

令和 5（2023）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（白川北斗・内藤大河・八木佑太・吉川 茜・佐久間啓・藤原邦浩）

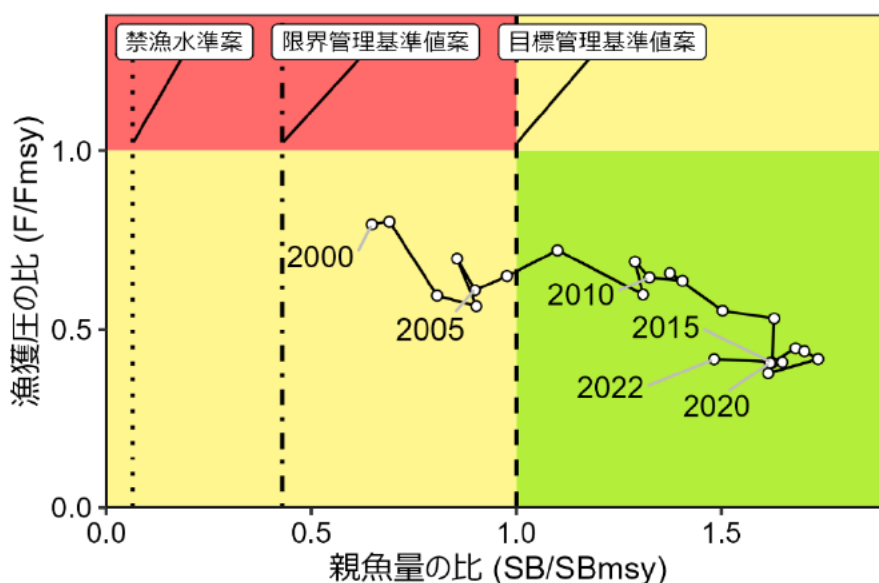
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要 約

本系群の資源状態について、漁業依存情報および 2000～2023 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、2022 年は 3,281 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。資源量は 2000～2015 年は緩やかに増加したが、2018 年から 50,000 トンを下回った。直近 5 年間（2018～2022 年）はやや減少の傾向を示し、2022 年の資源量は 45,307 トンであった。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 2022 年の親魚量は、MSY を実現する水準を上回る。また、本系群に対する 2022 年の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2018～2022 年）の推移から「横ばい」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において提案された値を暫定的に示した。

要 約 図 表



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	23 千トン
2022 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る
2022 年の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2022 年の親魚量の動向	横ばい
最大持続生産量 (MSY)	6 千トン
2024 年の ABC	-
コメント： ・ABC は、本系群の漁獲管理規則が「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。 ・近年の漁獲圧は低く、親魚量は横ばい傾向を示している。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、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 (%)
2018	49	41	4	0.42	8
2019	46	38	4	0.38	8
2020	45	38	4	0.41	8
2021	48	39	4	0.41	8
2022	45	35	3	0.42	7
2023	50	32	3	0.40	6
2024	53	34	-	-	-
・ 2023、2024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 $M = 0.14$ 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、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(廣瀬 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、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 年に

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（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。2014年以降は減少し、2022年は2,217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、2022年は3,281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7）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、2022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、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8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、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（2018～2022年）においても17以上で推移し、2022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 62,103 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。2022 年の資源量は前年をやや下回る 45,307 トンであったが、2019 年からほぼ横ばいだった。

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を続け、2022 年には 5,360.5 万尾であった。

親魚量は 2000 年以降緩やかに増加し、2022 年の親魚量は 34,630 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 以上だったが、近年ではやや減少し、2022 年の F は 0.08 であった。現状の F (F_{current}) は 2020~2022 年の F の平均値 (0.08) とした。

漁獲割合は 2000 年の 14% から緩やかに減少し、2022 年は 7% 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、2022 年には 45% となった。

現状の漁獲圧に対する 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 (F_{msy}) 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 F_{msy} 算出時の値を使用した。 F_{msy} は %SPR に換算すると 22% に相当する。現状の漁獲圧 (F_{current} : $F_{2020-2022}$) は $F_{0.1}$ 、 $F_{30\% \text{SPR}}$ 、 F_{msy} 、 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ケ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

現在の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy) および MSY を実現する漁獲量として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値 (白川ほか 2022a) 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 を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-8 に示す。また、2022 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示した。本系群における 2022 年の親魚量は MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を上回っており、2022 年の親魚量は SBmsy の 1.48 倍である。

また 2022 年の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を下回っており、2022 年の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧の 0.42 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 (2018~2022 年) の推移から横ばいと判断される。

5. 資源評価のまとめ

親魚量は 2018 年以降横ばい傾向を示し、2022 年の親魚量は MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を上回った。当系群に対する漁獲圧は近年低下傾向にあり、評価開始年の 2000 年以降全ての年において MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を下回っている。親魚量は横ばい傾向にあると判断される。

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.

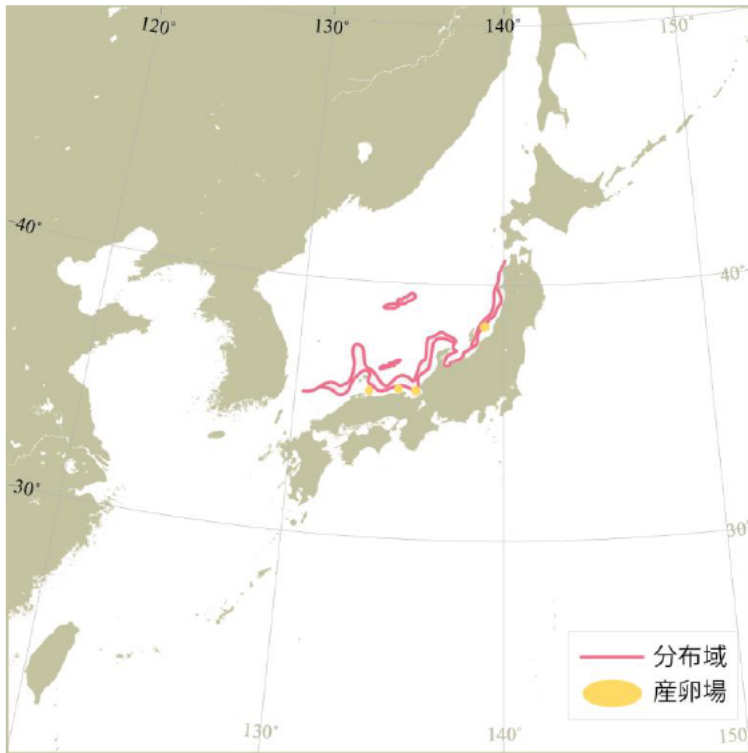


図 2-1. アカガレイ日本海系群の分布

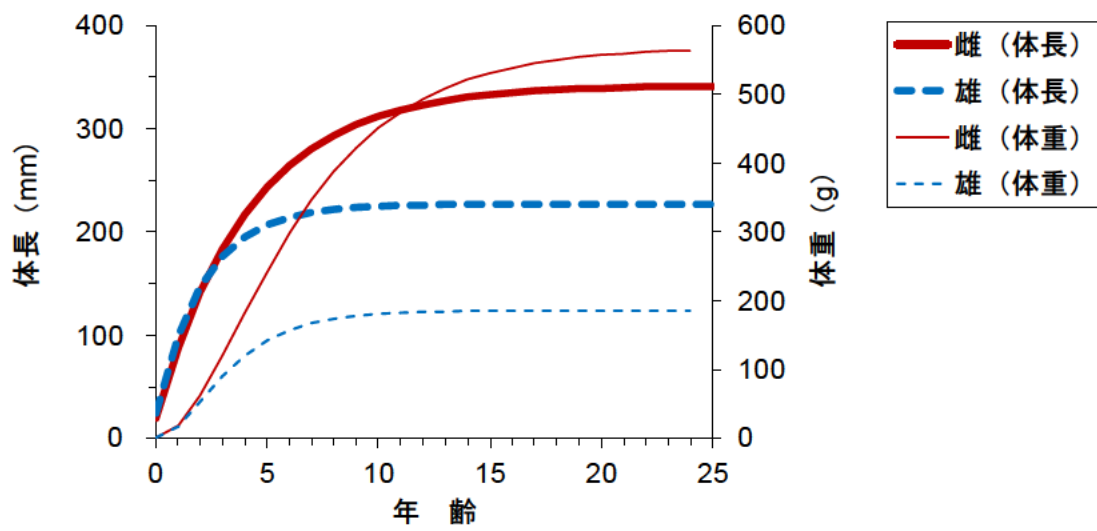


図 2-2. 年齢と成長

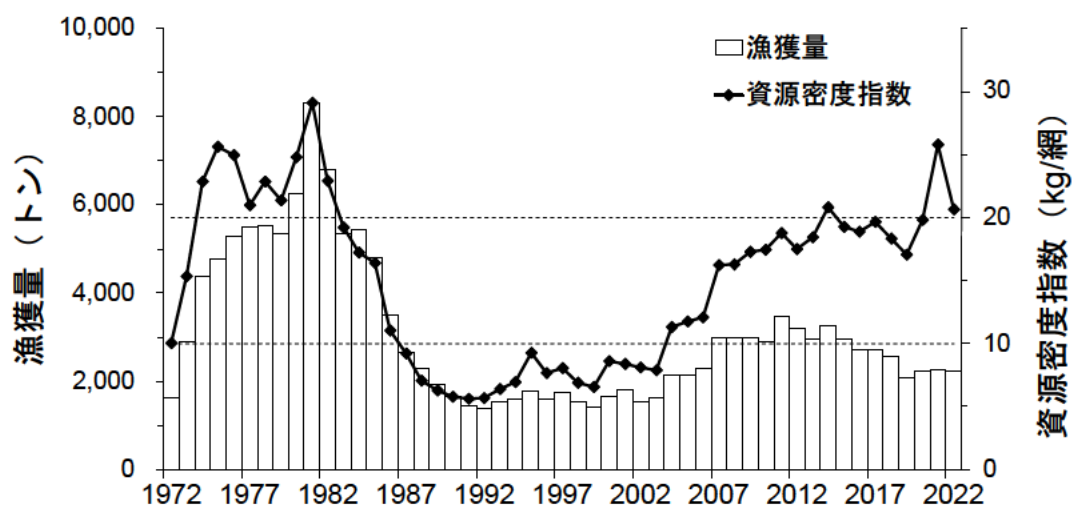


図 3-1. 日本海における沖底（1 そうびき）の漁獲量と資源密度指数

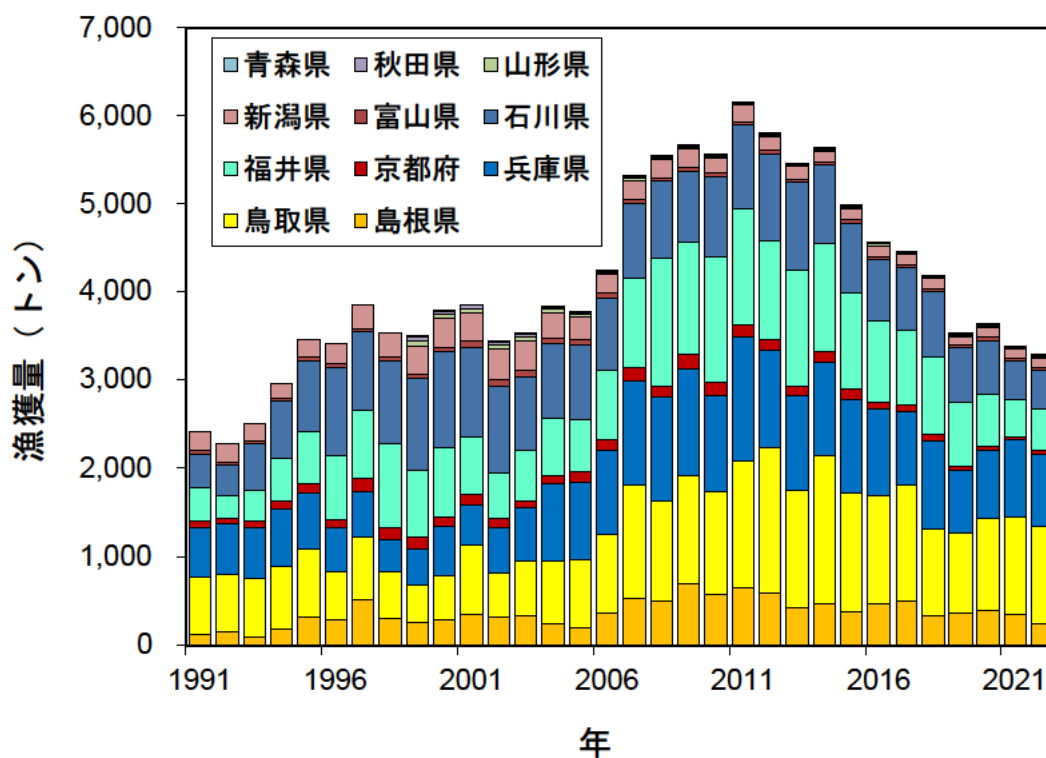


図 3-2. 日本海におけるアカガレイの府県別漁獲量
 青森県、秋田県、山形県については 1998 年以前の統計資料はない。

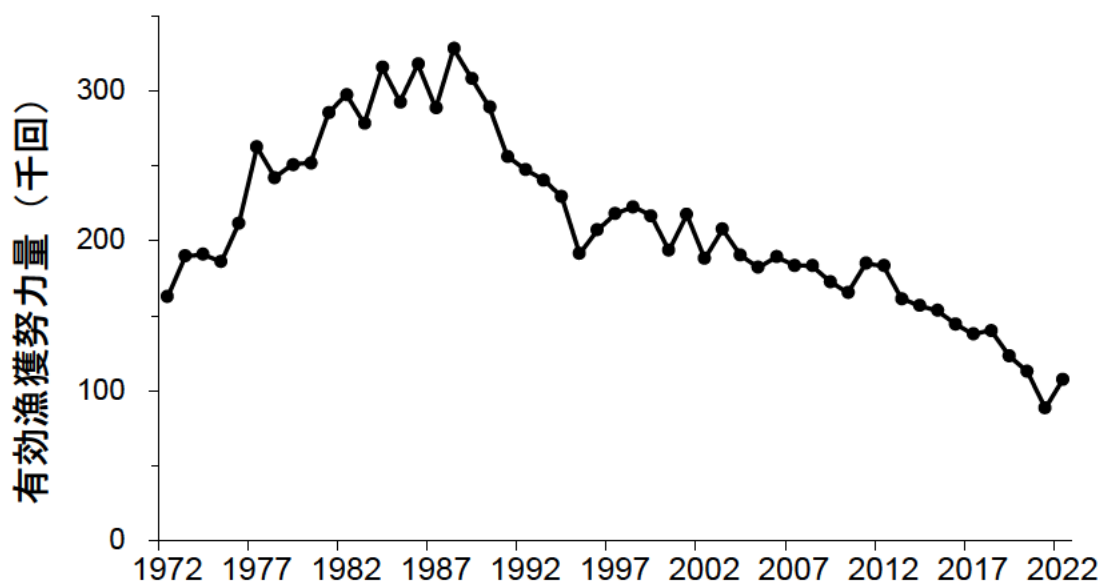


図 3-3. 日本海における沖底（1 そうびき）のアカガレイに対する有効漁獲努力量の推移

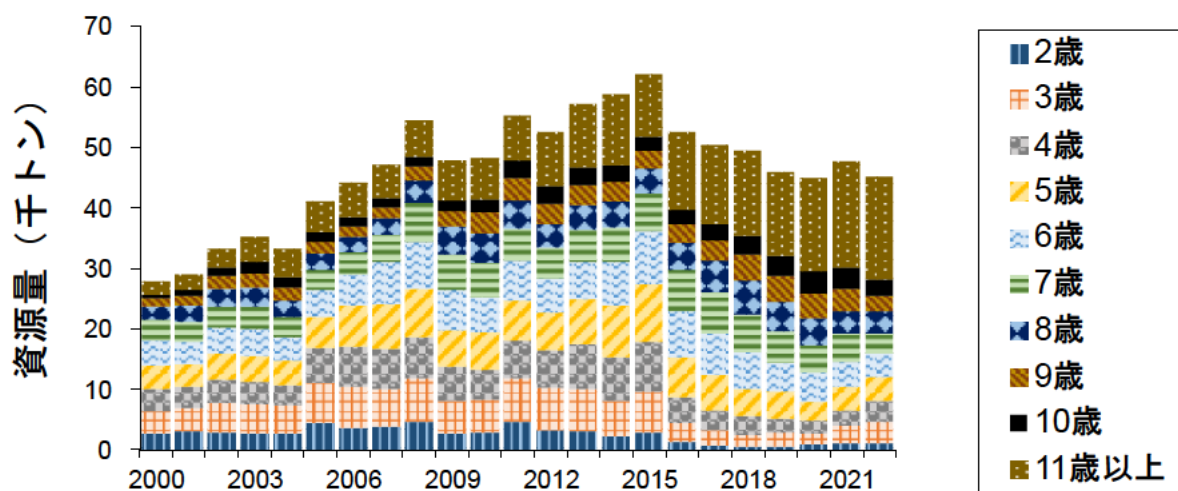


図 4-1. 年齢別資源量の推移

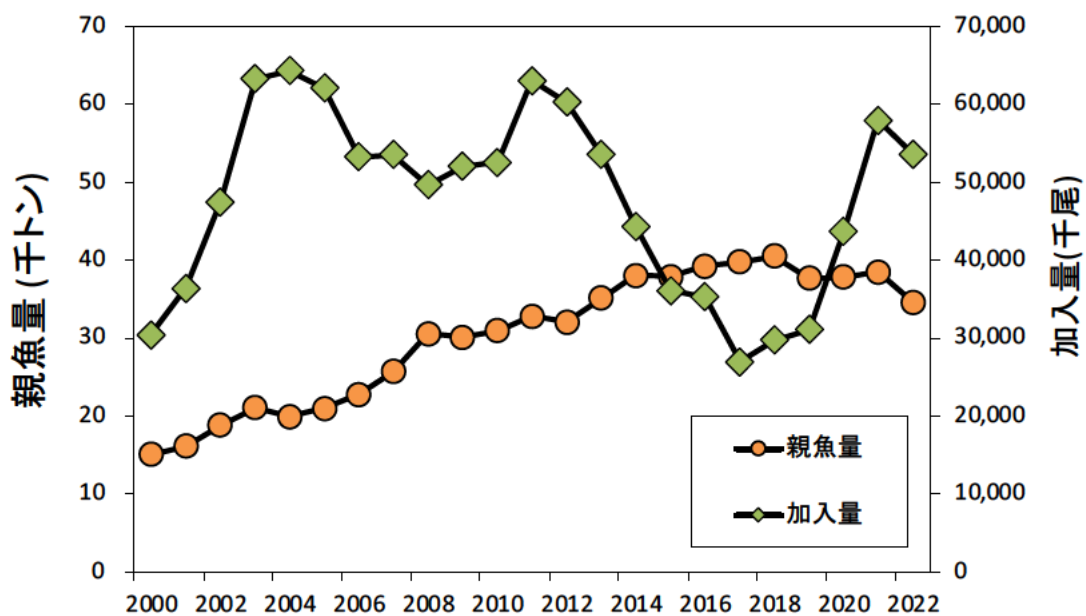


図 4-2. 親魚量および加入量 (2 歳魚資源尾数) の推移

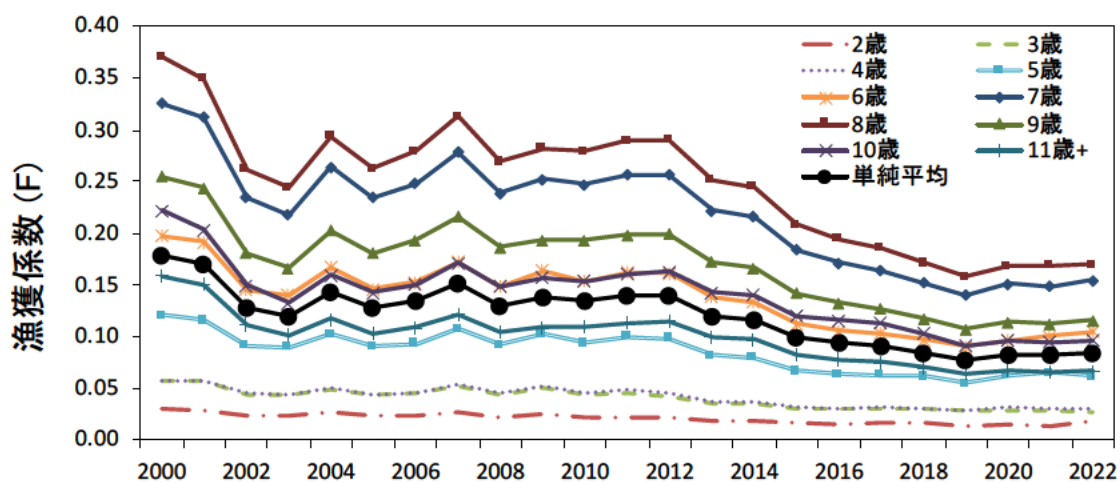


図 4-3. 年齢別漁獲係数 F の推移

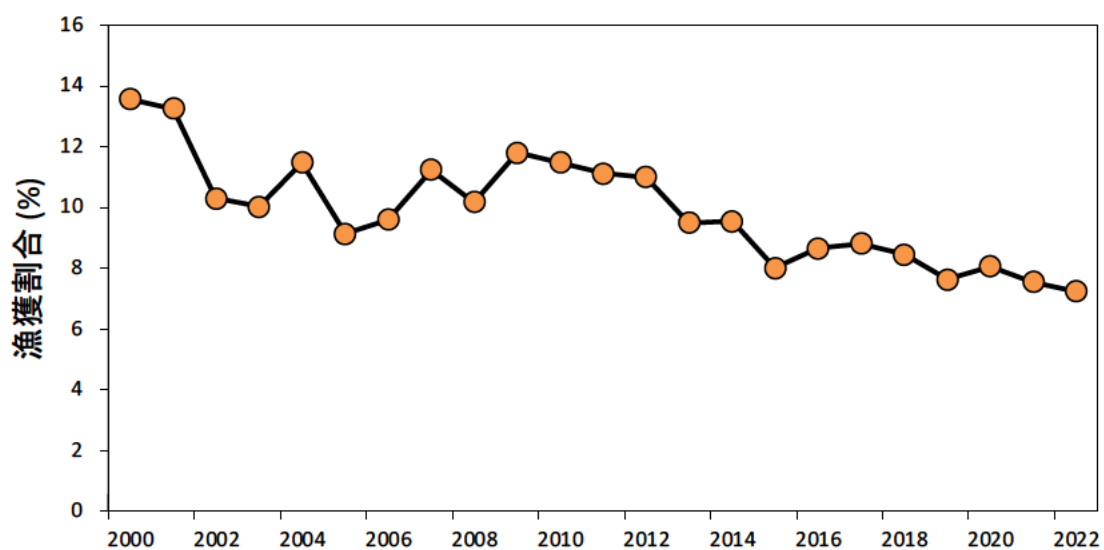


図 4-4. 漁獲割合の推移

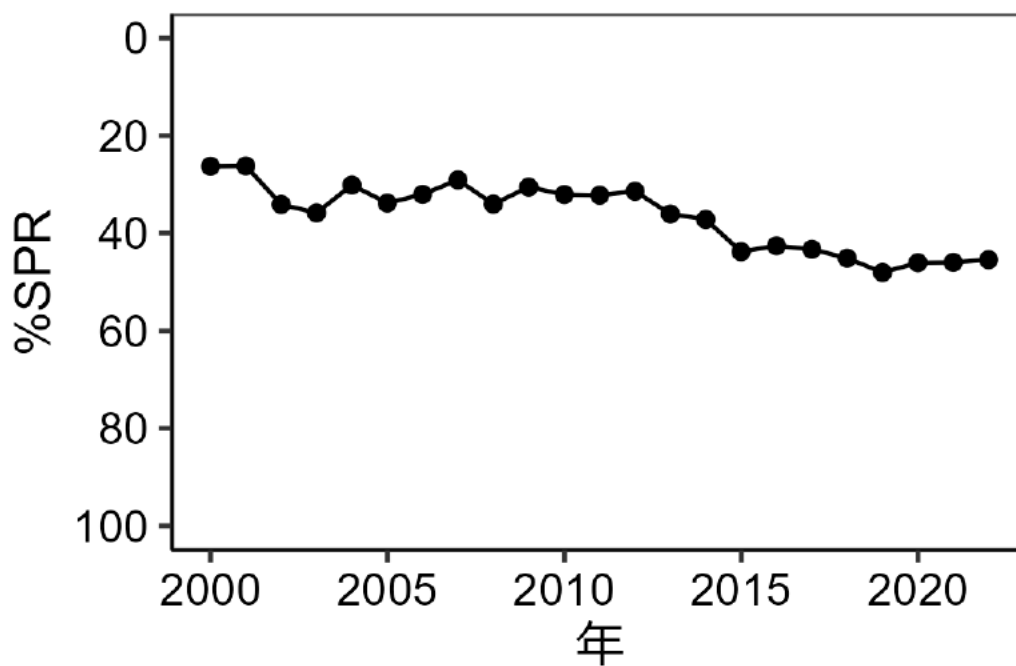


図 4-5. %SPR の推移 %SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、F が高い（低い）と %SPR は小さく（大きく）なる。

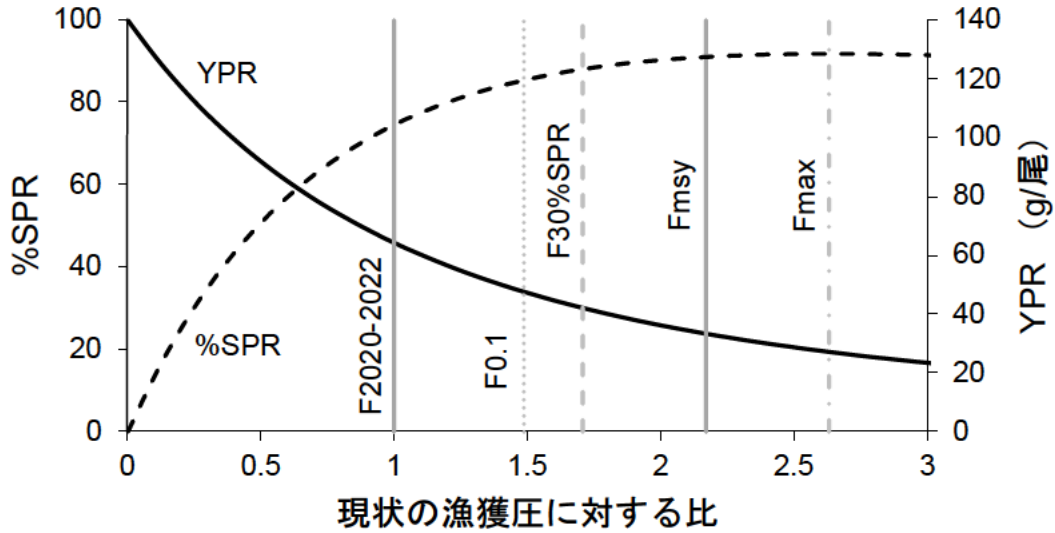
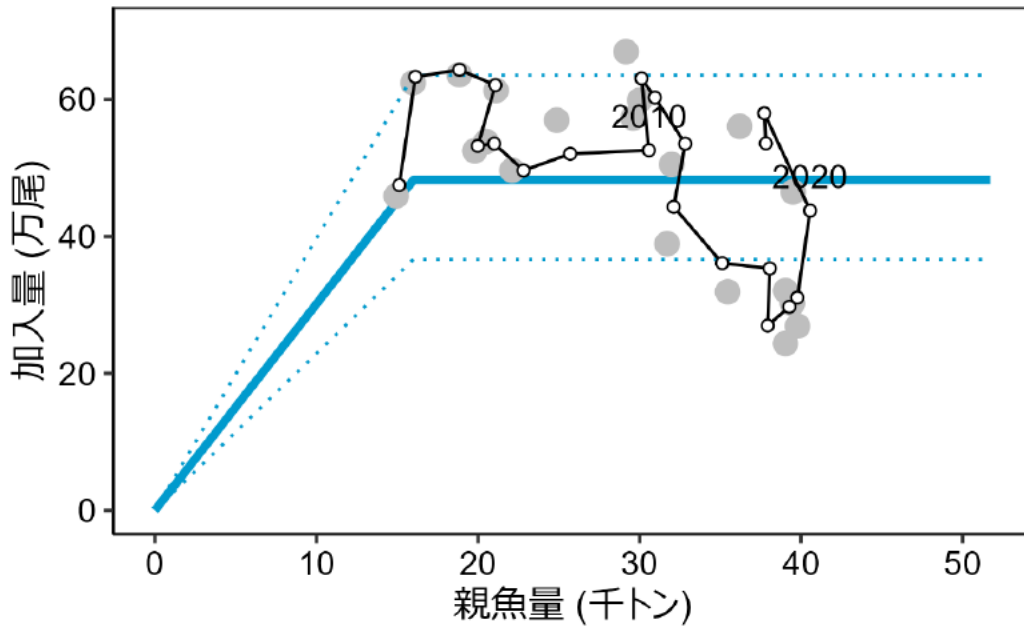


図 4-6. 現状の漁獲圧（F2020-2022）に対する YPR、%SPR の関係



関数形: HS, 自己相関: 1, 最適化法L2, AICc: -3.04

図 4-7. 親魚量と加入量の関係

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」(白川ほか 2022a)で提案された再生産関係式と再生産関係のプロット(灰色の丸印)。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。黒実線と白丸印は今年度の資源評価において推定された2000~2020年の親魚量と翌々年(2002~2022年)の加入量のプロット。

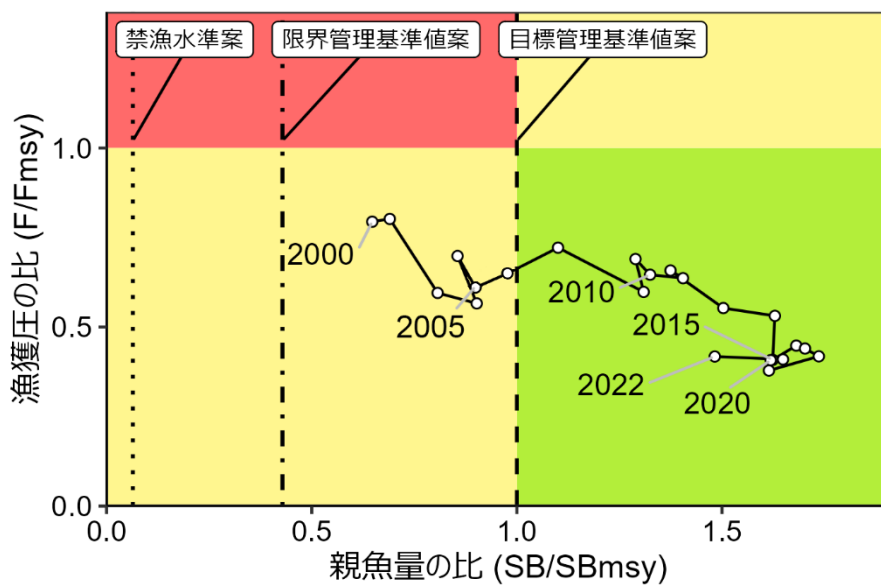


図 4-8. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

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	20.6	20,228	107,526

*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	1,098	821	52	468	441	30	98	23	5	1	3,281

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。

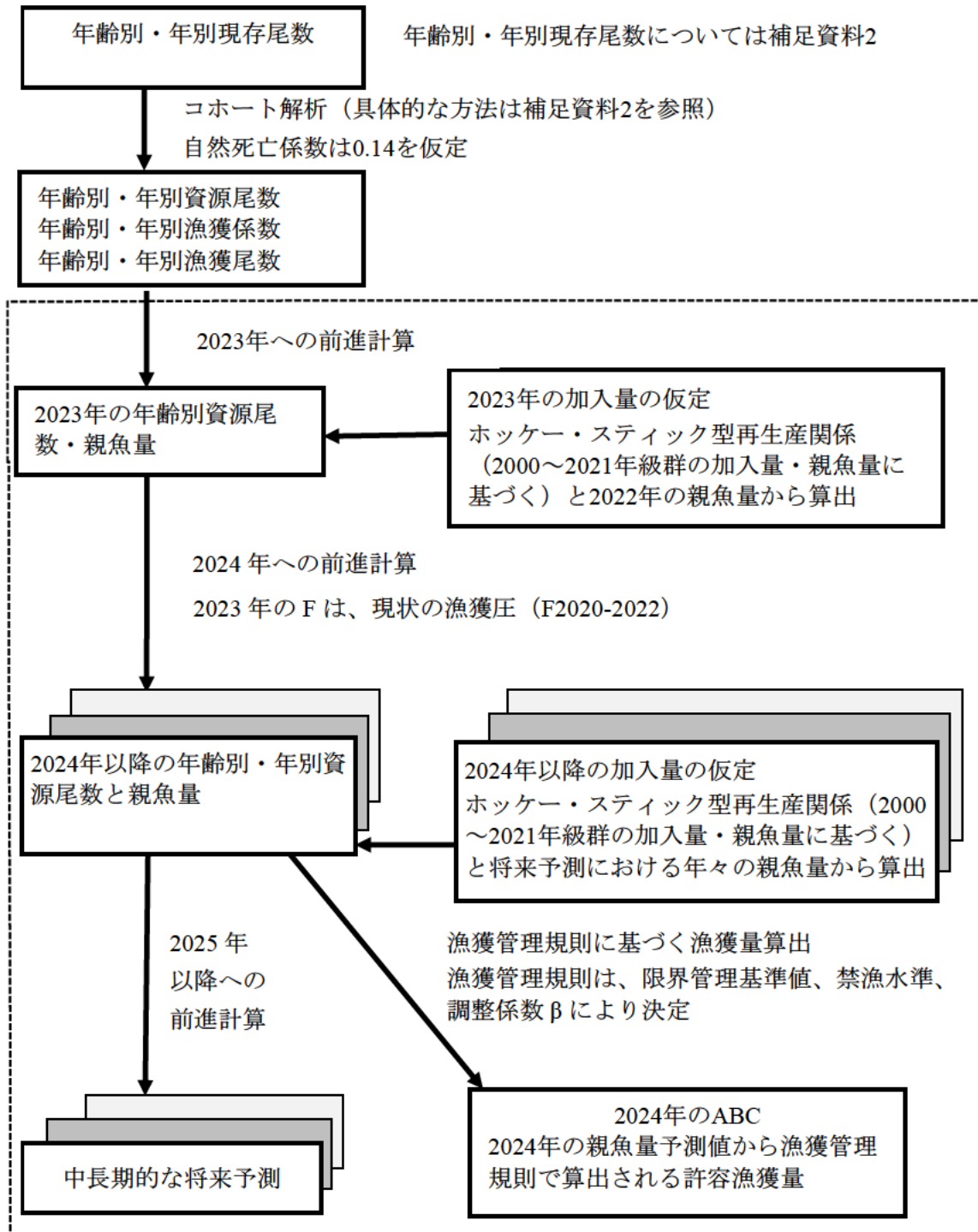
1991～2012年の青森県～富山県および2012年以降の石川県～島根県は、各府県による集計値。

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	27,838	15,125	30,462	0.79	14
2001	3,852	29,018	16,126	36,427	0.80	13
2002	3,445	33,398	18,849	47,515	0.60	10
2003	3,530	35,191	21,078	63,316	0.57	10
2004	3,838	33,397	19,985	64,349	0.70	11
2005	3,769	41,200	21,007	62,097	0.61	9
2006	4,246	44,165	22,817	53,240	0.65	10
2007	5,316	47,249	25,706	53,569	0.72	11
2008	5,551	54,504	30,580	49,644	0.60	10
2009	5,662	47,929	30,117	52,089	0.69	12
2010	5,555	48,317	30,948	52,596	0.65	11
2011	6,158	55,301	32,822	63,083	0.64	11
2012	5,800	52,696	32,110	60,287	0.66	11
2013	5,454	57,350	35,117	53,557	0.55	10
2014	5,637	58,940	38,054	44,330	0.53	10
2015	4,979	62,103	37,928	36,093	0.41	8
2016	4,557	52,575	39,272	35,333	0.45	9
2017	4,453	50,469	39,769	26,989	0.44	9
2018	4,185	49,424	40,556	29,740	0.42	8
2019	3,521	46,047	37,714	31,083	0.38	8
2020	3,625	44,928	37,815	43,780	0.41	8
2021	3,616	47,819	38,514	57,995	0.41	8
2022	3,281	45,307	34,630	53,605	0.42	7

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。

(http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html)

補足資料 2 調査方法と資源量の計算方法

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、2000～2023年の5～6月に日本海西部の水深190～550 m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190～300 m、300～400 m、400～550 m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20 mm、曳網時の袖先間隔が約17 m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。

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 ($N'_{t,a}$) 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)。

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

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

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 ($N_{\text{最新年},a}$) を年齢別現存尾数の観測値 ($N'_{\text{最新年},a}$) で除した値(比)の平均を、年齢別現存尾数の観測値 ($N'_{\text{最新年},2}$) 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 ($F_{a,t}$) 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。

$$Y_t = \sum_{a=2}^{20} C_{t,a} w_{t,a} \quad (13)$$

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 ($F_{a,t}$) 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。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。

・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

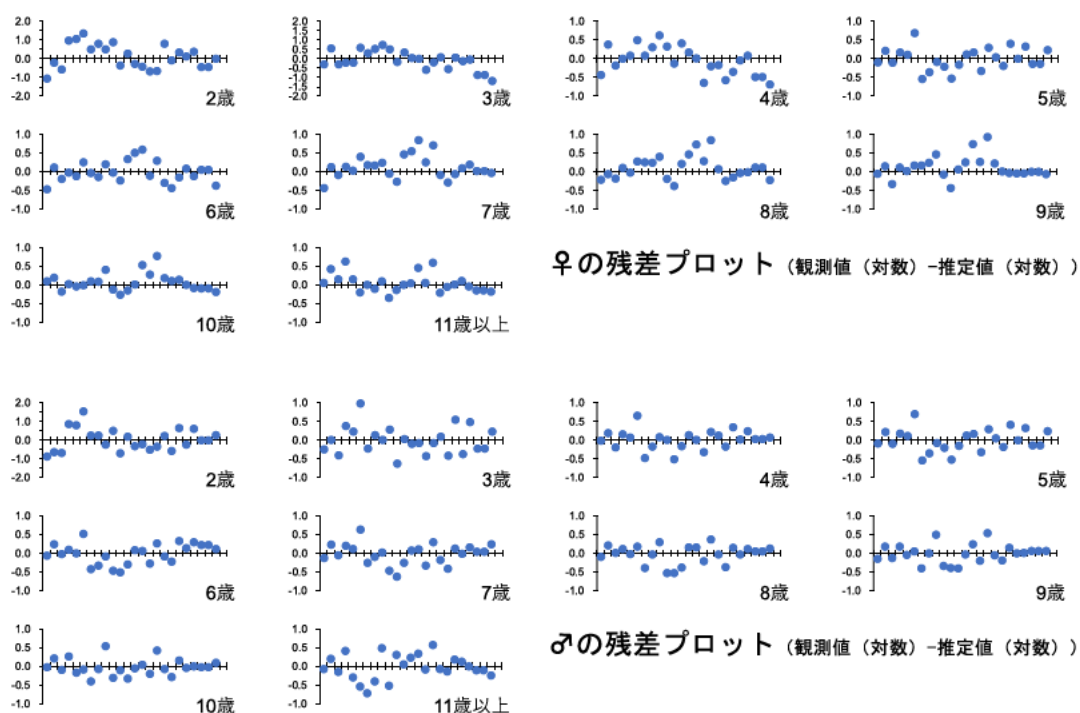
重量、成熟率、年齢別 M においても、同様の方法で加重平均したものを本系群の値とした。

・日本海系群の年齢別資源尾数、親魚量および年齢別漁獲尾数 F

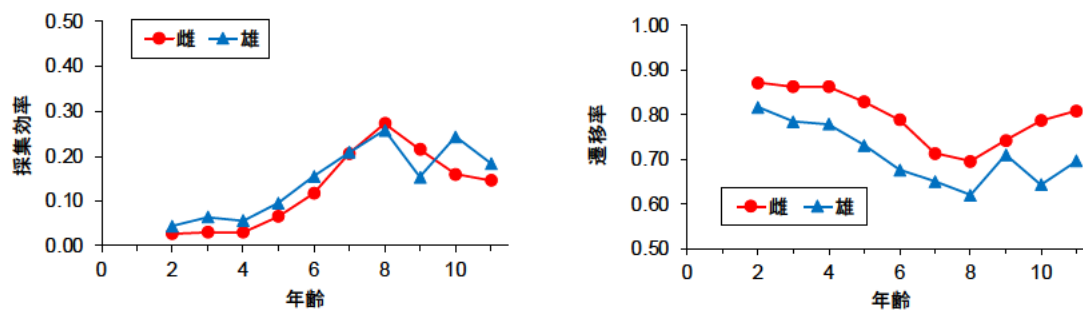
日本海北部海域の年別資源量を日本海西部海域の年齢別資源量の年齢別の割合を用いて日本海北部海域の資源量を年齢別に分解した。得られた北部の年齢別資源量に雌雄合算の年齢別平均重量を除算することで、日本海北部海域の年齢別資源尾数を求めた。これら日本海北部海域と日本海西部海域の年齢別資源尾数を合算し、日本海系群の年齢別資源尾数とした。これらの資源尾数、平均重量および成熟率から親魚量を算出した。最後に、上記より算出された年齢別漁獲尾数、年齢別資源尾数、年齢別 M をもとに、Pope の式から日本海系群全体の年別年齢別 F を求めた。

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 2000～2023 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（雌雄込み 2000～2011 年）

年齢別漁獲尾数 (千尾)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	841	966	1,009	1,315	1,556	1,325	1,137	1,307	1,018	1,211	1,029	1,279
3歳	1,271	1,341	1,284	1,607	2,347	2,182	2,119	2,105	1,787	1,921	1,680	1,924
4歳	1,024	1,065	938	1,068	1,500	1,728	1,829	2,046	1,506	1,753	1,389	1,650
5歳	1,782	1,730	1,460	1,488	1,955	2,165	2,913	3,433	2,857	2,778	2,495	2,616
6歳	2,262	2,212	1,775	1,741	2,082	2,163	2,771	4,109	3,697	3,913	3,103	3,521
7歳	2,822	2,607	2,095	1,941	2,276	2,123	2,597	3,553	4,158	4,506	4,093	3,920
8歳	1,659	2,113	1,619	1,500	1,718	1,564	1,688	2,189	2,395	3,356	3,287	3,466
9歳	666	793	834	728	843	751	791	901	936	1,208	1,564	1,740
10歳	325	401	386	457	500	444	456	514	468	587	692	1,024
11歳	491	542	512	568	804	807	918	1,079	990	1,082	1,137	1,407
計	13,144	13,769	11,913	12,413	15,580	15,252	17,219	21,239	19,811	22,315	20,468	22,547

年齢別漁獲量 (トン)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	76	82	63	57	64	93	78	92	97	63	58	95
3歳	191	197	191	191	215	274	280	295	285	244	212	286
4歳	184	181	166	151	153	232	275	326	275	265	208	285
5歳	427	383	351	341	367	417	568	706	652	550	511	579
6歳	664	603	525	543	558	559	681	1,032	1,009	937	780	922
7歳	950	834	704	709	743	660	763	1,022	1,299	1,251	1,179	1,135
8歳	599	755	603	615	649	558	561	703	817	1,050	1,073	1,100
9歳	266	317	354	329	357	305	307	328	361	435	582	615
10歳	142	178	180	232	237	202	201	212	200	237	291	404
11歳	279	323	308	361	495	469	532	599	556	629	661	735
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	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
3歳	0.06	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04
4歳	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05
5歳	0.12	0.12	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.11	0.09	0.10	0.09	0.10
6歳	0.20	0.19	0.15	0.14	0.17	0.15	0.15	0.17	0.15	0.16	0.15	0.16
7歳	0.33	0.31	0.23	0.22	0.26	0.23	0.25	0.28	0.24	0.25	0.25	0.26
8歳	0.37	0.35	0.26	0.24	0.29	0.26	0.28	0.31	0.27	0.28	0.28	0.29
9歳	0.26	0.24	0.18	0.17	0.20	0.18	0.19	0.22	0.19	0.19	0.19	0.20
10歳	0.22	0.20	0.15	0.13	0.16	0.14	0.15	0.17	0.15	0.16	0.15	0.16
11歳	0.16	0.15	0.11	0.10	0.12	0.10	0.11	0.12	0.10	0.11	0.11	0.11
単純平均	0.18	0.17	0.13	0.12	0.14	0.13	0.13	0.15	0.13	0.14	0.13	0.14

年齢別資源尾数 (千尾)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	30,462	36,427	47,515	63,316	64,349	62,097	53,240	53,569	49,644	52,089	52,596	63,083
3歳	24,576	26,095	32,054	40,024	52,289	54,033	51,432	44,482	45,243	42,027	42,351	47,422
4歳	20,051	20,707	22,537	26,544	32,446	43,184	43,953	42,141	36,817	37,558	33,450	37,291
5歳	16,806	16,933	17,910	18,646	21,544	26,787	35,215	36,068	34,887	30,550	29,909	29,410
6歳	13,515	13,597	14,070	14,219	14,484	17,060	20,915	27,750	28,635	27,715	23,273	25,182
7歳	10,867	10,389	10,717	10,630	10,498	10,868	12,654	15,625	20,958	21,607	20,017	18,560
8歳	5,735	7,660	7,515	7,423	7,220	7,251	7,405	8,707	10,857	14,608	14,425	14,748
9歳	3,166	3,919	5,400	5,073	4,908	4,865	4,815	4,956	5,894	7,363	9,509	10,353
10歳	1,745	2,337	2,975	3,935	3,623	3,570	3,496	3,490	3,630	4,331	5,191	7,413
11歳	3,588	4,150	5,197	6,296	7,756	8,824	9,513	10,092	10,654	11,235	11,740	14,088
計	130,512	142,216	165,891	196,106	219,117	238,539	242,638	246,879	247,219	249,082	242,461	267,549

年齢別資源量 (トン)												
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2歳	2,746	3,078	2,978	2,746	2,647	4,372	3,660	3,766	4,723	2,707	2,980	4,703
3歳	3,699	3,834	4,765	4,752	4,792	6,774	6,803	6,244	7,204	5,348	5,337	7,058
4歳	3,608	3,510	3,983	3,761	3,308	5,788	6,597	6,716	6,735	5,685	5,002	6,432
5歳	4,027	3,746	4,303	4,278	4,039	5,155	6,863	7,419	7,967	6,051	6,126	6,509
6歳	3,966	3,705	4,161	4,432	3,879	4,410	5,139	6,969	7,819	6,636	5,848	6,595
7歳	3,656	3,324	3,602	3,884	3,428	3,379	3,719	4,493	6,545	5,998	5,769	5,375
8歳	2,071	2,737	2,799	3,044	2,728	2,589	2,463	2,795	3,704	4,568	4,711	4,682
9歳	1,265	1,566	2,291	2,297	2,081	1,973	1,869	1,806	2,272	2,655	3,542	3,661
10歳	764	1,038	1,389	2,001	1,718	1,629	1,542	1,441	1,552	1,751	2,183	2,925
11歳	2,038	2,479	3,129	3,995	4,776	5,131	5,510	5,600	5,984	6,529	6,821	7,361
計	27,838	29,018	33,398	35,191	33,397	41,200	44,165	47,249	54,504	47,929	48,317	55,301

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	144	140	159	150	132	232	264	269	269	227	200	257
5歳	1,731	1,611	1,850	1,840	1,737	2,217	2,951	3,190	3,426	2,602	2,634	2,799
6歳	3,530	3,297	3,703	3,945	3,452	3,925	4,574	6,203	6,958	5,906	5,204	5,869
7歳	3,583	3,258	3,530	3,806	3,360	3,311	3,645	4,403	6,414	5,878	5,653	5,267
8歳	2,071	2,737	2,799	3,044	2,728	2,589	2,463	2,795	3,704	4,568	4,711	4,682
9歳	1,265	1,566	2,291	2,297	2,081	1,973	1,869	1,806	2,272	2,655	3,542	3,661
10歳	764	1,038	1,389	2,001	1,718	1,629	1,542	1,441	1,552	1,751	2,183	2,925
11歳	2,038	2,479	3,129	3,995	4,776	5,131	5,510	5,600	5,984	6,529	6,821	7,361
計	15,125	16,126	18,849	21,078	19,985	21,007	22,817	25,706	30,580	30,117	30,948	32,822

補足表 2-1. (続き) 日本海系群の資源解析結果 (雌雄込み 2012~2022 年)

年齢別漁獲尾数 (千尾)											
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	1,173	891	733	528	494	401	441	384	569	728	897
3歳	2,020	1,659	1,461	1,045	857	826	649	658	707	1,024	1,153
4歳	1,589	1,498	1,427	1,093	882	750	693	504	634	665	845
5歳	2,641	2,370	2,616	2,192	1,865	1,526	1,213	1,063	919	1,110	1,052
6歳	3,179	2,903	3,001	2,938	2,724	2,370	1,866	1,406	1,477	1,237	1,315
7歳	3,916	3,176	3,263	3,058	3,302	3,136	2,625	2,019	1,743	1,809	1,325
8歳	2,971	2,667	2,399	2,208	2,244	2,481	2,293	1,896	1,678	1,435	1,349
9歳	1,645	1,258	1,240	991	982	1,025	1,103	1,013	961	841	648
10歳	1,044	886	761	675	602	623	620	640	671	635	504
11歳	1,665	1,661	1,741	1,545	1,484	1,436	1,368	1,291	1,455	1,589	1,524
計	21,841	18,968	18,642	16,272	15,436	14,573	12,872	10,874	10,815	11,072	10,614

年齢別漁獲量 (トン)											
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	64	53	37	43	18	10	8	6	12	13	20
3歳	268	226	192	187	89	74	54	60	48	76	85
4歳	256	252	236	232	114	97	85	64	62	73	92
5歳	553	538	616	582	390	324	254	222	177	228	221
6歳	778	774	846	871	717	633	514	377	422	354	373
7歳	1,085	946	1,030	960	983	948	833	632	585	607	436
8歳	908	889	842	732	753	851	836	682	662	558	529
9歳	569	468	491	353	358	377	442	399	406	355	270
10歳	408	365	335	262	245	255	272	277	316	295	235
11歳	911	943	1,012	756	891	886	886	802	936	1,057	1,020
計	5,800	5,454	5,637	4,979	4,557	4,453	4,185	3,521	3,625	3,616	3,281

年齢別漁獲係数											
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
3歳	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
4歳	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
5歳	0.10	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06
6歳	0.16	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10
7歳	0.26	0.22	0.22	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15
8歳	0.29	0.25	0.24	0.21	0.19	0.19	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17
9歳	0.20	0.17	0.17	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12
10歳	0.16	0.14	0.14	0.12	0.12	0.11	0.10	0.09	0.10	0.09	0.10
11歳	0.11	0.10	0.10	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07
単純平均	0.14	0.12	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

年齢別資源尾数 (千尾)											
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	60,287	53,557	44,330	36,093	35,333	26,989	29,740	31,083	43,780	57,995	53,605
3歳	52,579	51,391	45,666	38,060	30,804	30,162	23,099	25,328	26,663	39,997	46,721
4歳	38,683	43,928	43,022	38,507	31,970	25,780	25,419	19,329	21,229	23,872	31,281
5歳	30,266	32,205	36,680	36,247	32,327	26,817	21,678	21,337	16,225	18,902	18,775
6歳	22,807	23,986	25,654	29,521	29,128	25,965	21,657	17,390	17,216	13,855	14,188
7歳	18,518	17,095	17,993	19,493	22,431	22,174	19,881	16,529	13,274	14,001	9,909
8歳	12,606	12,841	11,840	12,553	13,591	15,659	15,585	13,929	11,625	9,903	9,269
9歳	9,745	8,498	8,653	8,023	8,476	9,205	10,690	10,623	9,533	8,458	6,373
10歳	7,437	7,144	6,227	6,383	5,891	6,218	6,798	7,875	7,859	7,497	5,891
11歳	16,463	18,681	20,183	20,803	21,319	21,320	21,679	22,352	23,828	26,602	25,392
計	269,393	269,326	260,249	245,683	231,271	210,289	196,228	185,774	191,233	221,081	221,404

年齢別資源量 (トン)											
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	3,311	3,157	2,210	2,942	1,299	682	569	503	891	1,072	1,216
3歳	6,972	7,007	6,009	6,794	3,202	2,685	1,935	2,309	1,802	2,974	3,442
4歳	6,227	7,390	7,121	8,193	4,142	3,321	3,120	2,462	2,091	2,621	3,402
5歳	6,333	7,313	8,635	9,632	6,750	5,697	4,538	4,456	3,129	3,880	3,940
6歳	5,581	6,395	7,232	8,751	7,668	6,931	5,968	4,669	4,916	3,965	4,019
7歳	5,130	5,090	5,678	6,122	6,676	6,705	6,308	5,173	4,452	4,699	3,264
8歳	3,853	4,282	4,157	4,162	4,563	5,367	5,681	5,007	4,583	3,851	3,637
9歳	3,372	3,162	3,429	2,858	3,085	3,383	4,281	4,182	4,029	3,566	2,655
10歳	2,908	2,947	2,741	2,474	2,395	2,549	2,981	3,407	3,701	3,485	2,742
11歳	9,010	10,607	11,728	10,176	12,793	13,148	14,043	13,878	15,334	17,706	16,990
計	52,696	57,350	58,940	62,103	52,575	50,469	49,424	46,047	44,928	47,819	45,307

年齢別親魚量 (トン)											
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	249	296	285	328	166	133	125	98	84	105	136
5歳	2,723	3,145	3,713	4,142	2,903	2,450	1,951	1,916	1,345	1,668	1,694
6歳	4,967	5,692	6,437	7,788	6,825	6,169	5,311	4,155	4,375	3,528	3,577
7歳	5,028	4,988	5,564	5,999	6,543	6,571	6,182	5,069	4,363	4,605	3,199
8歳	3,853	4,282	4,157	4,162	4,563	5,367	5,681	5,007	4,583	3,851	3,637
9歳	3,372	3,162	3,429	2,858	3,085	3,383	4,281	4,182	4,029	3,566	2,655
10歳	2,908	2,947	2,741	2,474	2,395	2,549	2,981	3,407	3,701	3,485	2,742
11歳	9,010	10,607	11,728	10,176	12,793	13,148	14,043	13,878	15,334	17,706	16,990
計	32,110	35,117	38,054	37,928	39,272	39,769	40,556	37,714	37,815	38,514	34,630

補足資料3 管理基準値案と禁漁水準案等

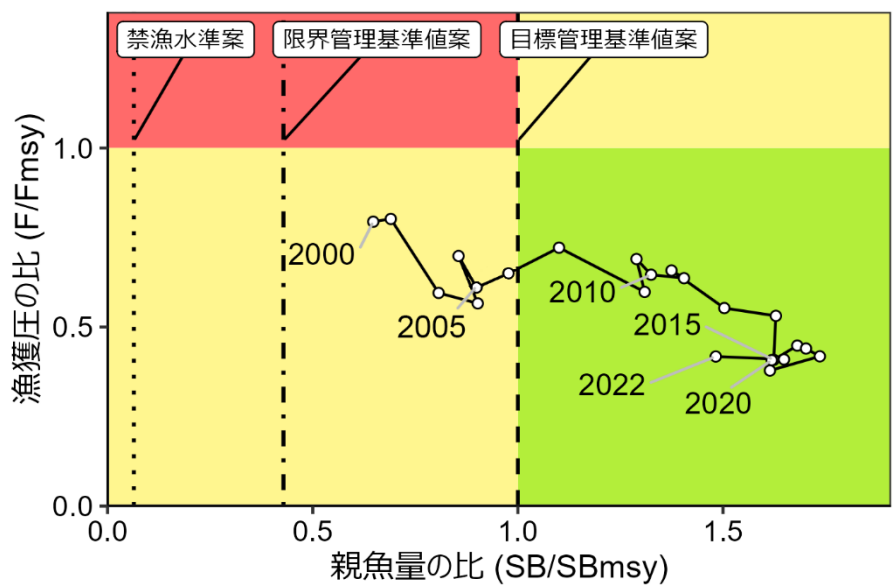
令和4年10月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 23 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy : 10 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 1 千トン) を用いることが提案されている (白川ほか 2022、補足表 6-2)。

目標管理基準値案と、MSY を実現する漁獲圧 (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 2022 年の親魚量 (SB2022 : 35 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 MSY を実現する漁獲圧を下回っている (補足図 3-1、補足表 6-3)。

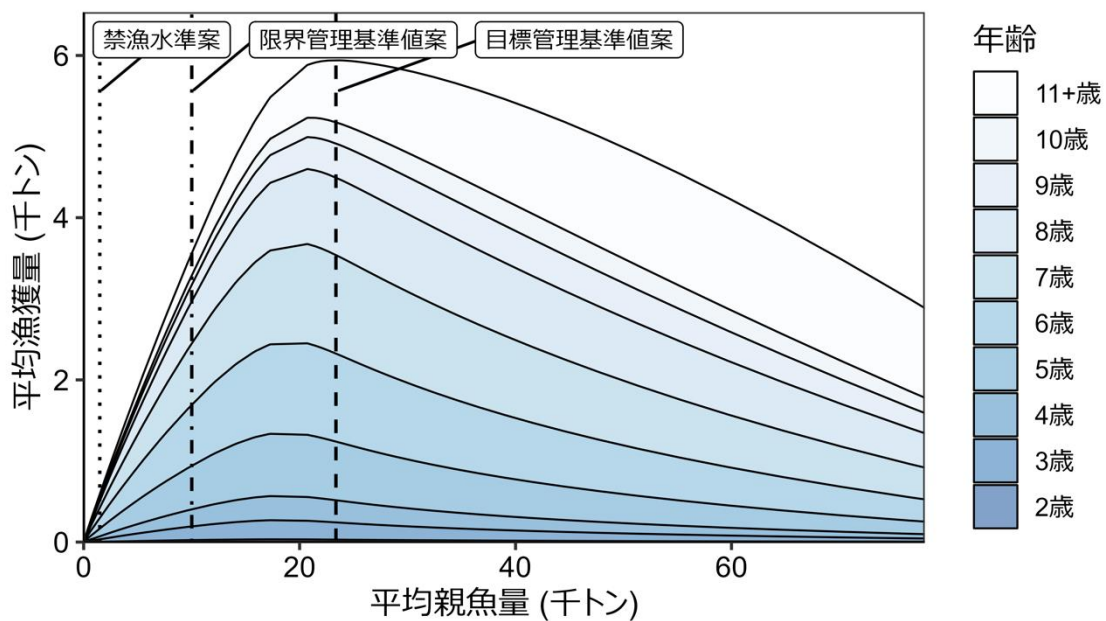
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。親魚量が SBlimit 以下では 6~8 歳魚が多くを占めるが、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられ、SBmsy 達成時においては 5 歳以上の漁獲が主体となると推測された。

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 2022 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2023～2054 年まで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。2023 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2022）から仮定し、生物パラメータ（平均体重等）は管理基準値案を算出した時と同じ条件とした。2024 年以降の漁獲圧には、各年に予測される親魚量をもとに下記の漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。

(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) 2024 年の予測値

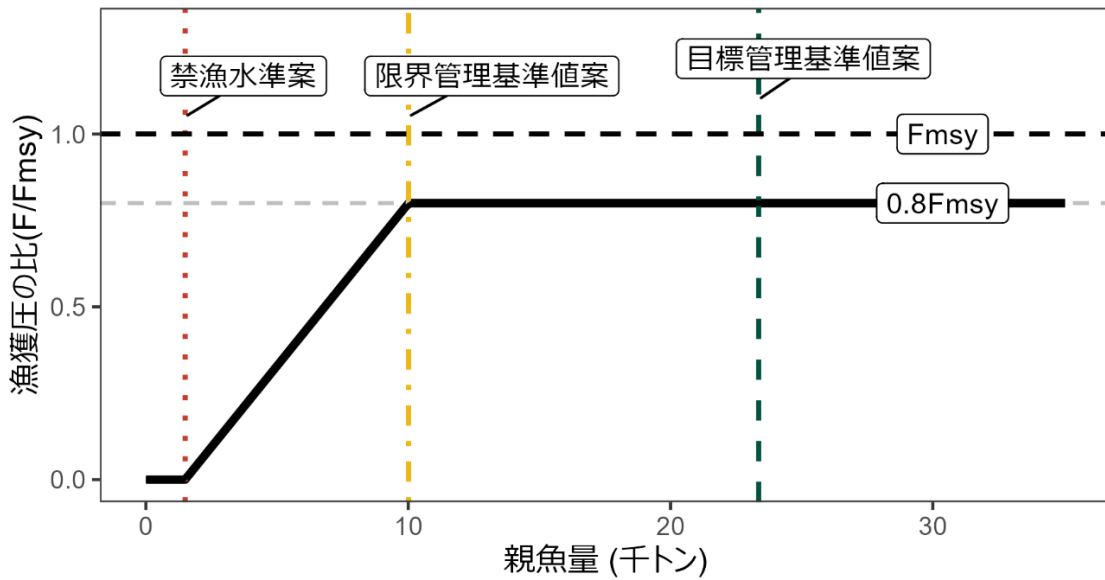
漁獲管理規則案に基づき試算された 2024 年の平均漁獲量は、 β を 0.8 とした場合には 6.5 千トン、 β を 1.0 とした場合には 8 千トンであった（補足表 6-4）。2024 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 34 千トンと見込まれた（補足表 4-2）。

(4) 2025 年以降の予測

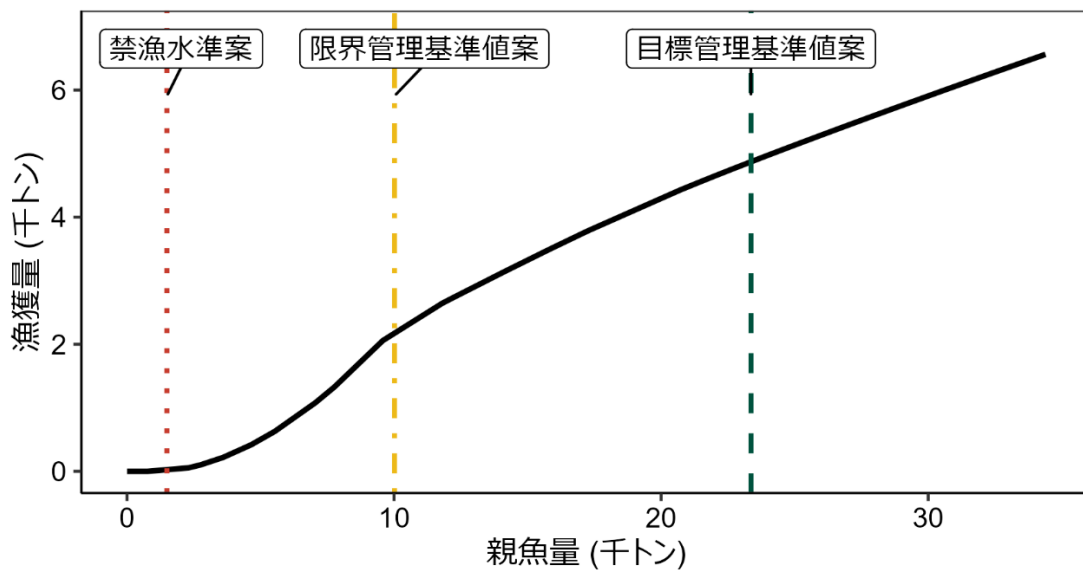
2025 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1～4-2 に示す。

漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2034 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 31 千トン（90% 予測区間は 24 千～38 千トン）であり、 β を 1.0 とした場合には 25 千トン（90% 予測区間は 19 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（F2020-2022）を継続した場合の 2034 年の親魚量の予測値は 49 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。

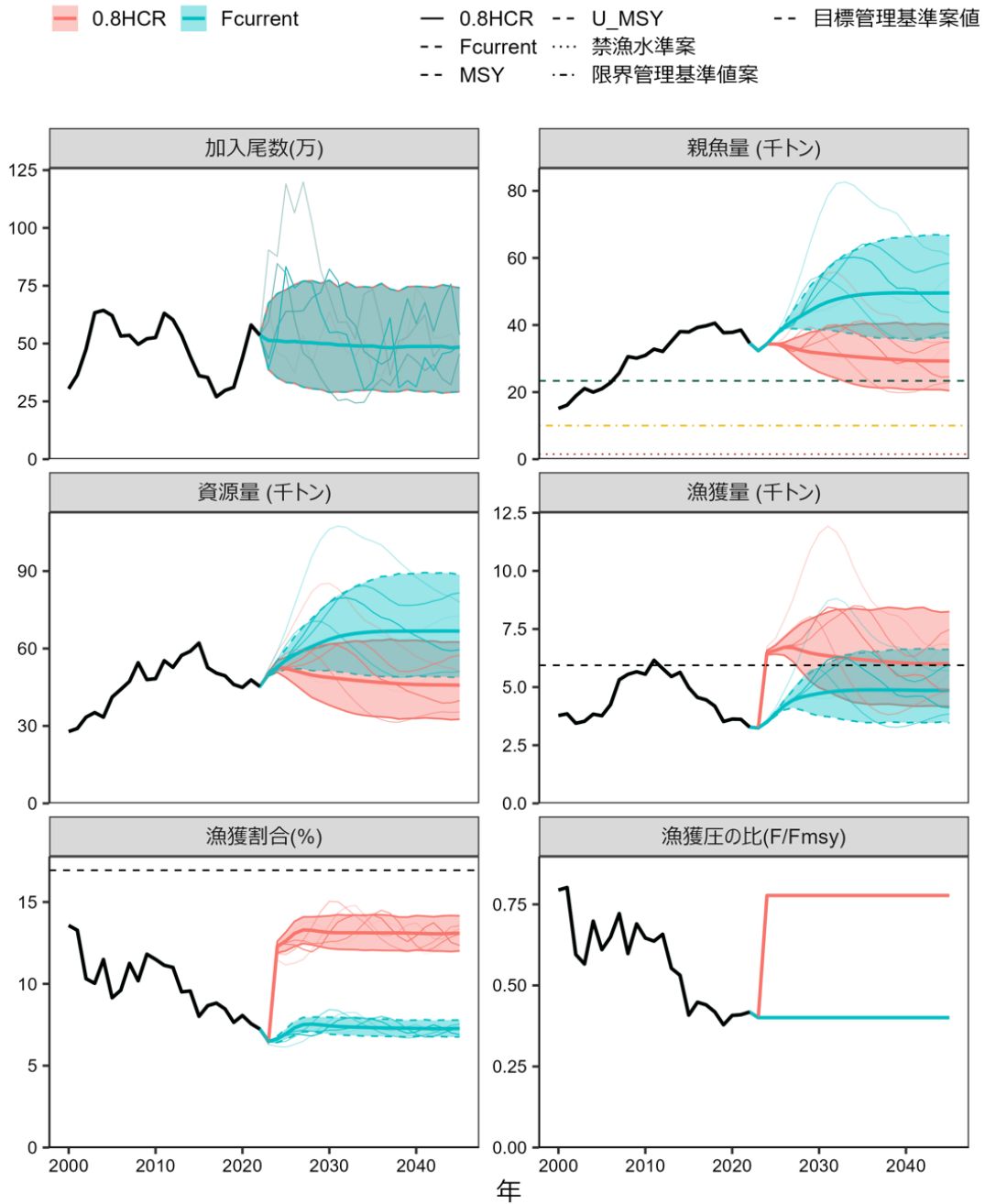
a) 縦軸を漁獲圧にした場合



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。



(塗り:5-95%予測区間, 太い実線: 平均値, 細い実線: シミュレーションの1例)

補足図 4-2. 漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧での将来予測（緑色）
 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 90% 予測区間、細線は 3 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、黄点線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。2023 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2020-2022) により仮定し、2024 年以降の漁獲は漁獲管理規則案（補足図 4-1）に従うものとした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

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	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	100	100	100	100	100	100	100	92	81	73	66	62	58	45	42
0.9	100	100	100	100	100	100	100	99	96	90	85	82	78	65	64
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	97	94	92	85	82
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	96	94
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020 - 2022	100	100	100	100	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	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020 - 2022	100	100	100	100	100	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。2023 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2022) から予測される 3.2 千トンとし、2024 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 (F2020-2022、 $\beta=0.40$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案による管理開始から 10 年後を示す。

補足表 4-2. 将来の親魚量および漁獲量の平均値の推移

a) 親魚量の平均値の推移 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	35	32	34	33	31	30	28	27	27	26	25	25	25	23	23
0.9	35	32	34	34	33	31	30	29	29	28	28	28	27	26	26
0.8	35	32	34	34	34	33	32	32	32	31	31	31	31	29	29
0.7	35	32	34	35	35	35	35	35	35	35	35	34	34	33	33
0.6	35	32	34	36	37	37	37	38	38	38	39	39	39	38	37
0.5	35	32	34	37	38	39	40	41	42	43	43	43	44	44	43
0.4	35	32	34	37	40	42	43	45	46	48	48	49	50	51	50
0.3	35	32	34	38	41	44	47	49	51	53	55	56	57	59	59
0.2	35	32	34	39	43	47	50	54	57	60	62	64	65	71	71
0.1	35	32	34	40	45	50	54	59	64	67	70	73	75	85	86
0.0	35	32	34	41	47	53	59	65	71	76	80	84	88	102	105
F2020-2022	35	32	34	37	39	41	43	44	46	47	48	48	49	50	49

b) 漁獲量の平均値の推移 (千トン)

β	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2044	2054
1.0	3.0	3.2	7.9	7.7	7.6	7.4	7.1	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	6.2	6.1
0.9	3.0	3.2	7.2	7.2	7.2	7.1	6.9	6.7	6.6	6.5	6.5	6.4	6.4	6.1	6.0
0.8	3.0	3.2	6.5	6.6	6.7	6.7	6.6	6.5	6.4	6.3	6.3	6.3	6.2	6.0	5.9
0.7	3.0	3.2	5.7	5.9	6.2	6.2	6.2	6.1	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0	5.8	5.8
0.6	3.0	3.2	5.0	5.3	5.5	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.6	5.5
0.5	3.0	3.2	4.2	4.5	4.9	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2
0.4	3.0	3.2	3.4	3.7	4.1	4.3	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.7
0.3	3.0	3.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9	4.0	4.0	4.1	4.1
0.2	3.0	3.2	1.7	2.0	2.3	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.0	3.2	3.2
0.1	3.0	3.2	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9
0.0	3.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2022	3.0	3.2	3.5	3.8	4.2	4.4	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.8

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2023 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2020-2022) から予測される 3.2 千トンとし、2024 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 (F2020-2022、 $\beta=0.40$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案による管理開始から 10 年後を示す。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測は、「令和 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2023-ABCWG02-01)」水産研究・教育機構 (2023a) の 1 系資源の管理規則に従い、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 (F_{msy}) の推定に用いた再生産関係 (白川ほか 2022) と、補足表 5-1 に示した各種設定 (自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重、現状の漁獲圧) を使用して実施した。資源尾数や漁獲量の予測計算には、「令和 5 (2023) 年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (FRA-SA2023-ABCWG02-04)」水産研究・教育機構 (2023b) に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.3.1) および計算パッケージ frasyr (コミット番号 1135850) を用いた。

将来予測における 3~10 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1} - F_{a-1,y-1}) \quad (a = 3, \dots, 10) \quad (7)$$

11 歳魚以上のプラスグループの資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{11+,y} = N_{10,y-1} \exp(-M_{10,y-1} - F_{10,y-1}) + N_{11+,y-1} \exp(-M_{11+,y-1} - F_{11+,y-1}) \quad (8)$$

また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (9)$$

将来予測における資源量および漁獲量は、ここで求めた資源尾数または漁獲尾数に補足表 5-1 の平均体重を乗じて求め、親魚量はこの資源量に成熟割合を乗じて算出した。

引用文献

水産研究・教育機構 (2023a) 令和 5 (2023) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2023-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp.

https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf (last accessed 27 July 2023)

水産研究・教育機構 (2023b) 令和 5 (2023) 年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2023-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-04.pdf (last accessed 27 July 2023)

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. 将来予測計算に用いた設定値

	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2020-2022 (注 3)	平均体重 (g, 2022)	自然死亡 係数	成熟 割合
2 歳	0.02	0.03	0.02	23	0.14	0
3 歳	0.03	0.07	0.03	74	0.14	0
4 歳	0.04	0.08	0.03	109	0.14	0.04
5 歳	0.07	0.16	0.06	210	0.14	0.43
6 歳	0.11	0.24	0.10	283	0.14	0.89
7 歳	0.16	0.36	0.15	329	0.14	0.98
8 歳	0.19	0.41	0.17	392	0.14	1
9 歳	0.12	0.27	0.12	417	0.14	1
10 歳	0.10	0.22	0.10	465	0.14	1
11+歳	0.07	0.16	0.07	669	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選択率（すなわち、令和 4 年度資源評価での $F_{current}$ 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 $F_{current}$ に $F_{msy}/F_{current}$ を掛けたもの）。

注 3：本系群では 2020～2022 年の F の平均値を現状の漁獲圧としており、この F 値を 2023 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	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧 (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 = 0.03, 0.07, 0.08, 0.16, 0.24, 0.36, 0.41, 0.27, 0.22, 0.16	
%SPR (Fmsy)	21%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	6 千トン	最大持続生産量 MSY

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2022	35 千トン	2022 年の親魚量
F2022	2022 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, 0.1, 0.15, 0.17, 0.12, 0.1, 0.07)	
U2022	7%	2022 年の漁獲割合
%SPR (F2022)	45%	2022 年の%SPR
%SPR (F2020-2022)	46%	現状 (2020~2022 年) の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2022/ SBmsy (SBtarget)	1.48	最大持続生産量を実現する親魚量 (目標管理基準値案) に対する 2022 年の親魚量の比
F2022/ Fmsy	0.42	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2022 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	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	横ばい	

* 2022 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

2024 年の親魚量（予測平均値）：34 千トン			
項目	2024 年の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2020-2022)	2024 年の 漁獲割合 (%)
$\beta=1.0$	8	0.97	15
$\beta=0.8$	6	0.78	12
$\beta=0.6$	5	0.58	9
$\beta=0.4$	3	0.39	6
$\beta=0.2$	2	0.19	3
$\beta=0$	0	0	0
F2020-2022	3	1	7

補足資料 7 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。

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

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。

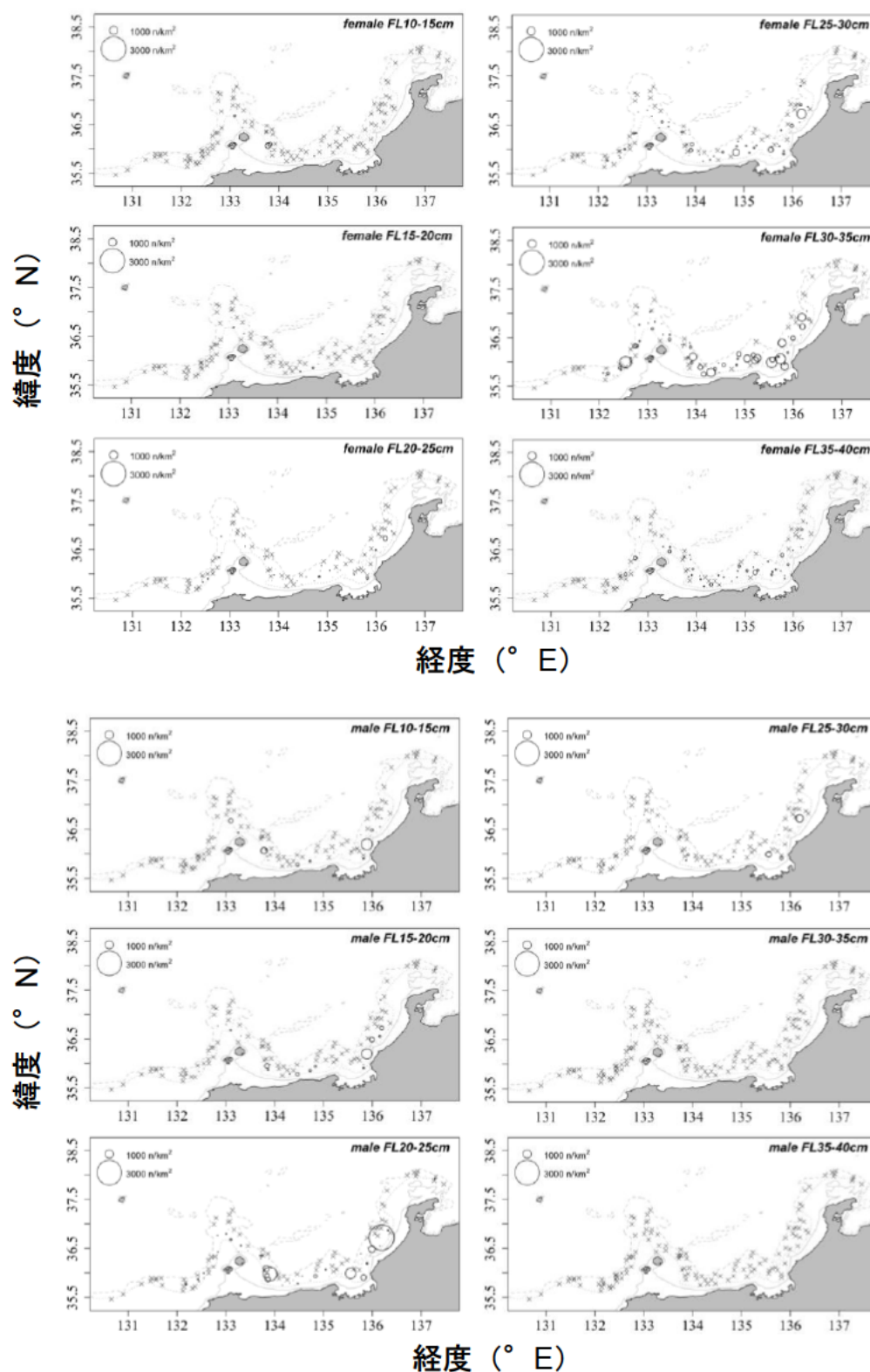
$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

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。

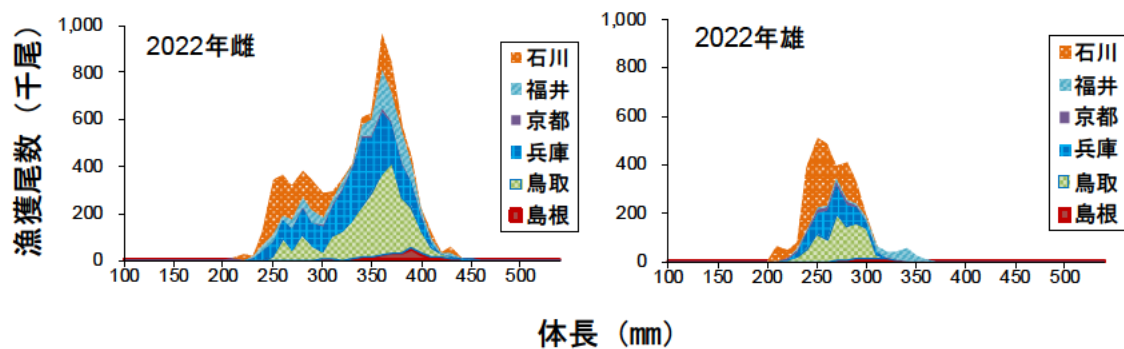
補足資料 8 調査船調査の経過及び結果

2023 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 8-1 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 8-2）の体長 35 cm の個体は大山沖（北緯 36 度、東経 133 度付近）から若狭湾（北緯 36 度、東経 136 度付近）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（北緯 36 度、東経 135 度付近）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。

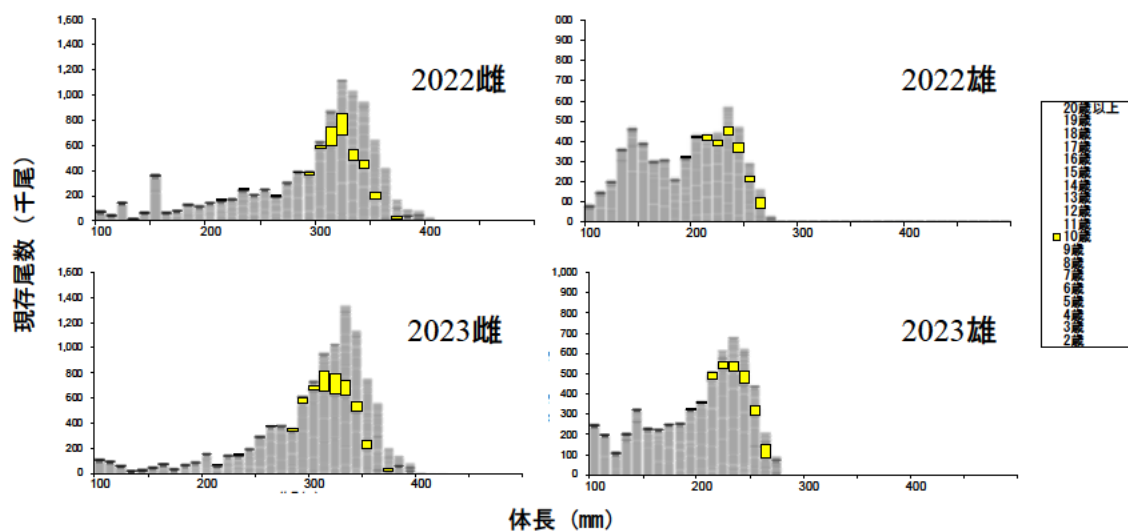
これらのトロール調査に基づき面積密度法で求めた 2022 年および 2023 年の体長組成を得た（補足図 8-3）。はじめに、いずれの年齢群も最大と最小の間が 100 mm 前後あり、成長の個体差が大きい。これは本種の成長特性の一つを示したものである。2022 年及び 2023 年ともに、雌では 6～8 歳が多く、雄はその年齢群に加え 2 歳や 3 歳の若齢個体も相対的に多い。そして、雌雄ともに 11 歳以上の高齢個体も出現していることが確認できる。若齢の雄の組成は雌と比べてやや歪である。これは、2011 年に作成した ALK により年齢分解していることや調査海域が雄の分布よりもやや深いことに起因すると考えられる。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 8-1. 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 8-2. 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 8-3. 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 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。