

令和 2（2020）年度ハタハタ日本海西部系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター
水産技術研究所 養殖部門

参画機関：石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要 約

本系群の資源状態について、漁業依存情報および 2004～2020 年の日本海ズワイガニ等底魚資源調査に基づく面積密度法による資源量推定の結果により評価した。漁獲量は、1970 年代から 1980 年代半ばには 80 百トンを超える年もあったが、1990 年代は 50 百トンを下回る年が多くなった。1990 年代後半から増加し、2003 年に過去最高（9,475 トン）となった。2009 年からは 35～60 百トンで推移していたが、2019 年は減少し 3,194 トンであった。沖合底びき網（1 そうびき）の資源密度指数（kg/網）は中長期的には漁獲量と同様に推移している。2019 年の資源密度指数は 2017 年の 67%に留まり、資源密度指数の直近 3 年（2017～2019 年）の平均は大きく低下し、水準は中位と判断した。また、資源量の直近 5 年間（2016～2020 年）の推移から動向は横ばいと判断した。2020 年の資源量は 2 万 7 千トンであった。現状の漁獲圧では資源量は減少すると予想される。漁獲圧を現状より下げ、親魚量を維持することを管理目標として、算定規則 1-3) - (2) に基づき、2021 年 ABC を算定した。

管理基準	Target/ Limit	2021 年 ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
0.8F _{current}	Target	30	12	0.13 (-36%)
	Limit	36	15	0.17 (-20%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される F 値による漁獲量である。F_{target} = α F_{limit} とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は 2021 年の ABC を 4 月 1 日時点の資源量で除した値（補足資料 2）。

年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2016	251	108	46	0.22	20
2017	242	85	44	0.22	20
2018	168	44	29	0.20	18
2019	141	40	32	0.28	24
2020	272	71	35	0.15	14
2021	253	109	—	—	—

2020 年の漁獲量は 1～5 月の漁獲量からの予測値であり、2020 年の親魚量、F 値、漁獲割合は予測を含む。また、2021 年の値は将来予測に基づく値。資源量は 1 月 1 日時点の値。F 値は、全年齢群の値であり、漁獲割合から算出した値。漁獲割合は 2021 年の ABC を 4 月 1 日時点の資源量で除した値（補足資料 2）。

水準：中位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
資源量・年齢別資源尾数	日本海ズワイガニ等底魚資源調査(5～6月、日本海西部海域、水深 190～550 m、水産資源研究センター) (以下、トロール調査と呼ぶ)
トロール調査採集効率(q)	q=0.3 を仮定
漁獲量	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 月別漁法別水揚げ量の速報値(石川～島根(6)府県) 韓国漁獲統計資料(URL: http://fs.fips.go.kr/main.jsp)
体長組成	トロール調査(5～6月、水研) 生物情報収集調査(石川～島根(6)府県) 月別体長組成調査(水産資源研究センター、石川県、兵庫県、鳥取県)
自然死亡係数(M)	年当たり M=0.5 を仮定
資源密度指数・漁獲努力量	日本海区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計調査資料(水産庁)

1. まえがき

日本海西部(島根県～石川県)のハタハタ *Arctoscopus japonicus* は、この海域の底びき網漁業の重要資源であり、我が国周辺における本種の漁獲量の半分近くを占める。本系群は、秋田県と朝鮮東岸で生まれた群で構成されているとされるが、両群の来遊・移出の機構は不明である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は能登半島以西の日本海西部に分布し漁獲対象となるものである(図1)。日本海西部は、秋田県沿岸生まれ群と朝鮮半島東岸生まれ群の双方の成育場であり、両群の出現割合はそれぞれの資源状態によって年変動するとされている(沖山 1970)。ミトコンドリア DNA 調節領域の塩基配列多型により、秋田県沿岸の産卵場に由来する集団が隠岐西方の海域にまで達していることが示唆された(Shirai et al. 2006)。

(2) 年齢・成長

本系群も本種の日本海北部系群と同様に満1歳の2～3月頃には体長(標準体長)100 mmに達し、2歳で体長150 mm、3歳170 mm、4歳190 mmとなる。いずれの年齢でも雌の方が大きい(池端 1988)(図2)。寿命はおよそ5歳とされる。

なお、ここでいう年齢はふ化(2月頃)からその年の末までを0歳、以降暦年によって1歳、2歳と呼ぶこととした。また、「年級」にはふ化時の年(西暦)を冠することとし、例えば2019年級は2019年にふ化した年級を指す。

(3) 成熟・産卵

産卵場は、主に朝鮮半島東岸および秋田県や青森県沿岸と推察される。能登半島以西の本州沿岸では、産み付けられた卵やふ化直後の仔魚の報告は若干あるものの、秋田県沿岸のような大規模な産卵場はない。日本海西部では成熟した個体の多くが本海域外に移出すると考えられる。産卵場や産卵期の詳細は不明であるが、移出していく先の海域の一つとされる日本海北部における情報やトロール調査での採集物の成熟状況等を参考に、年齢と成熟率の関係を図3に示した。雄は1歳時の夏期からその半数が成熟を始め、この年の年末（近年では12月）には再生産に関わる。一方、雌は1歳時ではその多くは成熟せず、主に2歳時の年末から産卵に参加すると推察される（藤原 未発表）。

(4) 被捕食関係

ハタハタ成魚の主餌料はニホンウミノミ（*Themisto japonica*：端脚類）で、その他オキアミ類、橈脚類、イカ類、魚類が多い。沖合ではニホンウミノミの割合が高くなる（秋田県水産振興センターほか 1989）。一方、マダラやアカガレイに捕食されている（藤原 未発表）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

日本海西部では、ほぼ全てが底びき網で漁獲されている。兵庫県と鳥取県は全て沖合底びき網（1そうびき）（以下、沖底（1そうびき）という）であり、石川県、福井県、京都府および島根県では小型底びき網が多い。主漁期は3～5月であり、休漁期明けの9～10月は漁獲されるものの春より少なく、11～1月はほぼ漁獲されていない。なお、底びき網漁業の本州沿岸域における休漁期は、福井県～島根県では6～8月、石川県では7～8月である。本州沿岸域の夏期の休漁中にも、日本海中央部の大和堆では操業でき、ホッコクアカエビなどと漁獲されたハタハタが石川県などに水揚げされている。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、1970年代から1980年代半ばには80百トンを超える年もあったが、1980年代後半に減少し、1990年代は50百トンを下回る年が多くなった。1990年代後半から増加し、2003年に過去最高（9,475トン）となった。その後、1～2年ごとに増減を繰り返した。2009年からは35百～60百トンで推移していたが、2019年は3,194トンであった（図4、図5、表1）。府県別では、2002年までは、兵庫、鳥取両県だけで日本海西部の7～9割を占めていた。2003年～2013年は石川県の割合の上昇に伴い、兵庫・鳥取両県の割合は低下していた。2014年以降は、石川県の割合が低下し、再び兵庫・鳥取両県で7割以上を占めている。（図6、表1）。なお、2019年の韓国の漁獲量は3,058トンであった（表1）。

(3) 漁獲努力量

日本海西部における沖底（1そうびき）のハタハタの有効漁獲努力量（補足資料7）を、図7および表1に示す。1980年代後半が最高で、その後減少し、1990年代半ばに約16万回となった。2000年代に入っても減少傾向が続き、2019年は8万5千回であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

日本海西部における沖底（1 そうびき）の資源密度指数（補足資料 7）の 1972～2019 年の推移から資源水準を判断した。動向については、最新の 2020 年のデータもあるトロール調査（補足資料 3、4 および 5）に基づき面積密度法により推定した資源量により判断した。資源量の推定方法は補足資料 1 および補足資料 2 に、その計算結果を表 2-1 と 2-2 および表 3 に示した。なお、調査結果に基づき推定した資源量から、2004 年以降の漁獲割合と F 値なども把握した。

(2) 資源量指標値の推移

沖底（1 そうびき）の資源密度指数（kg/網）を図 8 および表 1 に示す。1970 年代前半は 50 前後で非常に高かったが、1970 年代後半に低下して 1993 年に最低の 13.2 となった。1998 年以降は漸増傾向に転じ、2003 年に急増して 51.9 となり、2010 年まで 20～50 前後で大きく増減した。2011 年に 16.4 まで減少した後、2012～2016 年は増加して 2017 年は 44.7 であったが、2018 年に大きく減少し、2019 年は 29.8 となった。

(3) 漁獲物の体長組成

鳥取県の漁獲物の体長組成（2008～2019 年）を図 9 に示す。同県によるハタハタの漁獲はほぼ全て沖底（1 そうびき）によるもので、浜田沖、隠岐周辺、隠岐北方および但馬沖における漁獲である。近年、鳥取県では、上半期（1～5 月）の漁獲が多く、下半期（9～12 月）は少ない。

日本海西部では水揚げサイズ制限はなく、1 歳魚は、春に来遊していれば 3 月から漁獲加入して下半期から本格的に漁獲しうるものの、2011 年以降、体長 100～120 mm の 1 歳魚とされるものの漁獲は少ない。漁獲量が多かった 2008 年は 2 歳魚が主体で、これは卓越年級とされる 2006 年級である。2009 年の上半期の 180～200 mm にみられたものも 2006 年級（3 歳魚）と思われる。2019 年も例年通り 150 mm 前後の 2 歳魚主体であった。また、2016 年にはみられた大きいサイズ（180～200 mm）の漁獲は少なかった。

(4) トロール調査に基づく年齢組成

2008～2020 年のトロール調査結果に基づくハタハタの日本海西部における体長組成を図 10 に示す。この体長組成に複合正規分布をあてはめて年齢分解し、調査時点（6 月 1 日）の各年級群各年齢時の現存尾数を求め、図 11 に示す。2015 年調査時点 2 歳の 2013 年級群は、2016 年（3 歳）も多く、2017 年（4 歳）でも認められたことから、豊度が高い年級であったと考えられる。そして、2021 年に 3 歳および 2 歳で漁獲対象となる 2018 年級と 2019 年級の豊度について述べる。2018 年級は、1 歳時点で過去の平均より少なかった。2018 年級 1 歳時点の体長は平均 114 mm と雌雄ともに小さかった。本系群では、1 歳時点の平均体長が小さいと調査時点での来遊遅れが生じる可能性が示唆されており（補足資料 6）、2006 年級と同レベルの来遊遅れも見込まれた。しかし、2 歳時点での現存尾数は 1 歳時点の 1.1 倍で（図 11）、2006 年級（2008 年 2 歳）のほどではなかった（補足資料 6）。2018 年級の豊度は 2 歳時点で、2011 年級や 2015 年級の同程度であった。2019 年級は、1 歳時点

で2013年級について過去4番目に多い。

(5) 資源量と漁獲割合の推移

2004～2020年の年齢別資源尾数（1月1日時点）と、資源量（1月1日時点）および漁獲割合の推移を、図12、図13および表2-1、表3に示す。資源尾数では、基本的には1歳魚が最も多いが、豊度の高い年級が2歳になる年は2歳魚主体の年齢組成となる。2004年以降の資源量は9千トン～5万7千トンまで大きく変動してきた。2015年は2014年の1.7倍の5万7千トンであった。2016年に2万5千トンまで減少し、その後さらに減少したが、2020年は増加して27,233トンであった。なお、2010～2016年について、漁獲情報に基づく資源密度指数は大きく上昇し（図8）、1歳魚情報も含む資源量の推移とは異なった。このような推移の違いは、2009年に始まった1歳魚保護の取り組みにより資源密度指数には1歳魚の情報が反映されにくくなっていることによると推察される。

本報告では、2019年までの漁獲量および2020年の漁獲量の予測値（1～5月の漁獲量速報値と年間漁獲量は相関している）と資源量推定値を用いて漁獲割合を重量ベースで求め、2004～2020年の全年齢群のF値（年齢別選択率は全て1を仮定）を計算している（補足資料2）。漁獲割合（図13、表3）は、2015年までは大きく変動を伴いつつも低下傾向にあったが、2016年にやや上昇し、その後横ばいしていたが、2020年は低下して14%であった。全年齢群のF値（図14、表3）も2015年までは低下傾向にあった。その後は、上昇して2019年は0.28となったが、2020年は低下して0.15であった。親魚量と加入量（1歳魚）を図15および表3に示す。親魚量は1,159トンから2万7千トンで推移し、2020年は7,084トンであった。加入量は52百万～776百万尾の間で大きく変動し、2020年は417百万尾であった。

(6) 資源の水準・動向

資源水準の判断には沖底（1そうびき）の資源密度指数（kg/網）を用いた。ただし、水準判断には、本種特有の数年ごとの半減・倍増の影響を取り除く目的で、3年の平均値を用いることとした。3年の平均値とは、当年とその前年および前々年の平均である。水準区分の基準値として、資源密度指数の3年平均の最高値（50.6）を3等分し、33.7を高位と中位の境、16.9を中位と低位の境とした（図8）。2019年の資源密度指数は2017年の67%に留まり、2017～2019年の資源密度指数の平均は33.0であったことから、水準は中位と判断した。

動向は、2020年のデータもあるトロール調査に基づく資源量の直近5年間（2016～2020年）の推移より判断した（図13）。資源量は、2015年の5万7千トンから2016年に大きく減少し2万5千トンとなり、その後減少したが、2020年は増加して2万7千トンであった。動向は横ばいと判断した。

(7) 今後の加入量の見積もり

前年親魚量と翌年加入量（1歳魚）の関係を図16に、再生産成功率（RPS）の経年推移を図17および表3に示す。本報告では、t年の再生産成功率（RPS）は、(t+1)年の加入尾数（1歳）を（t-1）年の産卵親魚量で除した値である。再生産成功率は、2010年以降高

く、2013年に過去最高となったが2014年に低下した。2014～2018年は低く推移していたが、2019年は大きく上昇し94.8(尾/kg)であった。2005～2019年の中央値は31.5(尾/kg)であった。

(8) 資源と漁獲の関係

YPR および%SPR を求めた(図18)。ハタハタの年齢別体重は、トロール調査に基づきそれぞれ1歳33g、2歳56g、3歳75g、4歳88gとした(藤原 未発表)。漁獲開始年齢は1歳とした。成熟率は1歳で0、2歳以上1とした。

現状のF(F_{current})を2018～2020年の平均のFとした。F_{current}(=0.21)は、F30%SPRやF0.1を大きく下回っているが、F_{med}(=0.16)より高い。

5. 2021年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の漁獲量は、1970年代から1980年代半ばには80百トンを超える年もあったが、1980年代後半に減少し、1990年代は50百トンを下回る年が多くなった。2000年以降は増加し、2003年には過去最高(9,475トン)となった。その後も半減・倍増を繰り返していたが、2009年以降は35百～60百トンで推移し、2019年は3,194トンであった。沖底(1そうびき)の資源密度指数は中長期的には漁獲量と同様に推移している。2019年の資源密度指数は2017年の67%に留まり、2017～2019年の資源密度指数(kg/網)の平均は33.0であったことから、水準は中位と判断した。また、直近5年間(2016～2020年)の資源量の推移から、動向は横ばいと判断した。2020年の資源量は2万7千トンであった。

(2) ABCの算定

現在、得られている再生産成功率のデータは低水準期の情報が含まれず、また本種の回遊生態に起因する高い不確実性を伴うため、再生産関係に基づくB_{limit}の設定はせず、ABC算定の規則の1-3)-(2)に基づき、

$$F_{limit} = \text{基準値} \times \beta_1$$

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

によって、漁獲圧を現状より下げ、親魚量を維持することを管理目標として、2021年ABCを算定した。基準値はF_{current}とした。F_{limit}(0.8F_{current})による2021年の漁獲量を補足資料2に基づき3,635トンと推定した。水準は中位で動向は横ばいであることから、 β_1 は0.8とした。ABC_{limit}=3,635トン、ABC_{target}=2,956トンと算定した。

管理基準	Target/ Limit	2021年ABC (百トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
0.8F _{current}	Target	30	12	0.13 (-36%)
	Limit	36	15	0.17 (-20%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される F 値の漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。漁獲割合は 2021 年の ABC を 4 月 1 日時点の資源量で除した値（補足資料 2）。

(3) ABC の評価

各管理基準に基づく漁獲量、資源量および親魚量の変化を下表および図 19~21 に示した。現状の漁獲（Fcurrent=0.21）であれば資源量は減少する。現状の漁獲圧をやや下げて、親魚量を維持するべきである。なお、2021 年以降の将来予測では、2005 年以降の中央値 RPSmed を用いて加入量を予測した。

管理基準	F 値	漁獲量(百トン)							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Fcurrent	0.21	32	35	45	40	42	39	38	37
0.8Fcurrent	0.17	32	35	36	34	36	35	35	35
0.64Fcurrent	0.13	32	35	30	28	31	31	31	32
Fmed	0.16	32	35	35	33	35	34	34	34
F30%SPR	0.45	32	35	86	66	60	46	37	30
		資源量(百トン)							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Fcurrent	0.21	141	272	253	229	239	224	217	209
0.8Fcurrent	0.17	141	272	253	235	252	244	244	242
0.64Fcurrent	0.13	141	272	253	241	264	261	269	272
Fmed	0.16	141	272	253	236	255	248	250	249
F30%SPR	0.45	141	272	253	196	177	137	110	90
		親魚量(百トン)							
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Fcurrent	0.21	40	71	105	76	65	71	74	66
0.8Fcurrent	0.17	40	71	109	83	72	81	87	81
0.64Fcurrent	0.13	40	71	113	89	78	90	100	95
Fmed	0.16	40	71	110	84	73	83	90	84
F30%SPR	0.45	40	71	82	47	35	34	28	21

Fcurrent は 2018~2020 年の平均、各年齢の F 値は等しいと仮定した。親魚量は漁期後の値である。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2018 年漁獲量(農林統計)確定値	2018 年漁獲量の確定
2019 年漁獲量(農林統計)暫定値	2019 年漁獲量(農林統計)の追加
2019 年漁獲量(府県集計) 6～12 月の速報値	2019 年漁獲量(府県集計)6～12 月の追加 2019 年の年齢別漁獲尾数の確定
2020 年漁獲量(府県集計) 1～5 月の速報値	2020 年漁獲量(府県集計)1～5 月の追加 2020 年の年齢別漁獲尾数の更新
2019 年資源尾数確定値	2019 年資源尾数の確定 2019 年の年齢別資源尾数、F 値の確定
2020 年現存尾数	2020 年資源尾数の更新 2020 年の年齢別資源尾数、F 値の更新

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2019 年(当初)	Fcurrent	0.21	215	38	31	
2019 年(2019 年 再評価)	Fcurrent	0.21	141	25	21	
2019 年(2020 年 再評価)	Fcurrent	0.21	141	25	21	32 (0.28)
2020 年(当初)	0.8Fcurrent	0.18	139	22	18	
2020 年(2020 年 再評価)	0.8Fcurrent	0.19	272	43	35	

2020 年(2020 年再評価)では、トロール調査で直接得られた 1 歳魚と 2 歳魚の資源量が、当初の推定値のそれぞれ 3.1 倍、2.3 倍であったため、ABClimit が上方修正された。また、2019 年(2020 年再評価)では、漁獲量の暫定値と確定値がほぼ同値であったため、変更はなかった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

2008 年は、非常に多く水揚げされ、市場での単価の低下、処理能力の限界から、各府県で水揚げ量の制限・網目拡大などの自主的な取り組みが実施された。そして、2009 年以降、単価が極端に安い 1 歳魚が多く混じると水揚げが控えられており、1 歳魚が保護されやすくなっている。1 年保護して 2 歳以上になってから漁獲する方が経済効率は高くなる(志村 2012) ことから、今後も網目拡大の取り組みは続け、経済効率の高い 2 歳魚主体に漁獲することが重要である。

7. 引用文献

秋田県水産振興センター・山形県水産試験場・鳥取県水産試験場・島根県水産試験場 (1989)
ハタハタの生態と資源管理に関する研究報告書、昭和 63 年度水産業地域重要新技術

開発促進事業報告書, 118 pp.

池端正好 (1988) ハタハタの耳石に関する基礎的研究. 第 2 回ハタハタ研究協議会報告書, 日本海区水産研究所, 40-50.

沖山宗雄 (1970) ハタハタの資源生物学的研究 II 系統群 (予報). 日水研報, 22, 59-69.

志村 健 (2012) 鳥取県のハタハタの資源動向、資源管理について. 第 13 回日韓水産セミナー (講演要旨集), 24-27.

Shirai, S. M., R. Kuranaga, H. Sugiyama and M. Higuchi (2006) Population structure of the sailfin sandfish, *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae), in the Sea of Japan. Ichthyol. Res., **53**, 357-368.

(執筆者: 藤原邦浩、八木佑太、吉川 茜、佐久間啓、
飯田真也、白川北斗、山本岳男)



図1. ハタハタ日本海西部系群の分布

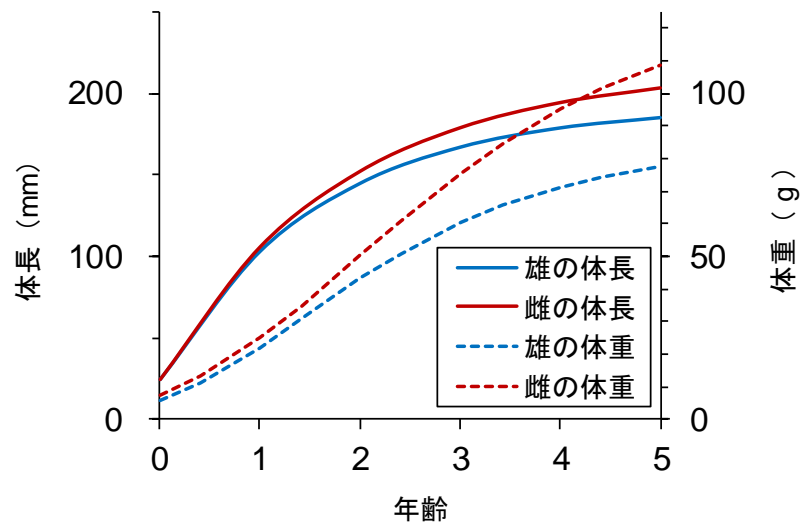


図2. ハタハタの年齢と体長および体重の関係

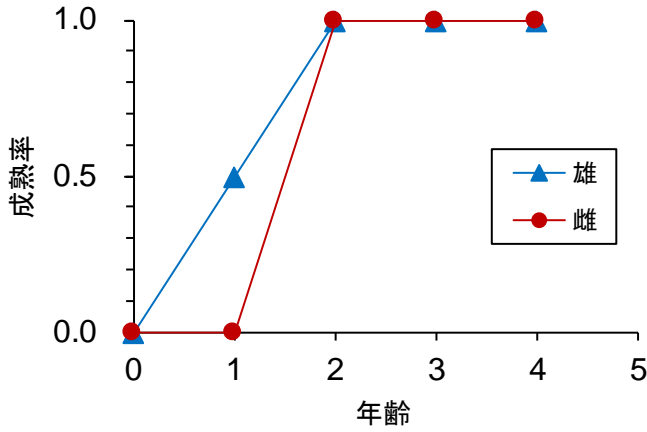


図3. ハタハタの年齢と成熟率の関係

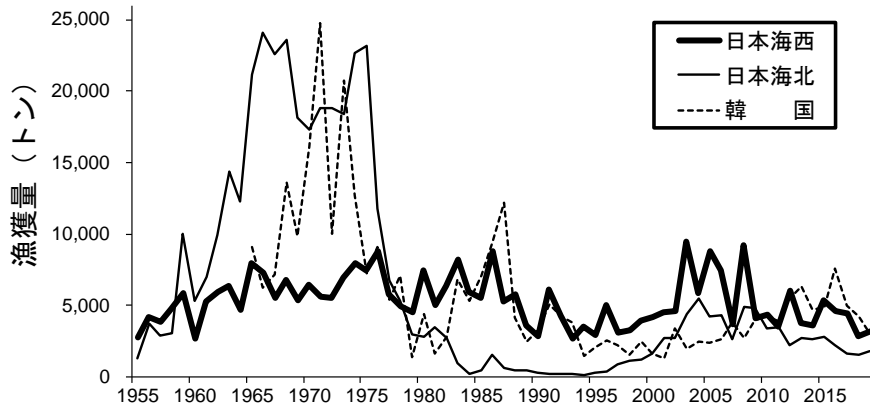


図4. 日本海3海域におけるハタハタの漁獲量 (1955～2019年)

日本海西：島根県～石川県、日本海北：富山県～青森県、韓国：韓国国内全域（主な漁場は朝鮮半島東岸）。

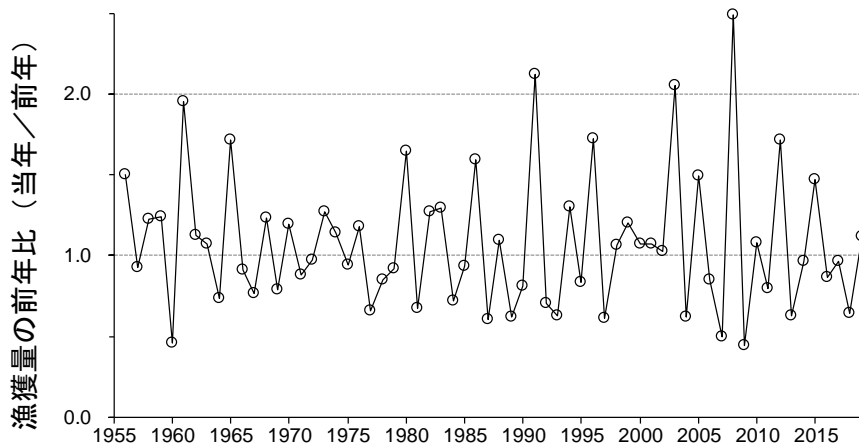


図5. 日本海西部における漁獲量の前年比 (当年/前年)

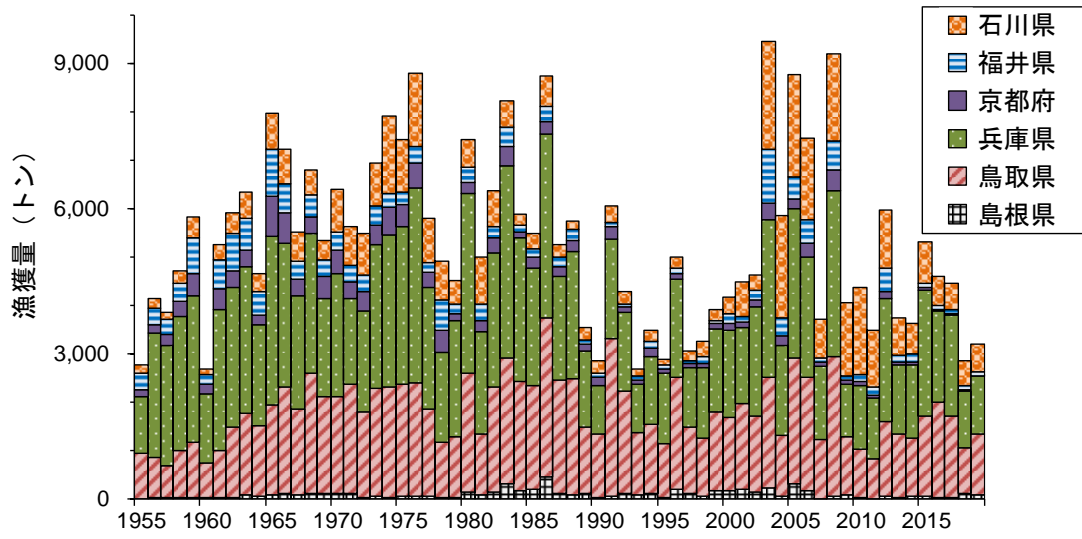


図 6. 日本海西部における漁獲量（1955～2019 年）

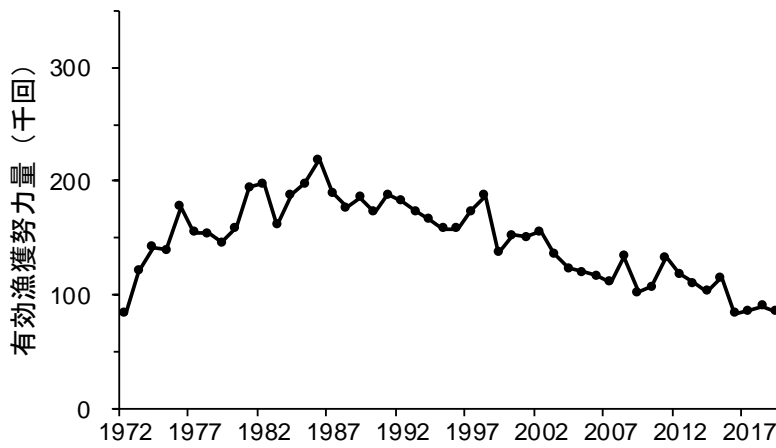


図 7. 日本海西部におけるハタハタの有効漁獲努力量（1972～2019 年）
 沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲成績報告書に基づいた。

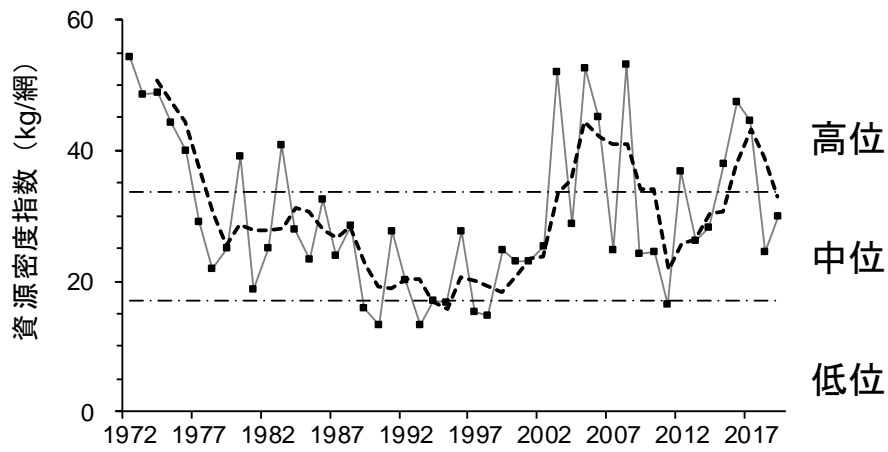


図 8. 日本海西部におけるハタハタの資源密度指数とその平均
 沖合底びき網（1 そうびき）の漁獲成績報告書に基づいた。
 — : 資源密度指数、- - - : 3 年平均。- - - : 水準の判断の区分。

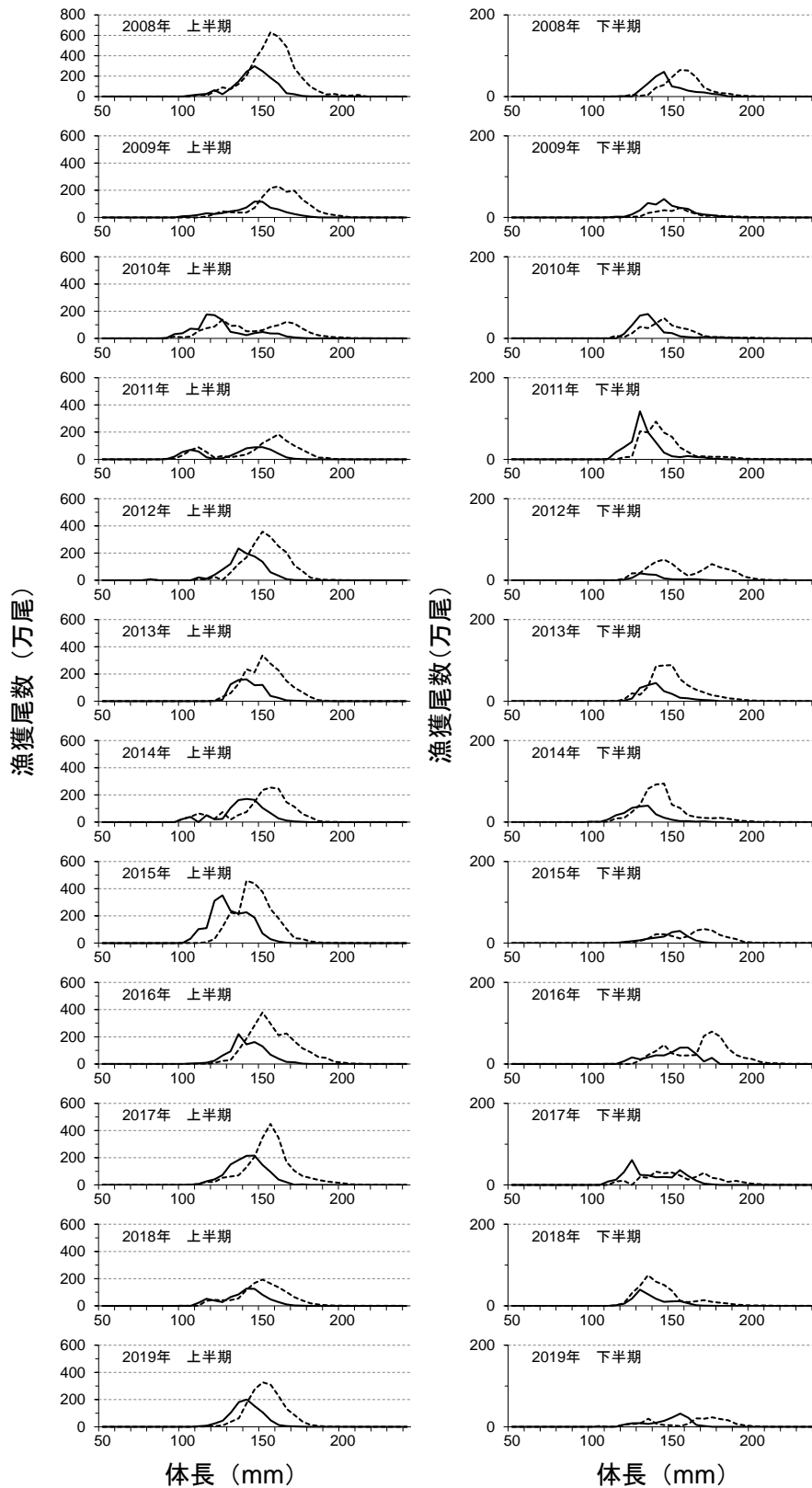


図9. 鳥取県に水揚げされた漁獲物の体長組成 (2008～2019年)

左は上半期 (1～5月)、右は下半期 (9～12月) である。縦軸は漁獲尾数 (万尾) (補助線は200万尾)、横軸は体長 (mm)。— : 雄、--- : 雌。

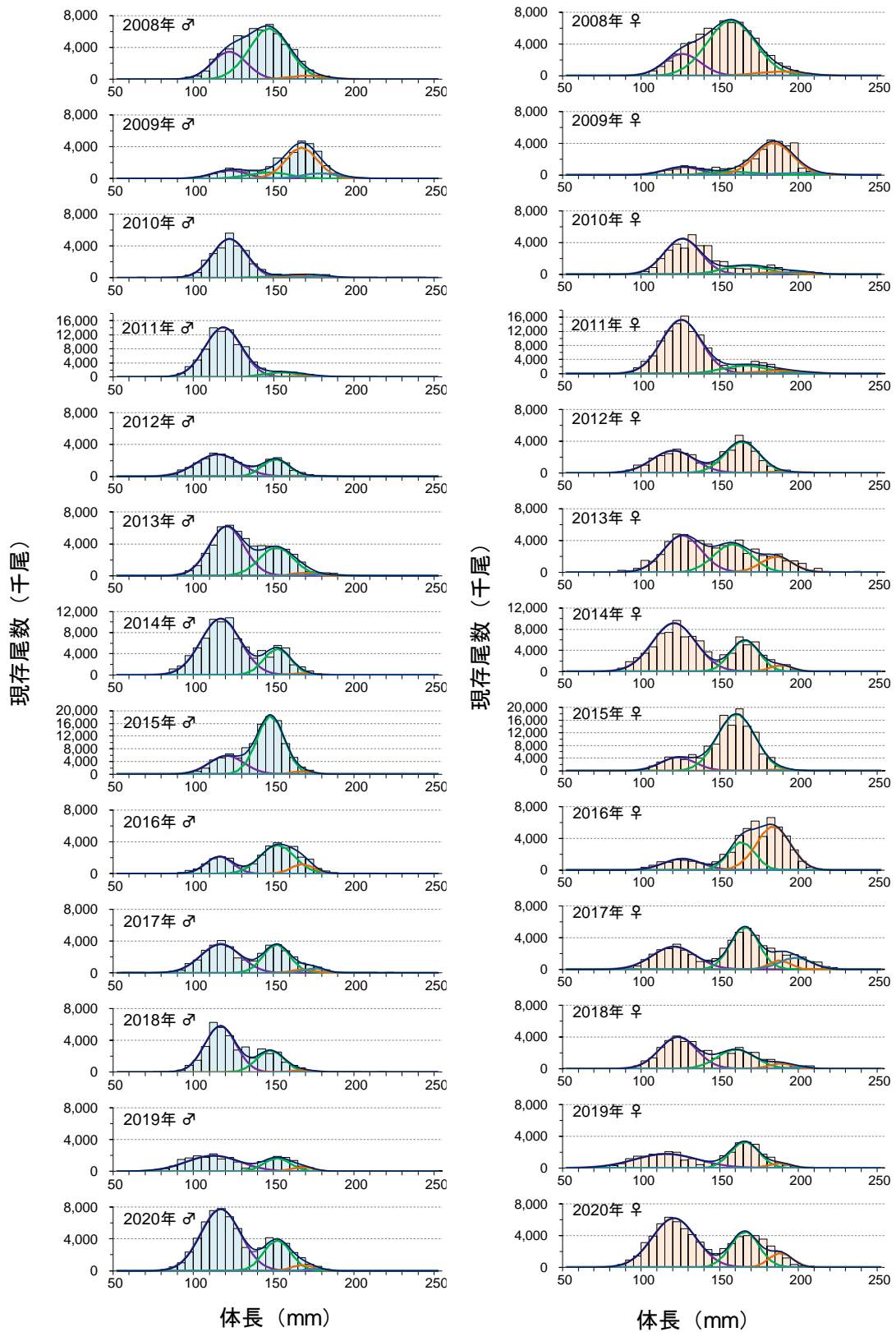


図 10. 2008～2020 年までのズワイガニ等底魚資源調査（但州丸）を基にした日本海西部におけるハタハタの体長組成（左図：雄、右図：雌）
 紫線：1 歳魚、緑線：2 歳魚、橙線：3 歳魚、黒線：合計。

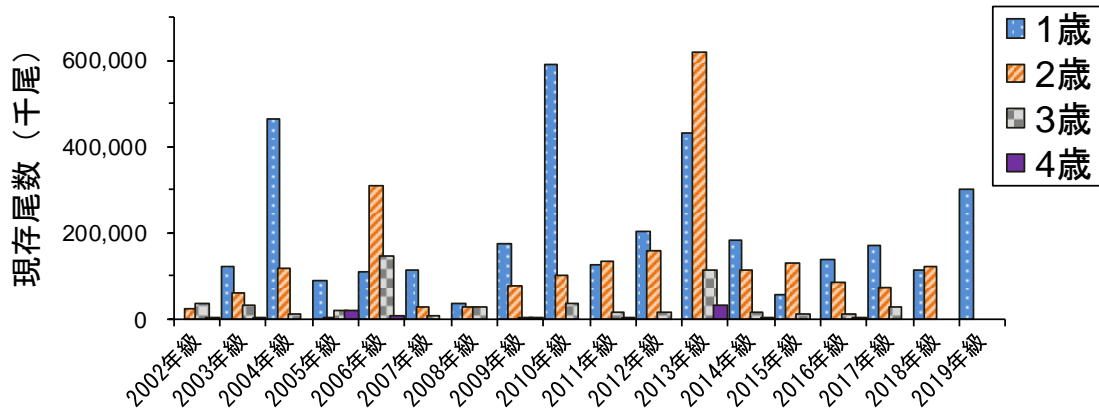


図 11. 日本海西部におけるハタハタの年級群別現存尾数
(調査時点 (6月1日))

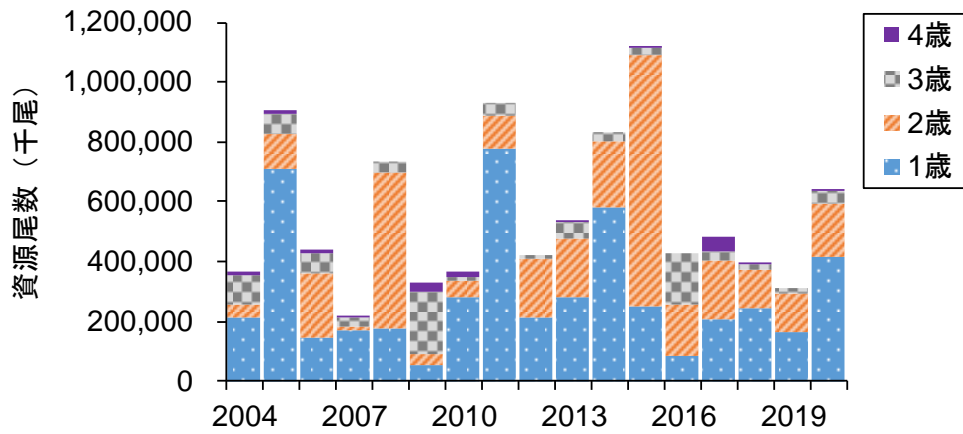


図 12. 年齢別資源尾数 (1月1日時点)

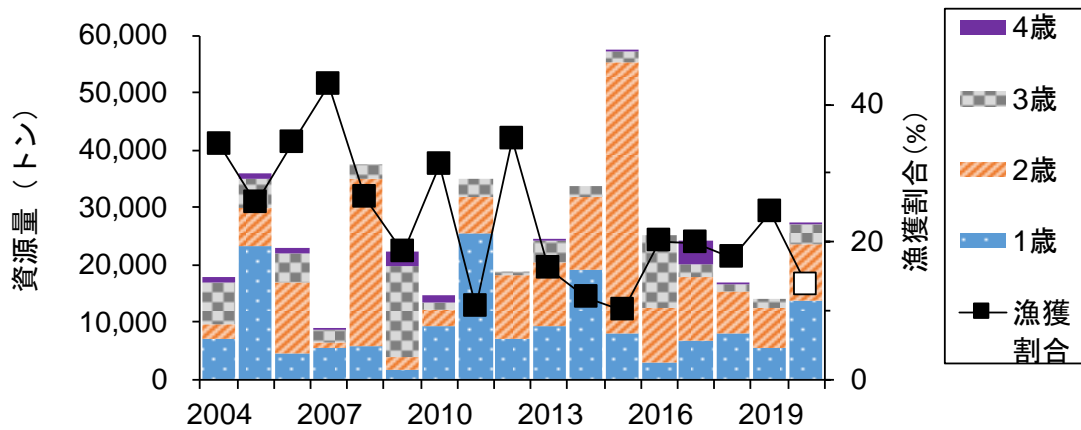


図 13. 資源量 (1月1日時点) と漁獲割合の経年推移
白抜きは計算に予測を含む 2020 年の値である。

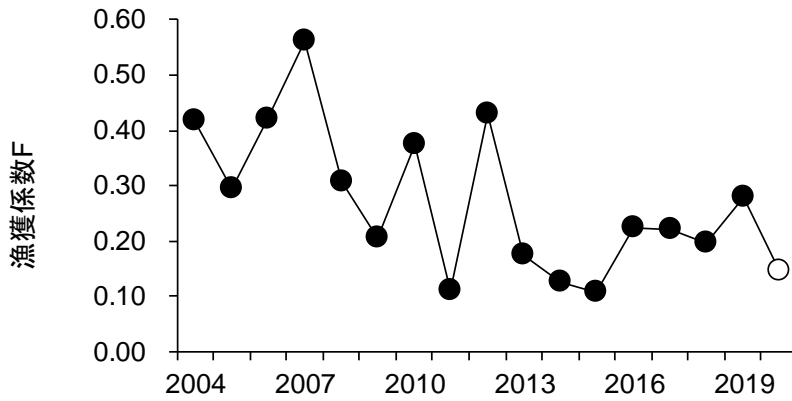


図 14. 漁獲係数 F（全年齢群の F 値）の推移

白抜きは計算に予測を含む 2020 年の値である。全年齢群の F 値は、各年齢の F 値は等しいと仮定し、漁獲割合より算出した値（補足資料 2）。

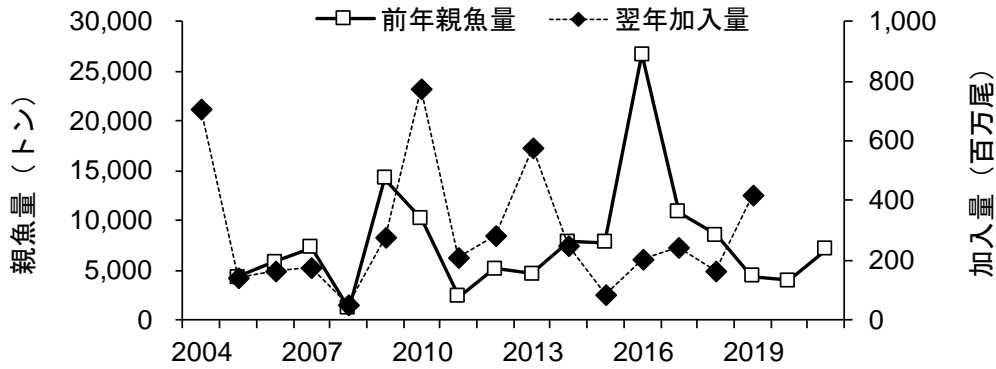


図 15. 前年親魚量と翌年加入量（1 歳魚）の推移

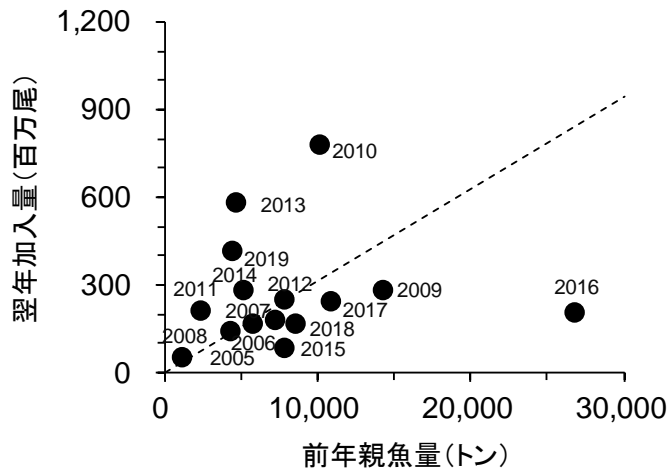


図 16. 前年親魚量と翌年加入量（1 歳魚）の関係

ラベルは加入量とした年級がふ化した年を示す。破線は RPSmed である。t 年の再生産成功率（RPS）は t+1 年の加入尾数（1 歳）を t-1 年の産卵親魚量で除した値。

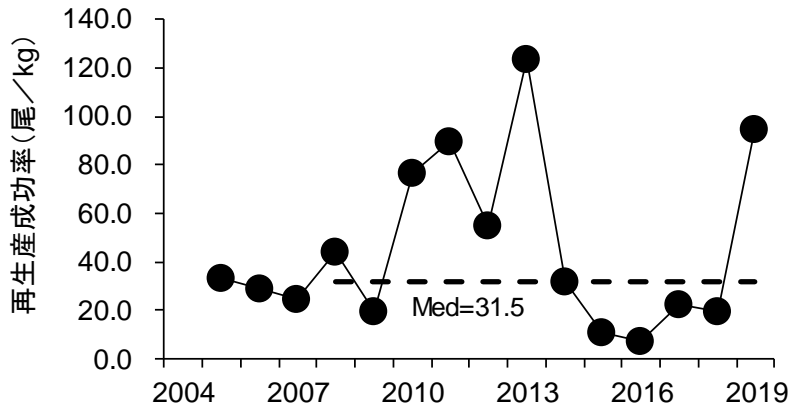


図 17. 再生産成功率の推移

横軸は、再生産成功率の計算において加入量とした年級群がふ化した年を示す。破線は2005～2019年の中央値 (Med) である。

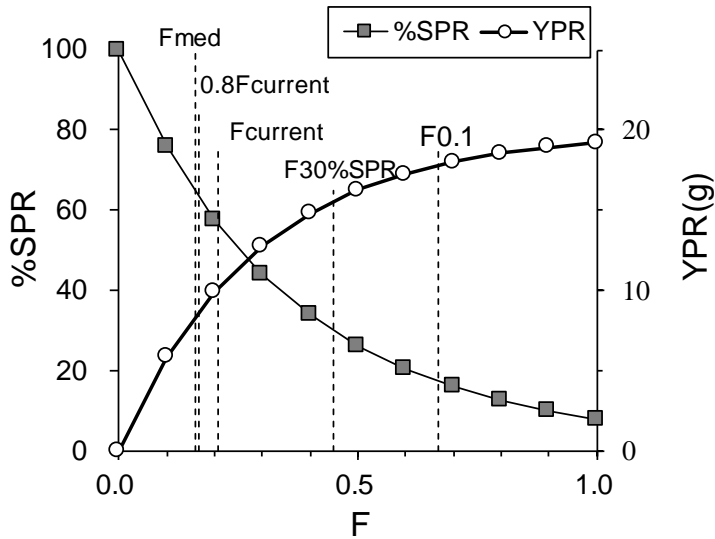


図 18. %SPR、加入量あたり漁獲量 (YPR) と漁獲係数 F の関係

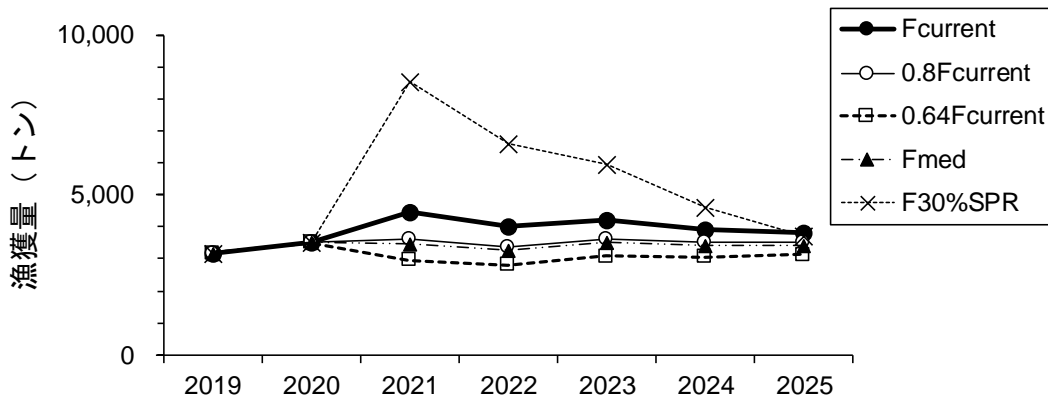


図 19. 様々な管理基準に基づく漁獲量の変化

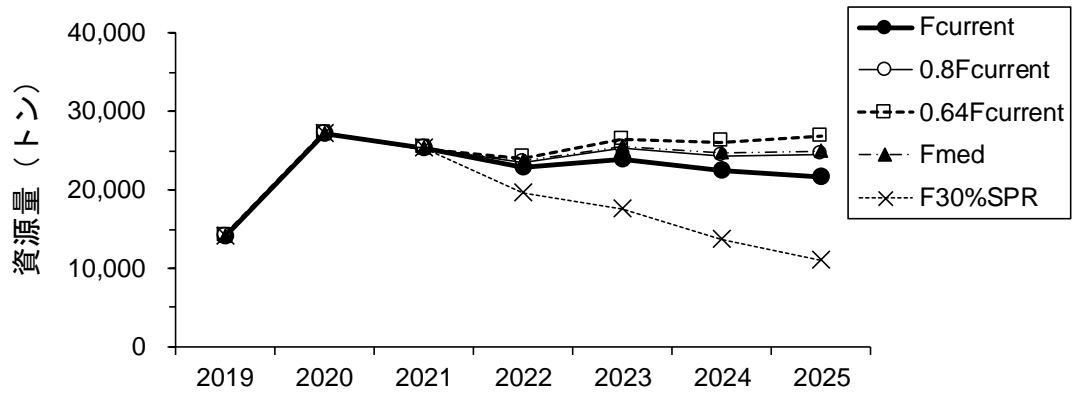


図 20. 様々な管理基準に基づく資源量の変化

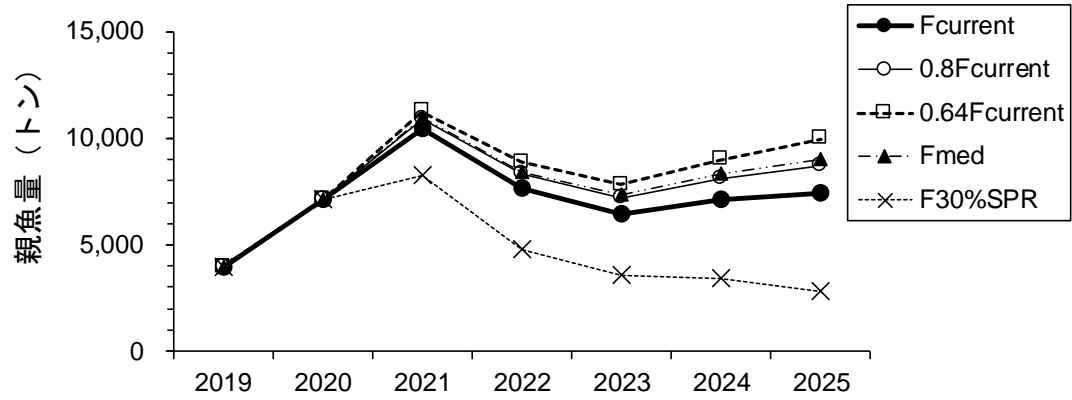


図 21. 様々な管理基準に基づく親魚量の変化

表 1. 日本海西部の各府県の漁獲量（トン）と日本海西区・中区・沖合区における
沖合底びき網（1 そうびき）の資源密度指数（kg/網）と有効漁獲努力量（回）
並びに韓国の漁獲量（トン）

年	島根	鳥取	兵庫	京都	福井	石川	西部計	密度指数	漁獲努力量	韓国
1971	118	2,246	1,769	351	332	817	5,633			24,809
1972	19	1,767	2,111	399	339	840	5,475	54.3	83,711	9,961
1973	49	2,232	2,979	402	386	892	6,940	48.6	121,070	20,736
1974	17	2,297	3,135	585	282	1,607	7,923	48.9	141,554	12,723
1975	58	2,299	3,281	453	244	1,113	7,448	44.4	139,288	7,267
1976	45	2,366	4,015	510	350	1,522	8,808	40.0	177,217	9,065
1977	42	1,800	2,541	294	222	896	5,795	29.2	154,647	5,363
1978	19	1,146	1,859	464	617	819	4,924	22.0	153,866	7,097
1979	18	1,267	2,393	136	209	488	4,511	25.0	146,347	1,367
1980	130	2,473	3,716	216	339	562	7,436	39.1	158,790	4,348
1981	91	1,241	2,111	254	338	978	5,013	18.9	194,792	1,631
1982	131	2,183	2,787	291	241	743	6,376	24.9	197,591	2,748
1983	314	2,591	3,980	403	397	553	8,238	40.8	161,241	6,834
1984	168	2,270	2,952	138	125	247	5,900	28.0	187,872	5,295
1985	183	2,163	2,426	216	186	322	5,496	23.3	198,082	7,100
1986	446	3,303	3,791	256	326	634	8,756	32.4	218,995	9,346
1987	121	2,322	2,166	184	196	266	5,255	23.8	189,780	12,169
1988	70	2,409	2,638	238	211	187	5,753	28.4	176,495	4,099
1989	119	1,369	1,573	124	92	265	3,542	15.9	185,438	2,470
1990	17	1,335	994	158	98	261	2,863	13.3	172,956	3,163
1991	53	3,248	2,079	246	86	363	6,075	27.7	187,947	5,034
1992	101	2,111	1,643	117	69	247	4,288	20.3	182,483	4,202
1993	73	1,281	1,012	92	84	131	2,673	13.2	173,418	3,781
1994	103	1,424	1,426	151	140	234	3,478	17.0	166,614	1,466
1995	21	1,119	1,469	70	101	116	2,896	16.7	157,994	2,065
1996	190	2,321	2,025	127	100	237	5,000	27.7	158,334	2,501
1997	95	1,385	1,246	65	70	207	3,068	15.3	173,310	2,194
1998	42	1,209	1,449	110	135	316	3,261	14.6	187,057	1,490
1999	161	1,643	1,723	93	66	223	3,909	24.8	136,808	2,449
2000	160	1,532	1,805	121	207	354	4,179	22.9	152,846	1,571
2001	181	1,778	1,580	115	114	723	4,491	22.9	150,614	1,286
2002	124	1,593	2,255	151	197	298	4,618	25.4	155,890	3,382
2003	217	2,292	3,253	360	1,105	2,248	9,475	51.9	136,085	1,928
2004	52	1,268	1,846	198	367	2,142	5,873	28.9	122,944	2,472
2005	295	2,612	3,090	203	458	2,124	8,782	52.7	120,371	2,401
2006	152	2,361	2,483	299	476	1,695	7,466	45.2	116,527	2,647
2007	6	1,219	1,512	84	86	799	3,706	24.8	111,073	3,769
2008	52	2,881	3,437	443	593	1,811	9,217	53.2	133,950	2,720
2009	66	1,201	1,113	86	84	1,496	4,046	24.2	102,487	3,939
2010	10	1,023	1,307	76	142	1,814	4,372	24.5	107,083	4,236
2011	3	819	1,256	61	177	1,168	3,484	16.4	132,669	3,834
2012	43	1,555	2,535	140	489	1,218	5,980	36.8	118,642	5,494
2013	17	1,316	1,430	63	141	768	3,735	26.2	110,105	6,305
2014	39	1,225	1,508	64	155	623	3,614	28.1	103,127	4,684
2015	54	1,647	2,608	50	87	861	5,307	38.0	114,771	4,762
2016	14	1,995	1,864	41	86	601	4,601	47.4	83,913	7,592
2017	18	1,682	2,107	30	71	538	4,446	44.7	86,171	4,965
2018	117	941	1,181	15	85	520	2,860	24.4	89,991	4,208
2019	71	1,259	1,206	8	85	565	3,194	29.8	85,159	3,058

* 漁業・養殖業生産統計年報より。 韓国の値は韓国統計庁 漁業生産統計による。

表 2-1. トロール調査に基づく各時点における資源尾数と資源量 (2004~2010)

調査時点(6月1日)の現存尾数(千尾)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
現存尾数 (千尾)	1歳	122,529	465,183	88,216	110,014	113,905	37,139	173,813
	2歳	22,692	62,439	118,341	6,259	310,210	26,767	29,432
	3歳	49,396	37,641	34,684	13,410	22,114	145,343	9,003
	4歳	5,101	6,506	6,253	843	0	19,796	7,873
	計	199,718	571,770	247,494	130,527	446,229	229,045	220,121

調査時点(6月1日)の現存量(トン)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
現存量* (トン)	1歳	4,027	15,288	2,899	3,616	3,743	1,221	5,712
	2歳	1,271	3,497	6,628	351	17,375	1,499	1,649
	3歳	3,701	2,820	2,599	1,005	1,657	10,890	675
	4歳	449	572	550	74	0	1,741	692
	計	9,447	22,178	12,676	5,045	22,775	15,350	8,728

1月1日時点の資源尾数(千尾)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
資源尾数 (千尾)	1歳	213,318	707,888	142,522	167,158	177,585	51,568	278,151
	2歳	45,176	116,359	220,246	14,661	518,431	38,881	55,515
	3歳	98,340	70,145	64,551	31,410	36,958	211,123	16,981
	4歳	10,155	12,125	11,638	1,976	0	28,756	14,851
	計	366,989	906,516	438,958	215,205	732,974	330,328	365,499

1月1日時点の資源量(トン)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
資源量* (トン)	1歳	7,011	23,264	4,684	5,494	5,836	1,695	9,141
	2歳	2,530	6,517	12,336	821	29,038	2,178	3,109
	3歳	7,368	5,255	4,836	2,353	2,769	15,818	1,272
	4歳	893	1,066	1,023	174	0	2,529	1,306
	計	17,802	36,103	22,880	8,842	37,643	22,219	14,829

4月1日**時点の資源尾数(千尾)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
資源尾数 (千尾)	1歳	188,253	624,709	125,775	147,516	156,718	45,509	245,468
	2歳	39,868	102,686	194,367	12,939	457,514	34,312	48,992
	3歳	86,784	61,903	56,966	27,720	32,615	186,315	14,986
	4歳	8,962	10,700	10,271	1,743	0	25,377	13,106
	計	323,867	799,997	387,379	189,918	646,847	291,513	322,552

4月1日**時点の資源量(トン)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
資源量* (トン)	1歳	6,187	20,531	4,134	4,848	5,150	1,496	8,067
	2歳	2,233	5,752	10,887	725	25,626	1,922	2,744
	3歳	6,502	4,638	4,268	2,077	2,444	13,959	1,123
	4歳	788	941	903	153	0	2,232	1,152
	計	15,710	31,861	20,191	7,803	33,220	19,608	13,087

*各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33 g、2歳56 g、3歳75 g、4歳以上88 gと仮定した。

**春漁が最盛期であり、4月1日にパルス的に漁獲すると仮定した。

表 2-1. トロール調査に基づく各時点における資源尾数と資源量（続き）（2011~2017）

調査時点(6月1日)の現存尾数(千尾)

	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
現存尾数 (千尾)	1歳	588,859	125,475	204,885	430,428	183,626	58,660	140,309
	2歳	79,218	101,980	132,900	158,451	619,937	113,139	130,209
	3歳	28,377	5,418	36,851	17,756	15,837	113,492	17,629
	4歳	0	0	2,837	0	466	0	31,009
	計	696,454	232,873	377,473	606,634	819,866	285,291	319,157

調査時点(6月1日)の現存量(トン)

	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
現存量* (トン)	1歳	19,352	4,124	6,733	14,146	6,035	1,928	4,611
	2歳	4,437	5,712	7,444	8,875	34,723	6,337	7,293
	3歳	2,126	406	2,761	1,330	1,187	8,503	1,321
	4歳	0	0	249	0	41	0	2,727
	計	25,916	10,242	17,188	24,351	41,986	16,768	15,952

1月1日時点の資源尾数(千尾)

	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
資源尾数 (千尾)	1歳	776,260	212,297	282,558	578,237	247,533	85,450	204,534
	2歳	113,496	197,376	195,819	226,489	844,972	170,002	200,942
	3歳	40,656	10,486	54,298	25,380	21,586	170,533	27,206
	4歳	0	0	4,180	0	635	0	47,855
	計	930,412	420,158	536,855	830,105	1,114,726	425,985	480,537

1月1日時点の資源量(トン)

	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
資源量* (トン)	1歳	25,511	6,977	9,286	19,003	8,135	2,808	6,722
	2歳	6,357	11,055	10,968	12,686	47,328	9,522	11,255
	3歳	3,046	786	4,068	1,902	1,617	12,777	2,038
	4歳	0	0	368	0	56	0	4,208
	計	34,914	18,818	24,690	33,591	57,136	25,107	24,223

4月1日**時点の資源尾数(千尾)

	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
資源尾数 (千尾)	1歳	685,047	187,351	249,357	510,292	218,447	75,409	180,501
	2歳	100,159	174,183	172,810	199,876	745,685	150,027	177,331
	3歳	35,879	9,253	47,918	22,397	19,049	150,495	24,009
	4歳	0	0	3,688	0	560	0	42,232
	計	821,086	370,788	473,773	732,565	983,742	375,931	424,073

4月1日**時点の資源量(トン)

	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
資源量* (トン)	1歳	22,514	6,157	8,195	16,770	7,179	2,478	5,932
	2歳	5,610	9,756	9,679	11,195	41,767	8,403	9,933
	3歳	2,688	693	3,590	1,678	1,427	11,276	1,799
	4歳	0	0	324	0	49	0	3,714
	計	30,812	16,607	21,789	29,644	50,422	22,157	21,377

*各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33 g、2歳56 g、3歳75 g、4歳以上88 gと仮定した。

**春漁が最盛期であり、4月1日にパルス的に漁獲すると仮定した。

表 2-1. トロール調査に基づく各時点における資源尾数と資源量（続き）（2018～2020）

調査時点(6月1日)の現存尾数(千尾)

	年齢	2018	2019	2020
現存尾数 (千尾)	1歳	173,110	115,970	302,802
	2歳	87,164	72,642	121,363
	3歳	10,939	13,461	30,262
	4歳	2,328	0	2,184
	計	273,542	202,073	456,611

調査時点(6月1日)の現存量(トン)

	年齢	2018	2019	2020
現存量* (トン)	1歳	5,689	3,811	9,951
	2歳	4,882	4,069	6,798
	3歳	820	1,009	2,267
	4歳	205	0	192
	計	11,596	8,889	19,208

1月1日時点の資源尾数(千尾)

	年齢	2018	2019	2020	2021
資源尾数 (千尾)	1歳	243,620	166,706	416,695	124,819
	2歳	130,076	123,501	177,495	218,036
	3歳	16,325	22,885	44,258	92,875
	4歳	3,474	0	3,195	23,158
	計	393,496	313,092	641,642	458,888

1月1日時点の資源量(トン)

	年齢	2018	2019	2020	2021
資源量* (トン)	1歳	8,006	5,479	13,694	4,102
	2歳	7,286	6,917	9,942	12,212
	3歳	1,223	1,715	3,316	6,958
	4歳	306	0	281	2,036
	計	16,821	14,111	27,233	25,309

4月1日**時点の資源尾数(千尾)

	年齢	2018	2019	2020	2021
資源尾数 (千尾)	1歳	214,994	147,117	367,732	110,153
	2歳	114,792	108,990	156,639	192,416
	3歳	14,407	20,196	39,057	81,962
	4歳	3,066	0	2,819	20,437
	計	347,259	276,303	566,247	404,968

4月1日**時点の資源量(トン)

	年齢	2018	2019	2020	2021
資源量* (トン)	1歳	7,066	4,835	12,085	3,620
	2歳	6,430	6,105	8,774	10,777
	3歳	1,079	1,513	2,926	6,141
	4歳	270	0	248	1,797
	計	14,844	12,453	24,033	22,336

*各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33 g、2歳56 g、3歳75 g、4歳以上88 gと仮定した。

**春漁が最盛期であり、4月1日にパルス的に漁獲すると仮定した。

表 2-2. 資源計算に用いた漁獲量および1～5月の漁獲尾数(2004～2010)

各年1～2月および3～5月および年計の漁獲量(トン)(速報値)

月		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲量 (トン)	1～2月	1,100	1,912	1,949	955	1,733	735	700
	3～5月	3,907	5,224	3,952	1,179	6,055	1,955	2,612

各年の年計の漁獲量(トン)の速報値と農林統計値

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲量 (トン)	速報値	5,365	8,144	6,930	3,349	8,764	3,632	4,086
	農林値	5,873	8,782	7,466	3,706	9,217	4,046	4,372

1～2月の年齢別漁獲尾数(千尾)

年齢		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲尾数* (千尾)	1歳	0	0	0	0	0	0	0
	2歳	4,604	17,328	23,590	4,182	28,251	1,392	6,833
	3歳	10,022	10,446	6,914	8,960	2,014	7,560	2,090
	4歳	1,035	1,806	1,247	564	0	1,030	1,828

3～5月の年齢別漁獲尾数(千尾)

年齢		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲尾数* (千尾)	1歳	50,672	109,576	27,503	25,707	30,283	4,731	52,028
	2歳	9,384	14,708	36,895	1,463	82,472	3,410	8,810
	3歳	20,428	8,866	10,813	3,133	5,879	18,515	2,695
	4歳	2,109	1,533	1,950	197	0	2,522	2,357

*月別漁獲量(府県調べ速報値)とトロール調査結果の年齢別重量組成に基づき計算した(補足資料2)。

表 2-2. 資源計算に用いた漁獲量および 1～5 月の漁獲尾数（続き）（2011～2017）

各年1～2月および3～5月および年計の漁獲量(トン) (速報値)

月		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲量 (トン)	1～2月	610	1,210	801	713	437	553	787
	3～5月	1,823	3,828	2,058	2,210	3,968	3,064	2,929

各年の年計の漁獲量(トン)の速報値と農林統計値

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲量 (トン)	速報値	3,205	5,807	3,485	3,506	5,081	4,444	4,240
	農林値	3,484	5,980	3,735	3,614	5,307	4,601	4,446

1～2月の年齢別漁獲尾数(千尾)

年齢		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲尾数* (千尾)	1歳	0	0	0	0	0	0	0
	2歳	7,362	20,161	10,179	11,063	7,534	4,216	9,038
	3歳	2,637	1,071	2,822	1,240	192	4,229	1,224
	4歳	0	0	217	0	6	0	2,152

3～5月の年齢別漁獲尾数(千尾)

年齢		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲尾数* (千尾)	1歳	41,415	46,896	24,534	39,064	17,355	10,720	25,760
	2歳	5,572	38,115	15,914	14,380	58,592	20,676	23,905
	3歳	1,996	2,025	4,413	1,611	1,497	20,741	3,237
	4歳	0	0	340	0	44	0	5,693

*月別漁獲量(府県調べ速報値)とトロール調査結果の年齢別重量組成に基づき計算した(補足資料2)。

表 2-2. 資源計算に用いた漁獲量および1～5月の漁獲尾数(続き)(2018～2020)

各年1～2月および3～5月および年計の漁獲量(トン)(速報値)				
月		2018	2019	2020
漁獲量 (トン)	1～2月	408	1,083	649
	3～5月	1,654	1,486	2,254

各年の年計の漁獲量(トン)の速報値と農林統計値				
		2018	2019	2020
漁獲量 (トン)	速報値	2,636	3,039	3,300
	農林値	2,860	3,194	3,509

1～2月の年齢別漁獲尾数(千尾)				
年齢		2018	2019	2020
漁獲尾数* (千尾)	1歳	0	0	0
	2歳	6,016	15,491	8,512
	3歳	755	2,870	2,122
	4歳	161	0	153

3～5月の年齢別漁獲尾数(千尾)				
年齢		2018	2019	2020
漁獲尾数* (千尾)	1歳	24,694	19,384	35,528
	2歳	12,434	12,142	14,240
	3歳	1,561	2,250	3,551
	4歳	332	0	256

*月別漁獲量(府県調べ速報値)とトロール調査結果の年齢別重量組成に基づき計算した(補足資料2)。

表 3. トロール調査に基づく資源計算の結果 (2004~2010)

漁獲割合とF値							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲量(トン) ^{*1}	5,365	8,144	6,930	3,349	8,764	3,632	4,086
資源量 ^{*2}	15,710	31,861	20,191	7,803	33,220	19,608	13,087
漁獲割合(%)	34.1	25.6	34.3	42.9	26.4	18.5	31.2
F値 ^{*3}	0.42	0.30	0.42	0.56	0.31	0.20	0.37

*1 府県調べの速報値に基づく値。

*2 漁獲割合やF値の算出に用いた4月1日時点の値。

*3 各年齢のFは等しいと仮定した。

年齢別親魚量(トン)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
親魚量 ^{*4} (トン)	1歳	0	0	0	0	0	0	0
	2歳	1,011	2,943	4,914	284	12,966	1,076	1,297
	3歳	2,943	2,373	1,927	815	1,236	7,817	531
	4歳	357	481	408	60	0	1,250	545
	計	4,310	5,797	7,248	1,159	14,203	10,143	2,373

*4 各年齢の成熟率は、1歳0.0、2歳1.0、3歳1.0、4歳以上1.0と仮定した(補足資料2)。

翌年加入(1歳)尾数と前年親魚量(トン)および再生産成功率RPS

		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
翌年 加入尾数	(百万尾)	708	143	167	178	52	278	776
前年 親魚量	(トン)		4,310	5,797	7,248	1,159	14,203	10,143
RPS	(尾/kg)		33.1	28.8	24.5	44.5	19.6	76.5

各年の年齢別漁獲尾数(千尾)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲尾数 (千尾)	1歳	64,288	159,691	43,171	63,306	41,343	8,430	76,635
	2歳	13,615	26,249	66,714	5,553	120,695	6,356	15,295
	3歳	29,637	15,824	19,553	11,896	8,604	34,514	4,679
	4歳	3,060	2,735	3,525	748	0	4,701	4,092

各年の年齢別漁獲量(トン)

	年齢	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
漁獲量 ^{*6} (トン)	1歳	2,113	5,248	1,419	2,081	1,359	277	2,519
	2歳	763	1,470	3,737	311	6,760	356	857
	3歳	2,220	1,186	1,465	891	645	2,586	351
	4歳	269	241	310	66	0	413	360
計		5,365	8,144	6,930	3,349	8,764	3,632	4,086

*6 各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33 g、2歳56 g、3歳75 g、4歳以上88 gと仮定した。

表 3. トロール調査に基づく資源計算の結果(続き)(2011~2017)

漁獲割合とF値							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲量(トン) ^{*1}	3,205	5,807	3,485	3,506	5,081	4,444	4,240
資源量 ^{*2}	30,812	16,607	21,789	29,644	50,422	22,157	21,377
漁獲割合(%)	10.4	35.0	16.0	11.8	10.1	20.1	19.8
F値 ^{*3}	0.11	0.43	0.17	0.13	0.11	0.22	0.22

*1 府県調べの速報値に基づく値。

*2 漁獲割合やF値の算出に用いた4月1日時点の値。

*3 各年齢のFは等しいと仮定した。

年齢別親魚量(トン)								
	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
親魚量 ^{*4} (トン)	1歳	0	0	0	0	0	0	0
	2歳	3,455	4,361	5,589	6,784	25,813	4,617	5,473
	3歳	1,655	310	2,073	1,017	882	6,195	991
	4歳	0	0	187	0	30	0	2,046
	計	5,110	4,671	7,849	7,801	26,726	10,812	8,510

*4 各年齢の成熟率は、1歳0.0、2歳1.0、3歳1.0、4歳以上1.0と仮定した(補足資料2)。

翌年加入(1歳)尾数と前年親魚量(トン)および再生産成功率RPS								
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
翌年 加入尾数	(百万尾)	212	283	578	248	85	205	244
前年 親魚量	(トン)	2,373	5,110	4,671	7,849	7,801	26,726	10,812
RPS	(尾/kg)	89.5	55.3	123.8	31.5	11.0	7.7	22.5

各年の年齢別漁獲尾数(千尾)								
	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲尾数 (千尾)	1歳	71,257	65,512	39,878	60,361	22,014	15,124	35,801
	2歳	10,418	60,907	27,636	23,643	75,146	30,089	35,172
	3歳	3,732	3,236	7,663	2,649	1,920	30,183	4,762
	4歳	0	0	590	0	56	0	8,376

各年の年齢別漁獲量(トン)								
	年齢	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
漁獲量 ^{*6} (トン)	1歳	2,342	2,153	1,311	1,984	723	497	1,177
	2歳	584	3,412	1,548	1,324	4,209	1,685	1,970
	3歳	280	242	574	198	144	2,261	357
	4歳	0	0	52	0	5	0	737
計		3,205	5,807	3,485	3,506	5,081	4,444	4,240

*6 各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33 g、2歳56 g、3歳75 g、4歳以上88 gと仮定した。

表 3. トロール調査に基づく資源計算の結果(続き)(2018~2021)

漁獲割合とF値				
	2018	2019	2020	2021
漁獲量(トン) ^{*1}	2,636	3,039	3,300	3,419
資源量 ^{*2}	14,844	12,453	24,033	22,336
漁獲割合(%)	17.8	24.4	13.7	15.3
F値 ^{*3}	0.20	0.28	0.15	0.17

*1 府県調べの速報値に基づく値。

*2 漁獲割合やF値の算出に用いた4月1日時点の値。

*3 各年齢のFは等しいと仮定した。

*4 2021年のFは0.8Fcurrentとした。

年齢別親魚量(トン)					
	年齢	2018	2019	2020	2021
親魚量 ^{*4} (トン)	1歳	0	0	0	0
	2歳	3,634	3,172	5,202	6,273
	3歳	610	786	1,735	3,575
	4歳	152	0	147	1,046
	計	4,397	3,958	7,084	10,894

*5 各年齢の成熟率は、1歳0.0、2歳1.0、3歳1.0、4歳以上1.0と仮定した(補足資料2)。

翌年加入(1歳)尾数と前年親魚量(トン)および再生産成功率RPS					
		2018	2019	2020	2021
翌年 加入尾数	(百万尾)	167	417	125	223
前年 親魚量	(トン)	8,510	4,397	3,958	7,084
RPS	(尾/kg)	19.6	94.8	31.5	31.5

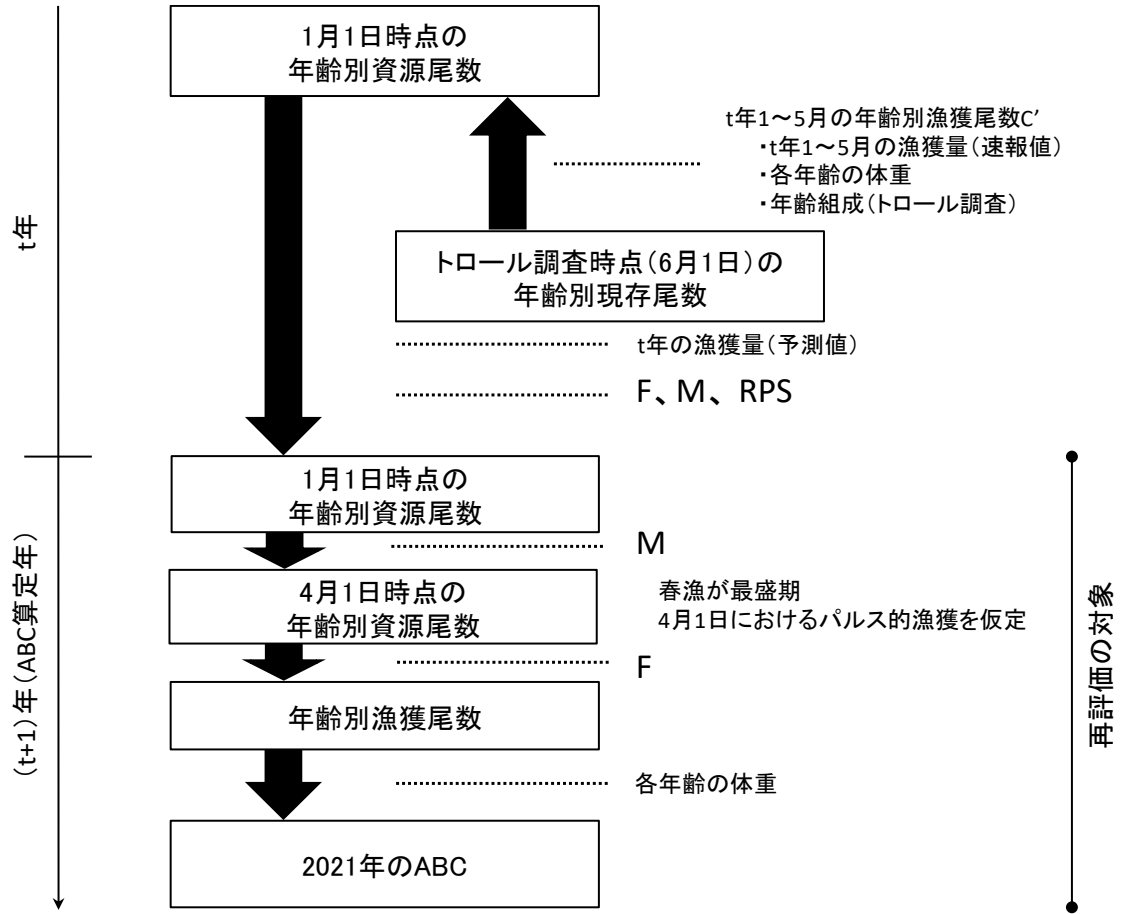
*6 斜字で示した2020年以降のRPSは、2005年以降の中央値(RPSmed)。

各年の年齢別漁獲尾数(千尾)					
	年齢	2018	2019	2020	2021
漁獲尾数 (千尾)	1歳	38,175	35,907	50,491	16,860
	2歳	20,383	26,601	21,507	29,452
	3歳	2,558	4,929	5,363	12,545
	4歳	544	0	387	3,128

各年の年齢別漁獲量(トン)					
	年齢	2018	2019	2020	2021
漁獲量 ^{*6} (トン)	1歳	1,255	1,180	1,659	554
	2歳	1,142	1,490	1,205	1,650
	3歳	192	369	402	940
	4歳	48	0	34	275
計		2,636	3,039	3,300	3,419

*7 各年齢の平均体重は、7月1日時点の値、1歳33 g、2歳56 g、3歳75 g、4歳以上88 gと仮定した。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算の方法

1. 資源量の算出方法

2020 (t) 年 1 月 1 日における a 歳の資源尾数 ($N_{a,t}$) を次式により求めた。

$$N_{a,t} = N'_{a,t} \exp\left(\frac{5}{12}M\right) + C'_{a,t} \exp\left(\frac{5}{12}M\right) \quad (1)$$

上式において、 $N'_{a,t}$ は t 年の調査時点 (6 月 1 日) における 1~4 (a) 歳の現存尾数 (補足資料 3)、 $C'_{a,t}$ は t 年 a 歳の 1~5 月における漁獲尾数であり、1~5 月の漁獲量を、1 歳が漁獲加入していない 1~2 月と漁獲加入後の 3~5 月に分け、それぞれ調査時点の年齢別重量組成により案分し、各年齢の平均体重で除して求めた。自然死亡係数 M は、寿命を 5 歳とし、田内・田中の式で求めた ($M=0.5$)。そして、a 歳の t 年 1 月 1 日における資源量 ($B_{a,t}$) は次式により求めた。

$$B_{a,t} = N_{a,t} w_a \quad (2)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重であり、それぞれ 1 歳 33 g、2 歳 56 g、3 歳 75 g、4 歳以上 88 g とした。次に、t 年 4 月 1 日における資源尾数 ($N''_{a,t}$) を次式により求めた。

$$N''_{a,t} = N_{a,t} \exp\left(-\frac{3}{12}M\right) \quad (3)$$

そして、a 歳の t 年 4 月 1 日における資源量 ($B''_{a,t}$) を次式により求めた。

$$B''_{a,t} = N''_{a,t} w_a \quad (4)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重であり、(2) 式と同じ値とした。そして、春漁が最盛期であることから 4 月 1 日にパルスの漁獲すると仮定し、a 歳の 4 月 1 日における資源量 ($B''_{a,t}$) と t 年の漁獲量 (Y_t) より、漁獲割合 (E_t) と漁獲死亡係数 (F_t) を次式よりそれぞれ求めた。

$$E_t = \frac{Y_t}{\sum_{a=1}^4 B''_{a,t}} \quad (5)$$

$$F_t = -\ln(1 - E_t) \quad (6)$$

また、 F は各年齢とも等しい (選択率 (1.0)) と仮定した。

*計算に用いた漁獲量は、各府県調べによる速報値であり、大和堆における漁獲は除いた。

(t+1) 年の 2~4 歳の資源尾数 (N_a) を次式により求めた。

$$N_{a+1,t+1} = N_{a,t} \exp(-M - F_t) \quad (7)$$

(t+1) 年の 1 歳の資源尾数 (加入尾数) は、次式より求めた。

$$N_{1,t+1} = RPS_{med} S_{t-1} \quad (8)$$

上式では、 RPS_{med} は 2005～2018 年の再生産成功率 (RPS) の中央値 31.5 (尾/kg) である。 S_{t-1} は、(t-1) 年の産卵親魚量であり、12 月 31 日に産卵すると仮定し、以下の式で求めた。

$$S_{t-1} = \sum_{a=1}^4 N_{a,t-1} \exp(-F_{t-1} - M) w_a m_a \quad (9)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重であり、(2) 式と同じ値とした。また、 m_a は a 歳の成熟率を表し、それぞれ 1 歳 0.0、2 歳 1.0、3 歳 1.0、4 歳 1.0 とした。

以上のようにして、推定した年齢別資源尾数を補足図 2-1 に、年齢別資源量を補足図 2-2 に示す。

2. 漁獲量の算出方法

(t+1) 年の漁獲量を次のように求めた。まず、(6) ～ (10) 式による (t+1) 年の各年齢 (a 歳) の資源尾数 $N_{a,t}$ と F を用い、次式より各年齢 (a 歳) の漁獲尾数 $C_{a,t+1}$ を求めた。

$$C_{a,t+1} = N_{a,t+1} \exp\left(-\frac{3}{12}M\right) [1 - \exp(-F)] \quad (10)$$

次に、漁獲量 (Y) を次式で求めた。

$$Y = \sum C_{a,t+1} w_a \quad (11)$$

上式では、 w_a は a 歳の平均体重 (7 月 1 日) であり、(2) 式と同じ値とした。

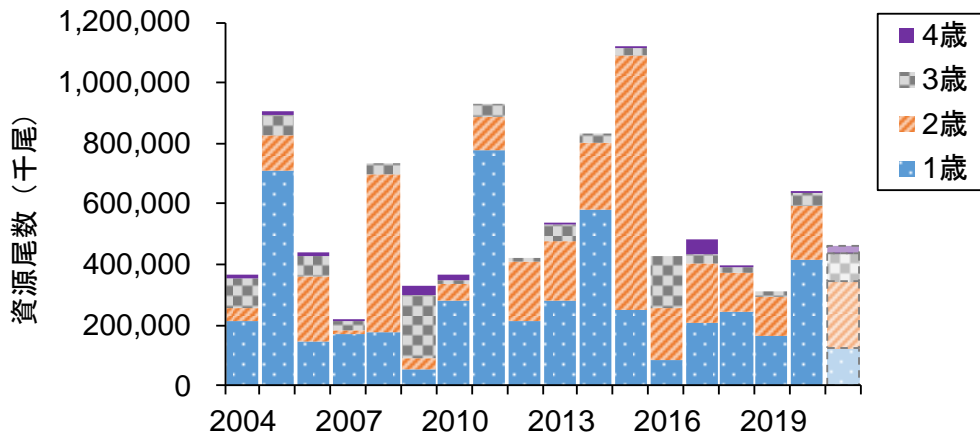
具体的には、以下のような条件で求めた。まず、2021 年の資源尾数の推定に関する条件を記す (参照：表 2 および表 3)。

- ・ 2020 年の RPS は、2005 年以降の中央値 (31.5 尾/kg)
- ・ 2019 年の親魚量は、3,958 トン
- ・ 2021 年の加入量は、(8) 式により算出し、124,819 千尾
- ・ 2020 年 1 月 1 日時点の年齢別資源尾数は、1 歳 416,695 千尾、2 歳 177,495 千尾、3 歳 44,258 千尾、4 歳 3,195 千尾

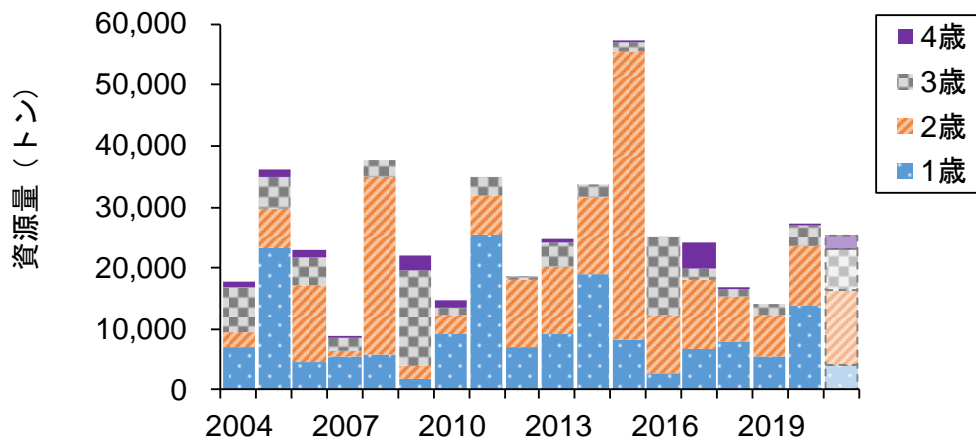
次に、F 値に関する条件を記す。なお、漁獲量の速報値の 1～5 月と年計には相関関係 (補足図 2-3) があり、2020 年の漁獲量 Y_{2020} を 1～5 月の速報値に基づき予測し、 F_{2020} を算出した。 $F_{current}$ は、当年を含む直近 3 年 (2018～2020 年) の平均値とした。

- ・ 2020 年の推定漁獲量 (速報値) は、3,300 トン
- ・ F_{2020} は 0.15 (漁獲割合 E_{2020} は 14%)
- ・ $F_{current}$ は 2018～2020 年の平均値 0.21
- ・ 管理基準値は 0.8 $F_{current}$ の値 0.17 (2021 年の漁獲割合 E_{2021} は 15%)
- ・ 各年齢の F は等しいと仮定した。

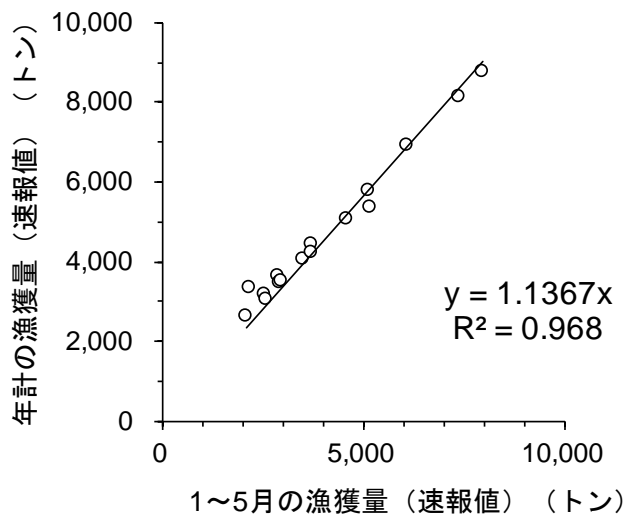
以上で算出した漁獲量の数値に、さらに漁獲量の速報値と農林統計値の関係 (補足図 2-4) (大和堆における漁獲量および速報値の誤差) を考慮し、係数 1.0633 を乗じて農林統計値へ換算した。2021 年における漁獲量 (農林統計値) は 3,635 トンと推定した。



補足図 2-1. 年齢別資源尾数 (1月1日時点)

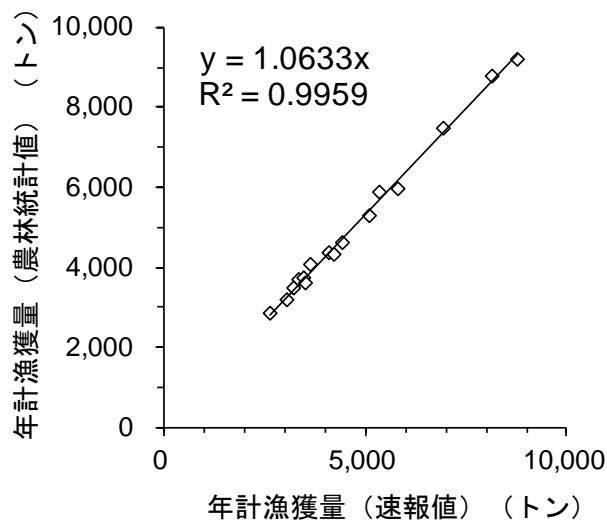


補足図 2-2. 年齢別資源量 (1月1日時点)



補足図 2-3. 府県調べの漁獲量速報値 1~5月と年計の関係

年計は暦年であり、大和堆を除いた値である。



補足図 2-4. 漁獲量（年計）に関する速報値と農林統計値の関係

漁獲量の速報値は各府県調べの月別漁法別漁獲量で、一部は主要港のみの値である。農林統計値は漁業・養殖業生産統計年報（水産庁）の数値で、府県別年計の水揚げ量で大和堆の漁獲量も含む。

補足資料3 面積密度法による現存量の推定方法

ハタハタ日本海西部系群の現存量の推定は、調査船による着底トロール調査（補足資料4、5）の結果を用いた面積密度法により行っている。2004～2020年の5～6月に、日本海西部の水深190～550mにおいて但州丸（358トン）（兵庫県立香住高等学校所属）による着底トロール調査を実施した。本海域を沖底小海区に沿った9海区（能登、加賀、若狭、但馬、隠岐周辺、隠岐北方、西浜田、東浜田、浜田沖）と190-300m、300-400m、400-550mの3水深帯（西浜田、東浜田は2水深帯、浜田沖は1水深帯）に区分した計23層に層化し、約140の調査点を配置した。使用したトロール網は、コッドエンドの目合は20mm、曳網時の袖先間隔が約17mである。各曳網で、袖先間隔を漁網監視装置により計測した。曳網速度を3ノット、曳網時間を原則30分とした。網着底から曳網終了までを曳網距離とし計測した。そして、調査結果に基づき面積密度法により調査時点（6月1日）の現存量および現存尾数を推定した。

海区と水深帯で層化した層(i)ごとに各調査点(j)における曳網距離に袖先間隔を乗じてi層j地点の曳網面積($a_{i,j}$)を求めた。i層j地点の採集重量あるいは採集尾数($C_{i,j}$)を $a_{i,j}$ で除し、i層j地点の密度($d_{i,j}$)を算出し、その平均をi層における密度 d_i とした。なお、 n_i はi層の調査地点数を表す。

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

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

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

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

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

トロール網の採集効率は東北太平洋のイトヒキダラ（成松ほか2013）やズワイガニ（渡部・北川2004）のものとほぼ同値の0.3とした。さらに、i層の密度の標準偏差(SD_i)を求め、 n_i と A_i によりi層における現存量あるいは現存尾数の標準誤差(SE_i)を計算し、調査海域全体における資源の標準誤差(SE)および変動係数(CV)を下式により求めた（参照：補足図3-1および補足表3-1）。なお、ここで得られる CV とは現存尾数および現存量の指標値に対する値であり、採集効率に伴う推定誤差は含んでいない。

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

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

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

また、t 年の体長階級 1 (体長 5 mm 間隔) の調査時点 (6 月 1 日) における現存尾数 ($N'_{t,l}$) は以下のように表される。

$$N'_{t,l} = \sum_{a=1}^A N'_{t,a} p_{t,a,l} \quad (8)$$

上式で a は年齢、 $p_{t,a,l}$ は t 年の a 歳の現存尾数 ($N'_{t,a}$) のうち体長階級 1 に属する割合である。 $p_{t,a,l}$ は以下の正規分布に従うと仮定した。

$$p_{t,a,l} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{t,a}^2}} \exp\left(-\frac{(l - \mu_{t,a})^2}{2\sigma_{t,a}^2}\right) \quad (9)$$

上式で l は体長階級 1 の階級値、 $\mu_{t,a}$ は t 年の a 歳の平均体長、 $\sigma_{t,a}$ は t 年の a 歳の体長の標準偏差である。 $p_{t,a,l}$ は下式の条件に従うと仮定した。

$$\sum_{l=0}^L p_{t,a,l} = 1 \quad (10)$$

$\mu_{t,a}$ は年齢群 (x) ごとにベルタランフィ어의成長式に従い、 $\sigma_{t,a}$ は $\mu_{t,a}$ と線形関係にあると仮定した。

$$\mu_{x,a} = L_{\infty x} (1 - \exp(-K_x (a - a_{0x}))) \quad (11)$$

$$\sigma_{t,a} = \alpha \mu_{t,a} + \beta \quad (12)$$

以上の条件のとき、 $N'_{t,a}$ 、 $L_{\infty x}$ 、 K_x 、 a_{0x} 、 α 、 β を推定パラメータとし、MS-excel のソルバを用いて下式の尤度関数 (L) を最大化する各パラメータを求めた。

$$L = \prod_{l=0}^L \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(N'_{t,l} - N_{t,l}^{ob})^2}{2\sigma^2}\right) \quad (13)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^L (N'_{t,l} - N_{t,l}^{ob})^2 \quad (14)$$

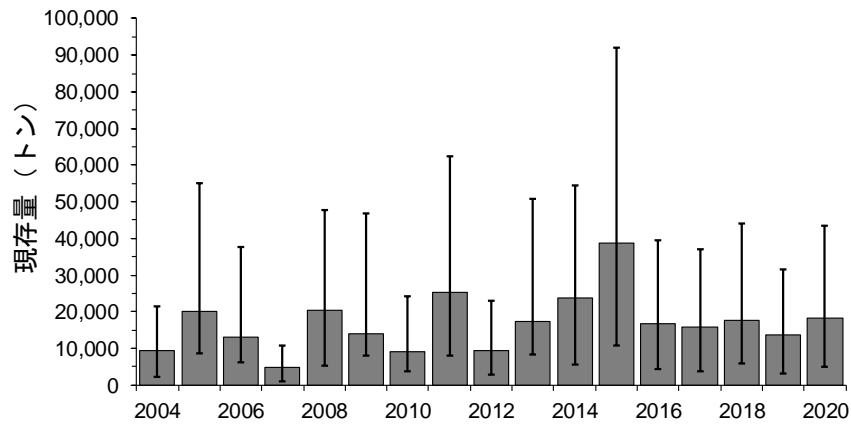
上式で、 $N_{t,l}^{ob}$ は体長階級 1 の採集尾数と (1) ~ (4) 式により推定された t 年の体長階級 1 の現存尾数の観測値である。

引用文献

成松庸二・伊藤正木・服部 努・稲川 亮 (2013) 平成 24 年度イトヒキダラ太平洋系群の

資源評価. 平成 24 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産総合研究センター, 833-843.

渡部俊広・北川大二 (2004) 曳航式深海用ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定. 日水誌, **70**, 297-303.



補足図 3-1. トロール調査に基づく現存量および 95%信頼区間の年変化

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

示した値は、調査点ごとに、各体長階級 (5 mm 刻み) の尾数 (密度) に平均体重を乗じた値の総和、つまり調査点ごとの重量 (密度) に基づくものであり、年齢構成による誤差は含まれていない。信頼区間の計算の際、対数正規分布に基づく誤差を仮定した。

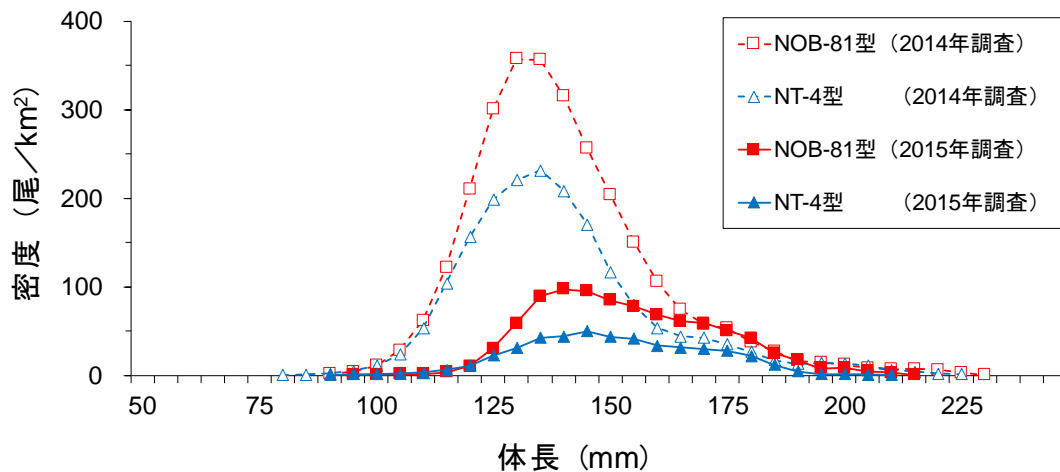
年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
調査点数	132	132	132	132	132	132	136	140
現存量(トン)	9,296	20,186	13,088	4,821	20,367	14,101	9,012	25,322
変動係数CV(%)	13.76	28.06	31.91	10.19	14.87	43.00	26.72	19.63
標準誤差SE(トン)	1,279	5,663	4,177	491	3,030	6,063	2,408	4,970
対数信頼区間(上限、トン)	12,174	34,983	24,464	5,888	27,261	32,753	15,217	37,203
対数信頼区間(下限、トン)	7,098	11,647	7,002	3,948	15,216	6,071	5,338	17,235

年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
調査点数	133	135	130	124	131	137	131	114
現存量(トン)	9,533	17,313	23,615	38,624	16,804	15,955	17,761	13,578
変動係数CV(%)	18.03	33.57	13.74	16.70	15.46	14.06	19.85	13.96
標準誤差SE(トン)	1,718	5,812	3,245	6,448	2,599	2,243	3,526	1,895
対数信頼区間(上限、トン)	13,572	33,429	30,913	53,576	22,754	21,016	26,210	17,850
対数信頼区間(下限、トン)	6,696	8,967	18,040	27,845	12,411	12,112	12,036	10,328

年	2020
調査点数	134
現存量(トン)	18,347
変動係数CV(%)	16.11
標準誤差SE(トン)	2,957
対数信頼区間(上限、トン)	25,162
対数信頼区間(下限、トン)	13,379

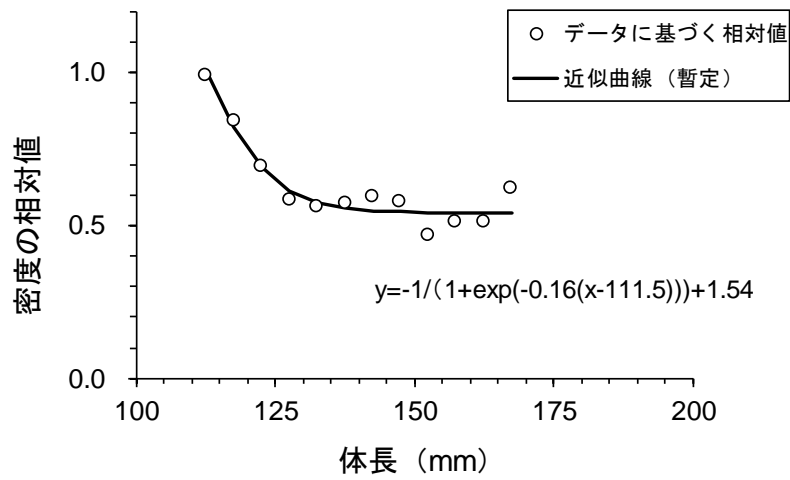
補足資料4 トロール調査の新旧網の採集尾数の比較

2014年9月と2015年9月に、但州丸（旧船499トン、新船358トン）（兵庫県立香住高等学校所属）による着底トロール網の新旧網比較調査を隠岐周辺海域の水深200～500m帯において実施した。旧網としてNT-4型（ニチモウ社製）を、新網としてNOB-81型（ニチモウ社製）を用いた。曳網は、2014年調査では新旧網それぞれ14回ずつ、2015年調査では15回ずつ行った。曳網速度は3.0ノット、曳網時間は原則30分とした。また、曳網時の袖先間隔を漁網監視装置（スキャンマー社製）で計測した。採集されたハタハタは雌雄別に尾数および重量を測定するとともに体長を測定した。そして、ハタハタ（雌雄込み）の体長階級別平均密度（尾/km²）を、新網を用いた場合と旧網を用いた場合それぞれについて算出した。その結果を調査年別に補足図4-1に示す。また、新網に対する旧網の相対値（旧/新）について、平均採集数が2尾以上であった体長階級の実測値（2年分）およびそれらを用いて最小二乗法により求めた近似曲線を補足図4-2に示す。推定した体長階級別相対値（110mm以下は115mm階級の推定値と、170mm以上は165mm階級の推定値と等しいと仮定した。）により、新網を用いてトロール調査を実施した2015年と2016年の調査結果を、旧網を用いた場合の値に換算した。



補足図4-1. 新旧網それぞれに基づくハタハタの体長階級別平均密度

各体長階級の値はその前後の階級を含む計3階級（15mm）分の平均値であり、採集効率を1.0と仮定したものである。



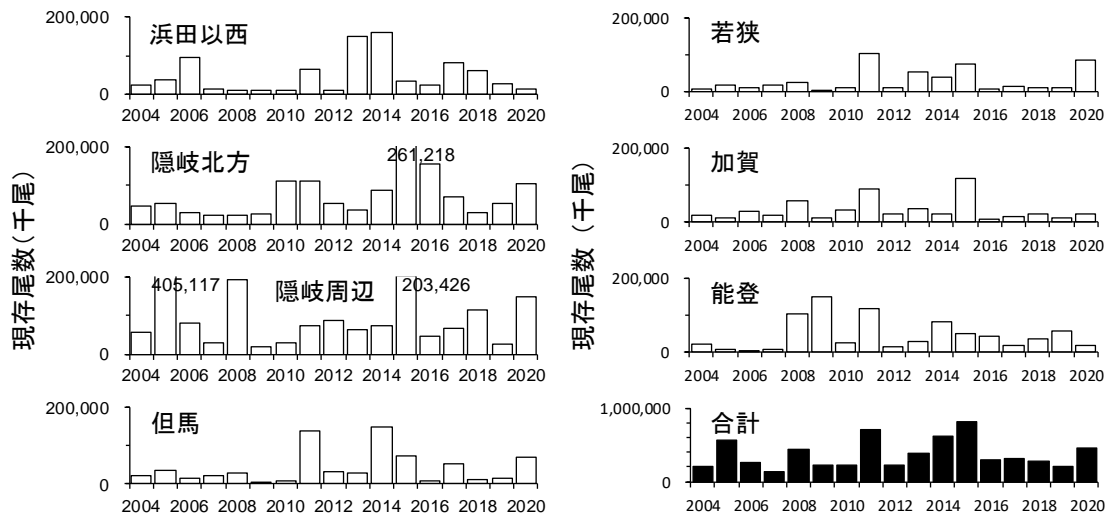
補足図 4-2. 新旧網の体長階級別密度の相対値 (旧網/新網)

補足資料 5 調査船調査の経過及び結果

トロール調査の結果に基づく海域別現存尾数を補足図 5-1 に示す。2004 年以降の海域組成は、基本的には隠岐周辺および隠岐北方が多い傾向はあるが、日本海西部の両端に位置する浜田以西と能登・加賀の資源尾数の増減により大きく変化している。この変化は、本資源が対象海域外から来遊する 2 群、すなわち、秋田県由来と朝鮮東岸由来、それぞれの日本海西部への来遊状況や各年における構成年級の豊度を反映していると考えられる。

例えば、2008 年、2009 年に能登で多かったのは、卓越していた 2006 年級が秋田県由来であったことを示している。2015 年、2016 年の隠岐北方での増加や 2017 年の但馬以西での増加は 2013 年級によると考えられるが、加賀や能登では 2015 年は増加したが 2016 年と 2017 年は減少している。2006 年級と 2013 年級の分布特性および由来産卵場が異なっていたと推察される。

そして、2020 年の現存尾数は、前年に比べて隠岐北方～若狭が増加したが、浜田以西と能登が減少した。日本海西部の合計では増加し、2016 年以降では最も多かった（表 2-1）。



補足図 5-1. 海域別現存尾数 (調査時点 (6月1日))

補足資料 6 1 歳魚の対象海域への来遊遅れの可能性

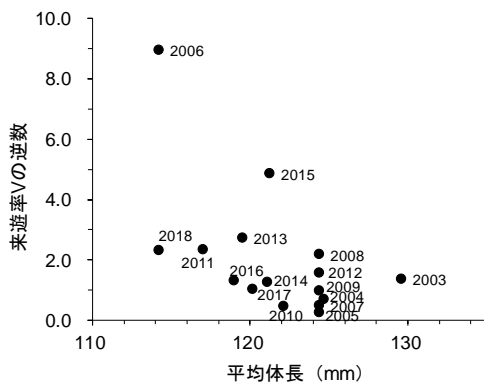
トロール調査に基づく年級群別現存尾数（図 11）では、時折、1 歳時点の現存尾数よりも 2 歳時点のそれの方が多くなることがある。例えば、2006 年級の 2 歳時点では、1 歳時点の 2.8 倍、2013 年級は 1.4 倍、2015 年級は 2.2 倍であった。本系群の対象海域には産卵場がなく、対象資源が日本海北部や朝鮮半島東岸からの来遊群で構成されている。2006 年級群などのデータは 1 歳時点での来遊が遅れたことを示唆する可能性がある。ここで、 t 年級群の 1 歳時点の来遊状況を、補足資料 2 に基づき、1 歳時点に来遊した比率 $V_{1,t}$ （以下、来遊率と呼ぶ）として、仮に、以下のように表す。

$$V_{1,t} = \frac{N_{1,t+1}}{N_{2,t+2} \exp(F_{1,t+1} + M)} \quad (1)$$

上式では、 $N_{1,t+1}$ は t 年級群の 1 歳時点 ($t+1$ 年) の資源尾数 (1 月 1 日)、 $N_{2,t+2}$ は t 年級群の 2 歳時点 ($t+2$ 年) の資源尾数、 $F_{1,t+1}$ は t 年級群の 1 歳時 ($t+1$ 年) にかかる漁獲係数、 M (0.25) は自然死亡係数である。このようにして求めた各年級群の来遊率を補足表 6-1 に示した。値は 0.11~3.87 の値を示し、1 以上の値もあり、さらに精査が必要である。1 以上の値を除く平均は 0.55 であり、2006 年級 0.11、2013 年級 0.37、2015 年級 0.21 であった。

一方、トロール調査に基づくハタハタの体長組成（図 10）では、1 歳魚の体長組成の年変化が大きく、各年級群で特徴がある。例えば、2013 年級群（2014 年調査）や 2018 年級群（2019 年調査）では体長 100 mm 以下の個体の出現が確認できる。そこで、各年級群の 1 歳平均体長（調査時点）と 1 歳時点の来遊率の逆数を補足図 6-1 に示した。各年級の 1 歳平均体長は、トロール調査で得られた現存尾数ベースの雌雄別体長組成を複合正規分布により年齢分解する際、同時にパラメータとして探索した平均体長の雌雄平均値である。

今後、データを蓄積し、平均体長と来遊率の逆数との関係が明瞭になるようであれば、来遊状況の影響も考慮した 1 歳魚資源尾数の算出方法を検討できると期待される。



補足図 6-1. 各年級群の 1 歳平均体長と 1 歳時点の来遊率の逆数

補足表 6-1. 各年級群の 1 歳時点の来遊率とその逆数および平均体長

年級群	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
来遊率V	0.73	1.45	3.87	0.11	2.04	0.46	1.02	2.14	0.43	0.64	0.37	0.79	0.21	0.76	0.98	0.43
来遊率Vの逆数	1.37	0.69	0.26	8.96	0.49	2.18	0.98	0.47	2.34	1.57	2.73	1.26	4.85	1.31	1.02	2.32
平均体長 (mm)	129.6	124.7	124.4	114.2	124.4	124.4	124.4	122.2	117.0	124.4	119.5	121.1	121.3	119.0	120.2	114.2

補足資料 7 沖底漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

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

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

上式で C は漁獲量を、 X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

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

$$P = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J U_{i,j}$$

集計単位における有効漁獲努力量（ X' ）と漁獲量（ C ）、資源量指数（ P ）の関係は次式のように表される。

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

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

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

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