

令和 6（2024）年度アカガレイ日本海系群の資源評価（案）

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（白川北斗・内藤大河・吉川 茜・佐久間啓）

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

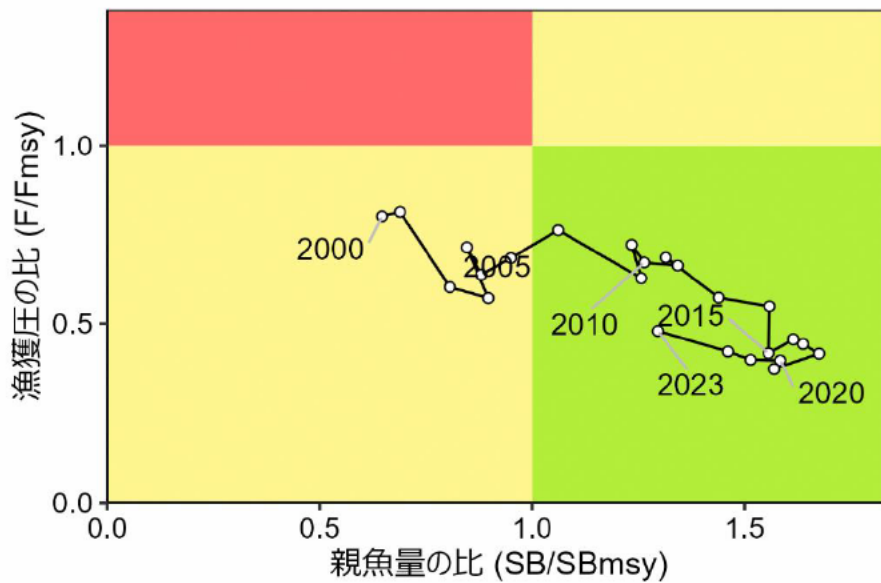
要 約

本系群の資源状態について、漁業依存情報および 2000～2024 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 1972 年以降の漁獲量は、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、2023 年は 3,431 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 2010 年代半ばまでは漁獲量と同様の変動を示したが、その後増加した。資源量は 2000～2015 年は緩やかに増加したが、2017 年から 50,000 トンを下回った。直近 5 年間（2019～2023 年）はやや減少の傾向を示し、2023 年の資源量は 41,296 トンと推定された。

令和 4 年 10 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係にはホッケー・スティック型が適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現できる水準の親魚量（SBmsy）は 23 千トンである。この基準に従うと、本系群の 2023 年の親魚量は、SBmsy を上回る。また、本系群に対する 2023 年の漁獲圧は SBmsy を維持する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「減少」と判断される。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

要 約 図 表



最大持続生産量 (MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	23 千トン
2023 年の親魚量の水準	SBmsy を維持する水準を上回る
2023 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る
2023 年の親魚量の動向	減少
MSY	6 千トン
2025 年の ABC	-
コメント: ・ ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。 ・ 漁獲圧は低いながらも微増傾向で、親魚量は減少傾向を示している。	

直近 5 年と将来 2 年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合					
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2019	45	37	4	0.37	8
2020	44	37	4	0.40	8
2021	44	35	3	0.40	8
2022	43	34	3	0.42	8
2023	41	30	3	0.48	8
2024	49	32	3	0.42	7
2025	51	34	—	—	—

・ 2024、2025 年の値は将来予測に基づく平均値である。

1. データセット

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、水産機構) (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=0.14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、京都府、兵庫県、鳥取県、島根県)

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2-1)。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500m以深を中心に分布し、水深900mにも分布するとの情報もある。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、100km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年のトロール調査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 2-2）。

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

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

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 歳では雌は 300 mm 前後、雄が 230 mm 前後となる。2011 年の調査で確認された最高齢は、雌 24 歳、雄 19 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 年に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 （mm）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 2-2、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）。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、府県別では鳥取県、兵庫県、福井県、石川県の漁獲量が多い（図3-2、表3-1および表3-2）。

(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3-1および図3-1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、1980年代に減少して、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。2015年以降は減少し、2023年は2,304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3-2および表3-2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、2023年は3,431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8）を、図3-3および表3-1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、2023年は11万回であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源量の推定方法は、トロール調査で得られたデータに対して面積密度法で算出した現存尾数と遷移率を用いたコホート解析であり、その詳細は補足資料1、2および補足資料7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合計の値として、それぞれ補足表2-1に示した。さらに、生物情報収集調査（石川県、福井県、京都府、兵庫県、鳥取県および島根県）から漁獲状況を把握した。

(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3-1、表3-1）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（2019～2023 年）においても 17 以上で推移し、2023 年は 20.6 であった。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

コホート解析により推定された年齢別資源量を図 4-1 および補足表 2-1 に示す。資源量は、2015 年に 60,000 トンのピークがあり、2016 年以降は約 50,000 トンでやや減少した。2023 年の資源量は前年をやや下回る 41,296 トンであり、2019 年から直近 5 年間までをみると、やや減少の傾向にある。

2 歳魚の資源尾数を加入量とし、その経年変化を親魚量とともに図 4-2 および表 4-1 に示す。加入量は 2001 年から増加し、2003～2013 年は 5,000 万尾以上を維持していた。その後、2017 年まで減少を続けるもその後増加し、2023 年には 4,694 万尾であった。

親魚量は 2000 年以降緩やかに増加するも 2018 年をピークに緩やかな減少傾向にあり、2023 年の親魚量は 30,270 トンと推定された。

年齢別漁獲係数 F の推移を図 4-3 および補足表 2-1 に示す。各年齢の F の単純平均は、2000～2015 年は 0.1 以上であったが、近年ではやや減少して 2023 年の F は 0.10 であった。現状の F は 2021～2023 年の F の平均値 (0.09) とした。

漁獲割合は 2000 年の 14%から緩やかに減少し、2023 年は 8%であった (図 4-4、表 4-1)。

(4) 加入量当たり漁獲量 (YPR)、加入量当たり親魚量 (SPR) および現状の漁獲圧

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量 (SPR) を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-5 に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合 (%SPR) の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。%SPR は 2000 年の 26%から上昇傾向にあり、2023 年には 41%となった。

Fmsy に対する YPR と %SPR の関係を図 4-6 に示す。ここで、 F の選択率としては令和 4 年 10 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (Fmsy) の推定に用いた値 (白川ほか 2022a) を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は %SPR に換算すると 21%に相当する。現状の漁獲圧 (F2021-2023) は $F_{0.1}$ 、 $F_{30\%SPR}$ 、Fmsy、 F_{max} の全てを下回った。

(5) 再生産関係

親魚量 (重量) と加入量 (2 歳魚資源尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-7 に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはホッカー・スティック型再生産関係が適用されている (白川ほか 2022a)。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは令和 4 (2022) 年度の資源評価 (白川ほか 2022b) に基づく 2000～2019 年の親魚量と翌々年 (2002～2021 年) の 2 歳魚時点の加入量とした。最適化方法には最小二乗法を用い、加入量の残差の自己相関を考慮した。再生産関係式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

令和 4 年 10 月に公開された管理基準値等に関する研究機関会議資料（白川ほか 2022a）で示された現在の環境下（資源評価開始年）における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量（SBmsy）および SBmsy を維持する漁獲圧として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値を補足表 6-2 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を基準にした神戸プロットを図 4-8 に示す。また、2023 年の親魚量と漁獲圧、それらの値と管理基準値との比較結果を補足表 6-3 に示した。本系群における 2023 年の親魚量は SBmsy を上回っており、2023 年の親魚量は SBmsy の 1.30 倍である。また、2023 年の漁獲圧は、Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.48 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（F/Fmsy）とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から減少と判断される。

5. 資源評価のまとめ

2023 年の資源量は前年よりもやや減少傾向と推定され、親魚量は MSY を実現する水準（SBmsy）を上回るが、動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「減少」と判断される。漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回っていた。

6. 引用文献

- 白川北斗、内藤大河、八木佑太、吉川 茜、佐久間啓、藤原邦浩 (2022a) 令和 4 (2022) 年度アカガレイ日本海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構. 1-40.
FRA-SA2022-BRP13-01.https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221031/FRA-SA2022-BRP13-01.pdf
- 白川北斗、内藤大河、八木佑太、吉川 茜、佐久間啓、藤原邦浩 (2022b) 令和 4 (2022) 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. 1-38. FRA-SA2022-AC-68.
https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_68.pdf
- 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. 日本水誌, **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.
- 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.
- 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.

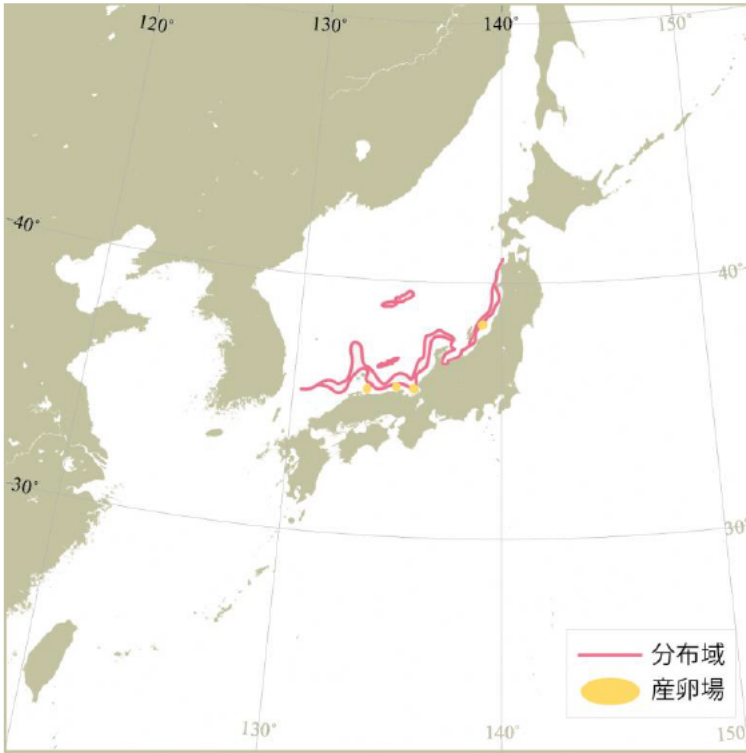


図 2-1. アカガレイ日本海系群の分布域と産卵場

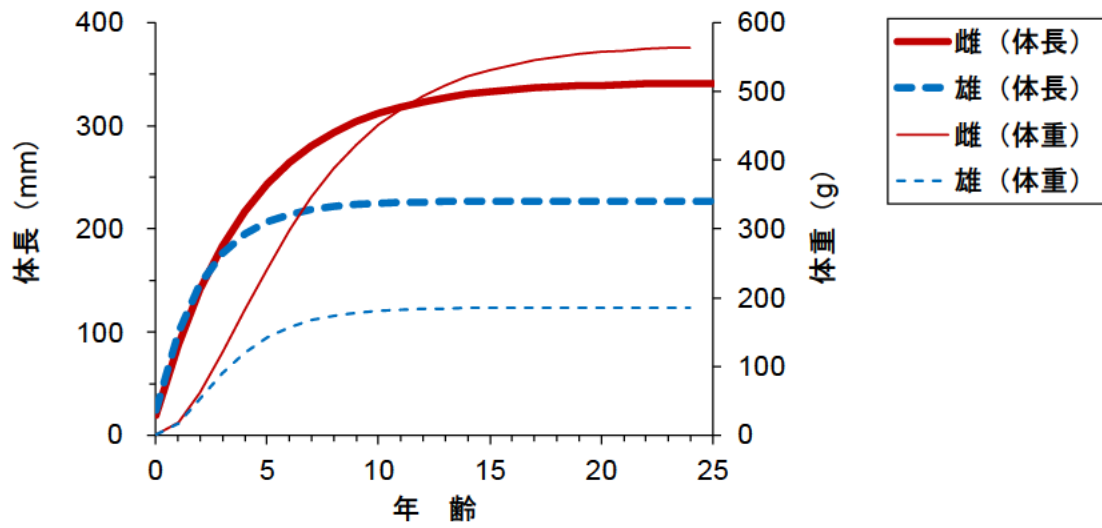


図 2-2. 年齢と成長

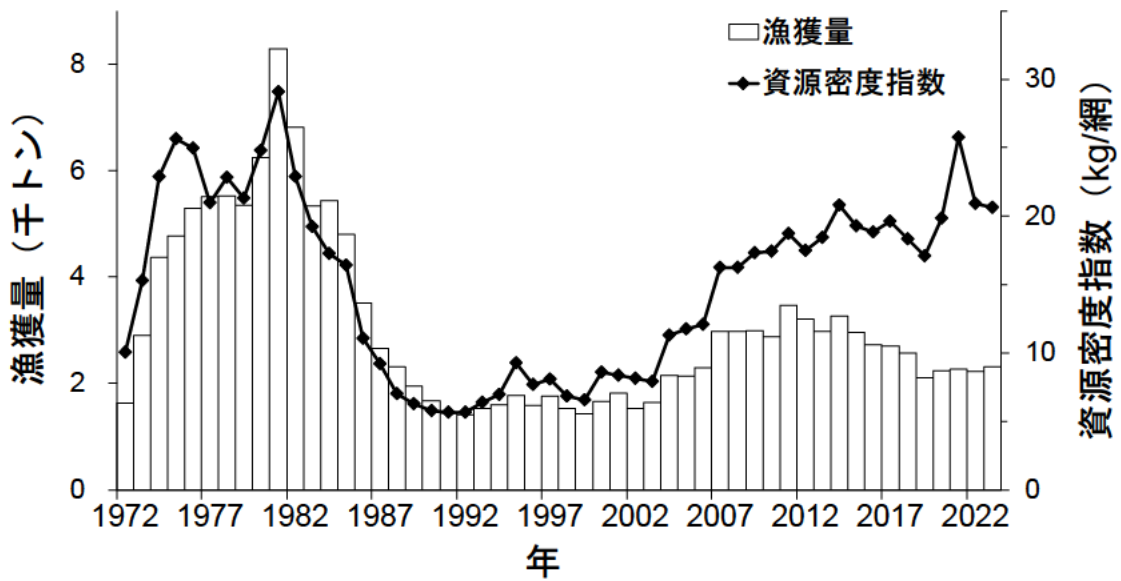


図 3-1. 日本海における沖底（1 そうびき）の漁獲量と資源密度指数

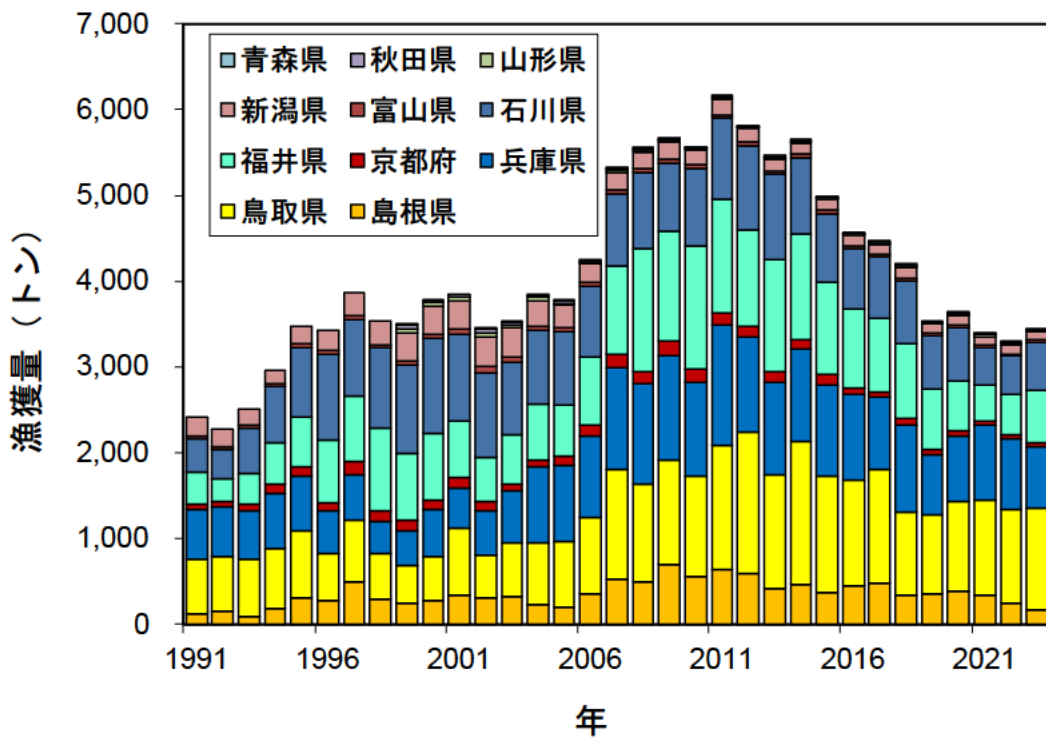


図 3-2. 日本海におけるアカガレイの府県別漁獲量

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。

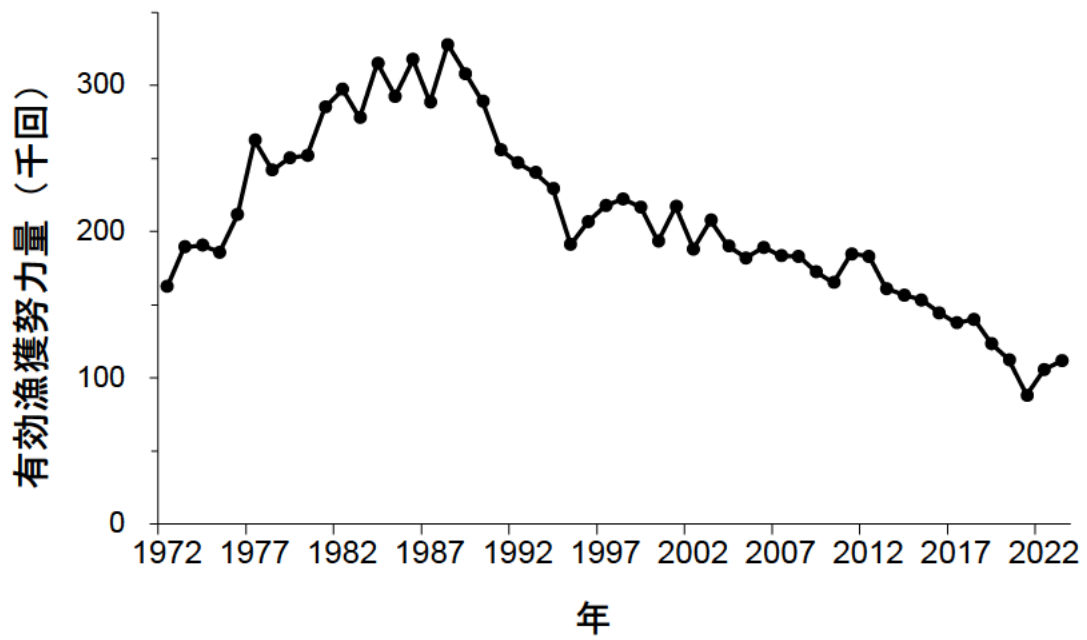


図 3-3. 日本海における沖底 (1 そうびき) のアカガレイに対する有効漁獲努力量の推移

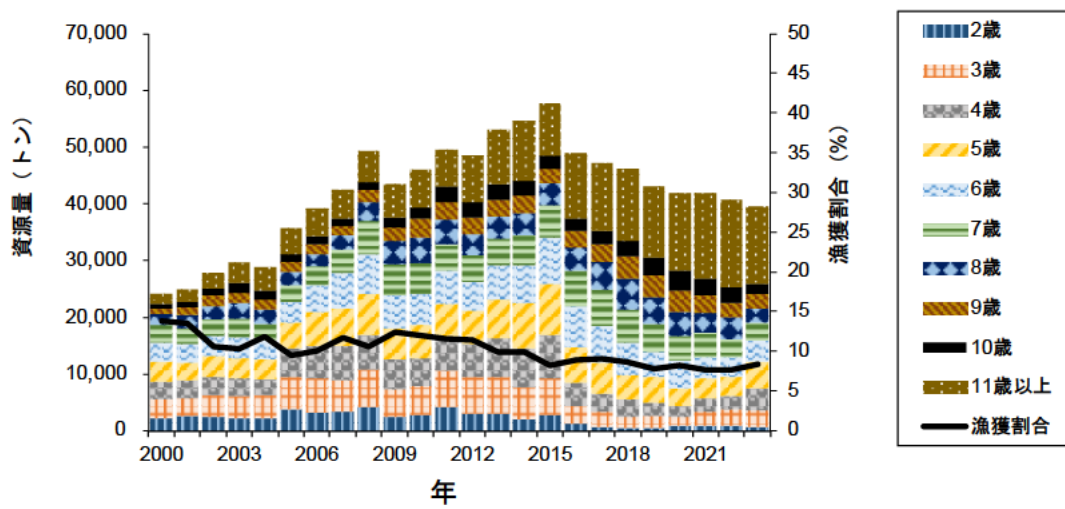


図 4-1. 年齢別資源量の推移

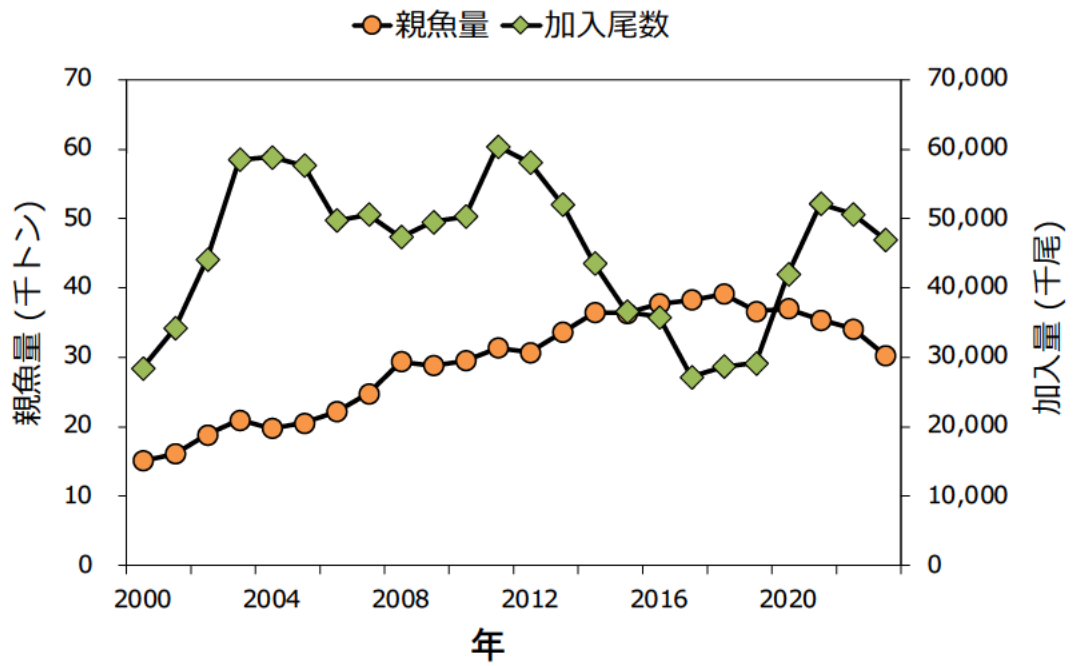


図 4-2. 親魚量および加入量 (2 歳魚資源尾数) の推移

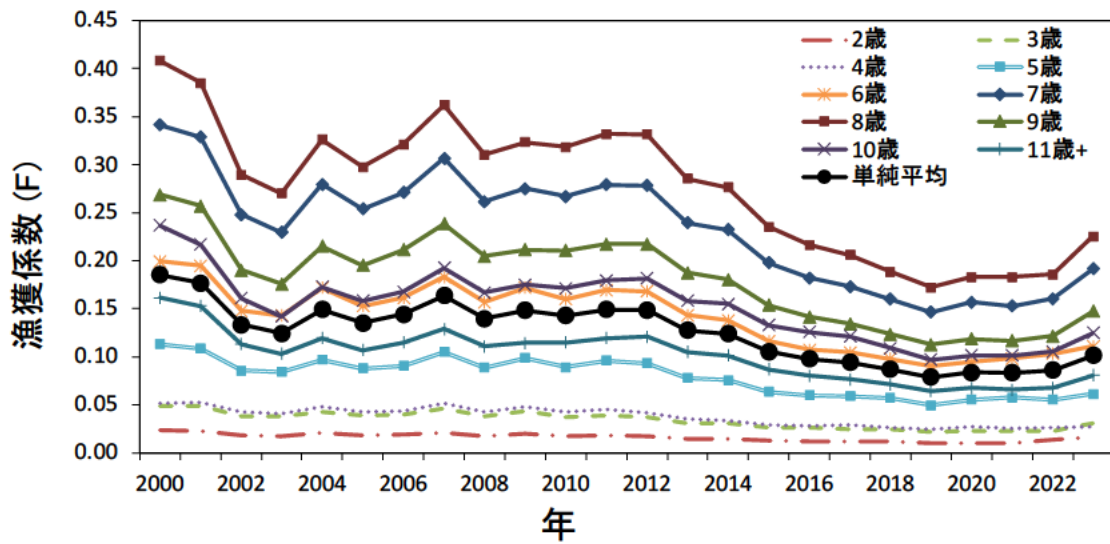


図 4-3. 年齢別漁獲係数 F の推移

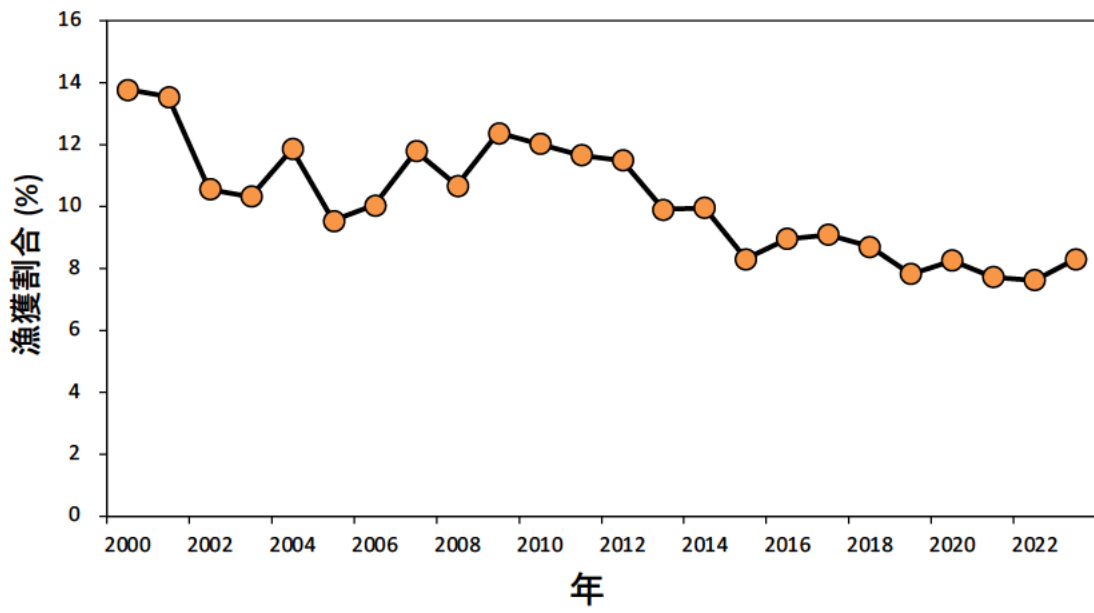


図 4-4. 漁獲割合の推移

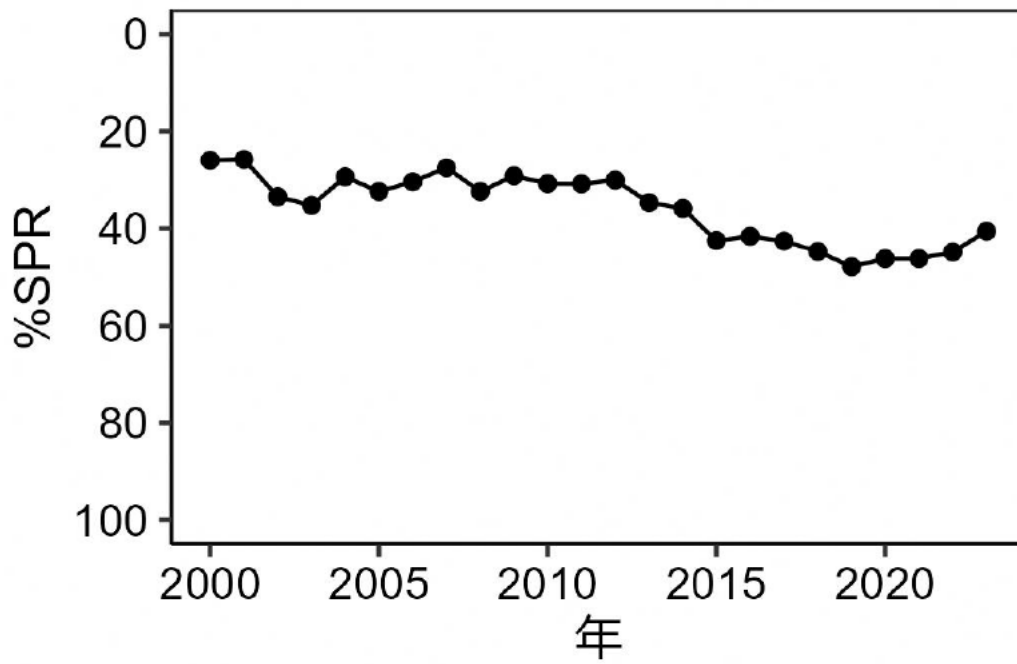


図 4-5. %SPR の推移

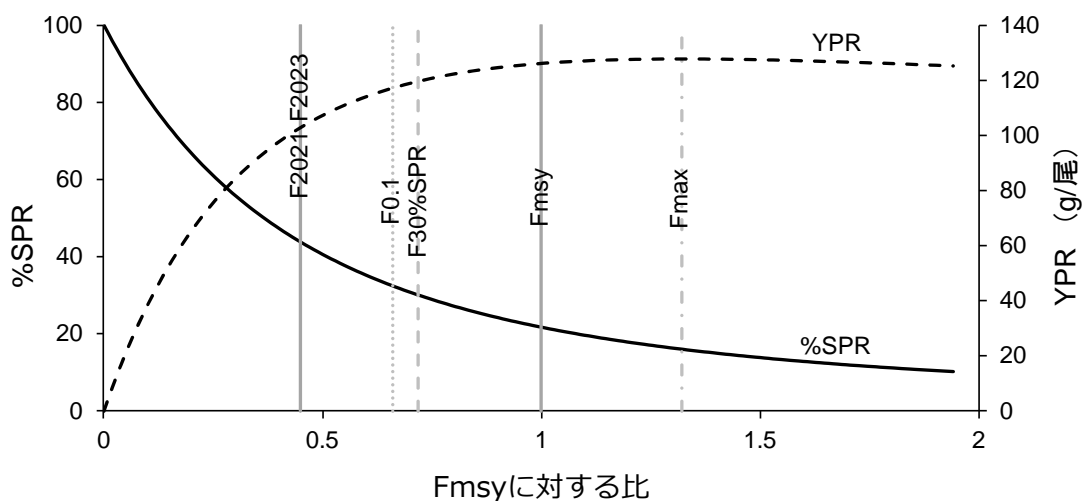


図 4-6. Fmsy に対する YPR と %SPR の関係

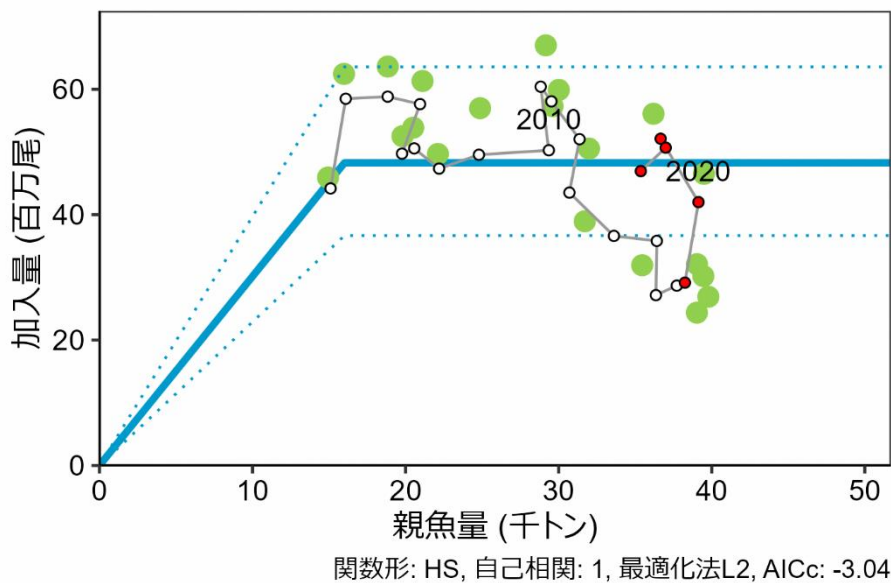


図 4-7. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮するホッカー・スティック（HS）型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。青実線は本系群で適用した再生産関係式であり、上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90% が含まれると推定される範囲である。黒実線と白丸印（最近 5 年分は赤丸印）は今年度の資源評価において推定された 2000～2021 年の親魚量と翌々年（2002～2023 年）の加入量のプロットを示す。緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 4 年度評価時の親魚量と加入量を示す。

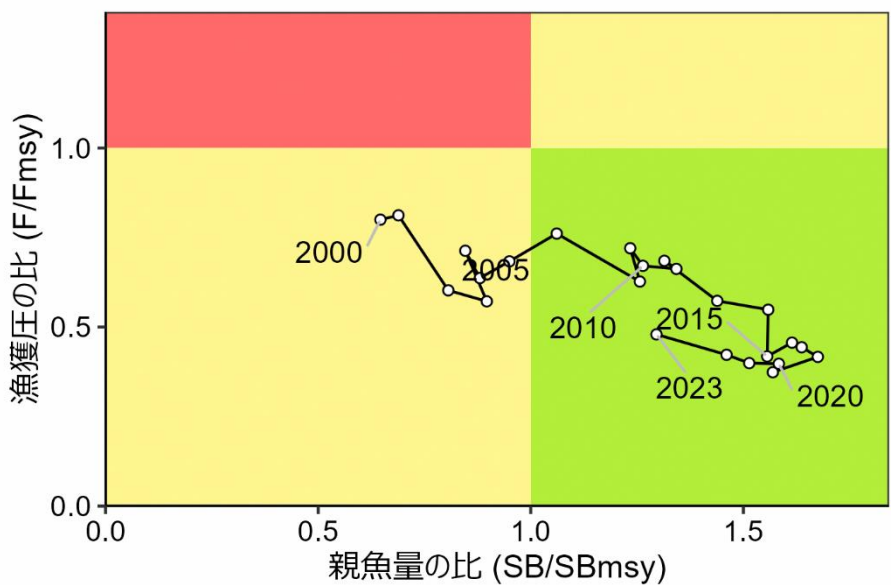


図 4-8. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

表 3-1. 日本海におけるアカガレイの沖底（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	112,611
2021	2,272	25.8	27,323	88,229
2022	2,217	20.9	19,810	105,989
2023	2,304	20.6	20,228	111,742

*1988年以降は平成23年度版評価票にて再集計した値。1987年以前は参考値。

表 3-2. 日本海側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
2021	344	1,098	879	40	422	447	30	97	18	4	0	3,379
2022	243	1,099	821	52	468	441	30	98	23	5	1	3,281
2023	176	1,180	714	54	608	559	26	93	14	6	1	3,431

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。

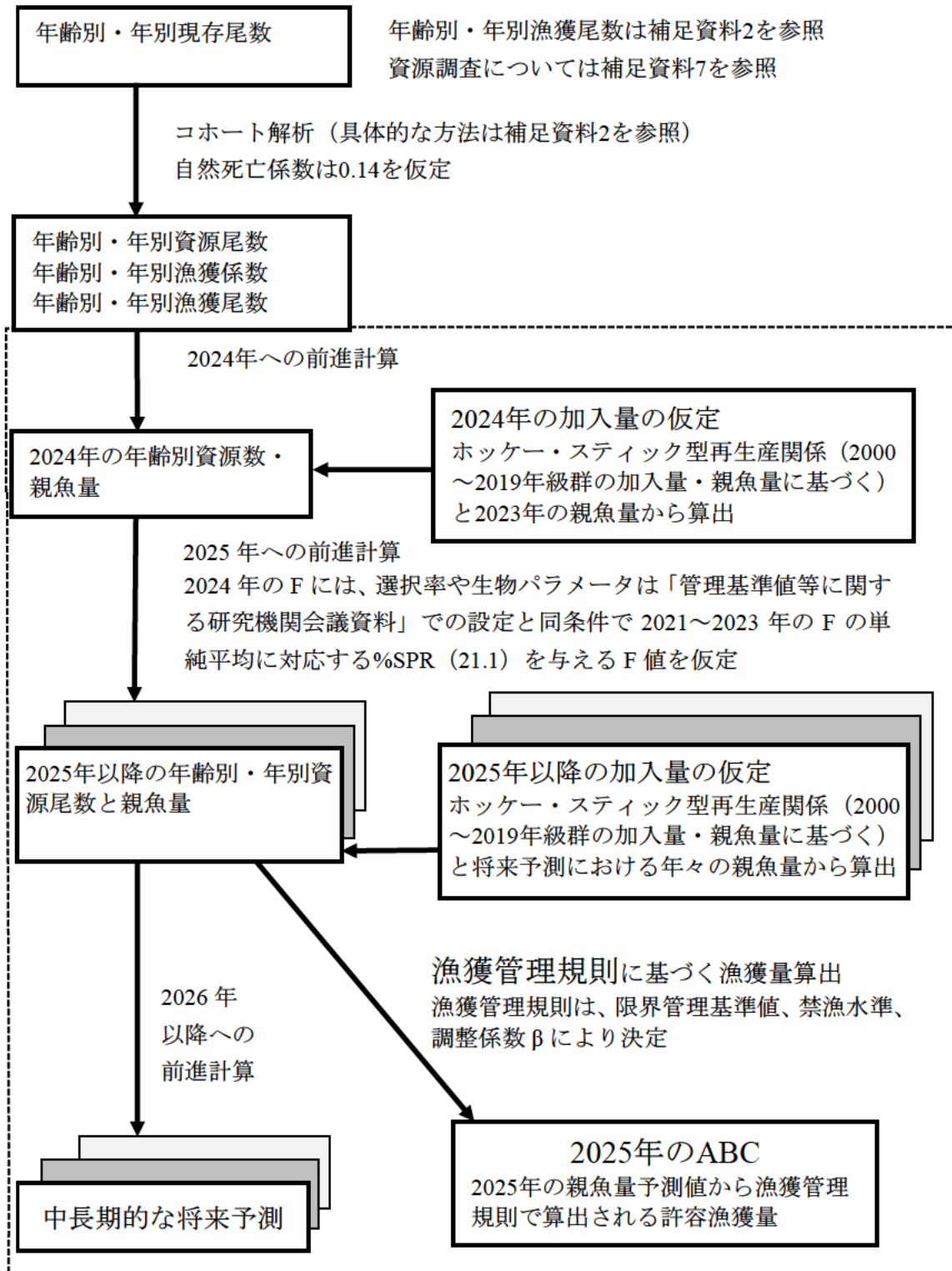
1991～2012年の青森県～富山県および2012年以降の石川県～島根県は、各府県による集計値。

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 4-1. アカガレイ日本海系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (千尾)	F/F _{msy}	漁獲割合 (%)
2000	3,778	27,444	15,100	28,486	0.80	14
2001	3,852	28,477	16,092	34,169	0.81	14
2002	3,445	32,636	18,831	44,175	0.60	11
2003	3,530	34,245	20,946	58,484	0.57	10
2004	3,838	32,388	19,765	58,821	0.71	12
2005	3,769	39,544	20,565	57,630	0.64	10
2006	4,246	42,309	22,190	49,730	0.68	10
2007	5,316	45,123	24,790	50,566	0.76	12
2008	5,551	52,026	29,357	47,342	0.63	11
2009	5,662	45,769	28,827	49,552	0.72	12
2010	5,555	46,254	29,525	50,267	0.67	12
2011	6,158	52,872	31,364	60,407	0.66	12
2012	5,800	50,487	30,703	58,068	0.68	11
2013	5,454	55,071	33,609	52,036	0.57	10
2014	5,637	56,688	36,411	43,515	0.55	10
2015	4,979	60,000	36,353	36,608	0.42	8
2016	4,557	50,949	37,718	35,811	0.46	9
2017	4,453	49,004	38,249	27,162	0.44	9
2018	4,185	48,122	39,136	28,679	0.42	9
2019	3,521	45,019	36,663	29,154	0.37	8
2020	3,625	43,970	36,994	41,995	0.40	8
2021	3,379	43,804	35,367	52,106	0.40	8
2022	3,281	43,058	34,121	50,679	0.42	8
2023	3,431	41,296	30,270	46,941	0.48	8

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等

の議論をふまえて作成される。

補足資料 2 調査方法と資源量の計算方法

(1) 現存量調査の方法

アカガレイ日本海系群の資源量は、調査船による着底トロール調査結果で推定された現存量に年齢別の採集効率を乗じて計算した。現存量の推定には、2000～2024年の5～6月（2024年からは4～6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）で実施した調査結果を資料に用いた。この調査は、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区に約140の調査点を配置して実施された。調査に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。各曳網時には、袖先間隔を漁網監視装置により計測した。各調査点では、曳網速度を3ノット、曳網時間を原則30分とし、網着底から曳網終了までを曳網距離とし計測した。以上の調査で得られた資料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。

(2) 資源計算方法

現存量の推定は調査点の配置同様に、沖底9小海区と水深帯で区分した各層(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($C_{i,j}$)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。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。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・藤原 2016）。

$$\hat{N}_{t+1,a+1} = R_{t,a} \cdot S_a \quad (8)$$

$$\hat{N}_{t+1,11} = R_{t,10} \cdot S_{10} + R_{t,11} \cdot S_{11} \quad (9)$$

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。最新年,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 ($\hat{N}_{最新年,a}$) を年齢別現存尾数の観測値 ($\hat{N}'_{最新年,a}$) で除した値（比）の平均を、年齢別現存尾数の観測値 ($\hat{N}'_{最新年,2}$) に乗じる値とした。遷移率 (S_a) と採集効率 (q_a) は年によらず一定とした。

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。

$$F_t = -\ln(1 - E_t) \quad (10)$$

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 ($F_{t,a}$) は、次式により求めた。

$$F_{t,a} = f_t \cdot s_a \quad (11)$$

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直近 5 年間について求め、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、最新年の F は直近 3 年の平均とし、次式により求めた。

$$C_{t,a} = \hat{N}_{t,a} (1 - \exp(-F_{t,a})) \quad (12)$$

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。

$$Y_t = \sum_{a=2}^{11} C_{t,a} w_{t,a} \quad (13)$$

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。

$$SS_1 = \sum_t \sum_a \left(\ln(\hat{N}_{t,a} w_{t,a}) - \ln(N'_{t,a} w_{t,a}) \right)^2 \quad (14)$$

$$SS_2 = \sum_t (Y_t - L_t)^2 \quad (15)$$

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 ($F_{t,a}$) 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。なお、以下の雌雄合算方法で算出された M は 0.14 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 2-1 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 2-2 に示した。

これらの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、最後に以下の方法で日本海全域にそれぞれ換算した。

(3) 日本海西部の解析結果の系群全体への換算

・日本海系群の雌雄別年齢別漁獲尾数

日本海西部海域の雌雄別年齢別漁獲量に基づき、各年の漁獲量における雌雄の割合を求めた。この雌雄割合を用いて日本海北部海域の年別漁獲量を雌雄別年別漁獲量に分解し、これを日本海西部海域の雌雄別年別漁獲量の年齢別の割合を乗算することで、日本海北部海域の雌雄別年齢別漁獲尾数を算出した。得られた日本海北部海域の値を日本海西部海域の雌雄別年齢別漁獲尾数と合算し、これを系群全体の雌雄別年齢別漁獲尾数とした。

- ・雌雄別データの合算方法

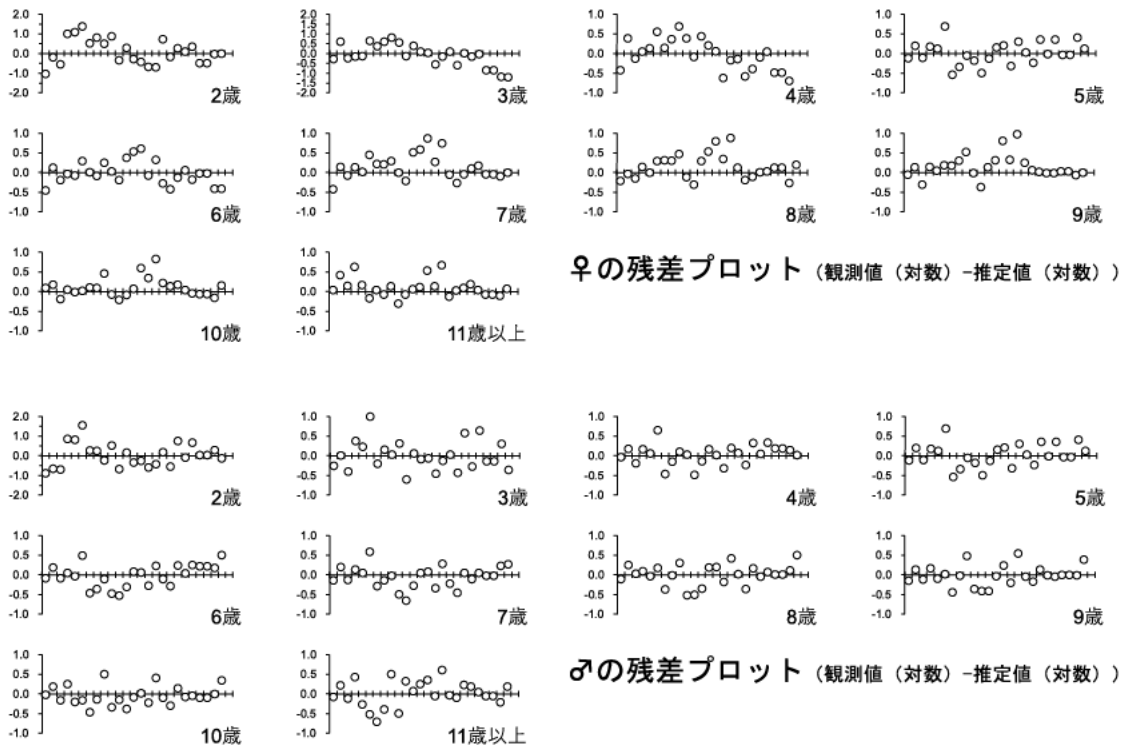
日本海西部海域の資源尾数における年齢別雌雄割合（雌/（雌+雄））をもとに、加重平均で日本海系群全体の年齢別漁獲尾数の雌雄合算値を求めた。日本海西部海域の年齢別平均重量、成熟割合、年齢別 M においても、同様の方法で加重平均したものを本系群の値とした。

- ・日本海系群の年齢別資源尾数、親魚量および年齢別 F

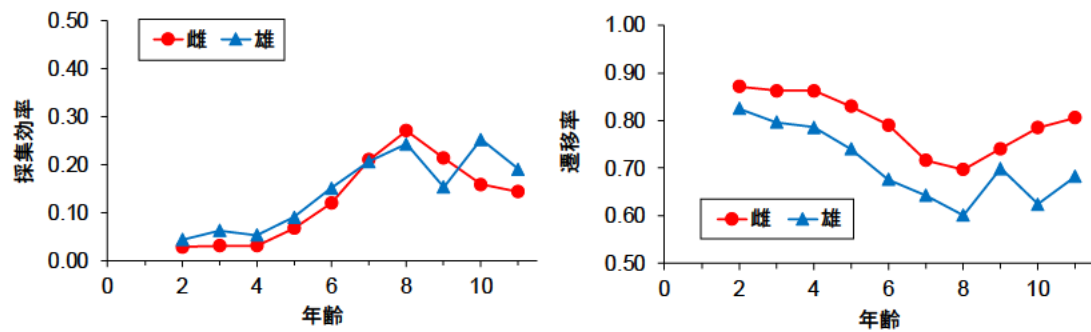
日本海北部海域の年別資源量を日本海西部海域の年齢別資源量の年齢別の割合を用いて日本海北部海域の資源量を年齢別に分解した。得られた北部の年齢別資源量に雌雄合算の年齢別平均重量を除算することで、日本海北部海域の年齢別資源尾数を求めた。これら日本海北部海域と日本海西部海域の年齢別資源尾数を合算し、日本海系群の年齢別資源尾数とした。これらの資源尾数、平均重量および成熟割合から親魚量を算出した。最後に、上記より算出された年齢別漁獲尾数、年齢別資源尾数、年齢別 M をもとに、Pope の式から日本海系群全体の年別年齢別 F を求めた。

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.



補足図 2-1. 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 2000～2024 年）



補足図 2-2. 雌雄別年齢別の採集効率（左）と遷移率（右）

補足表 2-1. 日本海系群の資源解析結果

年齢別漁獲尾数 (千尾)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	634	730	760	983	1,167	1,010	876	1,006	781	915	787	998
3歳	1,088	1,114	1,065	1,330	1,970	1,851	1,799	1,786	1,510	1,605	1,409	1,615
4歳	942	984	842	955	1,364	1,603	1,688	1,879	1,376	1,591	1,259	1,503
5歳	1,660	1,618	1,375	1,358	1,793	2,035	2,741	3,221	2,659	2,580	2,305	2,444
6歳	2,230	2,228	1,801	1,777	2,064	2,185	2,825	4,189	3,738	3,932	3,107	3,555
7歳	2,881	2,660	2,179	2,034	2,405	2,199	2,711	3,736	4,349	4,673	4,215	4,078
8歳	1,837	2,248	1,727	1,626	1,875	1,754	1,832	2,386	2,618	3,634	3,528	3,734
9歳	702	845	856	744	875	801	859	942	979	1,260	1,615	1,802
10歳	343	428	419	474	521	480	500	569	498	621	731	1,084
11歳	509	554	521	577	807	819	939	1,110	1,020	1,098	1,141	1,414
計	12,827	13,408	11,546	11,858	14,839	14,738	16,769	20,824	19,528	21,909	20,097	22,225

年齢別漁獲量 (トン)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	57	62	48	43	48	71	60	71	74	48	45	74
3歳	163	163	157	156	179	230	236	248	239	203	177	239
4歳	169	166	148	134	139	213	251	297	250	239	188	258
5歳	394	355	328	307	332	386	527	654	600	505	468	535
6歳	649	600	527	548	545	556	684	1,036	1,006	928	772	918
7歳	964	845	724	735	777	673	787	1,059	1,338	1,278	1,199	1,164
8歳	659	800	639	661	703	622	603	759	884	1,123	1,140	1,172
9歳	281	337	363	336	369	323	332	341	375	451	597	633
10歳	151	190	195	241	246	218	220	235	212	250	306	425
11歳	291	334	316	368	499	478	545	617	574	639	664	739
計	3,778	3,852	3,445	3,530	3,838	3,769	4,246	5,316	5,551	5,662	5,555	6,158

年齢別漁獲係数												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
3歳	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
4歳	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05
5歳	0.11	0.11	0.09	0.08	0.10	0.09	0.09	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10
6歳	0.20	0.19	0.15	0.14	0.17	0.15	0.16	0.18	0.16	0.17	0.16	0.17
7歳	0.34	0.33	0.25	0.23	0.28	0.25	0.27	0.31	0.26	0.28	0.27	0.28
8歳	0.41	0.39	0.29	0.27	0.33	0.30	0.32	0.36	0.31	0.32	0.32	0.33
9歳	0.27	0.26	0.19	0.18	0.21	0.20	0.21	0.24	0.20	0.21	0.21	0.22
10歳	0.24	0.22	0.16	0.14	0.17	0.16	0.17	0.19	0.17	0.18	0.17	0.18
11歳	0.16	0.15	0.11	0.10	0.12	0.11	0.11	0.13	0.11	0.11	0.11	0.12
単純平均	0.19	0.18	0.13	0.12	0.15	0.14	0.14	0.16	0.14	0.15	0.14	0.15

年齢別資源尾数 (千尾)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	28,486	34,169	44,175	58,484	58,821	57,630	49,730	50,566	47,342	49,552	50,267	60,407
3歳	24,228	24,652	30,337	38,213	49,524	51,166	48,619	42,313	43,139	40,326	41,028	45,419
4歳	19,813	20,513	21,380	25,203	30,791	41,231	41,836	40,102	35,192	35,980	32,415	36,099
5歳	16,625	16,849	17,922	17,918	20,759	25,913	33,926	34,585	33,394	29,352	28,875	28,492
6歳	13,275	13,531	14,119	14,327	14,043	16,565	20,340	26,851	27,589	26,659	22,483	24,366
7歳	10,763	10,255	10,722	10,701	10,665	10,575	12,308	15,201	20,292	20,836	19,242	17,941
8歳	5,912	7,613	7,447	7,419	7,289	7,359	7,194	8,450	10,557	14,130	13,860	14,188
9歳	3,219	4,035	5,374	5,002	4,902	4,892	4,869	4,782	5,693	7,119	9,107	9,917
10歳	1,751	2,371	3,060	3,891	3,570	3,551	3,501	3,507	3,488	4,166	4,974	7,107
11歳	3,696	4,237	5,296	6,398	7,791	8,765	9,403	9,935	10,496	10,947	11,264	13,559
計	127,768	138,225	159,833	187,555	208,155	227,646	231,726	236,292	237,182	239,067	233,514	257,495

年齢別資源量 (トン)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	2,563	2,881	2,765	2,539	2,437	4,048	3,421	3,546	4,485	2,577	2,852	4,481
3歳	3,633	3,603	4,477	4,481	4,506	6,345	6,380	5,886	6,817	5,098	5,164	6,726
4歳	3,546	3,464	3,751	3,547	3,135	5,474	6,232	6,336	6,385	5,404	4,840	6,197
5歳	3,942	3,700	4,273	4,055	3,849	4,914	6,528	7,024	7,535	5,744	5,865	6,242
6歳	3,863	3,646	4,133	4,422	3,706	4,217	4,928	6,639	7,426	6,289	5,585	6,294
7歳	3,602	3,256	3,563	3,869	3,447	3,236	3,571	4,310	6,245	5,698	5,475	5,123
8歳	2,122	2,710	2,756	3,014	2,732	2,608	2,367	2,687	3,563	4,365	4,478	4,454
9歳	1,287	1,608	2,277	2,258	2,066	1,975	1,883	1,731	2,181	2,548	3,366	3,482
10歳	771	1,056	1,426	1,979	1,689	1,612	1,539	1,445	1,483	1,676	2,080	2,785
11歳	2,115	2,552	3,214	4,083	4,820	5,115	5,459	5,522	5,904	6,371	6,551	7,088
計	27,444	28,477	32,636	34,245	32,388	39,544	42,309	45,123	52,026	45,769	46,254	52,872

年齢別親魚量 (トン)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	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
4歳	142	139	150	142	125	219	249	253	255	216	194	248
5歳	1,695	1,591	1,837	1,743	1,655	2,113	2,807	3,020	3,240	2,470	2,522	2,684
6歳	3,438	3,245	3,678	3,935	3,298	3,753	4,386	5,908	6,609	5,597	4,970	5,602
7歳	3,530	3,190	3,491	3,791	3,378	3,171	3,499	4,223	6,120	5,584	5,365	5,021
8歳	2,122	2,710	2,756	3,014	2,732	2,608	2,367	2,687	3,563	4,365	4,478	4,454
9歳	1,287	1,608	2,277	2,258	2,066	1,975	1,883	1,731	2,181	2,548	3,366	3,482
10歳	771	1,056	1,426	1,979	1,689	1,612	1,539	1,445	1,483	1,676	2,080	2,785
11歳	2,115	2,552	3,214	4,083	4,820	5,115	5,459	5,522	5,904	6,371	6,551	7,088
計	15,100	16,092	18,831	20,946	19,765	20,565	22,190	24,790	29,357	28,827	29,525	31,364

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数(千尾)

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	925	713	590	429	396	303	310	263	408	496	654	722
3歳	1,724	1,420	1,265	914	748	710	531	511	526	758	933	1,236
4歳	1,437	1,369	1,303	1,011	817	698	636	448	532	505	736	940
5歳	2,468	2,186	2,424	2,035	1,733	1,426	1,150	1,008	847	919	903	1,426
6歳	3,221	2,943	3,000	2,952	2,715	2,376	1,883	1,446	1,526	1,178	1,294	1,420
7歳	4,070	3,319	3,424	3,178	3,401	3,230	2,715	2,095	1,848	1,823	1,420	1,738
8歳	3,203	2,880	2,604	2,417	2,403	2,650	2,449	2,036	1,807	1,483	1,525	1,343
9歳	1,694	1,297	1,279	1,032	1,019	1,045	1,121	1,029	978	804	685	831
10歳	1,096	926	796	708	626	644	631	655	687	617	535	511
11歳	1,658	1,640	1,708	1,513	1,432	1,374	1,300	1,220	1,367	1,395	1,443	1,664
計	21,496	18,694	18,394	16,188	15,289	14,456	12,727	10,712	10,528	9,978	10,126	11,830

年齢別漁獲量(トン)

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	51	42	30	35	15	8	6	4	8	9	15	14
3歳	227	193	166	162	78	63	44	46	35	56	63	85
4歳	231	229	215	214	107	90	78	57	52	55	58	97
5歳	513	493	566	536	360	300	238	210	164	190	170	278
6歳	780	778	839	866	710	628	512	385	434	337	346	370
7歳	1,114	977	1,071	991	1,002	968	852	648	612	609	465	516
8歳	969	950	906	797	802	900	886	725	704	570	624	502
9歳	582	479	504	366	370	383	447	404	411	336	299	335
10歳	426	380	348	273	254	264	277	282	323	285	255	219
11歳	907	931	992	740	860	848	844	760	882	931	987	1,015
計	5,800	5,454	5,637	4,979	4,557	4,453	4,185	3,521	3,625	3,379	3,281	3,431

年齢別漁獲係数

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
3歳	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
4歳	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
5歳	0.09	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
6歳	0.17	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11
7歳	0.28	0.24	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	0.19
8歳	0.33	0.29	0.28	0.24	0.22	0.21	0.19	0.17	0.18	0.18	0.19	0.23
9歳	0.22	0.19	0.18	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.15
10歳	0.18	0.16	0.16	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12
11歳	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08
単純平均	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10

年齢別資源尾数(千尾)

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	58,068	52,036	43,515	36,608	35,811	27,162	28,679	29,154	41,995	52,106	50,679	46,941
3歳	50,611	49,741	44,669	37,632	31,061	30,996	23,455	24,599	25,118	36,037	45,176	43,448
4歳	37,187	42,434	41,794	37,846	31,542	26,122	26,266	19,682	20,726	21,164	30,534	37,964
5歳	29,520	31,128	35,589	35,388	31,832	26,647	22,113	22,245	16,724	17,544	18,057	25,864
6歳	22,234	23,535	24,914	28,740	28,533	25,657	21,565	17,799	18,045	13,454	14,173	14,516
7歳	17,940	16,692	17,685	18,951	21,867	21,742	19,654	16,465	13,600	13,761	10,295	10,716
8歳	12,168	12,432	11,549	12,325	13,228	15,257	15,288	13,778	11,580	9,483	9,687	7,154
9歳	9,306	8,145	8,314	7,761	8,278	8,902	10,356	10,378	9,380	7,829	6,439	6,531
10歳	7,085	6,790	5,938	6,098	5,680	6,039	6,545	7,600	7,643	6,863	5,767	4,687
11歳	15,701	17,709	19,024	19,547	20,035	20,016	20,403	21,066	22,480	23,516	23,931	23,194
計	259,820	260,643	252,991	240,896	227,869	208,540	194,324	182,766	187,290	201,758	214,739	221,017

年齢別資源量(トン)

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	3,187	3,082	2,182	2,952	1,316	682	542	468	851	966	1,151	926
3歳	6,679	6,765	5,861	6,663	3,247	2,761	1,964	2,223	1,687	2,673	3,063	2,988
4歳	5,967	7,112	6,901	7,993	4,118	3,378	3,226	2,500	2,023	2,307	2,398	3,920
5歳	6,140	7,025	8,302	9,323	6,607	5,603	4,586	4,637	3,231	3,625	3,397	5,035
6歳	5,383	6,224	6,965	8,427	7,456	6,778	5,869	4,732	5,134	3,855	3,787	3,781
7歳	4,909	4,914	5,533	5,906	6,445	6,519	6,165	5,092	4,506	4,600	3,369	3,183
8歳	3,680	4,101	4,017	4,064	4,416	5,185	5,532	4,907	4,513	3,646	3,963	2,672
9歳	3,197	3,010	3,274	2,754	3,008	3,265	4,126	4,070	3,939	3,273	2,810	2,634
10歳	2,754	2,785	2,599	2,354	2,304	2,475	2,868	3,276	3,591	3,175	2,752	2,014
11歳	8,591	10,053	11,054	9,565	12,032	12,360	13,245	13,114	14,495	15,684	16,367	14,144
計	50,487	55,071	56,688	60,000	50,949	49,004	48,122	45,019	43,970	43,804	43,058	41,296

年齢別親魚量(トン)

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2歳	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
4歳	239	284	276	320	165	135	129	100	81	92	96	157
5歳	2,640	3,021	3,570	4,009	2,841	2,409	1,972	1,994	1,389	1,559	1,461	2,165
6歳	4,791	5,539	6,199	7,500	6,636	6,032	5,223	4,212	4,569	3,431	3,370	3,365
7歳	4,811	4,816	5,422	5,788	6,317	6,388	6,041	4,990	4,416	4,508	3,302	3,119
8歳	3,680	4,101	4,017	4,064	4,416	5,185	5,532	4,907	4,513	3,646	3,963	2,672
9歳	3,197	3,010	3,274	2,754	3,008	3,265	4,126	4,070	3,939	3,273	2,810	2,634
10歳	2,754	2,785	2,599	2,354	2,304	2,475	2,868	3,276	3,591	3,175	2,752	2,014
11歳	8,591	10,053	11,054	9,565	12,032	12,360	13,245	13,114	14,495	15,684	16,367	14,144
計	30,703	33,609	36,411	36,353	37,718	38,249	39,136	36,663	36,994	35,367	34,121	30,270

補足資料3 管理基準値案と禁漁水準案等

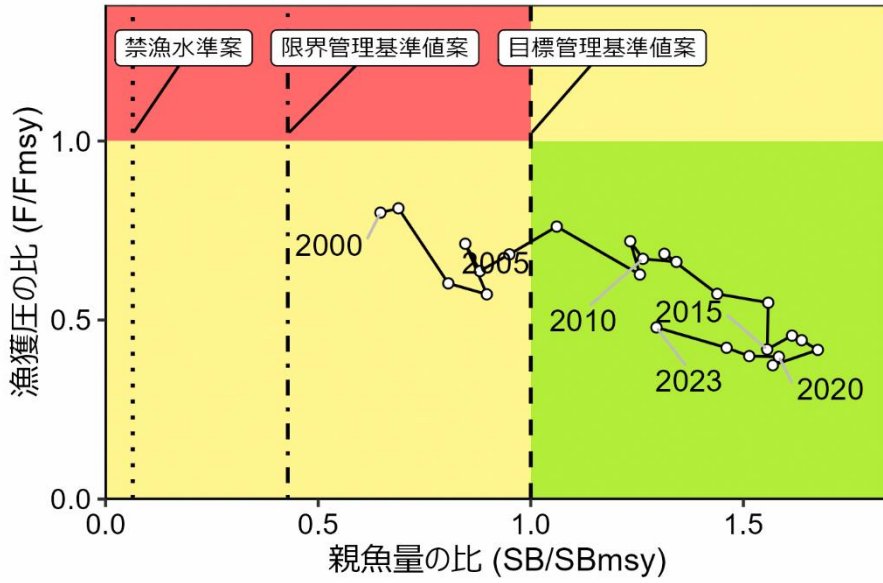
令和4年10月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 23 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy : 10 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 1.5 千トン) を用いることが提案されている (白川ほか 2022、補足表 6-2)。

目標管理基準値案と、SBmsy を維持する漁獲圧 (F) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。コホート解析により得られた 2023 年の親魚量 (SB2023 : 30 千トン) は目標管理基準値案と限界管理基準値案を上回る。本系群における漁獲圧は、評価開始年以降全ての年において SBmsy を維持する漁獲圧を下回っている。

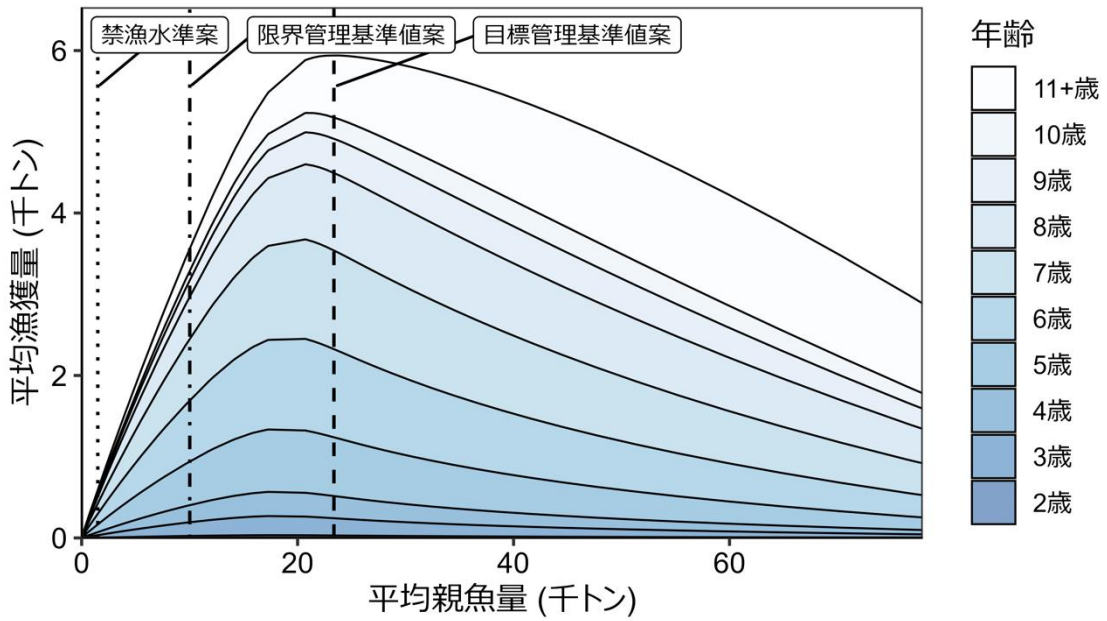
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。親魚量が SBlimit 以下では 4~8 歳魚が多くを占めるが、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられ、SBmsy 達成時においては 5 歳以上の漁獲が主体となると推測された。

引用文献

白川北斗、内藤大河、八木佑太、吉川 茜、佐久間啓、藤原邦浩 (2022) 令和 4 (2022) 年度アカガレイ日本海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構. 1-40. FRA-SA2022-BRP13-01.
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221031/FRA-SA2022-BRP13-01.pdf



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)



補足図 3-2. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係 (漁獲量曲線)

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2023 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2024～2035 年の将来予測計算を行った（補足資料 5）。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、1,000 回の繰り返し計算を行った。

2024 年の漁獲圧は現状の漁獲圧（F2021-2023）を仮定し、2024 年に予測される資源量と現状の漁獲圧から同年の漁獲量を算出した。2025 年以降の漁獲圧は、下記の漁獲管理規則案に従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。なお、将来予測の計算方法は補足資料 5 に示した。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議」により提案された漁獲管理規則を示す。

(3) 2025 年の予測値

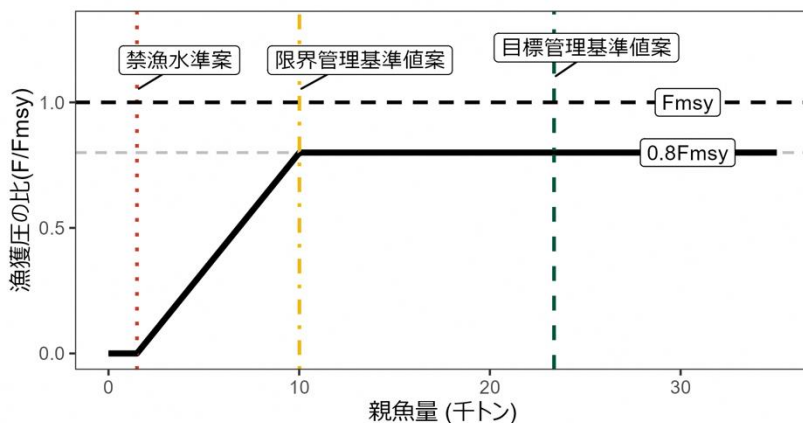
漁獲管理規則案に基づき試算された 2025 年の平均漁獲量は、 β を 0.8 とした場合には 6.6 千トン、 β を 1.0 とした場合には 8.0 千トンであった（補足表 6-4）。2025 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 34 千トンと見込まれた（補足表 4-2）。

(4) 2026 年以降の予測

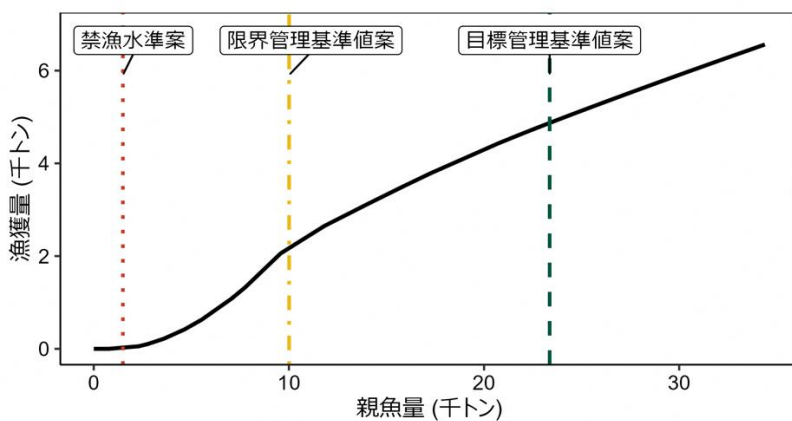
2025 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1～4-3 に示す。

漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2035 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 29 千トン（90%予測区間は 21 千～38 千トン）であり、 β を 1.0 とした場合には平均 24 千トン（90%予測区間は 17 千～31 千トン）である。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は、2035 年において $\beta=1.0$ の場合を除き、いずれの β でも 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率はいずれの β においても 50%を上回る。現状の漁獲圧（F2021-2023）を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は平均 45 千トン（90%予測区間は 40 千～59 千トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 100%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合

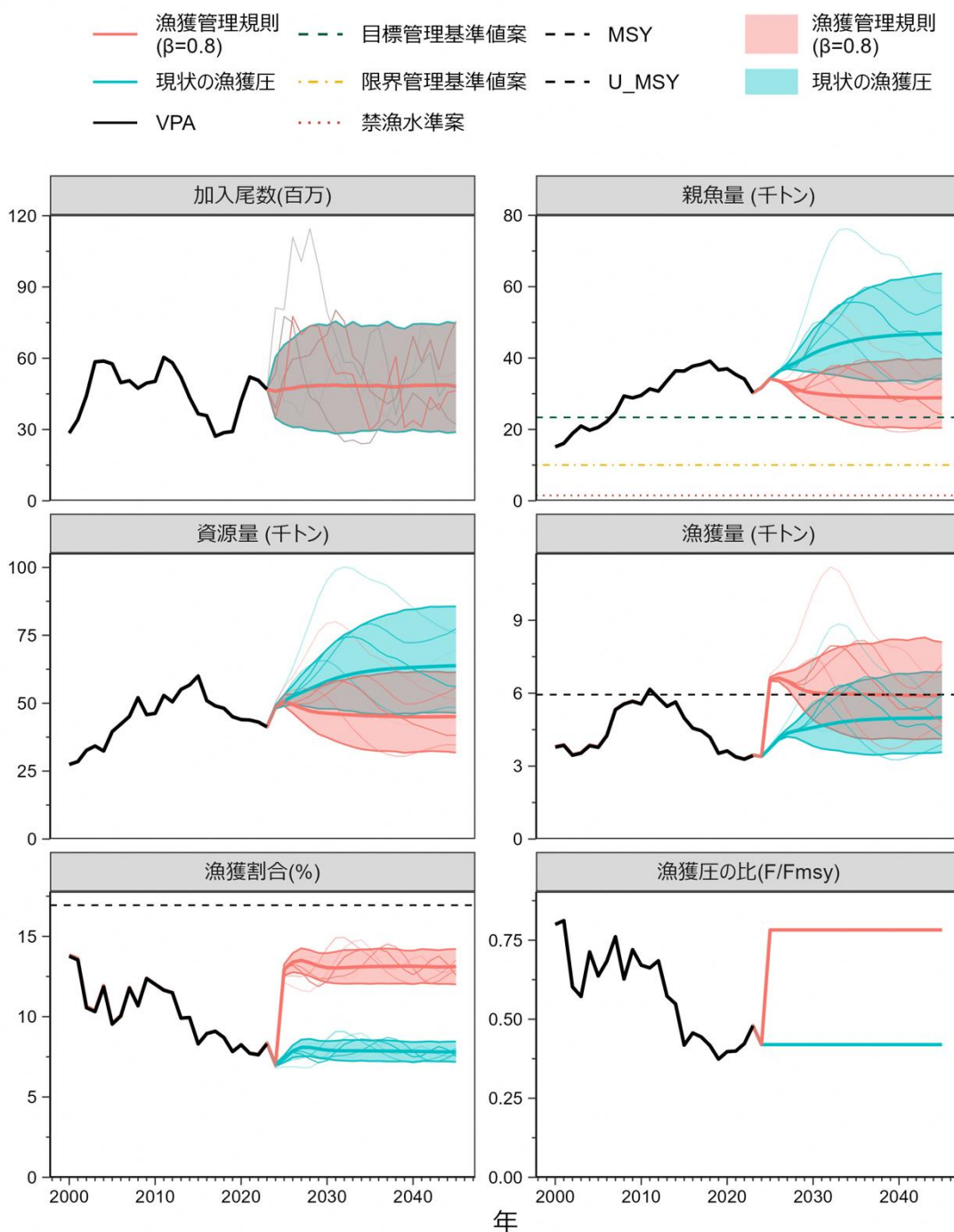


b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案

目標管理基準値 (SBtarget) 案は HS 型再生産関係に基づき算出した SBmsy である。限界管理基準値 (SBlimit) 案および禁漁水準 (SBban) 案には、それぞれ標準値を用いている。調整係数 β には標準値である 0.8 を用いた。黒破線は Fmsy、灰色破線は 0.8Fmsy、黒太線は HCR、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。



補足図 4-2. 漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合 (赤線) と現状の漁獲圧 (F2021-2023) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色)

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2024 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2021-2023) により仮定した。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	100	100	100	100	100	96	79	66	58	53	51	49	
0.9			100	100	100	100	96	89	81	76	72	70	
0.8			100	100	100	100	100	100	99	96	92	90	88
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	97
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 3.4 千トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.45$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 将来の平均親魚量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	32	34	32	30	28	27	26	25	25	24	24	24	
0.9			33	31	30	28	28	27	27	27	27	26	26
0.8			34	32	31	31	30	30	30	30	29	29	29
0.7			34	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33
0.6			35	35	35	35	35	36	36	36	36	37	37
0.5			36	37	37	37	38	39	40	40	41	41	41
0.4			37	38	40	41	43	44	45	46	47	47	47
0.3			37	40	42	45	47	49	51	52	53	54	54
0.2			38	42	45	48	52	55	57	59	61	62	62
0.1			39	44	48	52	57	61	64	67	70	72	72
0.0			40	46	51	57	63	68	73	77	80	84	84
現状の漁獲圧			36	38	39	40	41	42	43	44	45	45	45

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の親魚量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 32 千トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.45$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 将来の平均漁獲量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	3.4	8.0	7.8	7.3	6.9	6.6	6.4	6.3	6.3	6.2	6.2	6.2
0.9		7.3	7.2	6.9	6.6	6.4	6.3	6.2	6.2	6.1	6.1	6.1
0.8		6.6	6.6	6.5	6.3	6.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
0.7		5.8	6.0	6.0	5.9	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8
0.6		5.0	5.3	5.4	5.4	5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5
0.5		4.3	4.6	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0	5.1
0.4		3.4	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5
0.3		2.6	2.9	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8
0.2		1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.9
0.1		0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		3.8	4.1	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 3.4 千トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta=0.45$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測における各種設定には補足表 5-1 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、ABCWG（水産研究・教育機構 2024）に基づき、統計ソフトウェア R（version 4.3.2）用計算パッケージ *frasyr*（version 2.4.0）を用いて実施した。将来予測における加入量は、令和 4 年 10 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において提案されたホッケー・スティック型再生産関係（白川ほか 2022）と年々推定される親魚量から求めた。将来予測における漁獲係数 F は、「令和 6（2024）年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2024-ABCWG02-02）」における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」にて提案された各種管理基準値案の推定に用いた値を引き続き用いた。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（(1) - (3) 式）を用いた。

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

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

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

引用文献

- 水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度 ABC 算定のための基本規則. FRA-SA2024-ABCWG02-02, 水産研究・教育機構, 11pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-02.pdf (last accessed 14 August, 2024)
- 白川北斗、内藤大河、八木佑太、吉川 茜、佐久間啓、藤原邦浩 (2022) 令和 4 (2022) 年度アカガレイ日本海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構. 1-40. FRA-SA2022-BRP13-01. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221031/FRA-SA2022-BRP13-01.pdf

補足表 5-1. 将来予測のパラメータ

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2021-2023 (注 3)	平均 体重 (g)	自然 死亡 係数	成熟 割合
2 歳	0.11	0.03	0.01	20	0.14	0
3 歳	0.16	0.07	0.03	81	0.14	0
4 歳	0.21	0.08	0.03	118	0.14	0.04
5 歳	0.37	0.16	0.06	204	0.14	0.43
6 歳	0.58	0.24	0.10	273	0.14	0.89
7 歳	0.84	0.36	0.17	317	0.14	0.98
8 歳	1.00	0.41	0.20	367	0.14	1
9 歳	0.63	0.27	0.13	400	0.14	1
10 歳	0.53	0.22	0.11	445	0.14	1
11+ 歳	0.37	0.16	0.07	639	0.14	1

注 1: 令和 4 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した Fcurrent の選択率 (すなわち、令和 4 年度資源評価での Fcurrent の選択率)。

注 2: 令和 4 年度研究機関会議で推定された Fmsy (すなわち、令和 4 年度資源評価での Fcurrent に Fmsy/Fcurrent を掛けたもの)。

注 3: 本系群では 2021~2023 年の F の平均値を現状の漁獲圧としており、この F 値を 2024 年の漁獲量の仮定に使用した。

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ホッケー・スティック型	最小二乗法	有	3.015	16010	0.167	0.808

a と b は各再生産関係式の推定パラメータ、S.D. は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	23 千トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	10 千トン	限界管理基準値案。MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)
SBban 案	1.5 千トン	禁漁水準案。MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳, 11 歳以上) = (0.03, 0.07, 0.08, 0.16, 0.24, 0.36, 0.41, 0.27, 0.22, 0.16)	
%SPR	21%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	6 千トン	最大持続生産量

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	30 千トン	2023 年の親魚量
F2023	2023 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳, 11 歳以上) =(0.02, 0.03, 0.03, 0.06, 0.11, 0.19, 0.23, 0.15, 0.12, 0.08)	
U2023	8%	2023 年の漁獲割合
%SPR (F2023)	40.5%	2023 年の%SPR
%SPR (F2021-2023)	43.7%	現状(2021~2023 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2023/ SBmsy (SBtarget 案)	1.30	最大持続生産量を実現する親魚量(SBmsy、目標管理基準値案)に対する 2023 年の親魚量の比
F2023/ Fmsy	0.48	SBmsy を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2023 年の漁獲圧の比
親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る	
親魚量の動向	減少	

* 本系群では 2021~2023 年の F の平均値を現状の漁獲圧としており、この F 値を 2024 年の漁獲量の仮定に使用した。

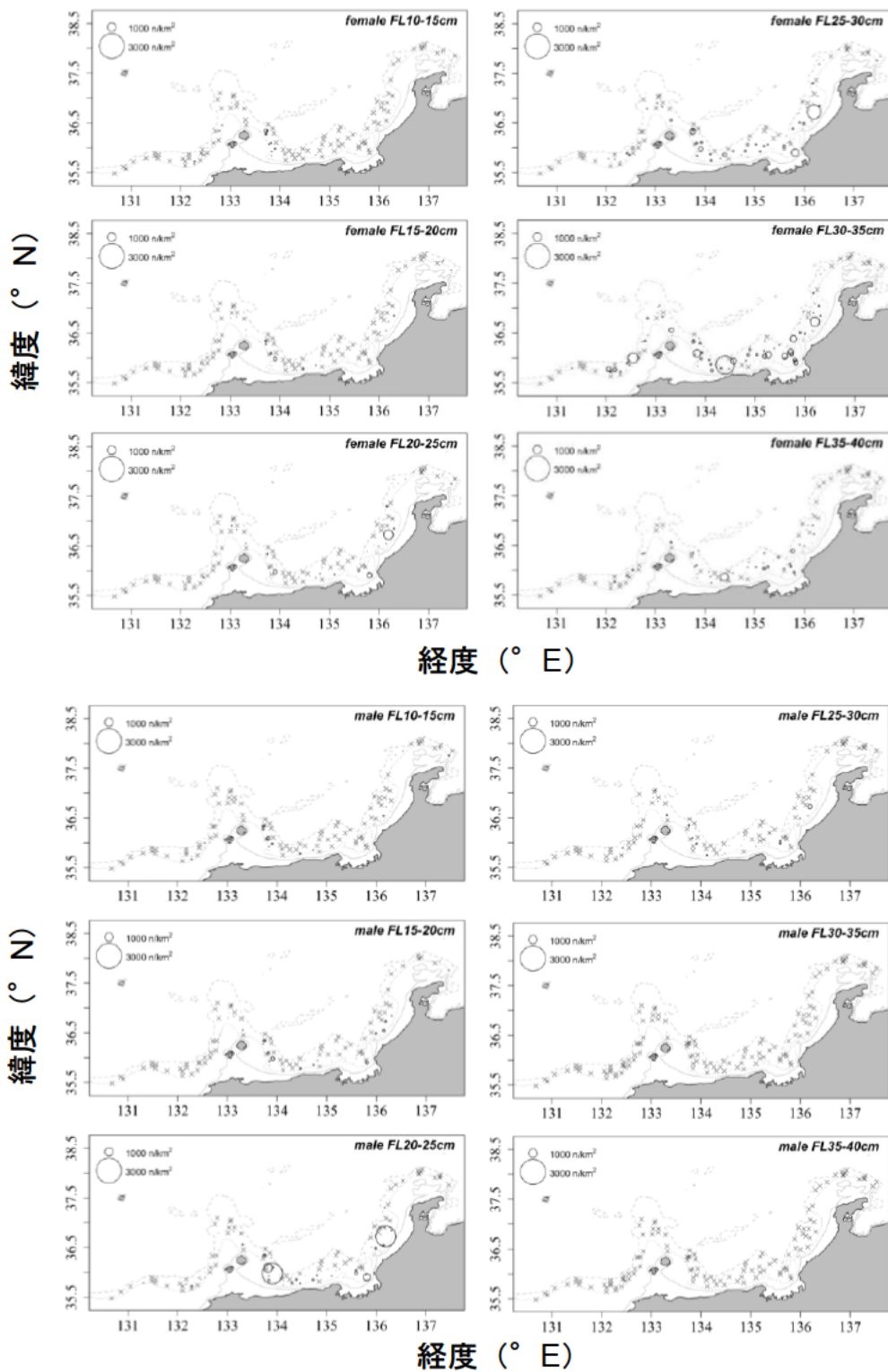
補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

2025 年の親魚量(予測平均値):34 千トン			
項目	2025 年の 平均漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2025 年の 漁獲割合(%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)			
$\beta=0.8$	7	0.78	13
上記と異なる β を使用した場合			
$\beta=1.0$	8	0.98	16
$\beta=0.6$	5	0.59	10
$\beta=0.4$	3	0.39	7
$\beta=0.2$	2	0.20	3
$\beta=0.0$	0	0	0
F2021-2023	4	1	7

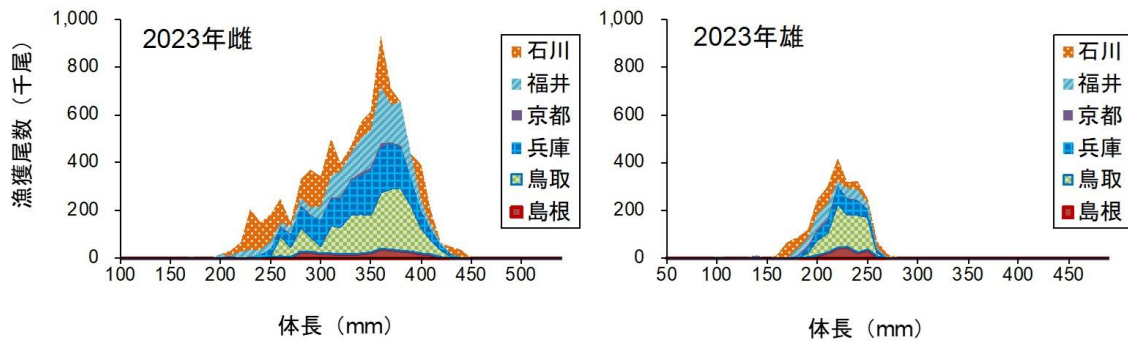
補足資料 7 調査結果の概要

2024 年のトロール調査の結果に基づく体長階級（5cm 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 7-1 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（補足図 7-2）の体長 35 cm 以上の個体は東経 132 度以西にかけて多くみられた。加入直後の 2 歳魚に相当する体長 10~15 cm の個体では、但馬沖や隠岐周辺に散見され、大型の個体とは異なった。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 の個体は隠岐東方、若狭湾東部および金沢沖に多かった。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特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。

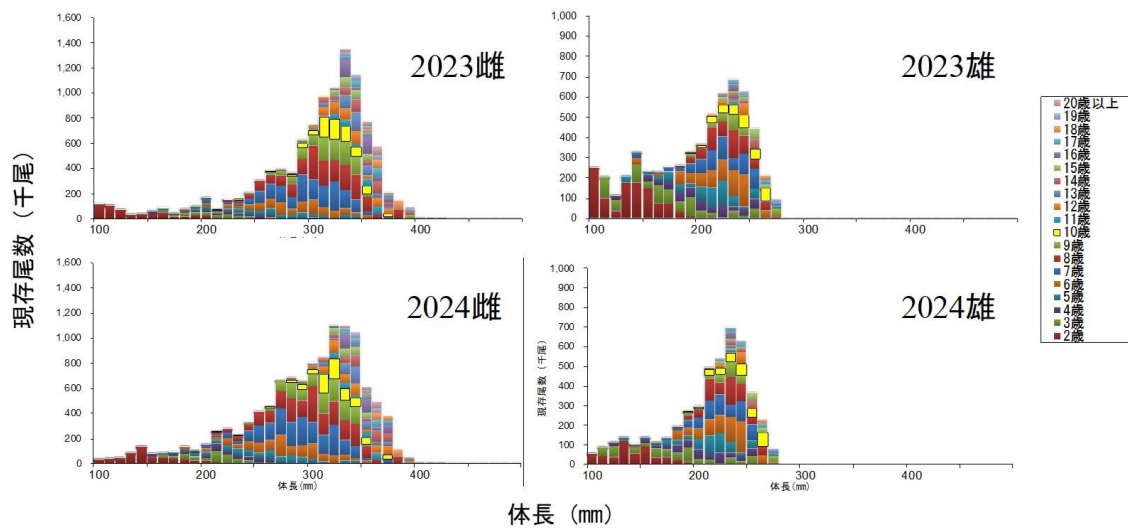
これらのトロール調査に基づき面積密度法で求めた 2022 年および 2023 年の体長組成を得た（補足図 7-3）。はじめに、いずれの年齢群も最大と最小の間が 100 mm 前後あり、成長の個体差が大きい。2023 年および 2024 年ともに、雌では 6~9 歳が多かった。そして、雌雄ともに 11 歳以上の高齢個体も出現していることが確認できる。今後は浅い海域の調査の拡充を検討するとともに、今後複数年の耳石データを合算した Key を定期的に作成していくことで、資源量推定の精度向上に繋がると考えられる。



補足図 7-1. トロール調査に基づく雌雄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。



補足図 7-2. 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



補足図 7-3. トロール調査に基づく雌雄の体長階級別の年齢組成

直近年の 2023 および 2024 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。

補足資料 8 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 分柁目）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。

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

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 分柁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。