

令和元（2019）年度マイワシ対馬暖流系群の資源評価

担当水研：西海区水産研究所

参画機関：日本海区水産研究所、青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県農林水産技術センター水産振興センター、山形県水産試験場、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫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、山口県水産研究センター、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、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により求めた。資源量は、1970年代から増加し、1988年には1千万トンに達したと推定された。しかし、1990年代に資源量は急減し、2001～2003年には過去最低水準である5千トン付近で推移した。2004年以降の資源量は増加傾向にある。2018年の資源量は368千トンで、親魚量は251千トンと推定された。2018年の親魚量が B_{limit} （100千トン）を上回っていることから資源水準は中位で、最近5年間（2014～2018年）の資源量の推移から動向は増加と判断した。今後、再生産成功率（加入量÷親魚量）が、不確実性の高い直近年（2018年）を除く過去10年（2008～2017年）の中央値で継続した場合に、現状の漁獲圧の維持（ $F_{current}$ ）、および親魚量の維持（ F_{med} ）の各漁獲シナリオで期待される漁獲量を2020年ABCとして算定した。なお、本評価における現状の漁獲圧の維持シナリオは親魚量の増大（ $F_{40\%SPR}$ ）シナリオと同等である。

漁獲シナリオ (管理基準)	Target/ Limit	2020 年 ABC (千トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)	2025 年の 親魚量 (千トン) (80%区間)	確率評価 (%)	
						2025 年に 2018 年 親魚量を 維持	2025 年に Blimit を 維持
現状の漁獲圧 の維持* ($F_{current} \div F_{40\%SPR}$)	Target	69	16	0.24 (-20%)	501 (185～881)	76	99
	Limit	84	19	0.30 (±0%)	393 (155～773)	68	97
親魚量の維持* ($F_{med} \div F_{30\%SPR}$)	Target	90	20	0.33 (+9%)	354 (125～699)	53	96
	Limit	108	24	0.41 (+36%)	256 (91～474)	40	88

コメント

- ・本系群の ABC 算定には、規則 1-1) - (1) を用いた。
- ・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「大韓民国及び中華人民共和国等と我が国の水域にまたがって分布し、大韓民国及び中華人民共和国等においても採捕が行われていることから、関係国との協調した管理に向けて取り組みつつ、資源の維持若しくは増大することを基本に、我が国水域への来遊量の年変動も配慮しながら、管理を行う」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数以下の漁獲係数であれば、資源を維持または増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

Target は、資源変動やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下で、より安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Limit は各漁獲シナリオの下で許容される最大の F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。 $F_{current}$ は 2014～2018 年の F の平均値、漁獲割合は 2020 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量の維持を指す。2018 年の親魚量は 251 千トン。

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2015	274	160	70	0.47	25.4
2016	303	147	62	0.41	20.6
2017	313	183	54	0.28	17.3
2018	368	251	71	0.28	19.2
2019	409	232	79	0.30	19.4
2020	444	257	—	—	—

2019 年および 2020 年の値は将来予測に基づいた推定値である。F は各年齢の平均値である。

	指標	水準	設定理由
Bban	資源量	5 千トン	近年における最低資源量4.4千トン(2003年)およびその前後の資源量推定値より判断
Blimit	親魚量	1971 年水準 (100 千トン)	これ未満の親魚量では良好な加入量が期待できなくなる。
2018 年	親魚量	1971 年水準以上 (251 千トン)	

水準：中位 動向：増加

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、関連調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 主要港水揚量（青森～鹿児島（17）府県） 大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 月別体長組成調査（水研、青森～鹿児島（17）府県） ・市場測定 体長一年齢測定調査（水研） ・市場測定、年齢査定
資源量指数 ・産卵量 ・資源量指標値	卵稚仔調査（周年、水研、青森～鹿児島（17）府県） ・ノルパックネット* 境港まき網漁獲量（鳥取県）*
自然死亡係数（M）	年当たり $M=0.4$ を仮定（Wada and Jacobson 1998）

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

1. まえがき

我が国周辺に分布するマイワシは、対馬暖流系群と太平洋系群から構成され、1980 年代後半に日本周辺域で最も多獲された魚種である。1988 年には日本全体で約 450 万トンの漁獲量があった。対馬暖流系群では、1980 年代半ばから 1990 年代前半にかけて 100 万トンを超える漁獲量があったが、その後減少し、2000～2010 年の漁獲量は 2007 年を除いて 1 万トンを下回った（表 1）。漁獲量の減少要因として、1980 年代後半に再生産成功率が低下したことや、資源の減少に伴って漁獲圧が高くなったことが考えられる。連続した加入の失敗は、人為的な影響よりも、自然環境的な要因によるものと考えられている（Watanabe et al. 1995、Ohshimo et al. 2009）。このように、マイワシは数十年規模の資源変動を示すが、再生産関係を考慮し、不適な環境においてもある程度の加入が見込める親魚量を確保することが重要である。また、資源が低水準となった場合には、親魚量を増加させ、将来の好適な海洋環境下での加入量の回復に備える必要がある。

平成 21（2009）年度から「日本海西部・九州西部海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源

回復計画」が開始された。小型魚保護のため、大中型まき網漁業は小型魚を主とする漁獲があった場合には、以降、集中的な漁獲圧をかけないように速やかに漁場移動を行い、中・小型まき網漁業は、団体毎に一定日数の休漁、水揚げ日数制限等の漁獲制限を行うという取り組みが実施された。資源回復計画は平成 23（2011）年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、平成 24（2012）年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は東シナ海北部から日本海にかけて広く分布し、分布域は資源量とともに変化すると考えられている（図 1）。資源量の多かった 1980 年代には日本海の沖合域にも分布していたが、資源量が減少した 2000 年以降の分布域は沿岸域に限られていた（檜山 1998、Muko et al. 2018）。また、分布域の広さは資源量だけでなく物理環境の影響を受けることが指摘されている（Muko et al. 2018）。この分布域内において、マイワシは大きささまざまな規模で季節回遊していると考えられる（伊東 1961、黒田 1991）。しかし、本系群の回遊に関する科学的知見は不足している。

(2) 年齢・成長

マイワシの成長速度は、水温や餌料などの環境要因だけでなく、年齢といった内的要因の影響も受け、高齢になるほど成長が遅くなる。また、資源水準と同調した変動を示すことも指摘されており、資源増加期に成長が速く、資源高水準期に遅くなる（Hiyama et al. 1995）。近年における本系群の成長は、生育場により異なるが、満 1 年で体長 15 cm 程度、2 年で 18 cm 程度、3 年で 19 cm 程度に達する。寿命は 7 歳程度と推定される。図 2 に、2014～2018 年の各年齢における漁獲物の被鱗体長と体重の平均値を示した。

(3) 成熟・産卵

日本のマイワシの成熟開始年齢は資源量によって変動することが知られている（森本 2010）。地理的な違いはみられるものの、過去の資源高水準期では、満 1 歳魚での産卵は稀であり、産卵群の主体は 2 歳以上であった。資源減少期に入ると、成熟した満 1 歳魚が確認されている。資源水準が低かった 2008～2010 年では満 1 歳魚の多くが成熟していたとの報告もある（米田ほか 2013）。しかし、個体が成熟し産卵できるかどうかは、産卵期前にどれだけ栄養を蓄えられたかによると考えられている（森本 2010）。また、水温等の環境要因が成熟を促進または抑制する条件になっていることから（Matsuyama et al. 1991）、成熟開始年齢は短期的な環境要因の変化の影響も受けると考えられる。これらの知見から、本系群の評価で使用する年齢別成熟率は、資源水準を指標として似たような時期（例えば 1960～1970 年、1994～1999 年、2016～2018 年）には同等の数値をとると仮定した。図 3 に過去の本系群の評価で使用された年齢別成熟率の仮定を示した。この仮定における年齢別成熟率は 1 歳で 0～50%、2 歳で 50～100%、3 歳以上で 100%である。成熟率に関する仮定の妥当性は、個体の精密測定や生殖腺の組織学的観察によって検討される。近年では、これらの観察結果より、2016 年に 1 歳魚の成熟率の低下が認められており（安田ほか 2018）、

この成熟率の低下は資源水準の増加を反映したものであると考えられる。2018 年の 1 歳魚の成熟率はこれと同等であるとした。その結果、2016～2018 年の年齢別成熟率は、0 歳魚では全数が未成熟、満 1 歳魚では全体の 25%が、2 歳魚以上では全数が成熟するとなった。

本系群の産卵期は冬から春(1～6 月)であり、低緯度海域ほど早く産卵する傾向がある。産卵場は能登半島から九州西岸にかけての沿岸域に形成されるが(図 1)、産卵場の主体となる海域は年変動する。資源増加期である 1986 年までは九州北部海域と日本海西部海域の卵豊度が高かったのに対し、資源減少期である 1990 年以降では日本海北部海域での卵豊度が高かった(檜山 1998、後藤 1998)。九州沿岸部に限ると、資源水準が高い年代には薩南海域で、低い年代には五島以北で多くの卵が採集される傾向がみられている(松岡・小西 2001)。

(4) 被捕食関係

仔魚期には、かいあし類などの動物プランクトンを捕食する(Nakai 1962)。成魚期には、動物プランクトンに加えて珪藻類などの植物プランクトンやカタクチイワシなどの卵も濾過捕食する(Nakai 1962、馬場ほか 2018)。索餌期は主に春から秋である。春季における植物プランクトンの季節増殖のタイミングが本系群の再生産に影響することが指摘されている(Kodama et al. 2018)。本系群の捕食者は、仔魚期では大型動物プランクトンや小型魚類等であり、成魚期では大型魚類および哺乳類、海鳥類等と考えられる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

対馬暖流域に生息するマイワシは、まき網、定置網、棒受網などで漁獲される。資源水準の高かった 1980 年代では沿岸域から沖合域にかけて広く漁場が形成されたが、近年の漁場は主に沿岸域である。

(2) 漁獲量の推移

本評価における漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報の日本海および東シナ海側に位置する青森県～鹿児島県の合計値に、漁獲成績報告書より日本海区および東シナ海区以外に所属する漁船による当該海域における漁獲量を加え、日本海区および東シナ海区に所属する漁船による太平洋海域における漁獲量を差し引いた値とした(図 4、表 1)。

漁獲量は、1983 年に 100 万トンを超え、1991 年まで 100 万トン以上であったが、その後急速に減少し、2001 年には 1 千トンまで落ち込んだ。その後、2004 年以降は増加傾向となり、2013 年の漁獲量は 85 千トンと 2000 年以後で最も多かった。2014 年になり漁獲量が急減し 9 千トンとなったが、2015 年には再び増加し 69 千トンとなった。2014 年の漁獲量の急減は、2015 年の漁獲物に 2 歳以上の高年齢魚が多く含まれていたことから、資源量の低下によるものではなく、漁場となる沿岸域への来遊が少なかったためと考えられる。2015 年以後における漁獲量は徐々に減少し、2017 年には 54 千トンとなったが、2018 年の漁獲量は 71 千トンに増加した。2018 年には、日本海北区(青森県～石川県)における漁獲量が前年と比べて大幅に増加したのに対し、日本海西区(福井県～山口県)の漁獲量が前年と比べてほぼ半減した。東シナ海区(福岡県～鹿児島県)における漁獲量は前年と同程度

であった。近年における漁獲量の増加は日本海北部において顕著であるが、東シナ海においては横ばいである。

対馬暖流域では日本の他に韓国もマイワシを漁獲しており、かつてはロシアによる漁獲もあった。韓国の漁獲量は 1987 年に 19 万トン記録したが、その後は減少した。2000～2015 年の漁獲量は 0～4 千トンであったが、2016 年には 5 千トンに増加し、2018 年の漁獲量は 7 千トンであった（水産統計（韓国海洋水産部）、<http://www.fips.go.kr:7001/index.jsp>、2019 年 3 月）。ロシアの漁獲量は 1991 年まで 20 万トンを超えていたが、1992 年には 7 万トンとなり、それ以後の漁獲はほとんどない（ジガーリン 未発表資料）。中国によるマイワシ（Japanese pilchard）漁獲量は、2007～2017 年にかけて 12 万～17 万トンであり、横ばいで推移している（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2017、<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>、2019 年 6 月）。これら外国による漁獲量は、本系群を対象としたものであるか不明なため、参考資料とし、本資源評価の計算には含めなかった。

(3) 漁獲努力量

本系群の近年における主漁場は日本海西南部海域であり、この海域のマイワシは主にまき網漁業により漁獲される。まき網漁船はマアジ、マサバ、マイワシ等の浮魚類を主な対象として操業し、鳥取県境港が水揚げの中心港となっている。資源が極めて低水準であった 2000 年代前半では、他魚種を対象とした操業で混獲される場合が多く、マイワシに対する漁獲努力量を把握することは困難であった。近年、マイワシがまとまって水揚げされるようになってきたため、境港に水揚げしたまき網漁船の延べ日別水揚げ統数が本系群の漁獲努力量の指標として利用できると考えられる（図 5）。延べ日別水揚げ統数は、2004～2018 年は 1.5 千～1.9 千カ統で安定して推移しており、2018 年には 1.5 千カ統であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁獲量、漁獲物の生物測定および鱗などの年齢形質による年齢査定から年齢別・年別漁獲尾数を算出し、1960～2018 年までの期間でコホート解析を行った。コホート解析においては 2004～2018 年の資源量指標値（産卵量、境港で水揚げされるマイワシのまき網 1 カ統当りの漁獲量）を用いて 2018 年の漁獲係数 F の調整を行った（補足資料 1、2）。なお、2015～2016 年の漁獲量や漁獲物の年齢組成から、2014 年は漁場となる沿岸域への来遊が極めて少ない年であったと考えられる。資源量指標値は沿岸域における漁獲情報および卵稚仔調査に基づくため、2014 年の資源量指標値はその年の資源量および親魚量を指標していないと考えられることから F の調整のためには用いなかった。境港で水揚げされるマイワシのまき網 1 カ統当りの漁獲量の計算方法について検討した（補足資料 3）。

夏期に行われている魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」および冬期に行われている日本海西部海域における浮魚類魚群量調査におけるマイワシの採集状況について補足資料 4 に示した。夏期と冬期におけるマイワシの分布範囲に対して調査海域が限られていることから、現時点では、これらの調査結果から信頼できるマイワシの資源量指標値が得られていないと考え、資源計算には用いず、参考資料とした。引き続き調査

を実施して、データの蓄積を継続し、調査・解析手法の改善に取り組む予定である。

(2) 資源量指標値の推移

境港で水揚げされるマイワシのまき網 1 ヲ統あたり漁獲量（トン／統数；補足資料 2）を図 5 に示す。2000 年代前半は低い値であったが、2011 年以降大幅に増加した。2014 年は急減し、0.53 トン/統数であったが、2015 年に 17.77 トン/統数となり再び増加した。2018 年は 11.08 トン/統数で前年より減少したものの 2011 年以降高い水準を維持している。境港で水揚げされるまき網の操業記録に基づく資源量指標値は、本系群全体の資源密度の増減だけでなく、漁場形成の影響を受けている可能性がある。今後、その他の海域および漁業種における漁獲努力量と漁獲量の把握を進め、資源量指標値の信頼性の評価および精度向上を図る必要がある。

九州西岸から日本海で実施された卵稚仔調査の結果を図 6 に示す。本資源の産卵量は、2000 年代後半には 1 兆～10 兆粒の範囲で推移したが、2010 年以降 10 兆～100 兆粒に増加し、2018 年は 90 兆粒であった。

(3) 漁獲物の年齢構成

年齢別・年別漁獲尾数を図 7、補足資料 5 に示す。1990 年代後半から 2010 年にかけて、漁獲物の年齢構成は 0 歳魚が主体であったが、2011 年以降は 1 歳以上の漁獲尾数の割合が増加している。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により得られた結果を表 1 に、資源量と漁獲割合の推移を図 8 に示す。コホート解析の結果から、資源量は 1970 年代から増加し、1988 年には 1,000 万トンに達したと推定される。その後減少し、1995 年には 100 万トンを下回り、2001 年には 1 万トンを下回った。2004 年以降の資源量は増加傾向にあり、2014 年には一旦減少したが、2018 年の資源量は 37 万トンまで増加した。

漁獲割合は 1960 年代後半から 1970 年代前半までは低かったが、その後高くなり、1990 年代以降は大きく増減しながら減少傾向にある。2010 年の漁獲割合は 3%であったが、その後増加し、2014 年の 4%を除いて 15～34%の間で推移している。2018 年の漁獲割合は 19%である。

資源量計算では自然死亡係数（ M ）は 0.4 を仮定したが、この値を 0.3、0.5 に変更して、2018 年の資源量、親魚量、加入量（0 歳魚の資源尾数）を計算した結果を図 9 に示す。 M の値が大きくなると、いずれの値も大きくなり、 M が 0.3 の場合は 0.4 の場合の 72%の値となり、 M が 0.5 の場合は 0.4 の場合の 150～151%の値となった。

漁獲係数 F の推移を図 10 に、資源量と F の関係を図 11 に示す。1965 年から 1990 年代前半の F は比較的低い値で緩やかな増加傾向を示した。1990 年代中盤以降から、 F は急激に増加し、経年変動が大きくなった。2005～2010 年にかけて F は減少傾向にあったが、その後の F は再び緩やかに増加しながら推移している。

(5) 再生産関係

親魚量と加入量の関係を図 12 に示す。親魚量と加入量の間には正の相関が認められるが、親魚量あたりの加入量は安定的ではなく、特に 1970～1980 年代と 1990～2000 年代では大きく異なる。親魚量の増減に対する加入量の増減は、1990～2000 年代に比べて 1970～1980 年代の方が大きい。この違いに関しては中長期変動する環境要因の影響が働いているとされている (Ohshimo et al. 2009)。

(6) Blimit の設定

親魚量に対して高い加入量が確認されたのは 1971 年以降であり、この年の親魚量は 9.9 万トン、加入量は 39 億尾であった (図 12)。その一方で、1971 年水準より少ない親魚量では 39 億尾を超える加入は 1972 年、2010 年を除き認められていない (表 1)。1971 年水準以下では、環境が好転しても高い加入が期待できない可能性が高い。このことから、本系群では、過去に良好な加入に繋がった 1971 年の親魚量 (9.9 万トン) 以上を確保することが望ましいと考え、これに近い親魚量 10 万トンを Blimit とした (図 12)。

また、近年における最低資源量 0.4 万トン (2003 年) およびその前後の資源量推定値より、資源量 0.5 万トンを Bban (図 8) とした。

(7) 資源の水準・動向

資源水準は、Blimit との対応から、親魚量 10 万トンを低位と中位の境界とした。また、資源量が多かった 1980 年代から 1990 年代前半までが高位に相当するように中位と高位の境界は親魚量 100 万トンとした。2018 年の親魚量は 25 万トンであることから中位と判断した。動向は、最近 5 年間 (2014～2018 年) の資源量の推移から、増加と判断した。

(8) 今後の加入量の見積もり

①再生産成功率の推移

親魚量と加入量の推移を図 13、表 1 に示す。加入量は、2001～2003 年は 0.5 億尾前後と低かったが、2004 年に 2 億尾を上回って以降、増加傾向にある。2018 年の加入量は 55 億尾と推定されたが、直近年の加入量は、年齢別漁獲尾数の追加・更新等により変更されやすく、不確実性が高い。夏季に行われた中層トロール調査におけるマイワシ (主に当歳魚) の CPUE は 2016 年に最も高い値が得られている。2018 年の CPUE は前年の値と近似した (補足資料 3)。親魚量は 2004 年以降から増加傾向を示し、2018 年の親魚量は 25 万トンとなった。

再生産成功率の推移を図 14 に示す。再生産成功率は 1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて低い値で推移していたが、1990 年代中盤に増加した後に変動しながら横ばいに推移している。近年では 2004、2005、2010 年において比較的高い値が認められた。親魚量と再生産成功率の関係を図 15 に示す。親魚量が極めて多かった 1988 年以降に再生産成功率が連続して低くなる期間がみられる。

②資源と海洋環境の関係

マイワシの資源量は中長期変動する海洋環境の影響を受けることが指摘されている

(Yatsu et al. 2005)。本系群においては、リッカー型の再生産曲線からの加入量の対数残差 (LNRR) が、冬季のモンスーンインデックス (MOI: イルクーツクと根室の海面気圧差、季節風の強さの指標) や北極振動 (AO: 冬季北半球の大気循環の変動パターン) の指数に対応して変動していたことから、季節風の強さや水温といった環境要因の中長期変動がマイワシの再生産成功率に影響することが示唆される (Ohshimo et al. 2009)。本報告では、LNRR とほぼ同じ傾向を示す再生産成功率の対数値 (lnRPS) の変動傾向を図 16 に示した。lnRPS の動向は AO の正負を逆にした動向におおよそ対応している。

③今後の加入量の仮定

将来予測において、今後の加入量は再生産成功率と親魚量の積として見積もった。計算に用いる再生産成功率は、コホート解析において不確実性が高くなる直近年 (2018 年) を除く過去 10 年間 (2008~2017 年) の中央値 (23.0 尾/kg) とした。

(9) 生物学的管理基準 (漁獲係数) と現状の漁獲圧の関係

F と加入量あたり漁獲量 (YPR)、加入量あたり親魚量 (SPR) の関係を図 17 に示す。年齢別の体重は近年 5 年間 (2014~2018 年) の単純平均値とした。年齢別成熟率は 2016~2017 年と同等と仮定した。現状の F (Fcurrent) は、コホート解析における近年 5 年間 (2014~2018 年) の F の単純平均値とした。Fmed は、近年 10 年間 (コホート解析における不確実性の高い直近年の 2018 年を除く 2008~2017 年の 10 年間) の再生産成功率の中央値に対応しており、資源維持を図る漁獲係数である (Fcurrent の選択率の下で、SPR が 43.5 g ($1 \div 0.0230$ 尾/g) になる F)。さらに、Fmax、F40%SPR、F30%SPR との関係も示した。Fcurrent は全ての管理基準の中で最も低く、F40%SPR と同程度であった。Fmed は、F30%SPR と近似した。

5. 2020 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は 1980 年代に高い水準にあったが、1990 年代後半に急減し、2001~2003 年には過去最低水準で推移した。資源量は、2004 年以後徐々に増加し、2009~2012 年の間急激に増加したが、2016 年以後は減少傾向にある。2018 年の資源量は 368 千トン、親魚量は 251 千トンであり、Bban (資源量 5 千トン) および Blimit (親魚量 100 千トン) を上回っている。資源水準は中位、動向は増加と判断した。

(2) 漁獲シナリオに対応した推定漁獲量の算定

複数のシナリオに合わせて F を変化させた場合の、コホート解析による推定漁獲量と資源量の予測値を以下の表および図 18、表 2 に示す。本系群では現状の親魚量を維持または増大させることを管理目標とし、2018 年の親魚量が Blimit を上回っていると推定されたことから、ABC 算定規則 1-1)-(1)に従い、現状の漁獲圧の維持シナリオ (Fcurrent) および親魚量の維持シナリオ (Fmed) の下で 2020 年 ABC を算定した。

自然死亡率が高い小型浮魚類の親魚量を長期間安定的に維持するためには、SPR の 40~60%に相当する高い水準が必要とされ、また加入量に連続的な相関がある場合においても

40%前後の高めの水準を必要とするとの指摘がある（Caddy and Mahon 1995）。このことから本系群では、これまで漁獲がない場合の SPR の 40%に相当する親魚量を確保する管理基準値（F40%SPR）を親魚量の増大シナリオとして提案してきた。今年度評価における F40%SPR は Fcurrent と同程度であったため、現状の漁獲圧の維持シナリオは親魚量の増大シナリオと同等とみなせる。

2019 年の F は Fcurrent（2014～2018 年の平均値）とした。漁獲シナリオに対応した推定漁獲量を算定した結果、Fmed 未満の F では親魚量の増加が見込まれる。Fcurrent は Fmed を下回っており、現状の漁獲圧の維持シナリオで漁獲した場合でも、将来の親魚量の増加が見込まれる。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (千トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.24	71	79	69	80	91	104	119	137
	Limit	0.30	71	79	84	92	100	109	119	130
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.33	71	79	90	97	103	110	117	125
	Limit	0.41	71	79	108	108	109	109	109	109
			資源量 (千トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.24	368	409	444	507	581	664	759	868
	Limit	0.30	368	409	444	483	527	574	625	681
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.33	368	409	444	472	505	539	575	613
	Limit	0.41	368	409	444	442	443	443	443	443
			親魚量 (千トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
現状の漁獲圧の 維持 (Fcurrent)	Target	0.24	251	232	257	292	336	383	439	501
	Limit	0.30	251	232	257	278	305	331	361	393
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.33	251	232	257	273	292	311	332	354
	Limit	0.41	251	232	257	255	256	256	256	256

Target は資源変動やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下で、より安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量およびそれで達成される資源量で、Limit は各漁獲シナリオの下で許容される最大の F 値による漁獲量およびそれで達成される資源量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

・海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画第 3 に記載されている本系群の中期的管理方針では、「大韓民国及び中華人民共和国等と我が国の水域にまたがって分布し、大韓民国及び中華人民共和国等においても採捕が行われていることから、関係国との協調した管理に向けて取り組みつつ、資源の維持若しくは増大することを基本に、我が国水域への来遊量の年変動も配慮しながら、管理を行う」とされており、親魚量の維持シナリオから得られる漁獲係数以下の漁獲係数であれば、資源を維持または増大させることができると考えられる。同方針に合致する漁獲シナリオには*を付した。

Target は資源変動やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、各漁獲シナリオの下で、より安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量で、Limit は各漁獲シナリオの下で許容される最大の F 値による漁獲量である。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。Fcurrent は 2014～2018 年の F の平均値、漁獲割合は 2020 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。漁獲シナリオにある「親魚量の維持」は中長期的に安定する親魚量の維持を指す。2018 年の親魚量は 251 千トン。

(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
2017 年漁獲量確定値 2018 年漁獲量暫定値・月別体長組成	2017 年漁獲量 2017 年年齢別漁獲尾数
2017 年資源量指標値の確定 2018 年資源量指標値	2018 年までの年齢別資源尾数（再生産関係）、漁獲係数（年齢別選択率）

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン) (実際の F 値)
2018 年(当初)	Fmed	0.36	392	96*	80	
2018 年(2018 年 再評価)	Fmed	0.44	627	157	130	
2018 年(2019 年 再評価)	Fmed	0.41	368	95	79	71 (0.28)
2019 年(当初)	Fmed	0.44	711	186*	155	
2019 年(2019 年 再評価)	Fmed	0.41	409	102	85	
2018、2019 年とも、TAC 設定の根拠となったシナリオについて行った。 *は TAC 設定の根拠である。						

2018 年の資源量は 2018 年再評価時に比べて大きく下方修正された。これは、2018 年における漁獲物の中に 1 歳魚（2017 年級群）が少なく、2017 年級群の資源尾数が 2018 年再評価時点から大きく下方修正されたこと、さらに、2018 年資源量指標値が低かったため、2018 年級群（2018 年時の 0 歳魚）の資源尾数も 2018 年再評価時に想定していたよりも下方修正されたことが大きく影響している。資源量の下方修正に伴い、ABC も下方修正された。

2019 年の資源量および ABC も当初に比べて大きく下方修正された。前述した 2017 年級群（2019 年時の 2 歳魚）および 2018 年級群（2019 年時の 1 歳魚）の資源量の下方修正に伴い、親魚量が減少したため、2019 年級群（2019 年時の 0 歳魚）の資源尾数も約 99 億尾から 53 億尾に下方修正されたことが要因となっている。

6. ABC 以外の管理方策の提言

現在の資源量は、2000 年代前半に比べて 6～7 倍増加したものの、1980 年代の資源量と比べると依然として低い水準にある。また、本系群の再生産成功率の年変動は激しく（図 14）、将来予測における推定値の不確実性は高い状況にある（図 19）。本資源の利用・管理にあたっては、これらを十分に考慮して実施することが望ましい。平成 21（2009）年度から平成 23（2011）年度にかけて「日本海西部・九州西部海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画」が開始され、小型魚保護のため、大中型まき網漁業は小型魚を主とする漁獲があった場合には集中的な漁獲圧をかけないように速やかに漁場移動を行い、中・小型まき網漁業は団体毎に一定日数の休漁や水揚げ日数制限等の漁獲制限を行うという取り組みが実施された。同措置は資源管理指針・計画のもとで現在も継続されており、今後も引き続き実施されることが望ましいと考えられる。

7. 引用文献

- Caddy, J. F., and R. Mahon (1995) Reference points for fisheries management. FAO Fish. Tech. Pap. **347**, FAO, 83 pp.
- 馬場 孝・森本晴之・後藤常夫・南條暢聡・尾田昌紀・上野陽一郎 (2018) 春季日本海におけるマイワシとカタクチイワシの同時同所採集物を用いた食性比較. 日本水産学会誌, **84**(2), 288-290.
- 後藤常夫 (1998) 1979～1994 年春季の日本海におけるマイワシ卵の豊度と分布. 日本海区水産研究所研究報告, (48), 51-60.
- 檜山義明 (1998) 対馬暖流域での回遊範囲と成長速度. 「マイワシの資源変動と生態変化」渡邊良朗・和田時夫編, 恒星社厚生閣, 東京, 35-44.
- Hiyama, Y., H. Nishida and T. Goto (1995) Interannual fluctuations in recruitment and growth of the sardine, *Sardinops melanostictus*, in the Sea of Japan and adjacent waters. Res. Popul. Ecol., **37**, 177-183.
- 伊東祐方 (1961) 日本近海におけるマイワシの漁業生物学的研究. 日本海区水産研究所研究報告, (9), 1-227.
- Kodama T, T. Wagawa, S. Ohshimo, H. Morimoto, N. Iguchi, K. Fukudome, T. Goto, M. Takahashi and T. Yasuda (2018) Improvement in recruitment of Japanese sardine with delay of spring phytoplankton bloom in the Sea of Japan. Fish. Oceanogr., **27**(4), 289-371.
- 黒田一紀 (1991) マイワシの初期生活期を中心とする再生産過程に関する研究. 中央水産研究所研究報告, (3), 25-278.
- Matsuyama, M., S. Adachi, Y. Nagahama, C. Kitajima and S. Matsuura (1991) Annual reproductive cycle of the captive female Japanese sardine *Sardinops melanostictus*: relationship to ovarian development and serum levels of gonadal steroid hormones. Mar. Biol., **108**, 21-29.
- 松岡正信・小西芳信 (2001) 1979～1995 年の九州周辺海域におけるマイワシの産卵量と分布. 水産海洋研究, **65**, 67-731.
- 森本晴之 (2010) 日本産マイワシにおける繁殖特性の時空間変化とその個体群動態への影響. 水産海洋研究, **74** (特集号), 35-45.
- Muko, S., S. Ohshimo, H. Kurota, T. Yasuda and M. Fukuwaka (2018) Long-term distribution change

- of Japanese sardine in the Sea of Japan with their population dynamics. Mar. Ecol. Prog. Ser., **593**, 141-154.
- Nakai, Z. (1962) Studies relevant to mechanisms underlying the fluctuation in the catch of the Japanese sardine, *Sardinops melanosticta* (Temminck & Schlegel). 魚類学雑誌, **9**, 1-115.
- Ohshimo, S., H. Tanaka and Y. Hiyama (2009) Long-term stock assessment and growth changes of the Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*) in the Sea of Japan and East China Sea from 1953 to 2006. Fish. Oceanogr., **18**, 346-358.
- Wada, T., and L. D. Jacobson (1998) Regimes and stock-recruitment relationships in Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), 1951-1995. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **55**, 2455-2463.
- Watanabe, Y., H. Zenitani and R. Kimura (1995) Population decline of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus* owing to recruitment failures. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **52**, 1609-1616.
- 安田十也・黒田啓行・林 晃・依田真里・鈴木 圭・高橋素光 (2018) 平成 29 (2017) 年度マイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成 29 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC 種), 第 1 分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 15-52.
- Yatsu, A., T. Watanabe, M. Ishida, H. Sugisaki and L. D. Jacobson (2005) Environmental effects on recruitment and productivity of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* and chub mackerel *Scomber japonicus* with recommendations for management. Fish. Oceanogr., **14**, 263-278.
- 米田道夫・田中寛繁・本田 聡・西田 宏・梨田一也・廣田祐一・石田 実・大下誠二・宮辺 伸・伊藤春香・清水昭男 (2013) 2008－2010 年の西日本沿岸域におけるマイワシの性成熟, 産卵期およびバッチ産卵数. 水産海洋研究, **77**(2), 59-67.

(執筆者：高橋素光、黒田啓行、依田真里、竹垣草世香、安田十也)

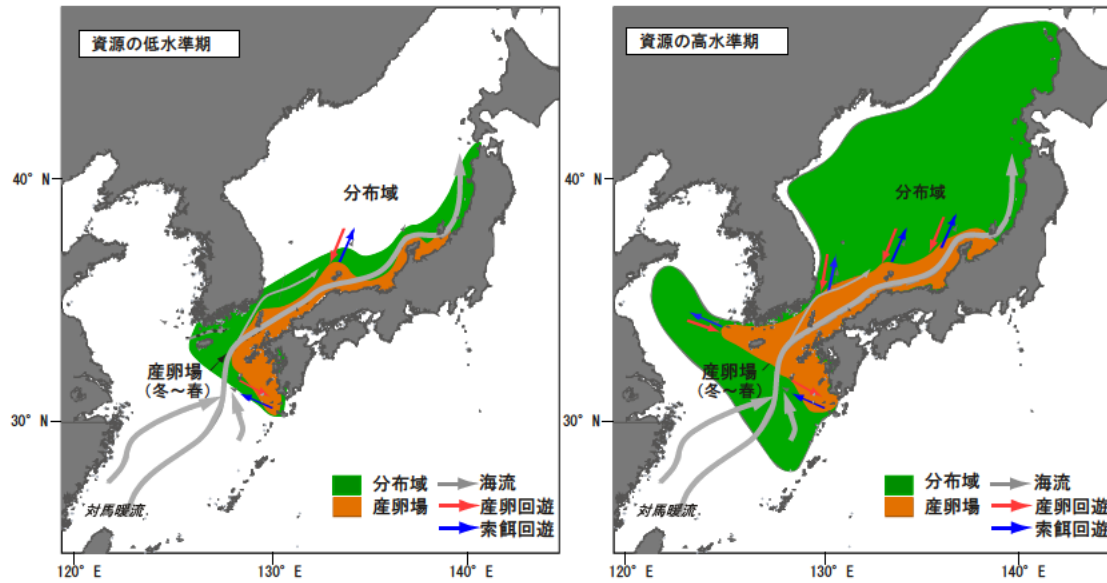


図1. マイワシ対馬暖流系群の分布・回遊および生活史と漁場形成模式図
(左：低水準期、右：高水準期)

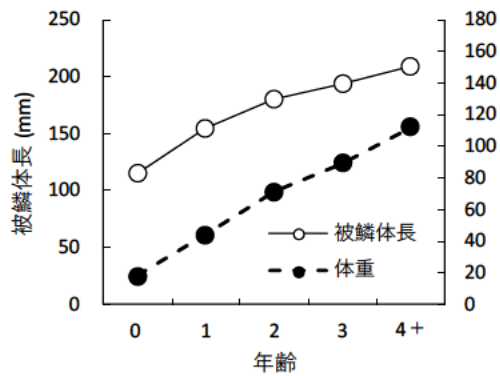


図2. 年齢と成長（2014～2018年
の漁獲物平均値）

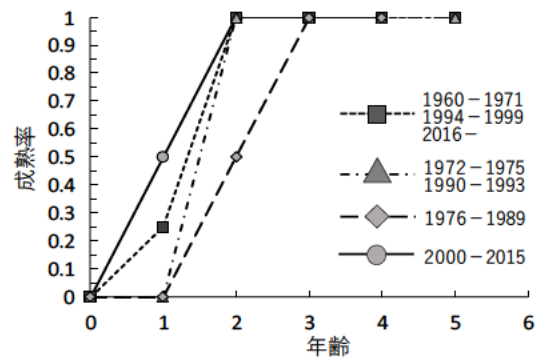


図3. 年齢と成熟率

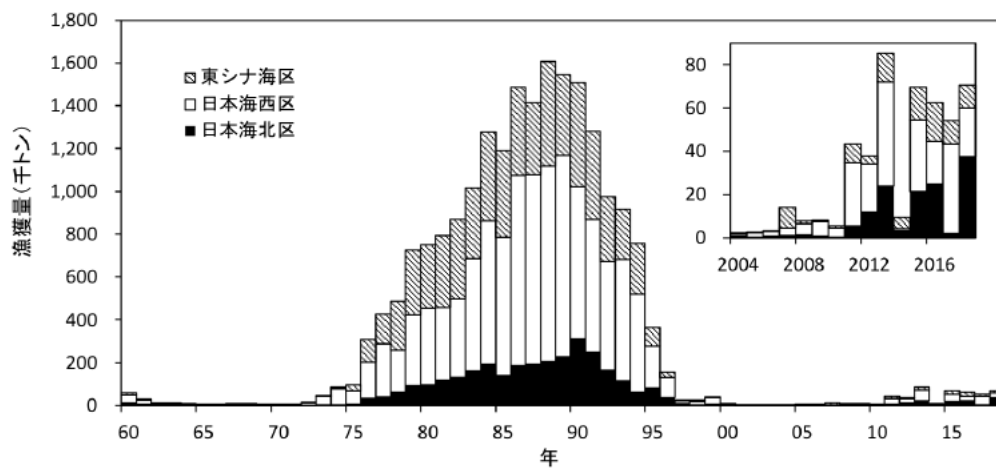


図4. 漁獲量の推移

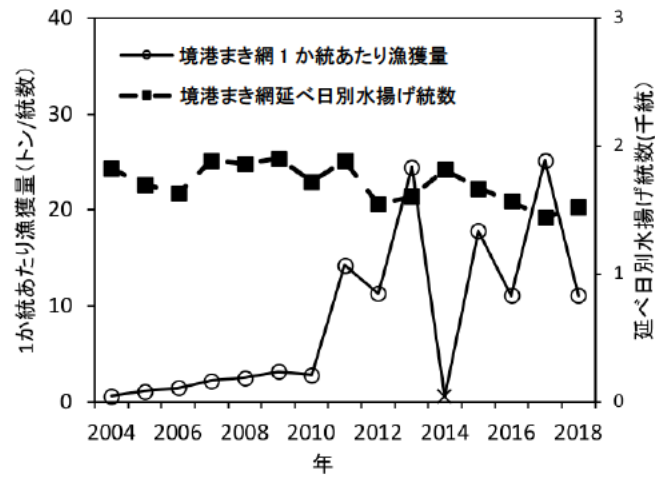


図5. 境港まき網の努力量（延べ日別水揚げ統数）と1ヵ統あたり漁獲量（トン/統数）

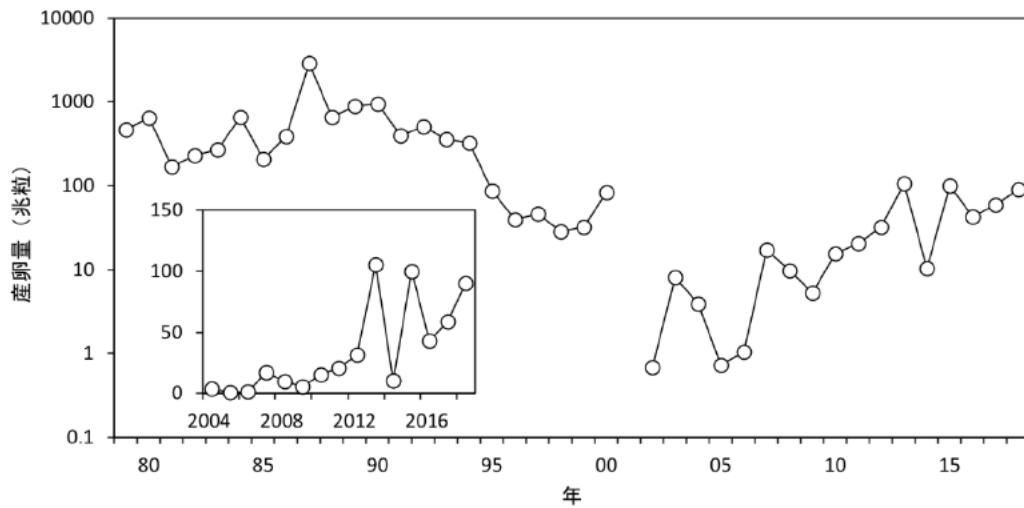


図6. 卵稚仔調査（九州～日本海）による産卵量 2001年に卵は採集されなかった。

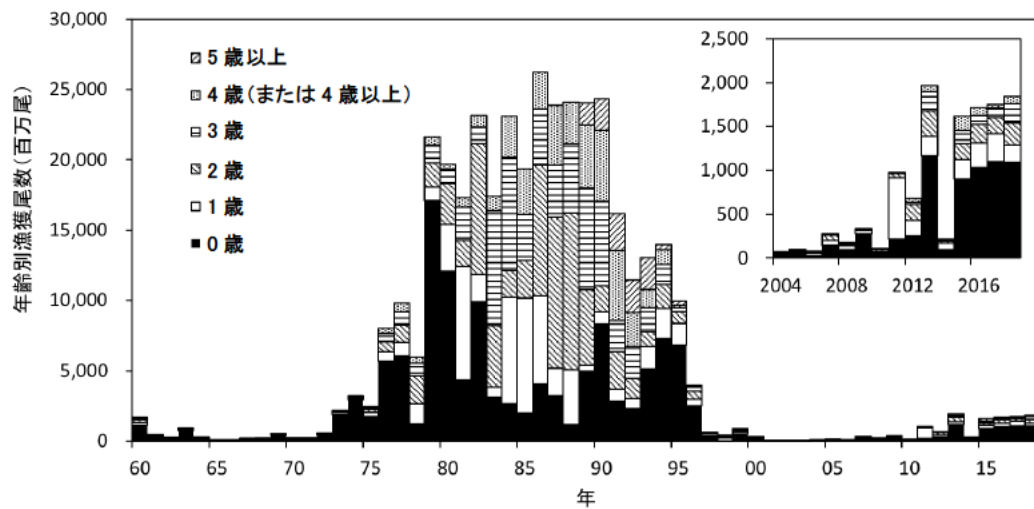


図7. 年齢別・年別漁獲尾数

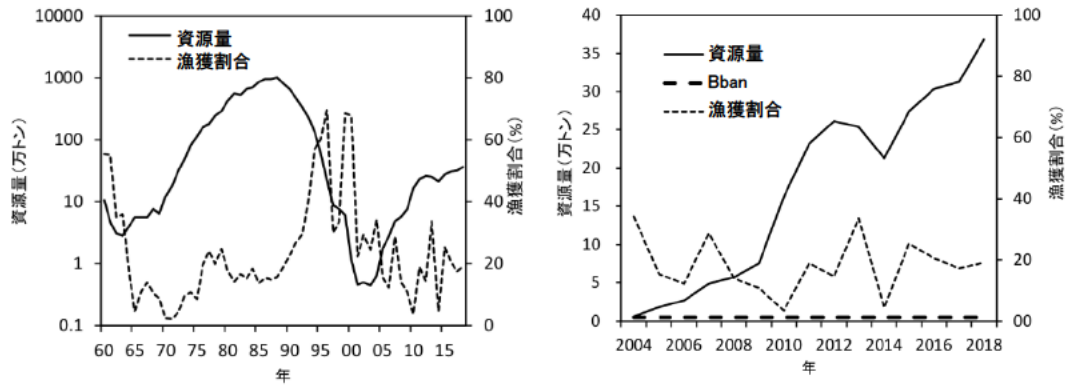


図 8. 資源量と漁獲割合（左：1960～2018 年、資源量は対数表示、右：2004～2018 年、Bban は資源量 5 千トン）

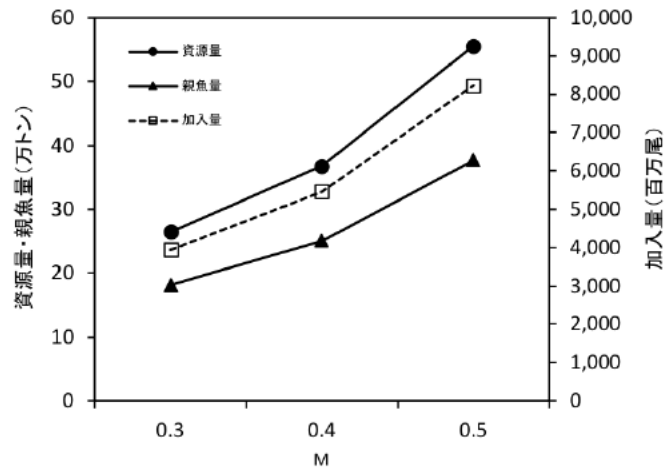


図 9. 自然死亡係数 M と 2018 年資源量、親魚量、加入量の関係

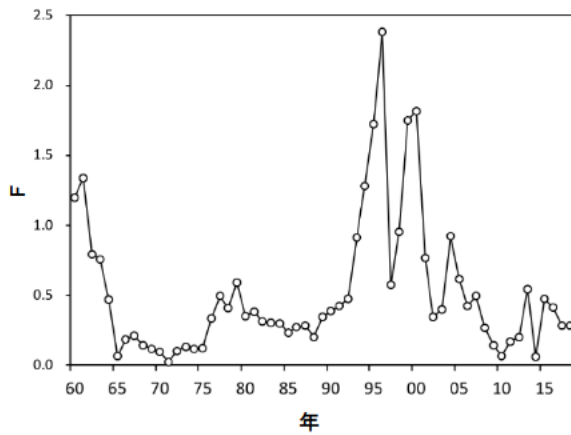


図 10. 漁獲係数 F の推移

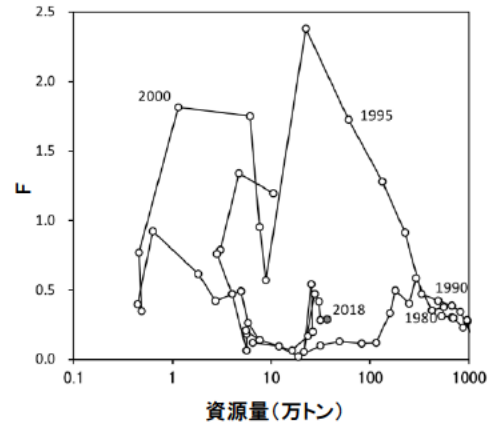


図 11. 1960～2018 年における資源量と F の関係（図中の数値は年）

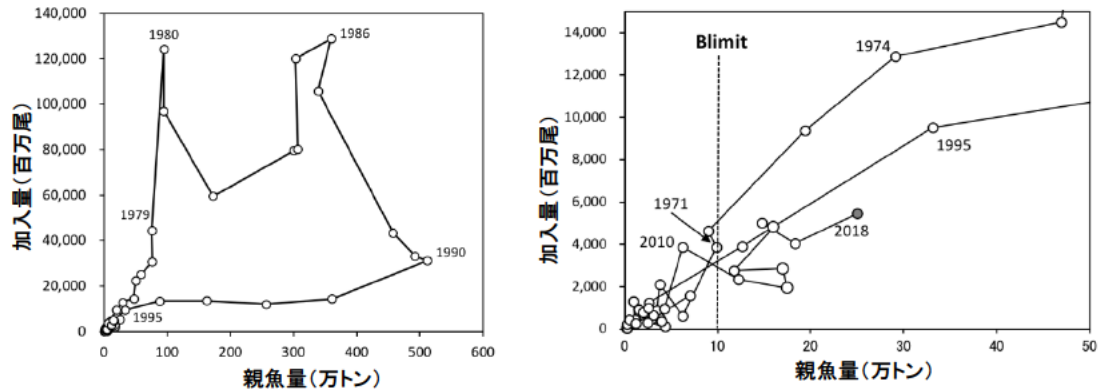


図 12. 親魚量と加入量の関係（左：全期間、右：親魚量 50 万トン以下のデータのみ。）
図中の数値は年を示す。右図の破線は Blimit（1971 年水準の親魚量 10 万トン）を示し、図中の黒色のシンボルが 2018 年の値を示す。

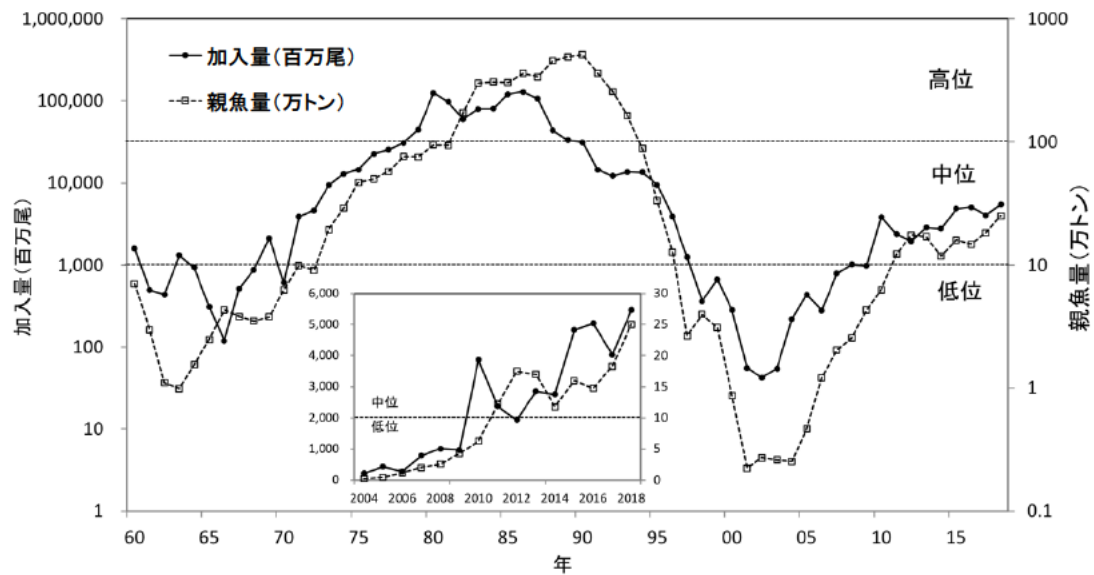


図 13. 親魚量と加入量の推移（破線は親魚量による資源水準の判断基準）

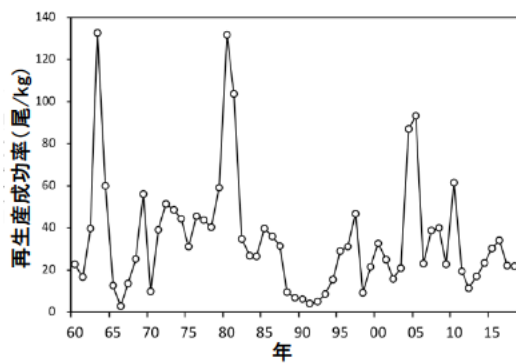


図 14. 再生産成功率（RPS）の推移

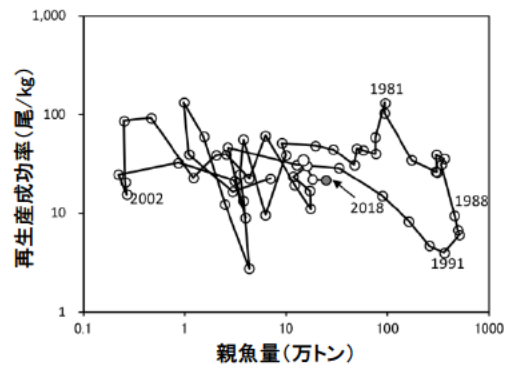


図 15. 親魚量と再生産成功率（RPS）の関係（図中の数値は年）

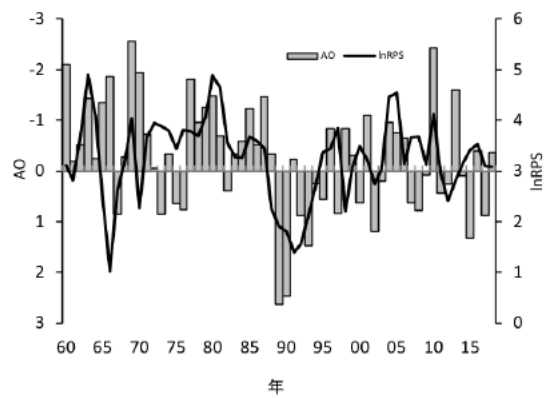


図 16. 資源と海洋環境の関係 (lnRPS : RPS の対数値 (折れ線)、AO : 北極振動 (棒グラフ))

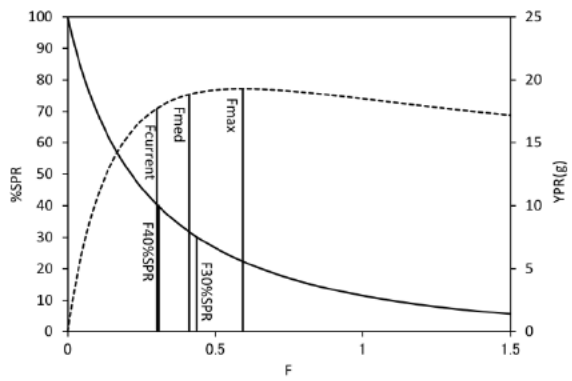


図 17. F と %SPR (実線)、YPR (点線) の関係

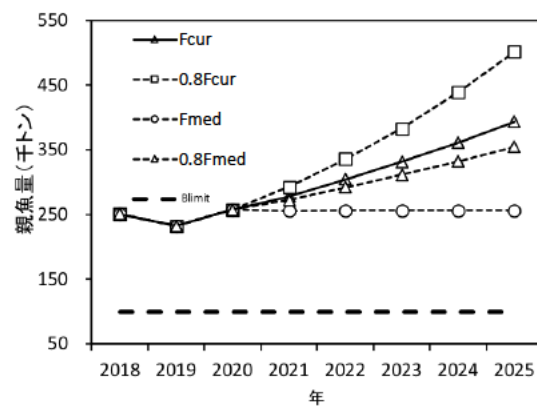
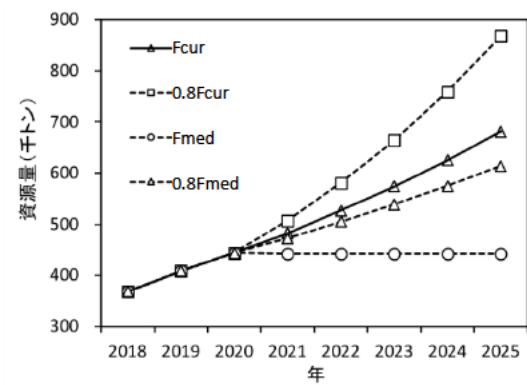
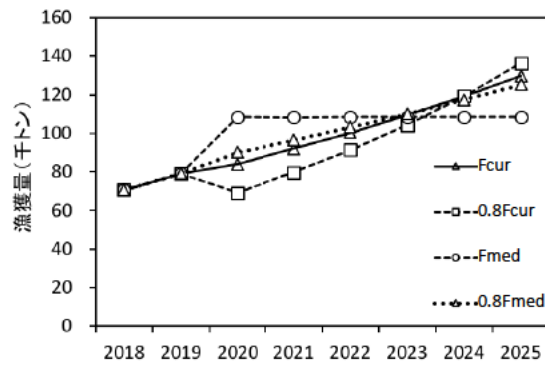


図 18. 各シナリオに対応する漁獲量、資源量、親魚量の予測値

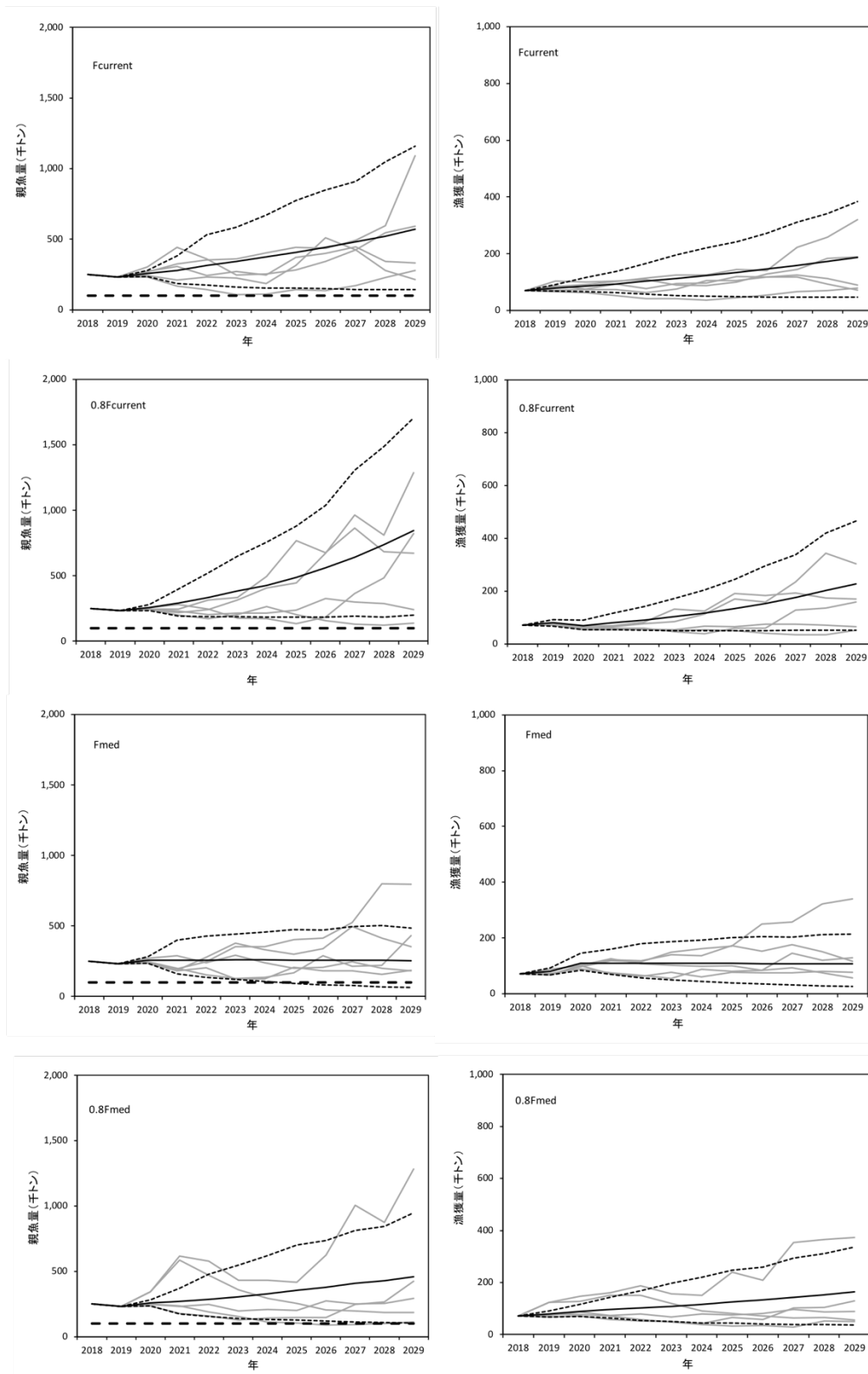


図 19. 再生産成功率の変動を考慮したシミュレーション結果（左列：親魚量、右列：漁獲量） 1,000 回の試行のうち、黒の点線は上下 10%、太線は平均値、灰色の線は 1,000 回のうち任意の 5 回のシミュレーション結果の例、黒の破線は Blimit を示す。

表 1. マイワシ対馬暖流系群の資源解析結果（1960～1994 年）

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	0 歳加入尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/Kg)
1960	58	105	70	1,593	56	23
1961	26	47	30	493	55	17
1962	11	30	11	436	35	40
1963	10	28	10	1,306	36	132
1964	7	40	15	927	18	60
1965	3	56	25	310	5	12
1966	6	56	43	119	11	3
1967	8	56	38	513	14	13
1968	8	76	35	877	10	25
1969	6	65	38	2,122	9	56
1970	3	119	62	607	2	10
1971	4	187	99	3,873	2	39
1972	14	313	90	4,650	4	51
1973	47	490	194	9,393	10	48
1974	87	815	291	12,879	11	44
1975	96	1,139	470	14,522	8	31
1976	309	1,583	498	22,570	20	45
1977	429	1,787	577	25,184	24	44
1978	487	2,466	761	30,630	20	40
1979	727	2,927	754	44,578	25	59
1980	751	4,215	944	124,264	18	132
1981	791	5,553	937	97,069	14	104
1982	869	5,255	1,725	59,594	17	35
1983	1,017	6,675	3,004	79,610	15	27
1984	1,278	6,979	3,064	80,285	18	26
1985	1,191	8,682	3,029	120,056	14	40
1986	1,486	9,620	3,593	128,911	15	36
1987	1,412	9,494	3,385	105,948	15	31
1988	1,606	10,209	4,571	43,400	16	9
1989	1,546	8,191	4,919	33,287	19	7
1990	1,505	6,666	5,111	31,227	23	6
1991	1,281	4,840	3,610	14,473	26	4
1992	975	3,311	2,568	12,120	29	5
1993	917	2,252	1,625	13,571	41	8
1994	758	1,334	881	13,395	57	15

表 1. マイワシ対馬暖流系群の資源解析結果（続き）（1995～2018 年）

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	0 歳加入尾数 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/Kg)
1995	366	607	331	9,524	60	29
1996	156	224	126	3,911	70	31
1997	26	88	27	1,239	30	47
1998	25	76	40	362	33	9
1999	41	60	31	666	69	22
2000	8	11	9	283	68	33
2001	1	5	2	55	22	25
2002	1	5	3	42	29	16
2003	1	4	3	55	24	21
2004	2	6	3	221	34	87
2005	3	18	5	434	15	93
2006	3	27	12	279	12	23
2007	14	49	20	786	29	39
2008	8	58	26	1,014	14	40
2009	8	76	43	975	11	23
2010	6	162	63	3,862	3	61
2011	44	232	122	2,365	19	19
2012	38	261	175	1,942	15	11
2013	85	254	170	2,855	34	17
2014	9	212	118	2,754	4	23
2015	70	274	160	4,824	25	30
2016	62	303	147	5,034	21	34
2017	54	313	183	4,034	17	22
2018	71	368	251	5,465	19	22

表 2. 各シナリオに対応する将来予測

Fcurrent

年齢別漁獲係数

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
3	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
4+	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
平均	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	5,338	5,920	6,405	7,006	7,622	8,310	9,053
1	2,772	2,775	3,077	3,329	3,641	3,962	4,319
2	1,049	1,606	1,607	1,782	1,929	2,110	2,295
3	745	548	839	840	931	1,008	1,102
4+	528	555	481	576	618	676	734
計	10,432	11,403	12,410	13,534	14,741	16,065	17,504

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	87	96	104	114	124	135	147
1	120	120	133	144	158	172	187
2	75	115	115	127	138	151	164
3	67	49	75	75	84	91	99
4+	60	63	55	66	70	77	84
資源量計	409	444	483	527	574	625	681
親魚量	232	257	278	305	331	361	393

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	982	1,089	1,178	1,288	1,402	1,528	1,665
1	308	308	342	370	405	440	480
2	189	290	290	322	348	381	414
3	213	157	240	240	266	288	315
4+	151	159	138	165	177	193	210
計	1,843	2,002	2,188	2,385	2,597	2,831	3,084

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	16	18	19	21	23	25	27
1	13	13	15	16	18	19	21
2	14	21	21	23	25	27	30
3	19	14	22	22	24	26	28
4+	17	18	16	19	20	22	24
計	79	84	92	100	109	119	130

表 2. 各シナリオに対応する将来予測（続き）

0.8Fcurrent

年齢別漁獲係数

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
2	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
3	0.43	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
4+	0.43	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
平均	0.30	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	5,338	5,920	6,725	7,723	8,817	10,090	11,537
1	2,772	2,775	3,237	3,678	4,223	4,822	5,518
2	1,049	1,606	1,655	1,931	2,194	2,519	2,876
3	745	548	882	909	1,061	1,205	1,384
4+	528	555	524	669	750	861	982
計	10,432	11,403	13,024	14,909	17,045	19,496	22,297

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	87	96	109	126	143	164	188
1	120	120	140	159	183	209	239
2	75	115	118	138	157	180	205
3	67	49	79	82	95	108	124
4+	60	63	60	76	86	98	112
資源量計	409	444	507	581	664	759	868
親魚量	232	257	292	336	383	439	501

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	982	892	1,014	1,164	1,329	1,521	1,739
1	308	250	292	332	381	435	498
2	189	238	245	286	325	373	425
3	213	131	210	216	253	287	329
4+	151	132	125	159	179	205	234
計	1,843	1,643	1,886	2,157	2,466	2,820	3,226

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	16	15	16	19	22	25	28
1	13	11	13	14	17	19	22
2	14	17	17	20	23	27	30
3	19	12	19	19	23	26	30
4+	17	15	14	18	20	23	27
計	79	69	80	91	104	119	137

表 2. 各シナリオに対応する将来予測（続き）

Fmed

年齢別漁獲係数

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0.25	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
1	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
2	0.25	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
3	0.43	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
4+	0.43	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
平均	0.30	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	5,338	5,920	5,876	5,897	5,890	5,892	5,891
1	2,772	2,775	2,809	2,788	2,798	2,794	2,796
2	1,049	1,606	1,526	1,544	1,533	1,538	1,536
3	745	548	767	729	738	733	735
4+	528	555	413	441	438	440	438
計	10,432	11,403	11,390	11,400	11,396	11,397	11,397

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	87	96	96	96	96	96	96
1	120	120	122	121	121	121	121
2	75	115	109	110	109	110	110
3	67	49	69	66	66	66	66
4+	60	63	47	50	50	50	50
資源量計	409	444	442	443	443	443	443
親魚量	232	257	255	256	256	256	256

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	982	1,416	1,406	1,411	1,409	1,409	1,409
1	308	408	413	410	412	411	411
2	189	377	359	363	360	362	361
3	213	198	278	264	267	265	266
4+	151	201	149	160	158	159	159
計	1,843	2,601	2,605	2,608	2,606	2,607	2,607

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	16	23	23	23	23	23	23
1	13	18	18	18	18	18	18
2	14	27	26	26	26	26	26
3	19	18	25	24	24	24	24
4+	17	23	17	18	18	18	18
計	79	108	108	109	109	109	109

表 2. 各シナリオに対応する将来予測（続き）

0.8Fmed

年齢別漁獲係数

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	0.25	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
1	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
2	0.25	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
3	0.43	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
4+	0.43	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
平均	0.30	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

年齢別資源尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	5,338	5,920	6,272	6,718	7,159	7,643	8,155
1	2,772	2,775	3,010	3,189	3,416	3,640	3,886
2	1,049	1,606	1,587	1,722	1,824	1,954	2,082
3	745	548	821	812	880	933	999
4+	528	555	464	540	568	609	648
計	10,432	11,403	12,154	12,980	13,847	14,778	15,770

年齢別資源量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	87	96	102	109	116	124	133
1	120	120	130	138	148	158	168
2	75	115	113	123	130	140	149
3	67	49	74	73	79	84	90
4+	60	63	53	62	65	69	74
資源量計	409	444	472	505	539	575	613
親魚量	232	257	273	292	311	332	354

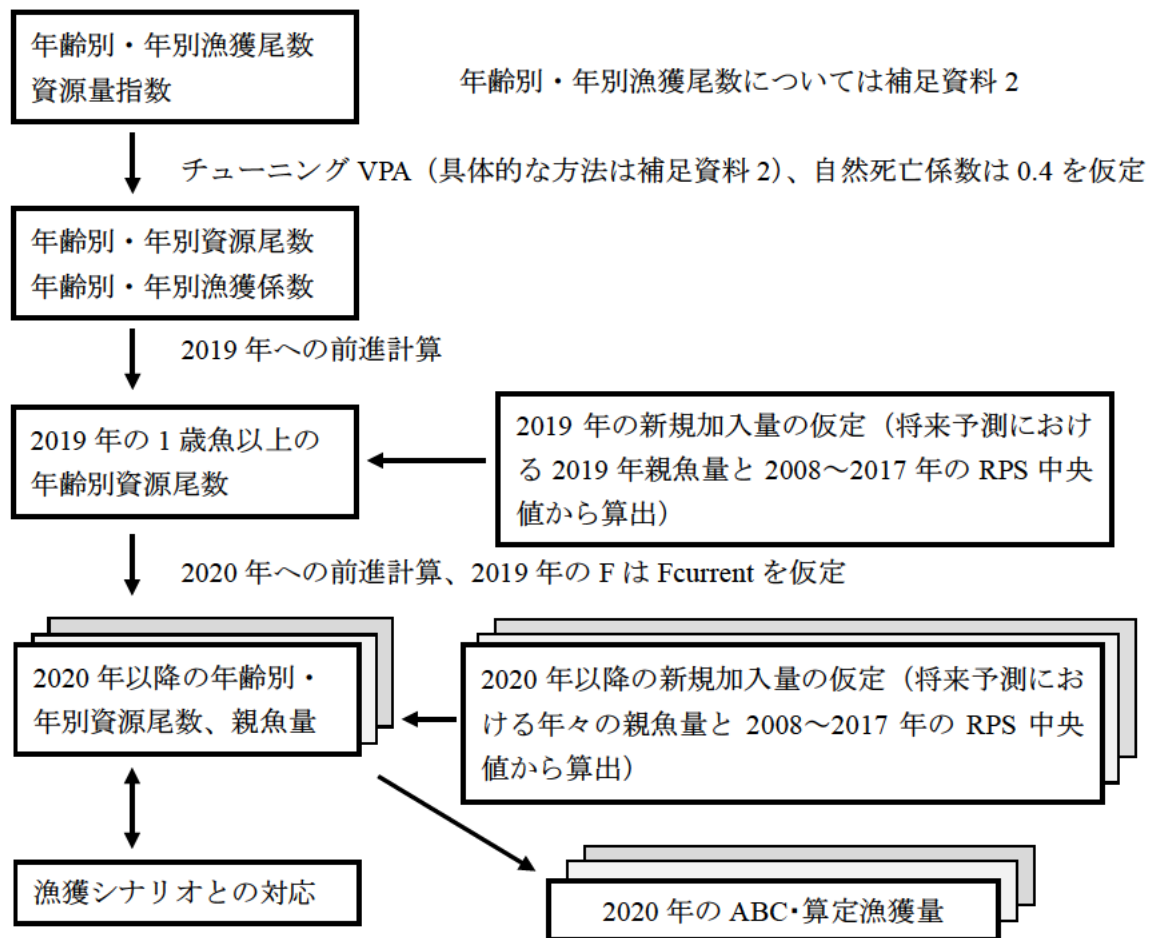
年齢別漁獲尾数（百万尾）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	982	1,171	1,240	1,328	1,416	1,511	1,613
1	308	333	361	383	410	437	466
2	189	312	308	334	354	379	404
3	213	167	251	248	269	285	305
4+	151	170	142	165	173	186	198
計	1,843	2,152	2,302	2,458	2,622	2,798	2,986

年齢別漁獲量（千トン）

年齢\年	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0	16	19	20	22	23	25	26
1	13	14	16	17	18	19	20
2	14	22	22	24	25	27	29
3	19	15	23	22	24	26	27
4+	17	19	16	19	20	21	23
計	79	90	97	103	110	117	125

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料2 資源量計算方法（コホート解析）

コホート解析に用いた年齢別年別漁獲尾数は、漁業・養殖業生産統計年報における日本海北区、日本海西区、東シナ海区の漁獲量、日本海～東シナ海側の各月の主要港の水揚げ量および体長組成データより算出した。漁獲量に関しては、大中型まき網漁業漁獲成績報告書から得られた太平洋側県籍船による東シナ海における漁獲量を加え、日本海～東シナ海側県籍船による太平洋での漁獲量を差し引いた。年齢一体長相関には鱗による年齢査定結果を用いた。

以上より推定されたマイワシの 2018 年までの年齢別年別漁獲尾数を用いて、コホート解析により年齢別年別資源尾数を推定した。VPA 起点月は 1 月とし、年齢別年別資源尾数の計算には Pope の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松（内部資料）の方法（非定常な場合のプラスグループの計算、 $\alpha=1$ ）に従った。なお、年齢については、1953～1988 年および 1999～2018 年は 0～4+歳、1989～1998 年は 0～5+歳別に求めた（4 歳以上、5 歳以上をまとめて 4+、5+（プラスグループ）と表記する）。

1. Pope の近似式を用いた資源尾数の計算（ステップ 1）

式（1）により年齢別年別資源尾数を計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数、 M は自然死亡係数（0.4）である。

ただし、最近年、最高齢-1 歳（添え字 $p-1$ ）、最高齢（プラスグループ、添え字 p ）、は（2）～（4）式により計算した。

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

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

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

なお、1998 年の 3 歳魚と 4 歳魚の資源尾数 $N_{3,1998}$ および $N_{4,1998}$ は次の式で推定した。

$$N_{3,1998} = \frac{C_{3,1998} \times N_{4+,1999} \times \exp(M)}{C_{3,1998} + C_{4,1998} + C_{5+,1998}} + C_{3,1998} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (5)$$

$$N_{4,1998} = N_{3,1998} \times \frac{C_{4,1998}}{C_{3,1998}} \quad (6)$$

F は漁獲係数であり、最近年（ターミナル F）以外は（7）式で計算される。

$$F_{a,y} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{a,y} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}} \right\} \quad (7)$$

ただし、プラスグループの F は最高齢-1 歳の F と等しいとした。最近年である 2017 年の F（ターミナル F）は、まず 0～3 歳魚については過去 5 年間の各年齢の F の平均値とした。プラスグループ（4+）については、最高齢-1 歳（3 歳）の F と同じ値となるように求めた。その後ステップ 2 の方法によりさらに最近年の F を調整した。

2. 最近年の F の調整（ステップ 2）

資源量指標値により最近年の F を調整した。コホート解析における最近年である 2018 年の各年齢の漁獲係数は過去 5 年間（2013～2017 年）の平均値とした（ステップ 1）。この時の年齢別漁獲係数から計算される選択率を 2018 年の F の選択率として、調整を行った。

F の調整に用いた資源量指標値として、産卵量と境港で水揚げされるマイワシのまき網 1 ヲ統当りの漁獲量（CPUE）を用いた（補足表 2-1）。産卵量は、ノルパックネットにより採集されたマイワシの卵数から計算された。境港の CPUE は、ある年の漁獲量を、その年の延べ日別水揚げ統数で割ったものである。2015 年の漁獲量や漁獲物年齢組成から、2014 年は漁場となる沿岸域への来遊が極めて少なかったと考えられた。そのため、沿岸域における漁獲情報および卵稚仔調査に基づく資源量指標値は資源量および親魚量を指標していない可能性がある。そこで、指標値と適合させる期間は、資源量が B_{ban} 水準以上となった 2004 年以降で、2014 年を除く 2018 年までとした。コホート解析より得られる親魚量が産卵量に、資源量が境港まき網 1 ヲ統あたり漁獲量に最もよく適合するようにした。以上 2 種の資源量指標値について、以下の式の残差を最小にする q_1 および q_2 の値を推定して最近年の F を調整した。

$$\sum_{y=2004 (y \neq 2014)}^{2018} \{\ln(q_1 SSB_y) - \ln(Egg_y)\}^2 + \sum_{y=2004 (y \neq 2014)}^{2018} \{\ln(q_2 B_y) - \ln(CPUE_y)\}^2 \quad (8)$$

$$q_1 = \left[\frac{\prod_{y=2004 (y \neq 2014)}^{2018} Egg_y}{\prod_{y=2004 (y \neq 2014)}^{2018} SSB_y} \right]^{\frac{1}{14}}, q_2 = \left[\frac{\prod_{y=2004 (y \neq 2014)}^{2018} CPUE_y}{\prod_{y=2004 (y \neq 2014)}^{2018} B_y} \right]^{\frac{1}{14}} \quad (9)$$

SSB_y とは y 年における親魚量、 Egg_y は y 年における産卵量（兆粒）、 B_y は y 年における資源量、 $CPUE_y$ は y 年における境港まき網 1 ヲ統あたり漁獲量（トン／統数）。補足表 2-1 に F の調整に使用した資源量指標値を示す。

補足表 2-1. F の調整に用いた資源量指標値

年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
産卵量	3.88	0.72	1.05	16.98	9.62	5.34	15.34	20.56	31.87	105.53
境港 CPUE	0.60	1.06	1.44	2.20	2.48	3.13	2.80	14.21	11.30	24.44

年	2014*	2015	2016	2017	2018
産卵量	10.27	99.82	42.8	58.7	90.2
境港 CPUE	0.53	17.77	11.09	25.18	11.08

* 2014 年はコホート解析に含まれていない。

3. 将来予測

2019 年以降の将来予測について、1 歳魚以上の資源尾数は次の式を用いて前進法により推定した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (10)$$

ただし、プラスグループ（4+歳）の資源尾数については、次の式を用いた。

$$N_{4+,y+1} = (N_{3,y} + N_{4+,y}) \times \exp(-F_{3,y} - M) \quad (11)$$

0 歳魚の資源尾数は、各年の親魚量と設定した再生産成功率により算出した。

2019 年以降の年齢別の漁獲尾数は次の式を用いて推定した。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \times \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (12)$$

各年齢の F については Fcurrent (2014～2018 年の平均値) で求められる選択率を用いた。各年齢の体重は近年 5 年間 (2014～2018 年) の平均とした。その結果、体重は 0 歳で 16 g、1 歳で 43 g、2 歳で 71 g、3 歳で 90 g、4 歳以上で 114 g となった。年齢別成熟率は資源水準を指標として、0 歳で 0、1 歳で 0.25、2 歳以上は 1.00 とした。

補足資料3 異なる資源量指標値による資源評価の検討

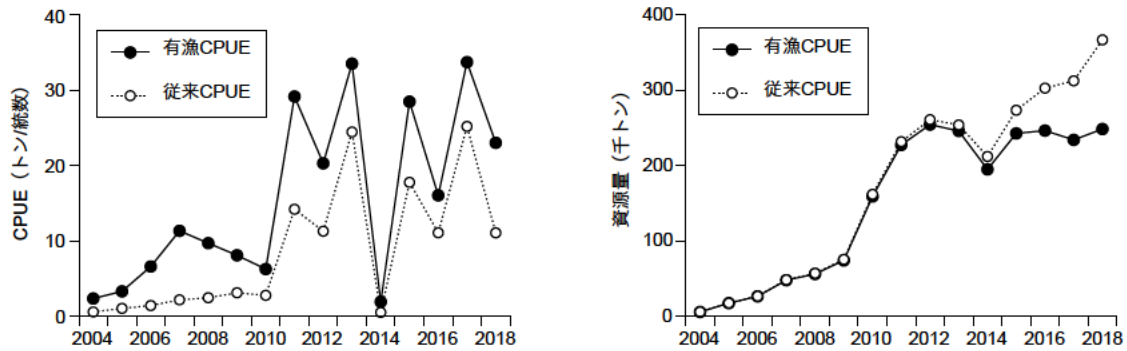
日本海西部において、マイワシは、マアジやマサバと共にまき網漁業の対象となる。マイワシ対馬暖流系群の資源量は 2010 年代に入り急激に増加する傾向にあるが、マイワシの日本海沿岸漁場への来遊は年や季節によって不安定であるため、マイワシの資源動態を的確に反映する資源量指標値の検討が課題となっている。

本系群の最近年の F の調整には、境港におけるマイワシの年間総漁獲量を延べ水揚げ統数で除した CPUE を用いている。この CPUE は、マイワシを漁獲していない努力量も含んだ延べ水揚げ統数を用いて推定されているため、マイワシを狙っていない時期の努力量が含まれることなどにより、マイワシの資源動態を反映していない可能性がある。そこで、マイワシが漁獲された努力量のみを用いて CPUE を計算した。見直した CPUE (有漁 CPUE) と従来の CPUE (従来 CPUE) とを用いて資源量を算出し、その資源評価結果の妥当性をレトロスペクティブ解析により検討した。

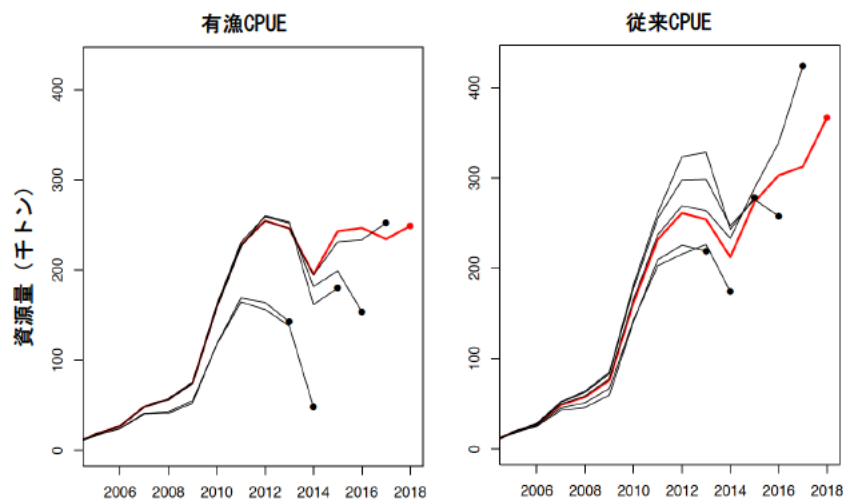
境港におけるまき網の水揚げ量データは、大中型まき網と中型まき網とに分けられており、年間の漁獲努力量は中型まき網の方が大中型まき網より安定していること、マイワシの漁獲量も中型まき網が主体 (80%以上) であることから、中型まき網のみを使用し、マイワシが漁獲された日の日別水揚げ量を日別水揚げ統数で除した日別 CPUE の年平均を有漁 CPUE とした。中型まき網による年間水揚げ統数は 2004~2018 年において 1,220~1,570 統の範囲にあり、その内マイワシが漁獲されたのは 450~1,060 統であった。尚、従来の CPUE は、大中型まき網と中型まき網の両方を使用して求めているが、まき網全体によるマイワシの漁獲量に占める大中型まき網の割合は約 9%と、大中型まき網を含めることによる影響は小さい。

有漁 CPUE は、2011 年には 29.1 トン/統数に急激に増加した後、2014 年には 1.9 トン/統数に急減したが、その後再び増加して 2018 年は 23.0 トン/統数であった (補足図 3-1)。有漁 CPUE は従来 CPUE よりも 1.4~5.2 倍高い値となり、その年変動は 2007 年前後を除いて概ね従来 CPUE と近似した。有漁 CPUE による資源量は、従来 CPUE による結果と 2014 年まで近似したが、2015 年以後において少なく見積もられる傾向にあり、有漁 CPUE による 2018 年における資源量は 249 千トン、親魚量は 171 千トンと推定された (補足図 3-1)。また 2017 年の漁獲量に基づいて有漁 CPUE を用いて推定した 2017 年の資源量も従来 CPUE による推定値と比べて約 70 %減少し、2019 年の ABC は半減した (補足表 3-1)。直近 5 年間におけるレトロスペクティブ解析の結果、有漁 CPUE による資源量は過小評価される傾向にあったが、従来 CPUE による推定値はバイアスが小さかった (補足図 3-2)。推定結果のバイアスを指標する Mohn の ρ (Mohn 1999) も、従来 CPUE による資源評価結果の方が有漁 CPUE よりもバイアスが小さいことを支持した (補足表 3-2)。また、直近 3、7、9、11 年間における Mohn の ρ も、従来 CPUE による資源評価結果の方が有漁 CPUE よりもバイアスが小さいことを示した。

以上より、有漁 CPUE による資源量推定値は従来 CPUE よりも不安定であると考えられた。したがって、現状では従来 CPUE による資源量推定の方が適切であると判断し、有漁 CPUE の結果の採用は見送ることが妥当と判断した。今後、境港における CPUE の精査に加えて調査船調査による加入量指標値の開発など資源動態を的確に反映する資源量指標値の検討が必要である。



補足図 3-1. 有漁 CPUE と従来 CPUE の 2004～2018 年における経年変化（左）と 2 種類の CPUE を用いて推定された資源量の経年変化（右）



補足図 3-2. 有漁 CPUE と従来 CPUE を用いて推定された資源量の経年変化

補足表 3-1. 有漁 CPUE と従来 CPUE を用いた 2017 年の漁獲量データに基づく資源評価結果

CPUE	漁獲シナリオ	2017 年資源量 (千トン)	2019 年 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値 からの増減%)
従来 CPUE	Fmed	424	186	26.1	0.44 (+40%)
有漁 CPUE	Fmed	294	98	24.1	0.39 (+3%)

補足表 3-2. Mohn の ρ の比較 推定値のバイアスが小さいほど ρ 値が 0 に近づく。

CPUE	資源尾数	資源量	親魚量	加入量	F
従来 CPUE	-0.003	-0.020	0.005	0.063	-0.020
有漁 CPUE	-0.326	-0.347	-0.343	-0.257	1.143

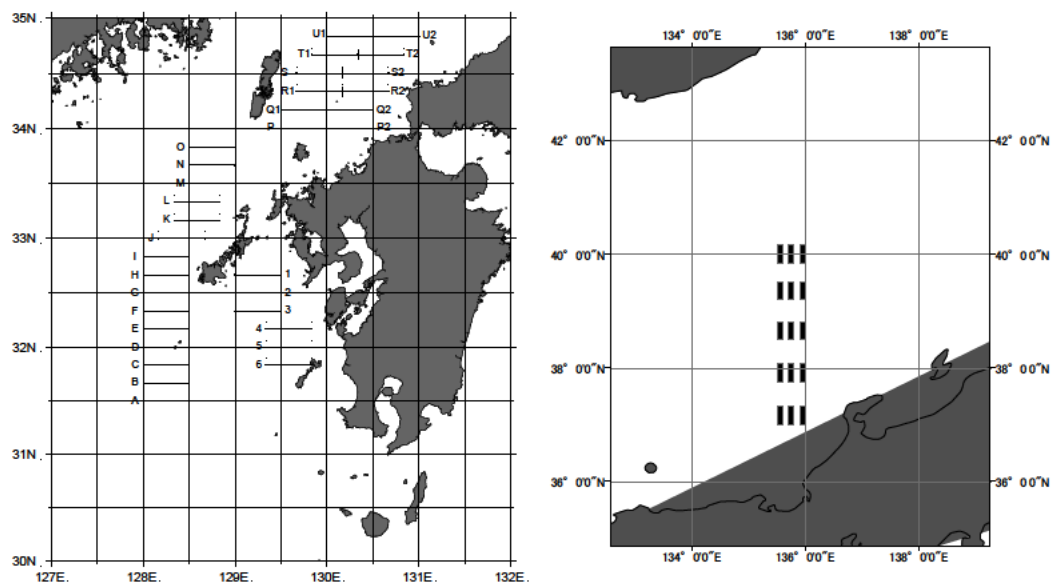
参考文献

Mom R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: An investigation using cod fishery and simulated data. ICES J. Mar. Sci., **56**, 473-488.

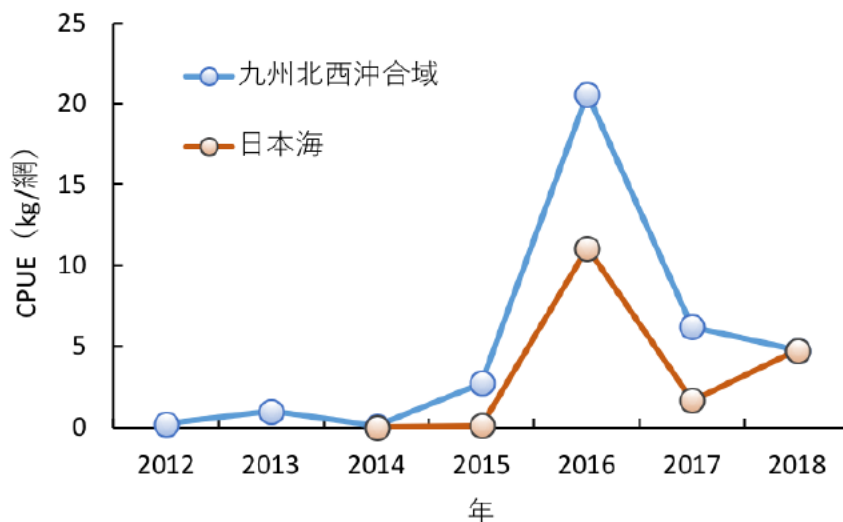
補足資料 4 調査船調査の概要

(1) 夏季における浮魚類魚群量調査

1997 年より、夏季（8 月中旬～9 月中旬）の九州北西岸（補足図 4-1 左）において、小型浮魚類の現存量を把握するための中層トロールを用いた魚群量調査が行われている。日中に魚群探知機を使用しながら調査定線上を航行し、夜間に魚群が観察された海域において中層トロールを曳網し魚群を採集した。2014 年からは日本海（補足図 4-1 右）にも調査海域を設けた。補足図 4-2 に、使用した漁具が同一である 2012 年以降のマイワシ CPUE を示した。日本海と九州北西岸ともに CPUE の経年変化は類似していた。2016 年に CPUE が大きく増加し、2017 年に減少したものの、2018 年の CPUE は 2017 年と近似した。本調査において採集されるマイワシの多くは当歳魚であったことから、今後データの蓄積および分析を進めることで、本評価で推定される加入量の指標となることが期待される。



補足図 4-1. 夏季の日本海および九州北西岸域で行われた浮魚類魚群量調査の調査海域海域に引かれた線が調査定線を示す。



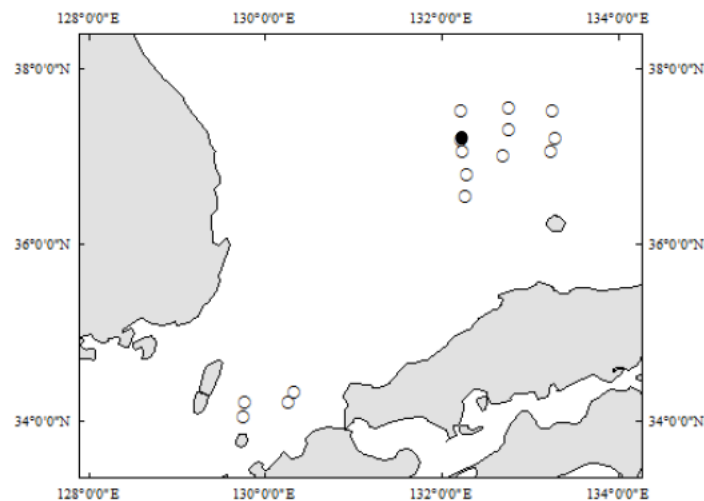
補足図 4-2. 中層トロール採集におけるマイワシの CPUE

(2) 冬季の日本海西部海域における浮魚類魚群量調査

本系群では、2014年に日本海北部から東シナ海にかけて漁獲量が急激に減少した。2017年には日本海北部にて漁獲量が急減した。いずれも翌年の漁獲量は急増している。このような漁獲量の激しい年変動は、資源量の影響よりも、漁場への来遊条件による影響が強いと考えられる。年齢別漁獲尾数を基礎とした本系群の資源評価において、漁場への来遊状況が変わると資源量推定に影響を及ぼす可能性がある。そのため、魚群が漁場となる沿岸域に来遊しなかった場合に備えて、調査によって漁場外の資源密度を把握することの重要性が高まっている。

しかし、本系群の分布・回遊に関する知見は乏しく、資源密度の把握に適した調査海域を探索することから始める必要がある。例年、マイワシ親魚を対象とした漁場は、春季に隠岐海峡において形成される傾向がある。そこで、2016年度から2018年度の冬季において、マイワシ漁場より北方に位置する隠岐諸島北方海域において、計量魚群探知機および中層トロール採集による分布密度調査を実施した(補足図 4-3)。2017年度では、マイワシの魚群が確認されなかったため、2018年度では対馬海峡においても調査を実施した。

2018年度の調査ではマイワシのまとまった魚群は確認されなかった。沿岸域に来遊する前のマイワシの密度を把握するためには、産卵期前の分布域の傍証の収集を続けるとともに、さらに北方の探索の検討も必要と考えられた。



補足図 4-3. 冬季調査におけるトロール曳網点 黒色はマイワシが採集された曳網点。

補

コホート解析結果の詳細（続き、1984～1995 年）

年齢別漁獲尾数（百万尾）

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	2,669	2,001	4,082	3,249	1,162	5,004	8,300	2,810	2,325	5,126	7,293	6,828
1歳	7,537	8,141	6,258	1,961	3,911	371	899	905	725	1,593	2,131	1,556
2歳	1,890	2,667	9,265	10,699	11,124	5,423	1,853	2,635	1,399	1,050	1,717	791
3歳	8,088	3,321	3,987	3,673	4,943	7,213	6,009	2,210	2,255	1,726	1,428	312
4歳(4歳以上)	2,906	3,209	2,647	4,276	2,946	4,460	5,020	4,980	2,423	1,265	1,049	162
5歳以上						1,573	2,251	2,644	2,333	2,280	361	312
計	23,091	19,339	26,239	23,859	24,087	24,044	24,333	16,184	11,460	13,040	13,980	9,960

年齢別漁獲量（千トン）

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	45	36	75	48	24	57	114	68	46	75	118	95
1歳	276	412	232	72	174	20	55	56	49	110	137	99
2歳	130	174	490	667	694	360	140	221	133	110	153	71
3歳	573	268	385	260	384	539	501	199	232	199	163	33
4歳(4歳以上)	254	302	305	366	330	403	454	462	248	141	133	20
5歳以上						168	241	274	267	281	54	47
計	1,278	1,191	1,486	1,412	1,606	1,546	1,505	1,281	975	917	758	366

年齢別漁獲係数

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	0 04	0 02	0 04	0 04	0 03	0 20	0 39	0 27	0 27	0 62	1 09	2 08
1歳	0 20	0 21	0 10	0 03	0 07	0 02	0 06	0 08	0 13	0 38	0 76	1 00
2歳	0 12	0 12	0 52	0 32	0 29	0 17	0 13	0 33	0 22	0 35	1 32	0 99
3歳	0 56	0 40	0 35	0 51	0 30	0 39	0 36	0 28	0 69	0 59	1 86	1 35
4歳(4歳以上)	0 56	0 40	0 35	0 51	0 30	0 64	0 69	0 78	0 77	1 77	1 33	2 46
5歳以上						0 64	0 69	0 78	0 77	1 77	1 33	2 46
平均	0 30	0 23	0 27	0 28	0 20	0 34	0 39	0 42	0 47	0 91	1 28	1 72

年齢別資源尾数（百万尾）

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	80,285	120,056	128,911	105,948	43,400	33,287	31,227	14,473	12,120	13,571	13,395	9,524
1歳	50,797	51,631	78,838	83,070	68,359	28,140	18,216	14,136	7,401	6,221	4,900	3,008
2歳	20,762	27,879	27,944	47,723	54,077	42,620	18,559	11,474	8,735	4,368	2,865	1,540
3歳	22,999	12,369	16,504	11,146	23,230	27,142	24,129	10,923	5,534	4,710	2,068	515
4歳(4歳以上)	8,262	11,954	10,957	12,977	9,662	11,524	12,288	11,255	5,513	1,864	1,743	217
5歳以上						4,064	5,510	5,977	5,309	3,359	599	416
計	183,104	223,889	263,155	260,863	198,728	146,778	109,929	68,239	44,612	34,093	25,571	15,220

年齢別資源量（万トン）

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	134 4	213 2	236 9	155 2	90 8	37 9	43 0	35 0	24 2	19 9	21 6	13 3
1歳	186 0	261 3	291 9	307 0	304 4	147 9	112 4	88 0	50 1	42 8	31 5	19 1
2歳	142 3	181 4	147 8	297 3	337 2	282 8	140 1	96 0	82 8	46 0	25 6	13 9
3歳	163 0	99 9	159 3	78 9	180 3	203 0	201 0	98 4	56 9	54 3	23 6	5 5
4歳(4歳以上)	72 2	112 4	126 1	111 0	108 2	104 1	111 1	104 5	56 4	20 8	22 1	2 7
5歳以上						43 3	58 9	62 0	60 7	41 4	8 9	6 3
計	697 9	868 2	962 0	949 4	1,020 9	819 1	666 6	484 0	331 1	225 2	133 4	60 7

年齢別親魚量（万トン）

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	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	0 0	0 0	0 0	7 9	4 8
2歳	71 1	90 7	73 9	148 7	168 6	141 4	140 1	96 0	82 8	46 0	25 6	13 9
3歳	163 0	99 9	159 3	78 9	180 3	203 0	201 0	98 4	56 9	54 3	23 6	5 5
4歳(4歳以上)	72 2	112 4	126 1	111 0	108 2	104 1	111 1	104 5	56 4	20 8	22 1	2 7
5歳以上						43 3	58 9	62 0	60 7	41 4	8 9	6 3
計	306 4	302 9	359 3	338 5	457 1	491 9	511 1	361 0	256 8	162 5	88 1	33 1

年齢別平均体重（g）

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
0歳	17	18	18	15	21	11	14	24	20	15	16	14
1歳	37	51	37	37	45	53	62	62	68	69	64	63
2歳	69	65	53	62	62	66	75	84	95	105	89	90
3歳	71	81	97	71	78	75	83	90	103	115	114	107
4歳(4歳以上)	87	94	115	86	112	90	90	93	102	112	127	124
5歳以上						107	107	104	114	123	149	151

コホート解析結果の詳細（続き、2008～2018年）

年齡別漁獲尾數 (百萬尾)											
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歲	94	276	49	220	250	1,162	96	900	1,032	1,095	1,088
1歲	51	41	20	694	185	227	76	221	277	329	198
2歲	15	4	25	41	182	286	21	183	217	174	258
3歲	9	2	10	10	23	219	11	149	96	116	211
4歲 (4歲以上)	4	2	2	5	35	70	11	164	95	39	81
5歲以上											
計	173	326	105	970	675	1,964	214	1,616	1,718	1,753	1,836

年齢別漁獲量（千トン）											
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	1.7	5.4	1.1	4.4	5.7	22.9	2.6	13.7	15.4	15.7	11.2
1歳	3.3	1.9	1.2	34.2	11.1	11.5	3.3	10.2	12.0	12.6	8.9
2歳	1.4	0.4	2.0	3.3	14.1	22.1	1.4	13.3	15.3	11.9	20.2
3歳	1.0	0.2	1.0	0.9	2.5	20.8	0.9	13.4	8.3	10.1	20.4
4歳（4歳以上）	0.6	0.3	0.3	0.7	4.5	8.1	1.2	19.0	11.4	4.0	9.9
5歳以上											
計	8.0	8.2	5.6	43.5	37.9	85.4	9.4	69.6	62.4	54.2	70.6

年齡別漁獲係數											
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歲	0.12	0.42	0.02	0.12	0.17	0.69	0.04	0.26	0.29	0.40	0.28
1歲	0.16	0.09	0.06	0.40	0.18	0.29	0.10	0.17	0.15	0.17	0.14
2歲	0.37	0.02	0.08	0.20	0.22	0.58	0.05	0.48	0.31	0.16	0.25
3歲	0.34	0.09	0.08	0.05	0.22	0.57	0.05	0.73	0.67	0.34	0.37
4歲(4歲以上)	0.34	0.09	0.08	0.05	0.22	0.57	0.05	0.73	0.67	0.34	0.37
5歲以上											
平均	0.27	0.14	0.06	0.17	0.20	0.54	0.06	0.47	0.41	0.28	0.28

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歲	1,014	975	3,862	2,365	1,942	2,855	2,754	4,824	5,034	4,034	5,465
1歲	412	603	427	2,549	1,405	1,097	962	1,768	2,497	2,529	1,807
2歲	61	234	371	270	1,140	791	550	583	1,004	1,447	1,426
3歲	38	29	153	228	148	615	296	351	241	495	828
4歲(4歲以上)	18	27	34	116	219	198	308	387	239	166	316
5歲以上											
計	1,543	1,868	4,848	5,528	4,854	5,556	4,870	7,913	9,015	8,671	9,842

年齢別資源量（万トン）											
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	1.9	1.9	8.6	4.7	4.4	5.6	7.3	7.3	7.5	5.8	5.6
1歳	2.6	2.8	2.7	12.6	8.5	5.6	4.2	8.1	10.8	9.7	8.2
2歳	0.5	2.2	3.0	2.2	8.8	6.1	3.7	4.2	7.1	9.9	11.2
3歳	0.4	0.3	1.5	2.2	1.6	5.8	2.6	3.2	2.1	4.3	8.0
4歳（4歳以上）	0.2	0.4	0.4	1.6	2.8	2.3	3.4	4.5	2.9	1.7	3.9
5歳以上											
計	5.8	7.6	16.2	23.2	26.1	25.4	21.2	27.4	30.3	31.3	36.8

年齢別親魚量（万トン）											
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1歳	1.3	1.4	1.3	6.3	4.2	2.8	2.1	4.1	2.7	2.4	2.0
2歳	0.5	2.2	3.0	2.2	8.8	6.1	3.7	4.2	7.1	9.9	11.2
3歳	0.4	0.3	1.5	2.2	1.6	5.8	2.6	3.2	2.1	4.3	8.0
4歳（4歳以上）	0.2	0.4	0.4	1.6	2.8	2.3	3.4	4.5	2.9	1.7	3.9
5歳以上											
計	2.6	4.3	6.3	12.2	17.5	17.0	11.8	16.0	14.7	18.3	25.1

[illegible]