

令和 3（2021）年度アカガレイ日本海系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要 約

本系群の資源状態について、漁業依存情報および 2000～2021 年の日本海ズワイガニ等底魚資源調査に基づくコホート解析による資源量推定の結果により評価した。本系群の沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲量は、1981 年に最高、1992 年に最低となった。全漁業種類による漁獲量は、1992 年の 2,281 トンから増加して 2007～2014 年は 5,500 トン前後で推移し、その後減少し、2020 年は 3,625 トンであった。沖合底びき網（1 そうびき）の資源密度指数（kg/網）は中長期的には漁獲量と同様の変動を示した。2020 年の資源密度指数は 19.8 であり、水準は中位と判断した。また、資源量の直近 5 年間（2017～2021 年）の推移から動向は減少と判断した。2021 年の資源量は 41,807 トンであった。現状の漁獲圧でも資源量はやや増加するが、動向が減少と判断される現状においては、漁獲圧をやや下げて、資源量を維持するべきである。ABC 算定のための基本規則 1-3) に基づき、漁獲圧を現状より下げ、資源量を維持することを管理目標として 2022 年の ABC を算定した。

管理基準	Target/ Limit	2022 年 ABC (百トン) (雄、雌)	漁獲割合 (%) (雄、雌)	F 値 (雄、雌) (現状の F 値からの増減%)
0.8F _{current}	Target	28 (6, 22)	6 (10, 6)	0.07 (0.11, 0.06) (-33%)
	Limit	33 (7, 26)	9 (12, 7)	0.08 (0.13, 0.07) (-20%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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、より安定的な資源の維持が期待される F 値による漁獲量である。F_{target} = α F_{limit} とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F_{current} は 2018～2020 年の F の平均値、漁獲割合は 2021 年の漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。

年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	479	435	43	0.09	9
2018	460	427	40	0.09	9
2019	424	387	34	0.08	8
2020	413	383	35	0.09	8
2021	418	363	33	0.08	8
2022	426	340		—	—

この表は日本海西部の値である(補足資料 2 および表 5-2 その 3)。2021 年の漁獲量は直近 3 年の F 値での漁獲量であり、2021 年の親魚量、F 値、漁獲割合は予測を含む。また、2022 年の値は将来予測に基づく値。資源量は 7 月 1 日時点の値。親魚量は 2 月 1 日時点の値。2022 年の親魚量は $0.8F_{\text{current}}$ で漁獲した場合の値。F 値は、雌雄を合わせた全年齢群の平均値であり、漁獲割合から算出した値。漁獲割合は雌雄を合わせた値であり、各年の漁獲量を資源量でそれぞれ除した値。

水準：中位 動向：減少

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
資源量・年齢別資源尾数	日本海ズワイガニ等底魚資源調査(5～6月、日本海西部海域、水深190～550m、水産資源研究センター) (以下、トロール調査と呼ぶ)
漁獲量	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 生物情報収集調査(青森～島根、11府県)
年齢組成	トロール調査(5～6月、水産資源研究センター) 生物情報収集調査(石川～島根、(6)府県)
自然死亡係数(M)	年当たりM(雌、雄)=0.125、0.167を仮定
資源密度指数・漁獲努力量	日本海区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料(水産庁)
漁獲物体長組成	生物情報収集調査(石川県、福井県、兵庫県、鳥取県、島根県)
新規加入量 (漁獲加入前の小型魚の出現状況)	新規加入量調査 ・金沢沖桁網(2月、石川県) ・丹後半島沖桁網(6～7月、京都府) ・但馬沖着底トロールおよび稚魚桁網(10月、兵庫県) 日本海ズワイガニ等底魚資源調査(5～6月、水産資源研究センター)

1. まえがき

アカガレイ *Hippoglossoides dubius* は、日本海においてズワイガニやハタハタと並んで底びき網漁業の最重要資源である。本系群の漁獲量は1980年代をピークとしてその後大きく減少したため、平成14(2002)年度に日本海西部資源回復計画の対象魚種に指定され、石川県から島根県において、底びき網漁業者による漁獲努力量の削減措置(休漁・網目拡大・改良網導入など)が取り組まれた。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、継続されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

日本海におけるアカガレイは、隠岐東方、若狭湾および加賀沖を主分布域とし、本州沿岸全域に分布する(図1)。また、鉛直的には、本系群は日本海固有水の影響を受ける水深帯(150～900m)に分布し、成長段階ごとに分布水深が異なる。さらに成魚は季節的に水平および浅深移動も行う(永澤1993、内野ほか1997、山崎ほか1999、廣瀬ほか2002)。本種は2～4月に水深180～200mに産卵場を形成し、産卵期終了後もしばらくは産卵場付近に留まるが、6月下旬頃より深場への移動を始める(廣瀬・南2003)。夏季の若狭沖では、雄成魚は水深200～300mに、雌成魚は水深300m台を中心に分布する。一方、但馬沖

では、雌雄とも 500 m 以深を中心分布し、水深 900 m にも分布するとの情報もある（廣瀬氏、私信）。晩秋には、深場から浅場の産卵場へと移動を始める（永澤 1993）。

本種の日本海西部（石川県以西）における主産卵場は、若狭湾内、経ヶ岬周辺および赤碓沖を中心とする隠岐諸島周辺の海域であると考えられ（永澤 1993）、能登半島周辺の海域が未成魚の成育場となっている（廣瀬ほか 2002）。また、日本海北部海域（富山県以北）では、新潟県粟島北方に小規模な産卵場が確認されている。

本種の移動特性に関して、標識放流の結果に基づき、若狭沖から但馬沖以西への成魚の移動が報告されている（内野ほか 1997）。また、能登沖、加賀沖には大型の成魚が比較的少ないことから、成熟に伴う加賀沖から若狭沖への移動も想定されており、アカガレイは能登半島以西の海域を広く移動していると考えられている。日本海北部海域においても、100 km を超える大きな移動を行う個体が存在し、秋田沖から能登内浦までの間で移動した個体も確認されているが（森本ほか 2004）、日本海西部海域のような方向性のある移動は確認されていない。

(2) 年齢・成長

日本海西部のアカガレイの年齢と成長について、2011 年の日本海ズワイガニ等底魚資源調査（以下、トロール調査という）で採集された個体の一部を標本とし年齢査定した結果を示す。得られた成長式は以下の通りである（図 2）。

$$\text{雌} : L_t = 342(1 - \exp(-0.24(t + 0.25)))$$

$$\text{雄} : L_t = 227(1 - \exp(-0.46(t + 0.25)))$$

ここで、 L_t は t 歳時（5 月）における標準体長（mm）、 t は年齢である。体長は 2 歳で 140 mm 前後、5 歳では 200 mm 前後、10 歳では雄が 230 mm 前後、雌は 300 mm 前後となる。2011 年の調査で確認された最高齢は、雄 19 歳、雌 24 歳であり、寿命はおよそ雌 20 歳、雄 15 歳と考えられる。

(3) 成熟・産卵

京都府沖合海域における 50%成熟体長は雄 170 mm、雌 270 mm であり、雄 240 mm、雌 360 mm で全ての個体が成熟するとされていたが（内野ほか 1995）、2008 年京都府沖合で調査された 50%成熟体長は雄 170 mm、雌 250 mm であり、100%成熟体長は雄 220 mm、雌 300 mm であった。Logistic 曲線に近似させた体長 BL に対する群成熟率 $L^m(\%)$ の関係式は以下の通りであり、50%成熟体長は、雄で 169 mm、雌で 246 mm であった（図 3、藤原ほか 2009）。ここから算出される成熟開始年齢は、おおむね雄 3 歳、雌 5 歳で 50%、10 歳で雌雄ともに 100%となる。

$$\text{雌}(\%) : L^m = \frac{100}{1 + \exp(-0.113(BL - 246))}$$

$$\text{雄}(\%) : L^m = \frac{100}{1 + \exp(-0.130(BL - 169))}$$

産卵期は 2~4 月で、産卵場は分布域の最も浅い場所（水深 180~200 m 付近）に局所的に形成される。繁殖期間中、雄は性的活性を長く保ち、長期間産卵場に留まる（山崎ほか

1999)。一方、雌は水深 250 m 前後から順次産卵に加わり、産卵後速やかに 220 m 以深に移動するため、産卵場では常に雄が多く分布する。主な産卵場は、若狭湾、経ヶ岬周辺、隠岐周辺（赤碕沖が中心）および粟島北方と言われている。

(4) 被捕食関係

浮遊期仔魚は珪藻やカイアシ類幼生などの小型プランクトンを捕食する（宮本ほか 1993）。着底後のアカガレイは年間を通してクモヒトデ類を捕食する。しかし、オキアミ類やホタルイカモドキ類などのマイクロネクトンが多くなる季節は、これらを選択的に捕食する（内野ほか 1994、倉長 1997、森本ほか 2003）。一方、マダラがアカガレイの幼稚魚を捕食していることがある（藤原 未発表）。なお、成魚の捕食者は不明である。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群の 9 割以上が沖合底びき網(1 そうびきおよび 2 そうびき) と小型底びき網で漁獲される。その他には僅かに刺網で漁獲される。府県別農林水産統計値のある 1991 年以降では、沖合底びき網の 1 そうびき（以下、沖底（1 そうびき）という）が全体の 4～6 割を占めており、鳥取県、兵庫県、福井県、石川県の漁獲量が多い（表 1 および表 2）。

(2) 漁獲量の推移

1972 年以降の沖底（1 そうびき）の漁獲量を表 1 および図 4 に示す。沖底（1 そうびき）の漁獲量は、1970 年代後半には 5,000 トン以上あったが、80 年代後半に減少して、1992 年に 1,405 トンと最低値となった。その後、1,500 トン前後で推移して 2004 年に増加し、2007 年以降は 3,000 トン前後で推移した。2014 年以降は減少し、2020 年は 2,233 トンであった。

日本海における全漁業種類の漁獲量は府県別漁獲量として 1991 年より集計されている。1991 年以降の府県別漁獲量を図 5 および表 2 に示す。青森県～島根県における漁獲量は、1992 年の 2,281 トンを最低とし、その後増加して 2000 年ごろは 3,500 トン程度で推移した。2005 年前後から顕著に増加し、2007～2010 年は 5,500 トン前後で推移した。2011 年はさらに増加し、近年最高の 6,158 トンとなった。2012～2014 年は再び 5,500 トン前後で推移したものの、その後減少し、2020 年は 3,625 トンであった。

(3) 漁獲努力量

日本海における沖底（1 そうびき）の有効漁獲努力量（補足資料 5）を、図 6 および表 1 に示す。1980 年代後半には 30 万回を超えていたが、その後減少し、1990 年代半ばには約 20 万回となった。2000 年代に入っても減少を続けている。2011 年と 2012 年にやや増加したものの、2013 年以降は再び減少し、2020 年はおおよそ 12 万回であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

日本海全域における沖底（1 そうびき）の漁獲成績報告書から求めた資源密度指数（補足資料 5）から資源水準を判断した。動向については、最新の 2020 年のデータもあるトロ

ール調査（補足資料3、4）に基づく資源量により判断した。資源量の推定方法は、面積密度法で算出した現存尾数と遷移率によるコホート解析であり、その詳細は補足資料1および補足資料2に示した。また、推定した資源量を用い、2000年以降の年齢組成、漁獲割合、F値、加入量（2歳）および親魚量なども把握した。それら計算結果は雌雄別および雌雄合計の値として、それぞれ表3-1、3-2、表4-1、4-2、および表5-1、5-2に示した。さらに、生物情報収集調査（石川県、福井県、兵庫県、鳥取県および島根県）から漁獲状況を把握し、新規加入量調査（石川県、京都府および兵庫県）からも加入状況を推察した。

(2) 資源量指標値の推移

沖底（1そうびき）の資源密度指数（kg/網）（図4、表1）は、1981年（29.1）をピークに減少し、1987年以降10を下回る年が続いたが、2004年から10以上となり、2009年以降は17以上で推移している。直近5年間（2016～2020年）では、2015～2017年は18.9～19.6で推移したが、2018年から減少したものの、2020年は19.8と増加した。

(3) 日本海西部における漁獲物の体長組成

石川県～島根県における市場調査及び精密測定に基づく2020年の漁獲物の体長組成を図7に示した。雌は、体長300mm前後を主体に、石川県、福井県、兵庫県、鳥取県で多く漁獲されていた。また、体長250～300mmについては石川県、兵庫県および鳥取県で多く漁獲されていた。雄は、体長230mm前後が漁獲主体であった。

(4) 調査船調査に基づく体長組成および加入状況

トロール調査結果の体長組成を図8に示した。雌の体長組成では、2003年に130mm前後に出現したモードが年を追うごとに少しずつ大型へシフトし、2010年に300mmに達した。これは卓越とされる2001年級群の成長に伴うものであった。モードが小さい方にややシフトした2011年の年齢査定結果では、資源の主体はすでに2001年級ではなかった（木下ほか2013）。2013年以降は300mm以上にモードがあるとともに、徐々に250mm前後の現存尾数が減少し、大型個体に偏る傾向が著しい。

(5) 資源量と漁獲割合の推移

2000～2021年の雌雄別の年齢別資源尾数（7月1日時点）とともに雌雄別ならびに雌雄合計の資源量および漁獲割合の推移を、図9、図10および表3-1、3-2、表4-1、4-2、表5-1、5-2に示す。資源尾数では、雌は2～7歳魚が多く、2016年以降は11歳以上も多い。雄は2～5歳魚が主体となっていた。資源量でもおよそ同様の年齢群が主体であったが、雌雄ともに2歳魚の割合は低く、また雌の11歳以上の高齢魚の割合が顕著に高かった。雌雄合計の資源量は、2000年の2.4万トンから緩やかに増加して、2014年に6.1万トンとなった。2016年からは減少し、2021年は41,807トンであった。漁獲割合（図10、表3-2、4-2）は、雌では、2000年の13%から次第に低下し、2011年以降は10%未満で推移し、2020年は8%であった。雄では2000年の17%から低下して、2013年に11%の最低を示し、その後やや上昇して、2020年は13%であった。雌雄合計では雌の推移に類似して2000年以降8～14%で推移し、2020年は最低レベルの8%であった。

全年齢群のF値（図11、表3-2、4-2）は、雌では、2000年の0.14から、およそ一貫して低下し、2020年は0.08であった。雄では2000年の0.19から2006年まで低下して0.11となり、それ以降2016年まで横ばいだった。2017年と2018年はやや上昇して0.14～0.15し、2020年は0.15であった。

雌雄別の親魚量と加入量（2歳魚）（翌々年）を図12および表3、表4および表5に示す。雌の親魚量は2000年の1.3万トンから増加して2014年に4.1万トンとなった。2015年以降は減少し、2021年は33,193トンであった。雄の親魚量は、1,600～5,000トンで推移し、2021年は3,210トンであった。雌雄合計の親魚量は、1.5万トン～4.8万トンで推移し、2021年は36,403トンであった。加入量は、雌雄ともに、2000年代に多かったが2009年から減少し、2012～2016年は最も少なかった。しかし、雌は2016年から増加し、雄も2018年に増加した。

(6) 調査船調査に基づく加入状況

トロール調査結果の体長組成（図8）では、体長100～150mmの新規加入サイズは2013～2015年が少なく、2016年は2007年相当に多かった。2017～2021年は2013～2015年よりもやや多い状況が続いている。

さらに、石川県、京都府および兵庫県による新規加入量調査での体長100～150mm（2歳魚相当）の単位努力量あたりの採集個体数を図13に示す。兵庫県（オッタートロール）では2003年（当時の2歳魚が2001年級とされる）が最も多く、2010年もやや多かったが、その後は少ない。石川県では2006年にやや多かったがそれ以降は少ない。その一方で、京都府では2010～2017年は少なかったが2018年に過去最高となった。2018年を除き、2015年以降では増減を繰り返しつつ推移しており、兵庫県（稚魚桁網）でも同様の傾向であった。また、同調査の結果の単位努力量あたり採集個体数に基づく体長組成を、新規加入サイズ（2歳魚相当）とともにそれよりも小さいサイズを含め、図14に示した。2014年以降、2003年に3府県でみられたような体長150mm前後の明瞭なモードはみられない。しかし、体長50～100mmについては、京都府では2018年は2003年よりも多く採集され、石川県の桁網では2017年以降やや多く採集された。その一方、兵庫県の桁網では2017年と2018年は多かったが、2019年はやや少なかった。これら調査結果から、加入量は、地域差を伴いつつ全体としては、依然として多くはないものの、増加していると推察された。

(7) 資源の水準・動向

水準の判断には、沖底（1そうびき）の資源密度指数（kg/網）を用いた。1972年以降の最高値レベルの30と0との間を三等分し、20を高位と中位の境、10を中位と低位の境とした（図4）。2020年の資源密度指数は19.8となった。水準は中位と判断した。動向は、トロール調査に基づく資源量の直近5年間（2017～2021年）の推移より減少と判断した。

(8) 資源と漁獲の関係

YPRおよび%SPRを雌雄別に求めた（図15）。年齢別体重は、トロール調査に基づき2017～2021年平均値を用いた（表3-2、表4-2）。漁獲開始年齢は雌雄ともに2歳とした。成熟率はトロール調査に基づく年齢組成および藤原ほか（2009）に基づき算出した（表3-2お

よび表 4-2)。

現状の F (F_{current}) を 2018~2020 年の平均の F とした。雌では、 F_{current} (0.08) は、 $F_{30\%SPR}$ (0.19) や $F_{0.1}$ (0.14) を大きく下回っている。雄でも同様に、 F_{current} (0.14) は、 $F_{30\%SPR}$ (0.27) や $F_{0.1}$ (0.22) を大きく下回っている。

5. 2022 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源量指標値とした沖底 (1 そうびき) の 2020 年の資源密度指数は 19.8 であったことから、水準は中位と判断した。直近 5 年間 (2017~2021 年) の資源量の推移から動向は減少と判断した (2021 年の資源量は 41,807 トン)。

(2) ABC の算定

現在、得られている再生産成功率のデータは 2011 年のみの標本の Age-Length Key より年齢分解された現存尾数に基づいており、新たに加入し始めている年齢群の成長をモニターするなどしながら精査する必要がある。そこで、再生産関係に基づく B_{limit} の設定はせず、ABC 算定の規則の 1-3) - (3) に基づき、

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値} \times \beta_2$$

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

によって、漁獲圧を現状より下げ、資源量を維持することを管理目標として、2022 年 ABC を算定した。基準値は F_{current} とした。 F_{limit} ($0.8F_{\text{current}}$) による 2022 年の漁獲量を補足資料 2 に基づき 3,208 トンと推定した。水準は中位で動向は減少であることから、 β_2 は 0.8 とした。 $ABC_{\text{limit}} = 3,287$ トン、 $ABC_{\text{target}} = 2,765$ トンと算定した。

管理基準	Target/ Limit	2022 年 ABC (百トン) (雄、雌)	漁獲割合 (%) (雄、雌)	F 値 (雄、雌) (現状の F 値から の増減%)
0.8 F_{current}	Target	28 (6, 22)	6 (10, 6)	0.07 (0.11, 0.06) (-33%)
	Limit	33 (7, 26)	9 (12, 7)	0.08 (0.13, 0.07) (-20%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。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、より安定的な資源の維持が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{\text{target}} = \alpha F_{\text{limit}}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。 F_{current} は 2018~2020 年の F の平均値、漁獲割合は 2022 年の漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。

(3) ABC の評価

各管理基準に基づく漁獲量、資源量および親魚量の変化を下表および図 16 に示した。現状の漁獲圧（雌の $F_{current}=0.08$ 、雄の $F_{current}=0.14$ ）であれば資源量はやや増加するが、動向が減少と判断される現状においては、漁獲圧をやや下げて、資源量を維持するべきである。なお、将来予測では、2022 年以降の加入量として、雌雄それぞれ直近 5 年（2017～2021 年）の平均を用いた。

管理基準	F 値	漁獲量(百トン)							
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
$F_{current}$	0.10	36	37	39	40	41	42	42	42
$0.8F_{current}$	0.08	36	37	33	34	36	37	37	38
$0.64F_{current}$	0.07	36	37	28	29	31	32	32	33
$F_{30\%SPR}$	0.20	36	37	76	70	67	64	60	58
$F_{0.1}$	0.14	36	37	60	58	58	56	55	54
		資源量(百トン)							
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
$F_{current}$	0.10	413	418	426	438	458	468	471	473
$0.8F_{current}$	0.08	413	418	426	445	471	487	496	503
$0.64F_{current}$	0.07	413	418	426	451	483	504	517	529
$F_{30\%SPR}$	0.20	413	418	426	399	385	367	348	334
$F_{0.1}$	0.14	413	418	426	415	415	407	396	387
		親魚量(百トン)							
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
$F_{current}$	0.10	383	363	343	347	376	404	411	414
$0.8F_{current}$	0.08	383	363	340	351	386	421	434	442
$0.64F_{current}$	0.07	383	363	338	354	394	435	453	466
$F_{30\%SPR}$	0.20	383	363	363	325	320	317	299	282
$F_{0.1}$	0.14	383	363	354	335	343	352	343	333

F 値は、雌雄を合わせた全年齢群の値であり、漁獲割合から算出した値。漁獲割合は雌雄を合わせた値であり、各年の漁獲量を資源量でそれぞれ除した値。

(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
2019 年漁獲量確定値	2019 年漁獲量の確定
2020 年漁獲量暫定値	2020 年漁獲量の追加
2021 年年齢別資源尾数	2021 年の年齢別資源尾数、F 値の更新

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2020 年(当初)	0.9・C2018・0.99	—	—	37	30	—
2020 年(2020 年再評価)	0.8・C2018・0.99	—	—	37	30	—
2020 年(2021 年再評価)	0.8・C2018・0.99	—	—	37	30	36
2021 年(当初)	0.8Fcurrent	0.08	422	33	28	—
2021 年(2021 年再評価)	0.8Fcurrent	0.08	410	32	27	—

2021 年(2021 年再評価)では、トロール調査で直接得られた高齢魚の割合が、当初の推定値よりも少なかったため、ABClimit が若干ながら下方修正された。また、2020 年(2021 年再評価)では、漁獲量の暫定値が確定値とほぼ変わらなかったため、変更はなかった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

日本海西部のアカガレイ資源については、水産庁が平成 14 (2002) 年度から実施した資源回復計画により、加賀沖以西で保護区域の拡大や保護礁の増設ならびに新たな休漁期間の設定などの漁獲努力量削減措置がなされた。そして、生息環境整備のための海底清掃、海底耕耘、網目拡大や改良漁具(二段式分離選択網)の導入なども取り組まれてきた。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・計画の下で継続されており、今後も引き続き実施する必要がある。

本系群の漁獲量は、2000 年代の加入が良好で、2007~2014 年は 5,000 トン以上であったが、徐々に減少し、2020 年は 3,625 トンであった。直近年の漁獲量の減少は、努力量の減少とともに加入量(2 歳)が 2013~2015 年頃に少なかったことが理由と考えられる。一方、推定された 2021 年の 2 歳および 3 歳の資源尾数も増加傾向にあるが、本種は長寿命であり、2 歳で新規加入するものの、本格的に漁獲されるのは 6 歳前後からであり、漁獲量の増加は数年後になる。木下ほか(2014b)は、極めて単価が安い体長 200 mm 未満(福井県・廣瀬氏私信)を保護した場合、現在の漁獲状況を続けた場合と比較して、加入量あたりの漁獲量を現状維持しながら産卵親魚量が 1.2 倍となることが期待されると報告している。保護目標サイズについては各地先での水揚げ実態を十分に考慮しながら、議論をさらに深める必要がある。先に述べたような現状においては、漁獲加入が増加するように小型魚の保護に努めるべきである。日本海西部では、従来の網にくらべて本種を約 2 割排出

(保護)する(サイズは不問)とされる改良網(木下ほか 2014b)が普及しており、その使用を促進することは小型魚保護に有効である。さらに、但馬以西では、ズワイガニのさらなる保護のため、9月1日から11月5日(ズワイガニ解禁前日)まで操業を自粛する水深帯もしくは海域が2013年以降、拡大されている(木下ほか 2014a)。この取り組みは、ズワイガニと同所的に生息するアカガレイに対しても有効な保護方策と考えられ(上田・藤原 2017)、継続的な実施が望まれる。

7. 引用文献

- 藤原邦浩・廣瀬太郎・宮嶋俊明・山崎 淳 (2009) 京都府沖合におけるアカガレイ *Hippoglossoides dubius* 雌の成熟体長の小型化. 日水誌, **75**, 704-706.
- 廣瀬太郎・永澤 亨・白井 滋・南 卓志 (2002) 夏季の山陰・北陸海域におけるアカガレイの分布. 平成 14 年度日本水産学会大会講演要旨集, 34.
- 廣瀬太郎・南 卓志 (2003) 西部日本海における産卵期終了後のアカガレイの水深帯別分布. 平成 15 年度日本水産学会大会講演要旨集, 58.
- 木下貴裕・上田祐司・藤原邦浩 (2013) 3. アカガレイ (1 そう曳き沖底), 沖合底びき網漁業の資源管理計画に係る調査(対象魚種:ズワイガニ・アカガレイ・アカムツ). 平成 24 年度資源管理指針等推進事業報告書, 水産庁・水産総合研究センター, 40-43.
- 木下貴裕・上田祐司・藤原邦浩 (2014a) 5. ズワイガニの保護区拡大と資源の分布の関係, 沖合底びき網漁業の資源管理計画に係る調査(対象魚種:ズワイガニ・アカガレイ). 平成 25 年度資源管理指針等推進事業報告書, 水産庁・水産総合研究センター, 28-34.
- 木下貴裕・上田祐司・藤原邦浩 (2014b) 6. アカガレイの漁獲適正サイズと改良漁具との関係, 沖合底びき網漁業の資源管理計画に係る調査(対象魚種:ズワイガニ・アカガレイ). 平成 25 年度資源管理指針等推進事業報告書, 水産庁・水産総合研究センター, 28-34.
- 倉長亮二 (1997) 鳥取県におけるアカガレイの生態と資源に関する研究. アカガレイの生態と資源に関する研究報告書, 鳥取県水産試験場, 1-47.
- 宮本孝則・高津哲也・中谷敏邦・前田辰昭・高橋豊美 (1993) 噴火湾とその沖合におけるアカガレイ卵・稚仔の分布と食性. 水産海洋研究, **57**, 1-14.
- 森本晴之・井口直樹・廣瀬太郎・木暮陽一・梶原直人 (2003) アカガレイ(佐渡北方海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書(平成 14 年度), 水産総合研究センター, 29-51.
- 森本晴之・井口直樹・廣瀬太郎・木暮陽一・梶原直人 (2004) アカガレイ(佐渡北方海域). 漁場生産力変動評価・予測調査報告書(平成 15 年度), 水産総合研究センター, 30-41.
- 永澤 亨 (1993) 山陰海域におけるアカガレイの産卵場. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報 **26**, 19-25.
- 上田祐司・藤原邦浩 (2017) 6. アカガレイの 2013 年前後の漁獲・資源状況の変化, 沖合底びき網漁業の資源管理計画に係る調査(平成 28 年度)(対象魚種:ズワイガニ・アカガレイ), 大臣管理漁業等の資源管理計画及び資源管理措置に係る調査. 平成 28 年度資源管理指針等推進事業報告書, 水産庁・水産研究・教育機構, 33-42.
- 内野 憲・山崎 淳・藤田真吾・戸嶋 孝 (1994) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関

する研究-I. 食性. 京都海洋センター研報, **17**, 41-45.

内野 憲・山崎 淳・藤田真吾・戸嶋 孝 (1995) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-II. 主産卵期・成熟体長. 京都海洋センター研報, **18**, 41-45.

内野 憲・藤田真吾・戸嶋 孝 (1997) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-III. 標識放流からみたアカガレイの移動. 京都海洋センター研報, **19**, 7-13.

山崎 淳・大木 繁・内野 憲・葭矢 護 (1999) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-IV. 産卵期の分布様式. 京都海洋センター研報, **21**, 1-7.

(執筆者：白川北斗、藤原邦浩、佐久間啓、内藤大河、八木佑太、吉川 茜)

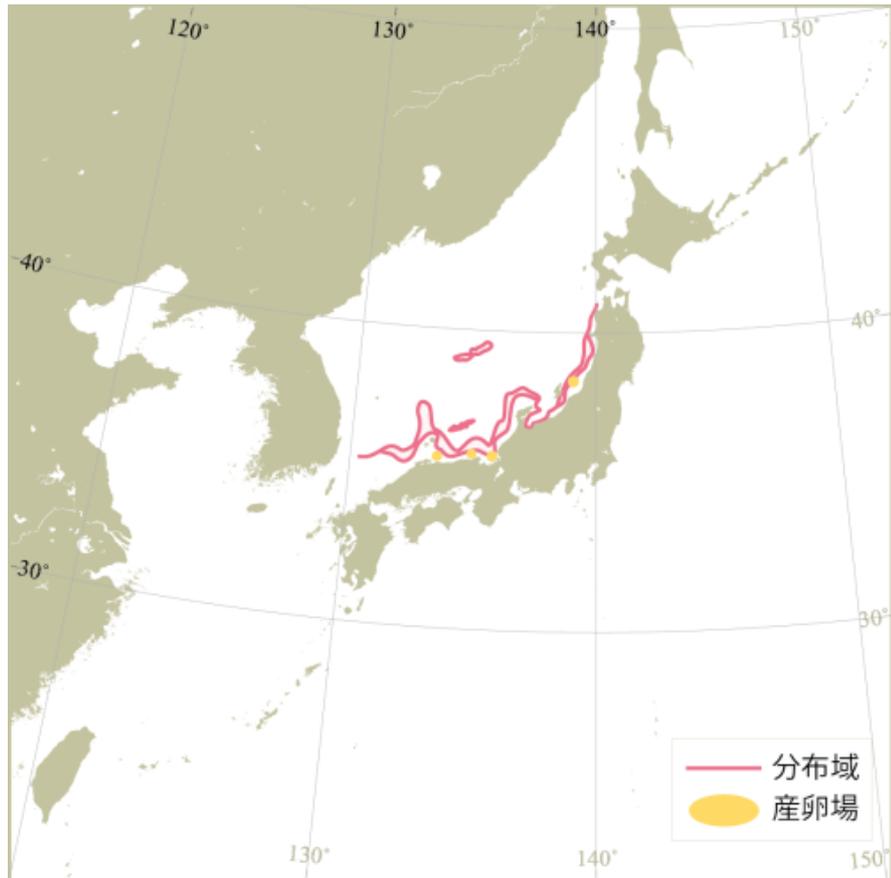


図 1. 日本海のアカガレイの分布

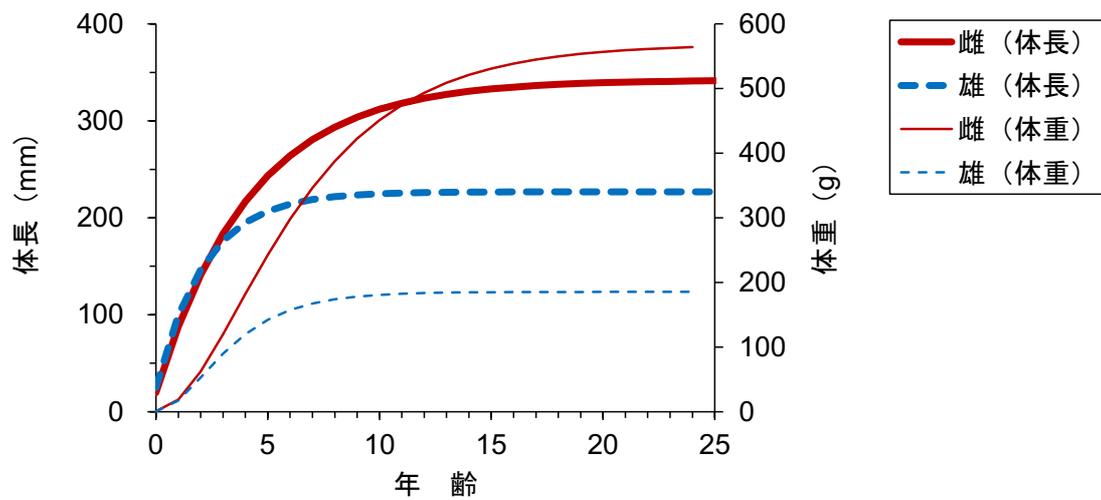


図 2. 2011 年に実施されたズワイガニ等底魚資源調査の採集物を用いた年齢査定結果から得られたアカガレイの年齢と成長および体重

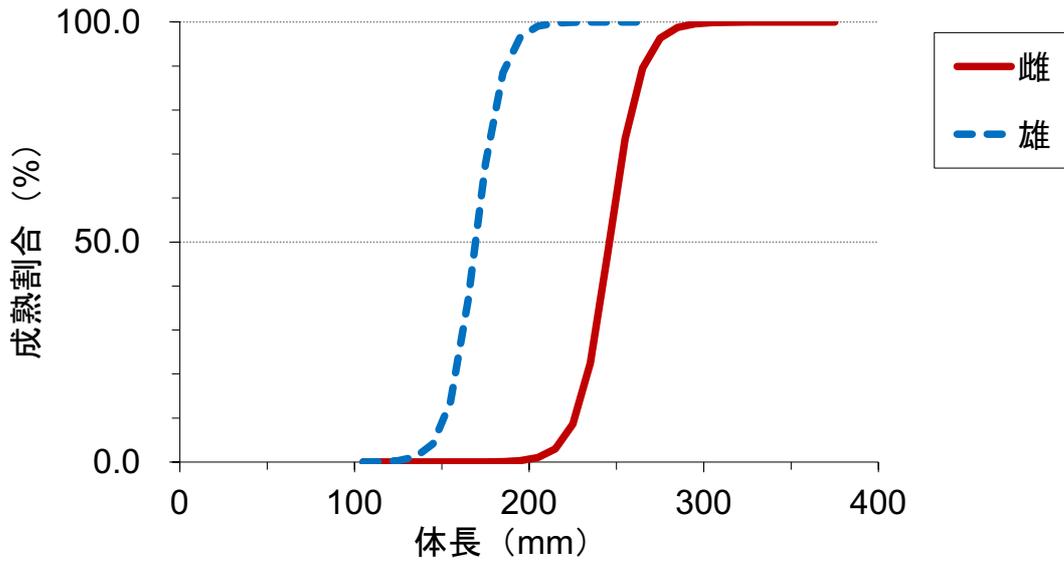


図3. 日本海（京都府沖）におけるアカガレイの体長と群成熟率の関係（藤原ほか 2009）

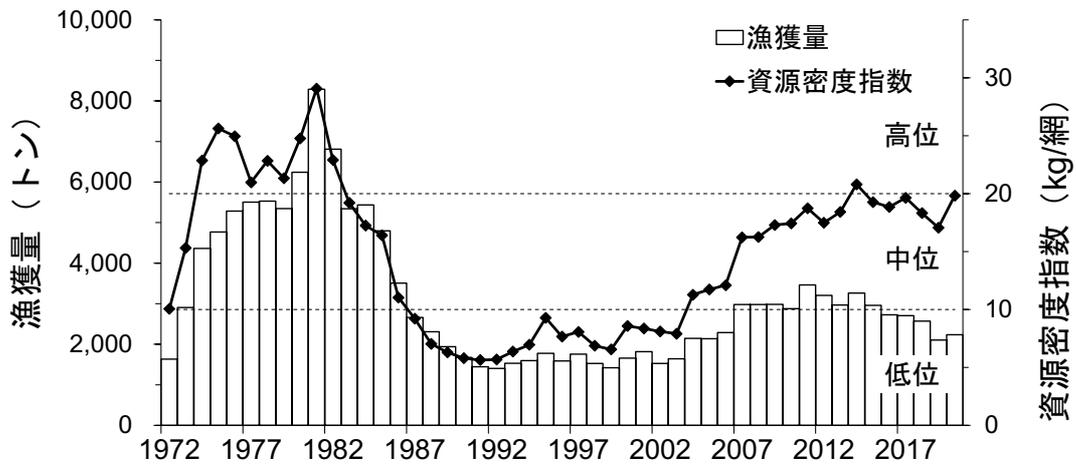


図4. 日本海における沖底（1そうびき）の漁獲量と資源密度指数

破線は水準の区分であり、資源密度指数 20 が高～中位、10 が中～低位の境界を示す。

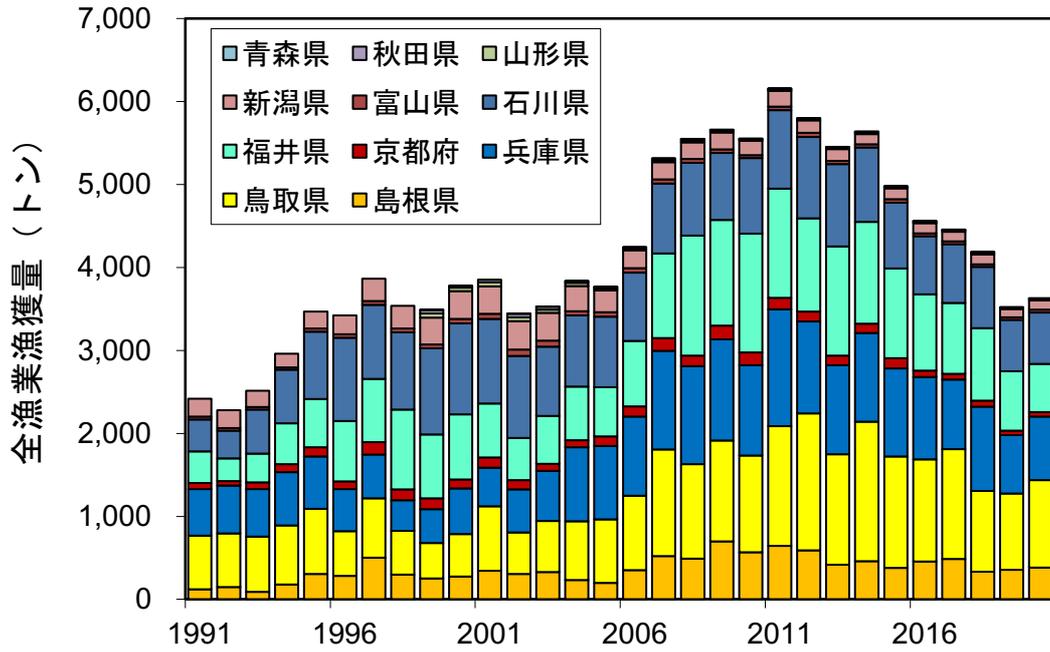


図 5. 日本海におけるアカガレイの府県別漁獲量
 青森県、秋田県、山形県については 1998 年以前の統計資料はない。

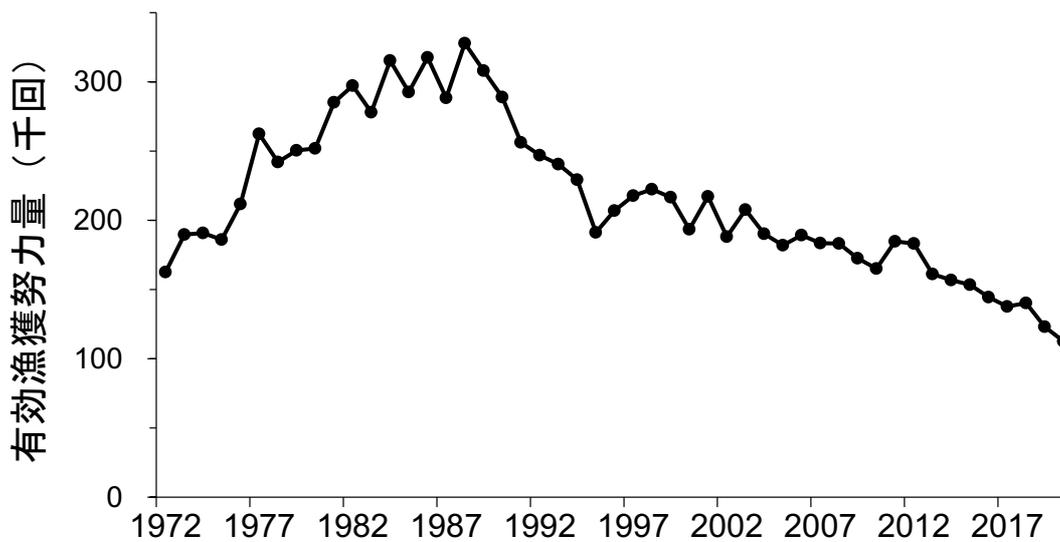


図 6. 日本海における沖底（1 そうびき）のアカガレイに対する有効漁獲努力量

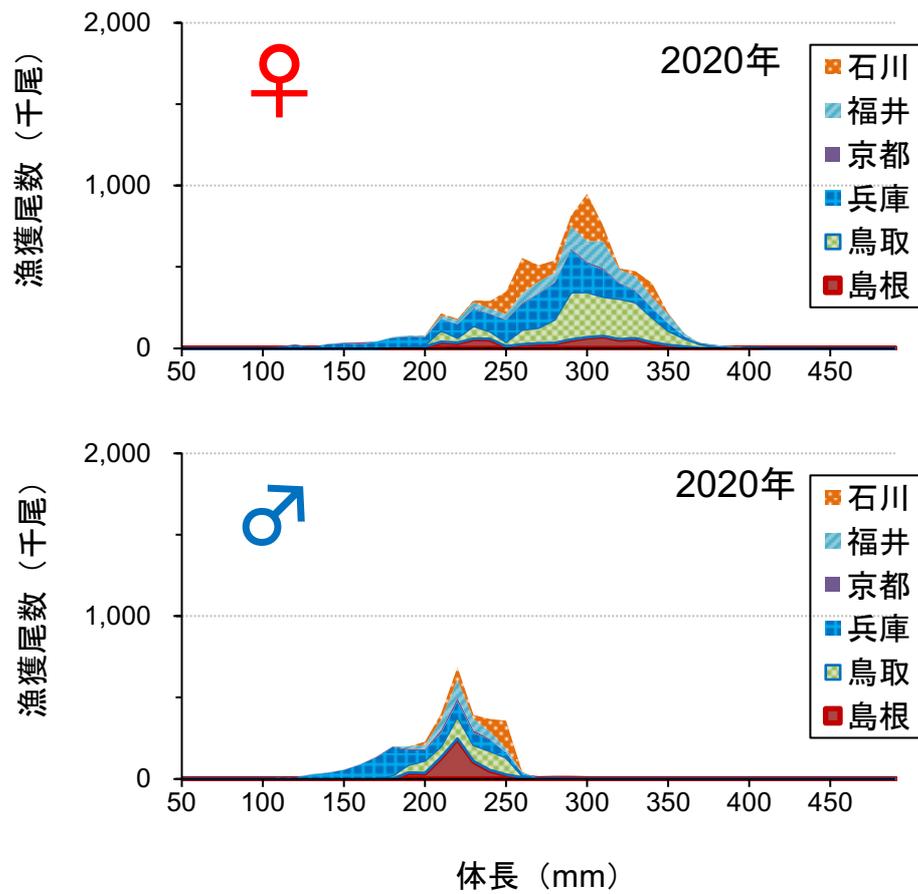


図 7. 日本海西部におけるアカガレイの漁獲物の雌雄別および府県別の体長組成

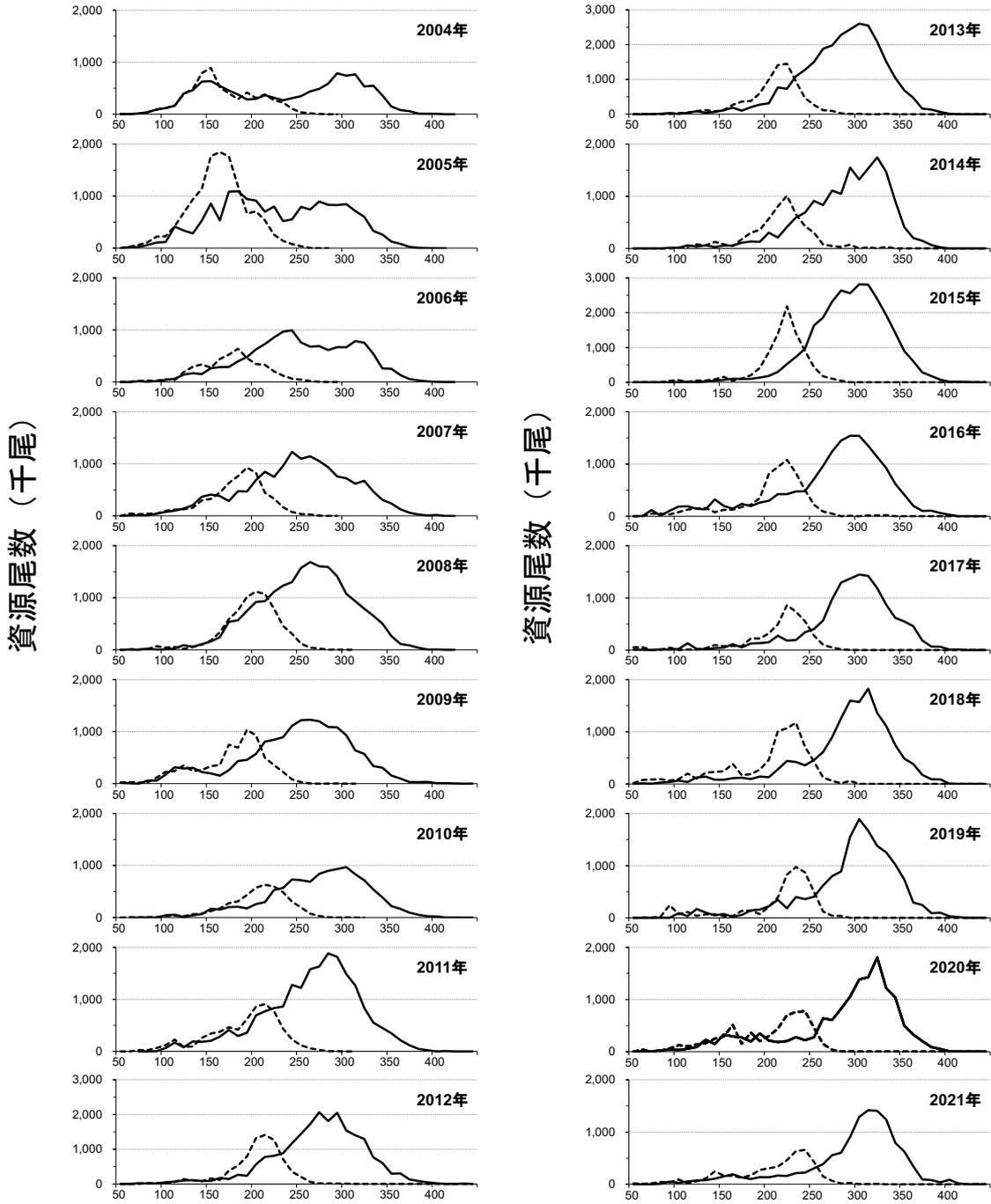


図 8. トロール調査（但州丸）に基づく日本海西部におけるアカガレイの体長組成 実線は雌、破線は雄。

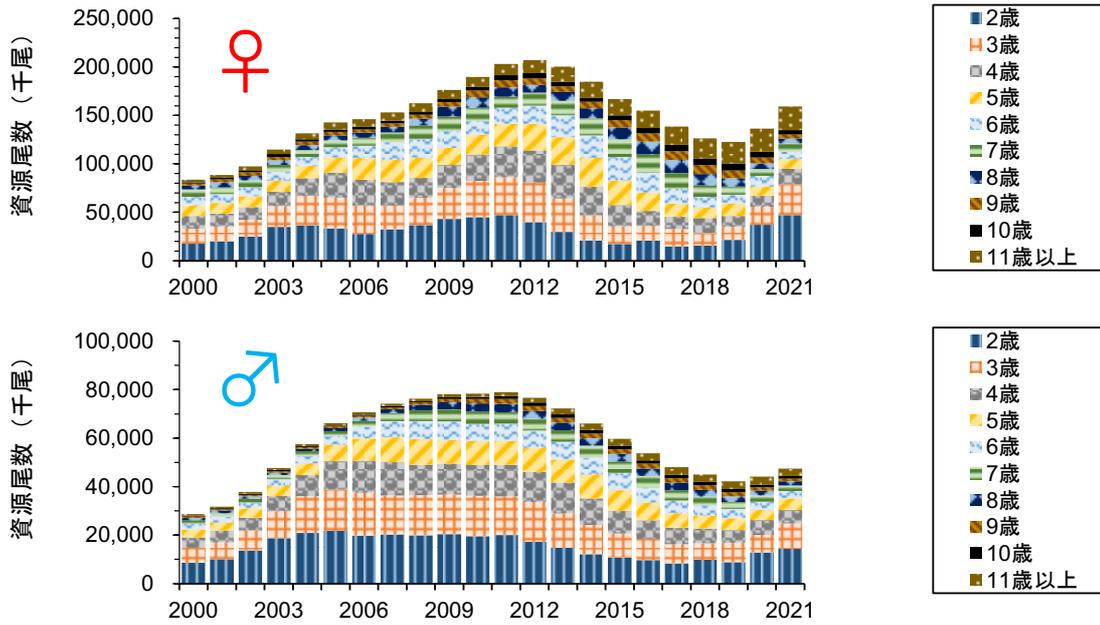


図 9. 年齢別資源尾数 (雌雄別)

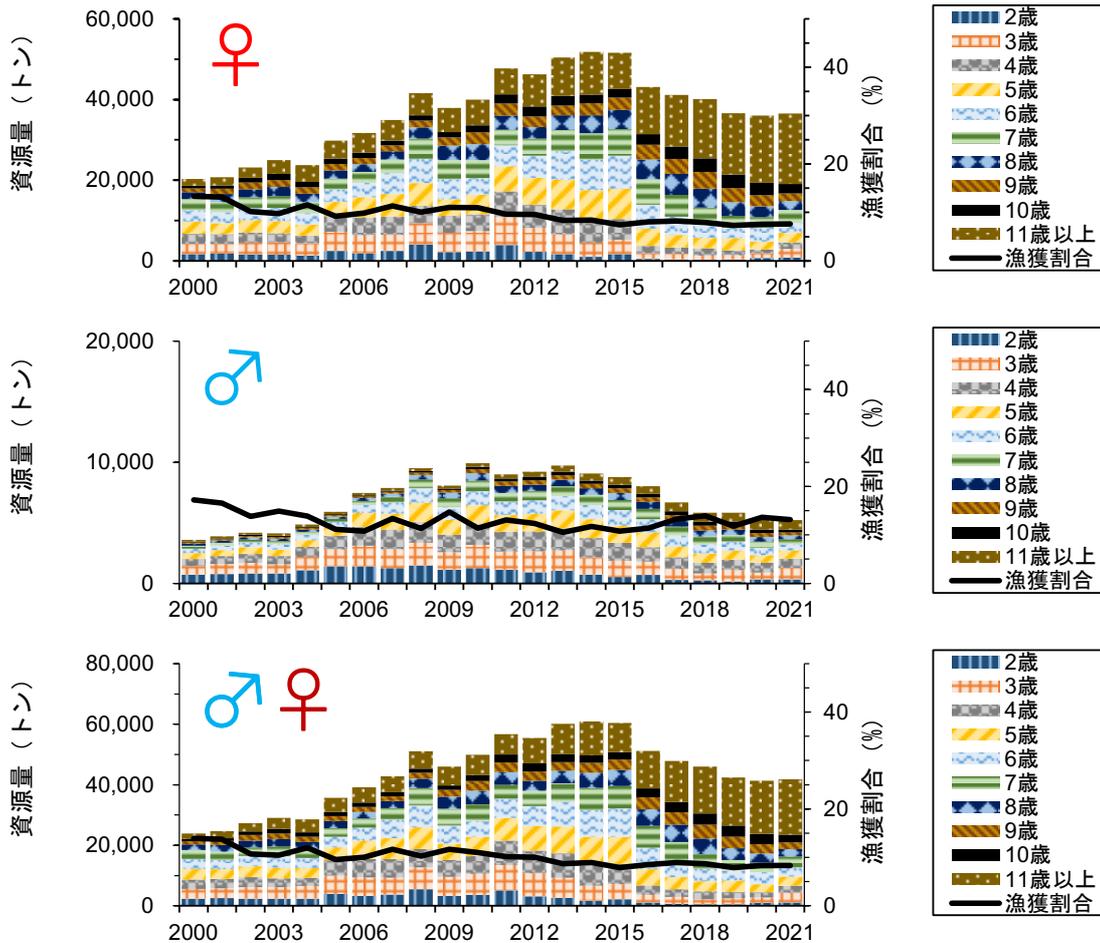


図 10. 年齢別資源量と漁獲割合 (雌雄別・雌雄計)

2021 年の漁獲割合は予測値。

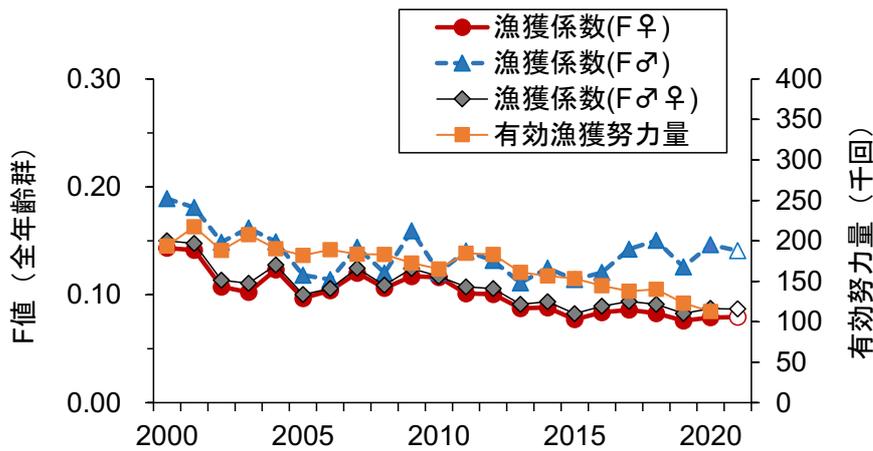


図 11. 漁獲係数 (F) および沖底の有効漁獲努力量
白抜き (2021 年) は、2018~2020 年の平均。

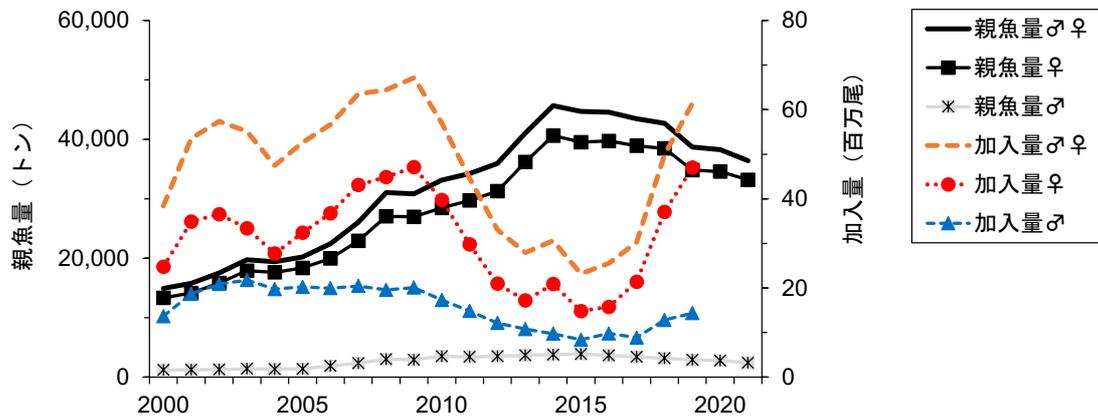


図 12. 親魚量と加入量 (翌々年の 2 歳魚)

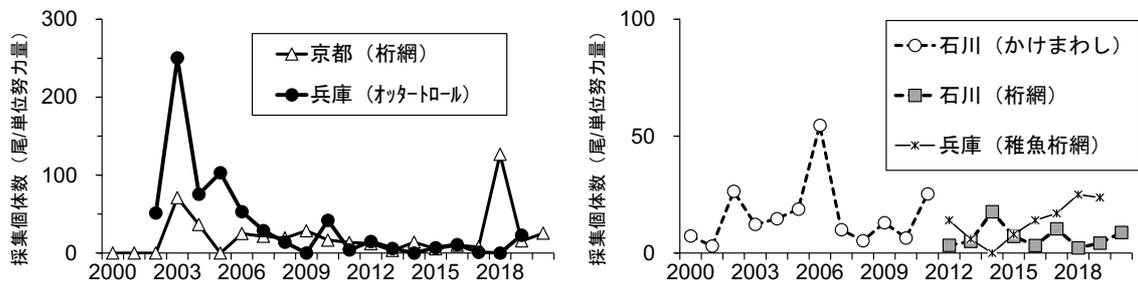


図 13. 3 府県における新規加入量調査結果に基づく小型個体 (体長 100~150 mm (2 歳魚)) の単位努力量あたり採集数 石川県は 2011 年以前かけまわし 1 曳網、2012 年以降桁網 1 曳網、京都府は桁網 10 曳網、兵庫県はオッターロール 5 曳網、稚魚桁網曳網面積 1 万 m² の、各努力量あたりの採集個体数。

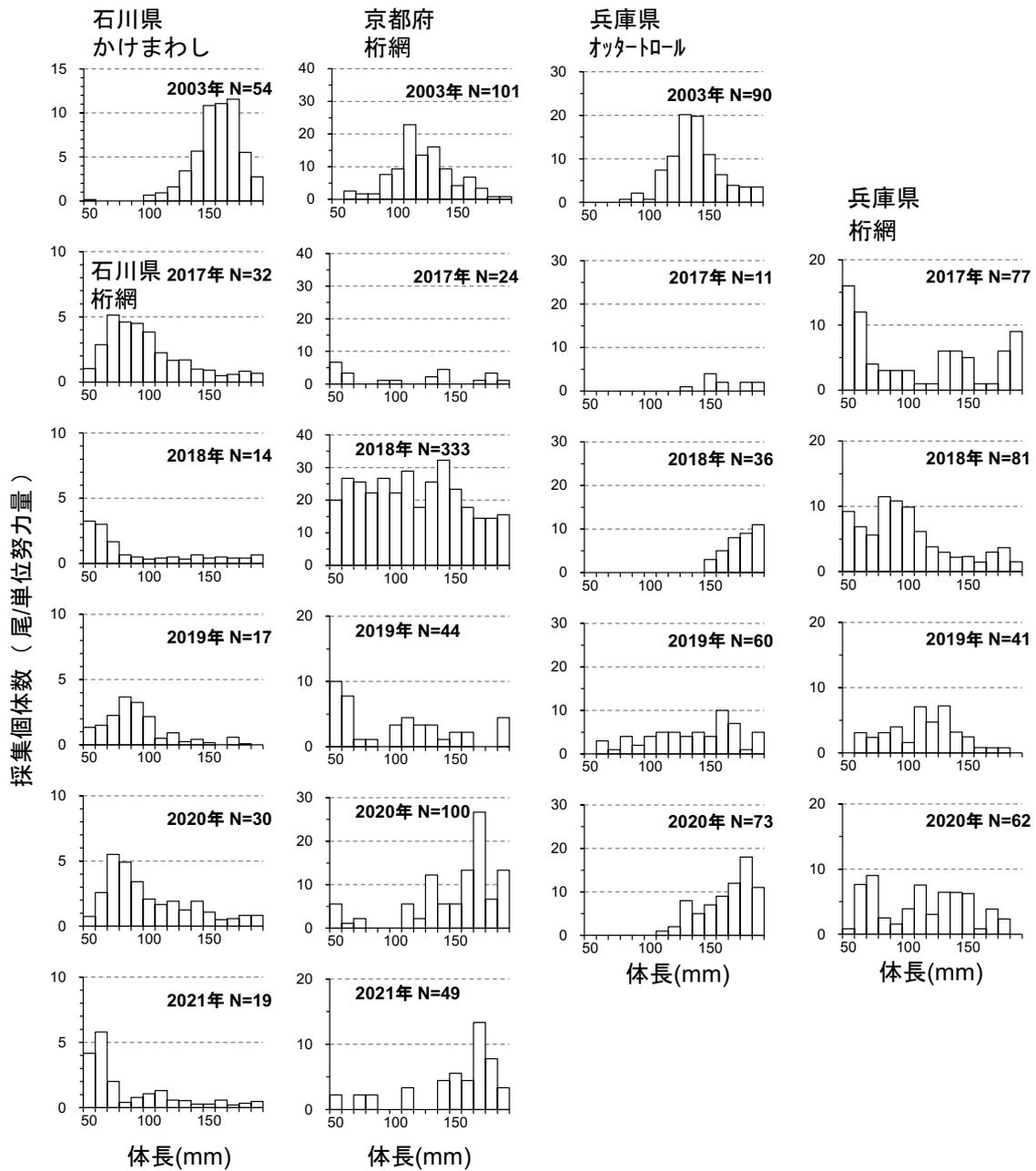


図 14. 3 府県の新規加入量調査に基づく体長組成 (2003 年、2016~2021 年)

左から石川県 (白山丸)、京都府 (平安丸)、兵庫県 (たじま) の結果である。石川県については、2003 年はかけまわし、2016~2021 年は桁網による結果であり、兵庫県については、オッターロールと桁網による結果である。石川県の 2003 年はかけまわし 1 曳網および 2012 年以降は桁網 1 曳網、京都府は桁網 10 曳網、兵庫県はオッターロール 5 曳網および稚魚桁網曳網面積 1 万 m² の各努力量あたりの採集個体数に、それぞれ換算。

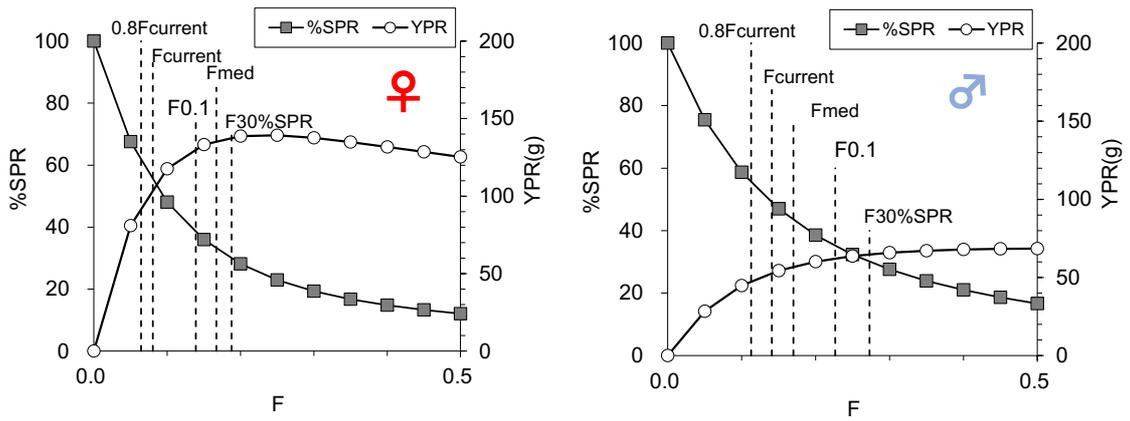


図 15. Fと%SPRおよびYPRとの関係(左:雌、右:雄)

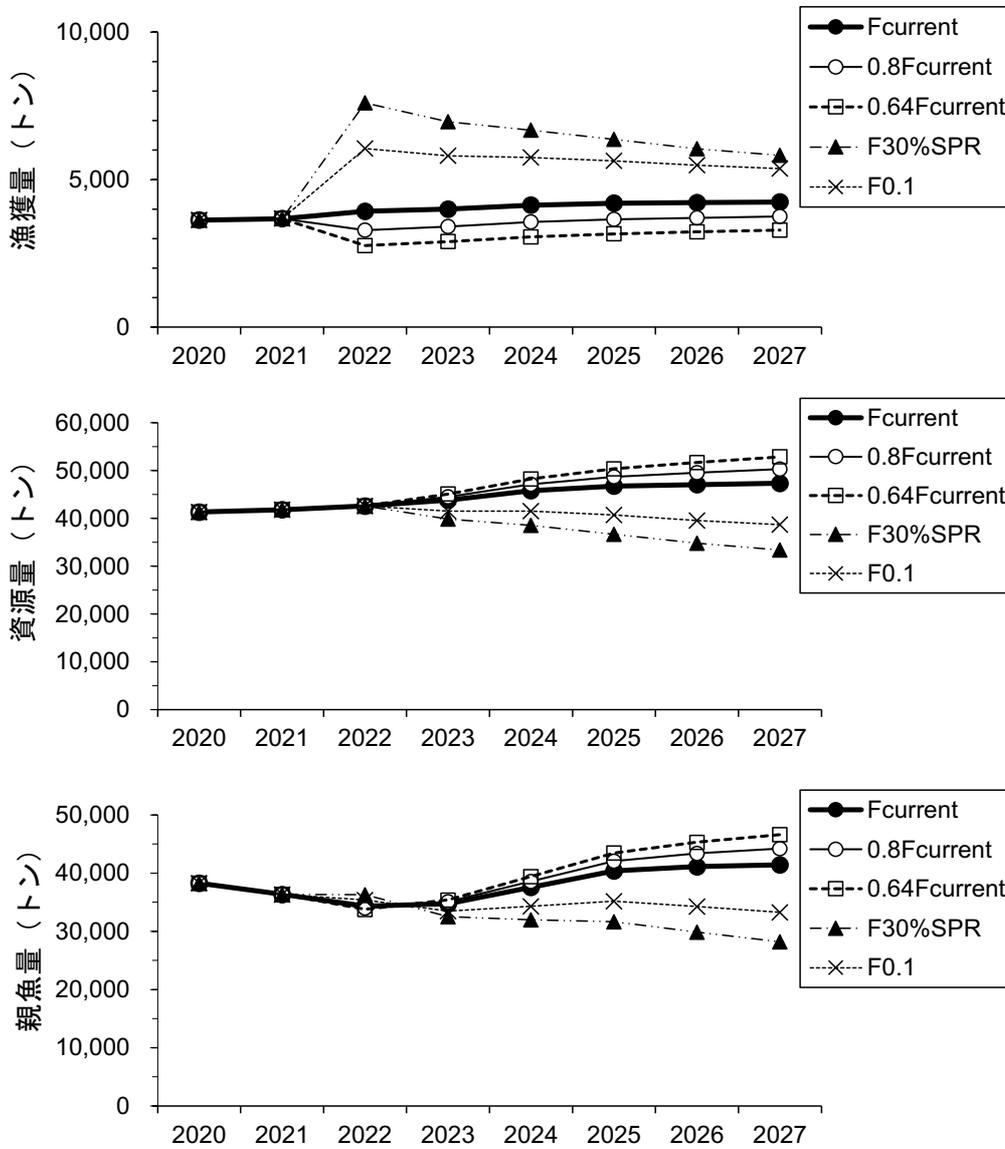


図 16. 各管理基準に基づく漁獲量、資源量および親魚量
値は、全て、雌雄別に算出した値を合計したものである。

表 1. 日本海におけるアカガレイの沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲量（トン）・資源密度指数（kg/網）・資源量指数（kg）・有効漁獲努力量（回）

年	漁獲量	資源密度指数	資源量指数	有効漁獲努力量
1972	1,634	10.1	11,652	162,567
1973	2,905	15.3	19,447	189,715
1974	4,362	22.9	31,783	190,772
1975	4,767	25.6	34,648	186,000
1976	5,285	25.0	33,147	211,719
1977	5,506	21.0	29,832	262,433
1978	5,529	22.8	37,056	242,149
1979	5,346	21.3	34,478	250,583
1980	6,240	24.8	36,636	251,925
1981	8,289	29.1	42,527	285,168
1982	6,811	22.9	33,330	297,328
1983	5,340	19.2	27,387	278,031
1984	5,437	17.2	25,516	315,385
1985	4,799	16.4	23,650	292,578
1986	3,506	11.0	16,520	317,677
1987	2,658	9.2	12,801	288,439
1988	2,307	7.0	10,876	327,955
1989	1,940	6.3	9,736	308,111
1990	1,675	5.8	8,592	289,055
1991	1,444	5.6	8,242	256,226
1992	1,405	5.7	8,199	247,056
1993	1,532	6.4	8,168	240,480
1994	1,596	7.0	8,791	229,273
1995	1,774	9.3	10,968	191,219
1996	1,586	7.7	9,133	206,975
1997	1,757	8.1	9,758	217,833
1998	1,528	6.9	8,043	222,406
1999	1,420	6.6	8,077	216,669
2000	1,659	8.6	10,485	193,515
2001	1,817	8.4	9,966	217,288
2002	1,525	8.1	9,396	188,137
2003	1,642	7.9	8,668	207,676
2004	2,146	11.3	12,385	190,212
2005	2,135	11.7	12,504	182,048
2006	2,289	12.1	12,361	189,254
2007	2,978	16.2	16,477	183,464
2008	2,978	16.3	16,709	183,211
2009	2,984	17.3	17,917	172,551
2010	2,879	17.4	17,619	165,191
2011	3,463	18.7	18,664	184,823
2012	3,204	17.5	17,136	183,217
2013	2,968	18.4	17,887	161,142
2014	3,262	20.8	20,391	156,781
2015	2,957	19.3	19,349	153,440
2016	2,724	18.9	18,550	144,511
2017	2,704	19.6	18,325	137,696
2018	2,569	18.3	17,386	140,216
2019	2,102	17.1	17,937	123,163
2020	2,233	19.8	22,312	119,690

1988～2010年までは平成23年版評価票において再集計した値。1987年以前は参考値。

表 2. 日本海各府県におけるアカガレイの漁獲量（トン）

年	島根県	鳥取県	兵庫県	京都府	福井県	石川県	富山県	新潟県	山形県	秋田県	青森県	計
1991	120	647	564	71	380	387	32	217				2,418
1992	148	648	577	54	271	337	29	217				2,281
1993	90	664	576	78	348	533	29	197				2,515
1994	177	712	644	98	491	647	28	162				2,959
1995	306	784	632	111	583	812	37	203				3,468
1996	281	539	508	94	727	1,004	43	225				3,421
1997	503	713	527	152	762	893	44	273				3,867
1998	297	529	368	132	963	930	44	277				3,540
1999	251	429	407	130	769	1,041	45	324	51	42	2	3,491
2000	274	512	551	106	787	1,097	54	333	43	20	1	3,778
2001	342	781	464	125	650	1,019	62	328	50	31	-	3,852
2002	305	502	517	111	509	991	77	341	47	42	3	3,445
2003	330	614	606	82	579	835	72	336	38	34	4	3,530
2004	231	710	893	82	650	855	52	302	39	21	3	3,838
2005	196	769	884	115	594	848	56	259	25	19	4	3,769
2006	352	895	955	125	786	825	53	215	22	16	2	4,246
2007	520	1,286	1,190	155	1,017	845	49	207	24	21	2	5,316
2008	491	1,138	1,182	128	1,445	880	43	200	21	20	3	5,551
2009	697	1,217	1,220	167	1,274	807	40	205	18	14	3	5,662
2010	566	1,168	1,087	157	1,431	911	35	171	16	10	3	5,555
2011	644	1,442	1,411	137	1,317	948	41	187	19	10	2	6,158
2012	591	1,649	1,109	121	1,123	982	48	152	15	8	2	5,800
2013	418	1,330	1,076	113	1,317	994	40	142	15	9	1	5,454
2014	461	1,680	1,069	112	1,230	894	40	123	16	11	1	5,637
2015	379	1,342	1,064	124	1,080	794	41	132	13	8	1	4,979
2016	457	1,231	992	77	918	702	34	123	16	6	1	4,557
2017	488	1,321	839	70	856	708	35	116	14	6	1	4,453
2018	334	972	1,014	76	872	739	32	118	19	8	1	4,185
2019	356	919	706	52	716	622	31	100	11	8	1	3,521
2020	381	1,057	765	54	582	618	37	112	16	4	1	3,625

1991～2011年の石川県～島根県は、農林水産統計海面漁業生産統計調査 資源回復計画対象魚種の漁獲動向資料。

1991～2012年の青森県～富山県および2012年以降の石川県～島根県は、各府県による集計値。

1991～1998年の合計は、青森県、秋田県、山形県を除く、新潟県～島根県の値。

表 3-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌の情報 (その 1)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点) (千尾)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	176	494	425	2,687	2,928	3,710	1,368
3歳	356	854	441	593	801	1,762	1,253
4歳	267	601	352	506	679	1,384	917
5歳	509	995	661	781	818	1,594	1,370
6歳	703	1,252	929	1,092	1,022	1,779	1,651
7歳	1,071	1,774	1,424	1,782	1,596	2,381	2,296
8歳	903	1,456	1,222	1,623	1,433	1,922	1,930
9歳	454	704	612	900	811	952	940
10歳	204	317	280	479	423	434	484
11歳以上	393	666	625	1,268	1,026	851	1,159

推定されたパラメータ

	採集効率	遷移率	漁獲選択率
2歳	0.030	0.868	0.150
3歳	0.034	0.854	0.306
4歳	0.034	0.854	0.303
5歳	0.070	0.820	0.693
6歳	0.124	0.782	1.129
7歳	0.220	0.709	2.058
8歳	0.266	0.698	2.205
9歳	0.217	0.753	1.483
10歳	0.156	0.797	0.952
11歳以上	0.141	0.817	0.722

推定された資源尾数 (7月1日時点) (千尾)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	17,637	20,012	24,740	34,895	36,534	33,380	27,713
3歳	15,484	15,317	17,380	21,486	30,306	31,729	28,990
4歳	13,059	13,226	13,084	14,845	18,353	25,886	27,102
5歳	11,000	11,158	11,302	11,180	12,685	15,682	22,119
6歳	8,918	9,016	9,146	9,263	9,163	10,397	12,854
7歳	7,471	6,978	7,055	7,156	7,248	7,170	8,135
8歳	4,122	5,294	4,944	4,999	5,071	5,136	5,080
9歳	2,154	2,875	3,693	3,449	3,487	3,537	3,582
10歳	1,180	1,622	2,166	2,782	2,598	2,627	2,664
11歳以上	2,623	3,083	3,812	4,841	6,172	7,113	7,905

各年齢の体重 (g)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	93	88	64	43	35	74	67
3歳	164	160	166	142	101	149	153
4歳	195	182	194	155	104	150	167
5歳	267	243	271	267	213	226	222
6歳	326	302	330	355	309	301	282
7歳	371	353	374	410	374	363	335
8歳	404	389	409	453	418	402	374
9歳	453	444	462	494	466	448	431
10歳	509	501	520	551	518	504	484
11歳以上	647	676	675	699	668	627	620

資源量 (トン)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	1,645	1,771	1,582	1,497	1,282	2,475	1,870
3歳	2,547	2,445	2,890	3,062	3,059	4,739	4,442
4歳	2,541	2,404	2,536	2,305	1,908	3,872	4,517
5歳	2,934	2,708	3,061	2,985	2,704	3,539	4,908
6歳	2,905	2,725	3,022	3,291	2,831	3,128	3,625
7歳	2,770	2,462	2,640	2,933	2,711	2,600	2,723
8歳	1,666	2,061	2,022	2,263	2,117	2,065	1,898
9歳	976	1,276	1,706	1,703	1,625	1,585	1,545
10歳	600	813	1,127	1,532	1,347	1,325	1,288
11歳以上	1,696	2,084	2,573	3,381	4,124	4,462	4,903
計	20,281	20,749	23,159	24,951	23,709	29,791	31,718

表 3-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌の情報 (その 2)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点) (千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	1,879	1,263	1,970	649	1,463	852	654
3歳	1,362	1,716	1,250	671	1,270	1,117	1,087
4歳	1,078	1,290	977	560	1,027	917	932
5歳	1,599	2,193	1,592	1,009	1,892	1,874	2,072
6歳	2,002	2,804	2,114	1,472	2,665	2,872	3,339
7歳	2,799	4,070	3,023	2,306	4,129	4,559	5,594
8歳	2,293	3,326	2,481	2,048	3,495	3,870	5,154
9歳	1,048	1,564	1,131	1,058	1,745	1,978	2,810
10歳	476	678	477	513	775	909	1,438
11歳以上	1,125	1,465	990	1,333	1,721	2,133	3,629

日本海西部における漁獲尾数 (千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	-	-	-	-	-	-	-
3歳	-	-	-	-	-	-	-
4歳	-	-	-	-	-	-	-
5歳	-	-	-	-	-	-	-
6歳	-	-	-	-	-	-	-
7歳	-	-	-	-	-	-	-
8歳	-	-	-	-	-	-	-
9歳	-	-	-	-	-	-	-
10歳	-	-	-	-	-	-	-
11歳以上	-	-	-	-	-	-	-

推定された資源尾数 (7月1日時点) (千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	32,374	36,727	43,093	44,881	47,078	39,729	29,757
3歳	24,068	28,116	31,896	37,425	38,978	40,886	34,504
4歳	24,762	20,558	24,016	27,245	31,967	33,294	34,924
5歳	23,158	21,159	17,567	20,521	23,280	27,316	28,449
6歳	18,130	18,981	17,343	14,398	16,820	19,081	22,389
7歳	10,057	14,186	14,852	13,570	11,266	13,161	14,930
8歳	5,765	7,126	10,052	10,524	9,615	7,983	9,325
9歳	3,544	4,021	4,971	7,011	7,341	6,707	5,568
10歳	2,699	2,670	3,029	3,745	5,282	5,530	5,052
11歳以上	8,582	9,162	9,613	10,268	11,374	13,502	15,439

各年齢の体重 (g)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	76	111	49	52	83	56	54
3歳	168	187	153	134	178	145	144
4歳	182	209	173	155	200	175	178
5歳	240	267	235	233	265	243	259
6歳	289	317	283	289	311	288	314
7歳	330	356	324	333	342	324	353
8歳	359	384	354	371	368	354	390
9歳	407	428	407	415	401	396	430
10歳	456	476	452	469	441	444	476
11歳以上	590	597	623	622	560	591	618

資源量 (トン)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	2,449	4,062	2,132	2,336	3,923	2,205	1,613
3歳	4,040	5,265	4,871	4,998	6,946	5,927	4,960
4歳	4,498	4,299	4,159	4,220	6,381	5,828	6,225
5歳	5,552	5,651	4,123	4,774	6,180	6,634	7,369
6歳	5,241	6,020	4,914	4,165	5,236	5,490	7,021
7歳	3,316	5,050	4,810	4,519	3,858	4,263	5,269
8歳	2,070	2,739	3,555	3,905	3,535	2,827	3,640
9歳	1,444	1,721	2,023	2,909	2,941	2,657	2,392
10歳	1,231	1,271	1,370	1,755	2,330	2,454	2,407
11歳以上	5,067	5,473	5,993	6,384	6,374	7,978	9,544
計	34,907	41,551	37,950	39,966	47,704	46,264	50,440

表 3-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌の情報 (その 3)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点) (千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	427	337	1,464	437	704	647	1,234	687
3歳	536	667	688	370	485	430	535	342
4歳	485	685	590	304	386	377	455	291
5歳	1,129	1,874	1,188	806	955	888	841	626
6歳	1,886	3,354	1,882	1,460	1,635	1,591	1,319	1,119
7歳	3,307	5,926	3,180	2,636	2,950	2,864	2,464	2,087
8歳	3,022	5,581	2,936	2,543	2,853	2,880	2,451	2,159
9歳	1,768	3,140	1,639	1,516	1,729	1,723	1,549	1,343
10歳	972	1,621	813	804	944	978	916	809
11歳以上	2,604	4,580	2,094	2,451	2,647	3,020	2,790	2,651

日本海西部における漁獲尾数 (千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	-	346	259	236	277	203	193	
3歳	-	574	469	519	349	282	294	
4歳	-	455	415	438	292	239	253	
5歳	-	963	914	954	671	554	571	
6歳	-	1,477	1,495	1,485	1,117	920	940	
7歳	-	2,383	2,451	2,397	1,928	1,588	1,581	
8歳	-	2,075	2,173	2,109	1,842	1,511	1,497	
9歳	-	1,125	1,104	1,126	1,057	851	820	
10歳	-	524	520	537	536	449	422	
11歳以上	-	1,034	1,015	1,234	1,427	1,309	1,043	

推定された資源尾数 (7月1日時点) (千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	20,963	17,183	20,856	14,802	15,742	21,385	37,045	47,000
3歳	25,843	18,206	14,923	18,113	12,855	13,672	18,572	32,173
4歳	29,472	22,075	15,551	12,747	15,472	10,981	11,678	15,864
5歳	29,842	25,183	18,862	13,288	10,892	13,221	9,383	9,979
6歳	23,318	24,459	20,641	15,460	10,891	8,927	10,836	7,691
7歳	17,518	18,245	19,138	16,151	12,097	8,522	6,985	8,479
8歳	10,579	12,413	12,928	13,561	11,444	8,572	6,039	4,950
9歳	6,505	7,379	8,658	9,018	9,459	7,983	5,979	4,212
10歳	4,195	4,900	5,559	6,523	6,793	7,126	6,013	4,504
11歳以上	16,640	16,938	17,744	18,927	20,662	22,295	23,895	24,314

各年齢の体重 (g)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	46	98	21	20	16	15	18	17
3歳	137	196	95	80	83	78	63	68
4歳	172	232	120	122	116	111	82	100
5歳	265	300	223	233	232	226	212	234
6歳	326	335	288	294	304	295	317	326
7歳	374	359	332	336	353	343	377	377
8歳	416	386	381	384	405	397	435	439
9歳	462	409	419	412	446	434	464	464
10歳	512	443	474	470	494	479	514	510
11歳以上	635	530	661	677	713	680	698	721

資源量 (トン)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	964	1,676	443	302	244	316	675	805
3歳	3,551	3,561	1,414	1,443	1,068	1,065	1,164	2,193
4歳	5,082	5,127	1,861	1,559	1,798	1,214	954	1,582
5歳	7,912	7,549	4,205	3,091	2,531	2,986	1,992	2,334
6歳	7,603	8,193	5,953	4,550	3,309	2,636	3,431	2,510
7歳	6,559	6,557	6,357	5,423	4,270	2,927	2,634	3,199
8歳	4,404	4,786	4,930	5,206	4,641	3,400	2,630	2,174
9歳	3,003	3,020	3,631	3,719	4,217	3,463	2,776	1,956
10歳	2,149	2,171	2,633	3,065	3,358	3,410	3,094	2,295
11歳以上	10,573	8,974	11,723	12,814	14,722	15,166	16,684	17,526
計	51,799	51,614	43,151	41,173	40,157	36,583	36,033	36,574

表 3-2. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌の情報 (その1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
西部漁獲量(トン)	2,707	2,737	2,358	2,428	2,749	2,748	3,132
漁獲割合	13	13	10	9	11	9	10
漁獲係数(F)	0.14	0.14	0.10	0.10	0.12	0.09	0.10

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
漁獲強度係数	1.07	1.05	1.04	1.02	1.03	1.19	1.19

各年齢の漁獲係数 (F)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
3歳	0.05	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
4歳	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
5歳	0.11	0.10	0.08	0.07	0.09	0.08	0.09
6歳	0.17	0.17	0.13	0.12	0.14	0.13	0.14
7歳	0.31	0.31	0.23	0.21	0.26	0.24	0.25
8歳	0.34	0.33	0.25	0.23	0.28	0.25	0.27
9歳	0.23	0.22	0.17	0.15	0.19	0.17	0.18
10歳	0.15	0.14	0.11	0.10	0.12	0.11	0.12
11歳以上	0.11	0.11	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09

成熟率

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5歳	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6歳	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
7歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11歳以上	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	0	0	0	0	0	0	0
3歳	2	2	3	3	3	4	4
4歳	99	94	99	90	74	151	176
5歳	1,377	1,270	1,420	1,382	1,260	1,644	2,285
6歳	2,915	2,729	2,975	3,228	2,807	3,084	3,589
7歳	3,262	2,889	3,002	3,312	3,122	2,964	3,127
8歳	2,011	2,478	2,351	2,611	2,494	2,408	2,230
9歳	1,129	1,471	1,923	1,910	1,849	1,791	1,755
10歳	672	908	1,240	1,681	1,491	1,460	1,425
11歳以上	1,871	2,296	2,803	3,676	4,513	4,866	5,361
合計	13,339	14,137	15,815	17,892	17,613	18,371	19,951

表 3-2. 推定された F 値、親魚量等の雌の情報 (その 2)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
西部漁獲量(トン)	3,956	4,187	4,194	4,386	4,592	4,427	4,225
漁獲割合	11	10	11	10	9	9	8
漁獲係数(F)	0.12	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.08

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
漁獲強度係数	1.16	1.11	1.03	1.04	1.18	1.14	1.06

各年齢の漁獲係数 (F)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
3歳	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
4歳	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
5歳	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.06
6歳	0.16	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.10
7歳	0.29	0.24	0.25	0.25	0.24	0.23	0.19
8歳	0.31	0.26	0.27	0.26	0.26	0.25	0.20
9歳	0.21	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.14
10歳	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.09
11歳以上	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07

成熟率

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5歳	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6歳	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
7歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11歳以上	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	0	0	0	0	0	0	0
3歳	4	5	5	5	6	5	5
4歳	175	167	162	164	248	227	241
5歳	2,596	2,627	1,918	2,220	2,873	3,080	3,400
6歳	5,225	5,943	4,858	4,116	5,171	5,410	6,850
7歳	3,858	5,772	5,510	5,175	4,412	4,855	5,894
8歳	2,467	3,202	4,165	4,574	4,135	3,292	4,158
9歳	1,655	1,947	2,293	3,297	3,329	3,000	2,665
10歳	1,370	1,403	1,513	1,939	2,572	2,704	2,630
11歳以上	5,566	5,975	6,547	6,974	6,959	8,699	10,339
合計	22,916	27,041	26,971	28,463	29,706	31,271	36,184

表 3-2. 推定された F 値、親魚量等の雌の情報 (その 3)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
西部漁獲量(トン)	4,372	3,834	3,466	3,396	3,192	2,679	2,735	2,787
漁獲割合	8	7	8	8	8	7	8	8
漁獲係数(F)	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
漁獲強度係数	0.97	0.96	0.86	0.86	0.89	0.96	1.00	1.06

各年齢の漁獲係数 (F)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3歳	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
4歳	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
5歳	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
6歳	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
7歳	0.18	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.17
8歳	0.19	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.18
9歳	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
10歳	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
11歳以上	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06

成熟率

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5歳	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6歳	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
7歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11歳以上	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	3	3	1	1	1	1	1	2
4歳	197	198	72	60	70	47	37	61
5歳	3,643	3,464	1,928	1,418	1,161	1,370	916	1,074
6歳	7,392	7,923	5,750	4,399	3,199	2,548	3,325	2,439
7歳	7,290	7,217	6,981	5,968	4,698	3,217	2,911	3,551
8歳	4,996	5,373	5,521	5,842	5,208	3,812	2,965	2,463
9歳	3,331	3,326	3,993	4,095	4,644	3,811	3,067	2,167
10歳	2,341	2,354	2,852	3,323	3,641	3,695	3,361	2,499
11歳以上	11,429	9,667	12,618	13,802	15,857	16,329	17,998	18,936
合計	40,623	39,527	39,718	38,909	38,479	34,830	34,582	33,193

表 4-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雄の情報 (その 1)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点)(千尾)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	159	232	297	1,919	2,073	4,454	1,116
3歳	313	453	351	1,029	1,202	2,950	914
4歳	235	329	253	421	515	1,259	466
5歳	289	392	326	484	533	1,272	504
6歳	335	481	366	471	485	953	496
7歳	288	412	325	418	438	831	404
8歳	227	323	263	309	269	374	240
9歳	74	110	85	115	97	107	77
10歳	88	119	94	141	91	105	76
11歳以上	104	149	114	214	112	92	80

推定されたパラメータ

	採集効率	遷移率	漁獲選択率
2歳	0.045	0.815	0.219
3歳	0.065	0.780	0.471
4歳	0.058	0.774	0.511
5歳	0.097	0.722	0.910
6歳	0.159	0.678	1.265
7歳	0.212	0.649	1.520
8歳	0.261	0.618	1.795
9歳	0.155	0.720	0.926
10歳	0.242	0.654	1.471
11歳以上	0.171	0.722	0.913

推定された資源尾数 (7月1日時点)(千尾)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	8,558	10,030	13,650	18,672	20,864	21,756	19,736
3歳	6,230	6,972	8,172	11,121	15,213	16,999	17,725
4歳	4,301	4,857	5,435	6,370	8,669	11,859	13,251
5歳	3,302	3,330	3,760	4,207	4,931	6,711	9,180
6歳	2,251	2,384	2,404	2,714	3,037	3,560	4,844
7歳	1,529	1,527	1,617	1,631	1,841	2,060	2,415
8歳	944	992	991	1,049	1,058	1,195	1,337
9歳	549	584	614	613	649	654	739
10歳	374	395	420	442	441	467	471
11歳以上	632	701	764	826	885	928	975

各年齢の体重 (g)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	84	76	60	44	52	64	71
3歳	116	118	108	68	72	81	97
4歳	134	136	134	107	97	98	116
5歳	146	147	147	126	115	106	125
6歳	159	156	159	162	139	122	138
7歳	160	160	163	161	136	123	141
8歳	179	176	178	197	178	159	169
9歳	185	190	185	209	188	165	175
10歳	213	209	201	229	199	174	190
11歳以上	239	245	225	248	229	202	219

資源量 (トン)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	715	761	821	828	1,077	1,403	1,395
3歳	721	824	879	753	1,092	1,375	1,721
4歳	576	660	728	682	843	1,157	1,542
5歳	482	488	554	528	566	708	1,145
6歳	358	372	382	440	422	436	670
7歳	245	245	263	262	251	253	342
8歳	169	175	176	207	188	190	225
9歳	102	111	114	128	122	108	129
10歳	80	82	85	101	88	81	90
11歳以上	151	171	172	205	203	188	213
計	3,597	3,889	4,173	4,135	4,851	5,899	7,472

表 4-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雄の情報 (その 2)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点)(千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	1,146	680	1,465	414	1,025	564	554
3歳	1,177	1,074	1,369	566	1,020	931	861
4歳	660	765	729	422	614	771	705
5歳	696	958	758	569	795	1,081	1,063
6歳	744	1,085	776	667	851	1,205	1,213
7歳	629	960	680	602	787	1,127	1,120
8歳	402	745	445	510	618	948	987
9歳	130	252	146	187	213	320	380
10歳	120	253	127	206	223	340	389
11歳以上	114	297	118	301	280	424	571

日本海西部における漁獲尾数 (千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	-	-	-	-	-	-	-
3歳	-	-	-	-	-	-	-
4歳	-	-	-	-	-	-	-
5歳	-	-	-	-	-	-	-
6歳	-	-	-	-	-	-	-
7歳	-	-	-	-	-	-	-
8歳	-	-	-	-	-	-	-
9歳	-	-	-	-	-	-	-
10歳	-	-	-	-	-	-	-
11歳以上	-	-	-	-	-	-	-

推定された資源尾数 (7月1日時点)(千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	20,231	19,935	20,421	19,554	20,057	17,291	14,824
3歳	16,080	16,483	16,242	16,637	15,931	16,341	14,087
4歳	13,817	12,535	12,849	12,661	12,969	12,419	12,738
5歳	10,257	10,696	9,703	9,946	9,801	10,039	9,613
6歳	6,627	7,404	7,721	7,004	7,180	7,075	7,247
7歳	3,286	4,496	5,023	5,238	4,752	4,871	4,800
8歳	1,567	2,132	2,917	3,259	3,398	3,083	3,160
9歳	827	969	1,318	1,804	2,015	2,101	1,906
10歳	532	595	698	949	1,298	1,451	1,513
11歳以上	1,012	1,078	1,167	1,299	1,558	1,974	2,374

各年齢の体重 (g)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	62	73	56	65	57	54	70
3歳	96	115	89	114	94	106	118
4歳	118	136	113	141	126	132	144
5歳	129	149	126	151	141	146	154
6歳	140	160	138	167	153	155	167
7歳	142	163	140	167	153	157	164
8歳	165	178	159	181	169	168	174
9歳	171	190	164	193	181	179	188
10歳	189	199	173	206	189	188	190
11歳以上	226	232	204	228	215	215	211

資源量 (トン)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	1,262	1,463	1,135	1,266	1,137	926	1,037
3歳	1,544	1,889	1,445	1,903	1,491	1,727	1,669
4歳	1,634	1,711	1,454	1,781	1,639	1,638	1,838
5歳	1,323	1,595	1,225	1,501	1,378	1,466	1,480
6歳	925	1,188	1,063	1,168	1,102	1,100	1,207
7歳	467	731	702	876	726	766	789
8歳	259	379	463	591	574	518	549
9歳	142	184	216	348	366	376	359
10歳	100	119	121	195	245	273	288
11歳以上	229	251	238	296	335	425	502
計	7,883	9,509	8,063	9,926	8,992	9,215	9,719

表 4-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雄の情報 (その 3)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点)(千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	333	352	573	224	892	322	941	566
3歳	528	619	649	362	811	378	789	492
4歳	457	693	516	340	527	328	476	341
5歳	668	1,129	771	501	806	494	591	433
6歳	811	1,427	920	697	999	733	795	634
7歳	751	1,308	838	601	903	648	682	558
8歳	653	1,216	759	556	848	620	589	494
9歳	253	508	292	238	344	269	237	207
10歳	276	532	309	259	378	321	302	259
11歳以上	428	866	472	448	632	596	525	464

日本海西部における漁獲尾数 (千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	-	416	282	184	249	222	189	
3歳	-	695	534	410	364	335	326	
4歳	-	575	516	442	291	277	293	
5歳	-	802	878	731	400	388	415	
6歳	-	928	910	812	487	488	493	
7歳	-	836	912	781	433	429	487	
8歳	-	700	799	686	366	380	402	
9歳	-	239	233	238	145	142	151	
10歳	-	255	287	264	167	188	191	
11歳以上	-	324	305	355	269	292	308	

推定された資源尾数 (7月1日時点)(千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	12,116	10,750	9,719	8,364	9,780	8,858	12,801	14,325
3歳	12,078	9,872	8,758	7,918	6,814	7,968	7,217	10,430
4歳	10,981	9,415	7,695	6,827	6,173	5,312	6,211	5,626
5歳	9,860	8,501	7,288	5,957	5,285	4,778	4,112	4,808
6歳	6,939	7,118	6,136	5,261	4,300	3,815	3,449	2,968
7歳	4,917	4,708	4,829	4,163	3,569	2,917	2,588	2,340
8歳	3,114	3,190	3,055	3,133	2,701	2,316	1,893	1,679
9歳	1,954	1,926	1,973	1,889	1,937	1,670	1,432	1,170
10歳	1,372	1,407	1,386	1,420	1,360	1,395	1,202	1,031
11歳以上	2,703	2,849	2,976	3,055	3,134	3,151	3,187	3,086

各年齢の体重 (g)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	59	48	72	34	25	19	26	23
3歳	117	136	124	112	85	116	79	91
4歳	147	160	157	145	140	165	132	136
5歳	157	165	166	151	148	159	145	141
6歳	168	181	179	173	178	187	182	174
7歳	169	177	177	172	175	190	188	174
8歳	178	185	185	185	190	197	211	194
9歳	190	199	194	201	206	201	217	209
10歳	199	205	198	217	221	227	253	235
11歳以上	218	224	212	237	244	235	265	252

資源量 (トン)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	715	521	698	288	248	170	330	325
3歳	1,414	1,338	1,088	883	581	920	571	952
4歳	1,616	1,502	1,207	987	864	876	822	764
5歳	1,547	1,406	1,210	897	780	759	596	679
6歳	1,162	1,289	1,100	911	763	713	629	516
7歳	833	834	856	717	624	554	487	407
8歳	556	589	564	581	512	456	400	325
9歳	372	383	384	379	398	336	311	244
10歳	273	289	275	309	301	316	304	242
11歳以上	590	637	631	724	766	741	845	778
計	9,078	8,785	8,013	6,677	5,837	5,842	5,295	5,232

表 4-2. 推定された F 値、親魚量等の雄の情報 (その 1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
西部漁獲量(トン)	620	644	577	618	672	658	806
漁獲割合	17	17	14	15	14	11	11
漁獲係数(F)	0.19	0.18	0.15	0.16	0.15	0.12	0.11

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
漁獲強度係数	1.38	1.40	1.41	1.36	1.48	1.57	1.48

各年齢の漁獲係数 (F)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2 歳	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
3 歳	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.09	0.08
4 歳	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.09	0.09
5 歳	0.24	0.23	0.19	0.20	0.20	0.17	0.15
6 歳	0.33	0.32	0.26	0.28	0.28	0.23	0.21
7 歳	0.40	0.39	0.32	0.33	0.34	0.28	0.26
8 歳	0.47	0.46	0.38	0.39	0.40	0.33	0.30
9 歳	0.24	0.23	0.19	0.20	0.20	0.17	0.16
10 歳	0.38	0.37	0.31	0.32	0.33	0.27	0.25
11 歳以上	0.24	0.23	0.19	0.20	0.20	0.17	0.15

成熟率

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 歳	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6 歳	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
7 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11 歳以上	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2 歳	0	0	0	0	0	0	0
3 歳	1	1	1	1	1	1	2
4 歳	24	27	30	28	34	47	62
5 歳	243	246	274	263	281	347	558
6 歳	390	404	405	469	451	457	696
7 歳	303	302	315	317	304	298	400
8 歳	219	226	220	260	236	233	273
9 歳	120	131	132	149	142	124	147
10 歳	100	103	103	124	107	98	107
11 歳以上	179	202	200	239	236	216	243
合計	1,579	1,642	1,680	1,850	1,793	1,821	2,487

表 4-2. 推定された F 値、親魚量等の雄の情報 (その 2)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
西部漁獲量(トン)	1,057	1,077	1,188	1,128	1,179	1,138	1,021
漁獲割合	13	11	15	11	13	12	11
漁獲係数(F)	0.14	0.12	0.16	0.12	0.14	0.13	0.11

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
漁獲強度係数	1.38	1.31	1.25	1.23	1.21	1.20	1.20

各年齢の漁獲係数 (F)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2 歳	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
3 歳	0.09	0.07	0.09	0.07	0.08	0.07	0.06
4 歳	0.10	0.08	0.10	0.08	0.09	0.08	0.07
5 歳	0.18	0.14	0.18	0.14	0.16	0.14	0.12
6 歳	0.25	0.20	0.25	0.19	0.22	0.20	0.17
7 歳	0.30	0.24	0.30	0.23	0.26	0.24	0.20
8 歳	0.36	0.28	0.36	0.27	0.31	0.28	0.24
9 歳	0.18	0.15	0.18	0.14	0.16	0.15	0.12
10 歳	0.29	0.23	0.29	0.22	0.25	0.23	0.20
11 歳以上	0.18	0.14	0.18	0.14	0.16	0.14	0.12

成熟率

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 歳	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6 歳	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
7 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11 歳以上	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

トロール調査に基づく親魚量 (トン)(2月1日時点)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2 歳	0	0	0	0	0	0	0
3 歳	1	2	1	2	1	2	2
4 歳	66	69	59	72	66	66	74
5 歳	652	774	604	726	672	711	711
6 歳	975	1,226	1,122	1,201	1,145	1,137	1,230
7 歳	557	848	837	1,011	850	890	903
8 歳	320	455	574	705	696	622	648
9 歳	164	210	249	394	418	428	405
10 歳	121	140	146	229	292	323	334
11 歳以上	264	285	275	335	383	483	566
合計	3,121	4,010	3,869	4,675	4,523	4,661	4,872

表 4-2. 推定された F 値、親魚量等の雄の情報 (その 3)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
西部漁獲量(トン)	1,065	948	912	886	815	691	721	688
漁獲割合	12	11	12	14	14	12	13	13
漁獲係数(F)	0.12	0.11	0.12	0.14	0.15	0.13	0.15	0.14

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
漁獲強度係数	1.14	1.10	1.10	1.03	1.02	1.05	1.06	1.14

各年齢の漁獲係数 (F)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2 歳	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
3 歳	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08
4 歳	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
5 歳	0.13	0.11	0.12	0.13	0.14	0.12	0.14	0.15
6 歳	0.18	0.16	0.17	0.19	0.19	0.17	0.20	0.20
7 歳	0.22	0.19	0.20	0.22	0.23	0.20	0.24	0.24
8 歳	0.26	0.23	0.24	0.26	0.27	0.24	0.28	0.29
9 歳	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14	0.12	0.14	0.15
10 歳	0.21	0.18	0.19	0.22	0.23	0.19	0.23	0.24
11 歳以上	0.13	0.11	0.12	0.13	0.14	0.12	0.14	0.15

成熟率

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 歳	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
6 歳	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
7 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10 歳	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11 歳以上	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2 歳	0	0	0	0	0	0	0	0
3 歳	1	1	1	1	1	1	1	1
4 歳	65	60	48	40	35	35	33	31
5 歳	746	674	582	434	378	365	289	330
6 歳	1,191	1,308	1,121	936	786	727	649	534
7 歳	958	948	978	828	723	633	565	474
8 歳	659	690	664	692	612	537	480	391
9 歳	421	430	432	429	452	379	354	278
10 歳	319	334	319	362	354	367	358	286
11 歳以上	667	716	711	820	870	835	960	886
合計	5,028	5,162	4,856	4,541	4,211	3,879	3,688	3,210

表 5-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌雄合計の情報 (その 1)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点)(千尾)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2 歳	335	726	723	4,606	5,001	8,164	2,484
3 歳	669	1,307	792	1,622	2,003	4,712	2,167
4 歳	502	930	605	927	1,194	2,642	1,384
5 歳	799	1,388	987	1,265	1,351	2,866	1,874
6 歳	1,038	1,733	1,295	1,563	1,506	2,732	2,147
7 歳	1,359	2,186	1,749	2,200	2,034	3,212	2,700
8 歳	1,129	1,780	1,485	1,932	1,702	2,295	2,171
9 歳	528	814	696	1,015	907	1,059	1,017
10 歳	293	436	374	620	514	539	560
11 歳以上	497	815	739	1,482	1,139	942	1,239
推定された資源尾数 (7月1日時点)(千尾)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2 歳	26,219	30,069	38,423	53,617	57,452	55,186	47,491
3 歳	21,719	22,311	25,576	32,636	45,562	48,775	46,759
4 歳	17,364	18,087	18,537	21,237	27,047	37,783	40,394
5 歳	14,306	14,492	15,065	15,403	17,634	22,415	31,332
6 歳	11,172	11,403	11,553	11,981	12,214	13,972	17,717
7 歳	9,002	8,508	8,675	8,790	9,093	9,242	10,563
8 歳	5,066	6,289	5,939	6,052	6,133	6,334	6,427
9 歳	2,702	3,460	4,309	4,065	4,140	4,195	4,325
10 歳	1,554	2,018	2,588	3,227	3,043	3,098	3,139
11 歳以上	3,254	3,785	4,578	5,672	7,065	8,052	8,895
資源量 (トン)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2 歳	2,362	2,534	2,404	2,327	2,361	3,882	3,268
3 歳	3,268	3,272	3,773	3,819	4,155	6,121	6,169
4 歳	3,118	3,065	3,268	2,990	2,754	5,035	6,066
5 歳	3,417	3,197	3,617	3,518	3,274	4,252	6,060
6 歳	3,264	3,098	3,405	3,732	3,258	3,569	4,300
7 歳	3,015	2,708	2,904	3,197	2,964	2,856	3,069
8 歳	1,835	2,237	2,199	2,471	2,307	2,257	2,127
9 歳	1,078	1,387	1,821	1,832	1,749	1,695	1,676
10 歳	680	895	1,212	1,635	1,436	1,408	1,380
11 歳以上	1,848	2,256	2,747	3,590	4,332	4,657	5,125
計	23,884	24,650	27,350	29,111	28,590	35,733	39,240

表 5-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌雄合計の情報 (その 2)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点) (千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2 歳	3,026	1,943	3,435	1,063	2,488	1,416	1,208
3 歳	2,539	2,790	2,618	1,236	2,290	2,048	1,948
4 歳	1,738	2,055	1,707	982	1,641	1,688	1,638
5 歳	2,295	3,152	2,350	1,578	2,687	2,955	3,135
6 歳	2,745	3,889	2,890	2,139	3,517	4,077	4,552
7 歳	3,427	5,030	3,703	2,908	4,916	5,686	6,714
8 歳	2,695	4,070	2,927	2,557	4,113	4,818	6,141
9 歳	1,178	1,816	1,276	1,245	1,958	2,298	3,190
10 歳	596	931	604	719	998	1,249	1,827
11 歳以上	1,239	1,762	1,108	1,634	2,001	2,557	4,200

推定された資源尾数 (7月1日時点) (千尾)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2 歳	52,604	56,662	63,513	64,434	67,134	57,020	44,581
3 歳	40,148	44,598	48,138	54,062	54,909	57,226	48,591
4 歳	38,579	33,093	36,864	39,906	44,937	45,713	47,662
5 歳	33,416	31,855	27,269	30,467	33,081	37,355	38,062
6 歳	24,756	26,386	25,063	21,402	23,999	26,156	29,636
7 歳	13,344	18,681	19,875	18,808	16,018	18,031	19,730
8 歳	7,331	9,259	12,969	13,783	13,014	11,066	12,486
9 歳	4,370	4,990	6,289	8,815	9,356	8,808	7,475
10 歳	3,230	3,265	3,727	4,694	6,580	6,981	6,565
11 歳以上	9,594	10,241	10,781	11,567	12,932	15,477	17,813

資源量 (トン)							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2 歳	3,710	5,525	3,267	3,602	5,060	3,131	2,651
3 歳	5,584	7,153	6,316	6,901	8,437	7,655	6,628
4 歳	6,132	6,010	5,614	6,001	8,021	7,466	8,063
5 歳	6,874	7,247	5,348	6,275	7,557	8,099	8,849
6 歳	6,165	7,207	5,977	5,333	6,338	6,590	8,228
7 歳	3,783	5,780	5,513	5,395	4,584	5,029	6,059
8 歳	2,328	3,118	4,018	4,496	4,109	3,345	4,190
9 歳	1,585	1,905	2,239	3,257	3,306	3,033	2,751
10 歳	1,332	1,390	1,491	1,951	2,575	2,728	2,695
11 歳以上	5,296	5,724	6,232	6,680	6,709	8,403	10,046
計	42,790	51,060	46,014	49,891	56,696	55,479	60,158

表 5-1. 資源量推定に用いた現存尾数等の雌雄合計の情報 (その 3)

トロール調査に基づく現存尾数 (7月1日時点) (千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2 歳	760	689	2,037	661	1,596	969	2,175	1,253
3 歳	1,064	1,286	1,337	732	1,296	808	1,324	834
4 歳	943	1,378	1,106	644	913	705	931	633
5 歳	1,797	3,004	1,959	1,308	1,760	1,382	1,431	1,059
6 歳	2,698	4,781	2,802	2,157	2,633	2,325	2,114	1,753
7 歳	4,058	7,235	4,018	3,237	3,853	3,512	3,146	2,646
8 歳	3,674	6,798	3,695	3,099	3,701	3,500	3,040	2,653
9 歳	2,021	3,648	1,932	1,754	2,072	1,992	1,786	1,550
10 歳	1,247	2,152	1,122	1,063	1,322	1,299	1,218	1,068
11 歳以上	3,032	5,446	2,567	2,899	3,279	3,615	3,316	3,114

推定された資源尾数 (7月1日時点) (千尾)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2 歳	33,080	27,933	30,575	23,166	25,522	30,243	49,847	61,325
3 歳	37,921	28,078	23,681	26,032	19,670	21,640	25,789	42,603
4 歳	40,454	31,489	23,246	19,574	21,645	16,293	17,889	21,490
5 歳	39,702	33,684	26,150	19,245	16,177	17,999	13,495	14,787
6 歳	30,257	31,577	26,777	20,721	15,191	12,742	14,285	10,659
7 歳	22,435	22,953	23,967	20,314	15,666	11,439	9,573	10,819
8 歳	13,694	15,603	15,983	16,694	14,145	10,887	7,931	6,629
9 歳	8,459	9,305	10,631	10,907	11,397	9,653	7,411	5,382
10 歳	5,567	6,307	6,945	7,943	8,153	8,520	7,216	5,535
11 歳以上	19,344	19,787	20,720	21,982	23,796	25,446	27,081	27,401

資源量 (トン)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2 歳	1,679	2,197	1,141	591	492	486	1,006	1,130
3 歳	4,966	4,898	2,502	2,327	1,648	1,986	1,735	3,145
4 歳	6,698	6,629	3,069	2,546	2,662	2,089	1,776	2,346
5 歳	9,459	8,955	5,416	3,988	3,311	3,745	2,588	3,013
6 歳	8,765	9,482	7,053	5,461	4,072	3,350	4,059	3,027
7 歳	7,392	7,391	7,212	6,141	4,894	3,480	3,121	3,606
8 歳	4,960	5,375	5,494	5,787	5,152	3,856	3,030	2,499
9 歳	3,375	3,402	4,015	4,097	4,615	3,799	3,088	2,200
10 歳	2,422	2,460	2,908	3,374	3,659	3,726	3,398	2,537
11 歳以上	11,163	9,612	12,354	13,538	15,488	15,907	17,529	18,304
計	60,877	60,399	51,163	47,850	45,994	42,425	41,328	41,807

表 5-2. 推定された F 値、親魚量等の雌雄合計の情報 (その 1)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
西部漁獲量(トン)	3,327	3,381	2,935	3,046	3,421	3,406	3,938
西部漁獲割合	14	14	11	10	12	10	10
西部漁獲係数(F)	0.15	0.15	0.11	0.11	0.13	0.10	0.11
日本海全域資源量(トン)	27,121	28,084	32,103	33,737	32,075	39,541	42,309
日本海全域親魚量(トン)	16,942	17,982	20,544	22,894	21,792	22,371	24,226
日本海全域漁獲量(トン)	3,778	3,852	3,445	3,530	3,838	3,769	4,246
日本海全域漁獲割合	16	16	13	12	13	11	11
日本海全域漁獲係数(F)	0.17	0.17	0.13	0.13	0.14	0.11	0.11

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2歳	0	0	0	0	0	0	0
3歳	3	3	4	4	4	6	6
4歳	123	121	128	117	109	197	238
5歳	1,620	1,515	1,695	1,644	1,541	1,991	2,843
6歳	3,306	3,133	3,380	3,697	3,257	3,541	4,284
7歳	3,565	3,191	3,317	3,629	3,426	3,262	3,527
8歳	2,230	2,703	2,570	2,871	2,731	2,640	2,503
9歳	1,249	1,602	2,055	2,059	1,991	1,915	1,902
10歳	772	1,011	1,343	1,805	1,599	1,558	1,531
11歳以上	2,050	2,499	3,003	3,915	4,749	5,082	5,605
合計	14,918	15,778	17,494	19,741	19,407	20,192	22,439

表 5-2. 推定された F 値、親魚量等の雌雄合計の情報 (その 2)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
西部漁獲量(トン)	5,013	5,264	5,382	5,514	5,772	5,565	5,247
西部漁獲割合	12	10	12	11	10	10	9
西部漁獲係数(F)	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.09
日本海全域資源量(トン)	45,438	53,920	48,482	50,346	60,584	57,911	62,639
日本海全域親魚量(トン)	27,650	32,793	32,497	33,446	36,583	37,516	42,760
日本海全域漁獲量(トン)	5,316	5,551	5,662	5,555	6,158	5,800	5,454
日本海全域漁獲割合	12	11	12	11	11	10	9
日本海全域漁獲係数(F)	0.13	0.11	0.13	0.12	0.11	0.11	0.09

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)

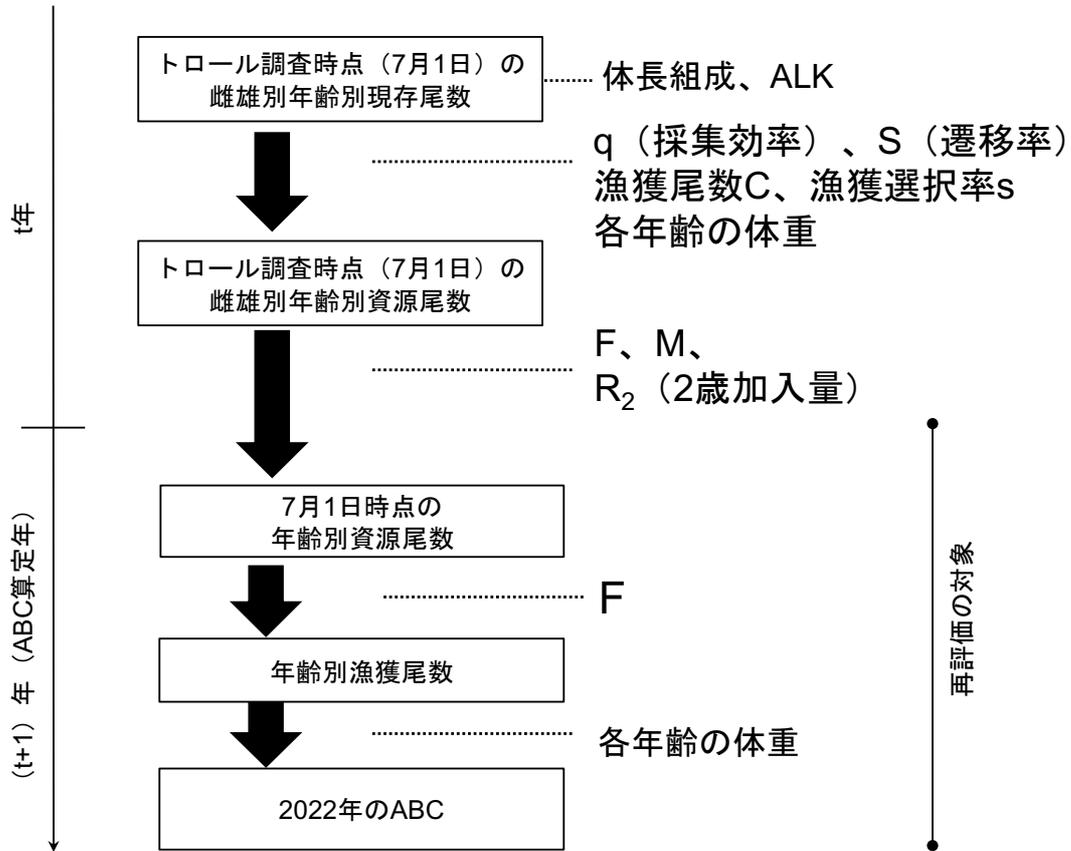
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2歳	0	0	0	0	0	0	0
3歳	5	7	6	6	8	7	6
4歳	242	236	221	236	315	293	315
5歳	3,248	3,401	2,521	2,946	3,545	3,791	4,112
6歳	6,200	7,170	5,980	5,317	6,316	6,547	8,080
7歳	4,415	6,620	6,348	6,186	5,262	5,745	6,797
8歳	2,786	3,657	4,739	5,279	4,831	3,914	4,806
9歳	1,819	2,157	2,542	3,691	3,747	3,428	3,070
10歳	1,492	1,543	1,660	2,168	2,863	3,026	2,964
11歳以上	5,830	6,260	6,823	7,309	7,342	9,182	10,905
合計	26,037	31,050	30,839	33,138	34,228	35,932	41,056

表 5-2. 推定された F 値、親魚量等の雌雄合計の情報 (その 3)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
西部漁獲量(トン)	5,437	4,782	4,377	4,282	4,008	3,370	3,456	3,321
西部漁獲割合	9	8	9	9	9	8	8	8
西部漁獲係数(F)	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08
日本海全域資源量(トン)	63,225	62,982	53,364	49,859	48,128	44,415	43,451	46,040
日本海全域親魚量(トン)	47,422	46,612	46,501	45,284	44,678	40,533	40,241	40,284
日本海全域漁獲量(トン)	5,637	4,979	4,557	4,453	4,185	3,521	3,625	3,673
日本海全域漁獲割合	9	8	9	9	9	8	9	9
日本海全域漁獲係数(F)	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09

トロール調査に基づく親魚量(トン)(2月1日時点)								
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	5	5	2	2	2	2	2	3
4歳	262	258	120	100	104	82	70	92
5歳	4,389	4,138	2,510	1,852	1,539	1,735	1,204	1,404
6歳	8,583	9,231	6,871	5,335	3,986	3,275	3,974	2,973
7歳	8,248	8,166	7,959	6,795	5,421	3,850	3,476	4,025
8歳	5,656	6,063	6,186	6,534	5,821	4,349	3,445	2,854
9歳	3,752	3,756	4,425	4,524	5,096	4,189	3,421	2,445
10歳	2,660	2,688	3,172	3,686	3,994	4,063	3,719	2,785
11歳以上	12,096	10,384	13,329	14,622	16,727	17,165	18,959	19,822
合計	45,651	44,689	44,574	43,450	42,690	38,708	38,269	36,403

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 コホート解析による資源量の推定方法

日本海西部の現存尾数（補足資料 3）を用いたコホート解析による資源尾数・資源量の推定方法を以下に記す。まず、トロール調査に基づき面積密度法で求めた各年の体長組成と 2011 年同調査の標本による Age-Length Key により年齢組成を得た（補足資料 3）。次にその年齢組成と仮の年齢別採集効率（ q_a ）により年齢別現存尾数の観測値（ $N'_{t,a}$ ）を算出した。この時点では年齢別採集効率（ q_a ）は仮の値であり、後述する他のパラメータとともに探索する。次に、年齢別資源尾数（ $\hat{N}_{t,a}$ ）は、解析期間の 1 年目の年齢別資源尾数（ $R_{t,a}$ ）と t 年の加入尾数（ $R_{t,2}$ ）を起点に、各年齢の遷移率（ S_a ）で前進計算する次式を基本とした（上田ほか 2018）。

$$\hat{N}_{t+1,a+1} = R_{t,a} \cdot S_a \quad (1)$$

$$\hat{N}_{t+1,11} = R_{t,10} \cdot S_{10} + R_{t,11} \cdot S_{11} \quad (2)$$

解析期間の 2 年目以降は、(1) と (2) 式の $R_{t,a}$ を年齢別資源尾数（ $\hat{N}_{t,a}$ ）に置き換え、順次求めた。 $R_{2021,2}$ は調査誤差を考慮するために、2 歳と体長組成が一部重なる 3～5 歳の年齢別資源尾数（ $\hat{N}_{2021,a}$ ）を年齢別現存尾数の観測値（ $N'_{2021,a}$ ）で除した値（比）の平均を、年齢別現存尾数の観測値（ $N'_{2021,2}$ ）に乘じる値とした。遷移率（ S_a ）と採集効率（ q_a ）は年によらず一定とした。この計算方法を模式的に補足図 2-1 に示した。

年齢別資源尾数（ $\hat{N}_{t,a}$ ）に各年の年齢別平均体重を乗じ、資源量（ B_t ）を求めた。平均体重はトロール調査に基づく年齢組成と体長-体重関係により算出した。漁獲死亡係数（ F_t ）を次式よりそれぞれ求めた。

$$F_t = -\ln(1 - E_t) \quad (3)$$

上式では、 E_t は t 年の漁獲割合であり、 t 年の漁獲量（ Y_t ）を t 年の資源量（ B_t ）で除した値である。本報では日本海西部の漁獲量（府県調べ）を用いることとし、各県の漁獲量に占める雄の割合を、島根県 0.54、鳥取県 0.13、兵庫県 0.29、京都府 0.24、福井県 0.14、石川県 0.10 と仮定し、雌雄別漁獲量を得た（上田・藤原 2016）。また、 t 年の a 歳の漁獲死亡係数（ $F_{a,t}$ ）は、次式により求めた。

$$F_{t,a} = f_t \cdot s_a \quad (4)$$

上式では、 f_t は t 年の漁獲強度係数であり、 s_a は各年齢の選択率である。選択率（ s_a ）は t 年の各年齢の漁獲尾数（ $C_{t,a}$ ）を t 年の各年齢の資源尾数（ $\hat{N}_{t,a}$ ）で除した値であり、市場調査等で漁獲物体長組成が得られた 2016～2020 年について求め、その平均値とした。また、 t 年の a 歳の漁獲尾数（ $C_{t,a}$ ）（計算値）は、推定した資源尾数（ $\hat{N}_{t,a}$ ）を 7 月 1 日のものとみなすとともに、2021 年の F_{2021} は 2018～2020 年の平均とし、次式により求めた。

$$C_{t,a} = \hat{N}_{t,a} \left(1 - \exp(-F_{t,a})\right) \quad (5)$$

上式では、 $\hat{N}_{t,a}$ は a 歳の資源尾数、 $F_{t,a}$ は a 歳の漁獲死亡係数である。また、年齢別漁獲尾

数 ($C_{t,a}$) に年齢別平均体重 ($w_{t,a}$) を乗じ、漁獲量 (Y_t) を求めた。

$$Y_t = \sum_{a=2}^{20} C_{t,a} w_{t,a} \quad (6)$$

さらに、各パラメータは以下のように推定した。まず、年齢別現存尾数の観測値 ($N'_{t,a}$) と年齢別資源尾数 ($\hat{N}_{t,a}$) の推定値をそれぞれ年齢別平均体重 ($w_{t,a}$) で重みづけした値の残差の平方和 (SS_1) と、漁獲量の計算値 (Y_t) と観測値 (L_t) の残差平方和 (SS_2) を、次式により求めた。

$$SS_1 = \sum_t \sum_a \left(\ln(\hat{N}_{t,a} w_{t,a}) - \ln(N'_{t,a} w_{t,a}) \right)^2 \quad (7)$$

$$SS_2 = \sum_t (Y_t - L_t)^2 \quad (8)$$

そして、これらの残差平方和を最小化する、観測開始年 (t) の 2~11 歳以上の資源尾数 ($R_{t,a}$)、 $t+1$ 年以降の 2 歳の資源尾数 ($R_{t,2}$)、年齢別遷移率 (S_a)、年齢別採集効率 (q_a) および各年の漁獲強度係数 (f_t) を推定パラメータとし、MS-excel のソルバーを用いて探索的に求めた。このとき、年齢別採集効率では、雌の 7 歳以上の平均と雄の 6 歳以上の平均は 0.2 とした (上田・藤原 2016)。また、各年齢の遷移率 (= 生残率) から換算される各年齢の全死亡係数 (Z_a) と、各年齢の漁獲死亡係数 ($F_{a,t}$) の過去全年の平均と自然死亡係数 (M) の和が等しいとした。なお、自然死亡係数は、寿命を雌 20 歳、雄 15 歳として田内・田中の式 (田中 1960) で求め、雌 0.125、雄 0.167 とした。

以上のようにして雌雄別にそれぞれ解析した結果について、年齢別現存尾数の観測値 ($N'_{t,a}$) に対する年齢別資源尾数 ($\hat{N}_{t,a}$) の推定値の残差プロット (対数) を補足図 2-2 に示すとともに、年齢別雌雄別採集効率および遷移率は補足図 2-3 に示した。資源量と漁獲割合は図 10 に、雌雄別の漁獲係数 F (全年齢群) を沖底の有効漁獲努力量とともに図 11 に、加入量と親魚量を図 12 に示している。

2022 年以降の資源量と漁獲量の推定を以下のようにして推定した。まず、 t 年の 3 歳~11 歳の資源尾数 ($N_{t,a}$) を、次式により求めた。

$$N_{t,a} = N_{t-1,a-1} \exp(-M - F_{t-1,a-1}) \quad (9)$$

$$N_{t,11} = N_{t-1,10} \exp(-M - F_{t-1,10}) + N_{t-1,11} \exp(-M - F_{t-1,11}) \quad (10)$$

上式では、 M は自然死亡係数である (雌 0.125、雄 0.167)。2021 年の a 歳の漁獲死亡係数 ($F_{t,a}$) は 2018~2020 年の平均 (全体の F は、雌 0.08、雄 0.14) とした。 a 歳の体重 ($w_{t,a}$) は 2017~2021 年の平均とした。 t 年の a 歳の漁獲尾数 ($C_{t,a}$) を(5)式で、漁獲量 Y_t を(6)でそれぞれ求めた。そして、2022 年以降の加入量は、直近 5 年 (2017~2021 年) の平均を仮定し、想定する a 歳の漁獲死亡係数 ($F_{t,a}$) により、2022 年以降の資源量と漁獲量を推定した。2022 年の資源量は 4.2 万トンと推定された。

この推定結果は日本海西部のデータに基づき算出された値であり、最後に、日本海西部と全域の漁獲量の関係 (補足図 2-4 および表 5-2) により日本海全域にそれぞれ換算した。

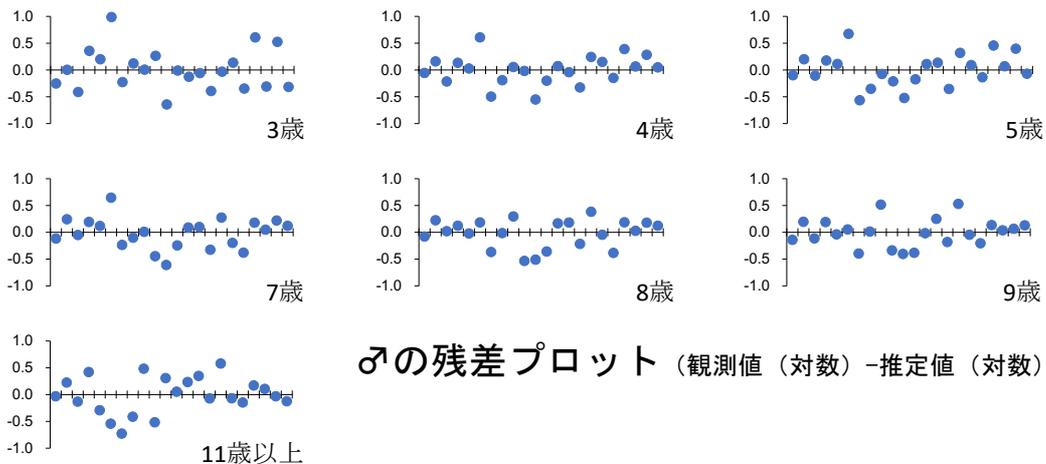
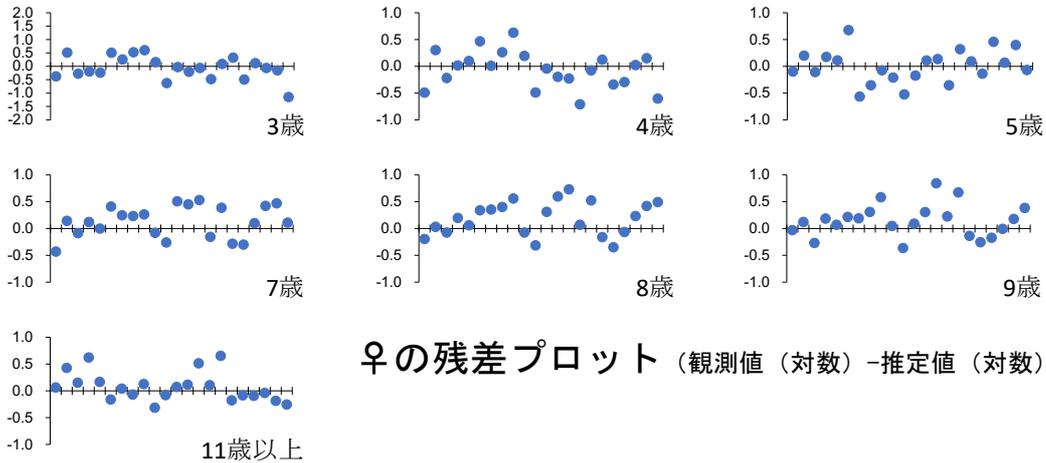
引用文献

- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.
- 上田祐司・藤原邦浩 (2016) 沖合底びき網漁業の資源管理計画に係る調査(対象魚種:ズワイガニ・アカガレイ). 平成 27 年度資源管理指針等推進事業報告書, 水産庁・水産総合研究センター, 1-36.
- 上田祐司・養松郁子・藤原邦浩・佐久間啓・松倉隆一・山本岳男 (2018) 平成 29(2017)年度ズワイガニ日本海系群 A 海域の資源評価. 平成 29 年度我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価・TAC 種) 第 1 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 533-581.

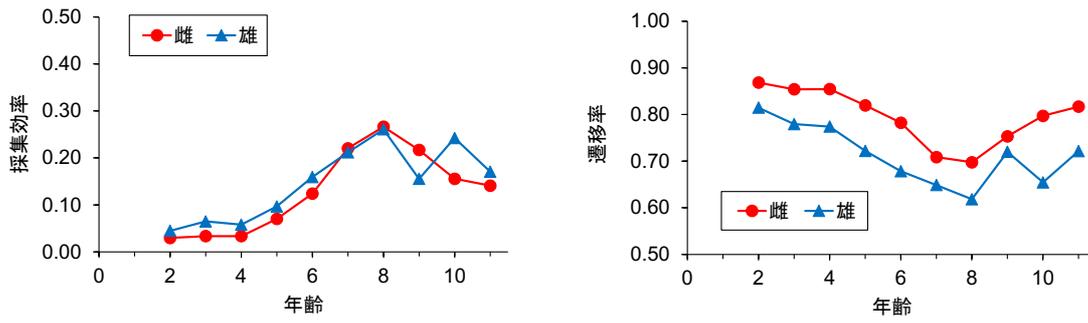
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2歳	17661	20039	24773	34945	36582	33431	27754	32425	36784	43157	44943	47145	39784	29793	20984	17196	20989	14819	15763	21416	37103	31046
3歳	15489	15339	17404	21515	30349	31776	29034	24104	28161	31947	37482	39033	40945	34552	25875	18225	14935	18124	12870	13690	18599	32223
4歳	13063	13230	13102	14866	18378	25924	27143	24801	20590	24055	27289	32017	33342	34975	29514	22102	15567	12757	15482	10993	11694	15887
5歳	11003	11162	11305	11196	12703	15704	22152	23194	21192	17594	20555	23318	27358	28491	29886	25220	18886	13302	10901	13229	9394	9993
6歳	8920	9019	9150	9267	9177	10413	12873	18158	19012	17371	14422	16848	19114	22425	23353	24487	20672	15481	10904	8935	10844	7700
7歳	7473	8981	7058	7160	7252	7181	8148	10073	14209	14878	13594	11285	13185	14957	17549	18275	19170	16177	12114	8533	8992	8486
8歳	4122	5296	4948	5003	5075	5140	5090	5775	7140	10071	10545	9635	7999	9345	10601	12438	12953	13587	11466	8586	8048	4966
9歳	2154	2876	3696	3452	3491	3541	3587	3552	4030	4982	7028	7358	6723	5582	6521	7398	9879	9038	9481	8001	5992	4220
10歳	1180	1623	2167	2785	2602	2630	2668	2703	2677	3037	3754	5296	5545	5066	4206	4914	5575	6540	6811	7145	6029	4515
11歳以上	2623	3084	3814	4845	6180	7125	7920	8599	9182	9638	10297	11408	13545	15490	16596	18990	17809	18998	20740	22379	23985	24407

補足図 2-1. アカガレイの資源計算の模式図

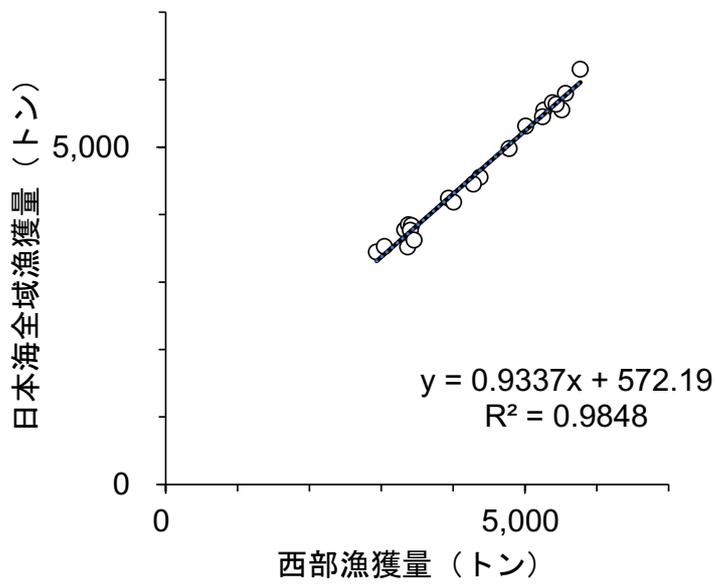
赤い矢印は遷移率を表現している。2000年の各年齢の資源尾数（水色）と2001～2020年の2歳の資源尾数（薄橙色）は、遷移率等とともにパラメータとして推定するものである。また、2001年以降の11歳以上（灰色）はプラスグループとして扱い、10歳と11歳以上の資源尾数と遷移率により算出するものである。2021年の2歳（緑）は調査誤差を考慮するために、2歳と体長組成が一部重なる3～5歳の2021年の年齢別資源尾数と年齢別現存尾数の観測値で除した値（比）の平均を現存尾数の観測値に乗じた値とした。



補足図 2-2. トロール調査による雌雄別の年齢別現存尾数の観測値（対数）に対する推定値（対数）の残差値はそれぞれ2000～2021年のものである。



補足図 2-3. 雌雄別年齢別の採集効率（左）と遷移率（右）



補足図 2-4. 日本海西部の漁獲量と日本海全域の漁獲量の関係

補足資料3 面積密度法による年齢別現存尾数の算出方法

アカガレイ日本海系群の現存量の推定は、調査船による着底トロール調査の結果を用いた面積密度法により行っている。2000～2021年の5～6月に、日本海西部の水深190～550mにおいて但州丸（358トン）（兵庫県立香住高等学校所属）による着底トロール調査を実施した。本海域を沖底小海区と同様の9海区（能登、加賀、若狭、但馬、隠岐周辺、隠岐北方、西浜田、東浜田、浜田沖）と190～300m、300～400m、400～550mの3水深帯（西浜田、東浜田は2水深帯、浜田沖は1水深帯）に区分した計23区分に基づいて層化し、約140の調査点を配置した。使用したトロール網は、コッドエンドの目合は20mm、曳網時の袖先間隔が約17mである。各曳網で、袖先間隔を漁網監視装置により計測した。曳網速度を3ノット、曳網時間を原則30分とした。網着底から曳網終了までを曳網距離とし計測した。調査結果に基づき面積密度法により調査時点（7月1日）の海域別現存尾数を算出し、体長・体重関係を用いて現存量を推定した。なお、トロール網の採集効率については、ここでは、便宜上、雌雄・体長を問わず一律1.0としている。

海区と水深帯で層化した層(i)ごとに各調査点(j)における曳網距離に袖先間隔を乗じてi層j地点の曳網面積($a_{i,j}$)を求めた。i層j地点の採集重量あるいは採集尾数($C_{i,j}$)を $a_{i,j}$ で除し、i層j地点の密度($d_{i,j}$)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。

$$d_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{a_{i,j}} \quad (1)$$

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

次に、i層の平均密度(d_i)にi層の海域面積(A_i)を乗じ、i層の現存量あるいは現存尾数(B_i)を求め、これらを合計することにより日本海西部における現存量あるいは現存尾数(B)とした。

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

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

さらに、i層の密度の標準偏差(SD_i)を求め、 n_i と A_i によりi層における現存量あるいは現存尾数の標準誤差(SE_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(参照:補足図3-1および補足表3-1)。なお、ここで得られる CV とは現存尾数および現存量の指標値に対する値であり、採集効率に伴う推定誤差は含んでいない。

$$SE_i = \frac{A_i \cdot SD_i}{\sqrt{n_i}} \quad (5)$$

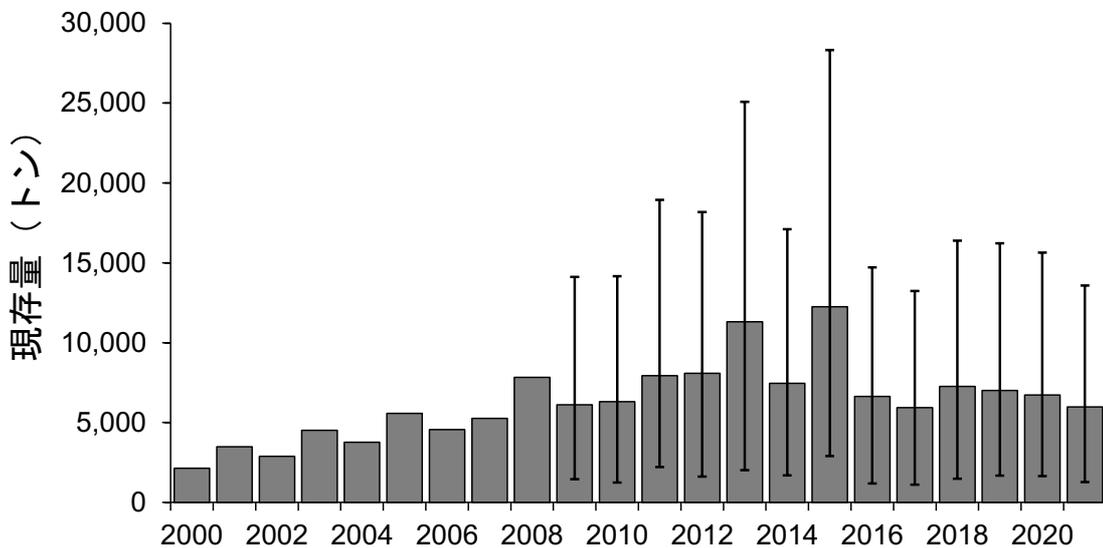
$$SE = \sqrt{\sum SE_i^2} \quad (6)$$

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

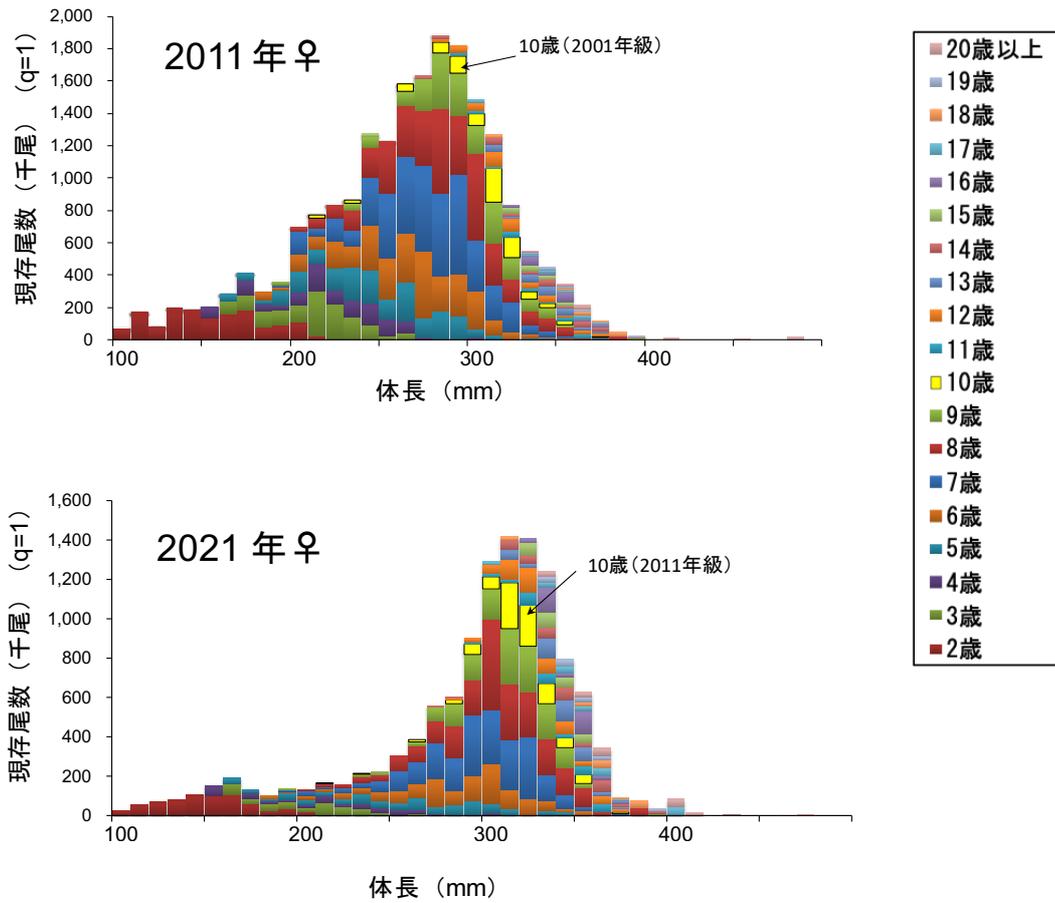
そして、トロール調査に基づき面積密度法で求めた各年の体長組成と 2011 年同調査の標本による Age-Length Key により年齢組成(ここでは採集効率を 1.0 とした年齢別現存尾数)を得た。参考として 2011 年および 2021 年の体長別年齢組成を、雌は補足図 3-2、雄は補足図 3-3 に示した。2011 年の年齢組成では、卓越年級とされている 2001 年級(当時 10 歳)はすでに割合が低かった。このことから、この ALK は卓越年級の影響をほぼ受けていないものと言える。

はじめに、いずれの年齢群も最大と最小の間が 100 mm 前後あり、本種の成長の個体差が大きい。これは本種の成長特性の一つを示したものである。2011 年と 2021 年ともに、雌では 6~8 歳が多く、雄はその年齢群に加え 2 歳や 3 歳の若齢個体も相対的に多い。そして、雌雄ともに 11 歳以上の高齢個体も出現していることが確認できる。

2021 年の雄の年齢組成は同年の雌の組成もしくは 2011 年の雄の組成に比べ、やや歪である。これは、2011 年に作成した ALK により年齢分解していることや調査海域が雄の分布よりもやや深いことに起因すると考えられる。複合正規分布による年齢分解や新規加入量調査の結果を利用して年齢分解の手法をさらに精査すると資源量推定の精度向上に繋がる可能性がある。

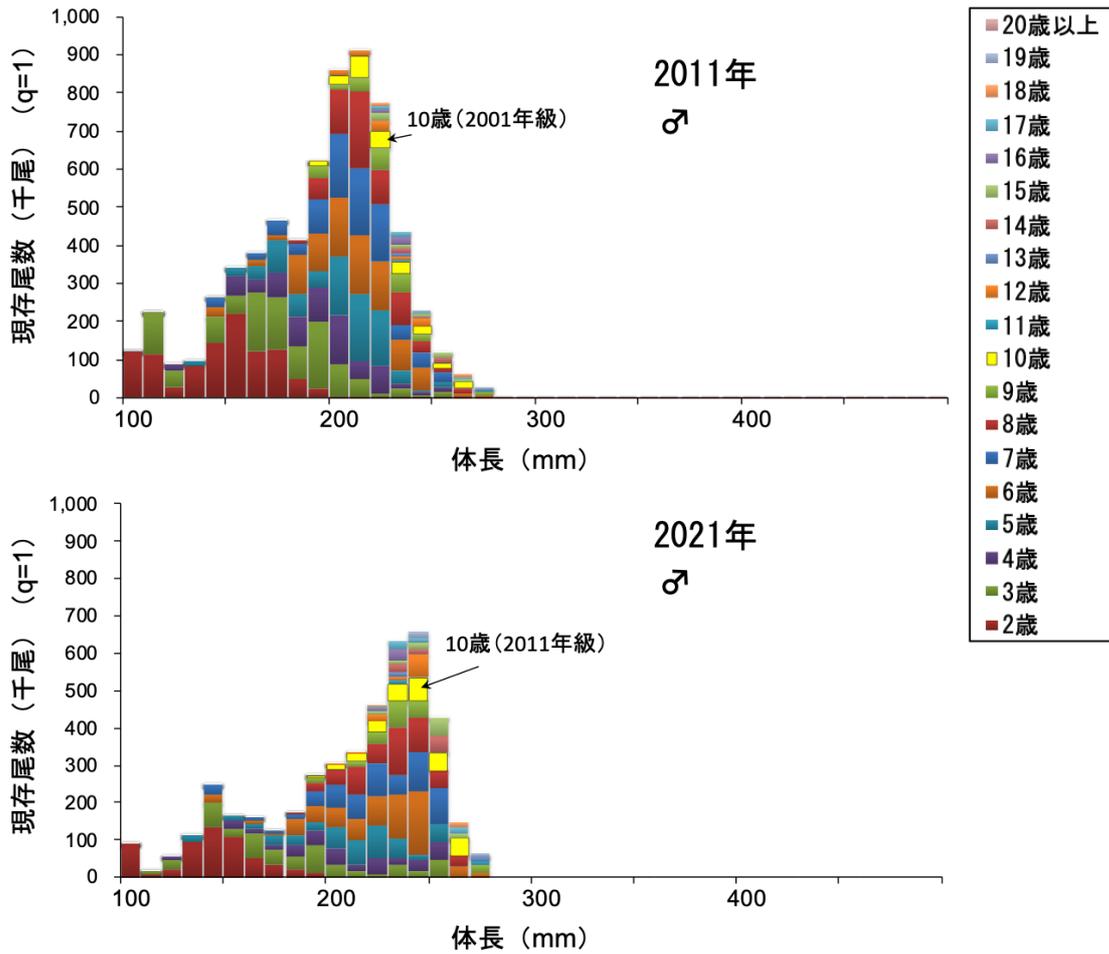


補足図 3-1. トロール調査に基づく現存量(雌雄合計)および 95%信頼区間の年変化
 なお、信頼区間の計算の際、対数正規分布に基づく誤差を仮定した。その信頼区間についてはデータ様式が統一された 2009 年以降を示した。



補足図 3-2. トロール調査に基づく雌の体長階級別の年齢組成

Age-Length Key を作成した 2011 年および直近年の 2021 年について示した。採集効率は便宜上 1.0 とした値である。



補足図 3-3. トロール調査に基づく雄の体長階級別の年齢組成

Age-Length Key を作成した 2011 年および直近年の 2021 年について示した。採集効率は便宜上 1.0 とした値である。

補足表 3-1. トロール調査に基づく現存量および変動係数 (CV)、信頼区間の年変化

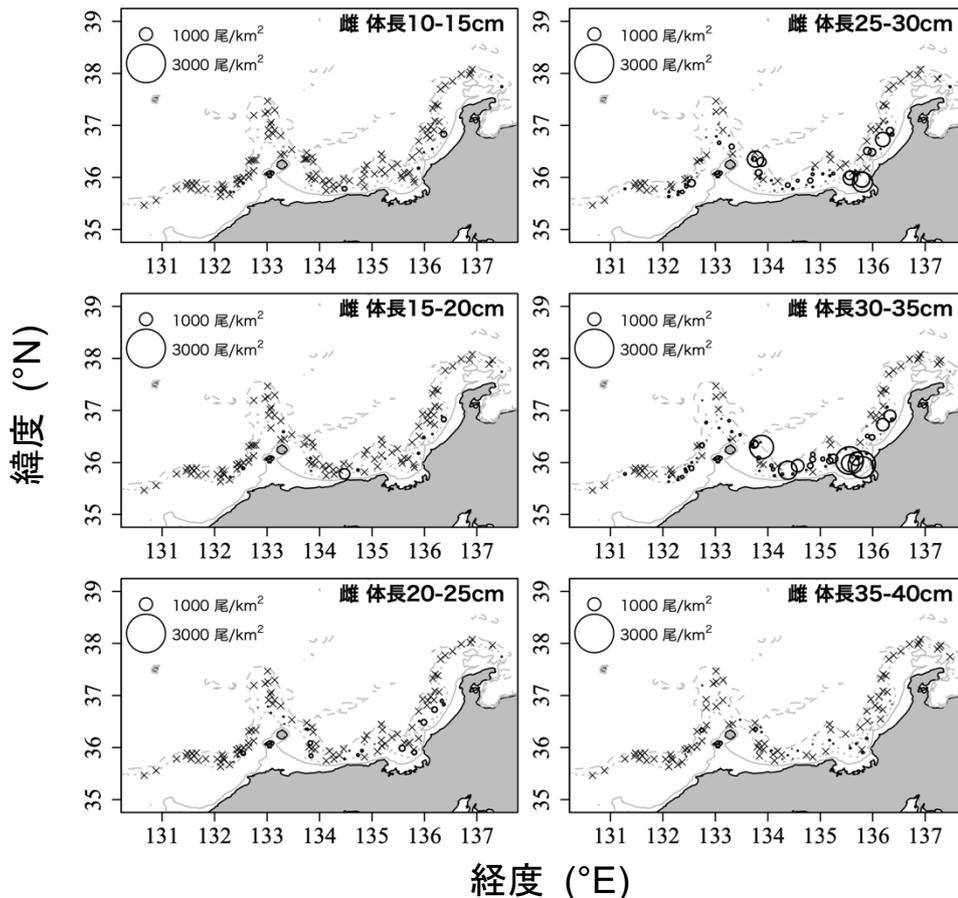
示した値は、調査点ごとに、各体長階級 (10 mm 刻み) の尾数 (密度) に平均体重を乗じた値の総和、つまり調査点ごとの重量 (密度) に基づくものであり、年齢構成による誤差は含まれていない。信頼区間の計算の際、対数正規分布に基づく誤差を仮定した。なお、ここではデータ様式が統一された 2009 年以降の算出結果を示した。

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
調査点数	132	136	140	133	135	123	124	131
現存量(トン)	6,112	6,308	7,929	8,085	11,314	7,453	12,254	6,636
変動係数CV(%)	13.79	11.16	16.74	11.35	10.01	13.16	13.80	10.00
標準誤差SE(トン)	843	704	1,328	918	1,132	981	1,692	663
対数信頼区間(上限、トン)	8,008	7,850	11,010	10,100	13,766	9,647	16,061	8,073
対数信頼区間(下限、トン)	4,665	5,068	5,711	6,472	9,299	5,759	9,349	5,455

年	2017	2018	2019	2020	2021
調査点数	137	131	114	134	129
現存量(トン)	5,940	7,266	7,003	6,731	5,982
変動係数CV(%)	10.52	11.59	14.02	14.30	12.21
標準誤差SE(トン)	625	842	982	962	731
対数信頼区間(上限、トン)	7,300	9,120	9,217	8,907	7,600
対数信頼区間(下限、トン)	4,833	5,789	5,321	5,086	4,708

補足資料 4 調査船調査の経過及び結果

2021年のトロール調査の結果に基づく体長階級（5 cm 刻み）ごとの分布密度（尾/km²）（ここでは、採集効率 $q=1$ とした値）を補足図 4-1 および 4-2 に示す。本種は調査海域全域に分布しているが、隠岐東方、但馬沖、若狭沖、加賀沖に多いことがわかる。中でも漁獲主体となる雌の体長 25~35 cm の個体は大山沖（北緯 36 度、東経 133 度付近）、若狭湾（北緯 36 度、東経 136 度付近）、および金沢沖（北緯 37 度、東経 136 度付近）に多い。加入直後の 2 歳魚に相当する体長 10~15 cm の個体は疎らで、2021 年は但馬沖（北緯 36 度、東経 135 度付近）や加賀沖（北緯 37 度、東経 136 度）にみられ、大きな個体とはやや異なる。これは各海域の調査定点の配置（特に水深）と成長に伴う移動生態が関係していると推察される。雄の体長 20~25 cm の個体は隠岐西方、隠岐東方、若狭湾東部および金沢沖に多いが、移動生態との関係などは不明である。トロール調査はズワイガニを主対象としており、基本的には水深 200 m 以深に定点配置している。そのため、本種の小型魚や雄がとくに多いとされる水深 200 m 以浅も含め実施している各府県の調査船による桁網調査の結果等もあわせて分布特性をさらに考察することが、特に雄の資源計算の仮定の精査に有意義と考えられる。



補足図 4-1. トロール調査に基づく雌の体長階級ごとの空間的な分布密度

円の大きさが分布密度（尾/km²）を、×は採集されなかった調査点（0 尾/km²）を示す。それぞれの灰色線は 100 m（実線）、200 m（点線）、500 m（破線）を表す。

補足資料 5 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分柘目）別の漁獲量と網数が集計されている。これらより、月 i 漁区 j における CPUE（ U ）は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（月または小海区）における資源量指数（ P ）は CPUE の合計として、次式で表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数（ P ）を有漁漁区数（ J ）で除したものが資源密度指数（ D ）である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

本系群では、努力量には、月別漁区別の有漁漁区または有漁網における値を合計したものをを用いている。資源が極めて少ない場合（分布域なのに対象種の漁獲のない操業がある場合）、有漁漁区数や有漁網数を用いると、CPUE が過大推定される可能性がある。しかし、沖底の対象種では、10 分柘目の漁区内に均一に分布していないことがほとんどであり、ある魚種に対する狙い操業下では、同漁区内に分布する他の魚種に対し全く努力が掛からないことが起こり得る。この場合、操業された漁区の全努力量を用いると、他の魚種の CPUE は過小推定になる。沖底が複数の魚種を対象にしていることから、有漁漁区数や有漁網数を用いたほうが、対象種に掛かる努力量として妥当であると考えられる。