

令和 4（2022）年度ブリの資源評価

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：北海道立総合研究機構中央水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、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、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、和歌山県水産試験場、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、高知県水産試験場、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター、漁業情報サービスセンター

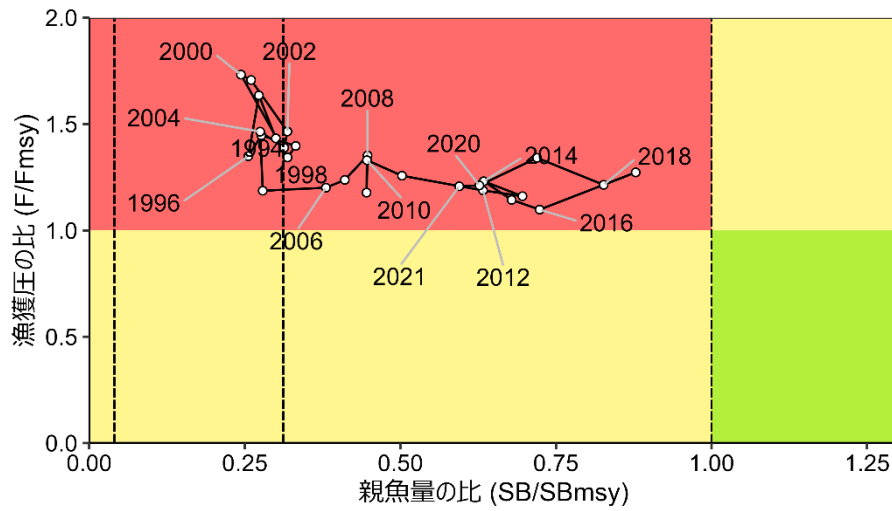
要 約

本種の資源量を、我が国と韓国の漁獲情報およびモジャコ採捕尾数を用いたコホート解析により推定した。資源量は 1994 年以降 2005 年までは、14.0 万～17.4 万トンの範囲でほぼ横ばいに推移していたが、2006～2017 年は 2017 年の 37.2 万トン进行最高として増加傾向となった。2018 年以降の資源量は減少傾向にあり、2021 年の資源量は 29.9 万トンで、2010 年以降の最低値であった。親魚量も 1994～2005 年は 5.4 万～7.1 万トンの範囲を横ばいで推移していたが、2006 年以降は増加傾向に転じて、2017 年に最高の 19.5 万トンとなった。2018 年以降の親魚量は減少傾向にあり、2021 年は 13.2 万トンと推定された。

令和 3 年 12 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、本種の再生産関係にはリッカー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 22.2 万トンである。この基準に従うと、本種の 2021 年の親魚量は、MSY を実現する水準を下回る。また、本種に対する 2021 年の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧 (Fmsy) を上回る。親魚量の動向は近年 5 年間 (2017～2021 年) の推移から「減少」と判断される。

本種では、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	22.2 万トン
2021 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を上回る
2021 年の親魚量の動向	減少
最大持続生産量 (MSY)	13.0 万トン
2023 年の ABC	-
コメント: ・ ABC は、本種の漁獲管理規則が「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。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合					
年	資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	漁獲量 (万トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2017	37.2	19.5	13.4	1.27	36
2018	32.3	18.4	11.3	1.21	35
2019	32.2	16.0	12.5	1.34	39
2020	30.6	13.9	11.4	1.21	37
2021	29.9	13.2	10.9	1.21	37
2022	30.2	14.9	11.0	1.22	36
2023	30.9	14.2	-	-	-
・ 2022 年、2023 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
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 全国各海域大中まき網漁獲成績報告書(水産庁) 漁法別月別銘柄別(体重別)漁獲量・市場測定(水研、北海道～島根(12)道府県、福岡県、長崎県、岩手～鹿児島(14)県、JAFIC) 九州主要港入り数別水揚量(水研) ぶり養殖用種苗の採捕・養殖・需給実績(水産庁) 水産統計(韓国海洋水産部 https://www.fips.go.kr/p/S020301/)
資源量指標値 ・定置網漁獲量 ・仔魚分布密度 ・モジャコ来遊量指数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省)による定置網漁獲量および漁労体数 ニューストーンネットを用いた新規加入量調査(4月、水研) 鹿児島県海域におけるモジャコ来遊量調査(3～4月、鹿児島県)
自然死亡係数(M)	年あたり $M=0.3$ (0歳(モジャコ期)は 0.6) を仮定

2. 生態

(1) 分布・回遊

ブリは沿岸性の回遊魚であり、日本列島の沿岸域に分布している。流れ藻につくブリの稚魚(モジャコ)は、3～4月に薩南海域に出現し、4～5月には九州西岸から長崎県五島列島近海および日向灘から熊野灘に、6月には島根県隠岐周辺海域に分布する(Sakakura and Tsukamoto 1997、Uehara et al. 2006)。未成魚から成魚は、東シナ海から北海道まで広く分布する(図2-1)。成魚は産卵のため、冬から春に南下回遊する。東シナ海へ移動する成魚の回遊パターンとして、北部往復型(北海道沿岸と東シナ海の間を往復回遊)、中・西部往復型(能登半島以西の日本海と東シナ海の間を往復回遊)が確認されている(井野ほか 2008)。太平洋では、遠州灘～四国南西岸回遊群、紀伊水道～薩南回遊群、豊後水道～薩南回遊群のようにいくつかの小規模の回遊群が確認されている(阪地ほか 2010)。長期的な分布域の変化については、温暖レジーム時に漁獲量の重心が北東方向にシフトするなど、環境によって本種の分布域が変化する可能性を示した報告がなされている(Tian et al. 2012、宍道ほか 2016)。北海道におけるブリの漁獲量は2011年以降急激に増加しており、2013年以降は、それまで漁獲の少なかった根室海峡周辺でも漁獲量が増加している。1950年代においても、北海道のオホーツク海沿岸や根室海峡周辺でブリが漁獲されていたが、当時の漁獲量はわずかであったことから(三谷 1960)、資源水準が高位となった近年は北方海域に來遊するブリの個体数が増加したものと考えられる(亘 2019)。このようなブリの分布域の変化は、資源の増減に伴う分布域の拡大・縮小が生じる可能性を示唆している。従って、図2-1に示す分布図は、分布が拡大した近年の状況を想定しており、1970年代のように資源が低位水準であった年代でも同様の分布域となるのかは、今後も検討が必要である。

(2) 年齢・成長

1 月を年齢の起算とした場合の 1 月時点で年齢および尾叉長の関係は、亘ほか (2019) を参考として、太平洋千葉以西では 1 歳で 41 cm および 1.03 kg、2 歳で 60 cm および 3.45 kg、3 歳で 72 cm および 6.03 kg、4 歳で 80 cm および 8.11 kg (図 2-2、詳細は補足資料 8 (5) 参照)、日本海および太平洋北部では、1 歳で 37 cm および 0.88 kg、2 歳で 53 cm および 2.46 kg、3 歳で 67 cm および 4.62 kg、4 歳で 78 cm および 7.12 kg である。(図 2-2、詳細は補足資料 8 (5) 参照)。寿命は 7 歳前後である。東シナ海の年齢と尾叉長の関係 (白石ほか 2011) は太平洋千葉以西と近い関係にある。なお、年齢と成長の関係を求めるのに用いた個体の詳細については、補足資料 8 (5) に示した。また、近年、日本海中北部や三陸など北日本の海域では成長の鈍化が生じている可能性が示唆されているが (辻 2017、池田 2018)、資源全体での成長特性の長期変化については十分な検証がなされておらず、今後の課題となっている (亘ほか 2019)。また、日齢が 100 日以下のモジャコ期の日齢と成長の関係について、長崎県五島列島周辺海域で採捕されたモジャコから得られた日齢と全長の関係 (Sakakura and Tsukamoto 1997) と、鹿児島～三重県の太平洋南区で採捕されたモジャコの成長と体重の関係 (農林水産技術会議事務局 1967) を図 2-3 に示した。

(3) 成熟・産卵

産卵期は 1 月から始まり、太平洋側では 5 月頃まで、日本海側では 7 月頃までと考えられている (山本ほか 2007、宍道ほか 2019)。日本海能登半島海域で漁獲されたブリ当歳魚の耳石日齢解析による推定ふ化日の範囲は 1～6 月であり、その中心は 3～5 月である (辻ほか 2013)。同様の方法で、太平洋側の高知県沿岸に出現した体長 10 mm 未満の仔稚魚のふ化日の範囲は、2 月中旬から 5 月下旬と推定されている (阪地 2007)。また、鹿児島県沿岸に出現した尾叉長 12.0～116.5 mm の個体においては、1 月中旬にふ化したと推定される個体も含まれていた (宍道ほか 2019)。生殖腺の組織学的観察から九州西岸域におけるブリの産卵盛期は 4～5 月と推定された (白石ほか 2011)。産卵場は東シナ海の陸棚縁辺部を中心として九州沿岸から日本海側では能登半島周辺以西、太平洋側では伊豆諸島以西である (三谷 1960、村山 1992、上原ほか 1998)。東シナ海陸棚縁辺域で産卵初期 (2～3 月) に発生した仔稚魚は太平洋側へ、4～5 月以降に発生した仔稚魚は日本海側へそれぞれ輸送される可能性が高い (村山 1992)。

本種は満 2 歳前後、尾叉長 60 cm 程度から生殖腺が急速に発達することが報告されている (白石ほか 2011)。また、アーカイバルタグによる調査から、日本海から東シナ海へ大規模な産卵回遊を行うのは 3 歳の一部と 4 歳以上のブリと考えられている (井野ほか 2008、渡辺ほか 2010)。白石ほか (2011) は本種の成熟開始年齢が 2 歳であることを報告しているが、年齢別成熟率については明記していない。先に述べた成長の鈍化に伴う晩熟化の懸念等、年齢別成熟率の検討は、今後精査が必要な課題であるが、本資源評価における年齢別成熟率は、0～1 歳で 0%、2 歳で 50%、3 歳以上で 100%の個体が成熟し、親魚となるとした。

(4) 被捕食関係

流れ藻についた稚魚は、初期にはカイアシ類を中心とする動物プランクトンを捕食し、全長約 3 cm でカタクチイワシなどの魚類を捕食し始め、13 cm 以上で完全な魚食性となる (安

楽・畔田 1965)。流れ藻を離れた後は、マアジやカタクチイワシなどの浮魚類の他、底魚類も捕食する（三谷 1960）。流れ藻に付随した時期には共食いをすることがあるが、その程度や資源量に与える影響は海域や年によって変動すると考えられる（浅見ほか 1967）。ブリの捕食者の研究事例は少ないが、カマイルカやオキゴンドウなどのハクジラ類の胃内容物からブリが出現しており、このうちオキゴンドウの胃内容物からは推定全長 874 mm のブリが確認され（粕谷・宮崎 1981）、未成魚だけでなく成魚も捕食しているものと考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

漁業・養殖業生産統計年報（以下、農林統計）が整備された 1952 年以降の我が国の漁法別漁獲量の割合と漁獲量をそれぞれ図 3-1 と表 3-1 に示した。なお、農林統計における「ブリ類」には、ブリの他にヒラマサやカンパチ類も含まれており、ブリのみの漁獲量は統計としては把握することができない。しかしながら、ブリ類のうちの多くをブリが占めるという傍証が得られ始めている（補足資料 14）。今後、ブリ類に含まれるブリの割合を詳細に調べていく必要があるが、本報告書においてはブリ類の漁獲量を全てブリのものとして扱った。

ブリは主に定置網とまき網で漁獲される。定置網の比率は、1952 年には 77%であったが、その後低下し続けて 1962 年には 50%を割り、1970 年代以降 30～40%台で推移し、2021 年は 52%であった。一方、まき網の比率は 1960 年代に 10%を初めて超え、1970～1980 年代には 20%前後、1990 年代では 30%台、2000 年代では 40～50%台となり、2021 年は 39%であった。2017 年以降の近年では、まき網の比率よりも定置網の方が高い状況にある。刺網と釣り・延縄の比率は 1960～1970 年代には合わせて 40%前後であったが、その後比率は減少し 2010 年以降は 10%前後で、2021 年では釣り・延縄で 6%、刺網で 3%であった。このように、我が国ではブリを漁獲する漁業種類は、かつては定置網中心であったが、近年はまき網および定置網の両漁法が中心となっている。韓国においてもブリは定置網とまき網で主に漁獲されている（補足資料 8 (6)）。韓国の漁法別漁獲量のデータが入手できた 2001～2021 年において、両漁法でブリ類全体の 78～91%が漁獲されていた。このうち、定置網の比率は 2001～2017 年では、まき網の比率よりも低い値（6～39%）で推移していたが、2018 年以降は、まき網を上回る比率（41～68%）となっていた。一方、韓国におけるまき網による漁獲量の比率は、定置網よりも多い 2001～2017 年の期間は 48～84%であったが、定置網よりも少ない 2018～2021 年の期間は 15～42%であった。

ブリの漁法別の漁獲比率を海区別に見た場合、日本海西区および東シナ海区はまき網主体の海域で、2021 年におけるまき網の比率はそれぞれ 61%、71%であった（図 3-1）。北海道区、日本海北区、太平洋北区、および太平洋南区では定置網が主体で、2021 年における定置網の比率はそれぞれ 100%（他の漁業は 0.3%未満）、86%、97%、65%であった。太平洋中区では、2015 年からまき網での漁獲が減少、定置網の漁獲が増加していたが、近年ではまき網の漁獲量は増加傾向にあり、現在はまき網の漁獲がやや多い海域である。太平洋中区における 2021 年のまき網および定置網の比率はそれぞれ、38%、57%であった。なお、ここで述べた海域区分は漁業・養殖業生産統計年報の大海区に準ずるが、海域別のブリの回遊範囲や漁獲動向の類似性から、鹿児島県と沖縄県は太平洋南区に区分した。また、大中型まき網の海区別漁獲量は、漁業養殖業統計年報の都道府県ごとの漁獲量が属人統計でありその

まま海区别漁獲量とはならないため、漁獲成績報告書の操業位置情報を活用することにより求めた（補足資料 8）。

また、上記までの漁業とは別に、東シナ海および高知県以西の太平洋を中心に、関係県が策定する採捕計画に基づいて、養殖用種苗として稚魚（モジャコ）が採捕されている。

（2） 漁獲量の推移

ブリに関する農林統計は 1952 年以降、ブリ類（ブリの他、ヒラマサ、カンパチ類を含む）として集計されており（図 3-2、表 3-1、3-2、3-3）、日本全体では、1950～1970 年代中盤には 3.8 万～5.5 万トン、1970 年代終盤～1980 年代には漸減して 2.7 万～4.5 万トン、1990 年代には増加して 4.3 万～6.2 万トン、2000 年代にはさらに増加して 5.1 万～7.8 万トンとなった。2014 年には過去最高の 12.5 万トンとなり、2021 年で 9.4 万トンであった。韓国のブリ類の漁獲量は 2008 年から大きく増加し、2021 年まで 0.9 万～1.9 万トンで推移した。2021 年の韓国の漁獲量は 1.5 万トンであった。

2021 年の海区别の漁獲動向について、北海道区（日本海太平洋区および北海道太平洋区の合計）の漁獲量は 1.4 万トンで、前年の 91%となった（図 3-2、表 3-2）。日本海北区ではまき網が 507 トンで近年では少ない漁獲量であったが、定置網も 4,186 トンで近年では少ない漁獲量であった。日本海西区では定置網が 3,839 トン、まき網が 12,229 トンで、両漁法とも近年の変動の範囲内であった。東シナ海区はまき網の漁獲量の多い海域であるが、2021 年は 9,825 トンと前年比 88%で、2013 年以降の最低値であった。東シナ海区の定置網は 3,276 トンで前年比 59%で、2017 年以降の最低値であった。太平洋北区ではまき網よりも定置網の漁獲量が多く、定置網で 8,004 トン（前年比 65%）、まき網で 90 トン（前年比 23%）であった。太平洋中区では、まき網が前年比 178%の 11,010 トンに増加しており、定置網は前年比 118%の 7,270 トンであった。太平洋南区では、まき網が前年比 160%の 3,012 トンに増加しており、定置網では前年比 119%の 7,998 トンであった。

日本海側の富山県と太平洋側 4 県（神奈川県、静岡県、三重県、高知県）の定置網におけるブリ銘柄の漁獲量または漁獲尾数を図 3-3 に示した。2021 年の富山県の定置網におけるブリ銘柄（2 歳以上）の漁獲量は 105 トンで、過去 5 年（105～235 トン）で最低であった。富山県における 1990 年代以降のブリ銘柄の漁獲量は、1950 年代以前より低いものの、1960～1980 年代より高い水準にある。太平洋側の高知県、三重県、静岡県、神奈川県における定置網でのブリ銘柄（6 kg 以上）の 2021 年度（10 月～翌年 9 月。高知県は 5 月まで、神奈川県は 8 月まで）の漁獲尾数は 93 万尾であった。このうち高知県は 30 万尾、三重県は 62 万尾で、1970～1980 年代と比較すると高い水準の漁獲が続いている。なお、より詳細な海区别主要漁法別の年齢別漁獲量の推移を補足資料 9（補足図 9-1、補足図 9-2）に示した。

また、上記漁業とは別に、関係県が需要を見込んで策定した採捕計画に基づいて養殖用種苗としてモジャコが採捕されており（補足資料 10）、1976～1983 年には 4000 万尾を超えて採捕されていた年も多く、採捕計画尾数に対する実際の採捕尾数の割合（充足率）が 100%を超える年もあった（補足図 10-1）。1984 年以降、モジャコ採捕尾数は減少傾向となり、1999 年には 1776 万尾まで減少した。2000～2001 年にモジャコ採捕尾数は短期的に 3000 万尾以上へと増加したが、以降、再び減少傾向に転じ、2008～2020 年は 1475 万～1945 万尾の範囲で推移し、その充足率は 64～86%であった。2021 年のモジャコ採捕尾数は前年から大きく

減少し、過去最低の 880 万尾で、充足率も 39%であった。なお、本資源評価に用いるデータの範囲外であるが、2022 年のモジャコ採捕尾数は 1792 万尾で、2008～2020 年の水準にまで回復した。1994～2018 年までの重量としてのモジャコの採捕量は、統計年報の「天然産増養殖向け種苗採捕量」に公表されており、その範囲は 75～220 トン（補足図 10-2）で全年齢の漁獲量に対する割合は 0.06～0.3%程度であった。2019 年以降、モジャコの採捕量に相当する統計値は公表されておらず、今後も採捕量情報が得られるかは不明である。なお、このモジャコ採捕量をモジャコ採捕尾数で除して得られる 1 尾あたりの重量は 3.3～9.5 g であった（補足図 10-2）。

県別モジャコ採捕尾数の統計データが得られた 2004 年以降の海区別県別モジャコ採捕尾数の推移を補足図 11-1 に示した。モジャコ採捕の大部分は太平洋南区で行われており、全体の 74～92%（806 万～1747 万尾）のモジャコが採捕されており、中でも鹿児島県、大分県、高知県でその割合が高くなっていた。東シナ海区は、太平洋南区に次いでモジャコ採捕尾数が多く、全体の 8～24%（75 万～442 万尾）を採捕しており、長崎県と熊本県が同海域で採捕の多い県であった。太平洋中区と日本海西区においても 2010 年代前半頃までモジャコ採捕が行われていたが、採捕尾数全体に占める割合は低く、太平洋中区で 3%以下（0.2 万～52 万尾）、日本海西区で 1%以下（2 万～18 万尾）であった。

三重県、愛媛県、高知県および大分県におけるモジャコ採捕調査で採捕されるモジャコの尾叉長の推移を補足資料 12（補足図 12-1）に示した。これらの調査で採捕されるモジャコのサイズの範囲は広いが、その平均値の推移は、三重県で平均尾叉長 16～70 mm、愛媛県では平均尾叉長 15～63 mm、高知県では平均尾叉長 27～67 mm、大分県では平均全長 29～89 mm の範囲で推移していた。これらの平均尾叉長および平均全長に相当する個体の日齢を、上原ほか（1996）および Sakakura and Tsukamoto（1997）を参考に推定すると、その範囲は 26～53 日で、全ての個体の範囲は 20～119 日であった。

（3） 漁獲努力量

ブリの漁獲努力量として、全国における大型定置網の漁労体数と日本海・東シナ海で操業する大中型まき網の網数の推移を図 3-4、図 3-5 にそれぞれ示した。全国の大型定置網の漁労体数は 1960 年代に大きく減少したが、1970 年代以降は概ね横ばい傾向を示している（図 3-4）。日本海中北部、西部と東シナ海のまき網による網数は、1990 年代中頃以降に低下傾向である。ただし、これらのまき網の漁獲量に占めるブリの割合は増加傾向で、近年はブリを狙った操業が増加していると考えられる。なお、2021 年の日本海中北部、西部および東シナ海の各海域におけるまき網の漁獲量に占めるブリの割合は、それぞれ 32%、6%、7%で、日本海西部と東シナ海では前年より減少し、日本海中北部で前年より増加した（図 3-5）。

4. 資源の状態

（1） 資源評価の方法

年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により資源量の推定を行った（補足資料 1、2）。各コホートに相当する年齢または成長段階は、0 歳（モジャコ期）、0 歳（後期）、1 歳、2 歳、3 歳以上（プラスグループ）の 5 つとした。我が国における年齢別漁獲尾数は、主要港および主要漁法の銘柄別漁獲量と農林統計の県別・漁法別漁獲量を使用して算出した（補足資料

8 (1) ～ (5))。韓国の年齢別漁獲尾数については、漁法別漁獲量の得られている 2001 年以降については、定置網を主として刺網とその他の漁法を含む「定置網グループ」と、まき網を主として底曳網と釣りを含む「まき網グループ」に分けて、それぞれ新潟～島根県の定置網および東シナ海のまき網で推定した年齢組成・年齢別平均体重を同じと仮定して年齢別漁獲尾数を推定した。1994～2000 年の漁法別漁獲量の得られていない年代については（補足資料 8 (6)）、韓国の 2001 年以降の年別地域別漁法別漁獲量の特徴から 2000 年以前の漁法別漁獲量を推定し、これを用いて 2001 年以降と同様に年齢別漁獲尾数を推定した。我が国および韓国での年齢別漁獲尾数および年齢別漁獲量の推移は図 4-1 および 4-2 に示した。コホート解析は Pope の近似式 (Pope 1972) を使用し、2 歳と 3 歳以上の漁獲係数は等しく、最近年の漁獲係数は過去 5 年 (2015～2019 年) の漁獲係数の平均値に等しいと仮定した (補足資料 2)。また、0 歳 (モジャコ期) は 1～6 月、0 歳 (後期) は 7～12 月の半年単位のコホートとし、1 歳以上については年コホートとして解析を行った。0 歳 (モジャコ期) と 0 歳 (後期) を半年コホートとした場合に、同一年内でモジャコを含む全年齢の年齢別資源尾数を足し合わせて、全年齢の資源尾数として集計してしまうと、0 歳 (モジャコ期) と 0 歳 (後期) の資源尾数でダブルカウントが生じてしまう。そのため、資源尾数の年齢組成を評価する際は、0 歳 (モジャコ期) を除いた 0 歳 (後期) 以上のみを足し合わせた資源尾数に対する各年齢 (0 歳 (後期) ～3+歳) の割合を用いることとし、0 歳 (モジャコ期) の資源尾数は加入尾数として示すこととした。本種の年齢と成長の関係は海域によって異なるため、海域毎で異なる平均体重を充てて各地の年齢別漁獲尾数を推定しているが、コホート解析で得られた資源尾数から資源量を推定する際に用いる平均体重は、全海域での年齢別漁獲量を、各海域で得られる年齢別漁獲尾数の合計値で除すことによって求めた。0 歳 (モジャコ期) の資源量については、資源尾数と同様にダブルカウントの問題が生じてしまう。そのため、0 歳 (モジャコ期) の資源量も参考情報として示すにとどめた。なお、0 歳 (モジャコ期) の資源尾数を資源量に換算するための平均体重には、統計値として公表されているモジャコ漁獲量 (補足図 10-2) を、モジャコ採捕尾数で除して得られる値を用いた。また、2019～2021 年の統計値は公表されていないため、2018 年の値を用いた。

コホート解析で使用する自然死亡係数 (M) は重要なパラメータの一つであるが、コホート解析内部での推定が困難であるため、外部で妥当なレベルの値を推定して用いるのが一般的である。0 歳 (モジャコ期) については、旧南海区水産研究所が 1963～1965 年の 3 年間で 50,978 尾のモジャコに標識放流を実施しており、その再捕結果を用いて推定された漁獲係数以外の減少係数を 1 年間あたりに換算すると 0.99～40.0 であった (農林水産技術会議事務局 1967)。しかしながら、この値は漁場からの逸散、標識の脱落、報告率等の影響を除去できておらず、これらの値を 0 歳 (モジャコ期) の M とみなすと、その値を過大評価してしまう可能性が高い。一方で、対象種の観測可能な形質から M を求めるための推定式も多く開発されている (補足資料 2 (2))。これらの中には成長 (年齢) に応じて M が変化することを想定している推定式もあり、代表的なものとしては、Gislason et al. (2010) の式 (以下、Gislason 1)、Gislason 1 を更新した Charnov et al. (2013) の式 (以下、Gislason 2)、Chen and Watanabe (1989) の式等がある。これらの推定式を用いてブリの M の推定を行うと、0 歳 (モジャコ期) だけでなく、寿命までの殆どの年齢で、昨年度までの本種の資源評価で 0 歳 (後期) 以上に適用した 0.3 (古川ほか 2022a) を超える高い値となっていた (補

足図 2-2)。そこで、0 歳魚（モジャコ期）の M の検討として、Gislason 1、Gislason 2 および Chen and Watanabe（1989）の式により、0 歳（モジャコ期）の M が 0 歳（後期）の何倍に相当するのかを比較した。その結果、Gislason 1 で 2.15 倍、Gislason 2 で 2.03 倍、Chen and Watanabe（1989）の式では 1.60 倍で、平均で 1.93 倍であった。この値を参考として、0 歳（後期）以上の M を基準として、その 2 倍に相当する 0.6 を 0 歳（モジャコ期）の年あたりの M と仮定した。

（2）資源量指標値の推移

60 年以上の時系列データがあり、かつ漁獲努力量が比較的安定している定置網の漁獲量の推移を図 3-6 に示した。定置網の漁獲量は 1950 年代前半には 3.5 万トン以上であったが、1950 年代後半から減少して 1970 年代から 1980 年代では 2.0 万トンに満たない状態が続いた。1990 年代ではやや増加して 1.8 万～2.5 万トンとなり、2000 年に 3.6 万トン、2001 年に 3.0 万トンと急増した後、2002 年に 1.8 万トンと再び減少した。2003 年以降は増加傾向で、2019 年には過去最高の 5.9 万トンとなった。2021 年は前年から 1 万トン減少し、4.9 万トンであった。

仔魚期および 0 歳（モジャコ期）の情報に基づく資源量指標値として、東シナ海で春季に行われるニューストーンネットを用いた新規加入量調査におけるブリ仔魚の平均分布密度（補足図 7-1、7-2）と、鹿児島県海域におけるモジャコ調査によるモジャコ来遊量指数（補足図 7-3）を補足資料 7 に示した。ニューストーンネットを用いた新規加入量調査で得られた仔魚密度補正值は 2007 年から増加し、2011 年以降は 2012 年を除き、それ以前より高い値で推移している。2021 年は過去最高値であった前年の 74.9%に減少したが、近年の高い水準を維持している。また、モジャコ来遊量指数の 3 月と 4 月の指数の平均値は、1994 年以降増加傾向が継続し、2016 年に最大となり、以降は 3 月、4 月ともに引き続き高い水準を維持している。2019 年以降、4 月に調査は行われていないが、2021 年の 3 月の指標は高い水準となっている。なお、これら仔稚魚期の情報に基づく資源量指標値については、資源全体の指標値として妥当なのか十分な検討がなされていないため、参考情報として用いるにとどめた。

（3）資源量と漁獲量の推移

1994 年以降において、0 歳（後期）と 1 歳の資源尾数の割合は全体（モジャコ期を除く）の 75～90%を占めている（補足表 2-1）。毎年の 0 歳（後期）以上の資源量に占める割合は、0 歳（後期）が 11～30%、1 歳が 15～39%、2 歳が 12～33%、3 歳以上が 20～49%であった。資源量は 2008 年まで 14.0 万～22.3 万トンで推移し、2009～2017 年は増加傾向で 25.3 万～37.2 万トンの範囲で推移し、2017 年が最高値であった（図 4-1、補足表 2-1）。近年の資源量は、2017 年までは増加傾向であったが、その後、減少傾向に転じて 2021 年の資源量は 29.9 万トンとなった。（図 4-3、補足表 2-1）。

漁獲割合は、34～47%の範囲で変動し、2021 年は 37%であった（図 4-3、補足表 2-1）。年齢別漁獲係数は、年変動があるものの、1 歳が最も高くなる年が多く 0.44～1.10 の範囲で推移しており、次いで 0 歳（後期）のそれが 0.38～0.88 の範囲で推移していた（図 4-4）。2 歳以上の漁獲係数の範囲は 0.35～0.72 で、未成魚の漁獲係数の方が高い傾向があった。0 歳

(モジャコ期)の漁獲係数は他の年齢と比べると低く、1990年代には0.4を超える年もあったが、以降減少傾向となり、2008年以降は0.10～0.19の範囲で推移していた。

加入尾数(0歳(モジャコ期))は、1994～2008年では7068万尾～13615万尾で推移し、2009年以降は17000万尾前後の高い水準にあったが、2015年(14263万尾)、2016年(13723万尾)および2018年(11820万尾)では加入尾数が減少し、2021年では2009年以降で最低の11078万尾であった(図4-5、補足表2-1)。一方、親魚量は2006年から2017年までの増加傾向が続いていたが、2018年以降減少傾向に転じ、2021年は13.2万トンとなった(図4-5、補足表2-1)。

再生産成功率(RPS、親魚量あたりの加入尾数)は、1994～2020年のRPSは0.64～2.46尾/kgの範囲で推移し、その中央値は1.34尾/kgであった(図4-6、補足表2-1)。RPSは1994年以降、2009年頃までは変動しつつも経年的な増減傾向もなく横ばいで推移したが、2009年以降は減少傾向にあり、2018年に過去最低の0.64尾/kgとなった。2019～2020年は増加傾向に転じたが、2021年は再び減少し0.84尾/kgとなっている。

(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4-7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)の推移を示した。%SPRは漁獲圧が低いほど大きな値となる。%SPRは1994～2016年に4～10%の範囲で増減を繰り返しながらも緩やかに増加し、2016年に最高となったが、2017年以降の近年5年間は減少傾向で、2021年は9%となった。

現状の漁獲圧に対するYPRと%SPRの関係を図4-8に示した。ここで現状の漁獲圧(F2022)は、選択率に令和3年12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(古川ほか 2022b)を用い、2021年と同じ%SPR(8.61)となるFとした。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13%に相当する。現状の漁獲圧(F2022)はFmax、F40%SPR、F30%SPRおよびF0.1を上回っている。

(5) 再生産関係

親魚量(重量)と加入量(尾数)の関係(再生産関係)を図4-9に示した。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」により、本種の再生産関係は、リッカー型再生産関係式を適用することが提案された(古川ほか 2022b)。ここで、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、令和3(2021)年度の資源評価(古川ほか 2022a)による親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いて、加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産関係式の各パラメータを補足表6-1に示した。

(6) 現在の環境下においてMSYを実現する水準

現在(1994年以降)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(古川ほか 2022b)を補足表6-2に示した。

(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 4-10 に示した。また、2021 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示した。本種における 2021 年の親魚量は MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を下回っており、SBmsy の 0.59 倍である。また、2021 年の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を上回っており、Fmsy の 1.21 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、近年 5 年間 (2017~2021 年) の推移から減少と判断された。本種の親魚量は 1994 年以降、常に SBmsy を下回っており、2021 年も SBmsy を下回った。漁獲圧も 1994 年以降、Fmsy を常に上回っていた。

5. 資源評価のまとめ

資源量は 2005 年までは、14.0 万~17.4 万トンの範囲でほぼ横ばいに推移していたが、2006 年以降増加傾向を示して、2017 年に 37.2 万トンと最高値を示した。その後、減少傾向に転じて 2021 年の資源量は 29.9 万トンとなった。親魚量は、1994~2005 年は 5.4 万~7.1 万トンの範囲を横ばいで推移し、2006 年以降は増加傾向となり、2017 年に最高の 19.5 万トンとなったが、近年 5 年間 (2017~2021 年) の推移から減少と判断された。本種の親魚量は、資源評価開始年以降、MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を常に下回っており、漁獲圧も MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を下回ることにはなかった。

6. その他

現在のブリの資源評価では、チューニング指標を用いていないコホート解析が採用されている。漁獲可能量制度対象魚種 (TAC 種) にない本種を漁獲する漁業は、日本の沿岸域で広く、そして多様な漁法で行われていることから、現状において漁獲量は資源の豊度を反映していると考えて差し支えない。しかし、漁獲量の多いまき網など漁獲対象種を弾力的に変えられる漁業については、漁獲対象の変更が漁獲の結果 (魚種別漁獲量) に影響を及ぼし得る。今後は、まき網に関する操業情報を収集することにより、ブリを対象とする漁獲努力の経年的な変遷の有無について把握することにより、資源評価に使用するデータの信頼性を担保することが課題である。一方で、今後本種が TAC 種となった場合、漁獲量における資源豊度の情報量が低下することが懸念される。そのため、年間の漁獲量に占める割合が大きい定置網やまき網による資源量指標を探索・開発することが急務である。

また、現在のブリの資源評価では、コホート解析におけるプラスグループは 3 歳以上魚としている。本種の寿命が 7 歳前後と考えられていることを踏まえると、プラスグループには生涯の半分が属することになる。高精度な資源解析を実施するには、より多くのコホートに分解することが望ましい。現状のプラスグループの設定には、年齢分解が銘柄-年齢関係により算出していることが影響している (補足資料 8)。3 歳以上の魚はブリ銘柄に集約されるため、それ以上の年齢分解は困難な状況となっている。プラスグループを細分化するため、銘柄内の年齢組成を把握することが今後の課題となっている。

ブリは遊漁対象として親しまれている魚種である。ブリの遊漁採捕量については、1997~2007 年にかけて計 3 県の報告があり、ブリ類 (ブリの他、ヒラマサ、カンパチ類を含む)

の採捕量は2,218～3,020 トンと推定されている（農林水産省統計情報部 1998、農林水産省大臣官房統計部 2003、フィッシャリーナ協会 2009）。本採捕量を各年で比較するとブリの遊漁採捕量は全国漁獲量のおよそ 4～5%に相当した。しかしながら、本遊漁採捕量の報告には魚体情報はなく年齢組成が不明であることや資源量が歴史的に高位にある近年のデータが利用できないことから、不確実性は大きいと判断し、本資源評価では遊漁による影響を考慮に入れることは控えた。今後、資源評価において遊漁に影響を考慮するためには、遊漁採捕量に関して更なる調査・実態把握が必要となっている。

現在の M の設定に関して議論の余地がある。長谷川（2016）は、太平洋沿岸で行われた電子標識による 101 尾の 2 歳と 3 歳以上の魚を対象とした標識再捕結果を用いて、ブリ成魚の殆どは漁獲によって死亡し、M の値が非常に低くなる可能性を述べている。従って、本種の M の設定を再検討するため、近年の標識再捕データを用いた M の推定が今後の課題となっている。

ブリの漁況は古くから海況と大きく関係することが知られてきた（伊東 1959、原 1990）。近年では、ブリ資源の長期変動に気候のレジームシフトが影響しているとの報告もある（久野 2004、Tian et al. 2012）。1990 年代以降、ブリ漁獲量が高い水準にある要因の一つとして、温暖レジームにおいて高い水温が継続していることにより、加入量が増大したこと、または分布回遊範囲の変化が生じ漁場が形成されやすくなったことが考えられる（内山 1997、井野ほか 2006）。日本海の水温では 10 年規模の変動やレジームシフトのような中長期的変動が報告されており（千手ほか 2003、Tian et al. 2012）、温暖レジームは 1990 年代以降、20 年以上も続いている。日本海の海洋環境が寒冷レジームに変わると、ブリの加入と分布に影響を及ぼし、ブリ資源に不利に働くことが考えられるので、環境変化およびそれに伴う生態特性の応答を適切に捉えられるような調査・研究の体制を構築するとともに、これを考慮した管理方策を検討することが必要である。

小型で未成熟の 0、1 歳魚の漁獲圧が高いことから、MSY を実現する水準に親魚量を増加させるにはブリへの漁獲圧を削減し、0、1 歳の生き残りを増やすことが必要である。木幡（1986）は、1950 年代後半から 1980 年代前半におけるブリ銘柄の漁獲量の長期減少傾向の原因として、未成魚への高い漁獲圧をあげた。日本海のブリの資源診断を行った加藤・渡辺（1985）も、漁獲努力の緩和と漁獲開始年齢の引き上げが必要であると提言している。本資源評価での資源解析期間である 1994 年以降では、0 歳（後期）～1 歳に対する漁獲圧が高い年が多い（図 4-2）。また、漁獲開始年齢を引き上げること、すなわち未成魚への漁獲圧を低減することで YPR（加入量当たり漁獲量）は増加することから、現状よりも更に漁獲量が増加することが期待される（補足図 13-1）。一方で、ブリの回遊特性から漁業種類や地域によって漁獲対象となるブリの年齢や漁期等が限定される場合がある。したがって、未成魚の漁獲低減を管理に取り込む場合、海域および漁業種類ごとに資源の利用状況を把握した上で、経済的側面も含めて有効活用を図る方向で、管理方策を検討する必要がある。

7. 引用文献

- 安楽正照・畔田正格（1965）流れ藻に付随するブリ稚仔魚の食性. 西水研報, **33**, 13-45.
- 浅見忠彦・花岡藤雄・松田星二（1967）産卵および発生初期の生態並びにモジャコの標識放流に関する研究. モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究. 農林技術会議

報告書, **30**, 1-60.

- Charnov E. L., Gislason H., Pope J. G. (2013) Evolutionary assembly rules for fish life histories. *Fish and Fisheries*, **14**, 213-224.
- Chen S, Watanabe S. (1989) Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. *Nippon Suisan Gakkaishi*. **55**, 205-208.
- Gislason H., Daan N., Rice J. C., Pope J. G. (2010) Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, **11**, 149-158.
- フィッシャリーナ協会 (2009) 遊漁採捕量調査報告書 平成 20 年, 99pp. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&tstat=000001031445&cycle=8&year=20081&month=0&tclass1=000001031446&tclass2=000001031447>
- 古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022a) 令和 3 (2021) 年度ブリの資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構. FRA-SA2021-SC06- 01. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211208/detail_buri.pdf (last accessed 15 November 2022)
- 古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022b) 令和 3 (2021) 年度ブリ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. FRA-SA2021-BRP07-01. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211208/FRA-SA2021-BRP07-01.pdf (last accessed 15 November 2022)
- 長谷川雅俊 (2016) 太平洋におけるブリ成魚の自然死亡. 黒潮の資源海洋研究, **17**, 81-85.
- 原 哲之 (1990) 日本海沿岸域におけるブリ成魚漁獲量の年変動について. 日水誌, **56**, 25-30.
- Hordyk A. R., Huynh Q. C., Carruthers T. R. (2019) Misspecification in stock assessments: common uncertainties and asymmetric risks. *Fish and Fisheries*, **20**, 888-902.
- 池田 怜 (2018) 新潟および三陸で漁獲されたブリの脊椎骨による成長解析. ブリ資源評価・予報技術連絡会議報告 (平成 30 年度), 19.
- 井野慎吾・河野展久・奥野充一 (2006) 2. 海洋環境と回遊. 「ブリの資源培養と養殖業の展望」 松山倫也・檜山義明・虫明敬一・濱田英嗣編, 恒星社厚生閣, 東京, 22-31.
- 井野慎吾・新田 朗・河野展久・辻 俊宏・奥野充一・山本敏博 (2008) 記録型標識によって推定された対馬暖流域におけるブリ成魚の回遊. 水産海洋研究, **72**, 92-100.
- 伊東祐方 (1959) 丹後伊根浦の冬ブリ漁況. 日水研報, **5**, 29-37.
- 粕谷俊雄・宮崎信之 (1981) 壱岐周辺のイルカとイルカ被害-三箇年の調査の中間報告-. 鯨研通信, **340**, 25-36.
- 加藤史彦・渡辺和春 (1985) 日本海におけるブリ資源の利用実態とその改善. 漁業資源研究会議報, **24**, 99-117.
- 木幡 孜 (1986) ブリ太平洋系群成魚の長期減少傾向について. 日水誌, **52**, 1181-1187.
- 久野正博 (2004) ブリ資源の長期変動特性と気候のレジームシフト. 黒潮の資源海洋研究, **5**, 29-37.
- 三谷文夫 (1960) ブリの漁業生物学的研究. 近大農学部紀要, **1**, 81-300.
- 村山達朗 (1992) 日本海におけるブリの資源生態に関する研究. 島根水試研報, **7**, 1-64.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis.

- Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., **9**, 65-74.
- 阪地英男 (2007) 高知県沿岸に出現するブリ稚幼魚の誕生期. 2007 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 20.
- 阪地英男・久野正博・梶 達也・青野怜史・福田博文 (2010) 2. 太平洋における成長段階別の回遊様式の把握. (1) 年齢別回遊群について. 水研センター研報, **30**, 35-104.
- Sakakura, Y. and K. Tsukamoto (1997) Age composition in the schools of juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* associated with drifting seaweeds in the East China Sea. Fish. Sci., **63**, 37-41.
- 農林水産省統計情報部 (1998) 遊漁採捕量調査報告書 平成 9 年, 115pp.
- 農林水産省大臣官房統計部 (2003) 遊漁採捕量調査報告書 平成 14 年, 72pp.
- 千手知晴・渡辺俊輝・繁永裕司 (2003) 日本海山陰沿岸水温にみられる十年スケールの変動. 月刊海洋, **35**, 59-64.
- 宍道弘敏・阪地英男・田 永軍 (2016) 漁獲量重心の変動からみたブリ類の漁獲量変動. 水産海洋研究, **80**, 27-34.
- 宍道弘敏・水野紫津葉・小松輝久 (2019) 鹿児島県海域で採集されたモジャコ (ブリ稚魚) の日齢と成長. 水産海洋研究, **83**, 87-92.
- 白石哲朗・大下誠二・由上龍嗣 (2011) 九州西岸域で漁獲されたブリの年齢, 成長および繁殖特性. 水産海洋研究, **75**, 1-8.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水研報, **28**, 1-200.
- Tian, Y., H. Kidokoro, T. Watanabe, Y. Igeta, H. Sakaji and S. Ino (2012) Response of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, a key large predatory fish in the Japan Sea, to sea water temperature over the last century and potential effects of global warming. J. Mar. Syst., **91**, 1-10.
- 辻 俊宏・田 永軍・斉藤真美 (2013) 能登半島東岸海域で漁獲されたブリ 0 歳魚のふ化日組成とその季節変化. 水産海洋研究, **77**, 266-273.
- 辻 俊宏 (2017) 脊椎骨による日本海のブリ成魚の成長解析. ブリ資源評価・予報技術連絡会議報告 (平成 29 年度), 20.
- 内山 勇 (1997) 日本海のブリ資源. 水産海洋研究, **61**, 310-312.
- 上原伸二・三谷卓美・石田 実 (1996) ブリの加入量・加入前資源量の把握技術の開発. 平成 7 年度我が国周辺漁業資源調査・特定水産資源評価技術開発調査報告書, 95-102.
- 上原伸二・三谷卓美・石田 実 (1998) 東シナ海におけるブリの漁獲と産卵場. 南西外海の資源・海洋研究, **14**, 55-62.
- Uehara, S., C. Taggart, T. Mitani and I. Suthers (2006) The abundance of juvenile yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) near the Kuroshio: the roles of drifting seaweed and regional hydrography. Fish. Oceanogr., **15**, 351-362.
- 渡辺 健・井野慎吾・前田英章・奥野充一 (2010) 日本海における成長段階別の回遊様式の把握. (2) 年齢・海域別回遊群ごとの個体数比率の把握. 水研センター研報, **30**, 17-24.
- 亘 真吾・辻 俊宏・廣畑二郎・及川利幸・池上直也・御宿昭彦・久野正博・猪原 亮・堀江ひかり・田中耕治・久保田洋・古川誠志郎・阪地英男 (2019) 日本周辺水域におけるブリの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, **20**, 105-110.
- 亘 真吾 (2019) ブリの資源変動と資源評価. 「ブリ類の科学」虫明敬一編, 朝倉書店, 東京, 23-33.

(執筆者：古川誠志郎、倉島 陽、岡本 俊)

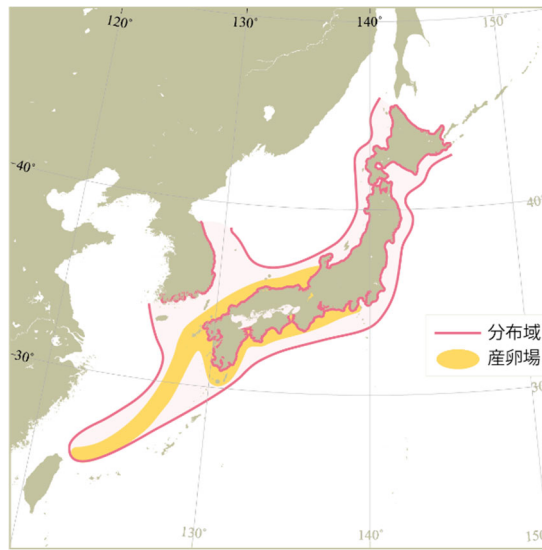


図 2-1. ブリの分布域と産卵場

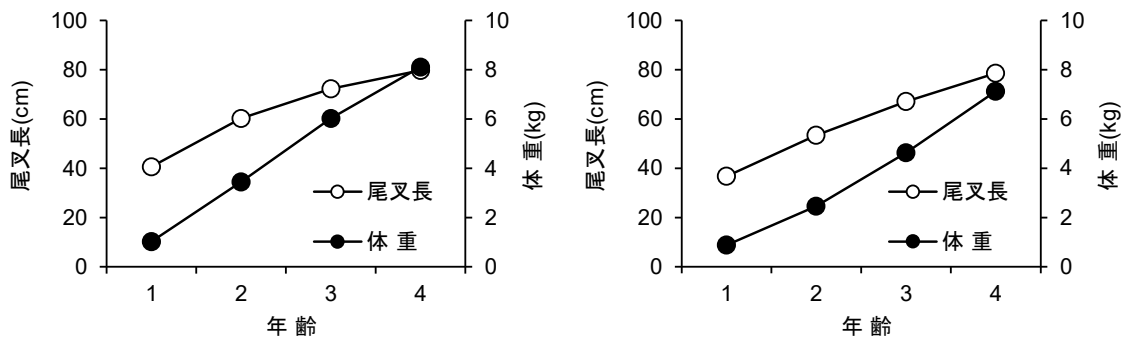


図 2-2. 太平洋千葉以西の年齢と成長 (左) と日本海・太平洋北部の年齢と成長の関係 (右)
1 月を年齢の起算としたときの 1 月時点での関係を示す。

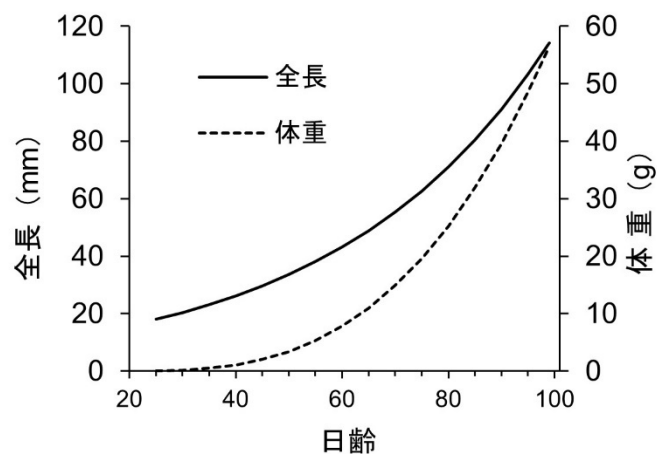


図 2-3. 0 歳 (モジャコ期) の日齢と成長の関係

実線は長崎県五島列島周辺海域で採捕されたモジャコから得られた日齢と全長の関係 (Sakakura and Tsukamoto 1997)、破線は鹿児島～三重県の太平洋南区で採捕されたモジャコの成長と体重の関係 (農林水産技術会議事務局 1967) を示す。

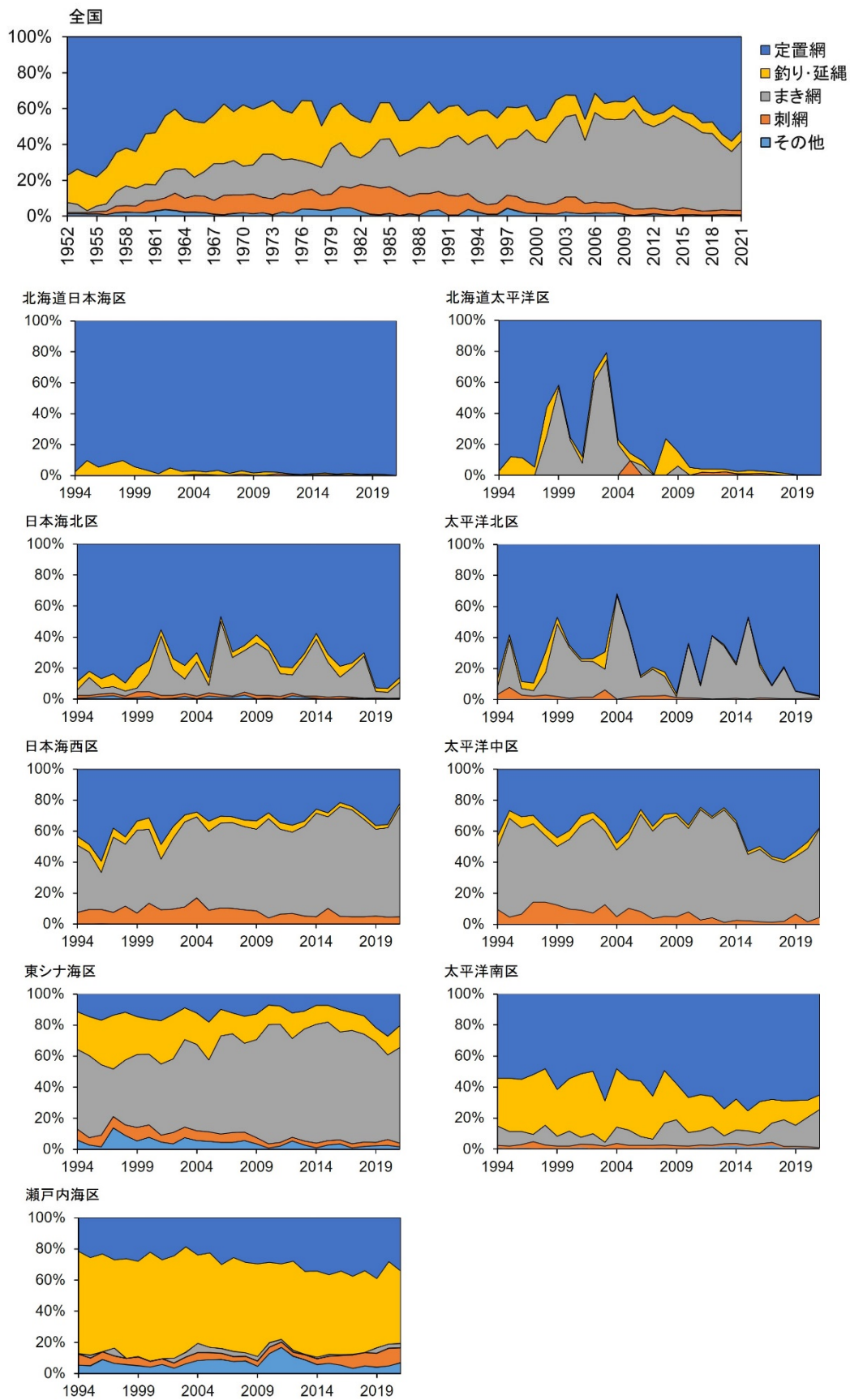
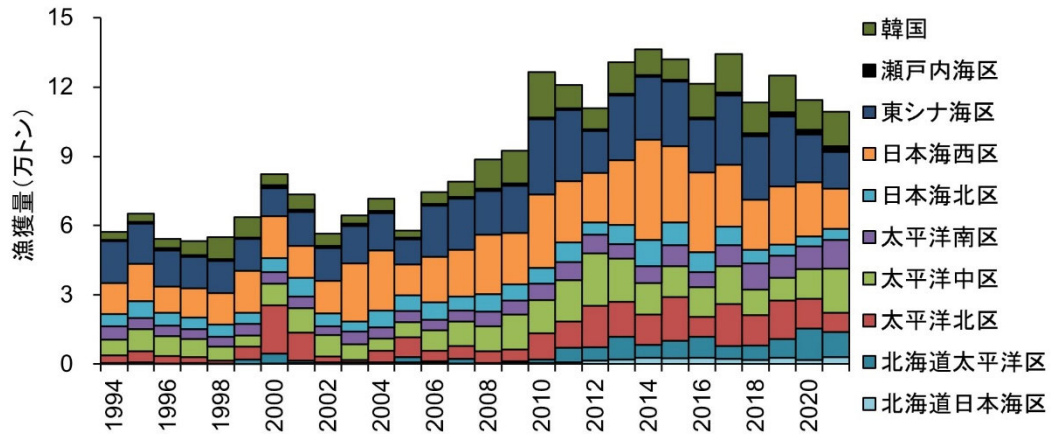
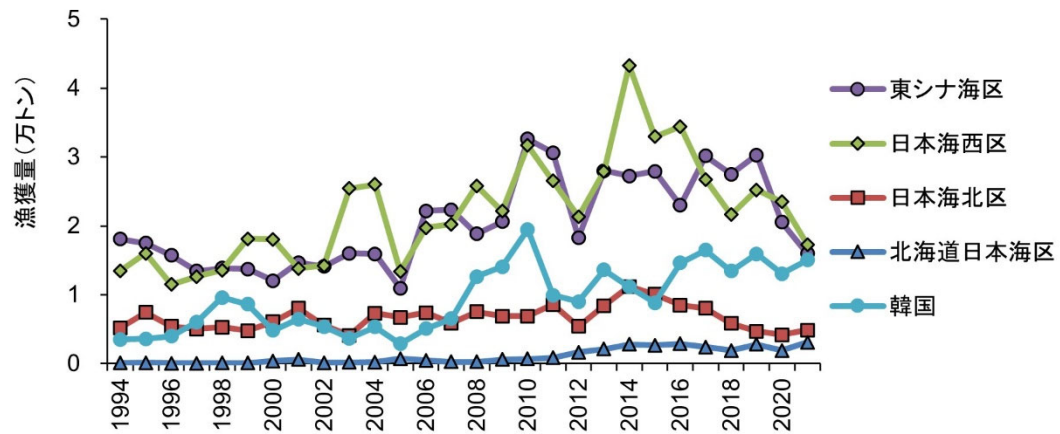


図 3-1. 海区別漁業種類別漁獲比率の推移

我が国と韓国



日本海と東シナ海



太平洋と瀬戸内海

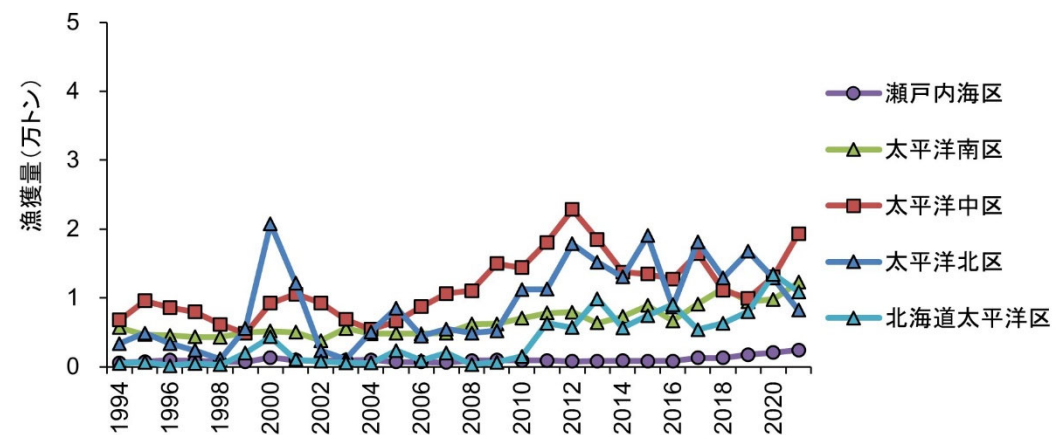


図 3-2. 我が国と韓国（上段）、日本海と東シナ海（中段）、太平洋と瀬戸内海（下段）における海区別漁獲量の推移

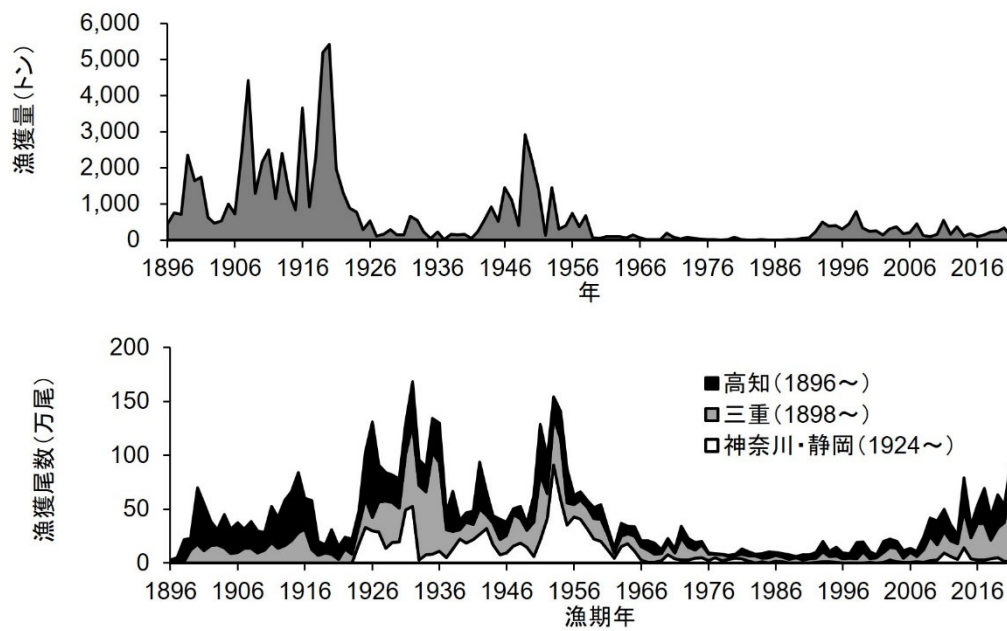


図 3-3. 長期に渡るブリ銘柄の漁獲推移

上段は富山県でのブリ銘柄（2歳以上）の漁獲量（年集計）、下段は神奈川県・静岡県・三重県・高知県でのブリ銘柄（6 kg 以上）の漁獲尾数（漁期年集計）を示す。なお、2016～2021 年の静岡県の漁獲尾数は漁獲量/2006～2015 年の平均体重（7.3 kg）、平均体重は漁獲量/漁獲尾数で算出した。

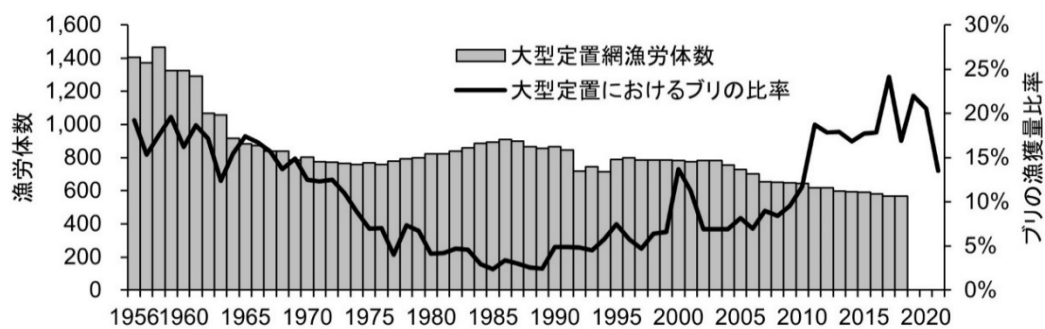


図 3-4. 全国での大型定置網の漁労体数と同漁業における全漁獲物中のブリの比率の推移

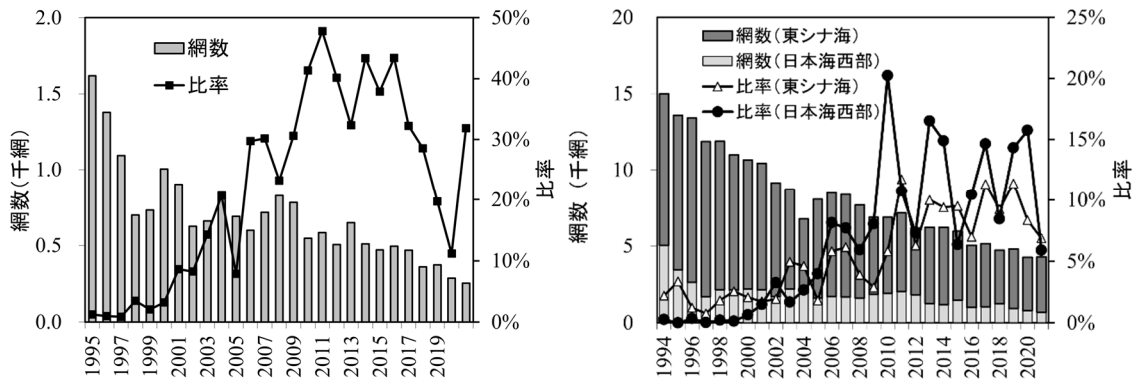


図 3-5. 大中型まき網の総投網回数と同漁業における全漁獲物中のブリの比率の推移

左図は日本海中北部（134°30'E 以東）、右図は東シナ海（35°N 以南、130°E 以西）および日本海西部（134°30'E 以西の東シナ海を除く日本海）を示す。

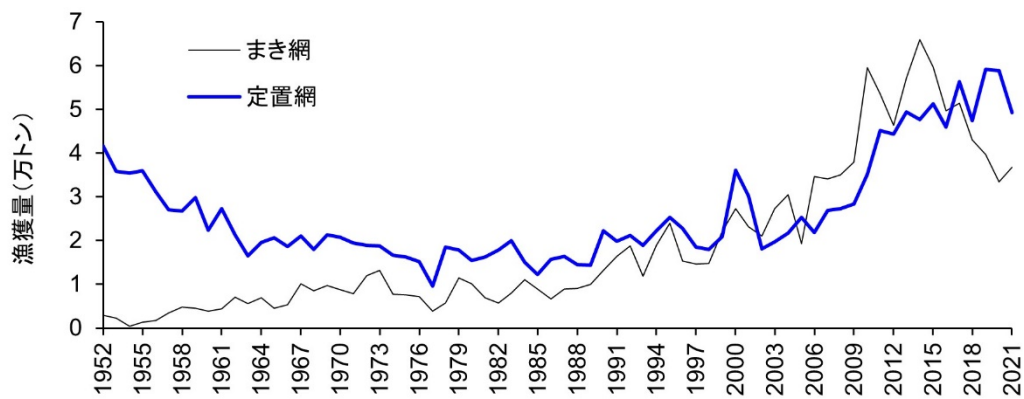


図 3-6. 定置網とまき網の漁獲量の推移

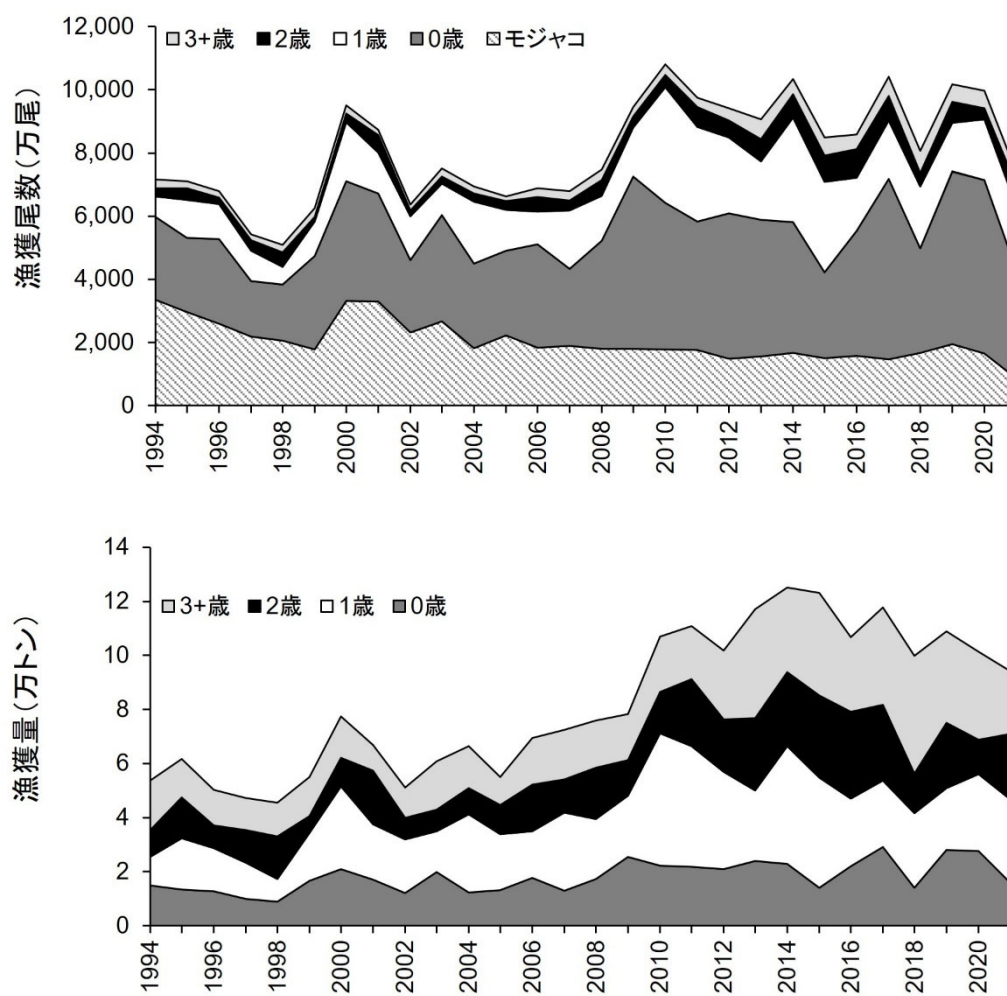


図 4-1. 我が国および韓国での年齢別漁獲尾数（上段）と年齢別漁獲量（下段）の推移

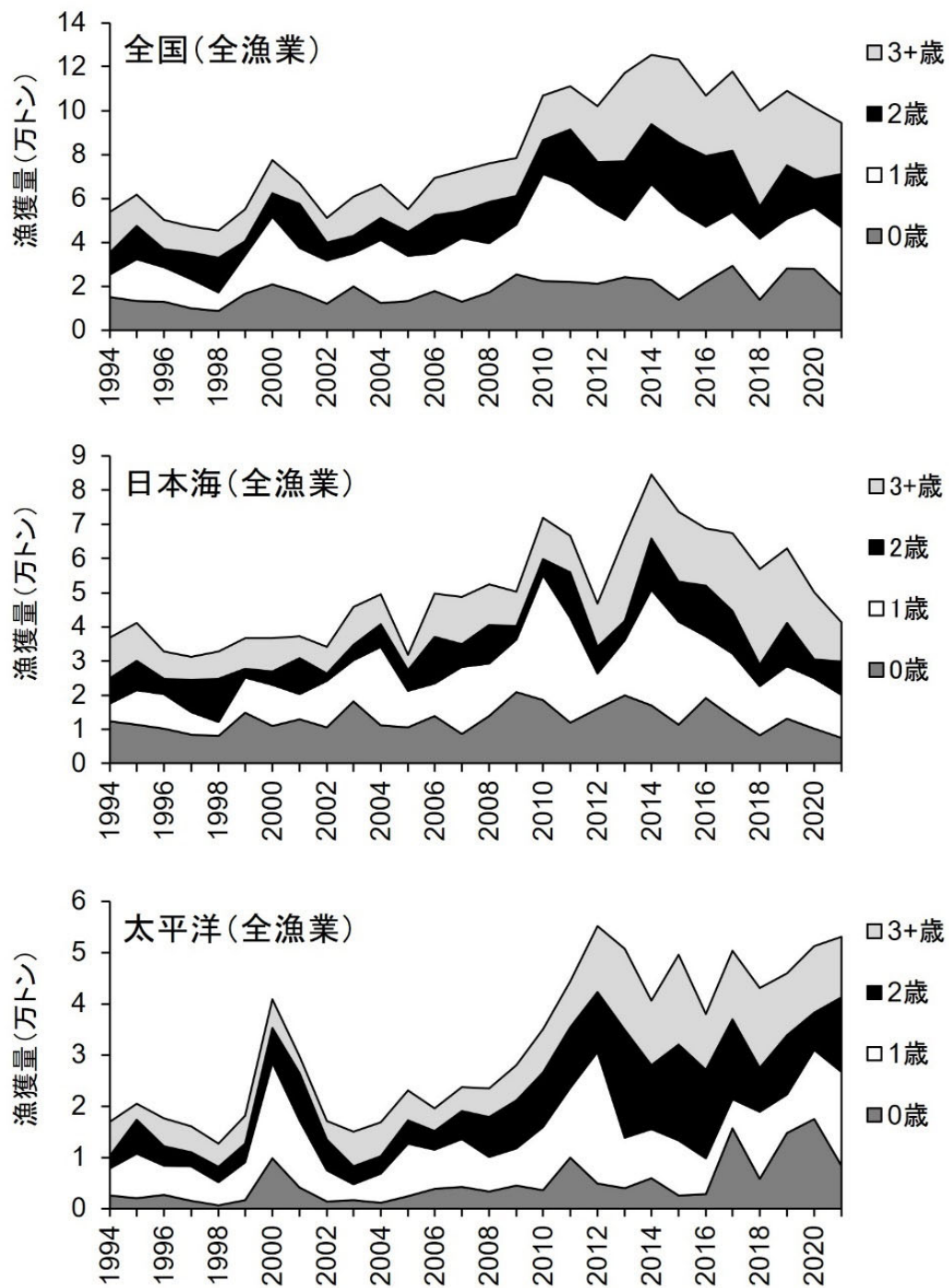


図 4-2. 我が国でのブリの年齢別漁獲量の推移

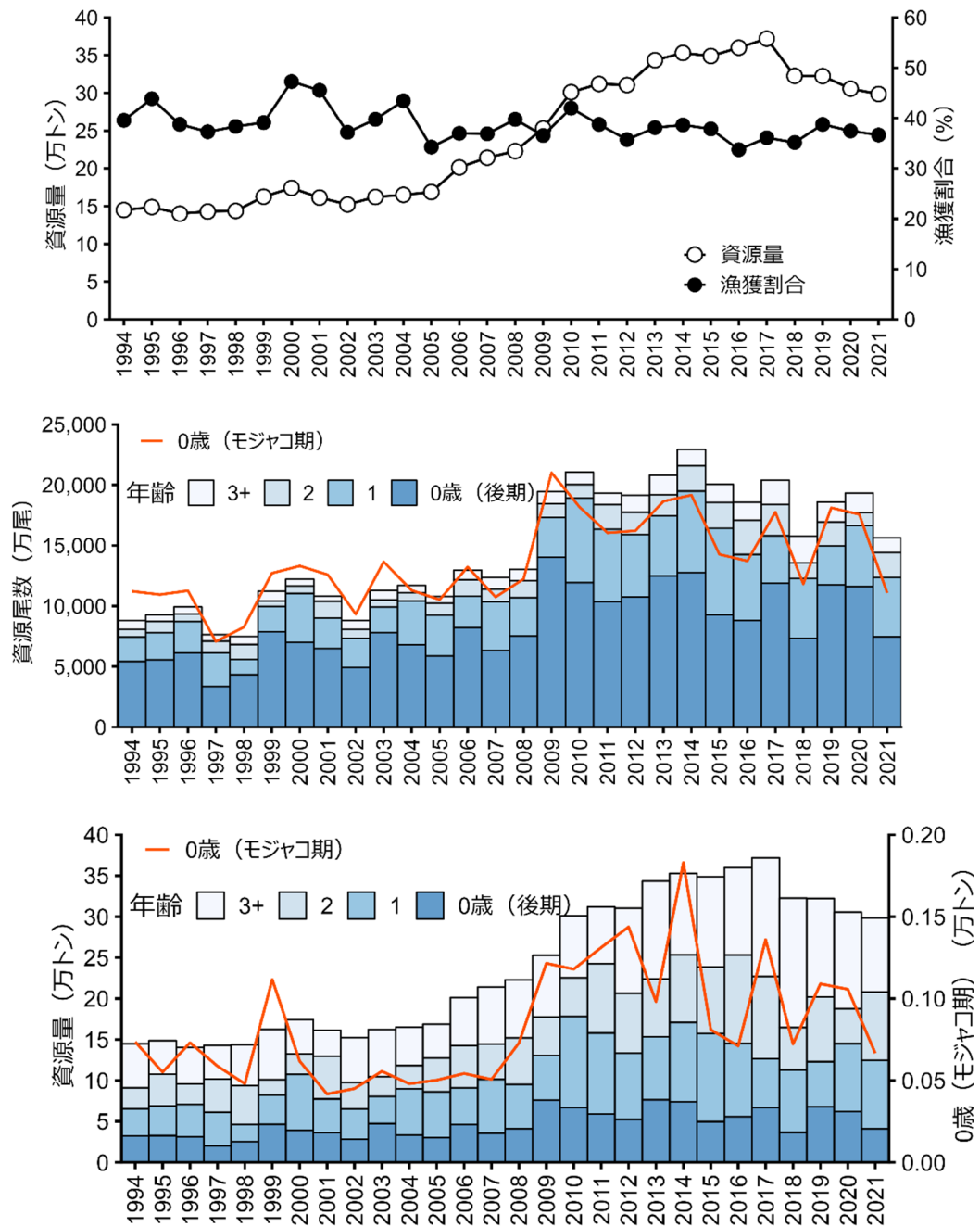


図 4-3. 資源量と漁獲割合の推移（上段）、年齢別資源尾数の推移（中段）、年齢別資源量の推移（下段）

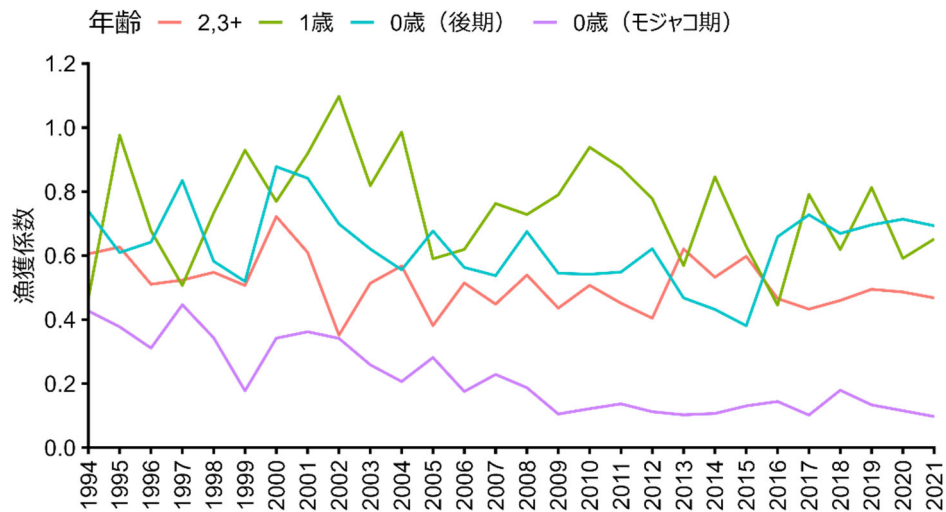


図 4-4. 年齢別漁獲係数の推移

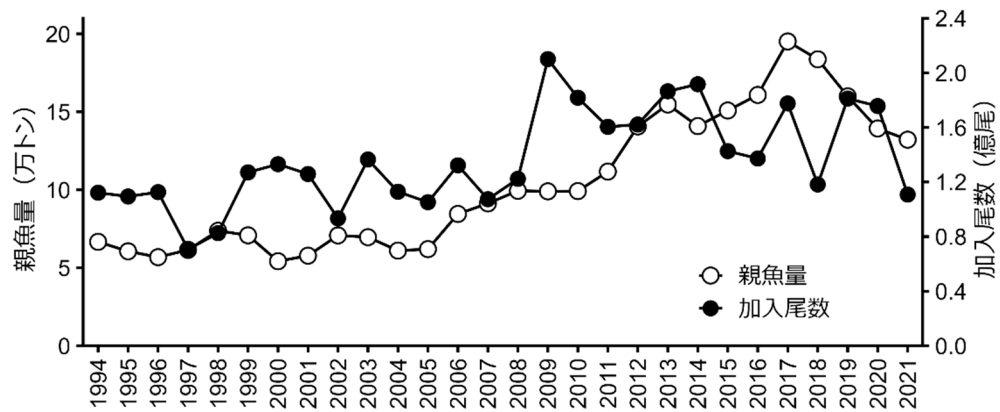


図 4-5. 親魚量と加入尾数の推移

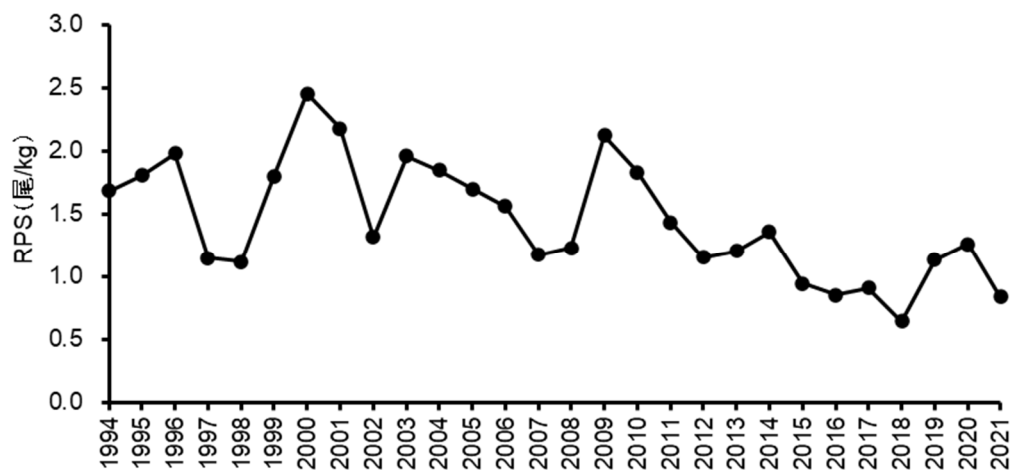


図 4-6. 再生産成功率 (RPS) の推移

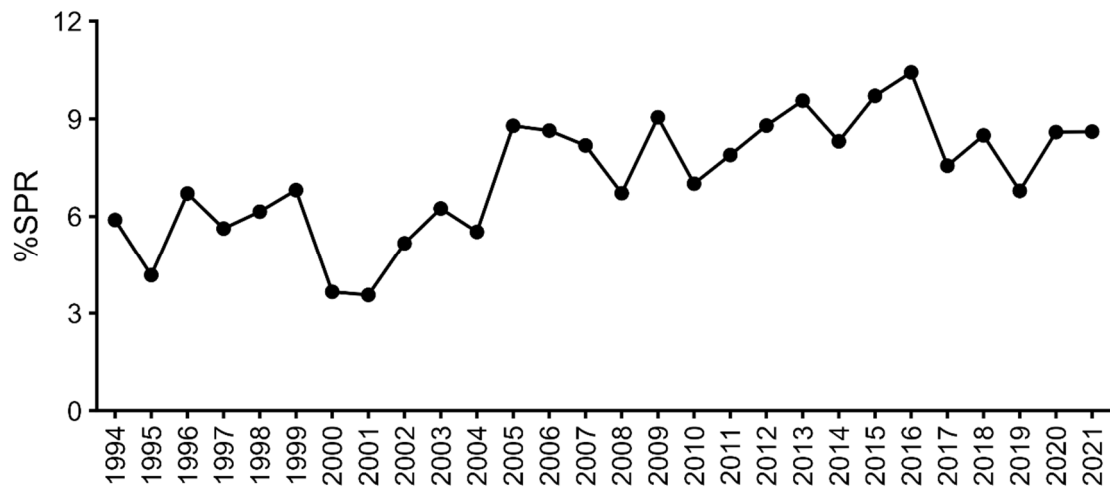


図 4-7. 各年における%SPR 値の経年推移

%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。

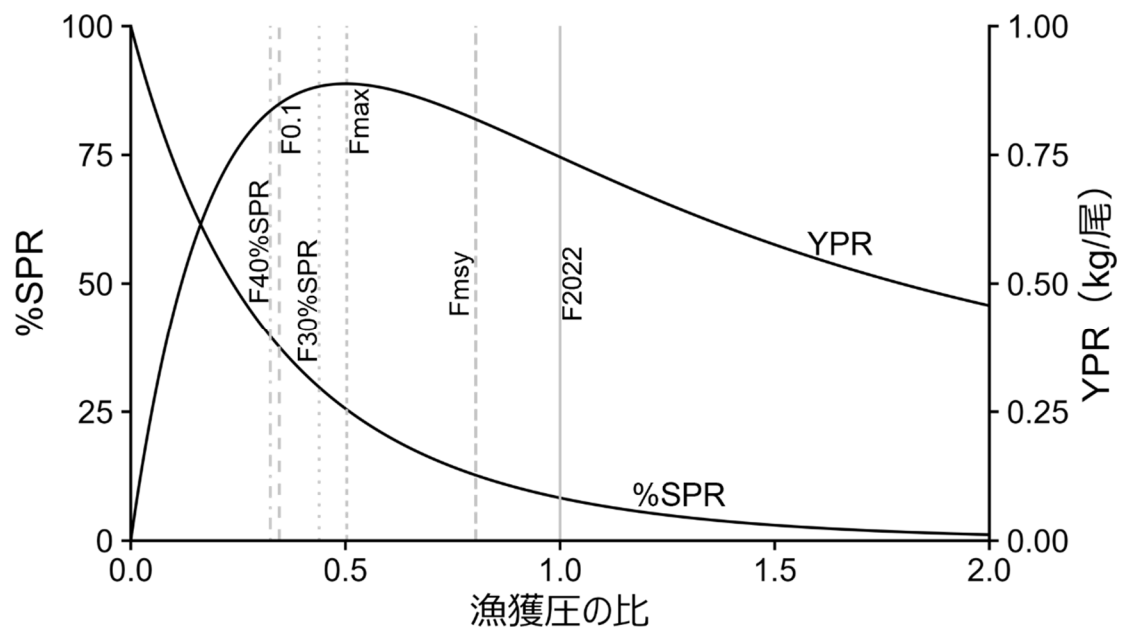


図 4-8. 現状の漁獲圧（F2022）に対する YPR と%SPR の関係

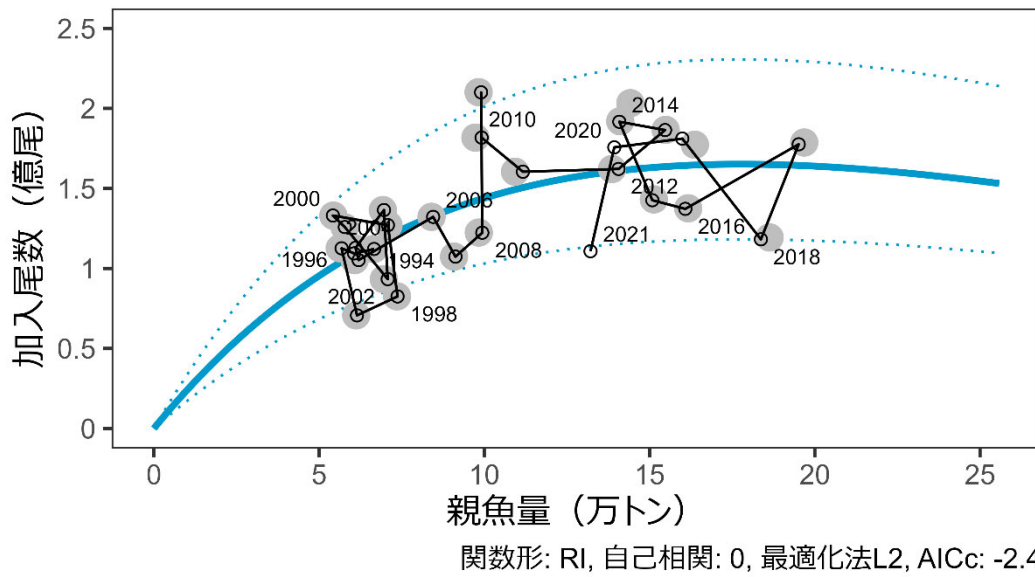


図 4-9. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

灰色の丸は令和 3 年度の資源評価における親魚量と加入量のデータを示し、青線はそれらのデータに基づき令和 3 年 12 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（古川ほか 2022b）で提案された再生産関係を示す。青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。実線と白抜き丸印で示したのは令和 4 年度資源評価で得られた再生産関係のプロット（1994～2021 年）。

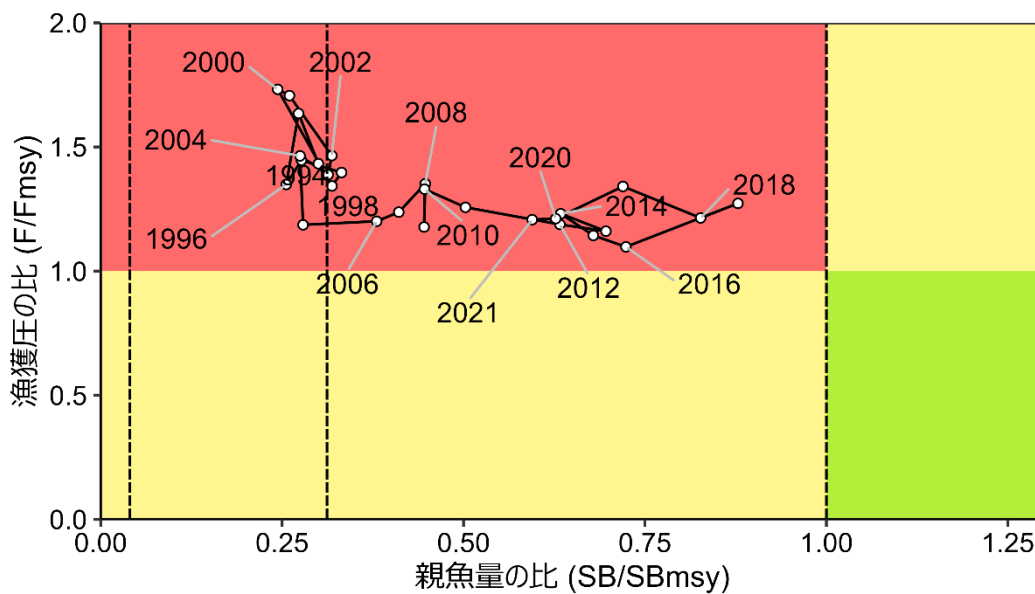


図 4-10. 親魚量・漁獲圧との関係（神戸プロット）

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、1994～2021 年における親魚量および漁獲圧の関係を示す。

表 3-1. 漁業種類別漁獲量（トン）

年	まき網	定置網	釣り・延縄	刺網	その他	日本合計	韓国	合計
1952	2,996	41,644	8,295	368	765	54,068		
1953	2,250	35,843	9,458	308	694	48,552		
1954	480	35,400	9,446	345	615	46,286		
1955	1,373	35,948	7,519	634	566	46,039		
1956	1,706	31,238	8,640	810	386	42,780		
1957	3,424	27,087	9,214	1,485	846	42,056		
1958	4,740	26,776	9,111	1,572	943	43,142		
1959	4,591	29,911	9,629	1,680	964	46,775		
1960	3,901	22,332	11,523	2,682	821	41,259		
1961	4,428	27,274	14,955	2,959	1,533	51,149		
1962	7,048	21,331	15,015	3,157	1,799	48,350		
1963	5,640	16,510	13,609	3,929	1,304	40,992		
1964	6,976	19,597	12,071	3,259	965	42,868		
1965	4,481	20,681	13,619	4,067	971	43,819	1,136	44,955
1966	5,324	18,667	10,632	3,572	760	38,955	1,331	40,286
1967	10,065	21,095	13,208	3,762	491	48,621	1,654	50,275
1968	8,550	18,038	16,123	5,282	369	48,362	2,942	51,304
1969	9,729	21,349	13,939	5,323	782	51,122	2,247	53,369
1970	8,758	20,801	18,757	5,506	1,036	54,858	1,718	56,576
1971	7,831	19,397	14,899	5,290	685	48,102	761	48,863
1972	12,009	18,929	13,643	4,232	925	49,738	1,301	51,039
1973	13,161	18,767	15,802	4,752	434	52,916	1,489	54,405
1974	7,751	16,708	11,348	4,202	968	40,977	1,707	42,684
1975	7,610	16,273	9,805	4,020	608	38,316	2,723	41,039
1976	7,264	15,221	14,343	4,228	1,707	42,763	2,429	45,192
1977	3,829	9,635	9,410	2,995	1,046	26,915	1,863	28,778
1978	5,791	18,521	8,728	3,136	1,238	37,414	1,829	39,243
1979	11,496	17,829	10,048	4,031	1,564	44,968	2,090	47,058
1980	10,180	15,476	9,310	5,042	1,999	42,007	2,089	44,096
1981	6,979	16,250	8,592	4,136	1,816	37,773	1,198	38,971
1982	5,747	17,888	8,038	5,680	1,091	38,444	3,829	42,273
1983	8,061	19,953	6,715	6,663	430	41,822	3,095	44,917
1984	11,124	15,108	8,533	6,141	306	41,212	2,952	44,164
1985	8,946	12,240	6,771	4,946	519	33,422	4,687	38,109
1986	6,621	15,778	6,719	4,493	150	33,761	5,795	39,556
1987	8,879	16,402	6,177	3,430	462	35,350	3,529	38,879
1988	9,069	14,476	6,992	4,144	227	34,908	6,422	41,330
1989	10,051	14,348	10,278	3,790	1,223	39,690	6,218	45,908
1990	13,187	22,191	9,578	5,308	1,834	52,098	5,114	57,212
1991	16,333	19,851	8,929	5,546	335	50,994	4,445	55,439
1992	18,727	21,129	9,420	5,805	346	55,427	2,233	57,660
1993	11,810	18,945	7,092	3,738	1,663	43,248	2,740	45,988
1994	18,918	22,195	8,236	3,255	1,198	53,802	3,501	57,303
1995	24,030	25,299	8,346	3,318	672	61,665	3,586	65,251
1996	15,370	22,739	8,620	3,070	534	50,333	3,977	54,310
1997	14,657	18,475	8,588	3,432	2,060	47,212	6,064	53,276
1998	14,788	17,942	7,811	3,593	1,350	45,484	9,620	55,104
1999	22,117	20,888	7,556	3,485	868	54,914	8,627	63,541
2000	27,296	36,123	8,108	4,712	1,220	77,459	4,814	82,273
2001	23,159	30,210	9,307	3,369	881	66,926	6,475	73,401
2002	21,065	18,089	8,120	3,311	609	51,194	5,374	56,568
2003	27,277	19,663	7,375	5,057	1,414	60,786	3,671	64,457
2004	30,457	21,683	7,151	6,006	1,048	66,345	5,321	71,666
2005	19,267	25,288	6,390	3,162	784	54,891	2,876	57,767
2006	34,658	21,846	7,371	4,277	1,200	69,352	5,073	74,425
2007	34,129	26,963	6,147	4,034	1,197	72,469	6,524	78,993
2008	35,014	27,362	7,832	4,330	1,425	75,963	12,643	88,606
2009	37,942	28,403	7,398	3,736	855	78,334	14,080	92,414
2010	59,570	35,160	8,007	3,626	528	106,891	19,468	126,359
2011	53,561	45,118	7,905	3,385	950	110,919	9,935	120,854
2012	46,304	44,317	6,691	3,200	1,327	101,839	9,021	110,860
2013	57,182	49,424	6,575	2,898	1,094	117,173	13,625	130,798
2014	66,010	47,671	7,320	3,695	526	125,222	11,158	136,380
2015	59,624	51,314	6,390	4,865	995	123,188	8,827	132,015
2016	49,641	45,917	7,207	2,966	1,025	106,756	14,642	121,398
2017	51,380	56,305	6,732	2,671	673	117,761	16,483	134,244
2018	43,075	47,488	6,371	2,292	708	99,934	13,434	113,368
2019	39,754	59,170	6,194	2,861	978	108,957	15,928	124,885
2020	33,400	58,949	5,845	2,374	823	101,391	13,051	114,442
2021	36,740	49,337	5,274	2,386	638	94,375	15,046	109,421

2021年の漁獲量は暫定値。

表 3-2. ブリ類の大海区別漁獲量（トン）

年	北海道 日本海区	北海道 太平洋区	太平洋北区	太平洋中区	太平洋南区	日本海北区	日本海西区	東シナ海区	瀬戸内海区	日本合計	韓国
1994	107	517	3,358	6,772	5,689	5,209	13,477	18,087	587	53,802	3,501
1995	151	684	4,881	9,557	4,667	7,462	15,999	17,510	753	61,666	3,586
1996	63	176	3,348	8,608	4,553	5,422	11,493	15,710	959	50,333	3,977
1997	61	512	2,406	7,962	4,337	5,047	12,625	13,428	832	47,211	6,064
1998	90	274	1,128	6,161	4,317	5,318	13,579	13,859	758	45,484	9,620
1999	96	2,039	5,541	4,859	5,026	4,767	18,146	13,748	697	54,918	8,627
2000	401	4,341	20,782	9,242	5,166	6,094	18,042	12,072	1,321	77,461	4,814
2001	613	1,047	12,143	10,551	5,024	8,048	13,847	14,693	960	66,925	6,475
2002	147	792	2,345	9,288	3,813	5,602	14,240	14,110	858	51,194	5,374
2003	171	571	1,077	6,883	5,537	4,130	25,446	16,024	948	60,787	3,671
2004	249	527	5,050	5,430	4,795	7,312	26,031	15,960	991	66,345	5,321
2005	748	2,340	8,529	6,622	4,833	6,732	13,400	10,964	721	54,890	2,876
2006	467	933	4,459	8,734	4,781	7,394	19,718	22,167	700	69,353	5,073
2007	278	2,029	5,500	10,640	4,907	5,894	20,241	22,358	622	72,470	6,524
2008	279	329	4,908	11,068	6,203	7,548	25,842	18,861	925	75,964	12,643
2009	595	659	5,219	14,986	6,235	6,897	22,159	20,635	948	78,334	14,080
2010	694	1,497	11,217	14,377	7,027	6,884	31,678	32,623	893	106,890	19,468
2011	851	6,327	11,251	18,064	7,806	8,597	26,519	30,607	896	110,917	9,935
2012	1,648	5,688	17,852	22,834	7,948	5,435	21,347	18,296	793	101,842	9,021
2013	2,125	9,884	15,172	18,461	6,348	8,429	27,943	27,992	823	117,175	13,625
2014	2,795	5,671	13,038	13,751	7,292	11,221	43,324	27,266	863	125,223	11,158
2015	2,664	7,398	19,038	13,446	8,886	10,070	32,962	27,914	810	123,188	8,827
2016	2,877	9,006	8,687	12,761	6,669	8,507	34,444	22,980	827	106,756	14,642
2017	2,446	5,410	18,134	16,443	9,118	8,026	26,727	30,155	1,303	117,761	16,483
2018	1,922	6,342	12,922	11,086	11,365	5,849	21,638	27,499	1,310	99,933	13,434
2019	2,797	8,020	16,750	9,954	9,440	4,727	25,240	30,271	1,768	108,968	15,928
2020	1,919	13,426	12,873	13,096	9,791	4,185	23,511	20,549	2,043	101,392	13,051
2021	3,112	10,858	8,210	19,312	12,277	4,863	17,297	15,992	2,454	94,376	15,046

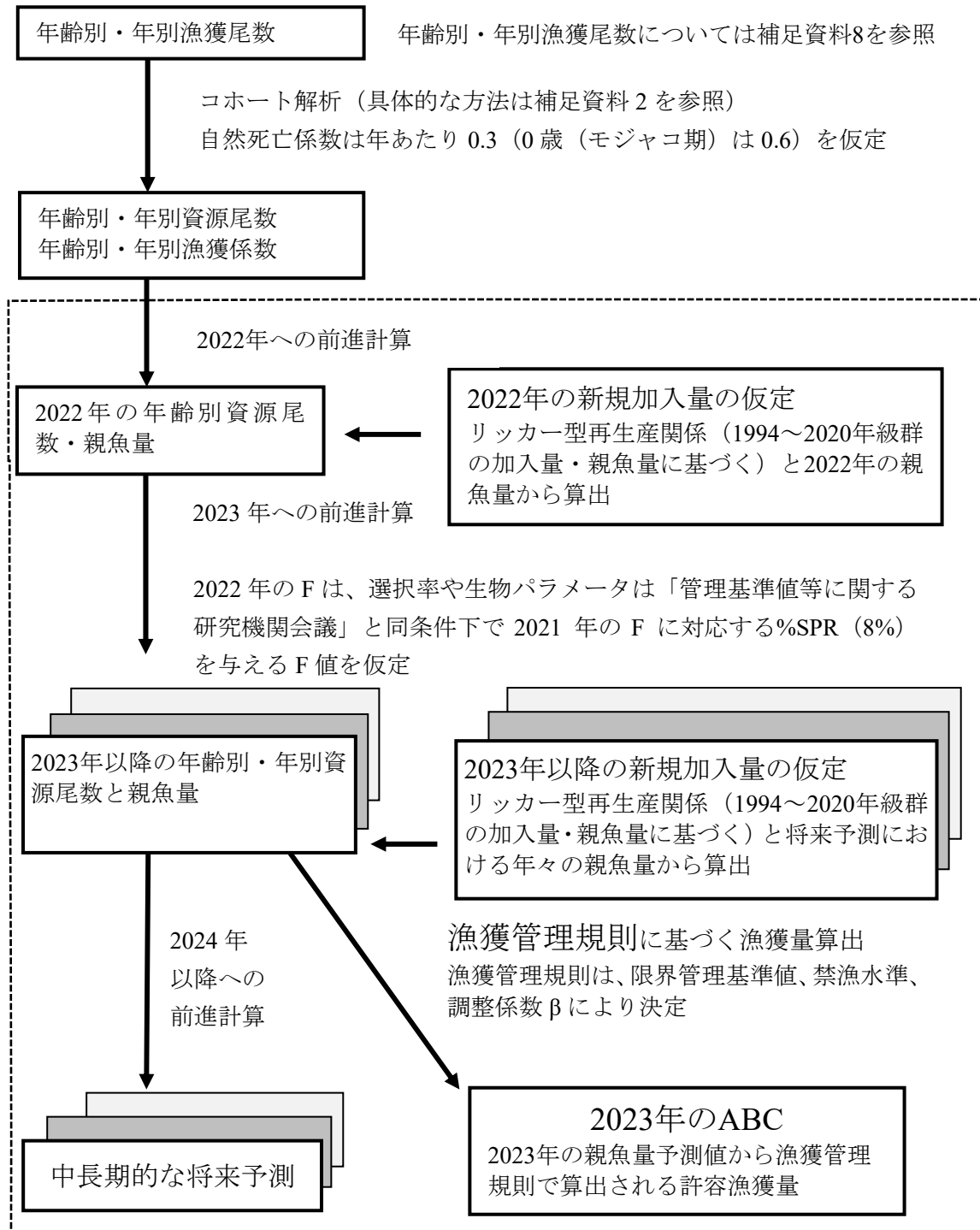
2021年の漁獲量は暫定値。

表 3-3. 漁業種別漁獲量

年	大中小まき	中小まき	定置網	釣り・延縄	刺網	その他	合計
1994	9,999	8,922	22,197	8,240	3,240	1,204	53,802
1995	15,658	8,422	25,304	8,320	3,286	676	61,666
1996	8,895	6,488	22,739	8,592	3,057	562	50,333
1997	4,916	9,878	18,403	8,527	3,412	2,075	47,211
1998	8,248	6,588	17,945	7,777	3,584	1,342	45,484
1999	11,532	10,602	20,890	7,542	3,481	871	54,918
2000	16,257	11,065	36,125	8,087	4,669	1,258	77,461
2001	14,144	9,065	30,218	9,267	3,356	875	66,925
2002	10,625	10,481	18,106	8,093	3,307	582	51,194
2003	11,815	15,529	19,640	7,380	5,056	1,367	60,787
2004	18,441	12,038	21,685	7,145	6,001	1,035	66,345
2005	11,794	7,482	25,286	6,388	3,163	777	54,890
2006	22,659	12,012	21,849	7,369	4,272	1,192	69,353
2007	22,869	11,231	26,966	6,176	4,031	1,197	72,470
2008	20,925	14,199	27,261	7,832	4,326	1,421	75,964
2009	21,308	16,634	28,408	7,399	3,734	851	78,334
2010	38,904	20,670	35,159	8,006	3,626	525	106,890
2011	38,089	15,484	45,120	7,900	3,380	944	110,917
2012	29,938	16,362	44,330	6,689	3,201	1,322	101,842
2013	41,087	16,108	49,421	6,575	2,896	1,088	117,175
2014	40,881	25,139	47,671	7,317	3,693	522	125,223
2015	41,656	17,972	51,317	6,388	4,866	989	123,188
2016	28,865	20,786	45,922	7,202	2,967	1,014	106,756
2017	32,980	18,393	56,311	6,747	2,670	660	117,761
2018	29,882	13,191	47,493	6,370	2,291	706	99,933
2019	26,322	13,450	59,170	6,193	2,862	971	108,968
2020	18,610	14,800	58,951	5,859	2,377	795	101,392
2021	20,426	16,316	49,339	5,333	2,387	575	94,376

2021年の漁獲量は暫定値。

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 計算方法

(1) 資源計算方法

我が国の 1994～2021 年までの 28 年間の 0 歳（モジャコ期）、0 歳（後期）、1 歳、2 歳および 3 歳以上をプラスグループ（3+歳）とした各年齢（成長段階）別漁獲尾数を用い、コホート解析で資源量推定を行った（Pope 1972）。0 歳（モジャコ期）と 0 歳（後期）については半年コホート、1 歳以上については年コホートとして扱った。年別年齢（成長段階）別漁獲尾数 $C_{a,y}$ から、 a 歳（期）、最近年を除く y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ を以下の式で求めた。

$$N_{mojako,y} = N_{0,y} \exp\left(\frac{M_{mojako}}{2}\right) + C_{mojako,y} \exp\left(\frac{M_{mojako}}{4}\right) \quad (1)$$

$$N_{0,y} = N_{1,y+1} \exp\left(\frac{M}{2}\right) + C_{0,y} \exp\left(\frac{M}{4}\right) \quad (2)$$

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

ここで、 $N_{mojako,y}$ 、 $N_{0,y}$ および $N_{1,y}$ はそれぞれ、0 歳（モジャコ期）、0 歳（後期）および 1 歳の資源尾数を表す。 M_{mojako} は 0 歳（モジャコ期）の自然死亡係数、 M は 0 歳（後期）以上の自然死亡係数を示す。0 歳（モジャコ期）、0 歳（後期）および 1 歳以上の漁獲係数 $F_{a,y}$ を以下の式で求めた。

$$F_{mojako,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{mojako,y} \exp\left(\frac{M_{mojako}}{4}\right)}{N_{mojako,y}}\right) \quad (4)$$

$$F_{0,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{0,y} \exp\left(\frac{M}{4}\right)}{N_{0,y}}\right) \quad (5)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad a \geq 1 \quad (6)$$

また、2 歳と 3+歳の漁獲係数は等しいと仮定し、資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{2,y} = \frac{C_{2,y}}{C_{2,y} + C_{3+,y}} N_{3+,y+1} \exp(M) + C_{2,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (7)$$

$$N_{3+,y} = \frac{C_{3+,y}}{C_{2,y} + C_{3+,y}} N_{3+,y+1} \exp(M) + C_{3+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (8)$$

最近年 Y の資源尾数は、

$$N_{mojako,Y} = N_{0,Y} \exp\left(\frac{M_{mojako}}{2}\right) + C_{mojako,Y} \exp\left(\frac{M_{mojako}}{4}\right) \quad (9)$$

$$N_0 = \frac{C_{0,Y}}{1 - \exp(-F_{0,Y})} \exp\left(\frac{M}{4}\right) \quad (10)$$

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y}}{1 - \exp(-F_{a,Y})} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad a \geq 1 \quad (11)$$

で求めた。0 歳（後期）以上の最近年の漁獲係数は過去 5 年の漁獲係数の平均値に等しいと仮定した。0 歳（モジャコ期）の最近年の漁獲係数は式（2）と同様の式で算出した。年あたりの自然死亡係数 M について、0 歳以上は田中（1960）と昨年度までの本種資源評価からの一貫性を考慮して 0.3 とした。モジャコの M については 0 歳（後期）以上の M の 2 倍に相当する 0.6 を用いた。

また、5 年間のレトロスペクティブ解析により、データの追加・更新が行われることで資源量推定等に生じる変化を確認した（補足図 2-1）。加入量に変動の大きな年が、親魚量と資源量に上方修正の傾向が、漁獲割合に下方修正の傾向があったが、レトロスペクティブバイアス（Mohn's ρ 、Mohn 1999）は、加入量が 0.149、親魚量が -0.090、資源量が -0.044、漁獲割合が 0.051 と極端に大きくはなかった。

（2）自然死亡係数（ M ）に関する議論

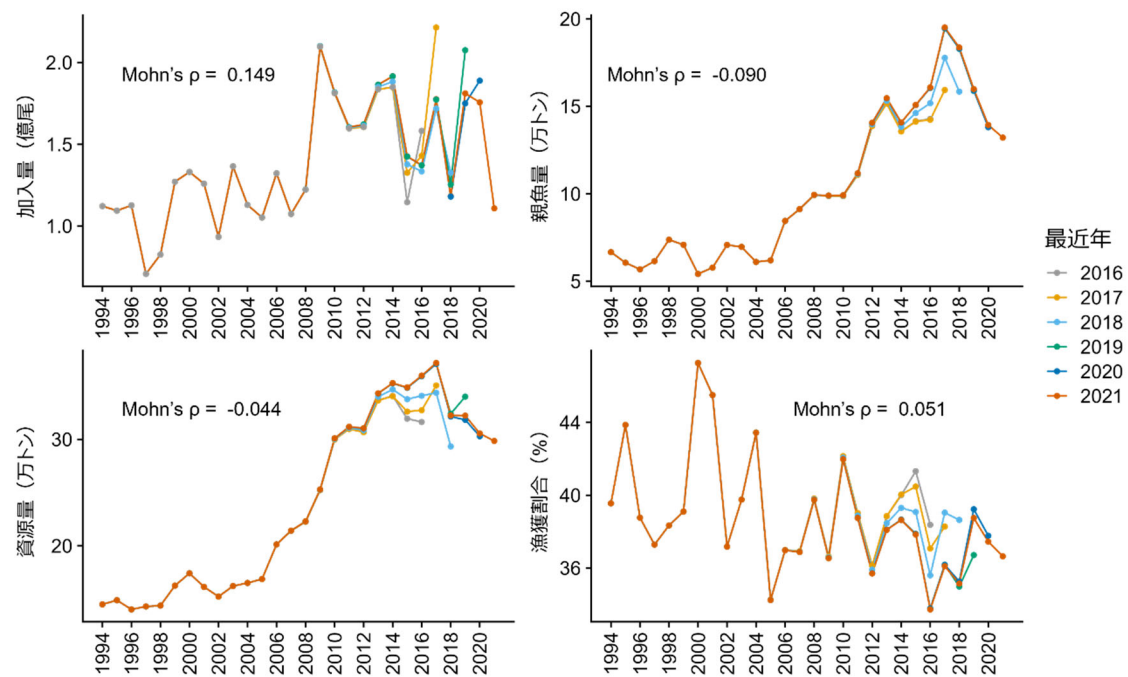
「4.（1）資源評価の方法」で述べたように、コホート解析で使用する自然死亡係数（ M ）は重要なパラメーターの一つであるが、コホート解析内部での推定が困難であるため、外部で妥当なレベルの値を推定して用いるのが一般的である。そのため、対象種の観測可能な形質から M を求めるための推定式が多く開発されている（補足表 2-3）。まず、対象魚の生活史に基づいたものとして、Pauly の推定式（Pauly 1980）があるが、これは von Bertalanffy 成長曲線の成長係数（ K ）、極限体長（ L_∞ , cm）および平均環境水温（ T , °C）から求められる。平均環境水温（ T ）が必要であることから、Pauly の推定式の利用は本種への適用が難しいため、Then et al.（2015）の再解析によって T が除去された Pauly_update の推定式を用いた。Jensen の推定式は K のみから推定されるものである（Jensen 1996）。Gislason 1（Gislason et al. 2010）は M の値が、 K と L_∞ から計算される L の関数として与えられるもので、Gislason 2 は Charnov et al.（2013）によって、Gislason 1 が更新されたものである。また、Chen and Watanabe（1989）は成長の初期段階で M が高く、成長と共に M が減少し、寿命に近づくと再び M が増加するような年齢と M がバスタブ型の曲線となる関係式を提案している。次に、寿命に基づく推定式として田内・田中の推定式（田中 1960）は本年度に使用したものである。Hoenig（Hoenig 1983）と Hoenig update（Then et al. 2015）も同様に寿命のみから M の値が推定されるものである。FishLife（Thorson et al. 2019）は、系統関係も考慮して 30,000 種以上の魚種の M の値を推定できる R パッケージである。

ブリの形質を用いて、それぞれで推定される M の値を求めた（補足表 2-3）。一般的な傾向として、 M の値は寿命が長く L_∞ が大きいほど低くなり、 K が大きいほど高くなる推定式が多い傾向にあった。本年度に用いた M の値（0.3）は、候補とした推定式の中でも最も低

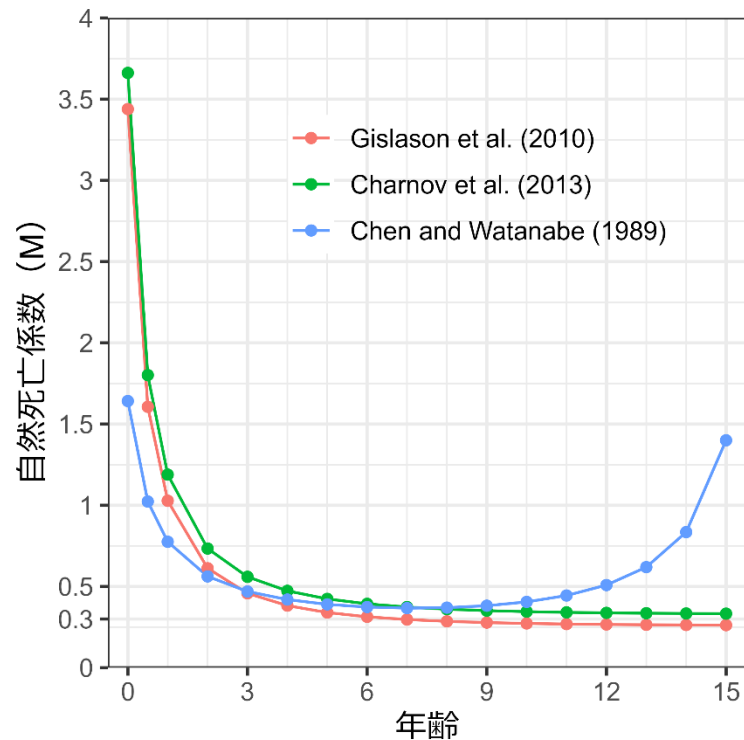
い値で、主要な推定式で求められる M の値の中でも端部に位置するものであった（補足表 2-3）。また、尾叉長および年齢に依存して M が変化する Gislason 1（Gislason et al. 2010）と Gislason 2（Charnov et al. 2013）を用いた M の推定についても行ったが、寿命までの殆どの年齢で 0.3 を超える高い値となっていた（補足図 2-2）。また、Chen and Watanabe（1989）の式においても、 M は常に 0.3 以上で、バスタブ型で再び M が増加するのは本種の寿命を超えた 9 歳頃であった（補足図 2-2）。これらの M の候補値を、本種の資源解析に用いることについては、標識放流結果との整合性等、ブリ個別の研究事例と照らし合わせながら今後も慎重に検討していく必要がある。

引用文献

- Charnov E. L., Gislason H., Pope J. G. (2013) Evolutionary assembly rules for fish life histories. *Fish and Fisheries*, **14**, 213-224.
- Gislason H., Daan N., Rice J. C., Pope J. G. (2010) Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, **11**, 149-158.
- Hordyk A. R., Huynh Q. C., Carruthers T. R. (2019) Misspecification in stock assessments: common uncertainties and asymmetric risks. *Fish and Fisheries*, **20**, 888-902.
- Jensen A. L. (1996) Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **53**, 820-822.
- Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 473-488.
- Pauly, D. (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **39**, 175-192.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水研報, **28**, 1-200.
- Then A. Y., Hoenig J. M., Hall N. G., Hewitt D. A. (2015) Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES J. Mar. Sci.*, **72**, 82-92
- Thorson J. T. (2020) Predicting recruitment density dependence and intrinsic growth rate for all fishes worldwide using a data - integrated life - history model. *Fish and Fisheries*, **21**, 237-251.



補足図 2-1. 加入量、親魚量、資源量、漁獲割合のレトロスペクティブ解析
凡例の数字は VPA の最近年を示す。



補足図 2-2. 推定式による年齢と自然死亡係数 (M) の関係

Gislason 1 (Gislason et al. 2010) と Gislason 2 (Charnov et al. 2013)、Chen and Waanabe (1989) の推定式を用いた結果を示す。

補足表 2-1. 資源解析結果の概要

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (万尾)	漁獲割合	RPS (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
1994	57,523	144,879	66,649	11,217	40%	1.68	5.89	1.43
1995	65,401	148,776	60,592	10,940	44%	1.81	4.18	1.63
1996	54,479	140,104	56,815	11,259	39%	1.98	6.71	1.35
1997	53,457	142,888	61,483	7,068	37%	1.15	5.63	1.45
1998	55,221	143,714	60,592	8,253	38%	1.12	6.15	1.40
1999	63,703	162,513	70,824	12,708	39%	1.79	6.81	1.34
2000	82,431	174,092	54,189	13,307	47%	2.46	3.66	1.73
2001	73,510	161,317	57,791	12,586	46%	2.18	3.56	1.71
2002	56,680	152,171	70,768	9,333	37%	1.32	5.17	1.47
2003	64,567	162,142	69,640	13,651	40%	1.96	6.25	1.39
2004	71,742	152,171	61,036	11,289	43%	1.85	5.52	1.46
2005	57,872	168,698	61,967	10,522	34%	1.70	8.79	1.19
2006	74,500	201,296	84,517	13,223	37%	1.56	8.64	1.20
2007	79,085	214,204	91,272	10,739	37%	1.18	8.18	1.24
2008	88,714	222,928	99,385	12,232	40%	1.23	6.72	1.35
2009	92,518	252,919	99,025	21,004	37%	2.12	9.05	1.18
2010	126,475	301,032	99,178	18,177	42%	1.83	7.01	1.33
2011	120,998	311,887	111,686	16,043	39%	1.44	7.89	1.26
2012	110,990	310,508	140,621	16,216	36%	1.15	8.80	1.19
2013	130,884	343,376	154,700	18,647	38%	1.21	9.56	1.16
2014	136,539	352,982	140,860	19,165	39%	1.36	8.31	1.23
2015	132,100	348,876	150,851	14,263	38%	0.95	9.71	1.14
2016	121,483	359,967	160,828	13,723	34%	0.85	10.43	1.10
2017	134,354	371,876	195,135	17,757	36%	0.91	7.56	1.27
2018	113,469	322,555	183,692	11,820	35%	0.64	8.49	1.21
2019	125,018	322,352	159,916	18,114	39%	1.13	6.79	1.34
2020	114,530	305,601	139,332	17,566	37%	1.26	8.59	1.21
2021	109,449	298,537	132,141	11,078	37%	0.84	8.61	1.21

2021年の漁獲量は暫定値。

補足表 2-2. 資源解析結果（年齢別；1994～2007 年）

年齢別漁獲尾数(日本及び韓国・万尾)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(モジャコ期)	3,355	2,959	2,589	2,190	2,062	1,776	3,316	3,288	2,322	2,676	1,811	2,222	1,828	1,888
0歳(後期)	2,628	2,353	2,686	1,760	1,776	2,962	3,796	3,428	2,293	3,349	2,690	2,684	3,284	2,441
1歳	646	1,195	1,101	947	560	1,087	1,866	1,296	1,382	1,012	1,950	1,289	1,022	1,851
2歳	252	375	214	343	448	152	270	545	189	206	256	273	478	319
3歳以上	276	219	202	189	242	279	249	166	186	265	225	148	270	297
年齢別漁獲尾数(北海道太平洋北区、太平洋北区、太平洋中区、太平洋南区・万尾)														
0歳(後期)	480	326	503	293	155	292	1,808	779	264	365	200	491	715	918
1歳	319	520	354	443	240	385	1,025	724	323	186	348	556	423	568
2歳	45	143	83	57	64	79	157	223	125	72	70	100	79	120
3歳以上	82	40	75	62	55	70	70	41	45	85	80	72	56	61
年齢別漁獲尾数(北海道日本海北区、日本海北区、日本海西区、東シナ海区・万尾)														
0歳(後期)	2,058	1,950	2,020	1,379	1,413	2,518	1,903	2,318	1,829	2,901	2,331	2,081	2,460	1,410
1歳	317	648	684	449	256	644	787	506	971	776	1,490	689	570	1,210
2歳	201	221	121	241	346	69	103	298	58	125	168	161	383	169
3歳以上	160	150	103	93	111	121	136	87	106	152	118	62	172	193
年齢別漁獲量(日本及び韓国・トン)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(後期)	15,563	13,806	13,703	10,579	10,331	17,476	21,345	19,090	13,136	20,333	13,189	13,734	18,436	13,766
1歳	10,675	19,356	16,712	14,048	9,402	18,634	31,435	21,338	21,272	15,868	30,420	21,529	17,819	30,139
2歳	10,035	15,617	8,703	14,168	17,207	6,422	11,035	20,524	8,236	8,368	10,606	11,184	17,835	13,430
3歳以上	21,031	16,473	15,194	14,480	18,160	21,015	18,463	12,449	13,924	19,889	17,450	11,319	20,335	21,661
計	57,303	65,252	54,311	53,275	55,101	63,547	82,277	73,401	56,568	64,458	71,665	57,766	74,425	78,996
年齢別漁獲量(北海道太平洋北区、太平洋北区、太平洋中区、太平洋南区・トン)														
0歳(後期)	2,614	1,994	2,691	1,527	707	1,661	9,832	4,182	1,384	1,693	1,128	2,443	3,928	4,301
1歳	5,293	8,776	5,707	6,757	4,477	7,352	18,746	13,048	6,186	3,125	5,796	10,225	7,606	9,318
2歳	2,416	6,567	3,721	2,730	2,979	3,709	6,718	9,262	5,931	3,455	3,302	4,614	3,640	5,449
3歳以上	6,600	3,205	5,525	5,035	4,475	5,441	5,556	3,233	3,594	6,743	6,567	5,764	4,433	4,630
年齢別漁獲量(北海道日本海北区、日本海北区、日本海西区、東シナ海区・トン)														
0歳(後期)	12,365	11,357	10,148	8,505	8,119	14,887	10,997	12,951	10,604	18,115	11,183	10,648	13,840	8,724
1歳	5,207	10,187	10,145	6,455	3,974	10,374	12,003	7,415	13,675	12,054	23,034	10,568	9,626	19,599
2歳	7,401	8,535	4,589	9,367	12,749	2,543	3,892	10,468	2,073	4,538	6,537	6,094	13,571	6,650
3歳以上	11,906	11,045	7,808	6,836	8,000	8,953	9,719	6,367	7,746	11,063	8,798	4,535	12,709	13,801
年齢別漁獲係数														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(モジャコ期)	0.43	0.38	0.31	0.45	0.34	0.18	0.34	0.36	0.34	0.26	0.21	0.28	0.18	0.23
0歳(後期)	0.74	0.61	0.64	0.83	0.58	0.52	0.88	0.84	0.70	0.62	0.56	0.68	0.56	0.54
1歳	0.47	0.98	0.68	0.51	0.73	0.93	0.77	0.92	1.10	0.82	0.99	0.59	0.62	0.76
2歳	0.61	0.63	0.51	0.52	0.55	0.51	0.72	0.61	0.35	0.51	0.57	0.38	0.51	0.45
3歳以上	0.61	0.63	0.51	0.52	0.55	0.51	0.72	0.61	0.35	0.51	0.57	0.38	0.51	0.45
平均値	0.71	0.80	0.66	0.71	0.69	0.66	0.86	0.84	0.71	0.68	0.72	0.58	0.60	0.61
年齢別資源尾数(万尾)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(モジャコ期)	11,217	10,940	11,259	7,068	8,253	12,708	13,307	12,586	9,333	13,651	11,289	10,522	13,223	10,739
0歳(後期)	5,422	5,558	6,112	3,352	4,338	7,886	7,003	6,494	4,916	7,809	6,804	5,883	8,223	6,331
1歳	2,015	2,228	2,601	2,768	1,252	2,086	4,039	2,506	2,409	2,104	3,615	3,361	2,573	4,031
2歳	645	936	622	979	1,236	446	610	1,387	741	595	687	999	1,380	1,026
3歳以上	705	546	587	538	666	815	563	422	728	766	603	542	780	957
0歳後期以降計	8,786	9,269	9,922	7,636	7,492	11,233	12,216	10,809	8,794	11,274	11,710	10,784	12,956	12,345
年齢別資源量(トン)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(モジャコ期)	736	551	730	587	480	1,116	618	417	450	556	480	502	543	506
0歳(後期)	32,105	32,613	31,176	20,147	25,232	46,524	39,377	36,162	28,159	47,415	33,358	30,103	46,166	35,700
1歳	33,288	36,086	39,464	41,061	21,030	35,778	68,059	41,252	37,090	32,983	56,381	56,136	44,848	65,634
2歳	25,675	38,971	25,298	40,396	47,413	18,774	24,935	52,226	32,306	24,207	28,452	40,983	51,530	43,198
3歳以上	53,811	41,107	44,166	41,285	50,039	61,437	41,721	31,677	54,615	57,537	46,810	41,475	58,753	69,673
0歳後期以降計	144,879	149,327	140,835	143,476	144,195	163,629	174,710	161,734	152,621	162,698	165,481	169,200	201,838	214,711
年齢別親魚量(トン)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(モジャコ期)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0歳(後期)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	12,837	19,485	12,649	20,198	23,707	9,387	12,468	26,113	16,153	12,103	14,226	20,491	25,765	21,599
3歳以上	53,811	41,107	44,166	41,285	50,039	61,437	41,721	31,677	54,615	57,537	46,810	41,475	58,753	69,673
計	66,649	60,592	56,815	61,483	73,745	70,824	54,189	57,791	70,768	69,640	61,036	61,967	84,517	91,272
年齢別平均体重(g)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2007	2007
0歳(モジャコ期)	7	5	6	8	6	9	5	3	5	4	4	5	4	5
0歳(後期)	592	587	510	601	582	590	562	557	573	607	490	512	561	564
1歳	1,652	1,619	1,517	1,483	1,680	1,715	1,685	1,646	1,540	1,568	1,560	1,670	1,743	1,628
2歳	3,982	4,162	4,067	4,127	3,837	4,212	4,086	3,766	4,361	4,065	4,139	4,101	3,733	4,209
3歳以上	7,634	7,531	7,526	7,679	7,518	7,542	7,416	7,504	7,500	7,512	7,757	7,651	7,534	7,282

補足表 2-2. (つづき) 資源解析結果 (年齢別; 2008~2021 年)

年齢別漁獲尾数 (日本及び韓国・万尾)														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (モジャコ期)	1,796	1,797	1,787	1,761	1,478	1,559	1,665	1,498	1,583	1,475	1,668	1,945	1,644	880
0歳 (後期)	3,422	5,460	4,627	4,061	4,612	4,321	4,151	2,725	3,941	5,698	3,313	5,463	5,489	3,455
1歳	1,418	1,548	3,665	2,996	2,399	1,854	3,305	2,865	1,687	1,845	1,963	1,545	1,936	2,015
2歳	500	346	379	634	528	699	740	828	903	783	418	662	351	665
3歳以上	337	306	352	298	403	640	476	577	474	604	700	553	542	395
年齢別漁獲尾数 (北海道太平洋北区、太平洋北区、太平洋中区、太平洋南区・万尾)														
0歳 (後期)	748	1,033	759	1,746	1,166	724	1,225	482	562	2,993	1,169	2,654	3,327	1,791
1歳	362	432	663	759	1,602	604	506	614	418	319	705	410	746	1,022
2歳	187	217	239	271	275	518	295	472	431	388	206	284	174	348
3歳以上	70	88	112	116	170	206	163	235	148	186	215	157	174	155
年齢別漁獲尾数 (北海道日本海北区、日本海北区、日本海西区、東シナ海区・万尾)														
0歳 (後期)	2,457	3,763	3,265	2,103	3,197	3,216	2,729	2,144	2,920	2,255	1,653	2,222	1,881	1,171
1歳	950	957	2,398	1,962	690	1,072	2,515	2,103	1,112	1,270	1,058	916	958	760
2歳	283	104	121	328	215	146	401	329	408	336	165	320	145	248
3歳以上	165	140	168	153	175	340	259	278	237	314	394	306	278	160
年齢別漁獲量 (日本及び韓国・トン)														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (後期)	18,664	29,618	25,922	23,080	22,528	26,467	24,019	14,565	24,915	32,012	16,544	31,539	29,347	18,989
1歳	24,121	25,528	58,435	49,640	37,628	28,689	47,667	43,267	27,660	28,024	30,354	26,403	31,882	34,526
2歳	20,353	14,329	16,100	26,452	20,912	28,178	29,310	31,512	34,606	30,469	16,411	26,519	14,094	26,799
3歳以上	25,469	22,939	25,902	21,681	29,791	47,467	35,384	42,670	34,220	43,737	50,058	40,440	39,108	29,083
	88,607	92,414	126,359	120,854	110,859	130,802	136,380	132,015	121,401	134,241	113,367	124,901	114,431	109,396
年齢別漁獲量 (北海道太平洋北区、太平洋北区、太平洋中区、太平洋南区・トン)														
0歳 (後期)	3,338	4,481	3,599	9,979	4,968	4,026	5,931	2,537	2,851	15,628	5,764	14,821	17,532	8,420
1歳	6,737	7,349	12,407	13,683	25,612	9,866	9,635	10,823	7,047	5,832	13,110	7,522	13,499	18,259
2歳	7,870	9,293	10,604	11,784	11,698	21,015	12,389	18,653	17,264	15,493	8,628	11,558	7,304	14,557
3歳以上	5,488	6,924	8,401	8,897	12,838	15,780	12,660	17,565	10,788	13,455	15,522	12,032	12,890	11,875
年齢別漁獲量 (北海道日本海北区、日本海北区、日本海西区、東シナ海区・トン)														
0歳 (後期)	13,915	20,867	18,591	11,910	16,050	20,008	16,906	11,433	19,063	13,581	8,175	13,196	10,125	7,569
1歳	15,446	15,345	36,600	30,883	10,382	16,167	33,997	30,070	18,127	18,676	14,515	15,306	14,852	12,600
2歳	11,104	3,876	4,617	13,077	7,682	5,609	15,050	11,741	14,769	12,427	6,171	12,643	5,452	9,605
3歳以上	12,065	10,199	12,071	10,705	12,609	24,706	18,653	20,366	16,850	22,666	28,047	21,894	19,725	11,465
年齢別漁獲係数														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (モジャコ期)	0.19	0.10	0.12	0.14	0.11	0.10	0.11	0.13	0.14	0.10	0.18	0.13	0.12	0.10
0歳 (後期)	0.67	0.54	0.54	0.55	0.62	0.47	0.43	0.38	0.66	0.73	0.67	0.70	0.71	0.69
1歳	0.73	0.79	0.94	0.87	0.78	0.57	0.85	0.63	0.44	0.79	0.62	0.81	0.59	0.65
2歳	0.54	0.44	0.51	0.45	0.40	0.62	0.53	0.60	0.47	0.43	0.46	0.49	0.49	0.47
3歳以上	0.54	0.44	0.51	0.45	0.40	0.62	0.53	0.60	0.47	0.43	0.46	0.49	0.49	0.47
平均値	0.67	0.58	0.65	0.62	0.58	0.59	0.61	0.58	0.54	0.62	0.60	0.66	0.60	0.59
年齢別資源尾数 (万尾)														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (モジャコ期)	12,232	21,004	18,177	16,043	16,216	18,647	19,165	14,263	13,723	17,757	11,820	18,114	17,566	11,078
0歳 (後期)	7,516	14,013	11,927	10,369	10,741	12,473	12,764	9,277	8,804	11,885	7,320	11,744	11,598	7,449
1歳	3,184	3,294	6,996	5,973	5,157	4,967	6,726	7,135	5,457	3,921	4,943	3,227	5,040	4,890
2歳	1,393	1,139	1,108	2,028	1,846	1,756	2,084	2,138	2,820	2,591	1,317	1,972	1,061	2,067
3歳以上	938	1,007	1,028	953	1,406	1,608	1,340	1,490	1,478	1,999	2,206	1,648	1,636	1,229
0歳後期以降計	13,032	19,454	21,059	19,322	19,151	20,803	22,915	20,041	18,559	20,396	15,787	18,592	19,335	15,635
年齢別資源量 (トン)														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (モジャコ期)	729	1,215	1,180	1,312	1,438	981	1,830	810	711	1,360	723	1,090	1,057	667
0歳 (後期)	40,992	76,010	66,813	58,935	52,471	76,395	73,854	49,596	55,653	66,767	36,560	67,799	62,007	40,944
1歳	54,177	54,317	111,525	98,949	80,884	76,874	97,013	107,748	89,474	59,563	76,433	55,151	82,987	83,772
2歳	56,748	47,135	47,031	84,634	73,065	70,816	82,509	81,361	108,022	100,820	51,740	78,972	42,548	83,358
3歳以上	71,011	75,457	75,663	69,369	104,088	119,292	99,605	110,170	106,817	144,725	157,822	120,430	118,059	90,462
0歳後期以降計	223,657	254,135	302,211	313,199	311,946	344,358	354,812	349,685	360,678	373,236	323,278	323,442	306,658	299,203
年齢別親魚量 (トン)														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (モジャコ期)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0歳 (後期)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	28,374	23,567	23,515	42,317	36,532	35,408	41,254	40,681	54,011	50,410	25,870	39,486	21,274	41,679
3歳以上	71,011	75,457	75,663	69,369	104,088	119,292	99,605	110,170	106,817	144,725	157,822	120,430	118,059	90,462
計	99,385	99,025	99,178	111,686	140,621	154,700	140,860	150,851	160,828	195,135	183,692	159,916	139,332	132,141
年齢別平均体重 (g)														
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳 (モジャコ期)	6	6	6	8	9	5	10	6	5	8	6	6	6	6
0歳 (後期)	545	542	560	568	488	612	579	535	632	562	499	577	535	550
1歳	1,701	1,649	1,594	1,657	1,568	1,548	1,442	1,510	1,639	1,519	1,546	1,709	1,647	1,713
2歳	4,074	4,139	4,245	4,174	3,959	4,034	3,959	3,805	3,831	3,891	3,929	4,004	4,010	4,032
3歳以上	7,567	7,490	7,358	7,278	7,401	7,418	7,434	7,396	7,226	7,240	7,153	7,307	7,217	7,361

補足表 2-3. M の推定式の一覧

推定式	数式	M	L_{∞}	K	Amax	引用文献
本資源評価	-	0.300	-	-	-	-
田内・田中	$M = 2.5/A_{max}$	0.357	-	-	7	田中 (1960)
Pauly_update	$M = 4.12 L_{\infty}^{-0.33} K^{0.73}$	0.397	102.7	0.33	-	Then et al. (2015)
Jensen	$M = 1.5K$	0.495	-	0.33	-	Jensen (1996)
Hoenig	$M = 4.30/A_{max}$	0.614	-	-	7	Hoenig (1983)
Hoenig_update	$M = 4.90 A_{max}^{-0.916}$	0.824	-	-	7	Then et al. (2015)
FishLife	-	0.553	-	-	-	Thorson et al. (2019)

Amax は寿命（年）、 L_{∞} は極限尾叉長（cm）、K は von Bertalanffy の成長率で、これらのパラメータを各数式に適用することで M の値が求まる。

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

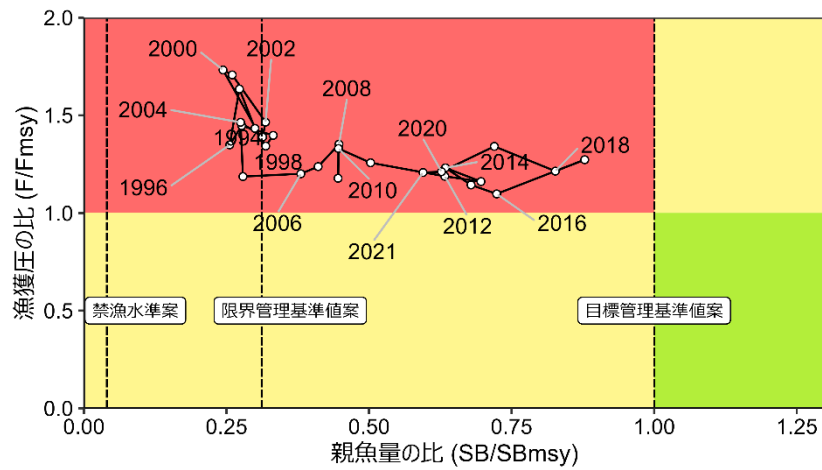
令和 3 年 12 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy: 22.2 万トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy: 6.9 万トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy: 0.9 万トン) を用いることが提案されている (古川ほか 2022、補足表 6-2)。

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 2021 年の親魚量 (SB2021: 13.2 万トン) は目標管理基準値案を下回るが、限界管理基準値案および禁漁水準案は上回る。本種における 1994 年以降の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧を上回っていたと判断される。

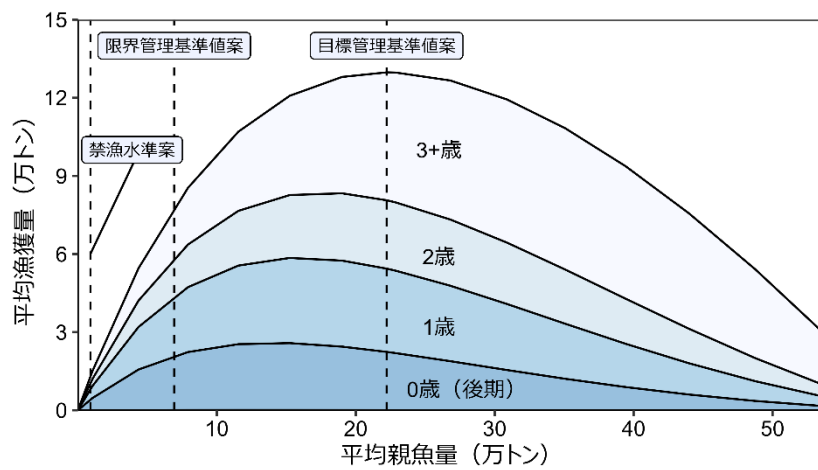
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示した。平均親魚量が限界管理基準値以下では 0 歳 (後期) および 1 歳魚が占める割合が高い。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。なお、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」で提案された通り、補足図 3-2 の漁獲量曲線には 0 歳 (モジャコ期) も加算されているが、その割合は極めて少ない。

引用文献

古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022) 令和 3 (2021) 年度ブリ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. FRA-SA2021-BRP07-01. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211208/FRA-SA2021-BRP07-01.pdf (last accessed 15 November 2022)



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 2021 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2022～2053 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、2,000 回の繰り返し計算を行った。2022 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から仮定した。現状の漁獲圧は、管理基準値案を算出した時と同じ選択率や生物パラメータ（平均体重等）の条件下で、今年度評価における 2021 年の%SPR（8.61）を与える F 値とした。2023 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 に本種の「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した。ここでは例として調整係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関会議提案では、 β が 0.9 以下であれば、10 年後に 50%以上の確率で目標管理基準値案以上に親魚量を維持できると予想されている。なお、達成確立が 50%になる β は 0.997 であった。

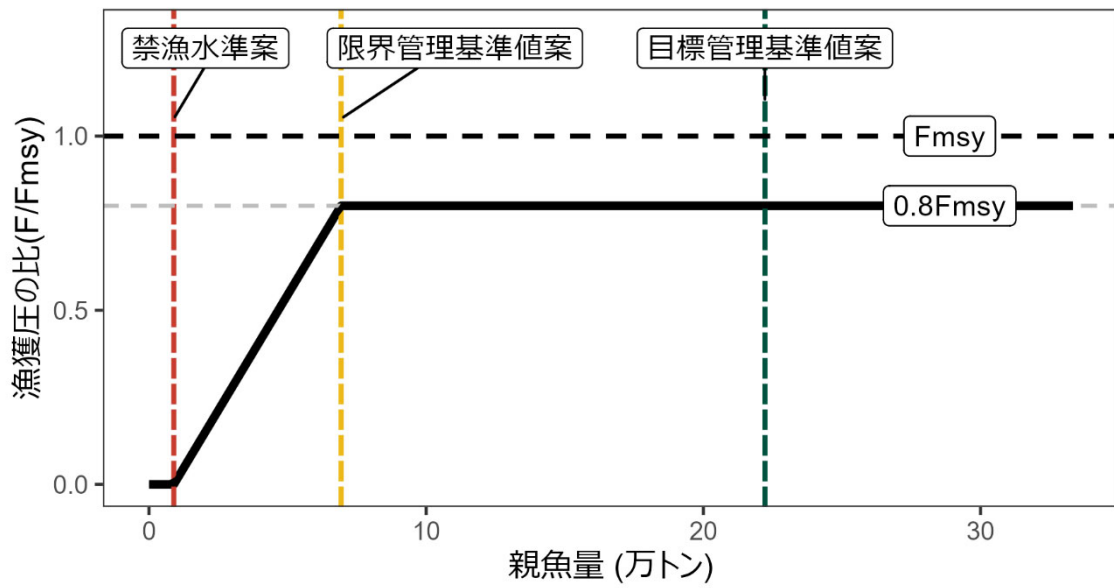
(3) 2023 年の予測値

漁獲管理規則に基づき試算された 2023 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 8.2 万トン、 β を 1.0 とした場合には 9.7 万トンであった（補足表 6-4）。2023 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 14.2 万トンと見込まれた。

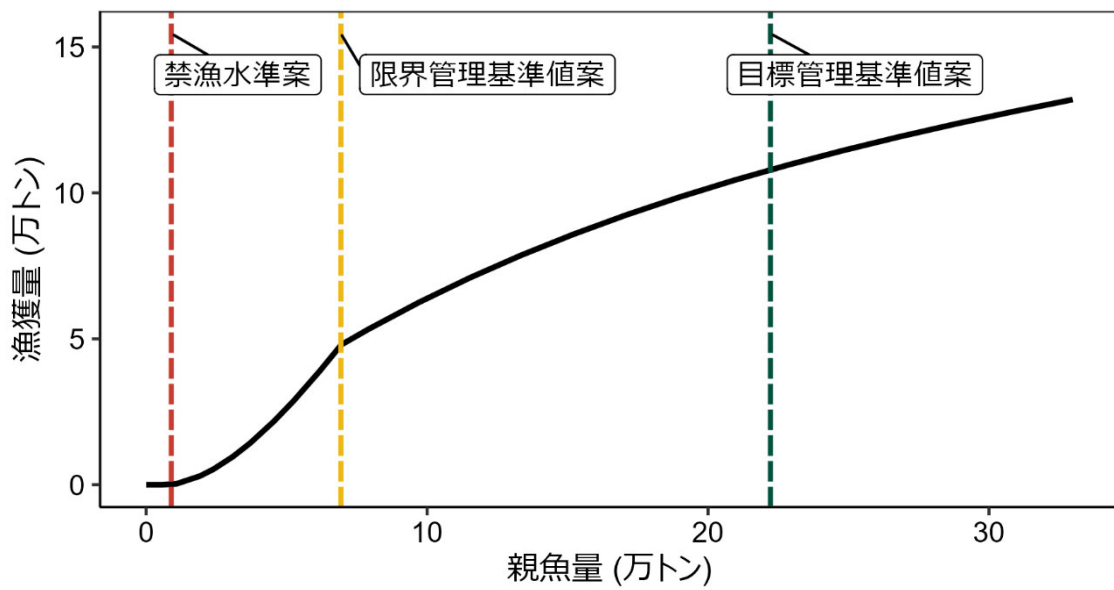
(4) 2024 年以降の予測

2024 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 に示した。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2033 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 28.6 万トン（90%予測区間は 24.4 万～33.6 万トン）であり、 β を 1.0 とした場合には 22.3 万トン（90%予測区間は 18.9 万～26.2 万トン）である（補足表 6-5）。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50%を上回る。現状の漁獲圧（F2022）を継続した場合の 2033 年の親魚量の予測値は 15.3 万トン（90%予測区間は 12.8 万～18.2 万トン）であり目標管理基準値案を上回る確率は 0%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

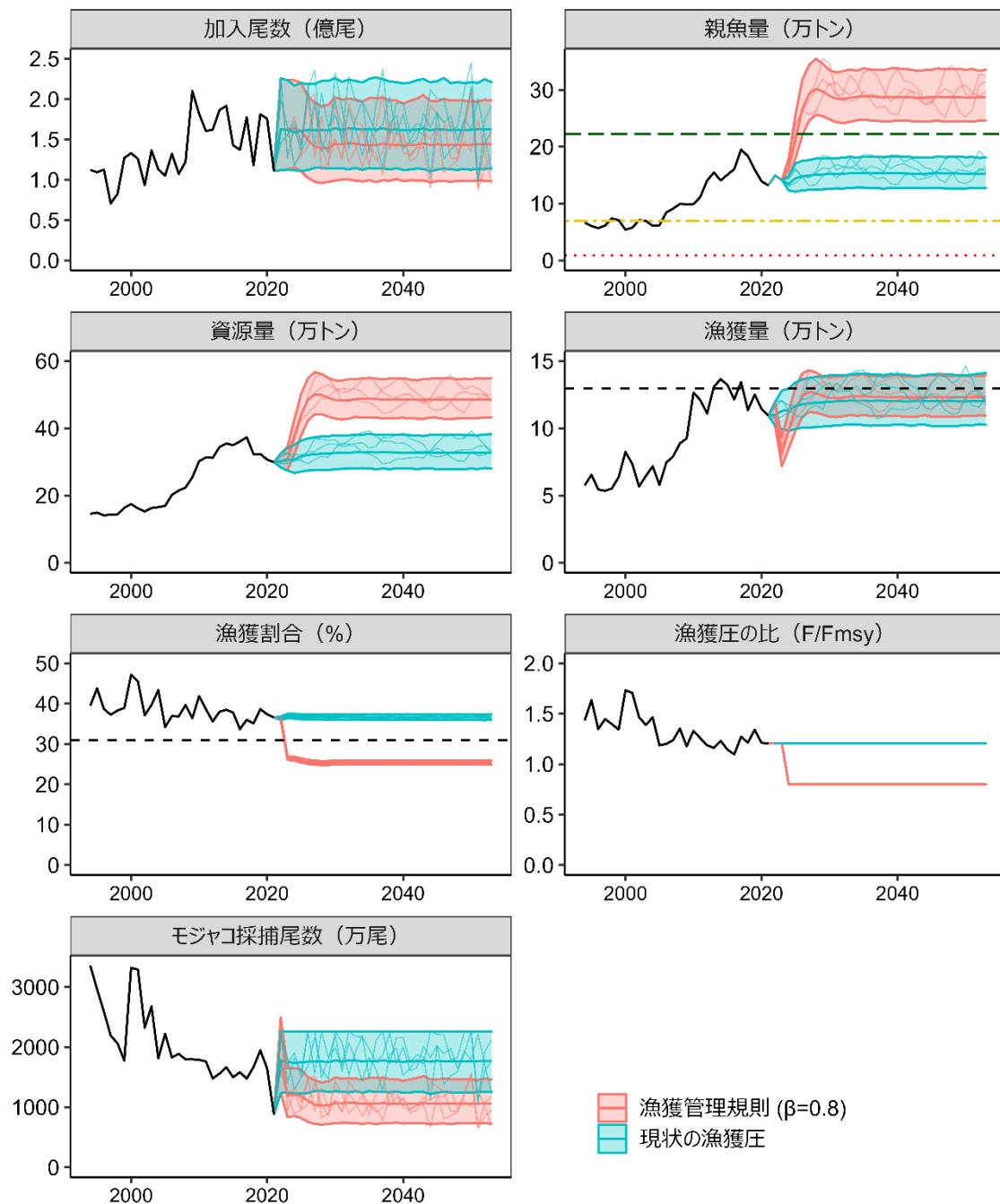
a)



b)



補足図 4-1. 漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$ の場合) 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 4-2. 管理基準値案に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤色）と現状の漁獲圧で漁獲を続けた場合の将来予測（緑色）の比較

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、黄破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。2022 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F_{2022}) により仮定し、2023 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。現状の漁獲圧でのモジャコ採捕尾数の将来予測では、最近 10 年間の採捕計画尾数の平均値をモジャコ採捕尾数の上限とした。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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	0	0	0	0	2	17	34	44	50	49	47	47	48	45	47
0.9	0	0	0	0	12	63	87	93	94	93	91	91	92	91	92
0.8	0	0	0	0	38	94	100	100	100	100	100	99	100	100	100
0.7	0	0	0	0	70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	0	0	0	0	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	0	0	0	0	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	0	0	0	2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	0	0	0	6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	0	0	0	17	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	0	0	0	37	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	0	0	0	65	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
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
F2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から10年目となる目標年の値を示す。2023年以降の β を0～1.0で変更した場合、および現状の漁獲圧（F2022）で漁獲した場合の将来予測の結果を示す。

補足表 4-2. 将来の親魚量、漁獲量およびモジャコ採捕尾数の平均値の推移

a) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	13.2	14.9	14.2	14.8	17.8	20.2	21.4	22.1	22.3	22.3	22.2	22.2	22.3	22.1	22.2
0.9	13.2	14.9	14.2	15.5	19.6	23.2	25.1	25.9	25.9	25.6	25.4	25.4	25.4	25.3	25.4
0.8	13.2	14.9	14.2	16.2	21.6	26.6	29.3	30.2	29.7	29.0	28.4	28.4	28.6	28.6	28.7
0.7	13.2	14.9	14.2	16.9	23.7	30.6	34.2	35.0	33.7	32.1	31.2	31.2	31.8	32.0	32.1
0.6	13.2	14.9	14.2	17.6	26.1	35.1	39.9	40.3	37.8	35.0	33.6	34.0	35.1	35.5	35.5
0.5	13.2	14.9	14.2	18.4	28.8	40.3	46.4	46.3	41.9	37.6	35.7	36.5	38.6	39.2	39.1
0.4	13.2	14.9	14.2	19.2	31.6	46.2	53.9	52.9	46.3	40.1	37.5	38.8	42.3	43.2	42.7
0.3	13.2	14.9	14.2	20.1	34.8	53.1	62.5	60.5	51.2	42.8	39.1	40.9	45.9	47.6	46.4
0.2	13.2	14.9	14.2	21.0	38.4	60.9	72.6	69.1	56.9	46.1	41.0	42.8	49.3	52.6	50.2
0.1	13.2	14.9	14.2	21.9	42.3	69.9	84.2	79.2	63.9	50.7	43.8	44.7	51.9	57.9	54.4
0.0	13.2	14.9	14.2	22.9	46.6	80.2	97.7	91.0	73.0	57.5	48.2	47.0	53.4	63.0	59.4
F2022	13.2	14.9	14.2	13.5	14.5	14.8	14.9	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.3

b) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	10.9	11.0	9.7	10.8	11.8	12.5	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	12.9
0.9	10.9	11.0	9.0	10.3	11.7	12.5	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
0.8	10.9	11.0	8.2	9.8	11.4	12.4	12.7	12.6	12.4	12.3	12.2	12.3	12.4	12.3	12.3
0.7	10.9	11.0	7.3	9.2	11.0	12.0	12.3	12.0	11.6	11.4	11.4	11.5	11.7	11.6	11.6
0.6	10.9	11.0	6.4	8.4	10.3	11.5	11.6	11.1	10.6	10.3	10.4	10.6	10.8	10.7	10.7
0.5	10.9	11.0	5.5	7.5	9.4	10.6	10.6	10.0	9.3	9.0	9.1	9.4	9.7	9.5	9.5
0.4	10.9	11.0	4.5	6.4	8.3	9.4	9.4	8.6	7.8	7.4	7.6	8.0	8.3	8.1	8.1
0.3	10.9	11.0	3.5	5.1	6.8	7.8	7.8	7.0	6.2	5.8	5.9	6.3	6.7	6.4	6.4
0.2	10.9	11.0	2.4	3.7	5.0	5.8	5.8	5.1	4.4	4.0	4.0	4.4	4.8	4.6	4.5
0.1	10.9	11.0	1.2	2.0	2.7	3.3	3.3	2.9	2.4	2.1	2.1	2.3	2.5	2.5	2.4
0.0	10.9	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2022	10.9	11.0	11.3	11.3	11.6	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0

c) モジャコ採捕尾数の推移 (万尾)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	880	1,794	1,480	1,478	1,498	1,485	1,467	1,461	1,451	1,475	1,459	1,473	1,467	1,474	1,463
0.9	880	1,794	1,340	1,346	1,349	1,304	1,266	1,252	1,246	1,273	1,263	1,276	1,269	1,277	1,266
0.8	880	1,794	1,197	1,209	1,187	1,104	1,043	1,026	1,031	1,067	1,066	1,078	1,068	1,073	1,063
0.7	880	1,794	1,054	1,067	1,018	895	815	800	824	873	882	889	874	874	866
0.6	880	1,794	908	920	845	688	597	590	634	698	715	716	691	687	681
0.5	880	1,794	761	771	673	496	406	407	468	543	567	559	524	517	515
0.4	880	1,794	612	618	507	330	250	259	325	405	433	420	376	367	370
0.3	880	1,794	462	464	352	196	136	147	207	281	311	297	252	238	247
0.2	880	1,794	310	309	214	98	61	70	112	168	196	187	151	134	145
0.1	880	1,794	156	154	95	35	19	23	43	72	90	89	69	55	63
0.0	880	1,794	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2022	880	1,765	1,760	1,731	1,749	1,758	1,757	1,759	1,752	1,777	1,759	1,778	1,773	1,774	1,769

太字は漁獲管理規則案に基づく管理開始から10年目となる目標年の値を示す。2023年以降のβを0～1.0で変更した場合、および現状の漁獲圧(F2022)で漁獲した場合の将来予測の結果を示す。

補足資料 5 将来予測の方法

得られた資源量をもとに漁獲管理規則案に従う将来予測を行った。2022 年以降の加入量の予測には、令和 3 年 12 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において提案されたリッカー型関係式 ($a=2528.175$ 、 $b=5.632507e-06$ 、 $SD=0.2031573$) から推定される値を用いた(古川ほか 2022b)。なお、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、令和 3 (2021) 年度の資源評価(古川ほか 2022a)に基づく親魚量・加入量とし(補足資料 3)、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は考慮していない。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 4 (2022) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2022-ABCWG02-01)」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。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」におい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(補足表 5-1)。これらは再生産関係と同じく、令和 3 (2021) 年度の資源評価に基づく値である。2022 年の漁獲圧 (F_{2022}) は、選択率に上述の「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}) の推定に用いた値を用い、 $\%SPR$ が 2021 年の値 (8.61%) となる F とした。

資源尾数の予測には以下のようにコホート解析の前進法を用いた。

$$N_{s,t}^k = \begin{cases} R(SB_t^k | a, b) \exp(\varepsilon_t^k + \kappa) & S = S_{min} \\ N_{s-1,t}^k \exp\left(-\frac{M_{mojako}}{2} - F_{s-1,t}^k\right) & S = 0 \\ N_{s-1,t-1}^k \exp\left(-\frac{M}{2} - F_{s-1,t-1}^k\right) & S = 1 \\ N_{s-1,t-1}^k \exp(-M - F_{s-1,t-1}^k) & S = 2 \\ N_{s-1,t-1}^k \exp(-M - F_{s-1,t-1}^k) + N_{s,t-1}^k \exp(-M - F_{s,t-1}^k) & S = 3 + \end{cases} \quad (12)$$

ここで、 S は年齢(期)を表す添え字で、0 歳(モジャコ期)は $S = S_{min}$ 、0 歳(後期)は $S = 0$ とした。また、 M_{mojako} および M は、それぞれ 0 歳(モジャコ期)の年あたりの自然死亡係数および 0 歳(後期)以上の年あたりの自然死亡係数を示す。数式中のその他の記号や、それに相当する値の範囲等については、「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(令和 4 年度)(FRA-SA2022-ABCWG02-04)」に従い、 k は確率的な将来予測シミュレーションにおける各試行に対する添字で本将来予測では 2,000 回の試行を行った。 $R(SB_t^k | a, b)$ はパラメータ a 、 b と親魚資源量 SB_t を持つ再生産関係式から計算される加入尾数の期待値、 ε_t は t 年の加入尾数の予測値と観測値の対数残差、 k はバイアス補正項である。 t 年の資源量 B_t^k と親魚量 SB_t^k は以下の式で計算した。

$$B_t^k = \sum_{s=S_{min}}^{3+} N_{s,t}^k w_s \quad (13)$$

$$SB_t^k = \sum_{s=S_{min}}^{3+} N_{s,t}^k w_s m_s \quad (14)$$

ここで、 w_s と m_s はそれぞれ S 歳(期)の平均体重と成熟率を示す。

2023 年以降の将来予測における漁獲圧 ($F_{s,t}^k$) は 1 系資源の漁獲管理規則に従い、以下の式で求めた。

$$F_{s,t}^k = \begin{cases} 0 & SB_t^k < SB_{ban} \\ \beta\gamma(SB_t^k)F_{msy} & SB_{ban} \leq SB_t^k < SB_{limit} \\ \beta F_{msy} & SB_t^k \geq SB_{limit} \end{cases} \quad (15)$$

$$\gamma(SB_t^k) = \frac{SB_t^k - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}} \quad (16)$$

ここで、 F_{msy} 、 SB_{limit} および SB_{ban} はそれぞれ補足表 6-2 に案として示した親魚量の基準値である。

また、 t 年の各年齢(期)の漁獲量は $C_{s,t}^k$ はPopeの近似式を用いて、以下の式で計算した。

$$C_{s,t}^k = \begin{cases} \left((1 - \exp(-F_{s,t}^k)) \exp\left(-\frac{M_{mojako}}{4}\right) N_{s,t}^k w_s \right) & s = s_{min} \\ \left((1 - \exp(-F_{s,t}^k)) \exp\left(-\frac{M}{4}\right) N_{s,t}^k w_s \right) & s = 0 \\ \left((1 - \exp(-F_{s,t}^k)) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) N_{s,t}^k w_s \right) & s \geq 1 \end{cases} \quad (17)$$

なお、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」に提案された通り、0 歳(モジャコ期)も 1 系資源の漁獲管理規則に従い、関係県が需要を見込んで策定される採捕計画尾数を 0 歳(モジャコ期)の採捕上限として用いることはしなかった。一方で、現状の漁獲圧(F_{2022})での将来予測においては、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」での議論の結果を受け、最近 10 年間の採捕計画尾数の平均値(2260 万尾)を 0 歳(モジャコ期)の採捕尾数の上限として設定した。

引用文献

- 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所 (2022) 令和 4 (2022) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2022-ABCWG02-01.
- 資源評価高度化作業部会 (2022) 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-SA2022-ABCWG02-04.
- 古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022a) 令和 3 (2021) 年度ブリの資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構.
- 古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022b) 令和 3 (2021) 年度ブリ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.

補足表 5-1. 将来予測計算に用いた設定

	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2022 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳(モジャコ期)	0.21	0.11	0.14	6	0.6	0
0 歳(後期)	0.96	0.51	0.63	560	0.3	0
1 歳	1.00	0.54	0.65	1625	0.3	0
2 歳	0.74	0.39	0.48	3970	0.3	0.50
3 歳以上	0.74	0.39	0.48	7425	0.3	1.00

注 1：令和 3 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 3 年度資源評価での $F_{current}$ の選択率）。

注 2：令和 3 年度研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、令和 3 年度資源評価での $F_{current}$ に $F_{msy}/F_{current}$ を掛けたもの）。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2021 年の年齢別 F と同じ漁獲圧を与える F 値を %SPR 換算して算出した。この F 値は 2022 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
リッカー型	最小二乗法	無	2528.175	5.63×10^{-6}	0.268	-

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	22.2 万トン	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	6.9 万トン	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	0.9 万トン	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) (0 歳(モジャコ期), 0 歳(後期), 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.11, 0.51, 0.54, 0.39, 0.39)	
%SPR (Fmsy)	13%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	13.0 万トン	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
SB2021	13.2 万トン	2021 年の親魚量
F2021	2021 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳(モジャコ期), 0 歳(後期), 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.10, 0.69, 0.65, 0.47, 0.47)	
U2021	37%	2021 年の漁獲割合
%SPR (F2021)	9%	2021 年の%SPR
管理基準値案との比較		
SB2021/ SBmsy (SBtarget)	0.59	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 2021 年の親魚量の比
F2021/ Fmsy	1.21	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2021 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を上回る	
親魚量の動向	減少	

* 2021 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

2023 年の親魚量(予測平均値):13.8 万トン			
項目	2023 年の 漁獲量 (万トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022)	2023 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	9.7	0.82	32
$\beta=0.8$	8.2	0.65	26
$\beta=0.6$	6.4	0.49	21
$\beta=0.4$	4.5	0.33	14
$\beta=0.2$	2.4	0.16	8
$\beta=0$	0	0	0
F2022	11.3	1.00	37

補足表 6-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
β	2033 年 の親魚量 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2033 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	22.3	18.9 – 26.2	48	100	100
$\beta=0.8$	28.6	24.4 – 33.6	92	100	100
$\beta=0.6$	35.1	30.0 – 41.3	100	100	100
$\beta=0.4$	42.3	36.0 – 49.9	100	100	100
$\beta=0.2$	49.3	41.9 – 58.1	100	100	100
$\beta=0$	53.4	46.6 – 61.4	100	100	100
F2022	15.3	12.8 – 18.2	0	100	100

補足資料 7 調査船調査の概要および結果

(1) ニューストンネットによる新規加入量調査

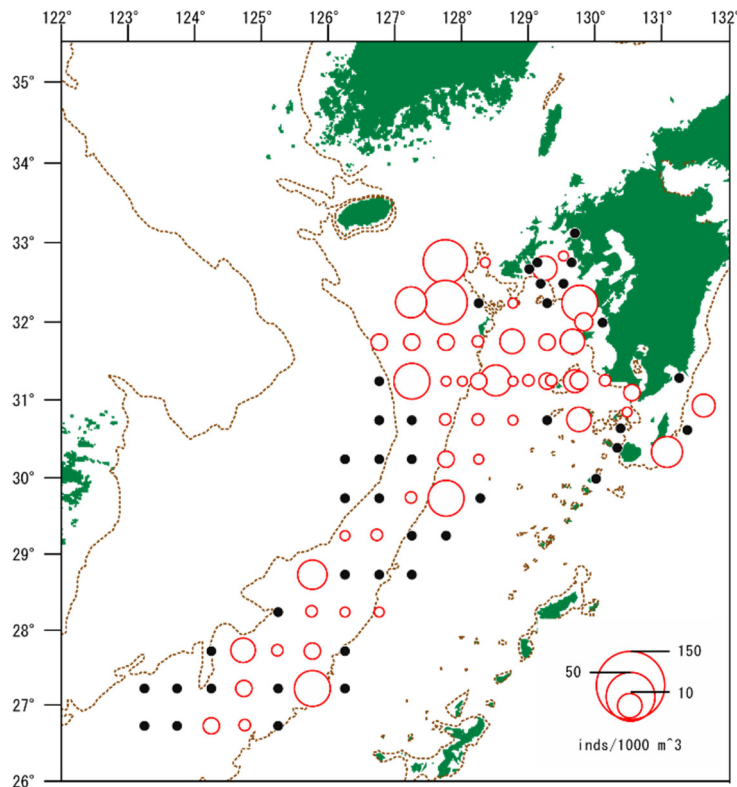
2001 年以降、東シナ海で行われている本調査のうち、4 月に水産資源研究所長崎庁舎により九州西岸から東シナ海の陸棚縁辺を含む広域で実施されている調査から得られるブリ仔魚（体長 8 mm 未満）の 2021 年の分布図を補足図 7-1 に、また定型的な調査が開始された 2001 年以降の 1 網あたり平均分布密度の推移を補足図 7-2 に示した。平均分布密度は昼夜の採集効率の違いを考慮し補正した値で示した。

(2) 鹿児島県海域におけるモジャコ来遊量調査（3～4 月、鹿児島県）

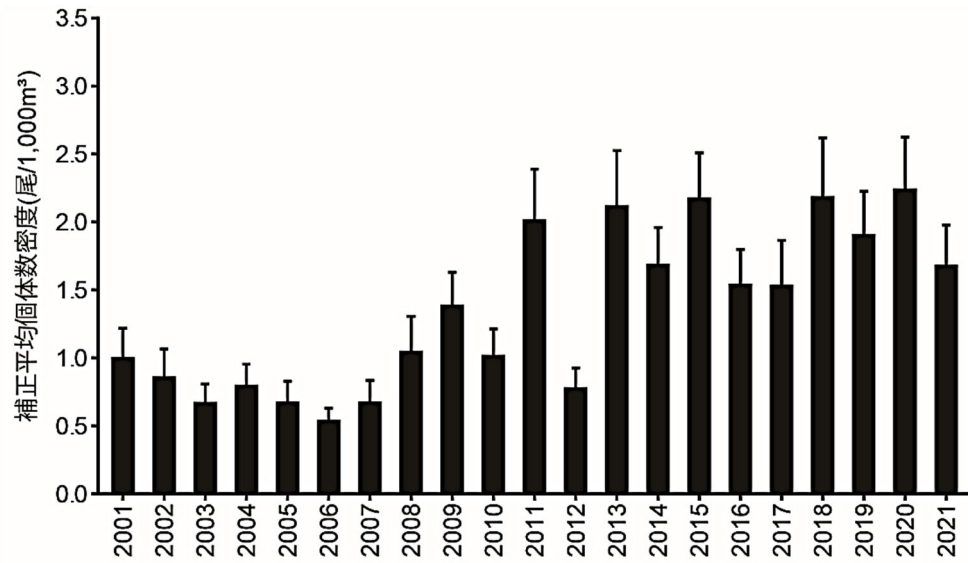
ブリの新規加入量調査の一環として行われているモジャコ来遊量調査のうち、鹿児島県の調査によるモジャコ来遊量指数を補足図 7-3 に示した。この指数は、調査定線を航行しながら視認される流れ藻の分布密度と、一部採集する流れ藻 1 kg あたりに付随するモジャコ尾数とを乗じ、自然対数とした値である（穴道ほか 2016）。

引用文献

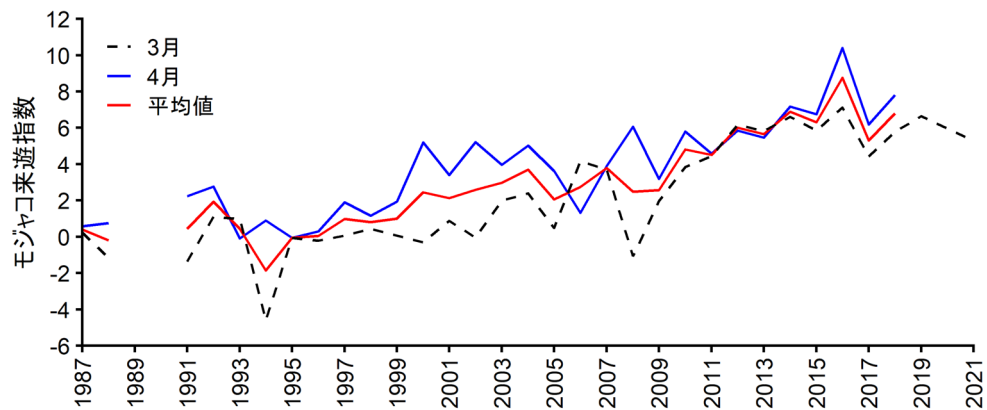
穴道弘敏・亘 真吾・田 永軍・水野紫津葉・小松輝久 (2016) 鹿児島県海域におけるモジャコ来遊量変動とブリ新規加入量の関係. 月刊海洋, **48**, 487-489.



補足図 7-1. ニューストンネットによる新規加入量調査（2021 年 4 月、水産資源研究所長崎庁舎）におけるブリ仔魚の分布



補足図 7-2. ブリ仔魚の補正平均個体密度（エラーバーは標準誤差）の推移



補足図 7-3. 鹿児島県海域におけるモジャコ来遊量指数の推移（モジャコ採捕尾数は水産庁栽培養殖課が取りまとめた採捕実績に基づく）

補足資料 8 年齢分解

(1) 漁獲統計

漁業・養殖業生産統計年報（以下、農林統計）により、各年・各都道府県の漁法別漁獲量を求めた。

なお、農林統計は属人統計であるため、大中まきが実際に操業した位置を基準とした大海区別の漁獲量が推定できない。このため、漁獲成績報告書に記載された操業位置（緯経度 30 分枠目）ごとの漁獲量から、大中まきの大海区別の漁獲量比を求め、農林統計の大中まき漁獲量（全国計）に掛けることにより、大中まきの大海区別漁獲量を推定した。

大中まきの海区区分について、農林統計での海区区分に近い設定となるよう、下記の通り定義した（補足図 4-1）。なお、太平洋北区と太平洋中区の境界は、農林統計では千葉県と茨城県の県境（35°45'N 付近）であるが、主要港である千葉県銚子港に水揚げされるブリの操業海域が茨城県沖海域に及ぶことを踏まえ、茨城県と福島県の県境付近の 37°N とした。

北海道太平洋北区、北海道日本海北区 41°30'N 以北の海区

太平洋北区 37°N～41°30'N の太平洋の海区

太平洋中区 37°N 以南、136°E 以東の太平洋の海区

太平洋南区 131°E～136°E の太平洋の海区

日本海北区 41°30'N 以南、137°E 以東の日本海の海区

日本海西区 132°E～137°E の日本海の海区

東シナ海区 132°E 以西の日本海、および 131°E 以西の太平洋の海区

(2) 銘柄別漁獲量

年齢別漁獲量および漁獲尾数を推定するため、まき網、定置網、釣りを主とした以下の情報を収集した。

① 大中型まき網・中型まき網

・九州主要港への大中型まき網水揚げ日報（重量銘柄、箱数、1 箱あたりの入り数から年齢別月別漁獲尾数および漁獲重量を計算）：1994 年 1 月～2021 年 12 月まで。ただし、1995 年のデータを欠くため、コホート解析にあたっては、1995 年の漁獲物の年齢組成は 1994 年と同一と仮定した。

・月別銘柄別漁獲量

新潟県の主要港：2003～2021 年

石川県の主要港：1994～2021 年

京都府舞鶴港：1994～2021 年

鳥取県境港：1994～2021 年

島根県浜田港：2004～2021 年

千葉県主要港：1994～2021 年

三重県主要港：2002～2021 年

愛媛県：2004～2021 年

大分県主要港：2006～2021 年

・日別船別水揚げ物重量範囲

銚子港大中型まき網：2012～2021 年

八戸港大中型まき網：2015～2021 年

② 定置網の月別銘柄別漁獲量

北海道：太平洋側 2001～2021 年、日本海側 2007～2021 年

青森県：1997～2021 年

島根県：2004～2021 年

福岡県：2009～2021 年

秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県、京都府、兵庫県、長崎県、岩手県、
千葉県、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、高知県：1994～2021 年

宮城県：1995～2021 年

茨城県：2007～2021 年

和歌山県：1997～2021 年

徳島県：2010～2021 年

愛媛県：2004～2021 年

大分県：2006～2021 年

宮崎県：2002～2021 年

鹿児島県：2007～2021 年

③ 釣りの月別銘柄別漁獲量

石川県：1995～2021 年

福岡県：2009～2021 年

千葉県：1994～2021 年

徳島県：2010～2021 年

高知県：1994～2021 年

愛媛県：2004～2021 年

大分県：2006～2021 年

④ 刺網等その他漁業の月別銘柄別漁獲量

石川県：1995～2021 年の刺網

宮城県：1995～2021 年の刺網

千葉県：1994～2021 年の刺網

愛媛県：2004～2021 年の刺網等その他漁業

大分県：2006～2021 年の刺網

(3) 年齢別漁獲量の推定

道府県の主要水揚げ港における漁法別月別銘柄別漁獲量を、下記の銘柄と年齢の関係により、月別年齢別漁獲量に変換した。銘柄組成のない県、漁法、期間については、同県内の他

漁法、近隣県や同大海区内の他県の同漁法等、適切と考えられる銘柄組成に等しいと仮定した。

大中まきに関しては、下記の銘柄組成を適用し、年齢別漁獲量を求めた。

日本海北区：新潟県主要港（大中まき）、石川県主要港（大中まき）

日本海西区：石川県主要港（大中まき）、舞鶴港（大中まき）、境港（大中まき、中まき込み）、浜田港（大中まき、中まき込み）

東シナ海区：130°E 以西には九州主要港への大中型まき網水揚げ日報、130°E～132°E には境港（大中まき、中まき込み）、浜田港（大中まき、中まき込み）

北海道区（太平洋側）と太平洋北区：2014 年以前は岩手県定置網の 1 歳以上の年齢組成、2015 年以降は八戸港の日別船別水揚げ物重量範囲

太平洋中区：2013 年以前は千葉県主要港の中まき、2013 年以降は銚子港の日別船別水揚げ物重量範囲

太平洋南区：2003 年までは高知県定置網、2004 年以降は愛媛県のまき網の組成

北海道では、後志振興局の各漁業種（定置網主体）、および渡島振興局の一部の定置網による銘柄別漁獲量、および月別・振興局別漁獲量が把握されている。また、北海道の日本海～オホーツク海では、より北西の海域へと来遊するブリは大型に偏ることが経験的に知られている。以上の知見をもとに、各振興局における月別銘柄組成を下記のように仮定した。

渡島～釧路：渡島振興局の月別銘柄組成

檜山、後志、石狩：後志振興局の月別銘柄組成

留萌、宗谷：後志振興局の月別銘柄組成のうち、フクラギを除いた組成

オホーツク、根室：全てブリ銘柄

以下の表における「2+歳*」は、同県の 1～6 月の 2 歳と 3+歳の割合で 7～12 月の 2+歳を 2 歳と 3+歳に分解していること表示。なお、漁獲量に 0 歳（モジャコ期）は含まれないため、下記の表での 0 歳は全て 0 歳（後期）に相当する。

北海道	月	フクラギ	イナダ	ブリ
太平洋側	1～6	1 歳	1 歳	2+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2+歳

北海道太平洋側ではブリ銘柄は 3 kg 以上。

北海道	月	フクラギ	イナダ・ワラサ	ブリ
日本海側	1～6	1,2 歳	1,2 歳	3+歳
	7～12	0 歳	1,2 歳	3+歳

北海道日本海側ではブリ銘柄は 5 kg 以上、イナダ・ワラサは 1～5 kg。

青森県	月	ショッコ・イナダ	フクラギ	ワラサ	ブリ 5 kg 未満	ブリ 5 kg 以上
	1～6	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～9	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	10～12	0 歳	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳

秋田県、 山形県	月	チベツ・イナダ・アオ・アオコ	ワラサ	ブリ
	1～6	1 歳	2 歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2+歳

新潟県	月	イナダ	小ブリ	中ブリ	大ブリ
	1～6	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳

富山県	月	ツバイソ	フクラギ	ガンド	ブリ	※2005 年以降の分け方
	1～3	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳	
	4～8	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳	
	9～12	0 歳	0 歳	1 歳	2+歳	

※別途、尾又長組成に基づき 2+歳を 2 歳と 3+歳に分けた年齢別漁獲量を推定。

石川県	月	コゾクラ	フクラギ	ガンド	中ブリ	大ブリ
	1～5	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	6～8	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	9～12	0 歳	0 歳	1 歳	2+歳	3+歳

福井県	月	アオコ	ツバス	ハマチ	ワラサ	ブリ
	1～3		1 歳	2 歳	2 歳	3+歳
	4～5	1 歳	1 歳	1 歳	2+歳	2+歳
	6～8	0 歳	1 歳	1 歳	2+歳	2+歳
	9～12	0 歳	0 歳	1 歳	1 歳	2+歳

京都府	月	ツバス	ハマチ	マルゴ	ブリ
	1～6	1 歳	1 歳	2+歳	2+歳
	7～9	0 歳	1 歳	2+歳	2+歳
	10～12	0 歳	0 歳	1 歳	2+歳

兵庫県	月	ツバス	ハマチ	マルゴ	ブリ
	1～6	1 歳	1 歳	2+歳	2+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2+歳	2+歳

鳥取県	月	ツバス	ハマチ	メジロ・マルゴ	ブリ
	1～6	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳

島根県	月	< 1 kg	1～2 kg	2～3 kg	3～4 kg	4～5 kg	5～7 kg	≥ 7 kg
	1～6	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～9	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	10～12	0 歳	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3+歳

銘柄無し(重量記載なし)は小型とみなし、1 kg 未満と同等に扱った。

福岡県	月	ツバス	ヤズ	ワラサ	ブリ
	1～6	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	7～9	0 歳	1 歳	1 歳	2+歳*
	10～12	0 歳	0 歳	1 歳	2+歳*

長崎県	月	ヤズ	ワラサ	ブリ
	1～6	1 歳	2 歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2+歳*

九州主要港 への大・中・型 まき網水揚げ 日 報	推定個 体重量	< 2.0 kg	2.3～ 2.7 kg	3.2 kg	4.0 kg	5.3 kg	8.0 kg	10 kg
	月	8 尾以上入	7～6 尾入	5 尾入	4 尾入	3 尾入	2 尾入	1 尾入
	1～3	1 歳	2 歳	2 歳	3 歳	3 歳	3+歳	3+歳
	4～6	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3 歳	3+歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳

岩手県	月	ワカナ	イナダ	ワラサ小	ワラサ大	ブリ
	1～6	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3+歳

ワカナ：大船渡、釜石、宮古、久慈の 1 kg 未満銘柄の合計。

イナダ：大船渡イナダ重量÷大船渡の 1 kg 以上の漁獲量×1 kg 以上の総量。

ワラサ小：大船渡ワラサ漁獲量÷大船渡の 1 kg 以上の漁獲量×1 kg 以上の総量

× (山田イナダ÷山田イナダ・ワラサ合計)。

ワラサ大：大船渡ワラサ漁獲量÷大船渡の1 kg以上の漁獲量×1 kg以上の総量

× (山田ワラサ÷山田イナダ・ワラサ合計)。

ブリ：大船渡「ぶり」銘柄重量÷大船渡の1 kg以上の漁獲量×1 kg以上の総量。

※1 kg以上の総量 大船渡、釜石、宮古、久慈の1 kg以上漁獲量の合計。

宮城県	月	アオ	ワカナ	イナダ	ブリ
	1～3	1歳	1歳	2歳	3+歳
	4～6	0歳	1歳	2歳	3+歳
	7～12	0歳	1歳	2歳	3+歳

基本的に石巻の銘柄情報を使用、斜体部分は女川と気仙沼の銘柄情報も使用。

0歳：女川と気仙沼の1 kg以下の割合×その月の石巻の総漁獲量。

1歳：その月の石巻の総漁獲量-0、2、3+歳の重量合計。

茨城県、千葉県、 神奈川県、静岡県	月	ワカシ	イナダ	ワラサ	ブリ
	1～5	1歳	1歳	2歳	3+歳
	6～12	0歳	1歳	2歳	3+歳

三重県	月	アブコ ワカナ ツバス	イナダ 1 kg未満	イナダ 1～1.5 kg 未満	イナダ 1.5 kg以上	ワラサ 2.5 kg満
	1～3	0歳	1歳	1歳	1歳	2歳
	4	0歳	1歳	1歳	1歳	2歳
	5	0歳	1歳	1歳	1歳	1歳
	6	0歳	0歳	1歳	1歳	1歳
	7～9	0歳	0歳	0歳	1歳	1歳
	10～12	0歳	0歳	0歳	0歳	1歳

三重県	月	ワラサ 2.5～4 kg未満	ワラサ 4～5 kg未満	ワラサ 5 kg以上	ブリ
	1～3	2歳	3+歳	3+歳	3+歳
	4	2歳	2歳	3+歳	3+歳
	5	2歳	2歳	3+歳	3+歳
	6	2歳	2歳	3+歳	3+歳
	7～9	1歳	2歳	2歳	3+歳
	10～12	1歳	2歳	2歳	3+歳

和歌山県	月	ツバス	ハマチ	メジロ	ブリ
	1～5	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	6～12	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳

徳島県	月	ツバス	ハマチ	メジロ	ブリ
	1～6	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	7～12	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳

愛媛県	月	バチロ	ヤズ	ハマチ	ブリ
	1～3	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	4～9	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	10～12	0 歳	1 歳	1 歳	2+歳*

大分県	月	ワカシ	イナダ	ワラサ	ブリ
	1～3	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	4～12	0 歳	1 歳	2 歳	3+歳

鹿児島県	月	ツバス	ヤズゴ	ハマチ	ブリ
	1～8	1 歳	1 歳	2 歳	3+歳
	9～12	0 歳	0 歳	1 歳	2+歳*

八戸大中まき網	月	< 1 kg	1～2 kg	2～3 kg	3～4 kg	4～5 kg	5～6 kg	≥ 6 kg
	1～3	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳	3+歳
	4～6	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～9	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	10～12	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳

高知県、宮崎県 銚子大中まき網	月	< 1 kg	1～2 kg	2～3 kg	3～4 kg	4～5 kg	5～6 kg	6～7 kg	≥ 7 kg
	1～3	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳	3+歳
	4～6	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳	3+歳
	7～9	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳
	10～12	0 歳	0 歳	1 歳	1 歳	2 歳	2 歳	2 歳	3+歳

(4) 2 歳と 3 歳以上の分解(一部、1 歳と 2 歳の分解)について

銘柄別年齢分解表に示したとおり、北海道、秋田県、山形県、福井県、京都府、兵庫県の銘柄別漁獲量は、年間通して、もしくは年後半の一部の月において、2 歳以上までの分解に留まり、また同道府県の年前半等適切な期間における 2 歳と 3 歳以上の比率を年後半に適用するのも適当でないと判断した。このうち、富山県の 2 歳以上については、井野（2005）の手法により 2 歳と 3 歳以上に分割した。その他の道府県では、近隣県の 2 歳と 3 歳以上の比により、2 歳以上を分割した。それぞれの道府県において、下記の県で得られた 2 歳と 3 歳以上の比を適用した。

北海道:「青森県の日本海側+青森県の太平洋側」の 1~12 月合計による各年齢比により、北海道太平洋側のブリ銘柄（2+歳）を 2 歳と 3+歳に分割。また、同データの 1 歳、2 歳の比により、北海道日本海側のイナダ銘柄（1~5 kg で 1 歳、2 歳込み）と 1~6 月のフクラギ銘柄（実質全て 1 歳であるが、この季節の漁獲量は極めて少ないので、簡便のためイナダ銘柄と同等に扱う）を 1 歳、2 歳に分割。

秋田県、山形県、福井県、京都府、兵庫県の各定置網：新潟県、富山県、石川県の各定置網漁獲物で得られる年齢比により 2+歳を 2 歳と 3+歳に分割した。

福岡県および長崎県では 2+歳*は同県の 1~6 月の 2 歳と 3+歳の割合で 7~12 月の 2+歳を 2 歳と 3+歳に分解した。

愛媛県では 2+歳*は同県の 7~9 月の 2 歳と 3+歳の割合で 10~12 月の 2+歳を 2 歳と 3+歳に分解した。

鹿児島県では 2+歳*は同県の 1~8 月の 2 歳と 3+歳の割合で 9~12 月の 2+歳を 2 歳と 3+歳に分解した。

(5) 年齢別漁獲尾数の推定(月別年齢別平均体重)

2002～2017 年に収集した脊椎骨の輪紋数または体長組成の切断法 (0 歳 (後期)、1 歳、2、3+歳それぞれ 616、470、375、641 個体) により推定した年齢と尾叉長、体重の情報より、年齢-尾叉長関係の von Bertalanffy の成長式と、尾叉長-体重関係のアロメトリー式を推定し、月別年齢別平均体重を算出した (亘ほか 2019)。海域により成長差が観察されたため、類似した成長様式を示した海区の情報をまとめ、2 通りの成長式を推定した。各推定式に従って、下の表のとおり、2 海域に分けて月別年齢別平均体重を推定し、月別年齢別漁獲重量を尾数に換算する際に適用した。3+歳の月別平均体重は成長式から得られる 3 歳と 4 歳の体重の平均とした。また、全国での年齢別漁獲量を、2 海域それぞれで換算した漁獲尾数の合計値で除すことにより、本種の年齢別平均体重を算出した (補足表 2-2)。なお、0 歳 (後期) 時に北海道太平洋北区、北海道日本海北区、太平洋北区、日本海北区、日本海西区に適用した平均体重が、太平洋中区、太平洋南区、瀬戸内海区、東シナ海区に適用した平均体重よりも大きくなる月が生じている。この理由として、0 歳 (後期) 初期の体重データが十分に得られていないことが原因として考えられ、今後、この範囲のデータ収集体制を充実させて検討していく必要がある。

月別年齢別平均体重 (g)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
0 歳				85	135	198	276	368	474	593	725	869
1 歳	1,025	1,191	1,366	1,551	1,742	1,941	2,146	2,355	2,569	2,786	3,005	3,226
2 歳	3,449	3,672	3,895	4,118	4,340	4,560	4,778	4,994	5,207	5,417	5,625	5,828
3+歳	7,071	7,242	7,409	7,572	7,731	7,886	8,036	8,183	8,325	8,464	8,598	8,728

太平洋中区、太平洋南区、瀬戸内海区、東シナ海区に適用。

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
0 歳				214	263	319	381	448	522	601	687	778
1 歳	875	978	1,087	1,201	1,320	1,445	1,575	1,710	1,850	1,994	2,144	2,297
2 歳	2,455	2,617	2,783	2,952	3,126	3,302	3,482	3,666	3,852	4,041	4,232	4,427
3+歳	5,870	6,078	6,286	6,496	6,706	6,918	7,130	7,343	7,557	7,772	7,986	8,202

北海道太平洋北区、北海道日本海北区、太平洋北区、日本海北区、日本海西区に適用。

(6) 韓国の漁法別漁獲量と地域別漁獲量

韓国における漁獲情報について、漁法別漁獲量は 2001 年以降の情報が入手できた。2000 年以前については漁法別漁獲量が入手できていないが、行政区域別の漁獲量が入手できた。これらの漁法別または行政区域別の漁獲量の推移を補足図 4-2 に示した。また、行政区域別かつ漁法別の漁獲量は 2003 年以降について入手できた。2001 年以降の漁法別漁獲量の経月変化を調べた結果、定置網、刺網およびその他の漁法において、5～6 月頃と 10～11 月頃に漁獲のピークが認められた。この経月推移は、我が国の日本海中部地域での漁獲動向に近いと考えられた。一方、まき網、釣りおよび底びきでは、初夏～夏場には漁獲が少なく、11～2 月の冬場に漁獲が集中していた。我が国の東シナ海での漁獲は 1 月から始まり 3～5 月が主漁期となっており、韓国での冬季の漁獲物は、その後東シナ海に來遊する群の一部を構成している可能性があると考えられた。以上の漁獲量の経月変化から、2001 年以降については、定置網を主として刺網とその他の漁法を含む「定置網グループ」と、まき網を主として底曳網と釣りを含む「まき網グループ」に分けて、それぞれ新潟県～島根県の定置網および東シナ海のまき網で推定した年齢組成・年齢別平均体重を同じと仮定して年齢別漁獲尾数を推定した。

また、2003 年以降の年別地域別漁法別漁獲量を調べた結果、各地域には次のような漁法の特徴があることが認められた。

江原道および慶尚北道：殆ど定置網。

釜山広域市：殆どまき網。

済州島：殆ど釣り。年によってまき網も漁獲の主体となる。なお、「釣り」とした大部分は、韓国における漁業区分の「沿岸複合漁業」である。同漁業種は、小型船舶で様々な漁法を行える漁業であるが、ブリを漁獲する場合は釣りを行っていると考えられる。

慶尚南道：底びき、まき網および釣りが主体。なお、データのある初期の年（2003～2004 年）では定置網や刺網の割合も高まるが、60%以上はまき網グループの漁法が占める。

全羅南道：底びきおよび釣りが主体。なお、データがある初期の年（2003～2005 年）では定置網の割合も高まる。最もまき網グループの割合が低かったのは 2003 年で、53%であった。

以上のように、漁獲の主体となっている江原道、慶尚北道、釜山広域市および済州島（以下、主要 4 地域）での主要漁法には、2003 年から現在まで一貫した明瞭な特徴があったが、慶尚南道および全羅南道では時期によって主体となる漁法が変化している可能性があった。ただし、地域別漁獲量を利用する 1994～2000 年において、主要 4 地域計の漁獲量は、韓国全体の漁獲量の 92%以上（7 ヶ年の平均で 96%）を占め、主要 4 地域以外の設定によって年齢構成が大きく変わるものではない。

以上の検討結果から、2000 年以前の韓国の各行政区域別漁獲量を漁法グループ別に分ける際には、当該行政区域において半数以上を占める漁法グループの側に分類することとした。なお、漁獲量が少なく未検討の地域については、便宜的に定置網グループとした。

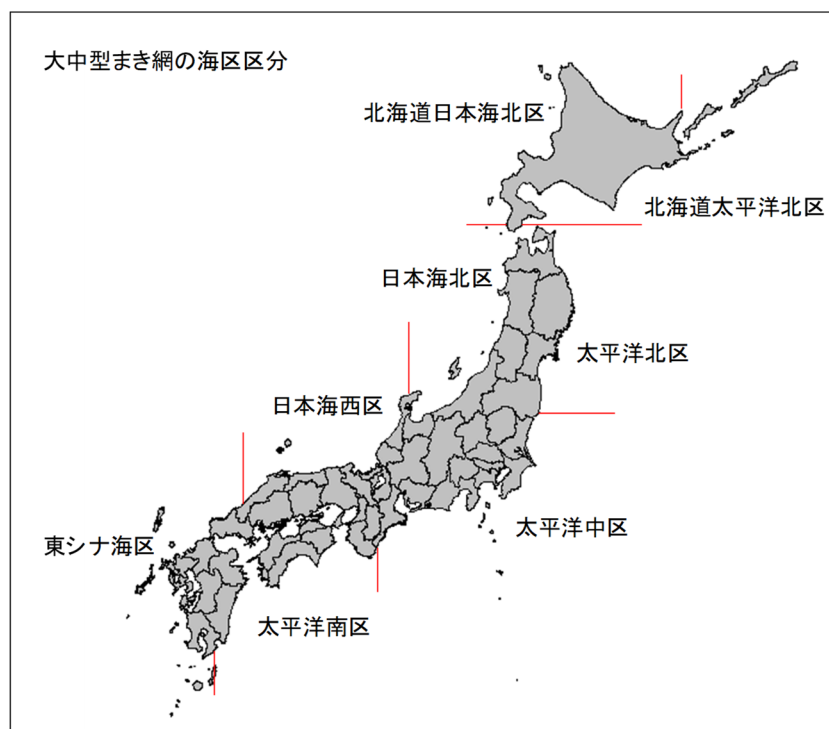
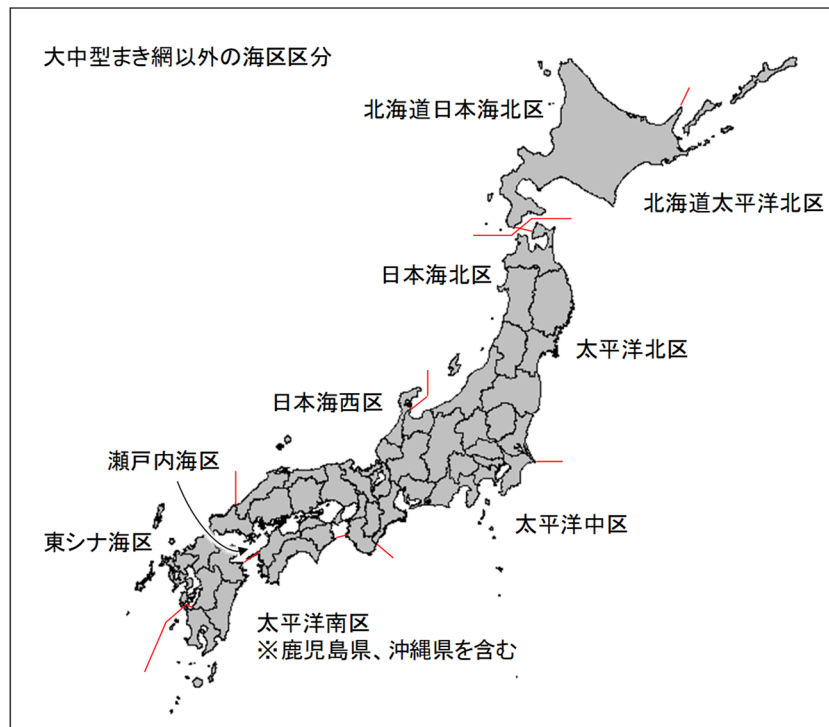
まき網グループ：釜山・済州島・慶尚南道・全羅南道

定置網グループ：江原道・全羅北道・その他地域

2000 年以前の韓国の漁獲量については、上述のように行政区域を 2 グループに分け、2001 年以前の各漁法グループと同様に扱い、年齢別漁獲量・漁獲尾数を推定した。

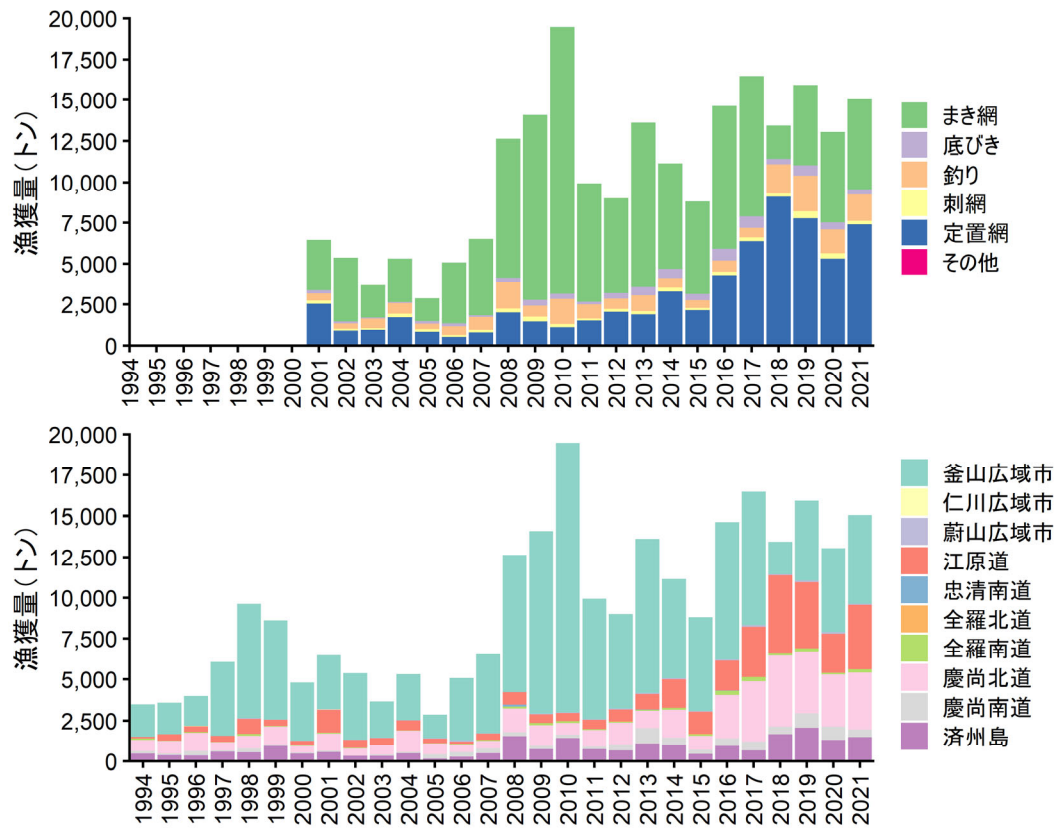
引用文献

- 井野慎吾 (2005) 1996～2003 年に富山湾で漁獲されたブリ成魚の年齢構成. 富山水研報, **16**, 1-16.
- 亘 真吾・辻 俊宏・廣畑二郎・及川利幸・池上直也・御宿昭彦・久野正博・猪原 亮・堀江ひかり・田中耕治・久保田洋・古川誠志郎・阪地英男 (2019) 日本周辺水域におけるブリの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究, **20**, 105-110.



補足図 8-1. ブリにおいて適用している海区区分

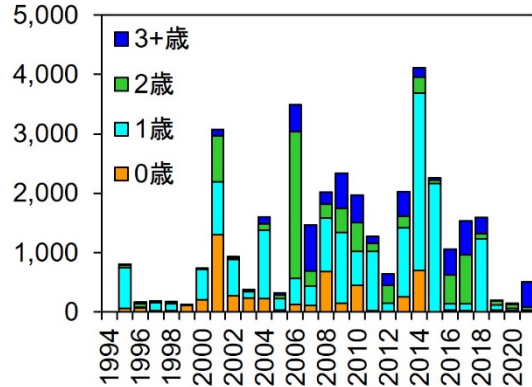
大中型まき網以外の海区区分は漁業・養殖業生産統計年報（農林統計）に従うが、図中に注記した鹿児島県と沖縄県の海域区分のみ、農林統計と異なる。



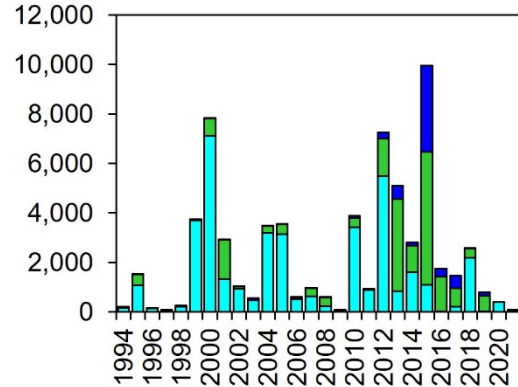
補足図 8-2. 韓国における漁法別漁獲量（上図）および行政区域別漁獲量（下図）の推移

補足資料9 海区分別（または主要地域別）主要漁法別の年齢別漁獲量の推移

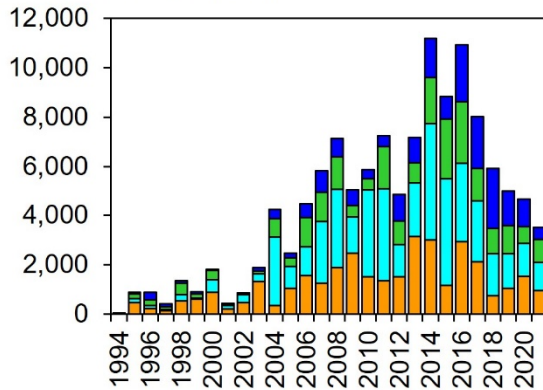
日本海北区（大中まき）



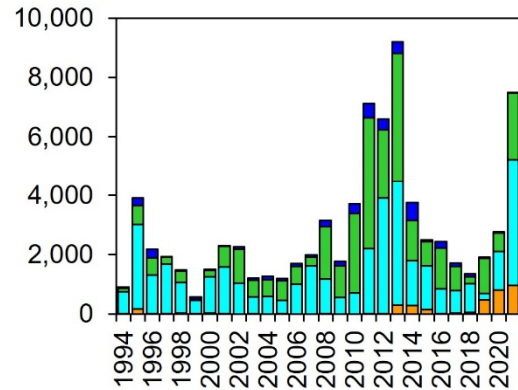
太平洋北区＋北海道太平洋北区（大中まき）



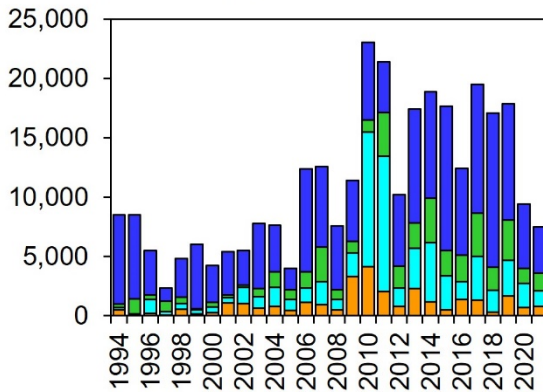
日本海西区（大中まき）



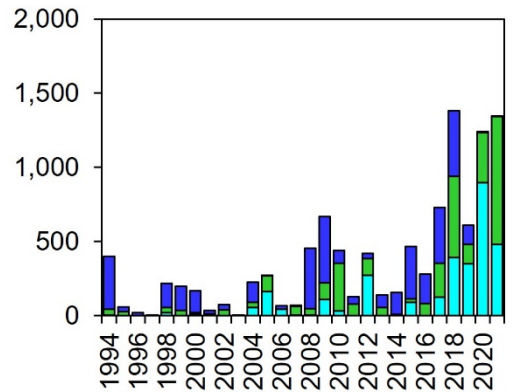
太平洋中区（大中まき）



東シナ海区（大中まき）



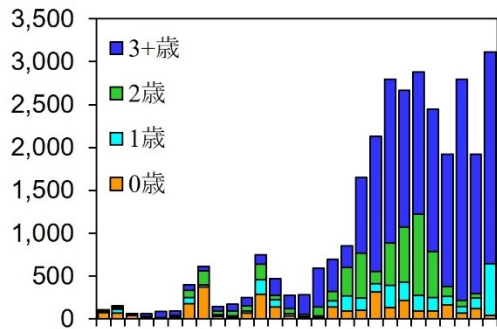
太平洋南区（大中まき）



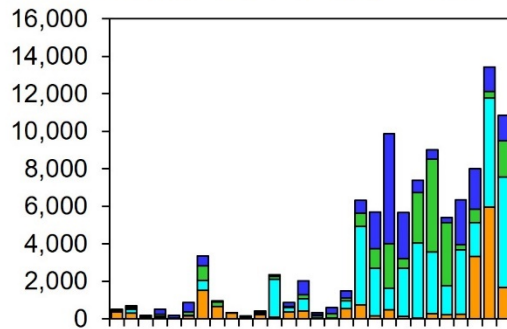
補足図 9-1. 大中まき網の大海区分別年齢別漁獲量の推移

0歳は全て0歳（後期）で、0歳（モジャコ期）は含まれない。

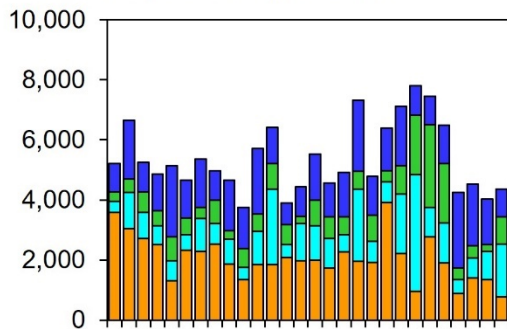
北海道日本海北区(定置・釣・刺網・その他)



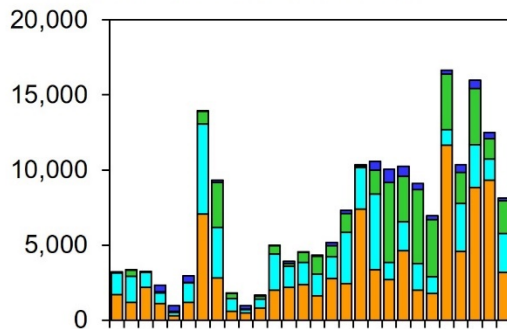
北海道太平洋北区(定置・釣・刺網・その他)



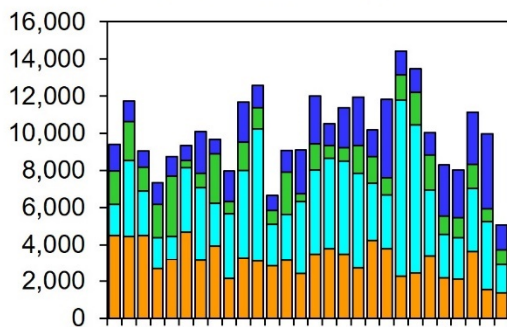
日本海北区(定置・釣・刺網・その他)



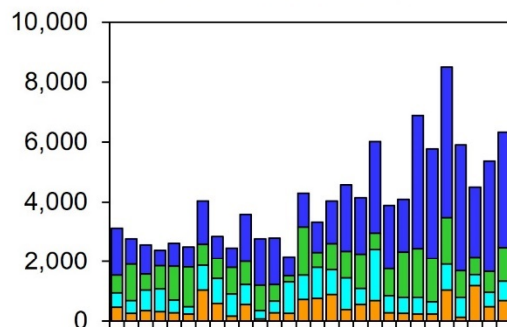
太平洋北区(定置・釣・刺網・その他)



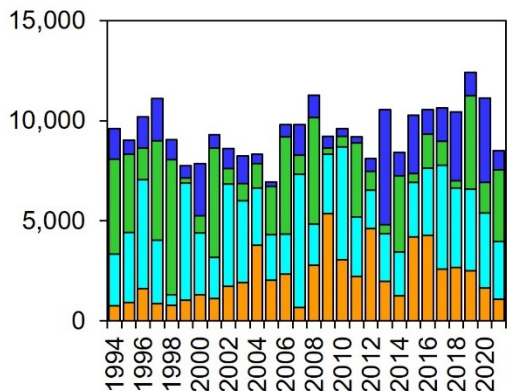
日本海西区(定置・釣・刺網・その他)



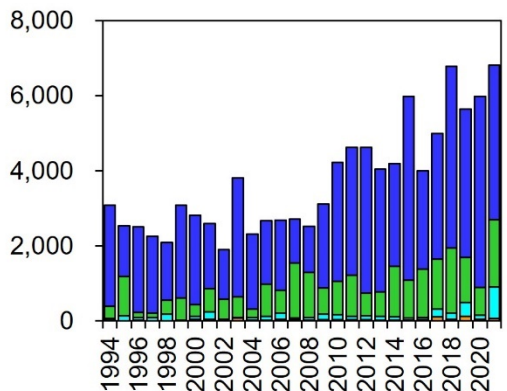
太平洋中区(定置・釣・刺網・その他)



東シナ海区(定置・釣・刺網・中まき・その他)

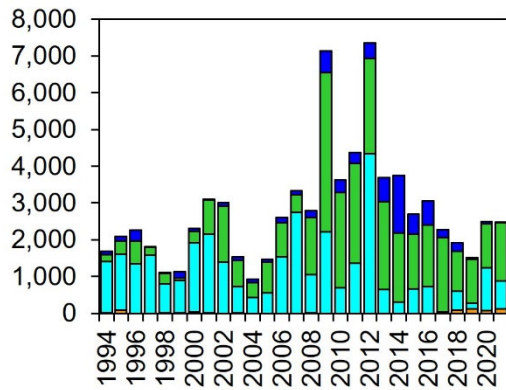


太平洋南区(定置)

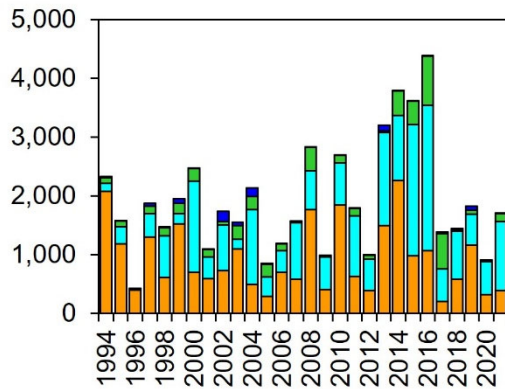


補足図 9-2. 定置網、釣り、刺網、中まき、その他の漁法の大海区別年齢別漁獲量の推移
0歳は全て0歳(後期)で、0歳(モジャコ期)は含まれない。

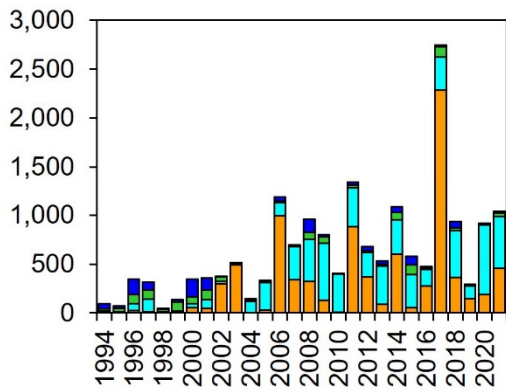
千葉(中まき)



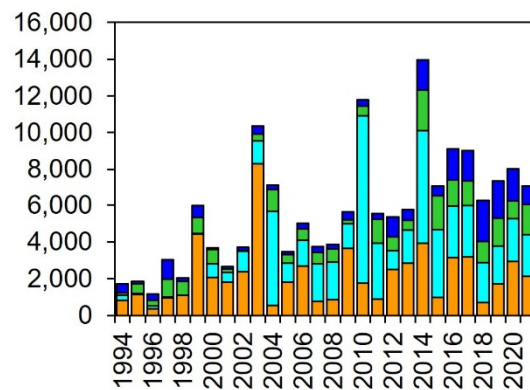
石川(中まき)



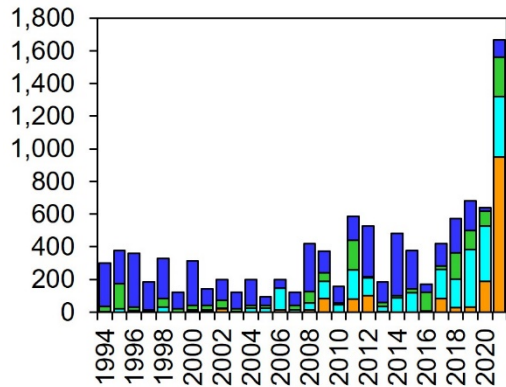
神奈川～三重(中まき)



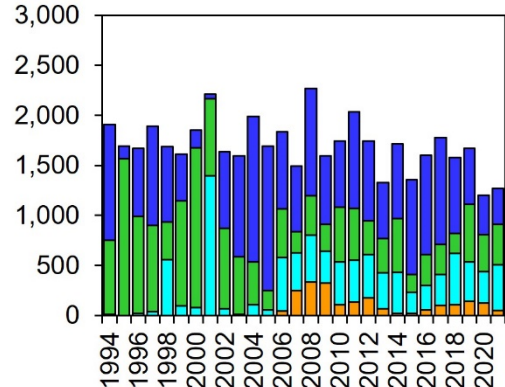
島根(中まき)



太平洋南区(中まき)



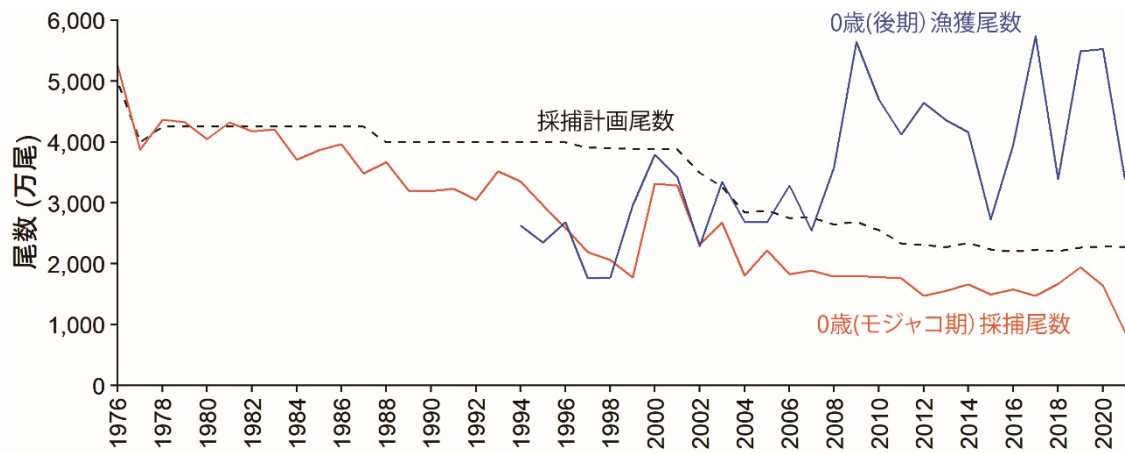
太平洋南区(釣・刺網・その他)



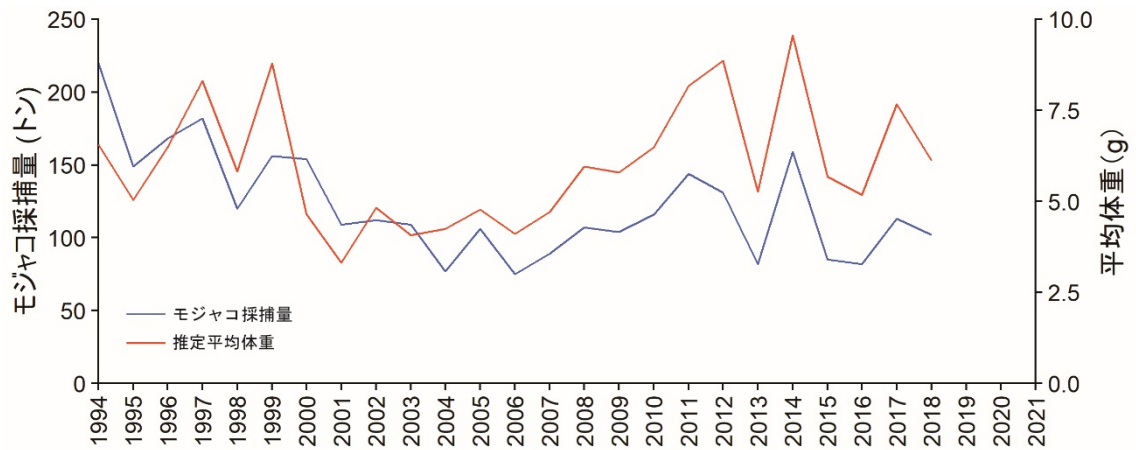
補足図 9-2. (つづき) 定置網、釣り、刺網、中まき、その他の漁法の大海区別年齢別漁獲量の推移

0歳は全て0歳(後期)で、0歳(モジャコ期)は含まれない。

補足資料 10 モジャコ（0歳（モジャコ期））の採捕尾数、採捕計画尾数、採捕量、平均体重

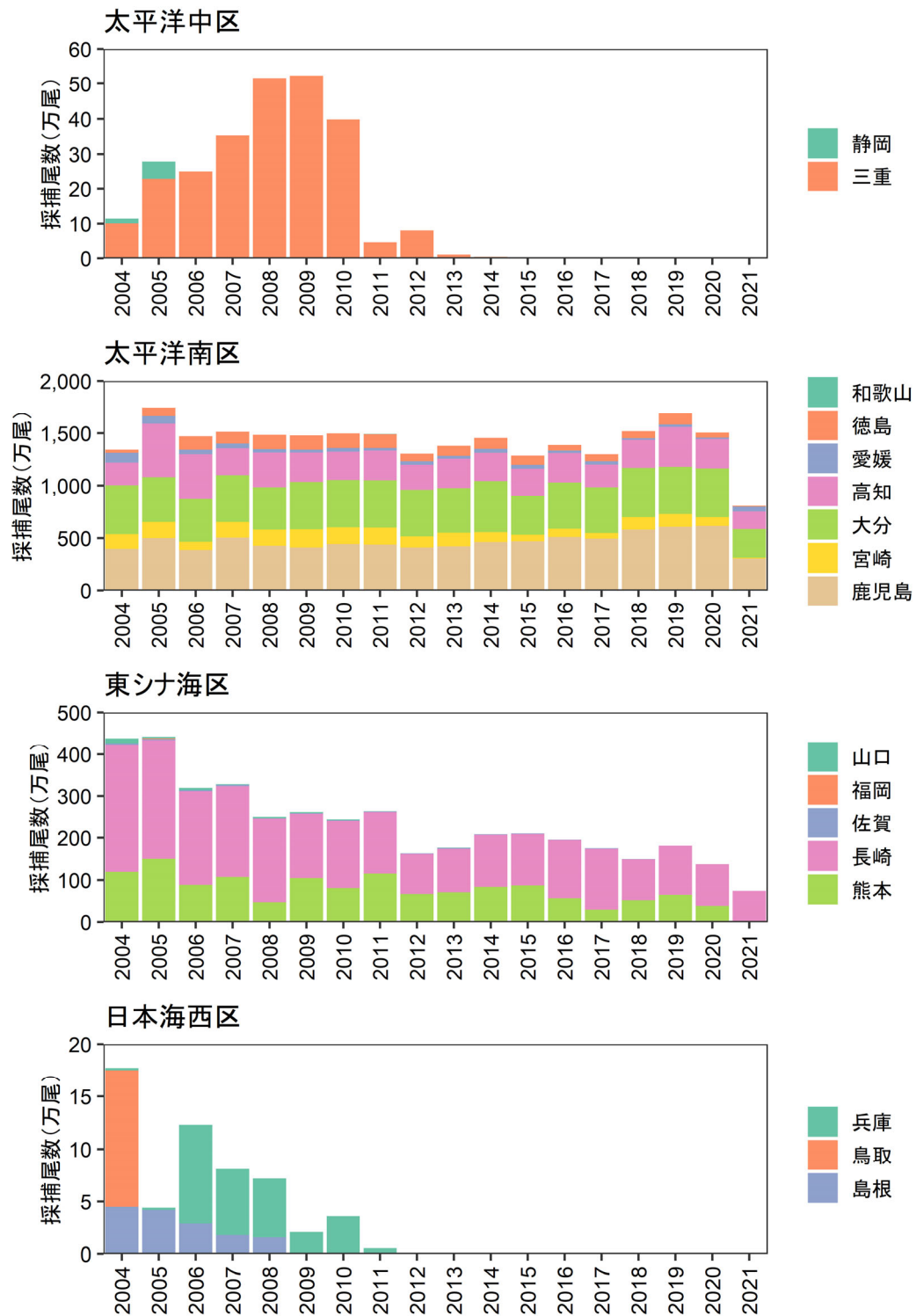


補足図 10-1. モジャコ採捕尾数、採捕計画尾数および0歳（後期）の漁獲尾数の推移



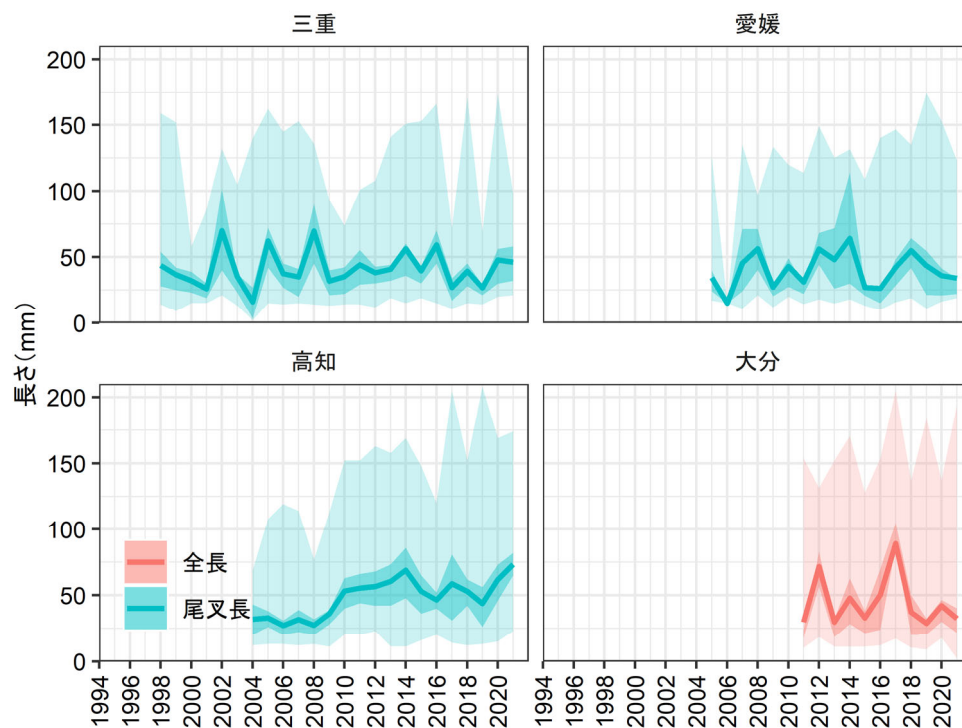
補足図 10-2. モジャコ採捕量（トン）とその推定平均体重（g）の推移

補足資料 11 モジャコ（0歳（モジャコ期））の海区別県別採捕尾数



補足図 11-1. 0歳（モジャコ期）の海区別県別採捕尾数の推移

補足資料 12 三重県、愛媛県、高知県、大分県におけるモジャコ採捕調査で採捕されるモジャコの尾叉長の推移



補足図 12-1. 三重県、愛媛県、高知県、大分県のモジャコ採捕調査で採捕されたモジャコの尾叉長または全長の推移

折れ線は平均値、濃い塗り領域は 50 % 区間、薄い塗り領域は 95 % 区間を示す。

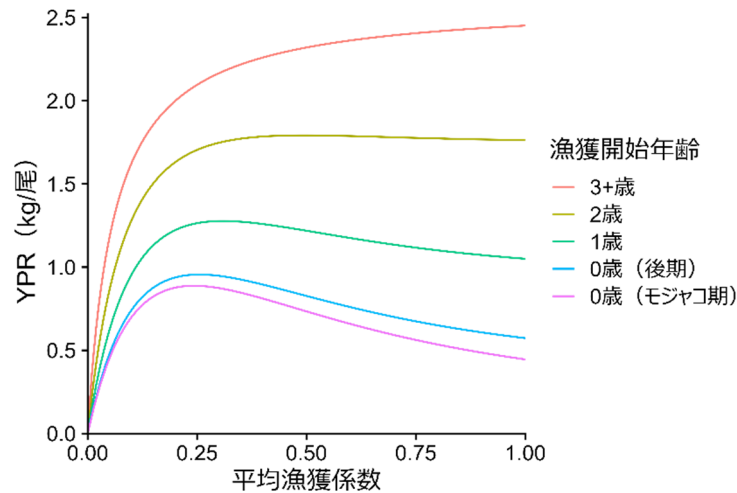
補足資料 13 漁獲係数と漁獲開始年齢の関係

漁獲開始年齢および平均漁獲係数 F を変化させて、加入量当たり漁獲量（YPR）の変化を計算した（補足図 13-1）。YPR は以下の式で求めた。

$$YPR = \sum_{a=0}^{3+} \frac{F_a}{F_a + M} \{1 - \exp(-F_a - M)\} S_a W_a$$

$$S_a = S_{a-1} \exp\{-(F_{a-1} + M_{a-1})\}$$

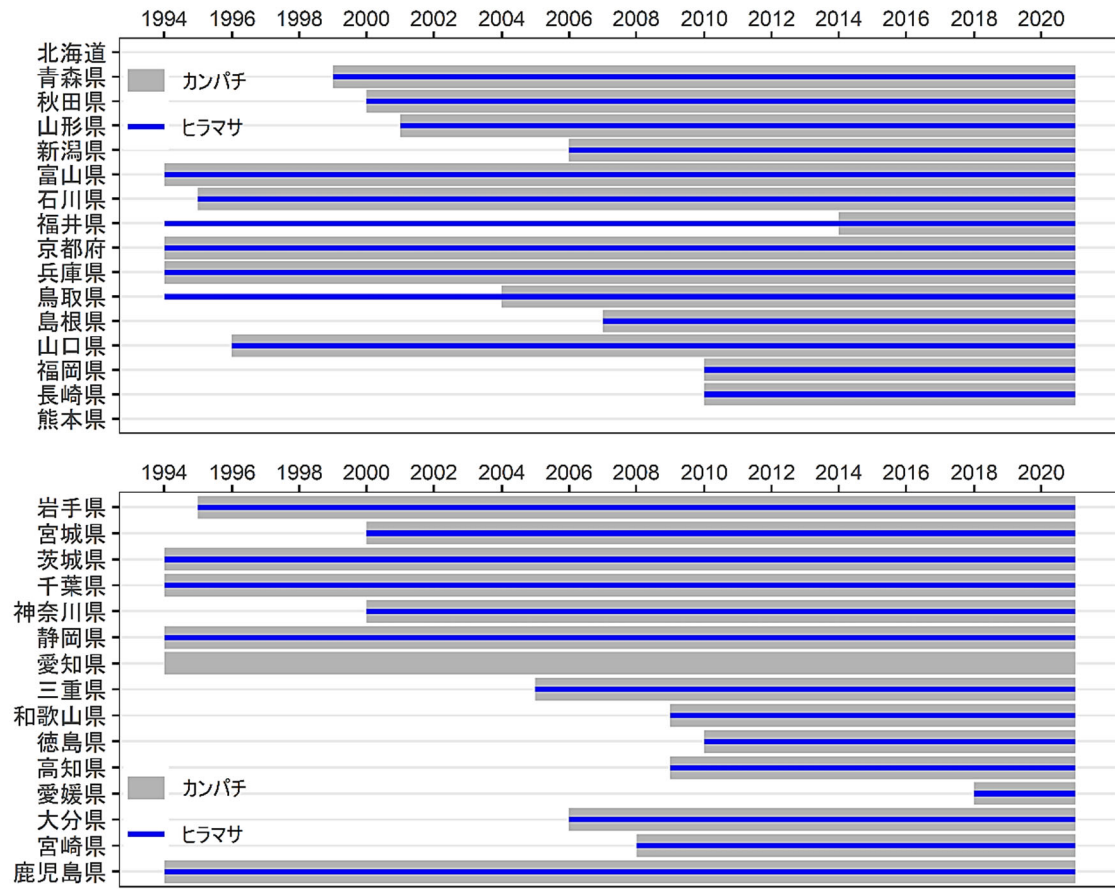
ここで、 W_a と S_a は a 歳（期）の平均体重と生存率で、 a の取り得る値は昇順に 0 歳（モジャコ期）、0 歳（後期）、1 歳、2 歳およびプラスグループの 3 歳以上魚（3+歳）である。



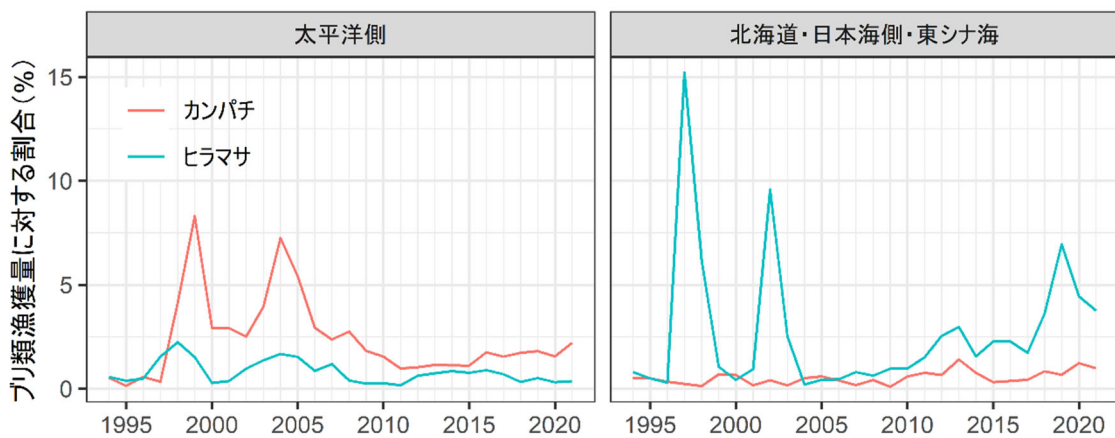
補足図 13-1. 漁獲係数と漁獲開始年齢を変化させた時の加入量当たり漁獲量 YPR (kg/尾)

現状では 0 歳（モジャコ期）から漁獲が行われている。

補足資料 14 ヒラマサ、カンパチ類の漁獲量データ収集状況



補足図 14-1. ヒラマサとカンパチ類漁獲量の北海道～東シナ海（上段）と太平洋側（下段）での収集状況



補足図 14-2. 各府県で収集できた漁業種における海域毎のブリ類漁獲量に対するヒラマサおよびカンパチ類の割合