

## 令和 3（2021）年度ブリの資源評価（案）

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

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

ブリの資源状態をコホート解析による資源量推定により評価した。ブリは我が国周辺と朝鮮半島東岸に分布し、全国の都道府県沿岸及び韓国にて漁獲されている。我が国におけるブリ（ブリ類）の漁獲量は、1960年代から1980年代にかけて2.7万～5.5万トンの範囲で推移していたが、1990～2009年に緩やかな増加傾向となって7.8万トンまでの範囲で推移した。2010年以降、我が国の漁獲量はさらに増加し、2014年の12.5万トンを最高として、おおよそ10万トンを超える状況が続いている。2020年の我が国での漁獲量は10.5万トンであった。また、養殖用種苗として採捕されている稚魚（モジャコ）の採捕尾数は、1980年代前半頃までは4000万尾を超える年も多かったが、その後減少傾向となり、2008～2020年の近年は1475～1945万尾となっている。韓国におけるブリ（ブリ類）の漁獲量は、1980年以前は0.3万トン未満であったが、2000年代前半までに1.0万トンまでの範囲で徐々に増加した。2008年以降、韓国での漁獲量はさらに増加して、0.9万～1.9万トンで推移しており、2020年は1.3万トンであった。我が国と韓国の漁獲情報及びモジャコ採捕尾数を用いたコホート解析で推定した1994年以降の資源量は、2008年までは14.0万～22.3万トンで推移し、2009年以降は25.0万トンを超える資源量となって、2017年に過去最高の37.5万トンとなった。2018年以降の資源量は32万トン前後で推移しており、2020年は31.6万トンであった。また、モジャコ期を漁業への加入とした場合に、2020年の加入尾数は2.03億尾で、2009年の2.10億尾に次ぐ過去2番目に多かった。

将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します。

年	資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	漁獲量 (万トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	37.5	19.7	13.4	0.62	36
2018	32.7	18.6	11.3	0.59	35
2019	32.6	16.4	12.5	0.66	38
2020	31.6	14.4	11.8	0.59	37

各年の資源量は、1月1日時点での資源尾数に年齢別の平均体重を乗じたものの和で計算するが、0歳の資源量はモジャコ期を過ぎた、0歳（後期）時点での資源尾数と平均体重を用いて計算した。年は暦年、2020年の漁獲量は暫定値である。F値は各年齢の平均値であるが、0歳（モジャコ期）と0歳（後期）を半年コホートとしたため、この2つのコホートのF値を足し合わせたものを0歳の年あたりのF値とし、0歳、1歳、2歳、3歳以上の4年級のF値の平均値として求めた。

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・年別漁獲量、 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 <a href="https://www.fips.go.kr/p/S020301/">https://www.fips.go.kr/p/S020301/</a> ）
資源量指標値 ・定置網漁獲量	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
・仔魚分布密度	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）
・モジャコ来遊量指数	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

## 1. まえがき

ブリは沿岸性の回遊魚であり、全国の都道府県沿岸で漁獲されている。1950年代以前には定置網による漁獲が殆どであった。1960年代以降は、まき網の漁獲量が増加し始め、2002年以降では2005年を除いて2016年まで、まき網での漁獲量が最も多くなっている。しかし、2017年以降は再び定置網での漁獲量がまき網での漁獲量を上回るようになった。また、1990年代以降は青森県、北海道、岩手県など分布の北縁部での漁獲量が増大している。漁業種類を海別にみると、北海道区、日本海北区、太平洋北区、太平洋南区では定置網、日本海西区、東シナ海区ではまき網による漁獲がそれぞれ大半を占める。太平洋中区ではまき網と定置網による漁獲がいずれも多い。また、東シナ海区、太平洋南区では釣りによ

る漁獲も多い。1960～1980年代はそれ以前と比べて大型魚の漁獲尾数が大きく減少したが、1990年代以降は1950年代以前には及ばないものの増加している。なお、漁業・養殖業生産統計年報（以下、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（補足資図6-1）。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。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

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来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、今後と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、詳細は補足資料4（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、詳細は補足資料4（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4（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 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 月頃までである。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)。年齢別成熟率については、先に述べた成長の鈍化に伴う晩熟化が懸念されるため、今後精査が必要と考えられるが、本資源評価では、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

ブリは主に定置網とまき網で漁獲される。漁業種類別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 4 と表 1 に示した。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、2020年は56%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、2019年は35%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多く状況にある。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、2020年では釣り・延縄で6%、刺網で2%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4(6)）。韓国の漁法別漁獲量のデータが入手できた2001～2020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、6～39%でまき網の比率よりも低い値で推移していたが、2018年以降は41～68%で、まき網を上回る比率となっていた。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2018～2020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、2020年におけるまき網の比率はともに59%であった（図4）。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、2020年における定置網の比率はそれぞれ100%（他の漁業は0.4%未満）、92%、95%、67%であった。太平洋中区では2014年までまき網主体の海域であったが、2015年からまき網での漁獲が減少、定置網の漁獲が増加し、現在は定置網の漁獲がやや多い海域である。太平洋中区における2020年のまき網および定置網の比率はそれぞれ、49%、45%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別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4）。

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5、表1、2）、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、2020年で10.5万トンであった。韓国のブリ類の漁獲量は2008年から大きく増加し、2020年まで0.9万～1.9万トンで推移した。2020年の韓国の漁獲量は1.3万トンであった。

2020年の海区別の漁獲動向について、まず、北海道区の漁獲量は1.5万トンで、前年比142%の過去最高値であった（図5、表2）。日本海北区ではまき網が188トンで近年では少

ない漁獲量であったが、定置網も 3,898 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 8,378 トン、まき網が 14,540 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、2020 年は 13,145 トンと前年比 67%で、2013 以降の最低値であった。東シナ海区の定置網は 5,522 トンで前年比 84%であるが、前年に次いで過去 2 番目に多い漁獲量であった。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 12,350 トン（前年比 78%）、まき網で 470 トン（前年比 60%）の漁獲量であった。太平洋中区では、まき網が前年比 181%の 6,730 トンに増加しており、定置網は前年比 116%の 6,147 トンで両漁法の漁獲量が同等であった。太平洋南区では、まき網が前年比 166%の 2,138 トンに増加しており、定置網では前年比 104%の 6,712 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 6 に示した。2020 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 338 トンで、過去 5 年の 104~235 トンと比べて多かった。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 2020 年度（10 月~翌年 9 月。高知県のみ 5 月まで）の漁獲尾数は 48 万尾であった。このうち高知県は 10 万尾、三重県は 36 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、より詳細な海区別主要漁法別の年齢別漁獲量の推移を補足資料 5（補足図 5-1、補足図 5-2）に示した。

また、上記漁業とは別に、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モジャコが採捕されており（補足資料 7）、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（図 10、補足図 7-1）。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 1475~1945 万尾の範囲で推移し、その充足率は 64~86%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、2021 年のモジャコ採捕尾数は前年の 2020 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。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 7-2）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 7-2）。

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 8-1 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%（1288 万~1747 万尾）のモジャコが採捕されており、その中でも鹿児島県、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%（137 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（5万～52万尾）、日本海西区で1%以下（2万～18万尾）であった。なお、原則として、モジャコ採捕は3～7月頃の23日以内を許可期間として行われるが、充足率に応じてその期間が延長されることがある。例えば、本資源評価に資するデータの範囲外であるが、2021年はモジャコ採捕を行う殆どの県で、当初に設定された23日以内の期間内において十分な充足率が得られず、採捕期間の延長が行われた。同年で最も解禁日が早かったのは高知県の3月23日で、最も遅い解禁日は大分県の5月4日であったが、同年ではモジャコを採捕する全ての県において終漁日は6月中まで延長された。

三重県、高知県、大分県、長崎県及び鹿児島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又長の推移を補足資料9（補足図9-1）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、三重県で平均尾又長16～70mm、愛媛県では平均尾又長15～63mm、高知県では平均尾又長27～67mm、大分県では平均全長29～89mmの範囲で推移していた。これらの平均尾又長及び平均全長に相当する個体の日齢を、上原ほか（1996）及び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7、図8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7）。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、2020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11%、16%、8%で、日本海中北部と東シナ海では前年より減少し、日本海西部で前年より増加した（図8）。

## 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4（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～島根県の定置網及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4（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。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7-2）を、モジャコ採捕尾数で除して得られる値を用いた。

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。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2021）を超える高い値となっていた（補足図2-1）。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。 $M$ の過大評価が懸念される標識再捕結果に基づく推定においても、このような低い $M$ が推定される状況において、0歳（後期）以上に、これまで用いられてきた0.3よりも高い $M$ を設定することは適切でないと考えられる。そこで、Gislason 1、Gislason 2およびChen and Watanabe (1989)の式で、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ところ、Gislason 1で2.15倍、Gislason 2で2.03倍、Chen and Watanabe (1989)の式では1.60倍で、その平均値は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。この値は標識放流調査で想定さ

れた漁獲以外の減少係数の範囲である 0.99~40.0 よりも小さい値であるため、0 歳（モジャコ期）の M を過小評価することの影響についても検討するため、0 歳（モジャコ期）の M を変化させたコホート解析の感度分析を実施し、その結果を補足資料 10 に示した。

一方で、0 歳（後期）以上の M の値についても検討の余地が残されている。既に述べたが、長谷川（2016）の報告では、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。一方、加藤（1983）は富山湾にて 0 歳（後期）銘柄に相当するフクラギの標識再捕結果を用いて月あたりの自然死亡係数を求めており、これを年あたりに換算した値は 12.5~32.8 であった。標識再捕結果に基づく両報告には、調査海域や標識魚の選定バイアス、報告率等の影響が含まれる可能性がある一方、年齢によって M の値が大きく変わる可能性も示唆している。本資源評価では、0 歳（後期）以上の M を、田内・田中の推定式 ( $M=2.5/\text{寿命}$ )（田中 1960）に本種の観測最大年齢（7 歳）を寿命として得られる値（0.357）と、昨年度資源評価までの一貫性を重視し、年齢によらず一律に 0.3 としたが、年齢によって M が変化した場合、特に 0 歳（後期）と 1 歳の M を変化させた感度分析も実施した（補足資料 8）。

## (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 9 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 万トンとなり、2020 年は 0.1 万トンの丸めの範囲内でこの過去最高値と同値となる 5.9 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 CPUE（補足図 3-1、3-2）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 3-3）を補足資料 3 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。2019 年は前年の 87%に減少したが、近年の高い水準を維持している。2020 年は 2019 年の 117%に増加し、過去最高値となった。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 年に最大となった。2017 年以降は 2016 年の水準に及ばないものの、3 月、4 月ともに引き続き高い水準を維持している。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) 漁獲物の年齢組成

コホート解析に用いた我が国及び韓国での 1994 年以降の年齢別漁獲尾数及び漁獲量を図 10 に示した。0 歳（モジャコ期）を除く 0 歳（後期）以上の漁獲物に占める 0 歳（後期）と 1 歳の尾数の割合は 77~92%（平均値 87%）であり、未成魚の割合が高くなっている。このうち、0 歳（後期）の年間漁獲尾数の範囲は 1760 万~5910 万尾で、2020 年は過去最

高の0歳（後期）の漁獲尾数であった。一方で、1歳の年間漁獲尾数は560万～3666万尾で変化していたが、2016年以降は1567万～1985万尾で、近年の変化は少ない傾向にあった。0歳（後期）以上の漁獲物に占める2歳の割合は3～15%で、漁獲尾数は152万～903万尾で変化しており、2020年は354万尾で2011年以降の最低値となった。3歳以上の0歳以上の漁獲尾数に占める割合は3～11%（148万～696万尾）で、2020年は5%（560万尾）であった。一方、養殖用種苗として採捕されるモジャコの尾数は、1994年から1999年までは3354万尾から1776万尾へと一貫して減少しており、0歳（後期）の漁獲尾数の60～127%のモジャコが採捕されていた（図10）。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、同時に0歳（後期）の漁獲尾数も増加したため、0歳（後期）漁獲尾数に対する0歳（モジャコ期）の採捕尾数の割合は87～96%で、0歳（後期）漁獲尾数の方が0歳（モジャコ期）採捕尾数よりも多かった。2002年以降、0歳（モジャコ期）採捕尾数は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、0歳（後期）漁獲尾数の26～55%に相当する0歳（モジャコ期）が採捕されていた。

1994年以降の韓国を除く我が国全体、および日本海側（北海道日本海北区、日本海北区、日本海西区、東シナ海区）と太平洋側（北海道太平洋北区、太平洋北区、太平洋中区、太平洋南区）の2海域に分けた年齢別漁獲尾数および漁獲量を図11、図12および補足表2-1に示した。我が国のみでの全国の漁獲物の年齢組成は、韓国を含めた場合のそれと大きな変化はなかった。日本海側では、0歳（後期）と1歳の漁獲尾数の割合はそれぞれ44～76%と12～43%で、2歳と3歳以上の漁獲尾数の割合はそれぞれ2～16%と2～12%であった。太平洋では、0歳（後期）と1歳の漁獲尾数の割合はそれぞれ27～77%と8～52%で、2歳と3歳以上の漁獲尾数の割合はそれぞれ4～28%と2～13%であった。2020年について、0歳（後期）の漁獲量は日本海側では前年から大きく変化はなかったが、太平洋側では過去最高の3332万尾が漁獲されていた。一方で、両海域において2歳が前年から減少しており、これらのことが全国での漁獲物の年齢組成を特徴づける要因となっていた。

漁獲量に占める各年齢の割合は日本海側では、0歳（後期）が14～41%（0.8万～2.1万トン）、1歳が12～51%（0.4万～3.7万トン）、2歳が6～39%（0.2万～1.5万トン）、3歳以上が14～49%（0.5万～2.8万トン）となっていた。一方、太平洋側では漁獲量に占める各年齢の割合は、0歳（後期）が5～34%（0.07万～1.8万トン）、1歳が12～46%（0.3万～2.6万トン）、2歳が14～45%（0.2万～2.1万トン）、3歳以上が11～45%（0.3万～1.8万トン）となっており、0歳（後期）の割合が日本海側よりも低い傾向にあった。なお、より詳細な我が国の海区域別主要漁法別の年齢別漁獲量の推移を補足資料5に示した。

#### （4）資源量と漁獲割合の推移

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）。加入尾数に相当する0歳（モジャコ期）の資源尾数の割合は、1994～2008年では0.71億～1.36億尾の間を推移し、2009年以降は1.7億尾前後の高い水準にあったが、2015年（1.43億尾）、2016年（1.38億尾）および2018年（1.19億尾）で低くなり、2020年は2.03億尾で、2009年の2.10億尾に次ぐ過去2番目の高い水準であった（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25.3万～37.5万トンの範囲で推移し、2017年が最高値であった（図13、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、2018～2020年は32万トン前後で推移している（図13、表3、補足表2-1）。漁獲割合は、34～47%の範囲で変動し、2020年は37%であった（図13、表3）。

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14）。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0.10～0.17の範囲で推移していた。

#### (5) 再生産関係

再生産成功率（RPS）は、親魚量あたりの加入尾数に相当する0歳（モジャコ期）の資源尾数として求めた。1994～2020年のRPSは0.64～2.45尾/kgの範囲で推移し、その中央値は1.41尾/kgであった（図15、表3）。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年は1.08尾/kg、2020年は1.41尾/kgとなって、最近2年に再び上昇傾向となっている。加入尾数は、1994～2008年では0.71億～1.36億尾の間を推移し、1億尾以下の加入尾数となる年も見受けられたが、2009～2014年では1.7億尾前後の高い水準となっていた。2015年以降では、2009～2014年と比べて低い加入量となるが多かったが、2019年に1.77億尾、2020年に2.03億尾と高い値が続いた（図16、表3）。一方、親魚量は1994年から2017年までの増加傾向が続いていたが、2018年に18.6万トン、2019年に16.4万トン、2020年には14.4万トンと減少傾向となった。再生産関係は、親魚量が10万トン未満であった2008年頃までは、親魚量が多ければ加入尾数も多い傾向が見られたが、親魚量がより高くなった2009年以降では、親魚量の増加が加入量の増加につながらない傾向があり、2015～2018年のようにRPSの低くなる年もあった（図17）。

## 5. 資源評価のまとめ

2020年における我が国のブリ（ブリ類）漁獲量は10.5万トンで、依然として高い水準にある（図5、表3）。1994年以降の資源量は、2008年までは14.0万～22.3万トンで推移していたが、2009年以降に25.0万トンを超えて上昇傾向となり、2017年に過去最高の37.5万トンとなった（図13、表3）。2018年以降の資源量は30万トン前後を推移しており、2020年は31.6万トンであった。加入尾数は2009～2014年に高い水準が続いていたが、2015～2018年は低いとなっていた（図15、表3）。その一方で、2020年の加入尾数は2.03億尾で、2009年の2.10億尾に次いで過去2番目に多かった。近年の加入尾数の変動が大きく今後の動向に注意する必要がある。

## 6. その他

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. 2008、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、レジームシフトを考慮した管理方策を検討することが必要である。

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、0～1 歳に対する漁獲圧が高い年が多い（図 14）。2013～2015 年に F 値の年齢別選択率が高齢へと偏ったことがあったが、海域・漁法ごとに、漁獲時期や年齢組成がどのようになっているか、詳細な検討が必要である。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（加入あたり漁獲量）は増加することから、資源のさらなる有効利用も可能と考えられる（補足図 11-1）。一方では、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もある。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.
- 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.
- 長谷川 (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.
- Horczyk 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**(2), 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.
- 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**(1), 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**(1), 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**(2), 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), 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 and N. Iguchi (2008) The late 1980s regime shift in the ecosystem of Tsushima Warm Current in the Japan/East Sea: evidence from historical data and possible mechanisms. Prog.Oceanogr., **77**, 127-145.
- 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**(4), 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**(3), 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、加賀敏樹、久保田洋、大島和浩)

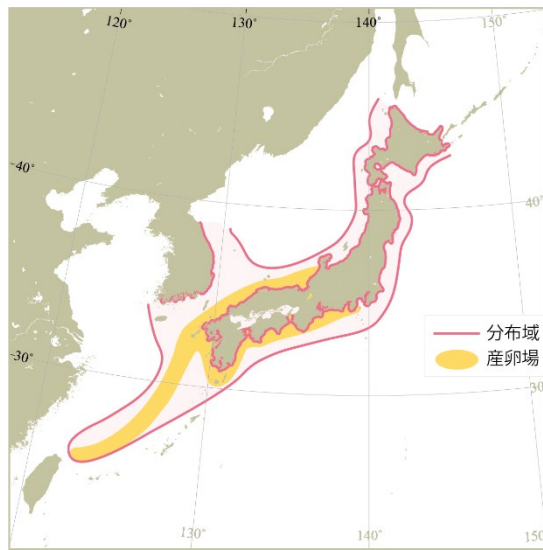


図 1. ブリの分布域と産卵場

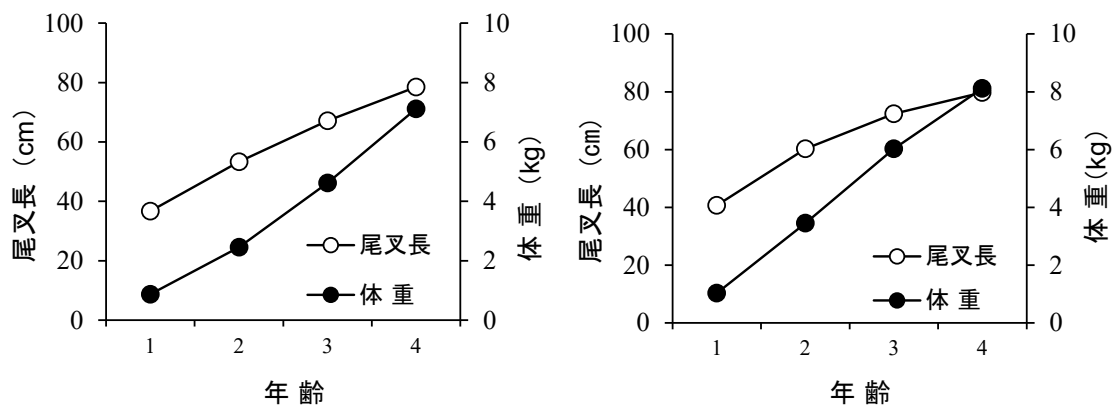


図 2. 1 月を年齢の起算としたときの 1 月時点での太平洋千葉以西の年齢と成長の関係 (左) と日本海および太平洋北部の年齢と成長の関係 (右)

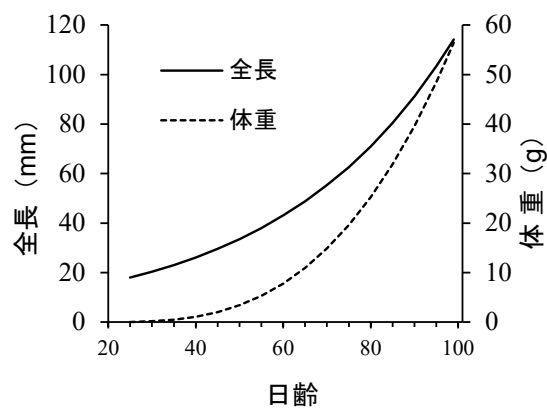


図 3. 0 歳 (モジャコ期) の日齢と成長の関係

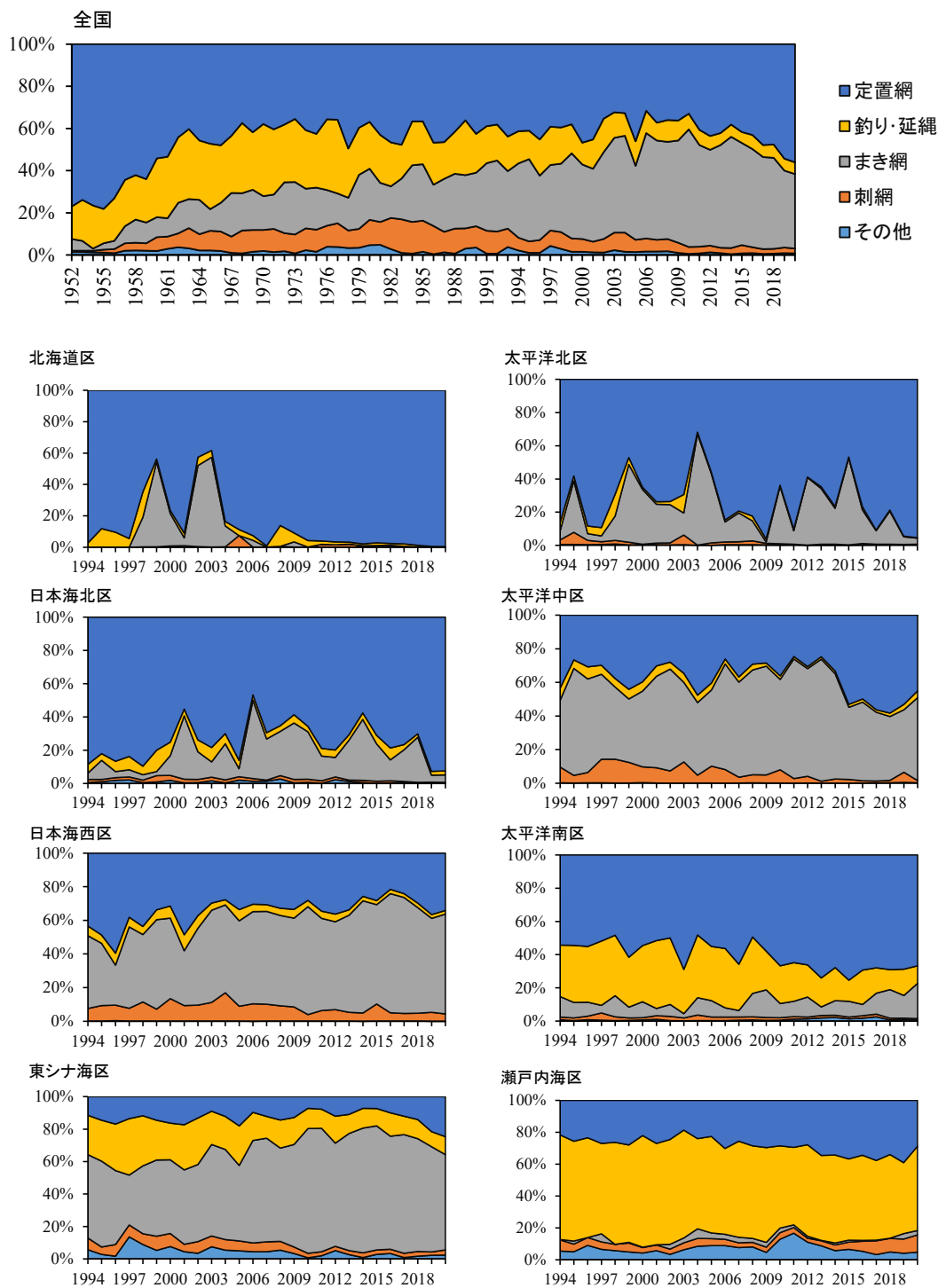
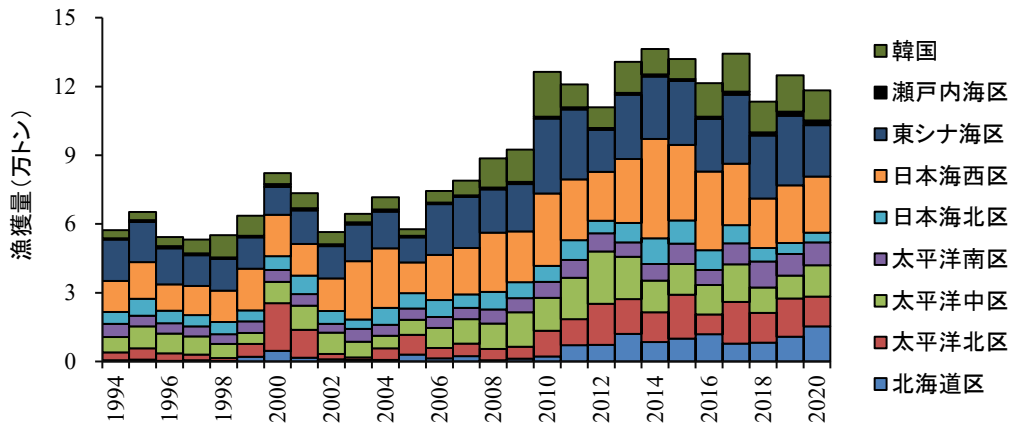
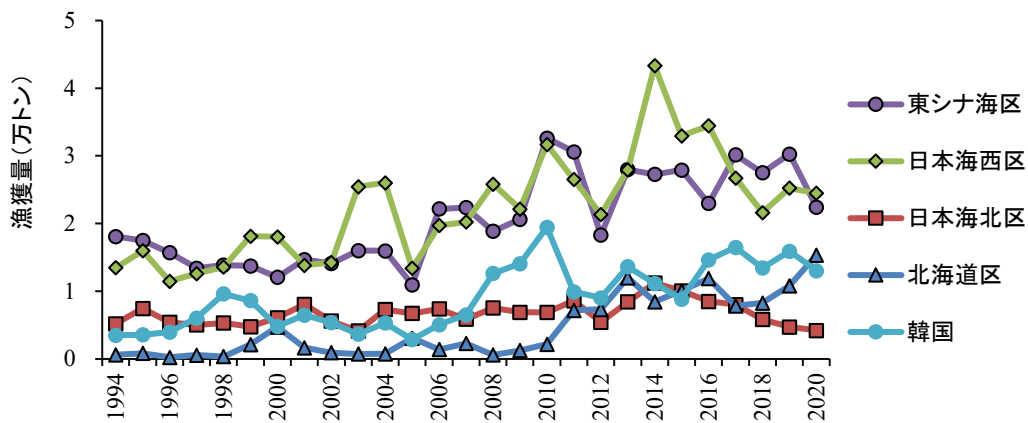


図4. 海区別漁業種類別漁獲比率の推移 北海道区は北海道日本海北区と北海道太平洋北区の合計。

我が国と韓国



日本海と東シナ海



太平洋と瀬戸内海

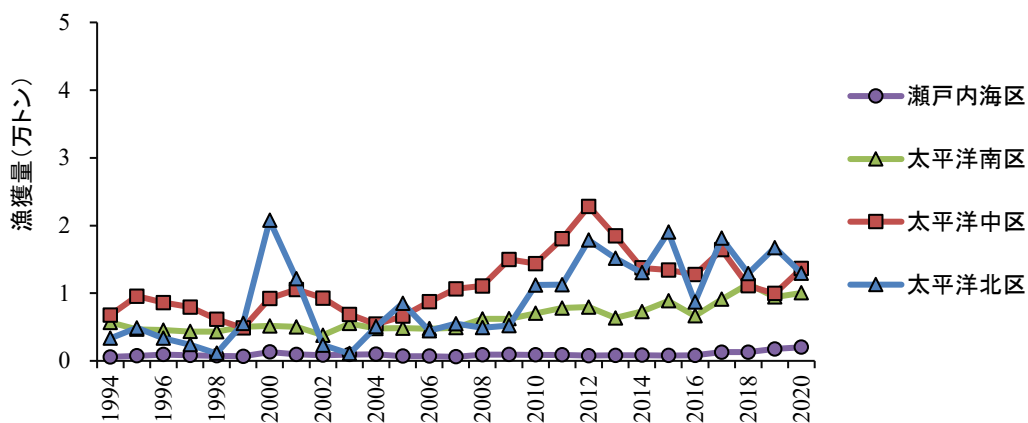


図5. 我が国と韓国（上段）、日本海と東シナ海（中段）、太平洋と瀬戸内海（下段）における海区別漁獲量の推移 北海道区は北海道日本海北区と北海道太平洋北区の合計。

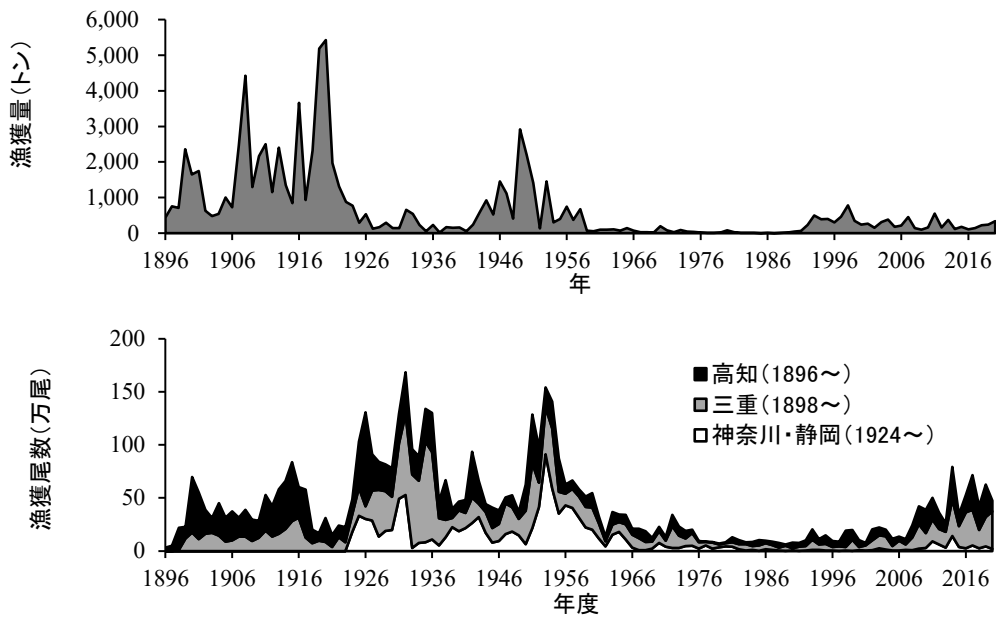


図 6. 富山県でのブリ銘柄（2歳以上）の漁獲量（年集計、上）と、神奈川県・静岡県・三重県・高知県でのブリ銘柄（6kg以上）の漁獲尾数（年度集計、下）の推移

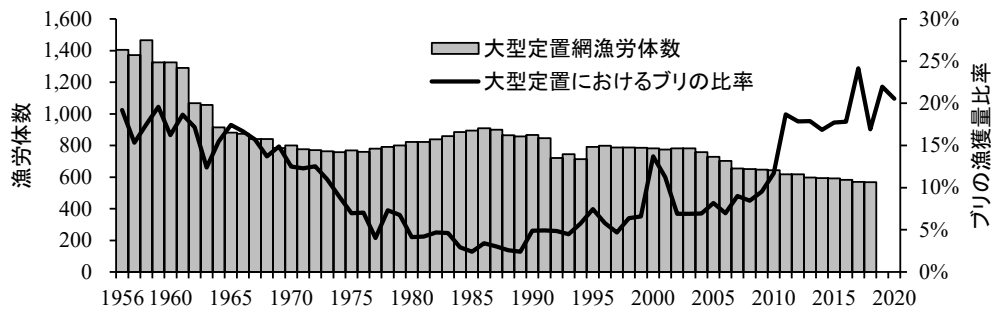


図 7. 全国での大型定置網の漁労体数と同漁業における全漁獲物中のブリの比率の推移

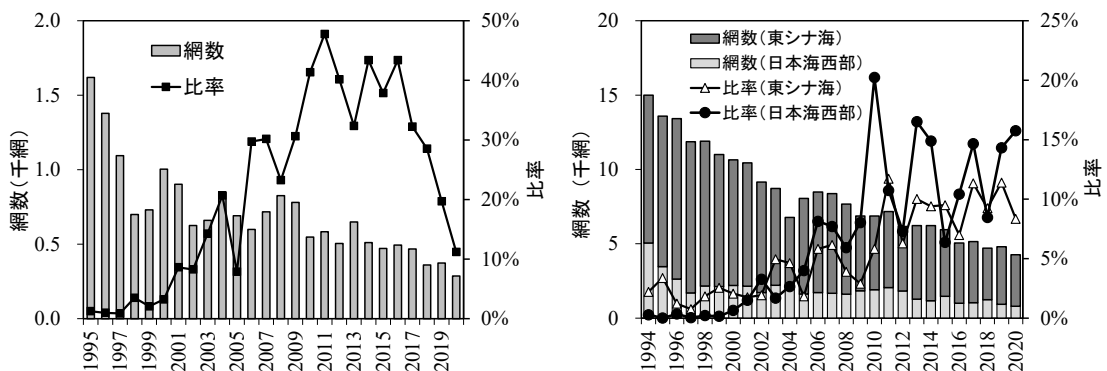


図 8. 大中型まき網の総投網回数と同漁業における全漁獲物中のブリの比率の推移 左図は日本海中北部（134°30'E 以東）、右図は東シナ海（35°N 以南、130°E 以西）および日本海西部（134°30'E 以西の東シナ海を除く日本海）を示す。

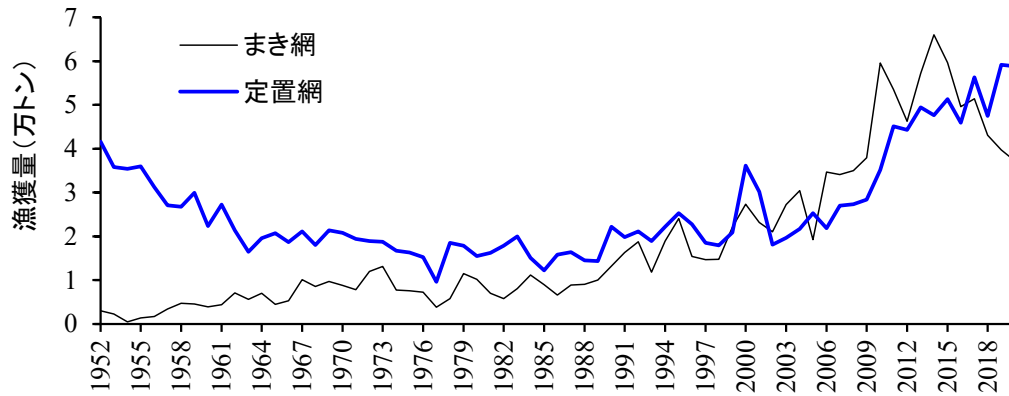


図9. 定置網と巻き網の漁獲量の推移

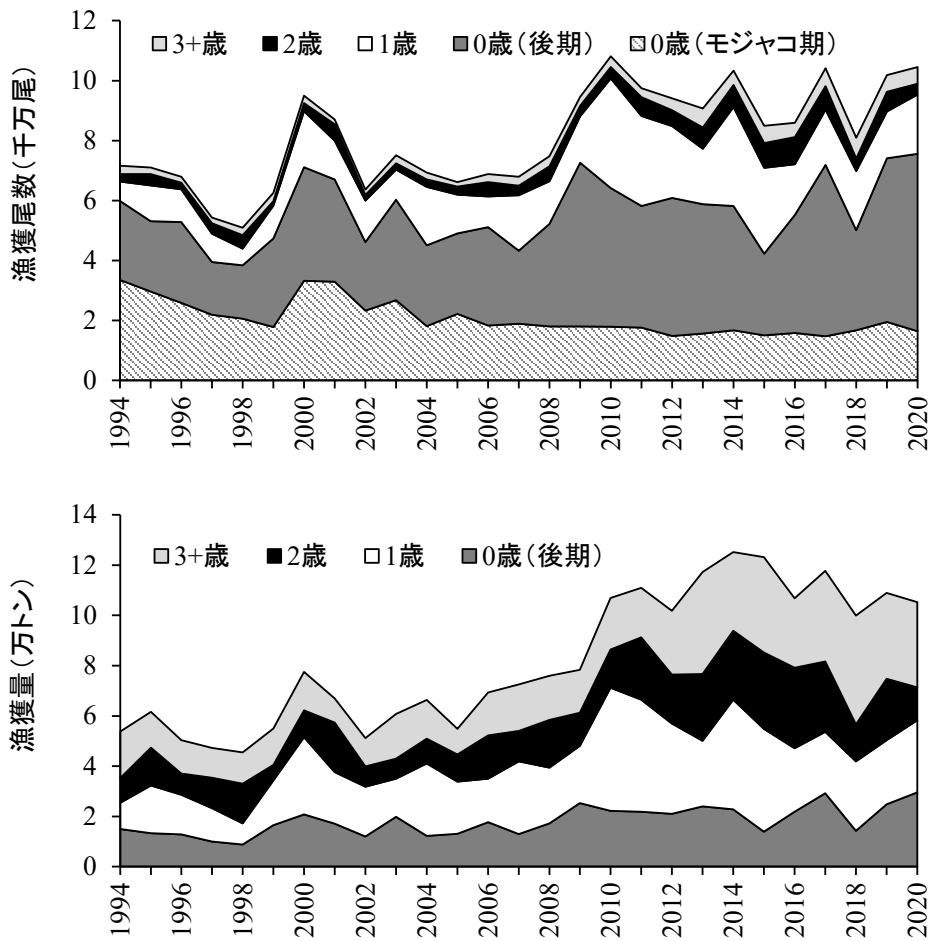


図10. 我が国及び韓国での年齢別漁獲尾数（上段）と年齢別漁獲量（下段）の推移

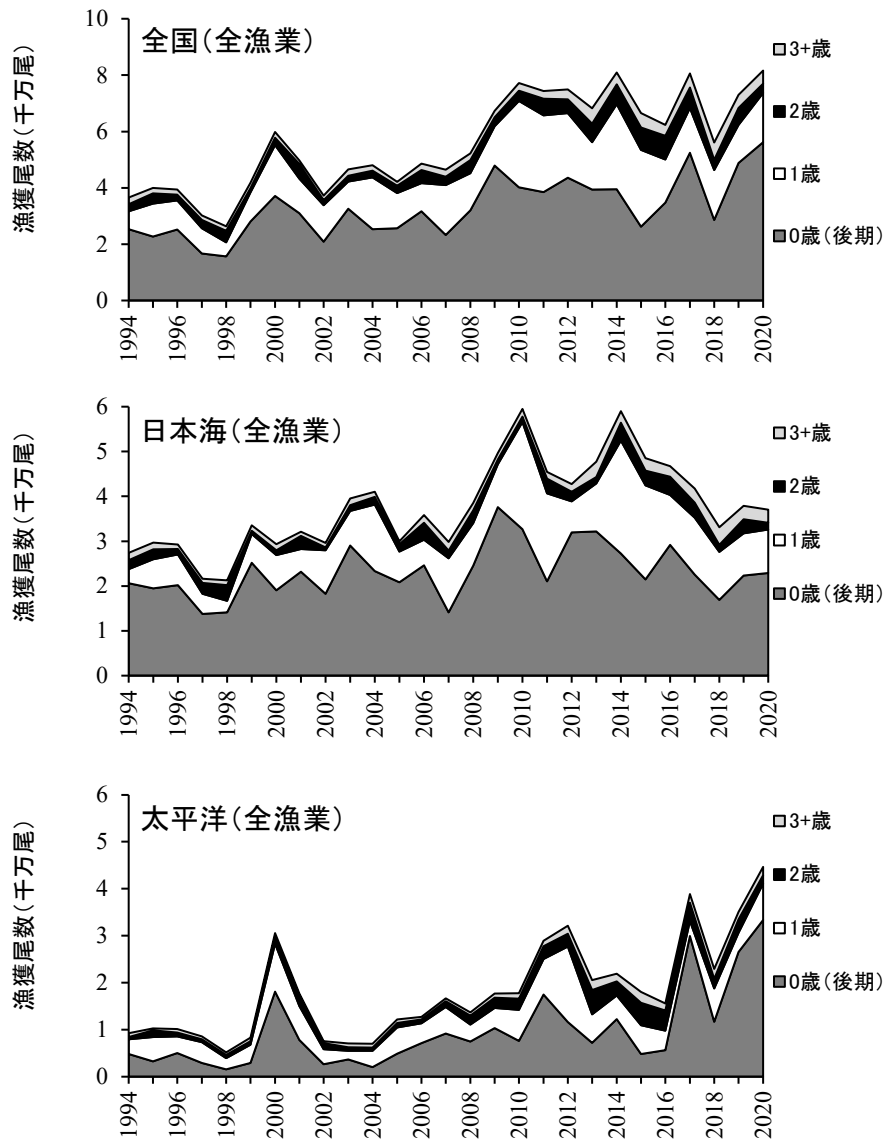


図 11. 我が国でのブリの年齢別漁獲尾数の推移

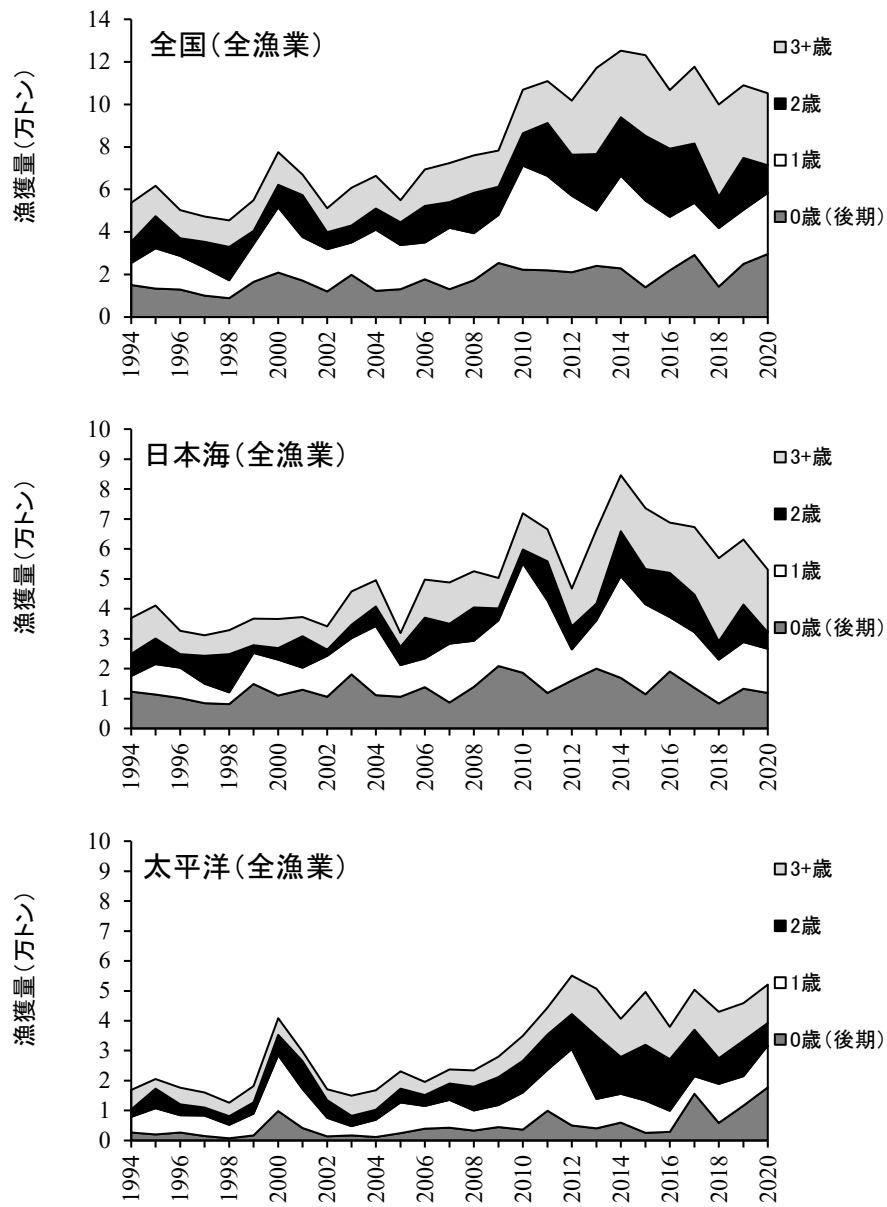


図 12. 我が国でのブリの年齢別漁獲量の推移

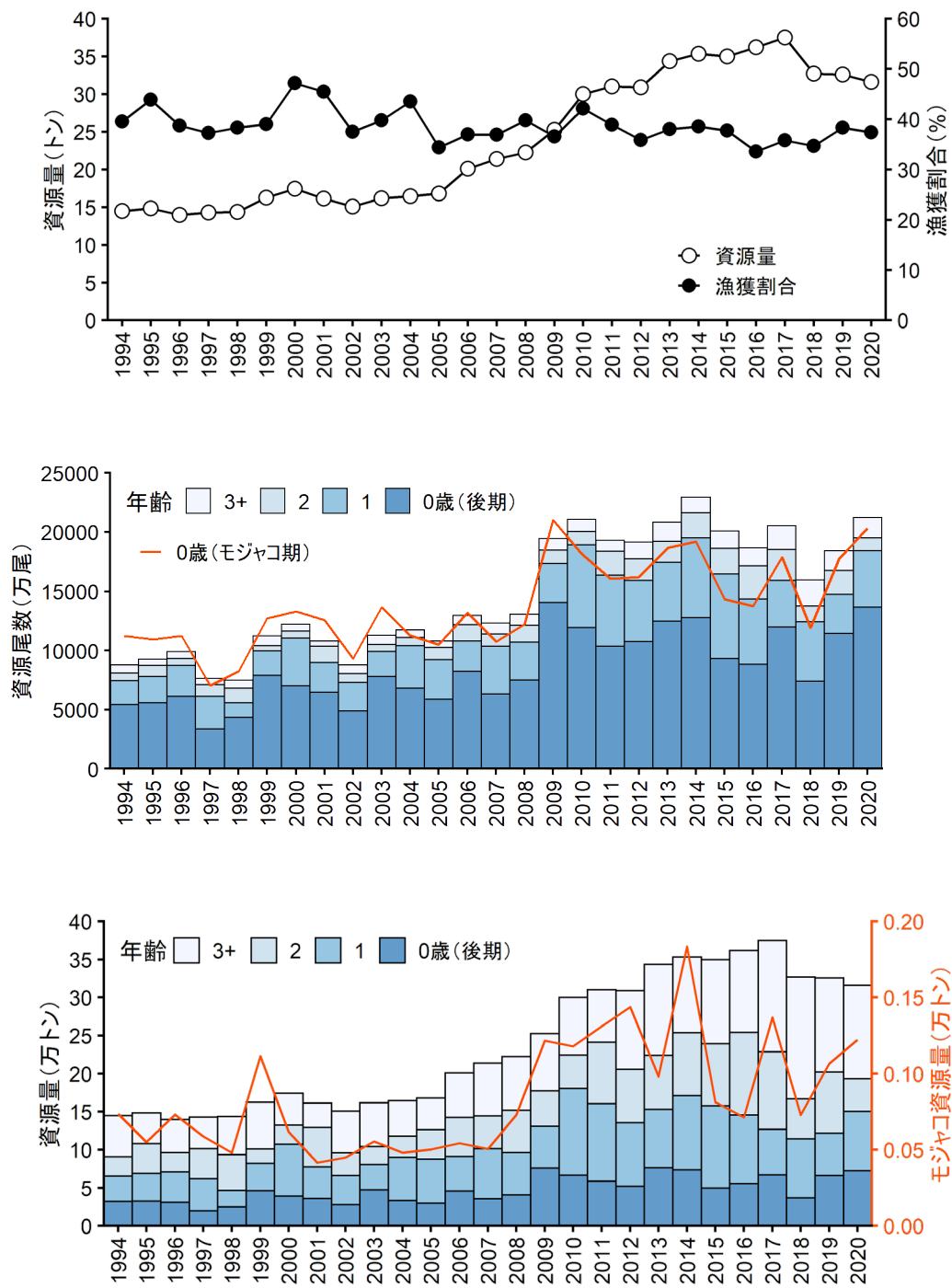


図 13. 資源量と漁獲割合の推移（上段）、年齢別資源尾数の推移（中段）、年齢別資源量の推移（下段）

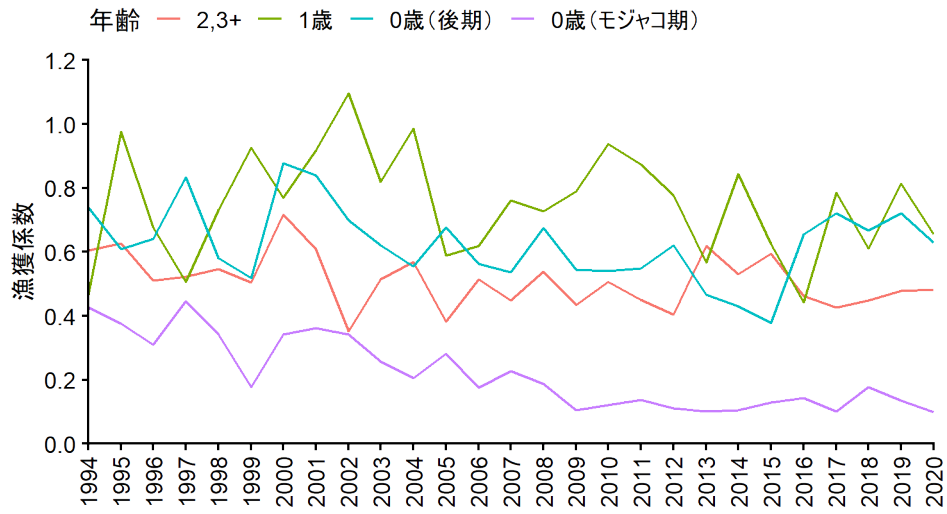


図 14. 年齢別漁獲係数の推移

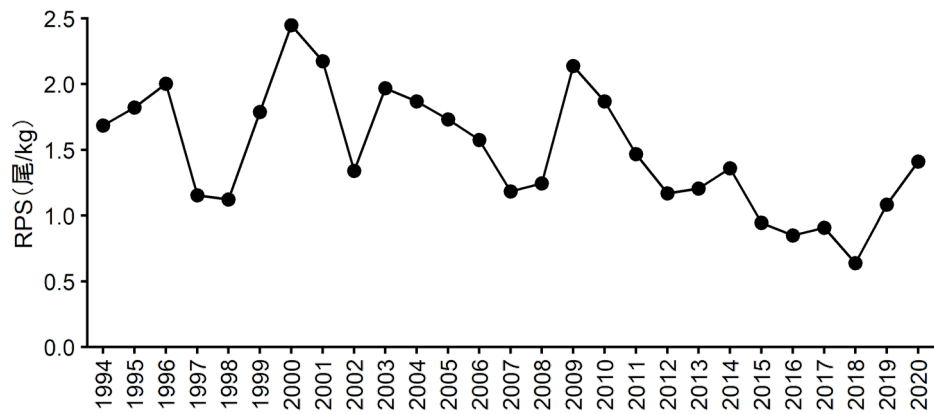


図 15. 再生産成功率 (RPS) の推移

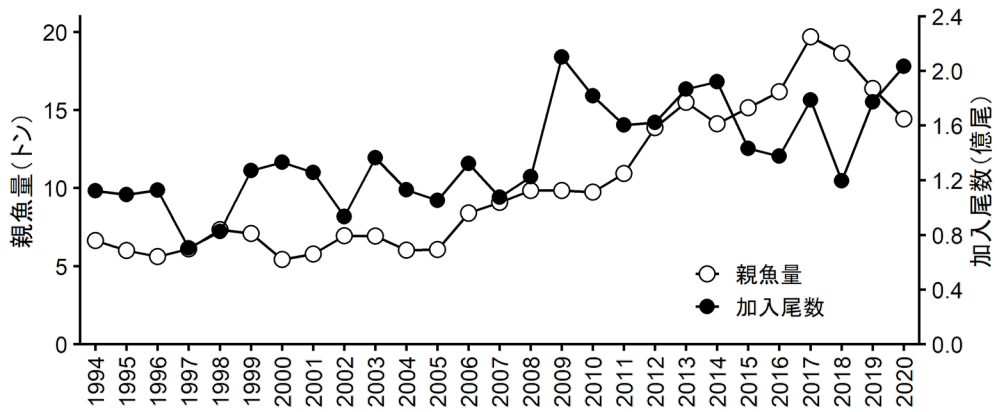


図 16. 親魚量と加入尾数の推移

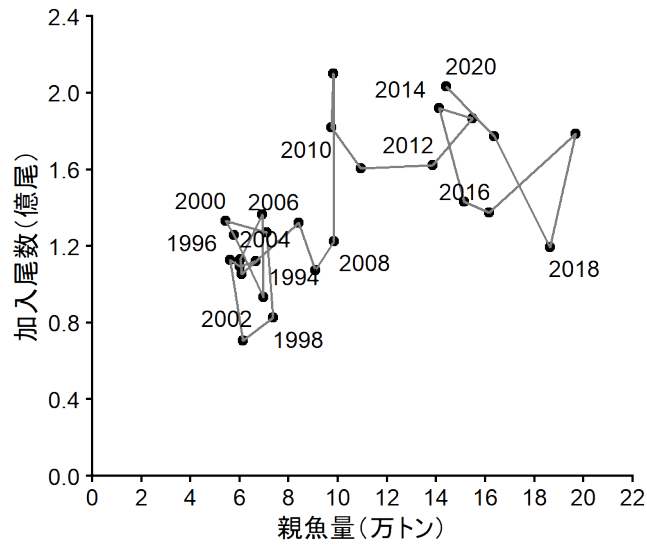


図 17. 親魚量と加入尾数の関係

表 1. ブリ類の我が国の漁業種類別漁獲量と韓国の漁獲量の推移 (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	42,881		
1957	3,424	27,087	9,214	1,485	846	42,168		
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	38,950	1,331	40,281
1967	10,065	21,095	13,208	3,762	491	48,623	1,654	50,277
1968	8,550	18,038	16,123	5,282	369	48,363	2,942	51,305
1969	9,729	21,349	13,939	5,323	782	51,125	2,247	53,372
1970	8,758	20,801	18,757	5,506	1,036	54,875	1,718	56,593
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	44,970	2,090	47,060
1980	10,180	15,476	9,310	5,042	1,999	42,009	2,089	44,098
1981	6,979	16,250	8,592	4,136	1,816	37,774	1,198	38,972
1982	5,747	17,888	8,038	5,680	1,091	38,443	3,829	42,272
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	50,995	4,445	55,440
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	61,666	3,586	65,252
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	47,211	6,064	53,275
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	54,918	8,627	63,545
2000	27,296	36,123	8,108	4,712	1,220	77,461	4,814	82,275
2001	23,159	30,210	9,307	3,369	881	66,925	6,475	73,400
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	60,787	3,671	64,458
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	54,890	2,876	57,766
2006	34,658	21,846	7,371	4,277	1,200	69,353	5,073	74,426
2007	34,129	26,963	6,147	4,034	1,197	72,470	6,524	78,994
2008	35,014	27,362	7,832	4,330	1,425	75,964	12,643	88,607
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	106,890	19,468	126,358
2011	53,561	45,118	7,905	3,385	950	110,917	9,935	120,852
2012	46,304	44,317	6,691	3,200	1,327	101,842	9,023	110,865
2013	57,182	49,424	6,575	2,898	1,094	117,175	13,625	130,800
2014	66,010	47,671	7,320	3,695	526	125,223	11,158	136,381
2015	59,624	51,314	6,390	4,865	995	123,188	8,828	132,016
2016	49,641	45,917	7,207	2,966	1,025	106,756	14,641	121,397
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	99,933	13,434	113,367
2019	39,754	59,170	6,194	2,861	978	108,957	15,928	124,885
2020	37,259	58,880	5,875	2,360	822	105,196	13,050	118,246

2020年の漁獲量は暫定値。

表 2. ブリ類の大海区別漁獲量（トン）（上段）と漁業種別漁獲量（下段）

北海道区は北海道日本海北区と北海道太平洋北区の合計。

年	北海道区	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	624	3,358	6,772	5,689	5,209	13,477	18,087	587	53,802	3,501
1995	837	4,881	9,557	4,667	7,462	15,999	17,510	753	61,666	3,586
1996	239	3,348	8,608	4,553	5,422	11,493	15,710	959	50,333	3,977
1997	574	2,406	7,962	4,337	5,047	12,625	13,428	832	47,211	6,064
1998	365	1,128	6,161	4,317	5,318	13,579	13,859	758	45,484	9,620
1999	2,134	5,541	4,859	5,026	4,767	18,146	13,748	697	54,918	8,627
2000	4,742	20,782	9,242	5,166	6,094	18,042	12,072	1,321	77,461	4,814
2001	1,660	12,143	10,551	5,024	8,048	13,847	14,693	960	66,925	6,475
2002	939	2,345	9,288	3,813	5,602	14,240	14,110	858	51,194	5,374
2003	742	1,077	6,883	5,537	4,130	25,446	16,024	948	60,787	3,671
2004	777	5,050	5,430	4,795	7,312	26,031	15,960	991	66,345	5,321
2005	3,088	8,529	6,622	4,833	6,732	13,400	10,964	721	54,890	2,876
2006	1,401	4,459	8,734	4,781	7,394	19,718	22,167	700	69,353	5,073
2007	2,307	5,500	10,640	4,907	5,894	20,241	22,358	622	72,470	6,524
2008	609	4,908	11,068	6,203	7,548	25,842	18,861	925	75,964	12,643
2009	1,255	5,219	14,986	6,235	6,897	22,159	20,635	948	78,334	14,080
2010	2,190	11,217	14,377	7,027	6,884	31,678	32,623	893	106,890	19,468
2011	7,177	11,251	18,064	7,806	8,597	26,519	30,607	896	110,917	9,935
2012	7,337	17,852	22,834	7,948	5,435	21,347	18,296	793	101,842	9,023
2013	12,007	15,172	18,461	6,348	8,429	27,943	27,992	823	117,175	13,625
2014	8,467	13,038	13,751	7,292	11,221	43,324	27,266	863	125,223	11,158
2015	10,062	19,038	13,446	8,886	10,070	32,962	27,914	810	123,188	8,828
2016	11,881	8,687	12,761	6,669	8,507	34,444	22,980	827	106,756	14,641
2017	7,856	18,134	16,443	9,118	8,026	26,727	30,155	1,303	117,761	16,483
2018	8,264	12,922	11,086	11,365	5,849	21,638	27,499	1,310	99,933	13,434
2019	10,818	16,750	9,954	9,440	4,727	25,240	30,271	1,768	108,968	15,928
2020	15,343	12,955	13,653	10,060	4,218	24,497	22,435	2,035	105,197	13,050

2020年の漁獲量は暫定値。

年	大中まき	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	22,562	14,706	58,883	5,867	2,364	815	105,197

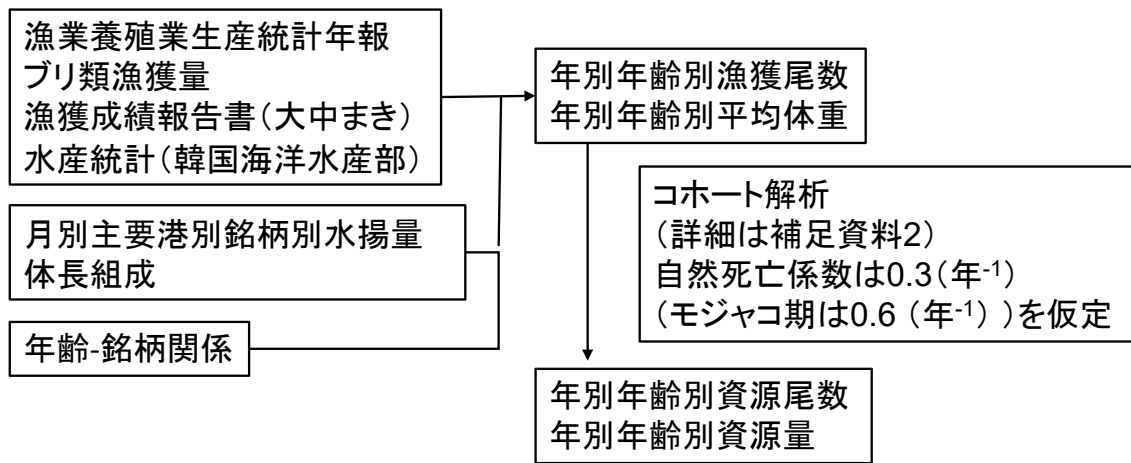
2020年の漁獲量は暫定値。

表 3. 我が国及び韓国でのブリの漁獲量（トン）、資源量（トン）、親魚量（トン）、加入尾数（万尾）、漁獲割合、再生産成功率（RPS）（尾/kg）

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)
1994	57,303	144,925	66,557	11,218	37%	1.69
1995	65,252	148,678	60,027	10,943	41%	1.82
1996	54,311	140,109	56,251	11,263	36%	2.00
1997	53,275	143,050	61,246	7,071	33%	1.15
1998	55,101	143,861	73,586	8,259	32%	1.12
1999	63,547	162,791	71,019	12,702	34%	1.79
2000	82,277	174,329	54,332	13,300	44%	2.45
2001	73,401	161,332	57,769	12,563	41%	2.17
2002	56,568	150,850	69,606	9,330	34%	1.34
2003	64,458	161,944	69,301	13,647	38%	1.97
2004	71,665	164,625	60,433	11,290	40%	1.87
2005	57,766	167,987	60,764	10,522	33%	1.73
2006	74,425	201,131	84,022	13,224	34%	1.57
2007	78,996	213,965	90,840	10,739	34%	1.18
2008	88,607	222,623	98,336	12,243	34%	1.24
2009	92,414	252,578	98,275	21,014	31%	2.14
2010	126,359	299,969	97,309	18,174	36%	1.87
2011	120,854	310,388	109,302	16,044	36%	1.47
2012	110,859	309,342	138,667	16,214	33%	1.17
2013	130,802	343,716	154,873	18,658	34%	1.20
2014	136,380	353,574	141,131	19,196	35%	1.36
2015	132,015	349,969	151,311	14,316	35%	0.95
2016	121,401	361,843	161,692	13,758	30%	0.85
2017	134,241	374,808	196,805	17,870	31%	0.91
2018	113,368	327,051	186,343	11,935	31%	0.64
2019	124,899	325,815	163,712	17,729	31%	1.08
2020	118,253	316,200	144,200	20,327	34%	1.41

2020年の漁獲量は暫定値。

補足資料 1 資源評価の流れ



## 補足資料 2 資源計算方法

### (1) コホート解析

我が国の 1994～2020 年までの 27 年間の 0 歳（モジャコ期）、0 歳（後期）、1 歳、2 歳及び 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。

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

$$N_0 = N_{1,y+1} \exp\left(\frac{M}{2}\right) + C_{0,y} \exp\left(\frac{M}{4}\right) \quad (2)$$

$$N_1 = N_{2,y+1} \exp(M) + C_{1,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

ここで、 $N_{mojako,y}$ 、 $N_0$  および  $N_1$  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）及び 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、

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

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

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

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。

## (2) 自然死亡係数 (M) に関する議論

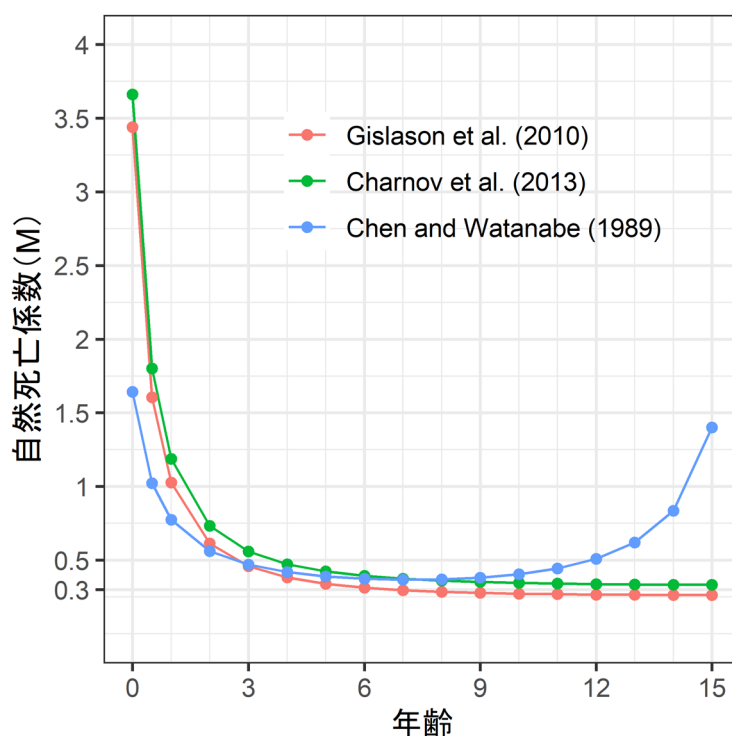
「4. (1) 資源評価の方法」で述べたように、コホート解析で使用する自然死亡係数 (M) は重要なパラメーターの一つであるが、コホート解析内部での推定が困難であるため、外部で妥当なレベルの値を推定して用いるのが一般的である。そのため、対象種の観測可能な形質から M を求めるための推定式が多く開発されている (補足表 2-2)。先ず、対象魚の生活史に基づいたものとして、Pauly の推定式 (Pauly 1980) があるが、これは von Bertalanffy 成長曲線の成長係数 (K)、極限体長 ( $L_{\infty}$ , cm) および平均環境水温 (T, °C) から求められる。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  $L_{\infty}$  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 2-2)。一般的な傾向として、M の値は寿命が長く  $L_{\infty}$  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 2-2)。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 2-1)。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 2-1)。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.
- 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.
- 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.

- 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. Gislason 1 (実線) と Gislason 2 (破線) の推定式による年齢と自然死亡係数 (M) の関係

補足表 2-1. 資源解析結果 (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)	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	2,628	2,353	2,686	1,760	1,776	2,962	3,796	3,414	2,292	3,348	2,690	2,684	3,286	2,438
1歳	646	1,195	1,101	947	560	1,087	1,866	1,293	1,380	1,012	1,950	1,289	1,023	1,849
2歳	252	375	214	343	448	152	270	543	189	206	256	273	478	319
3歳以上	276	219	202	189	242	279	249	168	186	265	225	148	270	298
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・千尾)														
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・千尾)														
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	19,032	13,126	20,328	13,188	13,736	18,450	13,749
1歳	10,711	19,584	16,857	14,258	9,577	18,651	31,537	21,564	21,881	16,060	30,796	22,130	18,023	30,313
2歳	10,044	15,630	8,826	13,960	17,070	6,405	10,953	20,229	7,624	8,206	10,276	10,604	17,727	13,309
3歳以上	20,986	16,232	14,925	14,478	18,123	21,015	18,443	12,577	13,937	19,864	17,405	11,296	20,225	21,625
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	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)	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	0.50	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	0.50	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	0.83	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)	11,218	10,943	11,263	7,071	8,259	12,702	13,300	12,563	9,330	13,647	11,290	10,522	13,224	10,739
0歳(後期)	5,423	5,560	6,116	3,354	4,343	7,881	6,998	6,477	4,913	7,807	6,805	5,883	8,224	6,331
1歳	2,015	2,229	2,602	2,771	1,254	2,090	4,035	2,502	2,407	2,103	3,613	3,361	2,573	4,029
2歳	645	937	622	980	1,238	447	613	1,383	740	595	687	998	1,381	1,026
3歳以上	705	546	587	538	667	817	566	427	729	766	603	541	779	956
0歳後期以降計	8,788	9,271	9,928	7,643	7,502	11,236	12,213	10,788	8,789	11,270	11,708	10,784	12,956	12,343
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)	736	551	731	588	481	1,116	618	416	450	556	480	502	543	506
0歳(後期)	32,109	32,622	31,194	20,160	25,261	46,495	39,349	36,100	28,140	47,401	33,360	30,105	46,170	35,705
1歳	33,407	36,521	39,828	41,721	21,454	35,886	68,208	41,712	38,155	33,379	57,059	57,708	45,337	66,045
2歳	25,704	39,016	25,674	39,846	47,119	18,783	24,879	51,500	29,898	23,727	27,547	38,821	51,205	42,753
3歳以上	53,705	40,519	43,414	41,323	50,026	61,627	41,893	32,019	54,657	57,437	46,659	41,353	58,419	69,463
0歳後期以降計	144,925	149,229	140,840	143,637	144,342	163,907	174,946	161,748	151,300	162,500	165,105	168,489	201,674	214,472
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)	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	12,852	19,508	12,837	19,923	23,560	9,392	12,439	25,750	14,949	11,864	13,773	19,410	25,602	21,376
3歳以上	53,705	40,519	43,414	41,323	50,026	61,627	41,893	32,019	54,657	57,437	46,659	41,353	58,419	69,463
計	66,557	60,027	56,251	61,246	73,586	71,019	54,332	57,769	69,606	69,301	60,433	60,764	84,022	90,840
年齢別平均体重(g)														
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
0歳(モジャコ)	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	1,658	1,638	1,530	1,505	1,711	1,717	1,690	1,667	1,585	1,587	1,579	1,717	1,762	1,639
2歳	3,986	4,165	4,124	4,067	3,806	4,201	4,055	3,723	4,039	3,988	4,010	3,889	3,709	4,168
3歳以上	7,617	7,421	7,393	7,678	7,502	7,542	7,407	7,504	7,497	7,499	7,736	7,637	7,503	7,264

補足表 2-1. (つづき) 資源解析結果 (2008~2020 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
0歳(モジャコ)	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
0歳	3,426	5,463	4,625	4,061	4,605	4,320	4,151	2,724	3,941	5,711	3,346	5,462	5,910
1歳	1,419	1,551	3,666	2,996	2,398	1,853	3,304	2,865	1,687	1,846	1,970	1,567	1,985
2歳	500	346	379	634	528	699	740	828	903	783	415	657	354
3歳以上	336	306	352	298	403	640	476	577	474	603	696	552	560
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・千尾)													
0歳(後期)	748	1,033	759	1,746	1,166	724	1,225	482	562	2,993	1,169	2,654	3,332
1歳	362	432	663	759	1,602	604	506	614	418	319	707	410	778
2歳	187	217	239	271	275	518	295	472	431	388	205	284	178
3歳以上	70	88	112	116	170	206	163	235	148	186	215	157	174
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・千尾)													
0歳(後期)	2,457	3,763	3,265	2,103	3,197	3,216	2,729	2,144	2,920	2,255	1,693	2,232	2,290
1歳	950	957	2,398	1,962	690	1,072	2,515	2,103	1,112	1,270	1,065	941	973
2歳	283	104	121	328	215	146	401	329	408	335	163	315	145
3歳以上	165	140	168	153	175	340	259	278	237	314	390	304	296
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
0歳(後期)	18,682	29,629	25,910	23,079	22,489	26,461	24,016	14,563	24,915	32,079	16,743	31,558	31,377
1歳	24,657	25,893	59,646	51,048	38,673	28,689	47,661	43,262	27,660	28,040	30,488	26,653	32,301
2歳	19,991	14,089	15,031	25,211	20,048	28,179	29,312	31,512	34,606	30,448	16,314	26,332	14,170
3歳以上	25,276	22,803	25,771	21,515	29,649	47,473	35,391	42,678	34,219	43,674	49,822	40,356	40,405
計	88,607	92,414	126,359	120,854	110,859	130,802	136,380	132,015	121,401	134,241	113,368	124,899	118,253
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	5,824	11,601	17,698
1歳	6,737	7,349	12,407	13,683	25,612	9,866	9,635	10,823	7,047	5,832	13,076	9,914	14,037
2歳	7,870	9,293	10,604	11,784	11,698	21,015	12,389	18,653	17,264	15,493	8,604	11,846	7,493
3歳以上	5,488	6,924	8,401	8,897	12,838	15,780	12,660	17,565	10,788	13,455	15,520	12,485	12,905
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	13,915	20,867	18,591	11,910	16,050	20,008	16,906	11,433	19,063	13,581	8,407	13,288	11,933
1歳	15,446	15,345	36,600	30,883	10,382	16,167	33,997	30,070	18,127	18,676	14,592	15,586	14,679
2歳	11,104	3,876	4,617	13,077	7,682	5,609	15,050	11,741	14,769	12,427	6,153	12,526	5,451
3歳以上	12,065	10,199	12,071	10,705	12,609	24,706	18,653	20,366	16,850	22,666	27,757	21,722	21,008
年齢別漁獲係数													
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳(モジャコ)	0.19	0.10	0.12	0.14	0.11	0.10	0.11	0.13	0.14	0.10	0.18	0.14	0.10
0歳(後期)	0.67	0.54	0.54	0.55	0.62	0.47	0.43	0.38	0.66	0.72	0.67	0.72	0.63
1歳	0.73	0.79	0.94	0.87	0.78	0.57	0.84	0.63	0.44	0.78	0.61	0.81	0.66
2歳	0.54	0.44	0.51	0.45	0.40	0.62	0.53	0.60	0.46	0.43	0.45	0.48	0.48
3歳以上	0.54	0.44	0.51	0.45	0.40	0.62	0.53	0.60	0.46	0.43	0.45	0.48	0.48
平均値	0.67	0.58	0.65	0.61	0.58	0.59	0.61	0.58	0.54	0.62	0.59	0.66	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
0歳(モジャコ)	12,243	21,014	18,174	16,044	16,214	18,658	19,196	14,316	13,758	17,870	11,935	17,729	20,327
0歳(後期)	7,524	14,021	11,926	10,370	10,740	12,480	12,787	9,316	8,830	11,969	7,406	11,460	13,644
1歳	3,188	3,298	6,999	5,973	5,158	4,972	6,734	7,155	5,491	3,944	5,003	3,270	4,796
2歳	1,393	1,140	1,109	2,030	1,846	1,757	2,088	2,145	2,835	2,616	1,333	2,011	1,074
3歳以上	937	1,007	1,029	954	1,409	1,610	1,342	1,494	1,486	2,016	2,238	1,689	1,700
0歳後期以降計	13,042	19,466	21,063	19,328	19,154	20,819	22,952	20,110	18,643	20,544	15,980	18,430	21,214
年齢別資源量(トン)													
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳(モジャコ)	730	1,216	1,180	1,312	1,438	982	1,833	813	713	1,369	730	1,067	1,223
0歳(後期)	41,035	76,039	66,801	58,941	52,447	76,444	73,985	49,804	55,819	67,232	37,057	66,206	72,433
1歳	55,384	55,070	113,888	101,764	83,191	76,953	97,128	108,054	90,029	59,901	77,434	55,625	78,055
2歳	55,735	46,389	43,942	80,761	70,074	70,891	82,660	81,599	108,605	101,742	52,434	80,544	43,026
3歳以上	70,469	75,080	75,338	68,922	103,631	119,428	99,801	110,512	107,390	145,934	160,126	123,440	122,687
0歳後期以降計	223,353	253,794	301,148	311,699	310,779	344,698	355,407	350,782	362,556	376,177	327,781	326,881	317,423
年齢別親魚量(トン)													
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳(モジャコ)	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
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	27,867	23,194	21,971	40,381	35,037	35,446	41,330	40,799	54,302	50,871	26,217	40,272	21,513
3歳以上	70,469	75,080	75,338	68,922	103,631	119,428	99,801	110,512	107,390	145,934	160,126	123,440	122,687
計	98,336	98,275	97,309	109,302	138,667	154,873	141,131	151,311	161,692	196,805	186,343	163,712	144,200
年齢別平均体重(g)													
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0歳(モジャコ)	6	6	6	8	9	5	10	6	5	8	6	6	6
0歳(後期)	545	542	560	568	488	613	579	535	632	562	500	578	531
1歳	1,738	1,670	1,627	1,704	1,613	1,548	1,442	1,510	1,639	1,519	1,548	1,701	1,628
2歳	4,000	4,069	3,964	3,978	3,796	4,034	3,959	3,805	3,831	3,889	3,935	4,005	4,007
3歳以上	7,519	7,456	7,320	7,222	7,355	7,419	7,434	7,396	7,226	7,239	7,154	7,308	7,217

補足表 2-2. M の推定式の一覧

推定式	数式	M	$L_{\infty}$	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	$M = 4.90A_{max}^{-0.916}$	0.824	-	-	7	Then et al. (2015)
FishLife	-	0.553	-	-	-	Thorson et al. (2019)

Amax は寿命（年）、 $L_{\infty}$ 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ーを各数式に適用することで M の値が求まる。

### 補足資料 3 調査船調査の概要及び結果

#### (1) ニューストンネットによる新規加入量調査

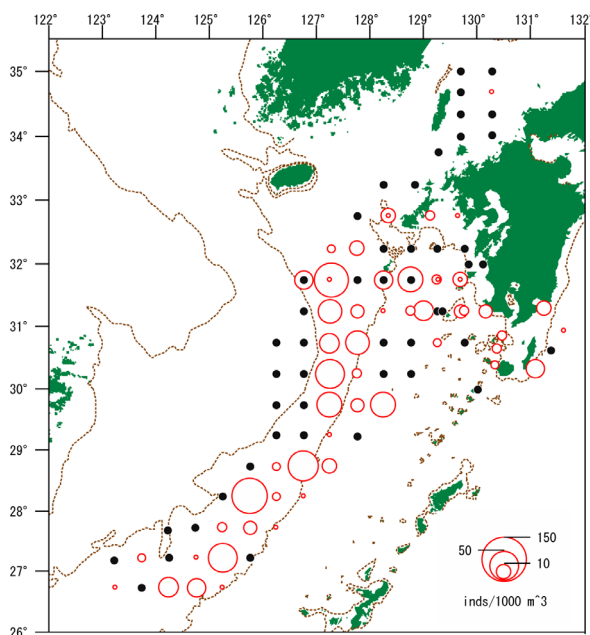
2001 年以降、東シナ海で行われている本調査のうち、4 月に旧西海区水産研究所により九州西岸から東シナ海の陸棚縁辺を含む広域で実施されている調査から得られるブリ仔魚（体長 8 mm 未満）の 2020 年の分布図を補足図 3-1 に、また定型的な調査が開始された 2001 年以降の 1 網あたり平均分布密度の推移を補足図 3-2 に示した。平均分布密度は昼夜の採集効率の違いを考慮し補正した値で示した。

#### (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）

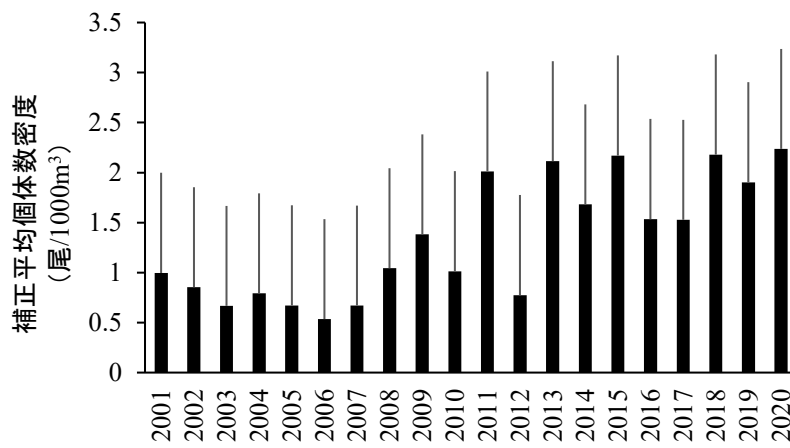
ブリの新規加入量調査の一環として行われているモジャコ来遊量調査のうち、鹿児島県の調査によるモジャコ来遊量指数を補足図 3-3 に示した。この指数は、調査定線を航行しながら視認される流れ藻の分布密度と、一部採集する流れ藻 1 kg あたりに付随するモジャコ尾数とを乗じ、自然対数とした値である（宍道ほか 2016）。

### 引用文献

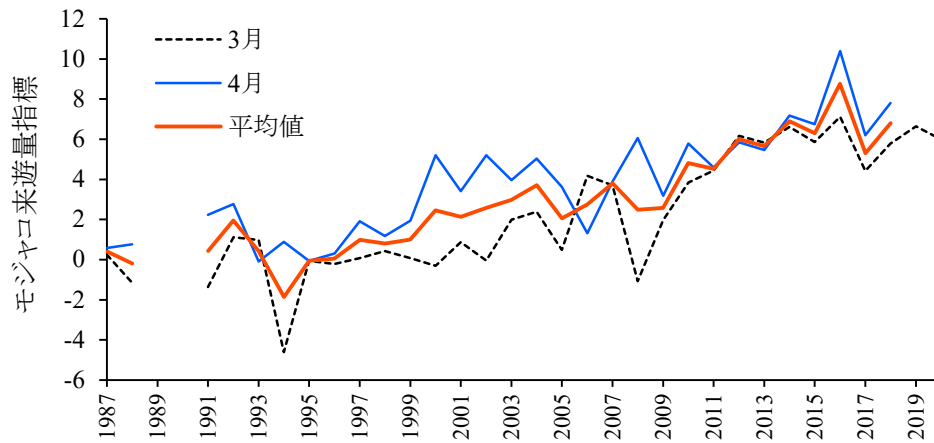
宍道弘敏・亘 真吾・田 永軍・水野紫津葉・小松輝久 (2016) 鹿児島県海域におけるモジャコ来遊量変動とブリ新規加入量の関係. 月刊海洋, **48**(11), 487-489.



補足図 3-1. ニューストンネットによる新規加入量調査（2020 年 4 月、旧西海水研）におけるブリ仔魚の分布



補足図 3-2. 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 3-3. 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 4 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 分柁目）ごとの漁獲量から、大中まき的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、大中まき的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～2020 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：2003～2020 年

石川県の主要港：1994～2020 年

京都府舞鶴港：1994～2020 年

鳥取県境港：1994～2020 年

島根県浜田港：2004～2020 年

千葉県主要港：1994～2020 年

三重県主要港：2002～2020 年

愛媛県：2004～2020年

大分県主要港：2006～2020年

・日別船別水揚物重量範囲

銚子港大中型まき網：2012～2020年

八戸港大中型まき網：2015～2020年

#### ② 定置網の月別銘柄別漁獲量

北海道：太平洋側 2001～2020年、日本海側 2007～2020年

青森県：1997～2020年

島根県：2004～2020年

福岡県：2009～2020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：1994～2020年

宮城県：1995～2020年

茨城県：2007～2020年

和歌山県：1997～2020年

徳島県：2010～2020年

愛媛県：2004～2020年

大分県：2006～2020年

宮崎県：2002～2020年

鹿児島県：2007～2020年

#### ③ 釣りの月別銘柄別漁獲量

石川県：1995～2020年

福岡県：2009～2020年

千葉県：1994～2020年

徳島県：2010～2020年

高知県：1994～2020年

愛媛県：2004～2020年

大分県：2006～2020年

#### ④ 刺網等その他漁業の月別銘柄別漁獲量

石川県：1995～2020年の刺網

宮城県：1995～2020年の刺網

千葉県：1994～2020年の刺網

愛媛県：2004～2020年の刺網等その他漁業

大分県：2006～2020年の刺網

#### (3) 年齢別漁獲量の推定

道府県の主要水揚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す。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	シヨツコ・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	チベソ・イナダ・アオ・アオコ	ワラサ	ブリ
	1～6		2 歳	3+歳
	7～12		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	ツバイン	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、尾叉長組成に基づき 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	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
まき網水揚 げ日報	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1kg以上の漁獲量×1kg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1kg以上の漁獲量×1kg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1kg以上の漁獲量×1kg以上の総量。  
※1kg以上の総量 大船渡、釜石、宮古、久慈の1kg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1kg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 1kg未満	イナダ 1～1.5kg 未満	イナダ 1.5kg以上	ワラサ 2.5kg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 2.5～4kg未満	ワラサ 4～5kg未満	ワラサ 5kg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 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（亙ほか 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、本系群の年齢別平均体重を算出した（補足表 2-1）。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）

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				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

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。

	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

## (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～島根県の定置網及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

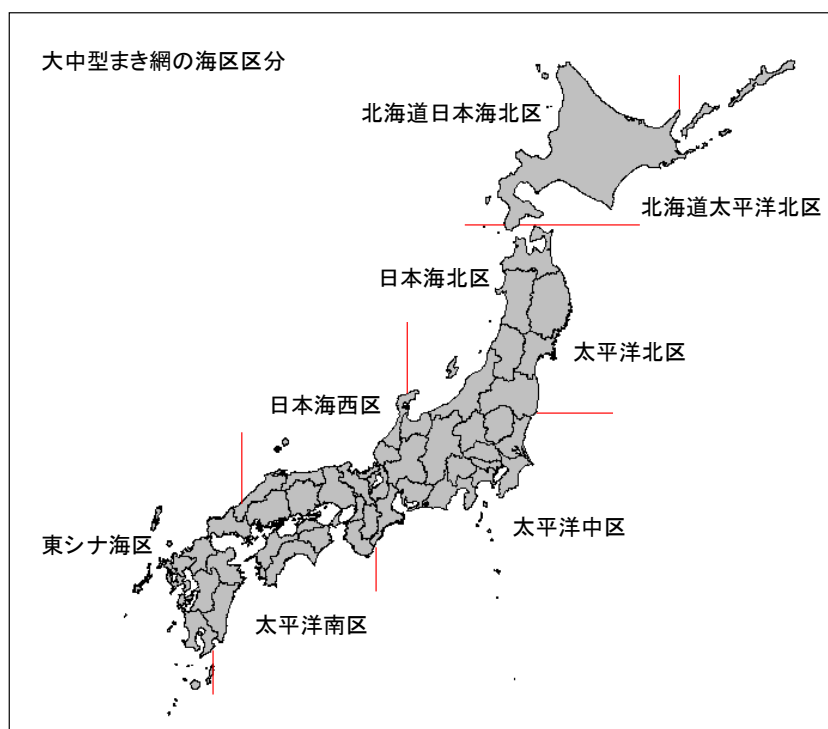
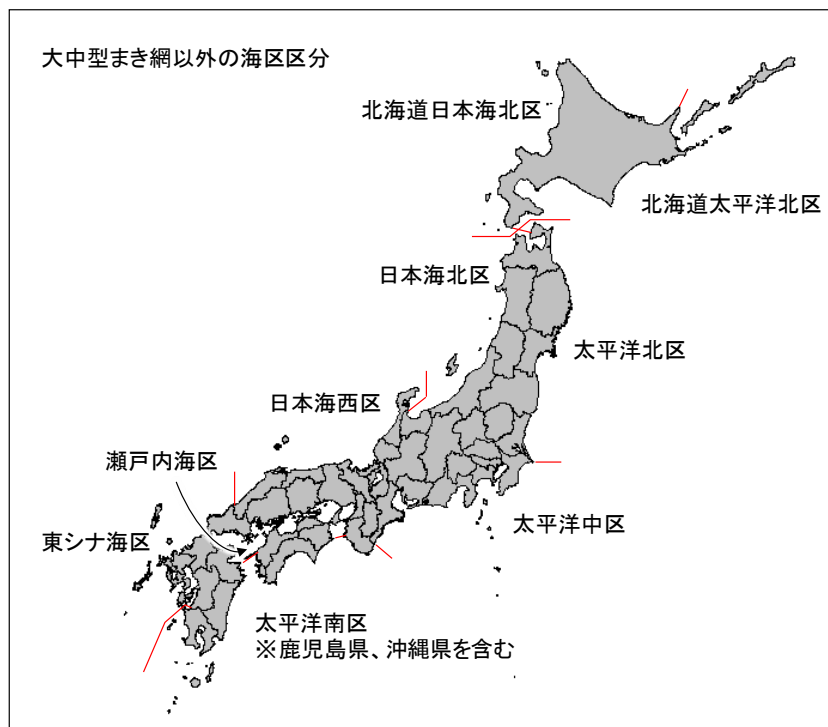
定置網グループ：江原道・全羅北道・その他地域

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。

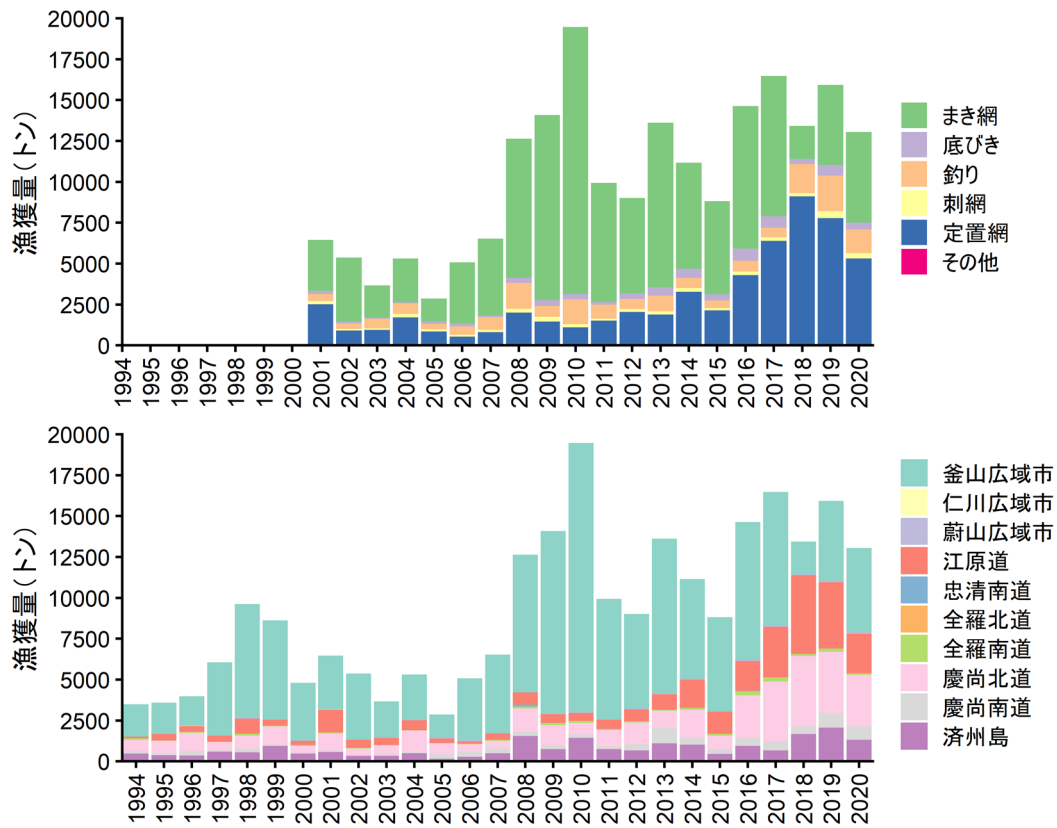
#### 引用文献

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.

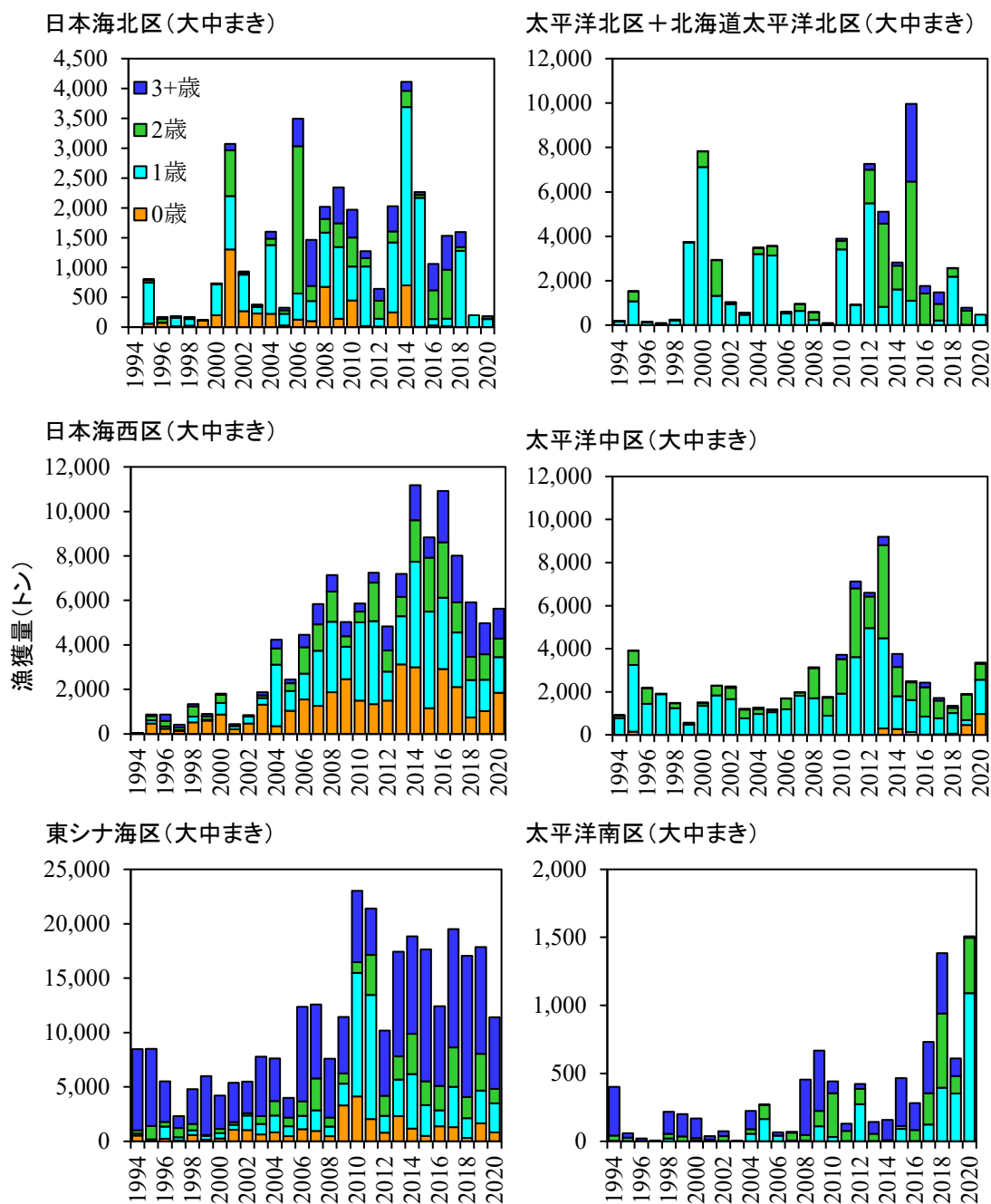


補足図 4-1. ブリにおいて適用している海区区分 大中型まき網以外の海区区分は漁業・養殖業生産統計年報（農林統計）に従うが、図中に注記した鹿児島県と沖縄県の海域区分のみ、農林統計と異なる。



補足図 4-2. 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

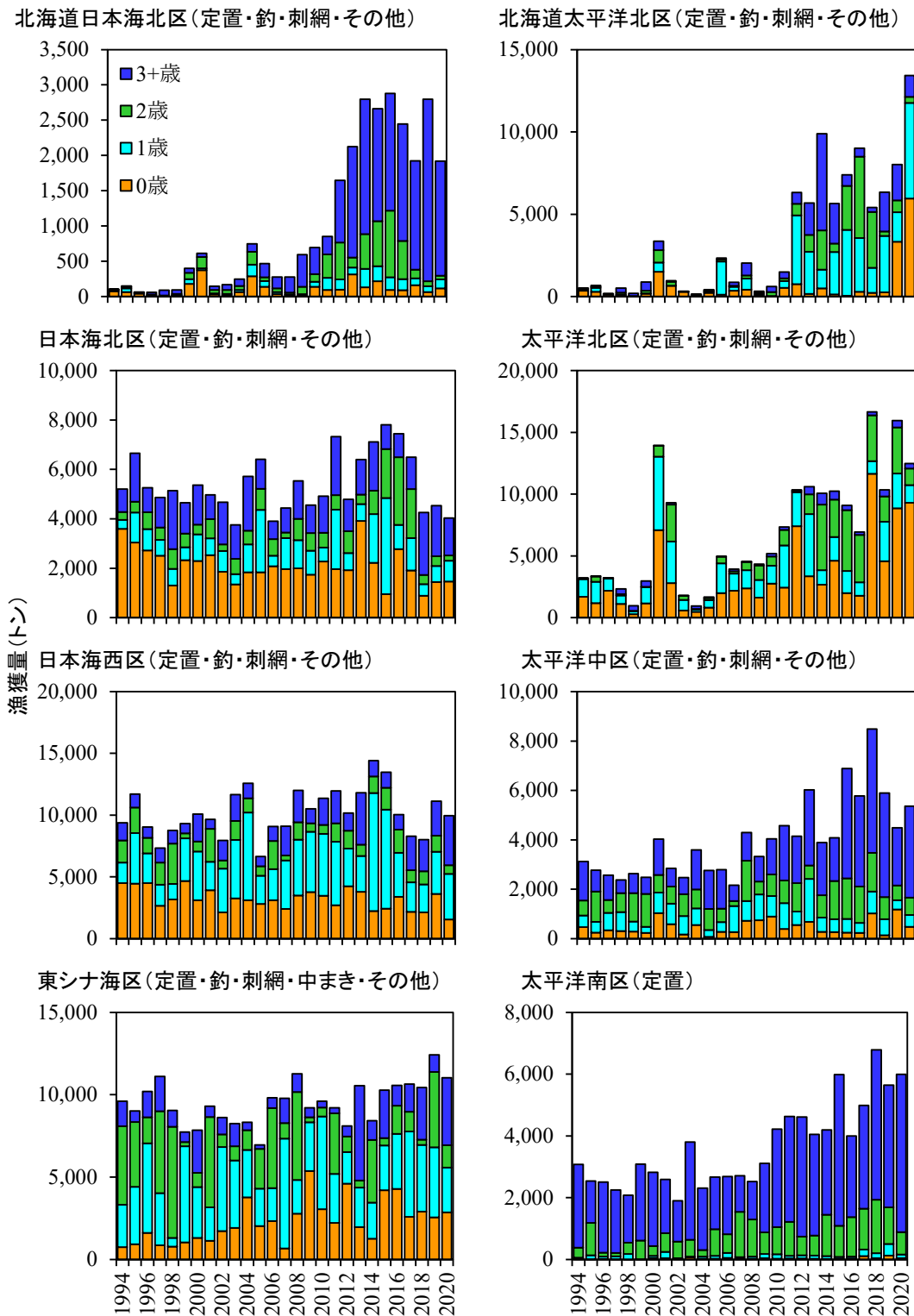
補足資料 5 海区別（または主要地域別）主要漁法別の年齢別漁獲量の推移



補足図 5-1. 大中まき網の大海区別年齢別漁獲量の推移

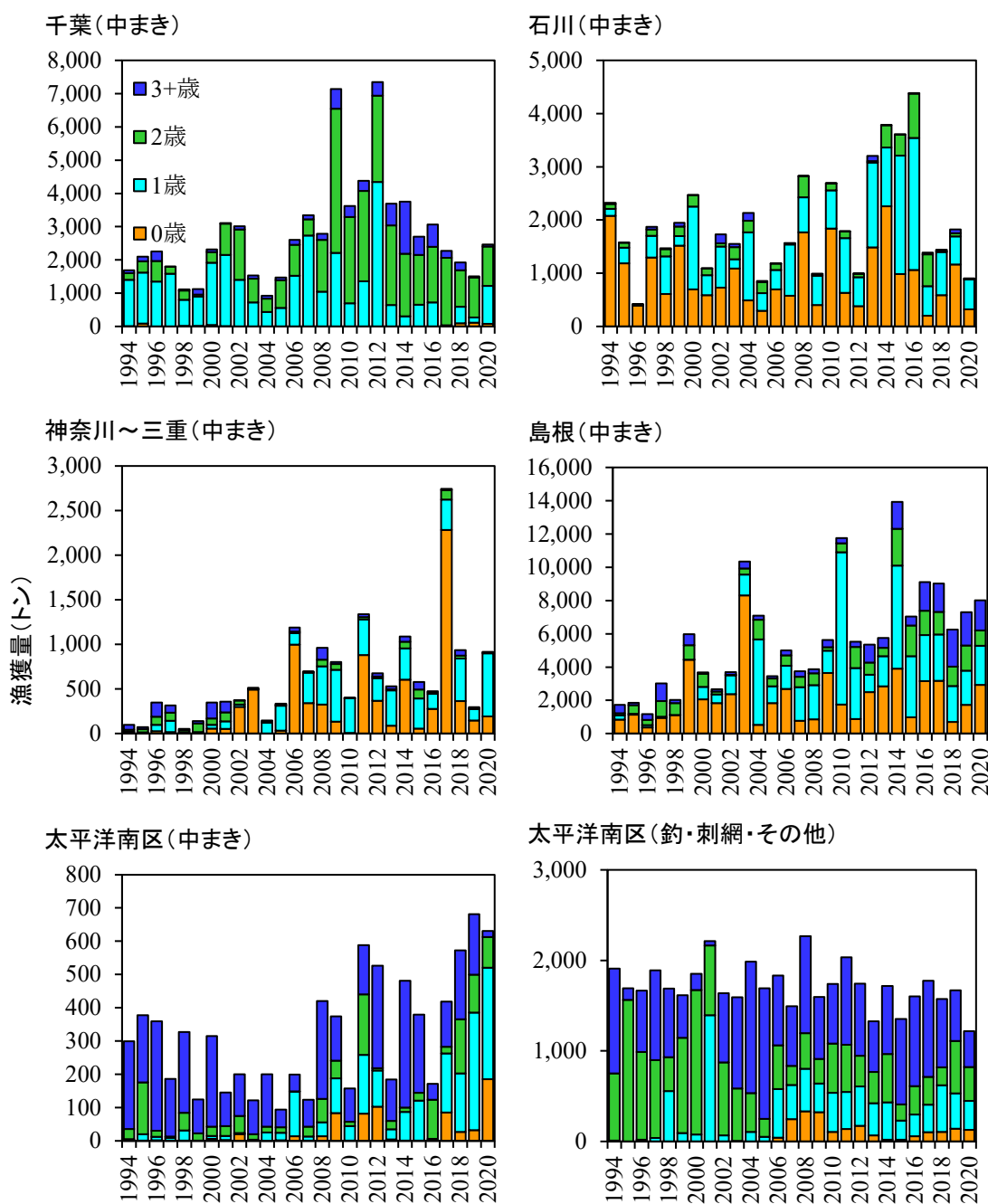
0歳は全て0歳（後期）で、0歳（モジャコ期）は含まれない。

補足資料5 海区別（または主要地域別）主要漁法別の年齢別漁獲量の推移（つづき）



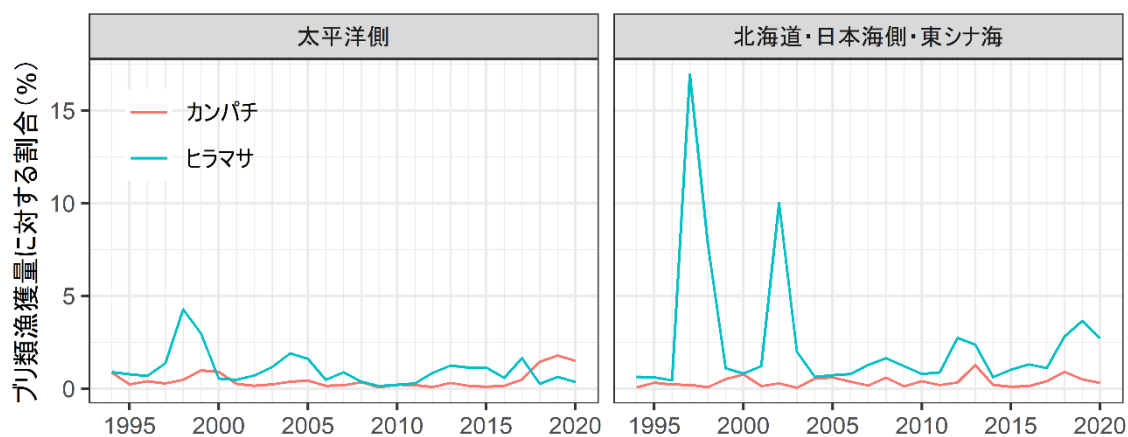
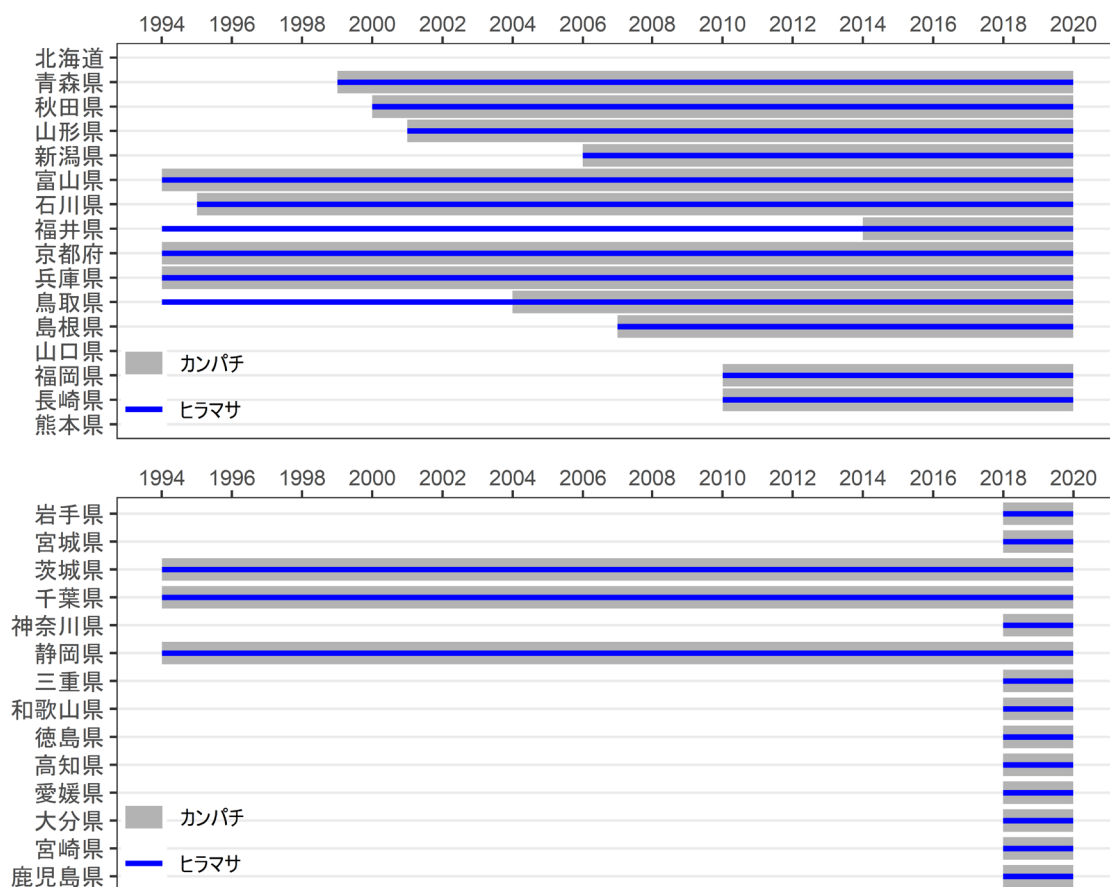
補足図 5-2. 定置網、釣り、刺網、中まき、その他の漁法の大海区別年齢別漁獲量の推移  
0歳は全て0歳（後期）で、0歳（モジャコ期）は含まれない。

補足資料 5 海区別（または主要地域別）主要漁法別の年齢別漁獲量の推移（つづき）



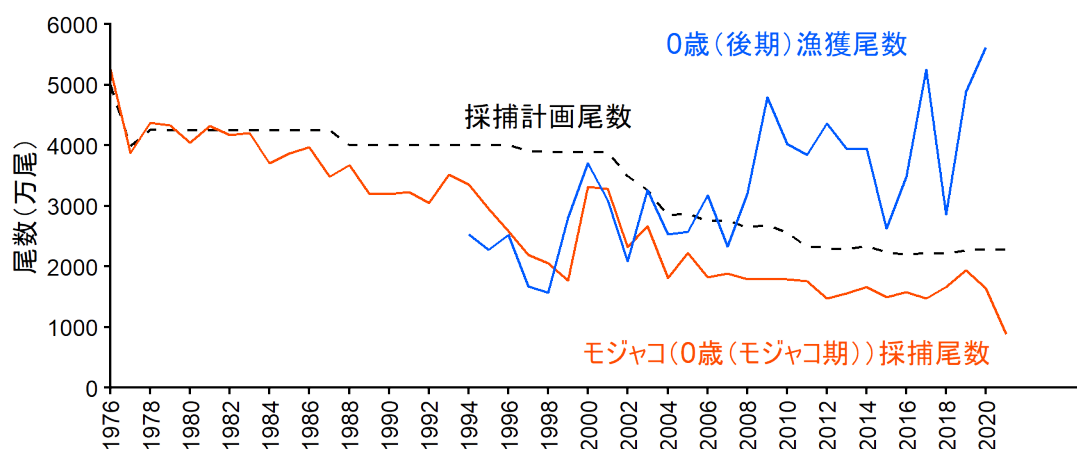
補足図 5-2（つづき）． 定置網、釣り、刺網、中まき、その他の漁法の大海区別年齢別漁獲量の推移 0歳は全て0歳（後期）で、0歳（モジャコ期）は含まれない。

補足資料 6 ヒラマサ、カンパチ類の漁獲量データ収集状況

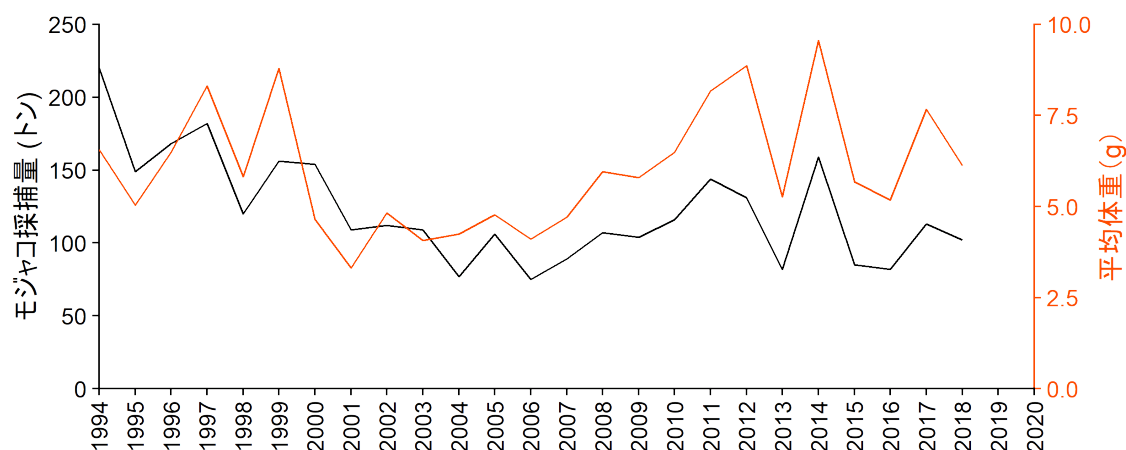


補足図 6-1. ヒラマサとカンパチ漁獲量の北海道～東シナ海（上段）と太平洋側（中段）での収集状況と、各府県で収集できた漁業種における海域毎のブリ類漁獲量に対するそれぞれの割合（下段）

補足資料 7 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

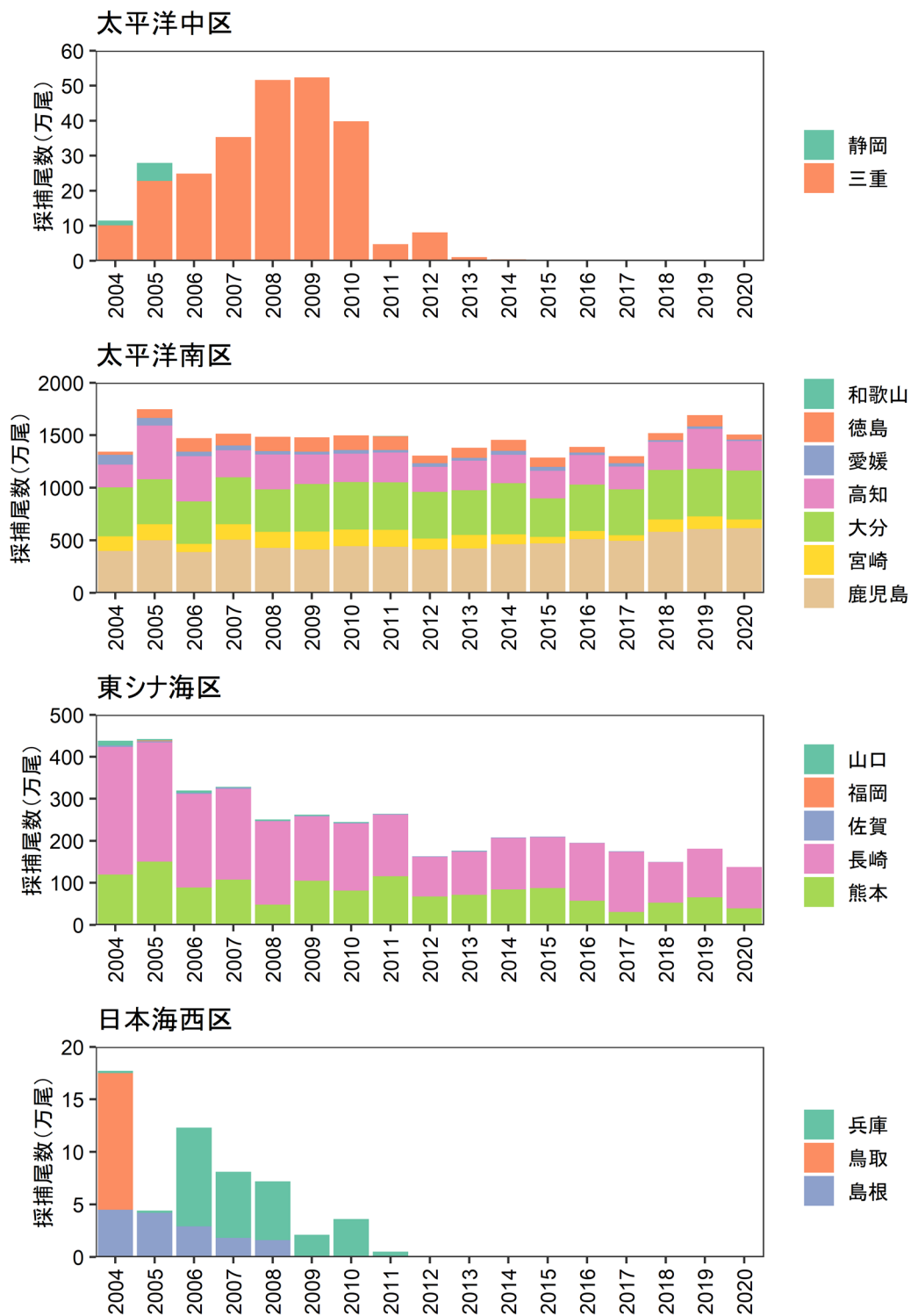


補足図 7-1. モジャコ採捕尾数、採捕計画尾数及び0歳（後期）の漁獲尾数の推移



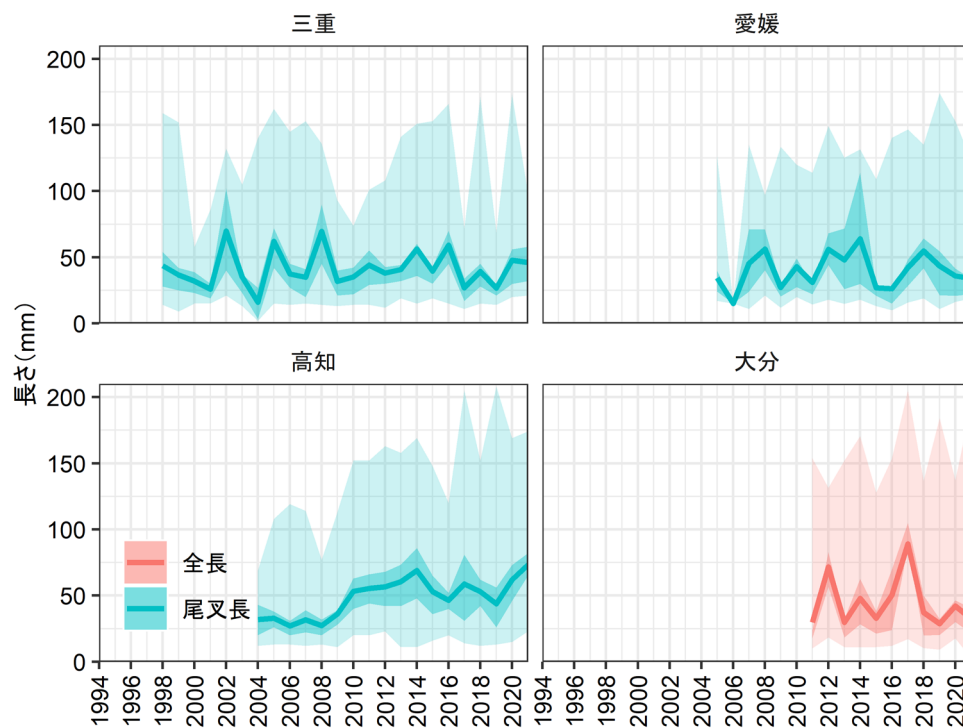
補足図 7-2. モジャコ採捕量（トン）とその推定平均体重（g）の推移

補足資料 8 モジャコ（0歳（モジャコ期））の海区別県別採捕尾数



補足図 8-1. 0歳（モジャコ期）の海区別県別採捕尾数の推移

補足資料 9 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 9-1. 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 10 モジャコ採捕尾数と韓国漁獲量の導入、及び自然死亡係数（M）の不確実性が資源評価に及ぼす影響

昨年度までの本種の資源評価では、本年度に用いたモジャコ採捕尾数、及び韓国漁獲量の考慮はなされていなかった。そこで、モジャコ採捕尾数及び韓国漁獲量を含めずに資源評価を行った場合について試算し、両漁業情報の有無が本種資源評価に与える影響について試算した。また、両漁業情報の有無に加え、「4. (1) 資源評価の方法」及び「補足資料 2 (2)」で述べた、M の不確実性が本種資源評価に与える影響について検討するために、M の値を様々に変更した場合の試算も行った。モジャコ採捕尾数・韓国漁獲量の有無と M の値の組み合わせからなる 14 のケースを想定し（補足表 10-1）、それ以外の条件は全て本年度資源評価に用いた方法（以下、ベースケース）と同一として試算を行った。

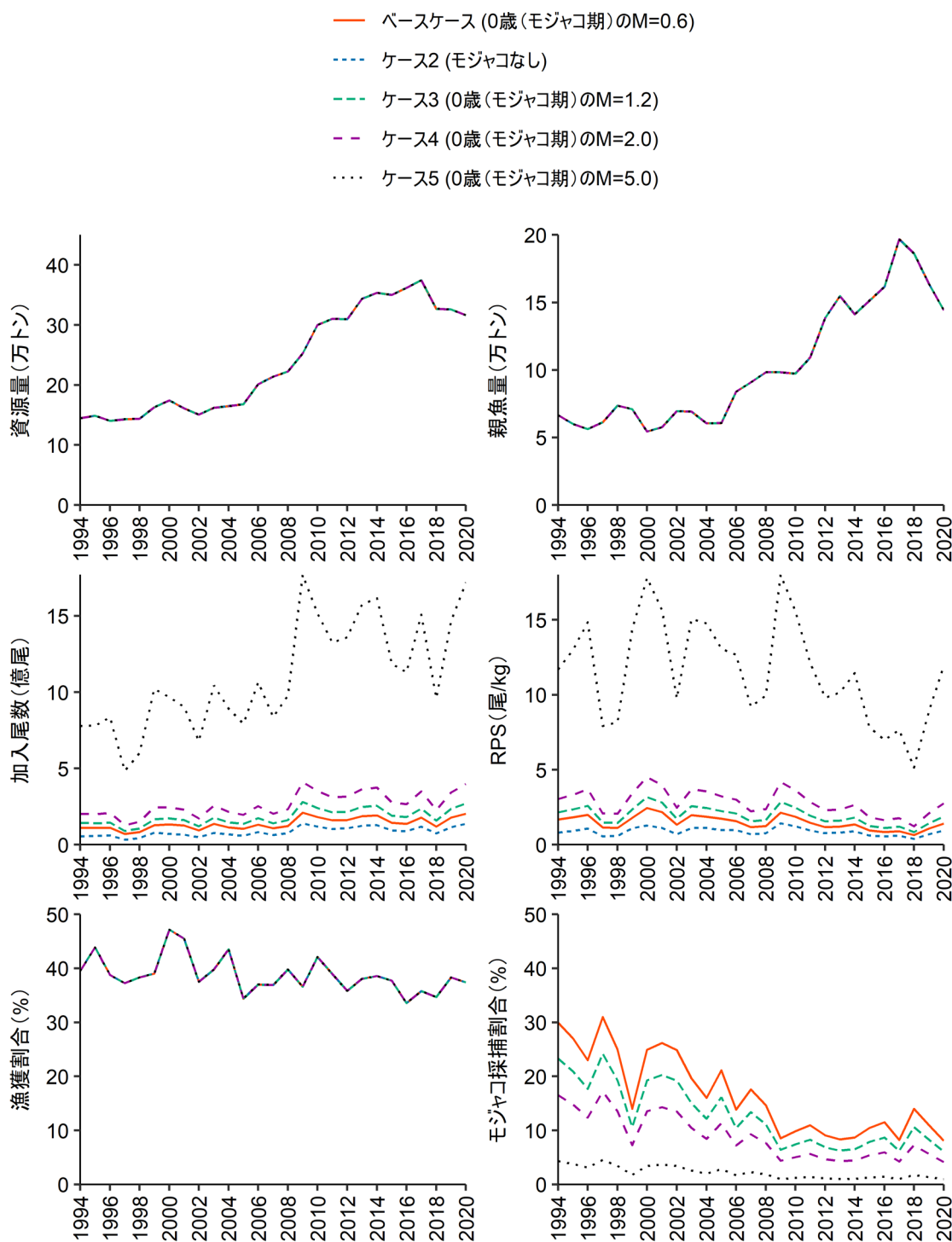
先ず、モジャコ採捕尾数導入の有無は、モジャコがコホート解析における遡り計算の最終コホートとなるため、0 歳（後期）以上の資源尾数、資源量、漁獲係数、親魚量に影響することはない。その一方で、漁業へ加入する成長段階が 0 歳（後期）から 0 歳（モジャコ期）へと変更になるため、ベースケースからモジャコ採捕尾数の使用のみを除いたケース 2 では、ベースケースよりも加入尾数が減少した（補足図 10-1（中段左））。また、ベースケースから 0 歳（モジャコ期）の M のみを変更したケース 3～5 では、0 歳（モジャコ期）の M が大きくなるほど加入尾数が大きくなっていった（補足図 10-1（中段左））。また、モジャコの M によって親魚量が変わらず、加入尾数だけが変化するため、0 歳（モジャコ期）の M が大きいほど RPS も大きくなっており、また、その振れ幅も大きくなっていった（補足図 10-1（中段右））。また、0 歳（モジャコ期）尾数に対するモジャコ採捕尾数の割合は 0 歳（モジャコ期）の M が 0.6 のケース 3 では 9%～35% の範囲を推移し、0 歳（モジャコ期）の M が 5.0 のケース 5 では 0.9%～4.5% の範囲で推移していた（補足図 10-1（下段右））。

ベースケースから韓国漁獲量を除いたケース 6～9 では、これを含む場合と比べて資源量、親魚量が減少し、韓国漁獲量の使用がこれらの値の増加に寄与していた（補足図 10-2（上段））。韓国漁獲量を含まないケース 6～9 での、0 歳（モジャコ期）の M の変化による加入尾数、RPS、モジャコ採捕割合の変化は、韓国漁獲量を導入しない場合と同様の傾向を示していた（補足図 10-2（中段、下段右））

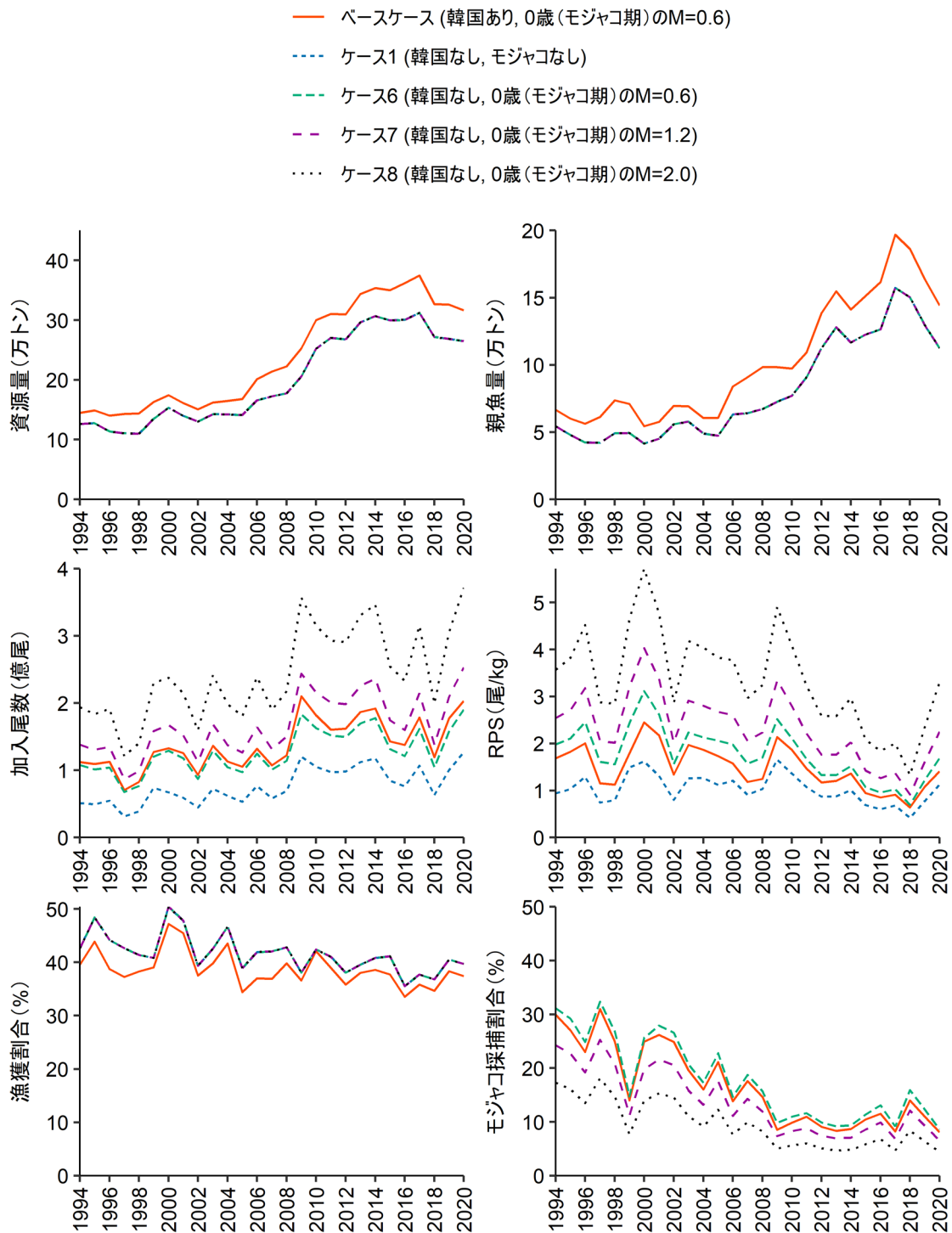
モジャコだけでなく、0 歳（後期）の M を変化させた場合は資源量に変化するが、その範囲が 0.4～0.9 であれば、その変化は小さかった（補足図 10-3（上段左））。0 歳（後期）は未成魚であるため、親魚量の変化はなかったが、加入尾数が 0 歳（後期）の M の影響を受けるため、0 歳（モジャコ期）の M が同一の場合でも、0 歳（後期）の M が大きいほど加入尾数が多くなり、RPS も大きくなった（補足図 10-3（中段））。0 歳の M によって、漁獲割合の変化は資源量の変化と同様に小さく（補足図 10-3（下段左））、モジャコ採捕割合に与える影響の方が大きかった。

1 歳は 0 歳（後期）よりも平均体重が大きいため、0 歳（後期）だけでなく 1 歳の M も変化させた場合は、資源量の変化が 0 歳の M のみを変化させた場合（補足図 10-3（上段左））よりも大きかった（補足図 10-4（上段左））。1 歳も 0 歳と同様に未成魚であるため、1 歳の M によって親魚量は変化しなかったが（補足図 10-4（上段左））、加入尾数の変動に

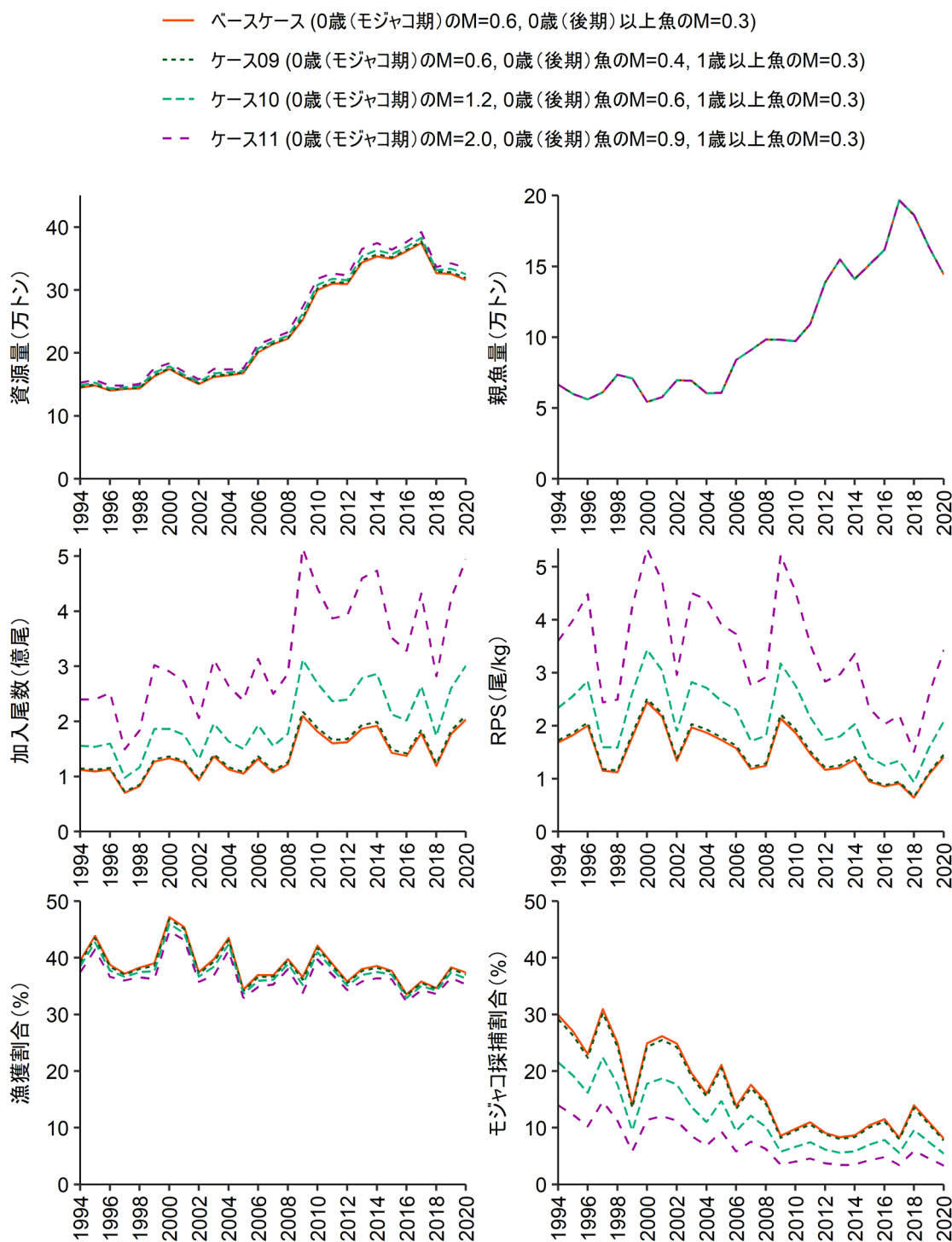
与える影響は0歳のMだけを変化させた場合（補足図10-3（中段左））よりも大きく（補足図10-3（中段左））、RPSとその変動も大きくなっていた（補足図10-3（中段左））。1歳のMの変化は、0歳（後期）のそれよりも資源量の変化に与える影響が大きいため、1歳のMが大きいほど漁獲割合が小さくなっていた（補足図10-3（下段左））。0歳（後期）のMと同様に1歳のMが大きいほどモジャコ採捕割合も減少していたが、想定した1歳のMの範囲（0.4～0.6）ではその影響は小さかった（補足図10-3（下段右））。



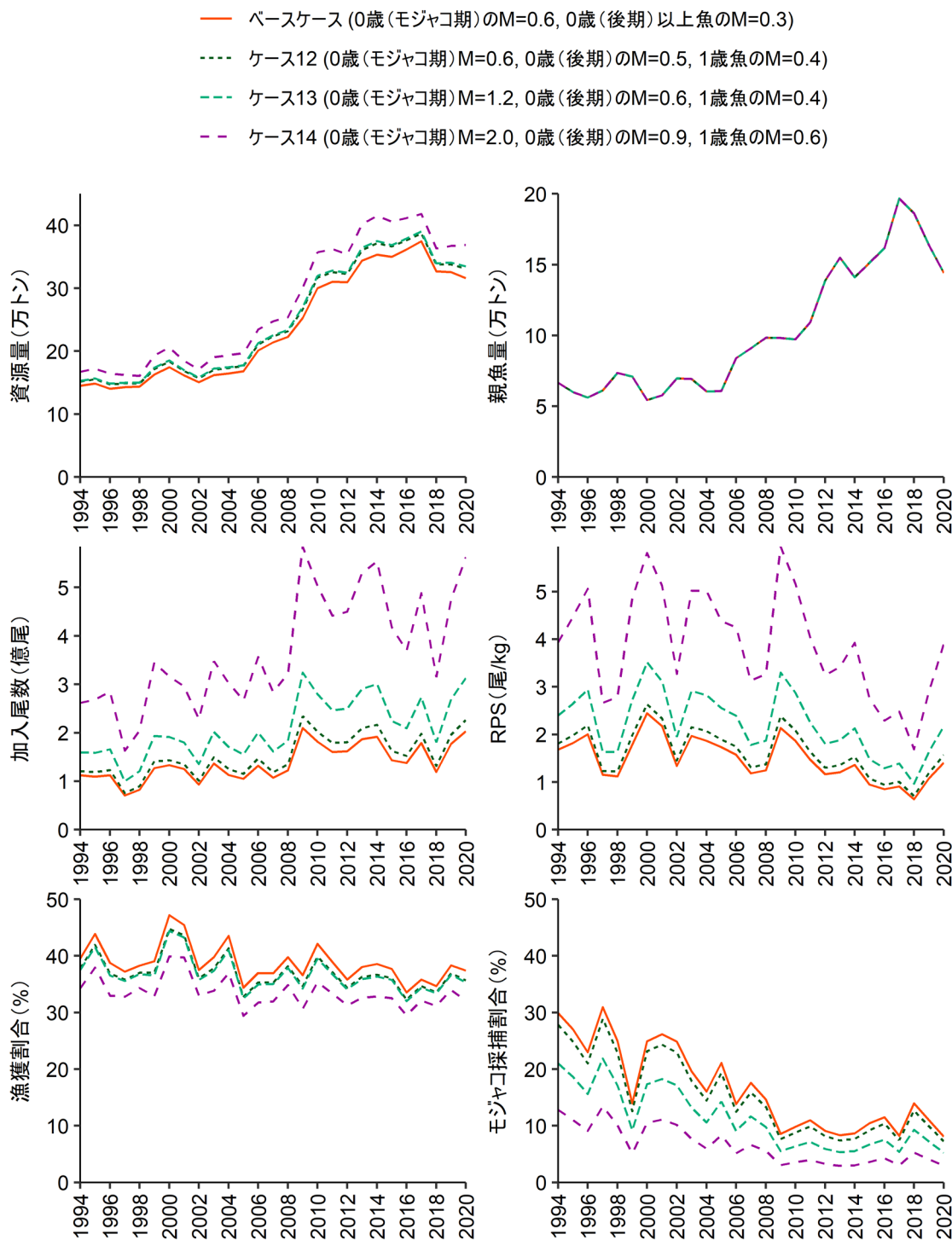
補足図 10-1. モジャコ採捕尾数導入の有無と 0 歳 (モジャコ期) の M が加入尾数、RPS、モジャコ採捕割合に与える影響 (使用データは補足表 8-1 の通り)



補足図 10-2. 韓国漁獲量導入の有無とそのときの0歳(モジャコ期)のMが資源量、親魚量、加入尾数、RPS、モジャコ採捕割合に与える影響(使用データは補足表 8-1の通り)



補足図 10-3. 0歳 (モジャコ期) の M 及び 0歳 (後期) の M の不確実性が資源量、親魚量、加入尾数、RPS、漁獲割合、モジャコ採捕割合に与える影響 (使用データは補足表 8-1 の通り)



補足図 10-4. モジャコの M 及び 0~1 歳の M の不確実性が資源量、親魚量、加入尾数、RPS、漁獲割合、モジャコ採捕割合に与える影響 (使用データは補足表 8-1 の通り)

補足表 10-1. モジャコ採捕尾数と韓国漁獲量導入の有無、及び M の設定の組み合わせ

ケース名	使用データ			Mの設定			
	日本漁獲量	モジャコ採捕尾数	韓国漁獲量	0歳 (モジャコ期)	0歳 (後期期)	1歳魚	2+歳魚
ベースケース	○	○	○	0.6	0.3	0.3	0.3
ケース 1	○				0.3	0.3	0.3
ケース 2	○		○		0.3	0.3	0.3
ケース 3	○	○	○	0.3	0.3	0.3	0.3
ケース 4	○	○	○	0.9	0.3	0.3	0.3
ケース 5	○	○	○	1.2	0.3	0.3	0.3
ケース 6	○	○		0.3	0.3	0.3	0.3
ケース 7	○	○		0.6	0.3	0.3	0.3
ケース 8	○	○		0.9	0.3	0.3	0.3
ケース 9	○	○		1.2	0.3	0.3	0.3
ケース 10	○	○	○	0.6	0.4	0.3	0.3
ケース 11	○	○	○	0.9	0.6	0.3	0.3
ケース 12	○	○	○	1.2	0.9	0.3	0.3
ケース 13	○	○	○	0.6	0.4	0.35	0.3
ケース 14	○	○	○	0.9	0.6	0.4	0.3
ケース 15	○	○	○	1.2	0.9	0.6	0.3

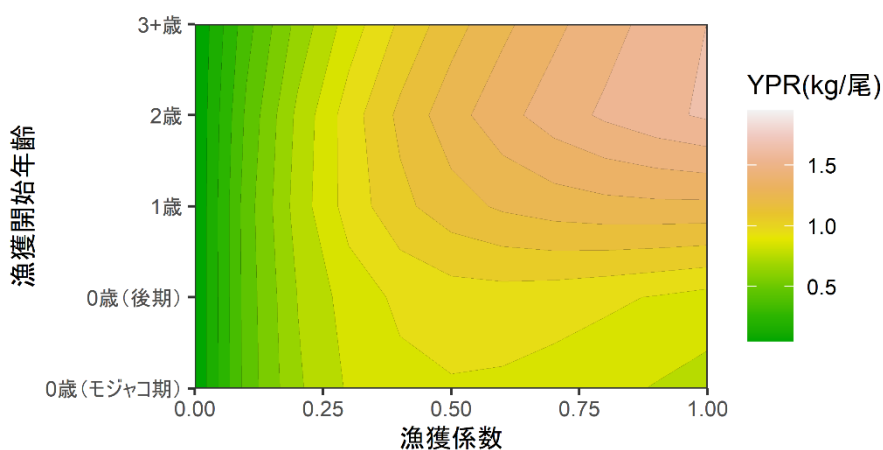
## 補足資料 11 漁獲係数と漁獲開始年齢の関係

漁獲開始年齢および漁獲係数（ $F$ ）を変化させて、加入 1 尾あたり漁獲量（YPR）を計算し、横軸に漁獲係数の平均値、縦軸に漁獲開始年齢をとった平面上に YPR の等値線を描いた（補足図 11-1）。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 歳及びプラスグループの 3 歳以上魚（3+歳）である。また、漁獲係数の平均値を変化させる際に、選択率は一定とした。



補足図 11-1. 漁獲係数と漁獲開始年齢を変化させた時の加入 1 尾あたり漁獲量 YPR (kg/尾) の等量線図

現状の漁獲係数の平均値は 0.59 で、0 歳（モジャコ期）から漁獲が行われている。