

令和 2（2020）年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価の参考資料 （資源管理目標等の検討材料の提案）

本資料における管理基準値、禁漁水準、将来予測および漁獲管理規則については、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）における検討材料として、研究機関会議において暫定的に提案されたものである。これらについては、ステークホルダー会合を経て最終化される。

要 約

本系群の再生産関係にはベバートン・ホルト型関係式を用いた。目標管理基準値 (SBtarget) には最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy: 234 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 85% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.85msy: 132 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 15% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.15msy: 14 千トン) が提案されている。これらの管理基準値案から得られる漁獲管理規則案において、複数の β を使用した場合における将来予測計算を行った。

項目	値	説明
SBtarget 案	234 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	132 千トン	MSY の 85% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.85msy)
SBban 案	14 千トン	MSY の 15% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.15msy)
β	—	漁獲管理規則の漁獲圧の上限の設定のため、Fmsy に掛ける安全係数。研究機関会議からは、通常の加入予測を仮定した場合、10 年後に目標管理基準値案を 50% 以上の確率で上回るように β を 0.9 以下にすることが推奨されている。今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合は、親魚量が限界管理基準値案を下回るリスクをさけるため β を 0.5 以下にすることが推奨されている。

通常加入を仮定した場合（通常加入シナリオ）

2020年漁期の親魚量：56千トン			
項目	2021年漁期の漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に対する比 (F/F2017-2019)	2021年漁期の漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	21	0.80	10
$\beta=0.9$	19	0.72	9
$\beta=0.8$	17	0.64	8
$\beta=0.7$	15	0.56	7
$\beta=0.6$	13	0.48	6
$\beta=0.5$	11	0.40	5
F2017-2019	61	1.00	28

考慮している不確実性：加入量					
項目	2025年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2025年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	220	95 – 372	37	78	100
$\beta=0.9$	239	102 – 405	44	81	100
$\beta=0.8$	259	110 – 442	50	84	100
$\beta=0.7$	282	119 – 480	57	87	100
$\beta=0.6$	306	129 – 521	63	89	100
$\beta=0.5$	333	140 – 565	69	91	100
$\beta=0.0$	498	213 – 832	88	98	100
F2017-2019	132	42 – 245	12	41	99

通常加入を仮定した場合（通常加入シナリオ）

考慮している不確実性：加入量					
項目	2030年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2030年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	248	107 – 421	46	83	100
$\beta=0.9$	273	118 – 463	55	86	100
$\beta=0.8$	300	130 – 510	63	89	100
$\beta=0.7$	329	142 – 557	69	92	100
$\beta=0.6$	360	157 – 608	74	94	100
$\beta=0.5$	393	173 – 665	79	95	100
$\beta=0.0$	585	271 – 980	94	99	100
F2017-2019	160	50 – 296	20	54	99

考慮している不確実性：加入量			
	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$	2050年漁期以降	2022年漁期	2019年漁期
$\beta=0.9$	2027年漁期	2022年漁期	2019年漁期
$\beta=0.8$	2025年漁期	2022年漁期	2019年漁期
$\beta=0.7$	2024年漁期	2022年漁期	2019年漁期
$\beta=0.6$	2024年漁期	2022年漁期	2019年漁期
$\beta=0.5$	2024年漁期	2022年漁期	2019年漁期
$\beta=0.0$	2023年漁期	2022年漁期	2019年漁期
F2017-2019	2050年漁期以降	2028年漁期	2019年漁期

今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合（低加入シナリオ）

2020 年漁期の親魚量：56 千トン			
項目	2021 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2019)	2021 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	14	0.80	10
$\beta=0.9$	13	0.72	9
$\beta=0.8$	12	0.64	8
$\beta=0.7$	10	0.56	7
$\beta=0.6$	9	0.48	6
$\beta=0.5$	7	0.40	5
F2017-2019	43	1.00	28

考慮している不確実性：加入量					
項目	2025 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2025 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	99	62 – 143	0	17	100
$\beta=0.9$	105	65 – 152	0	23	100
$\beta=0.8$	112	68 – 163	0	29	100
$\beta=0.7$	120	72 – 176	1	35	100
$\beta=0.6$	129	76 – 192	2	43	100
$\beta=0.5$	140	81 – 211	5	51	100
$\beta=0.0$	216	121 – 335	37	86	100
F2017-2019	38	17 – 64	0	0	95

今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合（低加入シナリオ）

考慮している不確実性：加入量					
項目	2030 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2030 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	163	73 – 262	18	60	100
$\beta=0.9$	180	77 – 291	27	64	100
$\beta=0.8$	198	82 – 323	38	67	100
$\beta=0.7$	219	89 – 358	47	72	100
$\beta=0.6$	242	97 – 396	52	77	100
$\beta=0.5$	267	107 – 434	56	81	100
$\beta=0.0$	428	193 – 661	81	99	100
F2017-2019	66	13 – 134	0	11	89

考慮している不確実性：加入量			
	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$	2039 年漁期	2027 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.9$	2037 年漁期	2027 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.8$	2034 年漁期	2026 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.7$	2032 年漁期	2026 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.6$	2030 年漁期	2026 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.5$	2028 年漁期	2025 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.0$	2026 年漁期	2023 年漁期	2019 年漁期
F2017-2019	2050 年漁期以降	2039 年漁期	2019 年漁期

1. 資源の状況

(1) 加入量当たり親魚量 (SPR) と現状の漁獲圧の関係

現状の漁獲圧に対する%SPR の関係を図 1 に示す。Fmsy は%SPR に換算すると 68%に相当する。現状の漁獲圧 (F2017-2019) は Fmsy を上回るが、F30%SPR を下回る。

(2) 再生産関係

親魚量 (尾数) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 2 に示す。令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはベバートン・ホルト型再生産関係が適用されている (加賀ほか 2020)。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは、同報告書 (加賀ほか 2020) に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小絶対値法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。

本系群の将来予測では、このベバートン・ホルト型再生産関係に従い、将来の加入量を算出した。本系群では、上記の通常の再生産関係による将来予測に加え、令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の加入量の予測値に対する観測値の残差が、近年では負に偏る傾向がみられたことから、負の残差が今後数年間は連続して起こる可能性を考慮した低加入シナリオについても検討した。詳細は「令和 2 (2020) 年度スルメイカ冬季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書」を参照されたい。

(3) 管理基準値案と禁漁水準案

本系群の管理基準値案と禁漁水準案について以下に示す。

項目	値	説明
SBtarget 案	234 千トン	最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit 案	132 千トン	MSY の 85% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.85msy)
SBban 案	14 千トン	MSY の 15% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.15msy)

令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy: 234 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 85% が得られる親魚量 (SB0.85msy: 132 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 15% が得られる親魚量 (SB0.15msy: 14 千トン) を用いることが提案されている。

目標管理基準値案と、MSY を実現する漁獲圧 (F) を基準にした神戸プロットを図 3 に示す。本系群における 2020 年漁期の親魚量は MSY を実現する親魚量 (SBmsy) を下回っており、2020 年漁期の親魚量は SBmsy の 0.24 倍である。なお、親魚量は資源量から自然死亡と漁獲量を差し引いて得られる漁期後の残存資源量である。また、2020 年漁期の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) を上回っており、2020 年漁期の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧の 1.25 倍である。本系群の漁獲圧は 2000 年以降では 2008, 2009, 2017 年漁期を除いて Fmsy を上回っており、親魚量は 2014 年以降 SBmsy を下回っている。

2. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2020 年漁期の資源量から、2021～2050 年漁期までの将来予測計算を行った（補足資料 1）。本系群では、通常の再生産関係に基づく加入量の与え方（通常加入シナリオ）に加え、今後数年間は低加入となるシナリオとして、バックワードリサンプリングによる将来予測についても検討した（低加入シナリオ、補足資料 1）。将来予測における加入量は、各年漁期の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、10000 回の繰り返し計算を行った。2020 年漁期の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2017-2019）から仮定した。現状の漁獲圧は、今年度資源評価における 2017～2019 年漁期の平均漁獲圧に対応する F 値とした。2021 年漁期の漁獲圧には、2020 年漁期後の親魚量をもとに下記の漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。同様に 2022 年漁期以降の漁獲圧も、前年漁期後の親魚量に基づき漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定める漁獲シナリオ案である。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値案以上にある場合には F_{msy} に安全係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。図 4 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議」により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として安全係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関会議提案では「本系群は、今後数年は低加入^{注1)}が続く可能性が高く、そのような状況下でも、5 年後に限界管理基準値を 50%以上の確率で上回るような管理を行うことが望ましい。そのための β は 0.7 以下である。なお、今後の加入が通常の状態^{注1)}であれば、10 年後に目標管理基準値を 50%以上の確率で上回るための β は 0.9 以下である」とされている。

注 1) 「低加入」とは、今後 5 年間は、最近 5 年間に経験した低加入（長期データで得られる再生産関係よりも加入が少ない状態）が継続し、その後徐々に回復することを仮定した場合である。一方、「通常」とは、長期データで得られた再生産関係に基づき加入があることを仮定した場合である。低加入の予測では、将来の各年の加入は通常の状態よりも少なく仮定しているため、 β が同じであっても、漁獲量は通常の状態よりも少なく予測されることに注意を要する。

3) 2021 年漁期の予測値

低加入シナリオの場合、漁獲管理規則案に基づき試算された 2021 年漁期の平均漁獲量は β を 0.5 とした場合には 7 千トン、 β を 1.0 とした場合には 14 千トンであった。通常加入シナリオの場合、 β を 0.9 とした場合、2021 年漁期の平均漁獲量は 19 千トン、 β を 1.0 とした場合は 21 千トンであった。2020 年漁期の親魚量は 56 千トンと推定されており、限界管理基準値案を下回る。そのため 2021 年漁期の漁獲圧は、親魚量が限界管理基準値案未満であるため親魚量に応じた係数を乗じ、 $\gamma(\text{SBt}) \times \beta F_{msy}$ として算出した。ここで 2021

年漁期の $\gamma(SB_t)$ は「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」における 1 系資源の管理規則に基づき、下式により 0.36 と計算された。

$$\gamma(SB_t) = \frac{SB_t - SB_{ban}}{SB_{limit} - SB_{ban}}$$

通常の加入を仮定した場合（通常加入シナリオ）

2020 年漁期の親魚量：56 千トン			
項目	2021 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2019)	2021 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	21	0.80	10
$\beta=0.9$	19	0.72	9
$\beta=0.8$	17	0.64	8
$\beta=0.7$	15	0.56	7
$\beta=0.6$	13	0.48	6
$\beta=0.5$	11	0.40	5
F2017-2019	61	1.00	28

今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合（低加入シナリオ）

2020 年漁期の親魚量：56 千トン			
項目	2021 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2017-2019)	2021 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	14	0.80	10
$\beta=0.9$	13	0.72	9
$\beta=0.8$	12	0.64	8
$\beta=0.7$	10	0.56	7
$\beta=0.6$	9	0.48	6
$\beta=0.5$	7	0.40	5
F2017-2019	43	1.00	28

(4) 2022 年漁期以降の予測

2022 年漁期以降も含めた将来予測の結果を図 5 と 6 および表 1~4 に示す。通常加入シナリオの場合、漁獲管理規則案に基づく管理を 5 年間継続した場合、2025 年漁期の親魚量の予測値は β を 1.0 とした場合には 220 千トン（80%信頼区間は 95 千~372 千トン）であり、 β を 0.8 とした場合には 259 千トン（80%信頼区間は 110 千~442 千トン）である。 β を 0.9

とした場合には 239 千トン（80%信頼区間は 102 千～405 千トン）で、予測値が限界管理基準値案を上回る確率は 81%である。10 年間管理を継続した場合の 2030 年漁期の親魚量の予測値は β を 1.0 とした場合には 248 千トン（80%信頼区間は 107 千～421 千トン）であり、 β を 0.8 とした場合には 300 千トン（80%信頼区間は 130 千～510 千トン）である。 β を 0.9 とした場合には 273 千トン（80%信頼区間は 118 千～463 千トン）で、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は 50%を上回る。低加入シナリオの場合、漁獲管理規則案に基づく管理を 5 年間継続した場合、2025 年漁期の親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 99 千トン（80%信頼区間は 62 千～143 千トン）であり、 β を 0.8 とした場合には 112 千トン（80%信頼区間は 68 千～163 千トン）である。 β を 0.5 とした場合には 140 千トン（80%信頼区間は 81 千～211 千トン）で、限界管理基準値案を上回る確率は 50%を上回る。5 年低加入が続いたとしても、限界管理基準値案まで資源を回復させれば、6 年後以降に再生産が通常の状態に戻った場合に、10 年後に親魚量は目標管理基準値案付近まで回復する。現状の漁獲圧（F2017-2019 平均）を継続した場合の 2025 年漁期の親魚量の予測値は、通常加入シナリオの場合、132 千トン（80%信頼区間は 42 千～245 千トン）であり、限界管理基準値案を上回る確率は 41%で、2030 年漁期の親魚量の予測値は 160 千トン（80%信頼区間は 50 千～296 千トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 20%である。低加入シナリオの場合に現状の漁獲圧を継続した場合の 2025 年漁期の親魚量の予測値は 38 千トン（80%信頼区間は 17 千～64 千トン）であり、限界管理基準値案を上回る確率は 0%で、2030 年漁期の親魚量の予測値は 66 千トン（80%信頼区間は 13 千～134 千トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 0%である。仮に漁獲圧をゼロにした場合（ $\beta=0$ ）、親魚量が目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回るのは、低加入シナリオの場合 2026 年漁期で、通常加入シナリオの場合は 2023 年漁期になると予測された。

本系群は、2015 年以降低い加入が高い頻度で発生しており、加入量の残差が負に偏っていることから、今後数年間は低い加入が継続する可能性が高い。現在のところ、通常の再生産関係による加入は、近い将来の仮定としては、想定しにくいと思われ、漁獲管理規則案の検討の際には、今後 5 年間は低加入が継続する可能性を考慮した将来予測結果を参照することが望ましい。

また、低加入シナリオの将来予測によると、現状の漁獲圧を継続した場合、2030 年漁期に目標管理基準値案を上回る確率は 0%と予測された。通常加入を仮定した場合でも 20%であった。ここで示す現状の漁獲圧には、日本と韓国による漁獲に加え、太平洋におけるロシアと中国による漁獲を含むものになっている。資源を MSY 水準にコントロールするためには、これらの国と強調して漁獲管理する必要があることが示唆された。

通常の加入を仮定した場合(通常加入シナリオ)

考慮している不確実性： 加入量					
項目	2025 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2025 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	220	95 – 372	37	78	100
$\beta=0.9$	239	102 – 405	44	81	100
$\beta=0.8$	259	110 – 442	50	84	100
$\beta=0.7$	282	119 – 480	57	87	100
$\beta=0.6$	306	129 – 521	63	89	100
$\beta=0.5$	333	140 – 565	69	91	100
$\beta=0.0$	498	213 – 832	88	98	100
F2017-2019	132	42 – 245	12	41	99

考慮している不確実性： 加入量					
項目	2030 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2030 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	248	107 – 421	4	83	100
$\beta=0.9$	273	118 – 463	55	86	100
$\beta=0.8$	300	130 – 510	63	89	100
$\beta=0.7$	329	142 – 557	69	92	100
$\beta=0.6$	360	157 – 608	74	94	100
$\beta=0.5$	393	173 – 665	79	95	100
$\beta=0.0$	585	271 – 980	94	99	100
F2017-2019	160	50 – 296	20	54	99

通常の加入を仮定した場合(通常加入シナリオ)

考慮している不確実性:加入量			
	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$	2050 年漁期以降	2022 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.9$	2027 年漁期	2022 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.8$	2025 年漁期	2022 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.7$	2025 年漁期	2022 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.6$	2024 年漁期	2022 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.5$	2024 年漁期	2022 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.0$	2023 年漁期	2022 年漁期	2019 年漁期
F2017-2019	2050 年漁期以降	2028 年漁期	2019 年漁期

今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合（低加入シナリオ）

考慮している不確実性： 加入量					
項目	2025 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2025 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	99	62 – 143	0	17	100
$\beta=0.9$	105	65 – 152	0	23	100
$\beta=0.8$	112	68 – 163	0	29	100
$\beta=0.7$	120	72 – 176	1	35	100
$\beta=0.6$	129	76 – 192	2	43	100
$\beta=0.5$	140	81 – 211	5	51	100
$\beta=0.0$	216	121 – 335	37	86	100
F2017-2019	38	17 – 64	0	0	95

考慮している不確実性： 加入量					
項目	2030 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2030 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	163	73 – 262	18	60	100
$\beta=0.9$	180	77 – 291	27	64	100
$\beta=0.8$	198	82 – 323	38	67	100
$\beta=0.7$	219	89 – 358	47	72	100
$\beta=0.6$	242	97 – 396	52	77	100
$\beta=0.5$	267	107 – 434	56	81	100
$\beta=0.0$	428	193 – 661	81	99	100
F2017-2019	66	13 – 134	0	11	89

今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合（低加入シナリオ）

考慮している不確実性: 加入量			
	親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
漁獲管理規則案に使用する安全係数 β での違い等			
$\beta=1.0$	2039 年漁期	2027 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.9$	2037 年漁期	2027 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.8$	2034 年漁期	2026 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.7$	2032 年漁期	2026 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.6$	2030 年漁期	2026 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.5$	2029 年漁期	2025 年漁期	2019 年漁期
$\beta=0.0$	2026 年漁期	2023 年漁期	2019 年漁期
F2017-2019	2050 年漁期以降	2039 年漁期	2019 年漁期

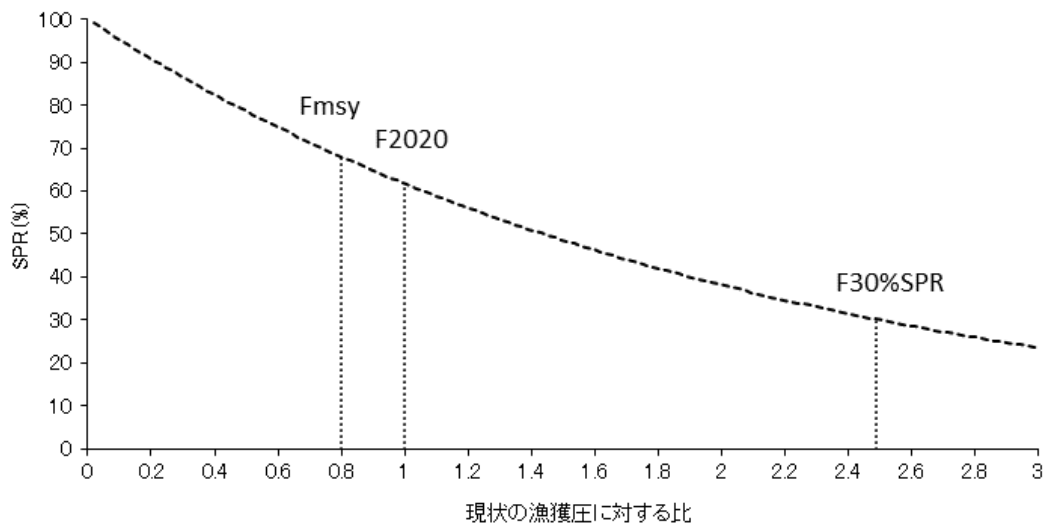


図 1. 現状の漁獲圧（F2017-2019）に対する%SPR の関係

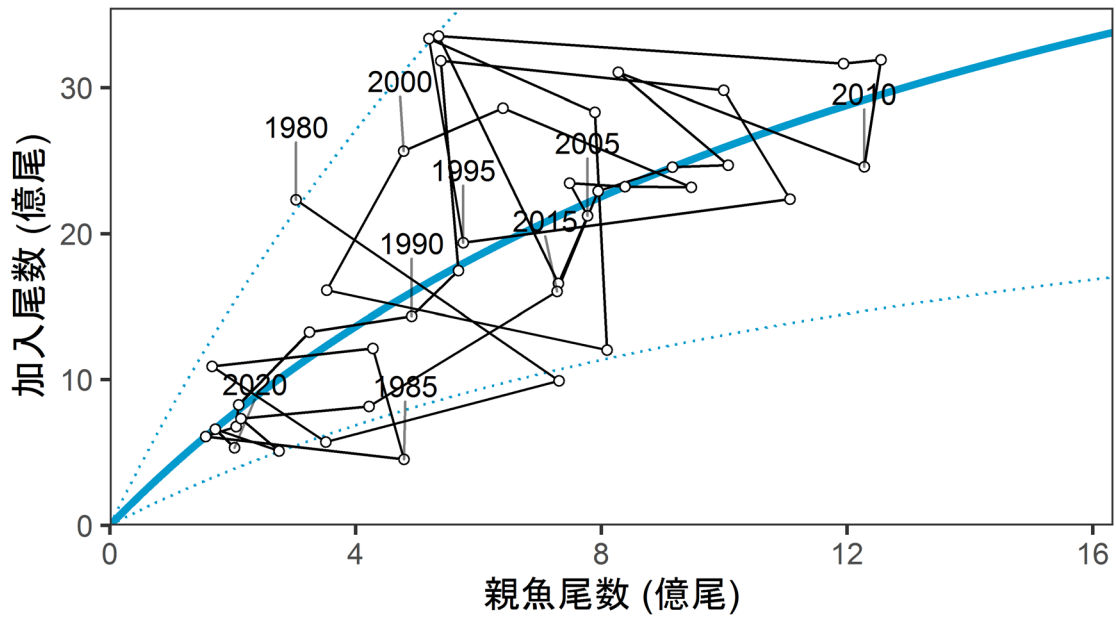


図2. 親魚量と加入量の関係（再生産関係） 青線は令和2年7月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において適用された再生産関係式。再生産関係式の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの90%が含まれると推定される範囲である。今回の資源評価で新たに2020年級群のプロットを追加した。

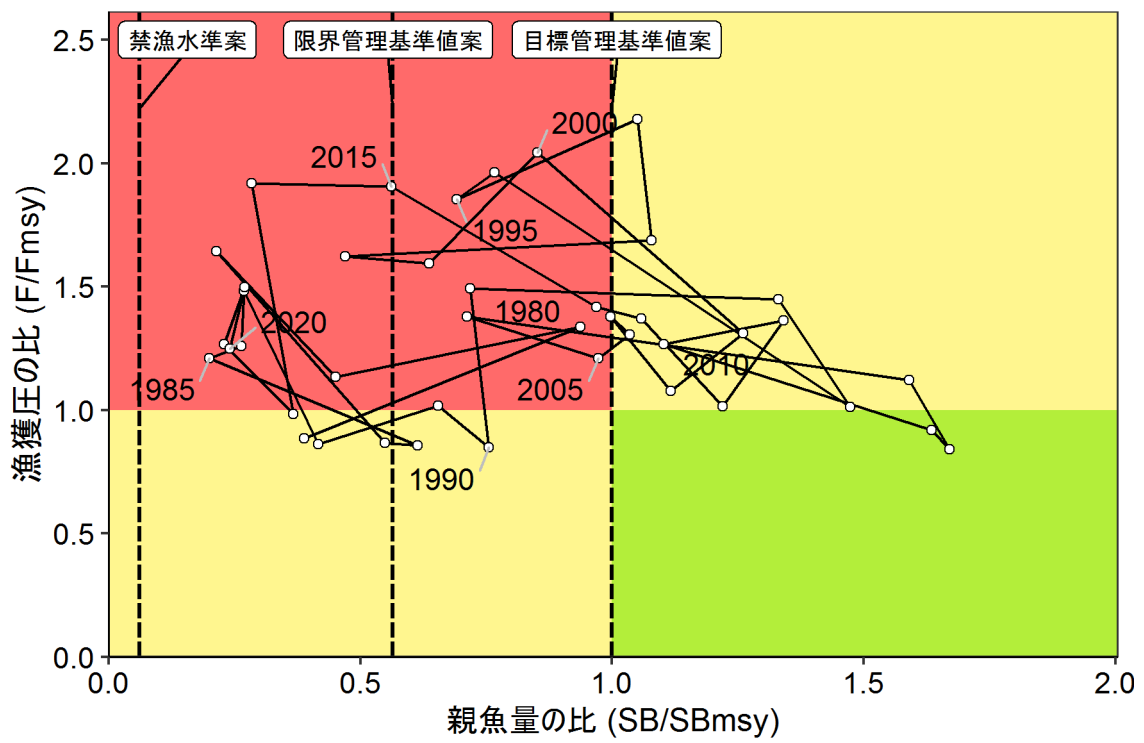
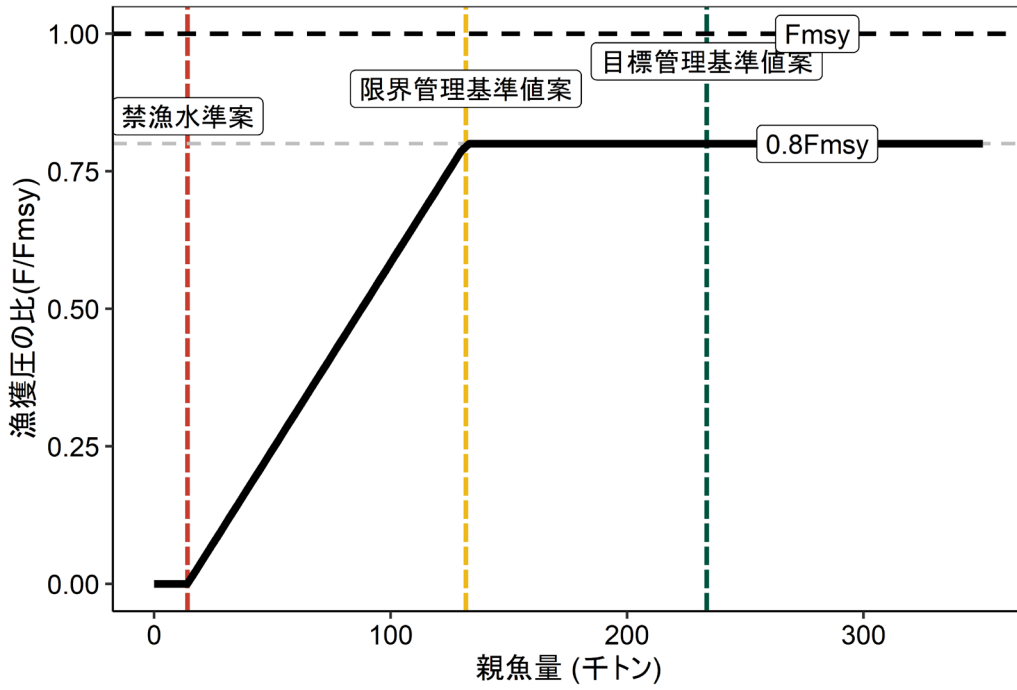


図3. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)

(a) 縦軸を漁獲圧にした場合



(b) 縦軸を漁獲量にした場合

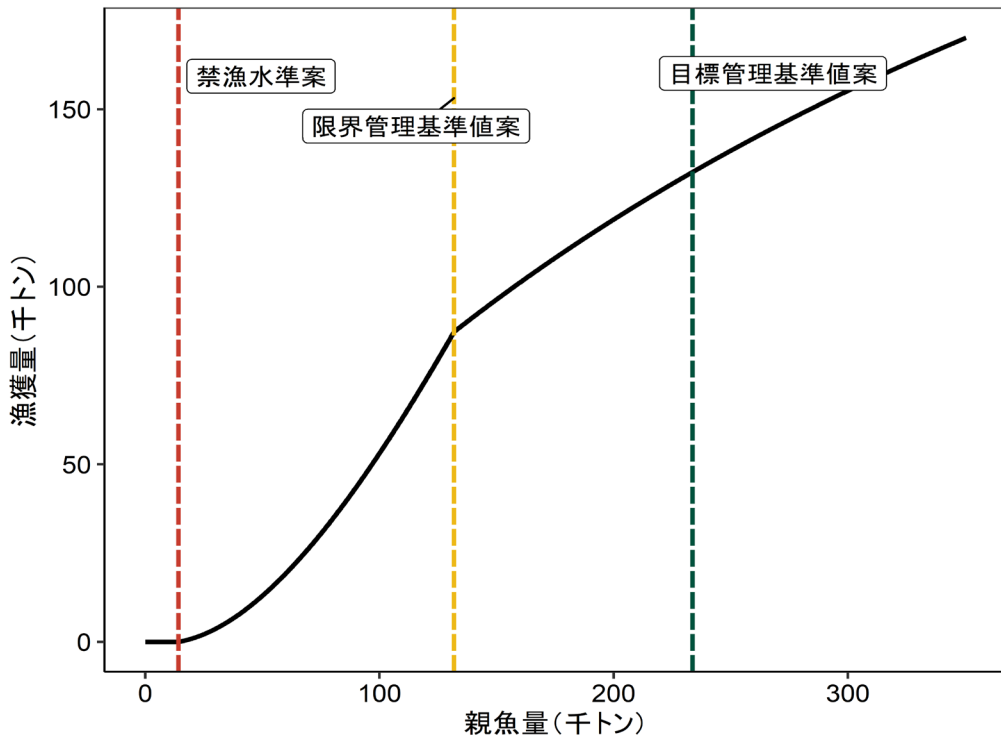
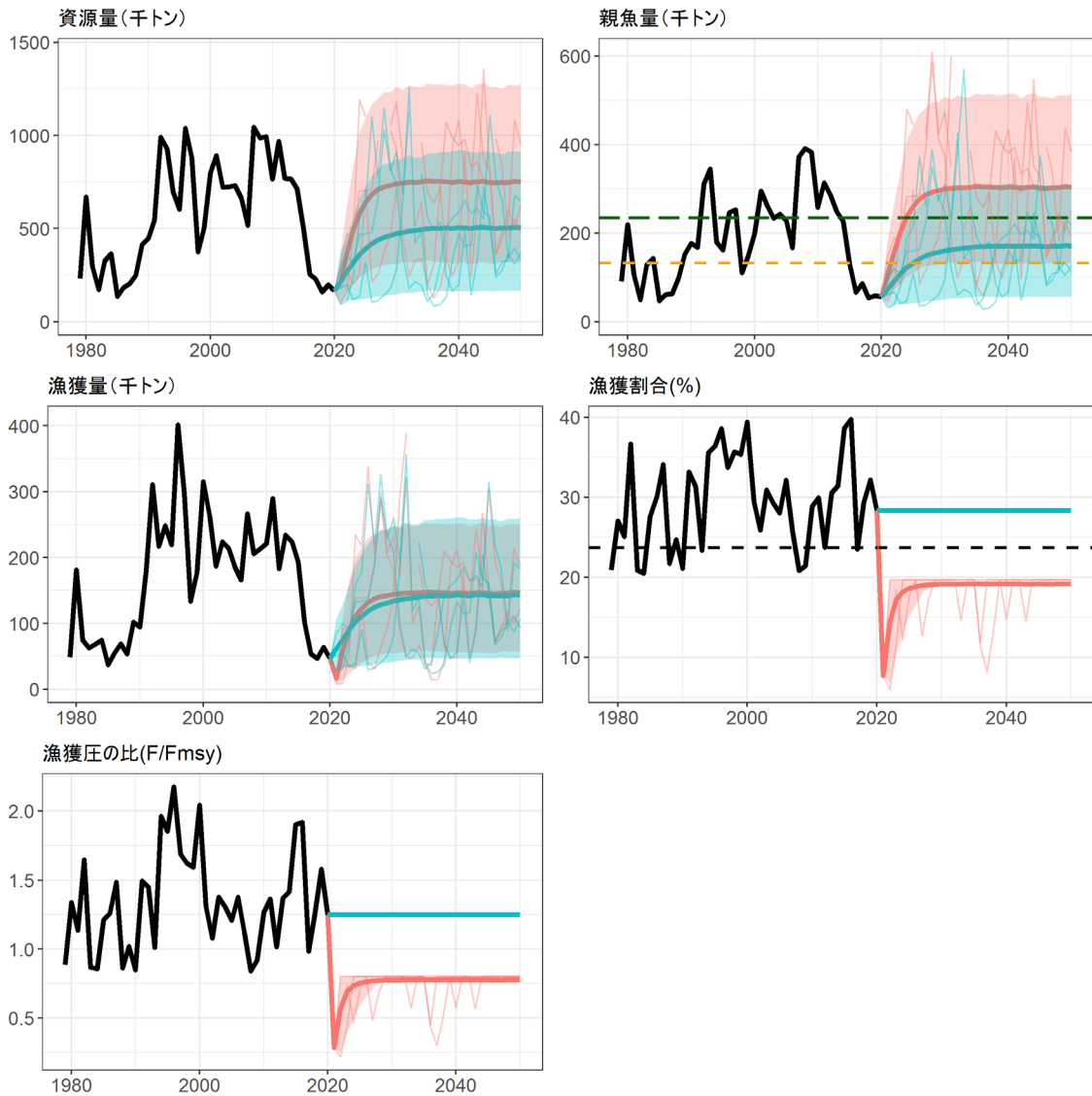


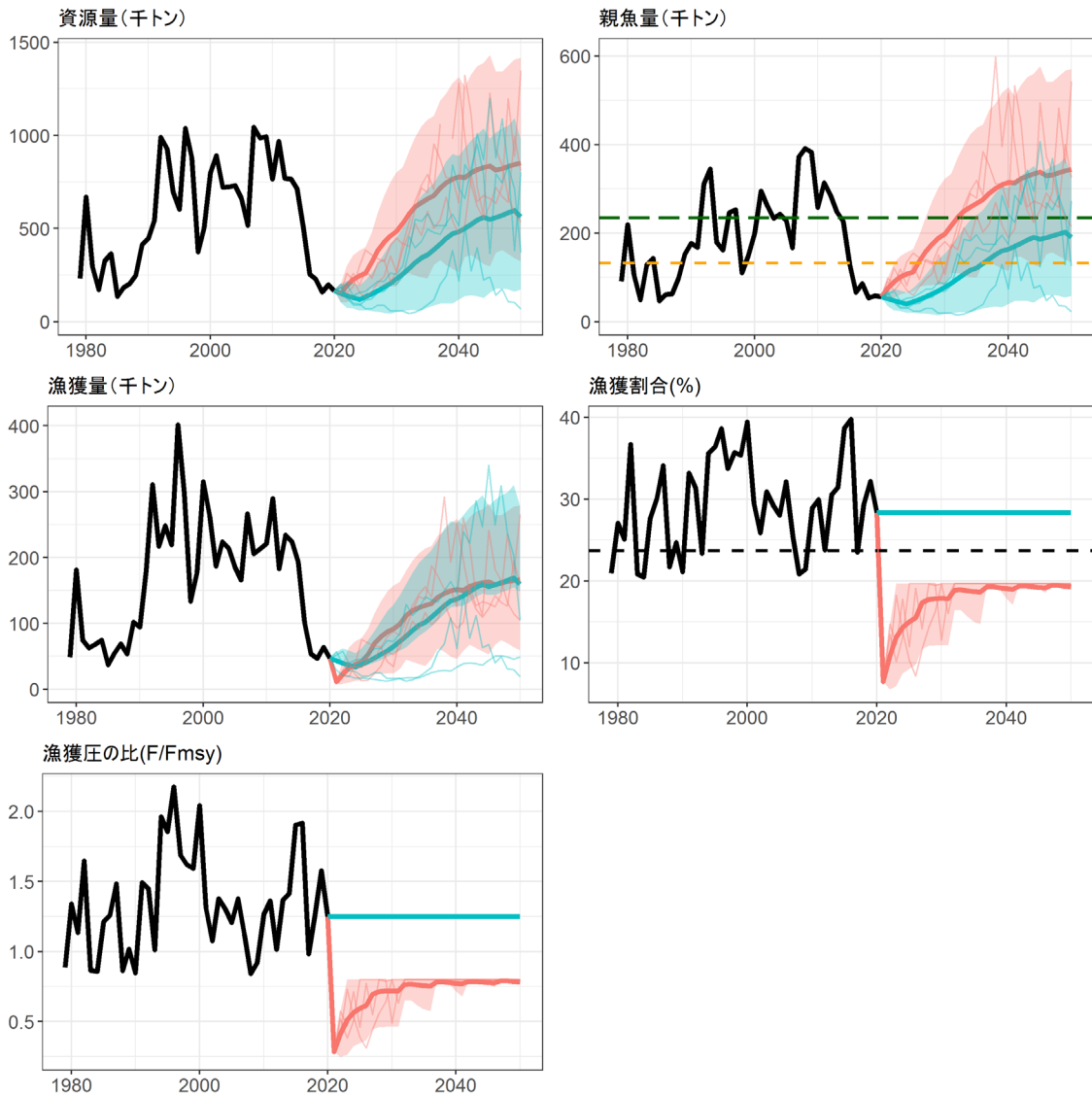
図4. 漁獲管理規則案 (β を0.8とした場合のものを示す)



(塗り：80%予測区間、太実線：平均値、細い実線：シミュレーションの例)

図 5. 通常の再生産関係による加入を仮定し、漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧（F2017-2019）で漁獲を続けた場合（青色）の将来予測（通常加入シナリオ）。

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の80%が含まれる80%予測区間、細線は3通りの将来予測の例示である。親魚量の緑破線は目標管理基準値案、黄色破線は限界管理基準値案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。安全係数 β には 0.8 を用いた。



(塗り：80%予測区間、太実線：平均値、細い実線：シミュレーションの例)

図 6. 今後 5 年間は低加入が継続すると仮定し、漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧（F2017-2019）で漁獲を続けた場合（青色）の将来予測（低加入シナリオ）。

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の80%が含まれる80%予測区間、細線は3通りの将来予測の例示である。親魚量の緑破線は目標管理基準値案、黄色破線は限界管理基準値案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。安全係数 β には 0.8 を用いた。

表 1. 通常の加入を仮定した場合に、将来の親魚量が目標管理基準値案 (a)、限界管理基準値案 (b) を上回る確率 (通常加入シナリオ)。

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧 (F2017-2019) を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は資源評価で推定した資源量と 2017~2019 年漁期の平均漁獲圧から仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

(a) 親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	0	0	12	22	32	37	41	43	45	46	46	47	48	47
0.9	0	0	13	26	37	44	49	51	53	54	55	55	56	56
0.8	0	0	15	30	43	50	55	59	60	61	63	63	63	64
0.7	0	0	17	35	50	57	62	65	67	68	69	69	70	70
0.6	0	0	19	39	55	63	68	71	73	74	74	74	75	75
0.5	0	0	21	45	61	69	73	76	77	78	79	79	79	80
0.4	0	0	24	51	66	73	77	81	82	82	83	83	84	84
0.3	0	0	27	56	71	78	82	84	85	86	86	87	87	87
0.2	0	0	29	61	75	81	85	88	89	89	89	90	90	90
0.1	0	0	32	65	78	85	88	91	91	92	92	92	92	92
0.0	0	0	35	69	81	88	91	93	93	94	94	94	94	94
F2017-2019	0	0	2	5	9	12	14	16	17	19	20	20	22	22

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	0	18	53	69	75	78	80	82	82	83	83	84	84	84
0.9	0	20	57	72	78	81	84	85	86	86	86	87	87	87
0.8	0	20	60	75	81	84	87	88	89	89	89	90	90	90
0.7	0	20	63	77	84	87	90	91	91	92	92	92	92	92
0.6	0	23	67	80	86	89	92	93	93	94	94	94	94	94
0.5	0	23	70	82	89	91	94	94	95	95	95	95	95	95
0.4	0	25	72	84	90	93	95	96	96	96	96	96	97	97
0.3	0	25	74	86	92	95	96	97	97	97	97	97	98	98
0.2	0	25	75	87	93	96	97	98	98	98	98	98	98	98
0.1	0	25	77	89	94	97	98	98	99	99	99	99	99	99
0.0	0	25	78	91	95	98	98	99	99	99	99	99	99	99
F2017-2019	0	7	18	28	36	41	45	48	50	52	54	54	57	58

表 2. 通常の加入を仮定した場合の、将来の親魚量 (a) と漁獲量 (b) の平均値の将来予測の結果 (通常加入シナリオ)。

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧 (F2017-2019) を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は資源評価で推定した資源量と 2017~2019 年漁期の平均漁獲圧から仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	56	103	146	180	206	220	232	239	243	245	248	248	252	251
0.9	56	105	152	190	221	239	253	262	267	269	273	273	277	276
0.8	56	106	158	202	238	259	277	287	293	296	300	300	304	304
0.7	56	108	164	215	257	282	302	314	321	324	329	330	334	333
0.6	56	109	171	228	277	306	330	343	351	355	360	361	365	364
0.5	56	111	177	243	299	333	359	375	383	387	393	394	398	397
0.4	56	112	185	259	323	362	391	408	418	422	428	428	433	432
0.3	56	114	193	276	348	392	425	444	454	458	465	465	469	468
0.2	56	115	201	294	376	425	462	481	492	496	503	503	507	506
0.1	56	117	209	314	406	460	500	521	532	536	543	543	547	546
0.0	56	119	219	335	437	498	541	562	574	578	585	584	588	587
F2017-2019	56	73	91	107	122	132	142	149	153	156	160	162	171	171

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	47	21	67	101	122	133	142	147	150	151	153	154	156	155
0.9	47	19	62	96	117	129	138	143	146	148	150	150	152	152
0.8	47	17	57	90	111	123	132	137	141	142	144	145	147	146
0.7	47	15	52	83	103	115	124	130	133	134	136	137	139	138
0.6	47	13	46	75	94	106	114	120	123	124	126	126	128	127
0.5	47	11	40	66	84	94	102	107	110	111	112	113	114	114
0.4	47	9	33	55	71	81	88	92	94	95	96	96	97	97
0.3	47	6	26	44	57	64	70	73	75	76	77	77	78	77
0.2	47	4	18	31	40	46	50	52	53	54	54	54	55	55
0.1	47	2	9	16	21	24	27	28	28	28	29	29	29	29
0.0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2017-2019	47	61	76	90	102	111	119	124	128	131	134	136	143	143

表 3. 今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合に、将来の親魚量が目標管理基準値案 (a)、限界管理基準値案 (b) を上回る確率 (低加入シナリオ)。

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧 (F2017-2019) を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は資源評価で推定した資源量と 2017~2019 年漁期の平均漁獲圧から仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

(a) 親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	13	18	19	54	60
0.9	0	0	0	0	0	0	1	6	14	21	27	29	63	69
0.8	0	0	0	0	0	0	3	11	21	31	38	39	70	76
0.7	0	0	0	0	0	1	5	17	31	41	47	47	75	80
0.6	0	0	0	0	0	2	10	26	41	49	52	54	78	83
0.5	0	0	0	0	2	5	17	36	50	55	56	60	80	86
0.4	0	0	0	0	5	9	25	46	56	60	60	67	83	87
0.3	0	0	0	2	8	15	35	55	62	64	65	75	85	89
0.2	0	0	0	4	13	21	45	63	68	69	70	82	88	91
0.1	0	0	0	7	19	28	55	70	73	75	76	88	91	93
0.0	0	0	0	11	25	37	65	76	79	81	81	93	93	95
F2017-2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21	33

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	0	0	4	12	15	17	36	53	58	60	60	68	81	87
0.9	0	0	8	16	20	23	44	60	63	64	64	74	84	89
0.8	0	0	8	18	25	29	51	65	67	67	67	80	86	90
0.7	0	0	12	22	30	35	59	70	71	72	72	85	89	92
0.6	0	0	16	27	36	43	67	75	76	77	77	89	91	94
0.5	0	0	21	34	42	51	73	79	81	82	81	93	94	96
0.4	0	0	21	39	49	59	79	84	85	86	86	95	96	97
0.3	0	0	25	43	56	66	84	88	90	90	91	97	98	99
0.2	0	0	29	49	63	73	89	92	93	94	94	98	99	99
0.1	0	0	33	53	69	80	92	95	96	97	97	99	99	100
0.0	0	0	33	59	75	86	95	97	98	99	99	100	100	100
F2017-2019	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	11	14	55	70

表 4. 今後 5 年間は低加入が継続すると仮定した場合の、将来の親魚量 (a) と漁獲量 (b) の平均値の将来予測の結果 (低加入シナリオ)。

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧 (F2017-2019) を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は資源評価で推定した資源量と 2017~2019 年漁期の平均漁獲圧から仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

(a) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	56	73	85	92	96	99	120	135	147	156	163	178	260	286
0.9	56	74	87	96	102	105	128	146	160	172	180	197	286	314
0.8	56	75	90	101	107	112	137	158	175	189	198	217	315	344
0.7	56	76	93	105	114	120	148	172	192	208	219	239	345	375
0.6	56	77	96	110	121	129	160	189	212	230	242	264	376	409
0.5	56	78	99	116	129	140	175	208	235	255	267	292	410	443
0.4	56	79	102	122	138	152	192	229	260	282	295	322	445	480
0.3	56	80	105	129	149	165	211	254	288	311	325	354	482	518
0.2	56	81	109	136	160	180	233	281	318	343	357	389	520	557
0.1	56	82	113	145	173	197	257	311	351	378	392	427	560	599
0.0	56	83	117	153	187	216	284	345	387	414	428	466	601	641
F2017-2019	56	51	47	44	41	38	42	47	53	60	66	73	157	201

(b) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2040	2050
1.0	47	14	26	35	41	43	54	73	84	90	95	102	162	179
0.9	47	13	24	34	39	43	54	72	82	89	94	101	158	174
0.8	47	12	22	32	38	42	53	70	80	87	92	99	152	167
0.7	47	10	20	30	36	40	51	67	77	83	88	95	143	156
0.6	47	9	18	27	34	38	49	63	72	78	83	90	132	143
0.5	47	7	16	24	30	35	45	57	66	72	75	82	117	127
0.4	47	6	13	21	26	30	40	50	58	63	66	71	100	108
0.3	47	5	10	17	21	25	33	41	47	51	53	58	80	86
0.2	47	3	7	12	15	18	24	30	34	37	39	42	56	60
0.1	47	2	4	6	8	10	13	16	19	20	21	23	30	32
0.0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2017-2019	47	43	40	37	34	32	35	40	44	50	55	61	132	168

補足資料 1. 将来予測の方法

令和 2 年度の資源評価により推定された資源量をもとに漁獲管理規則案に従う将来予測を行った。将来の加入量の推定には、令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において適用されたベバートン・ホルト型再生産関係式 ($a = 4.315$, $b = 0.066$, $S.D. = 0.417$) から推定される値を用いた (加賀ほか 2020)。なお、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは同報告書で使用した親魚量・加入量とし、最適化法には最小絶対値法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。

将来予測における漁獲係数 F は、「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測に用いたパラメータは補足表 1-1 に示す。自然死亡係数と成熟割合の値には、令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」で MSY を実現する水準の推定に用いた値を引き続き用いた。漁獲物の平均体重と現状の漁獲圧は、今年度資源評価における値を用いた。

補足表 1. 将来予測で使用したパラメータ

年齢	F2017-2019 (注 1)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
1 歳	0.483	312	0.6	1.00

注 1： 今回の資源評価で推定された 2017～2019 年漁期の平均 F とし、この F 値は 2020 年漁期の漁獲量の仮定に使用した。

本系群の将来予測では、令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、上記の通常の再生産関係による将来予測に加えて、今後数年間は低加入となるシナリオについても検討を行った。本系群に再生産関係を当てはめた時、加入量の残差には中長期的な周期性のあるトレンドがある可能性が見られ、近年は負に偏る傾向がみられている (補足図 1-1)。このため、今後数年間は低加入が続くことを想定しておくことも必要であると思われ、今後 5 年間は最近 5 年間に経験したような低加入となりその後徐々に回復する、近年の状況を考慮した場合の将来予測についても試算した。詳細は、令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」を参照されたい。この場合、加入量の不確実性として、直近の悪化した加入の傾向を反映させる為、後ろ向きに時代を区切って残差のリサンプリングを行うバックワードリサンプリングを採用した。バックワードリサンプリングの方法は以下のような手順で行われる (補足図 1-2)。

- ・将来予測の 1～5 年目：資源評価の最新 5 年分 (2015～2019 年、2020 年の資源量は推定値であるため含めない) の残差のみから重複を許したリサンプリングを行う。
- ・将来予測の 6～10 年目：最新 5 年分 (2015～2019 年) の残差、または、さらに過去に遡った 5 年分 (2010～2014 年) の残差のどちらかをランダムに選択し、選ばれた方の 5 年分の残差から重複を許してリサンプリングする。
- ・将来予測の 11 年目～：上記の手順のように、5 年ずつリサンプリングできる範囲を追加する。

加入量の不確実性に残差のバックワードリサンプリングする以外は、通常の将来予測と同

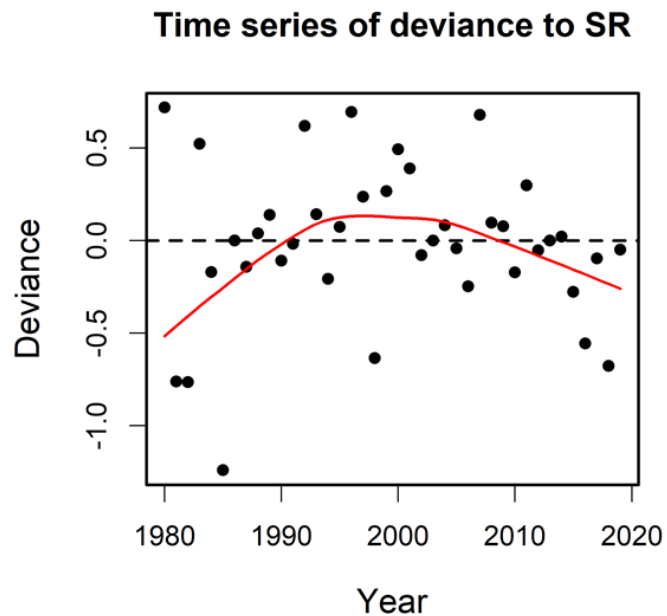
じ設定を使用する。

このバックワードリサンプリングに使用する加入量の残差は、研究機関会議において適用された再生産関係式に対し、今年度の資源解析結果で得られた親子関係のプロットからの残差として求めた。

引用文献

加賀敏樹・岡本 俊・久保田 洋・宮原寿恵・西嶋翔太 (2020) 令和 2 (2020)年度スルメイカ冬季発生系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. 水産研究・教育機構, 1-81. FRA-SA2020-BRP04-1.

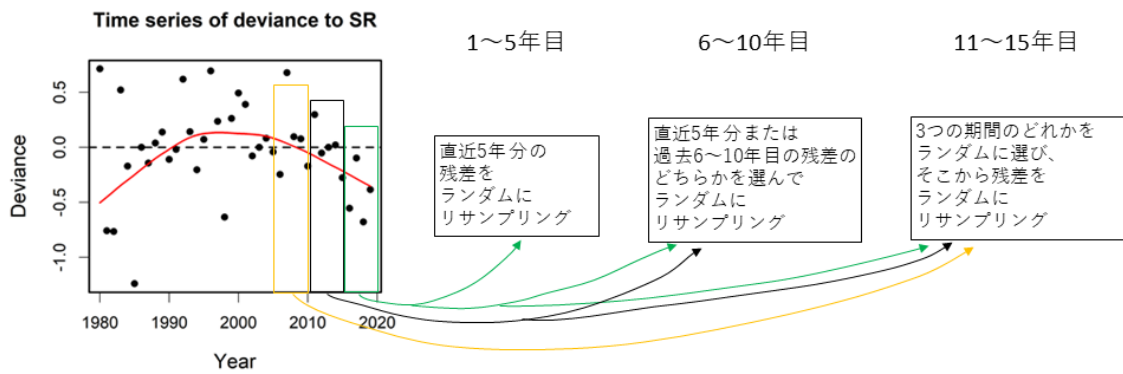
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_w_20201014.pdf
(last accessed 14 October 2020)



補足図 1-1. 令和 2 年 7 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において提案されたベバートン・ホルト型再生産関係式の加入量の残差トレンド。赤線は平滑化された曲線。

過去の残差

将来予測



補足図 1-2. 残差のバックワードリサンプリングの概念図