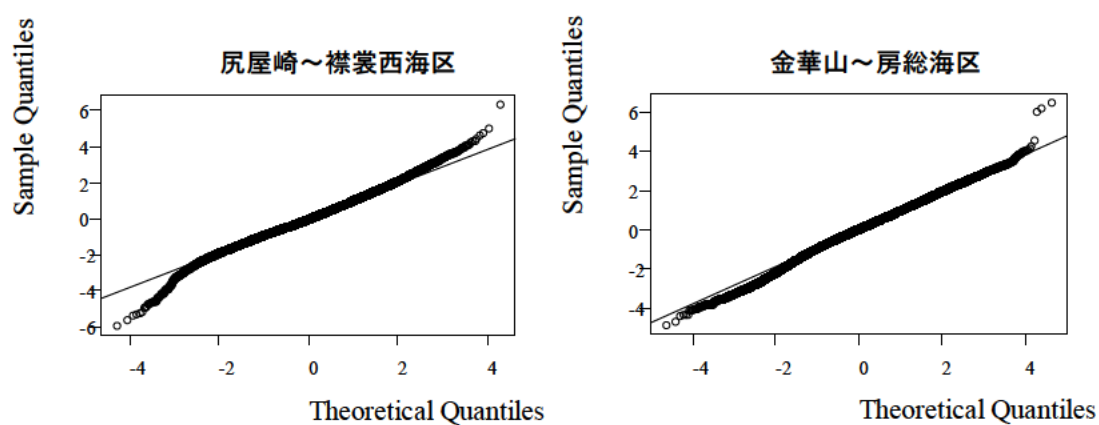
Biseau, A. (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquatic Living Resources*, **11**: 119-136.



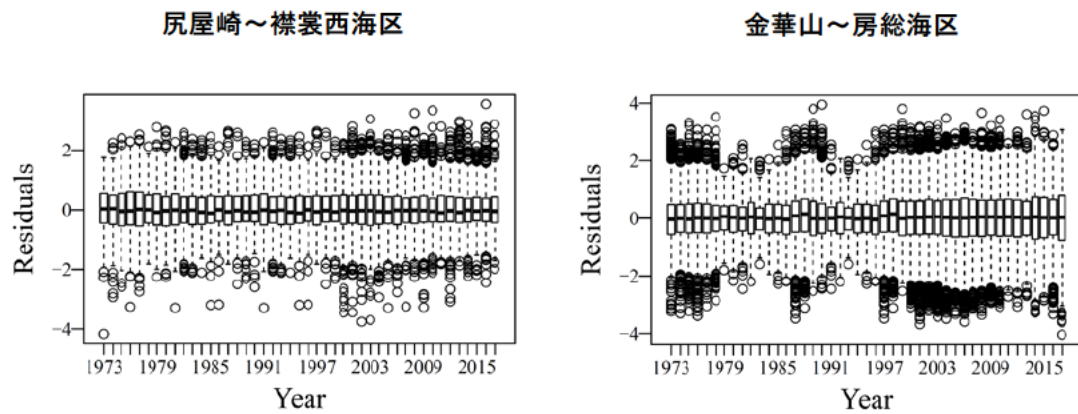
補足図 5-1. 操業ごとの LogCPUE (1973～2017 年データ)



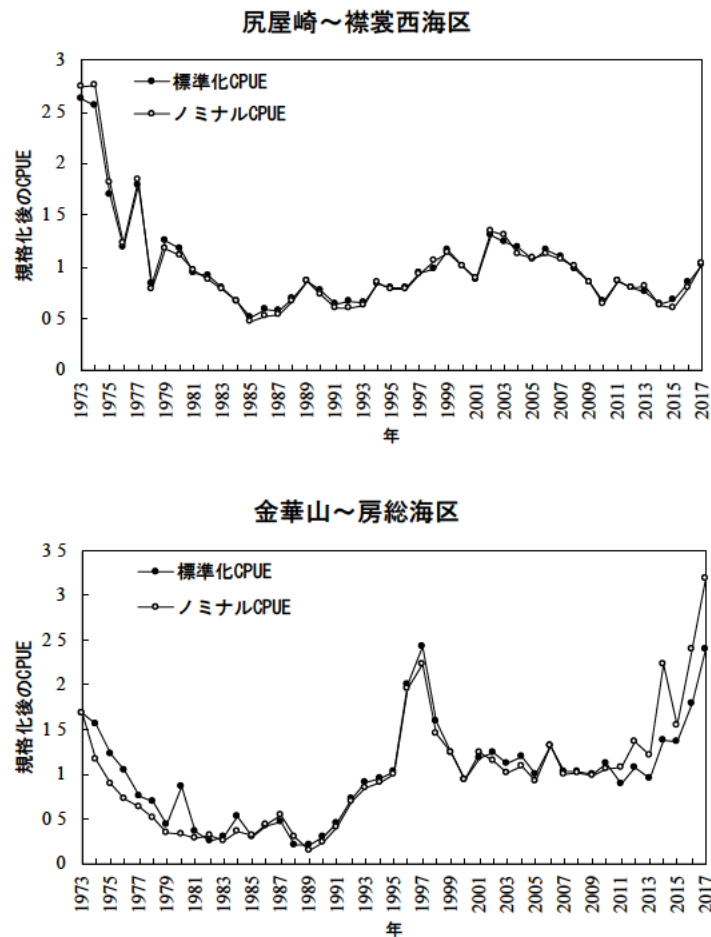
補足図 5-2. モデル予測値と実測値の残差 (1973～2017 年データ)



補足図 5-3. 残差のヒストグラムの正規性の確認



補足図 5-4. 年ごとの残差を示す箱ひげ図 箱は第一～第三四分位、箱内の黒線は中央値を表す。ひげは第一、第三四分位から箱幅の 1.5 倍の範囲にある最大または最小の値を表す。バーの外側の点は外れ値を示す。



補足図 5-5. 標準化 CPUE (黒) とノミナル CPUE (白) の比較 それぞれ、平均値で除すことで規格化した。