

令和 3（2021）年度スルメイカ秋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ホッケー・スティック型関係式を用いた。目標管理基準値（SBtarget）案には最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy：32.9 万トン）、限界管理基準値（SBlimit）案には MSY の 75%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.75msy：18.9 万トン）、禁漁水準（SBban）案には MSY の 15%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.15msy：3.0 万トン）を用いた。これらの管理基準値案から得られる基本的漁獲管理規則案および 2 つの代替管理規則案（獲り残し割合一定方策、漁獲量 3 年間一定方策）において、複数の調整係数（ β ）あるいは獲り残し割合を使用した場合における将来予測計算を行った。この漁獲量は日本だけでなく本系群を漁獲するすべての国の漁獲量の合計である。

項目	値	説明
SBtarget 案	329 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)
SBlimit 案	189 千トン	MSY の 75%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.75msy)
SBban 案	30 千トン	MSY の 15%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.15msy)
β	—	基本的漁獲管理規則、および代替漁獲管理規則である漁獲量 3 年間一定方策の漁獲圧の上限設定のため、Fmsy に掛ける調整係数。研究機関会議において、基本的漁獲管理規則の場合には、管理目標（5 年後に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率および 10 年後に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率がともに 50%以上）を達成する最小の β を基準シナリオとした。また、漁獲量 3 年間一定方策の下で β を 0～1.0 の範囲で変化させた各管理シナリオについて、上記管理目標の達成に加え、5 年後までに 1 度でも親魚量が禁漁水準案および過去最低親魚量を下回る確率が基準シナリオの同確率より小さくなるどうかを評価した。
獲り残し割合	—	代替漁獲管理規則である獲り残し割合一定方策の漁獲圧の上限設定のための獲り残し割合。研究機関会議では、本方策の下で獲り残し割合を 30～50%の範囲で変化させた各管理シナリオについて、上記の漁獲量 3 年間一定方策の場合と同様の条件で評価した。

基本的漁獲管理規則案

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合(%)
漁獲管理規則案に使用する調整係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	278	0.97	29
$\beta=0.9$	256	0.88	27
$\beta=0.8$	233	0.78	25
$\beta=0.7$	208	0.68	22
$\beta=0.6$	183	0.58	19
$\beta=0$	0	0.00	0
F2018-2020	292	1.00	29

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	262	97 - 491	28	62	98
$\beta=0.9$	291	119 - 517	33	74	99
$\beta=0.8$	321	146 - 543	45	81	100
$\beta=0.7$	354	178 - 569	51	87	100
$\beta=0.6$	387	208 - 634	57	93	100
$\beta=0$	560	369 - 796	100	100	100
F2018-2020	282	162 - 414	27	84	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	257	67 - 488	28	59	94
$\beta=0.9$	291	95 - 529	35	68	98
$\beta=0.8$	325	124 - 595	43	77	99
$\beta=0.7$	360	159 - 641	51	86	100
$\beta=0.6$	394	201 - 674	60	91	100
$\beta=0$	577	369 - 796	100	100	100
F2018-2020	280	140 - 438	30	79	100

代替漁獲管理規則案（獲り残し割合一定方策）

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合(%)
漁獲管理規則案に使用する獲り残し割合での違い等			
獲り残し割合 30%	332	1.23	35
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	278	0.97	29
獲り残し割合 39%	212	0.69	22
獲り残し割合 40%	198	0.64	21
獲り残し割合 41%	185	0.59	20
獲り残し割合 50%	65	0.19	7

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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獲り残し割合での違い等					
獲り残し割合 30%	158	2 - 365	12	34	75
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	237	56 - 471	25	54	92
獲り残し割合 39%	341	154 - 566	49	83	100
獲り残し割合 40%	362	179 - 589	53	89	100
獲り残し割合 41%	380	203 - 623	56	92	100
獲り残し割合 50%	510	326 - 752	85	100	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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獲り残し割合での違い等					
獲り残し割合 30%	106	0 - 296	8	21	48
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	201	2 - 435	22	44	76
獲り残し割合 39%	339	124 - 625	47	79	98
獲り残し割合 40%	362	154 - 650	53	85	99
獲り残し割合 41%	384	176 - 666	58	89	100
獲り残し割合 50%	525	324 - 763	86	100	100

代替漁獲管理規則案（漁獲量 3 年間一定方策）

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する調整係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	278	0.97	29
$\beta=0.65$	196	0.63	21
$\beta=0.6$	183	0.58	19
$\beta=0.5$	156	0.49	16
$\beta=0.45$	142	0.44	15
$\beta=0.4$	127	0.39	13
$\beta=0.35$	113	0.34	12
$\beta=0$	0	0	0

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁 期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	195	3 - 480	24	44	66
$\beta=0.65$	339	95 - 621	51	80	93
$\beta=0.6$	362	143 - 634	55	84	95
$\beta=0.5$	407	209 - 658	65	94	99
$\beta=0.45$	427	244 - 675	74	96	99
$\beta=0.4$	445	256 - 693	76	98	100
$\beta=0.35$	463	272 - 712	78	99	100
$\beta=0$	560	369 - 766	100	100	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	175	5 - 420	19	37	73
$\beta=0.65$	326	33 - 638	49	75	89
$\beta=0.6$	353	79 - 667	53	80	93
$\beta=0.5$	407	197 - 692	65	90	97
$\beta=0.45$	431	231 - 705	70	94	99
$\beta=0.4$	454	261 - 731	74	98	99
$\beta=0.35$	473	282 - 738	77	99	100
$\beta=0$	577	369 - 796	100	100	100

1. 資源の状況

(1) 加入量あたり漁獲量（YPR）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 62%に相当する。現状の漁獲圧（F2018-2020）は Fmsy および 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ホッケ－・スティック型再生産関係が適用されている（FRA-SA2020-BRP04-2）。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（FRA-SA2020-BRP04-2）に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。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ホッケ－・スティック型再生産関係に従い、将来の加入量を算出した（図 2）。ホッケ－・スティックの折れ点は親魚量 31.5 万トンに位置する。この親魚量以上であれば、平均的には 41 億尾程度の加入量が得られると期待される。本系群では、加入量の観測値に対する予測値の残差が近年は負をとることが多いと確認されたことから、負の残差が今後数年間は連続して起こる低加入状況を想定した将来予測を実施した（詳細は補足資料 1）。一方で、直近年の加入の状況が変化してきていると考えられることから、通常の再生産関係による将来予測も実施した（補足資料 2）。

(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	329 千トン	最大持続生産量(MSY)を実現する親魚量(SBmsy)
SBlimit 案	189 千トン	MSY の 75%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.75msy)
SBban 案	30 千トン	MSY の 15%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.15msy)

上述の「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）案には MSY を実現する親魚量（SBmsy：32.9 万トン）、限界管理基準値（SBlimit）案には MSY の 75%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.75msy：18.9 万トン）、禁漁水準（SBban）案には MSY の 15%の漁獲が得られる親魚量（SB0.15msy：3.0 万トン）を用いることが提案されている（久保田ほか 2020）。

目標管理基準値案と、MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）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 2021 年漁期の親魚量の推定値（SB2021：34.9 万トン）は目標管理基準値案を上回る。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。本系群の 2021 年漁期の漁獲圧（F2021）は 0.38 で Fmsy の 0.78 倍である。漁獲圧は、1984～1990 年漁期に概ね Fmsy を上回った後に低下し、1991～2004 年漁期では、資源量が一時的に減少した 1998 年漁期を除いて Fmsy 以下で推移した。中国の

漁獲量（仮定値）を加えた 2005 年漁期以降は、2005～2007 年漁期に F_{msy} を上回ったが、その後、2015 年漁期まで概ね F_{msy} を下回った。2016 年漁期以降は F_{msy} 付近にある。

2. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で予測した 2021 年漁期の資源量から、2022～2051 年漁期までの将来予測計算を行った。将来予測における加入量は、再生産関係式に各年漁期の親魚量を代入して得られる値とした。加入量の不確実性として、本系群では今後 5 年間は直近 5 年間のような低加入が続くと想定したバックワードリサンプリング法を適用し、10000 回の繰り返し計算を行った。また、資源評価においては、翌年の加入量を予測するにあたり当年の親魚量および加入変動を予測する必要があるが、これらの予測には誤差が伴うため将来予測で考慮した。詳細については、補足資料 1 を参照されたい。なお、将来における漁獲量は、日本だけでなく本系群を漁獲するすべての国の漁獲量の合計であり、その合計漁獲量は各漁獲管理規則案に基づき決定される。

2021 年漁期の漁獲量は、2021 年漁期の推定資源量と日韓のみの漁獲による日韓の漁獲圧の 2018～2020 年漁期の平均 ($F=0.11$) により求めた漁獲量 (6.9 万トン) に、中国の漁獲量 (仮定値) として 15 万トンを加えた値とした (補足資料 1)。また 2021 年漁期の漁獲圧 (F_{2021}) は上述の 2021 年漁期漁獲量を用いて、管理基準値案を算出した時の各生物パラメータ (平均体重等) と同じ条件下で得られる漁獲尾数に基づく F 値とした。将来予測における現状の漁獲圧は、今年度資源評価における 2018～2020 年漁期の平均漁獲圧 ($F_{2018-2020}$ 、補足表 1-1) とした。2022 年漁期以降の漁獲圧には、前年漁期後の親魚量に基づき下記の各漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。

また、漁獲管理規則案に基づいた管理の他に、本参考資料では外国の管理方式を適用した場合の TAC で管理した場合の将来予測についても実施した (詳細は補足資料 3)。

(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。本系群では、基本的漁獲管理規則案に加えて、2 つの代替漁獲管理規則案について検討した。

ア. 基本的漁獲管理規則案

「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」の基本的漁獲管理規則 (基本ルール) に基づき、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し、親魚量が限界管理基準値案以上にある場合には F_{msy} (MSY を実現する漁獲係数) に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とした。例として、図 4 に β が 0.8 の場合の基本的漁獲管理規則案を示す。 β は 0～1.0 の範囲にて 0.05 刻みで変化させたシナリオを設定し、各シナリオで将来予測を実施した。

イ. 代替漁獲管理規則案：獲り残し割合一定方策

親魚量が禁漁水準案より多い場合では、資源量に対して獲り残す割合を常に一定とし、禁漁水準案を下回った場合には禁漁とした。例として、図 5 に獲り残し割合が 37% の場合の代替漁獲管理規則案を示す。この場合の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧に 0.8 を掛けた値に相当する。また、スルメイカ秋季発生系群の MSY を実現する漁獲圧に相当する獲り残し割合は 34% である。シミュレーションでは獲り残し割合を 30~50% の範囲にて 1% 刻みで変化させたシナリオを設定し、各シナリオで将来予測を実施した。

ウ．代替漁獲管理規則案：漁獲量 3 年間一定方策

基本的漁獲管理規則案（例：図 4）に基づいて漁獲圧を決定し、その値と翌年の予測資源量から計算される漁獲量を 3 年間一定とした。ただし、この期間中に親魚量が禁漁水準案を下回った場合は禁漁とした。4 年後に漁獲量を更新するが、この時に親魚量が禁漁水準案を下回っていた場合は 3 年間禁漁とした。漁獲圧を決定する際の β は 0~1.0 の範囲にて 0.05 刻みで変化させたシナリオを設定し、各シナリオで将来予測を実施した。

エ．管理シナリオのパフォーマンス評価

各管理シナリオのパフォーマンスを評価する指標を以下の 4 つとした。

- ① 5 年後に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率
- ② 10 年後に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率
- ③ 5 年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率
- ④ 5 年後までに一度でも親魚量が過去最低親魚量を下回る確率

①と②は目標達成の指標で、③と④はリスクの指標である。スルメイカ資源については、①と②が 50% 以上となることを管理目標としている。「代替漁獲管理規則（代替ルール）を提案する際のガイドライン」に基づき、基本的漁獲管理規則案の代わりとして科学的に推奨できる代替漁獲管理規則案は、「管理目標に適いつつ、基本的漁獲管理規則と同等のパフォーマンスを持つ管理方策」とした。

各管理シナリオのパフォーマンスを次の基準で分類した。すなわち、将来予測の結果から①と②がともに 50% 以上となる基本的漁獲管理規則案を基準シナリオとし、①と②がともに 50% 以上で、かつリスクの指標となる③と④を基準シナリオ以下に抑えられる管理方策をランク 2 とした。また、①と②はともに 50% 以上であるものの、③と④が基準シナリオより大きい場合はランク 1 とし、①と②のどちらか一方でも 50% 未満の場合はランク 0 とした。

(3) 将来予測の結果

各漁獲管理規則案に基づいた 2051 年漁期までの将来予測の結果を図 6~8 および表 1~3 に示す。また、全てのシナリオ間での目標達成確率とリスクを比較するために、各シナリオにランクを付した上で表 4 に一覧としてまとめた。基準シナリオは β が 0.7 の時の基本的漁獲管理規則案となり、ランク 2 に該当する獲り残し割合一定方策は獲り残し割合 41% 以上であり、漁獲量 3 年間一定方策の β は 0.35 以下であった（表 4）。なお、外国の管理方式を適用した場合の将来予測結果は補足資料 3 に示す。

ア. 2022 年漁期の予測値

基本的管理規則案に基づいて試算された 2022 年漁期の平均漁獲量は、 β を 0.7 とした場合には 20.8 万トン、 β を 1.0 とした場合には 27.8 万トンであった。獲り残し割合一定方策では、獲り残し割合を 40%とした場合には 2022 年漁期の平均漁獲量は 19.8 万トン、34% (Fmsy に相当) とした場合には 27.8 万トンであった。漁獲量 3 年間一定方策では、 β を 0.4 とした場合には 2022 年漁期の平均漁獲量は 12.7 万トン、 β を 1.0 とした場合には 27.8 万トンであった。2021 年漁期の親魚量は 34.9 万トンで目標管理基準値案を上回る。

基本的漁獲管理規則案

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する調整係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	278	0.97	29
$\beta=0.9$	256	0.88	27
$\beta=0.8$	233	0.78	25
$\beta=0.7$	208	0.68	22
$\beta=0.6$	183	0.58	19
$\beta=0$	0	0.00	0
F2018-2020	292	1.00	29

代替漁獲管理規則案（獲り残し割合一定方策）

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する獲り残し割合での違い等			
獲り残し割合 30%	332	1.23	35
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	278	0.97	29
獲り残し割合 39%	212	0.69	22
獲り残し割合 40%	198	0.64	21
獲り残し割合 41%	185	0.59	20
獲り残し割合 50%	65	0.19	7

代替漁獲管理規則案（漁獲量 3 年間一定方策）

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する調整係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	278	0.97	29
$\beta=0.65$	196	0.63	21
$\beta=0.6$	183	0.58	19
$\beta=0.5$	156	0.49	16
$\beta=0.45$	142	0.44	15
$\beta=0.4$	127	0.39	13
$\beta=0.35$	113	0.34	12
$\beta=0$	0	0	0

イ. 2023 年漁期以降の予測

基本的漁獲管理規則案に基づいて試算された 2026 年漁期（管理開始から 5 年後）の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 としたとき 26.2 万トン（80%予測区間は 9.7 万～49.1 万トン）、 β を 0.8 とした場合には 32.1 万トン（80%予測区間は 14.6 万～54.3 万トン）であった。 β を 0.7 とした場合には 35.4 万トン（80%予測区間は 17.8 万～56.9 万トン）であり、予測値が限界管理基準値案を上回る確率は 87%であった。2031 年漁期（管理開始から 10 年後）の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 25.7 万トン（80%予測区間は 6.7 万～48.8 万トン）であり、 β を 0.8 とした場合には 32.5 万トン（80%予測区間は 12.4 万～59.5 万トン）であった。 β を 0.7 とした場合には 36.0 万トン（80%予測区間は 15.9 万～64.1 万トン）であり、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は 51%であった。

獲り残し割合一定方策による代替漁獲管理規則案に基づいて試算された 2026 年漁期の平均親魚量の予測値は、獲り残し割合をおおよそ Fmsy に相当する 34%とした場合には 23.7 万トン（80%予測区間は 5.6 万～47.1 万トン）であった。獲り残し割合を 40%とした場合には 36.2 万トン（80%予測区間は 17.9 万～58.9 万トン）であり、予測値が限界管理基準値案を上回る確率は 89%であった。2031 年漁期の平均親魚量の予測値は、獲り残し割合を 34%とした場合には 20.1 万トン（80%予測区間は 0.2 万～43.5 万トン）であった。獲り残し割合を 40%とした場合には 36.2 万トン（80%予測区間は 15.4 万～65.0 万トン）であり、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は 53%であった。

漁獲量 3 年間一定方策による代替漁獲管理規則案に基づいて試算された 2026 年漁期の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 19.5 万トン（80%予測区間は 0.3 万～48.0 万トン）であった。 β を 0.4 とした場合には 44.5 万トン（80%予測区間は 25.6 万～69.3 万トン）であり、予測値が限界管理基準値案を上回る確率は 98%であった。2031 年漁期の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 17.5 万トン（80%予測区間は 0.5 万～42.0 万ト

ン)であった。 β を0.4とした場合には47.3万トン(80%予測区間は26.1万～73.1万トン)であり、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は74%であった。

前述の通り、これらの将来予測では本系群を漁獲するすべての国の漁獲を漁獲管理規則案に基づき仮定している。もし、日本を含むすべての国が現状の漁獲圧(F2018-2020)を継続した場合は、2026年漁期の平均親魚量の予測値は28.2万トン(80%予測区間は16.2万～41.4万トン)であり、限界管理基準値案を上回る確率は84%であった。2031年漁期の平均親魚量の予測値は28.0万トン(80%予測区間は14.0万～43.8万トン)、目標管理基準値案を上回る確率は30%であり、10年後に目標管理基準値案まで回復する可能性は低い。本資源からの良好な漁獲を長期的に維持するには、本資源を漁獲するすべての国と協調して漁獲を管理する必要がある。

基本的漁獲管理規則案

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	262	97 - 491	28	62	98
$\beta=0.9$	291	119 - 517	33	74	99
$\beta=0.8$	321	146 - 543	45	81	100
$\beta=0.7$	354	178 - 569	51	87	100
$\beta=0.6$	387	208 - 634	57	93	100
$\beta=0$	560	369 - 796	100	100	100
F2018-2020	282	162 - 414	27	84	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	257	67 - 488	28	59	94
$\beta=0.9$	291	95 - 529	35	68	98
$\beta=0.8$	325	124 - 595	43	77	99
$\beta=0.7$	360	159 - 641	51	86	100
$\beta=0.6$	394	201 - 674	60	91	100
$\beta=0$	577	369 - 796	100	100	100
F2018-2020	280	140 - 438	30	79	100

代替漁獲管理規則案（獲り残し割合一定方策）

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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獲り残し割合での違い等					
獲り残し割合 30%	158	2 - 365	12	34	75
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	237	56 - 471	25	54	92
獲り残し割合 39%	341	154 - 566	49	83	100
獲り残し割合 40%	362	179 - 589	53	89	100
獲り残し割合 41%	380	203 - 623	56	92	100
獲り残し割合 50%	510	326 - 752	85	100	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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獲り残し割合での違い等					
獲り残し割合 30%	106	0 - 296	8	21	48
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	201	2 - 435	22	44	76
獲り残し割合 39%	339	124 - 625	47	79	98
獲り残し割合 40%	362	154 - 650	53	85	99
獲り残し割合 41%	384	176 - 666	58	89	100
獲り残し割合 50%	525	324 - 763	86	100	100

代替漁獲管理規則案（漁獲量 3 年間一定方策）

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	195	3 - 480	24	44	66
$\beta=0.65$	339	95 - 621	51	80	93
$\beta=0.6$	362	143 - 634	55	84	95
$\beta=0.5$	407	209 - 658	65	94	99
$\beta=0.45$	427	244 - 675	74	96	99
$\beta=0.4$	445	256 - 693	76	98	100
$\beta=0.35$	463	272 - 712	78	99	100
$\beta=0$	560	369 - 766	100	100	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	175	5 - 420	19	37	73
$\beta=0.65$	326	33 - 638	49	75	89
$\beta=0.6$	353	79 - 667	53	80	93
$\beta=0.5$	407	197 - 692	65	90	97
$\beta=0.45$	431	231 - 705	70	94	99
$\beta=0.4$	454	261 - 731	74	98	99
$\beta=0.35$	473	282 - 738	77	99	100
$\beta=0$	577	369 - 796	100	100	100

引用文献

久保田 洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊 (2020) 令和 2 (2020)年度スルメイカ秋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-BRP04-2.

https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_a_20201014.pdf
(last accessed 9 November 2021)

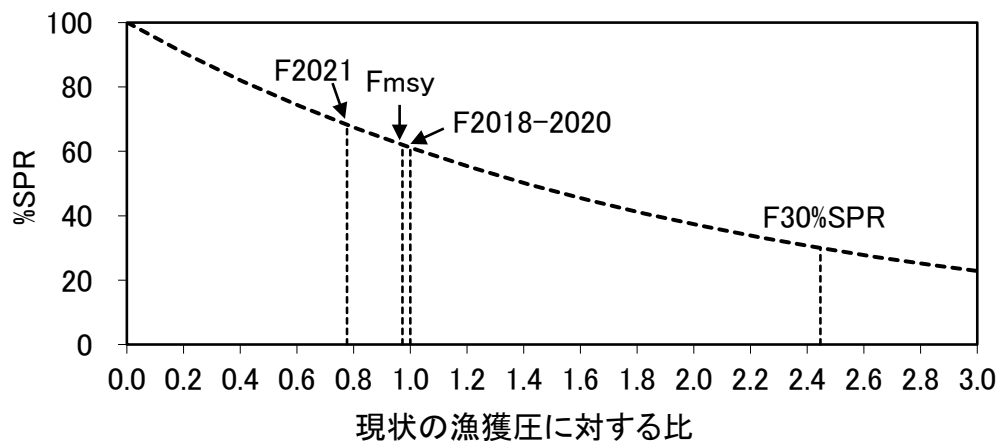


図 1. 現状の漁獲圧（F2018-2020）に対する%SPR

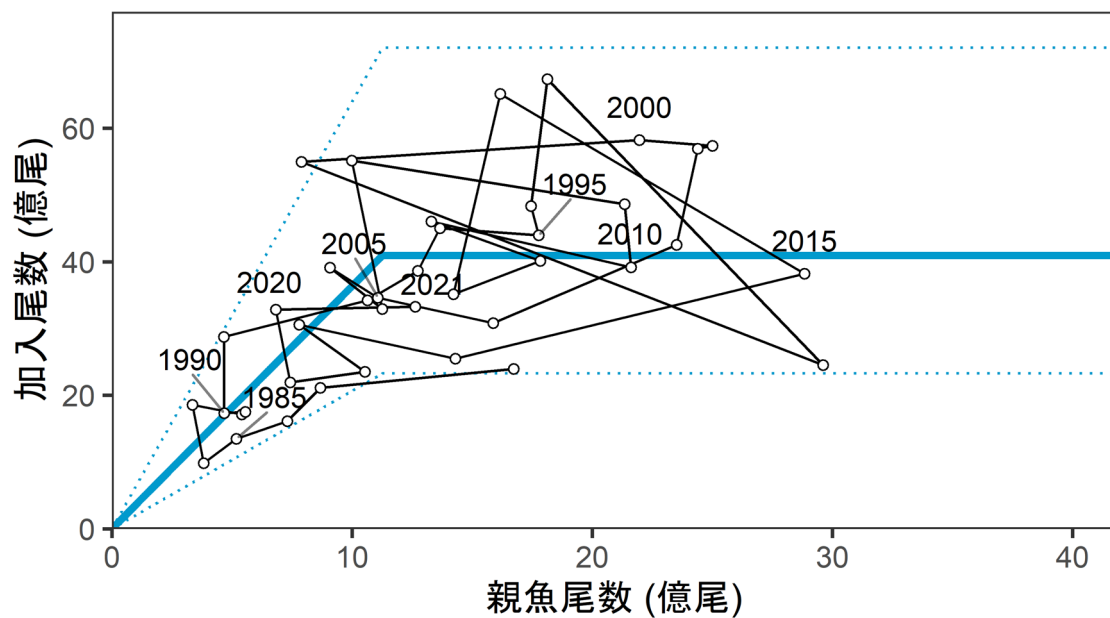


図 2. 親魚尾数と加入尾数の関係（再生産関係）

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。青点線は観察データの 90%が含まれると推定される範囲を示す。図中の数字は年級群を示す。

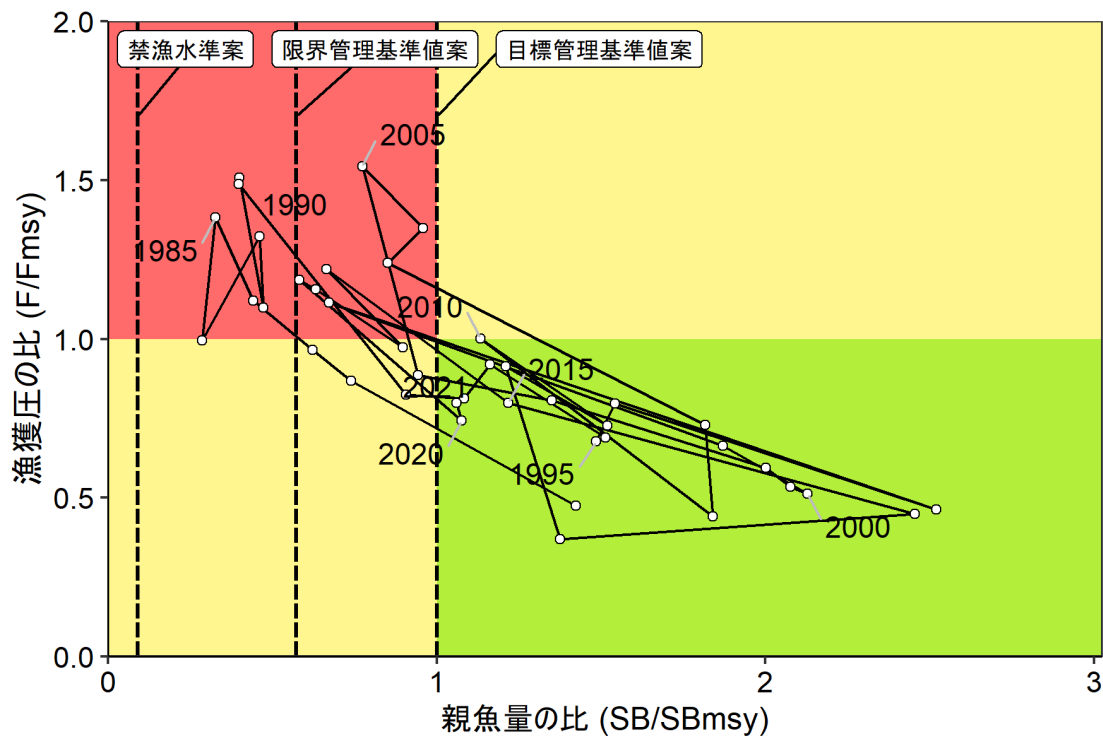
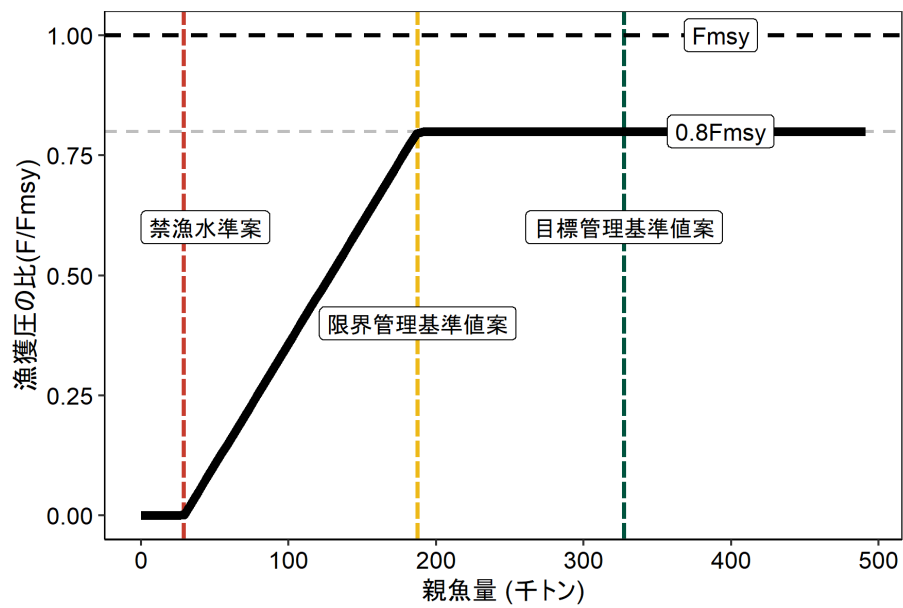


図 3. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係（神戸プロット）

(a) 縦軸を漁獲圧にした場合



(b) 縦軸を漁獲量にした場合（加入変動は考慮せず、決定論的に計算）

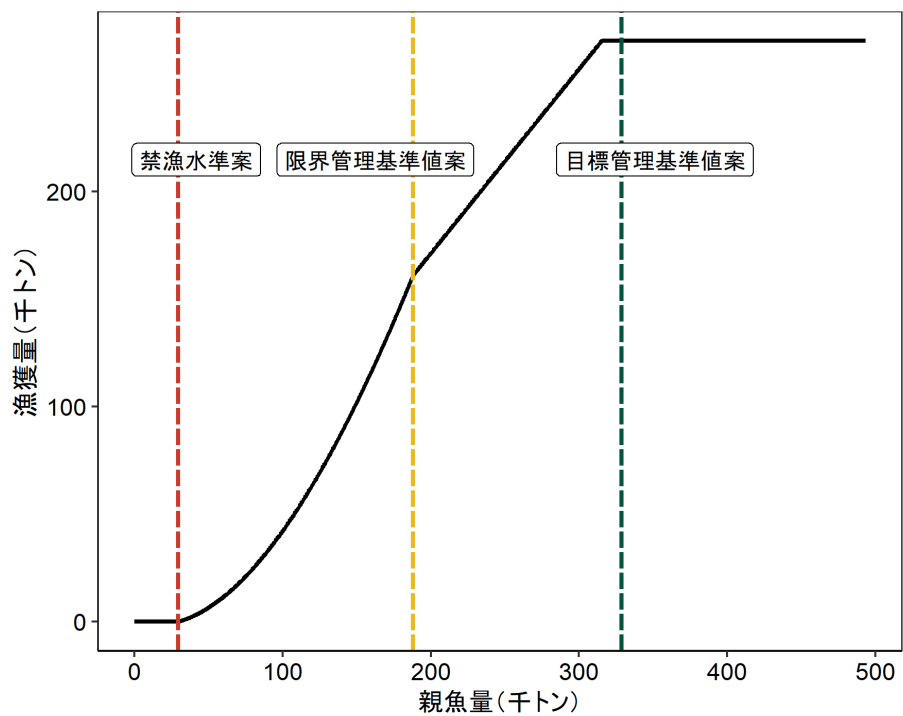
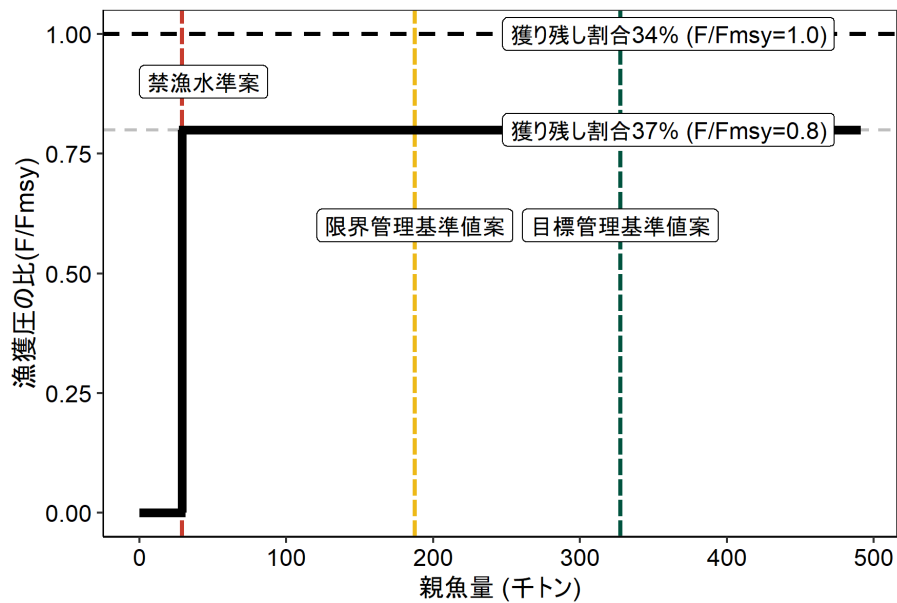


図 4. 基本的漁獲管理規則案（ β が 0.8 の場合）

(a) 縦軸を漁獲圧にした場合



(b) 縦軸を漁獲量にした場合（加入変動は考慮せず、決定論的に計算）

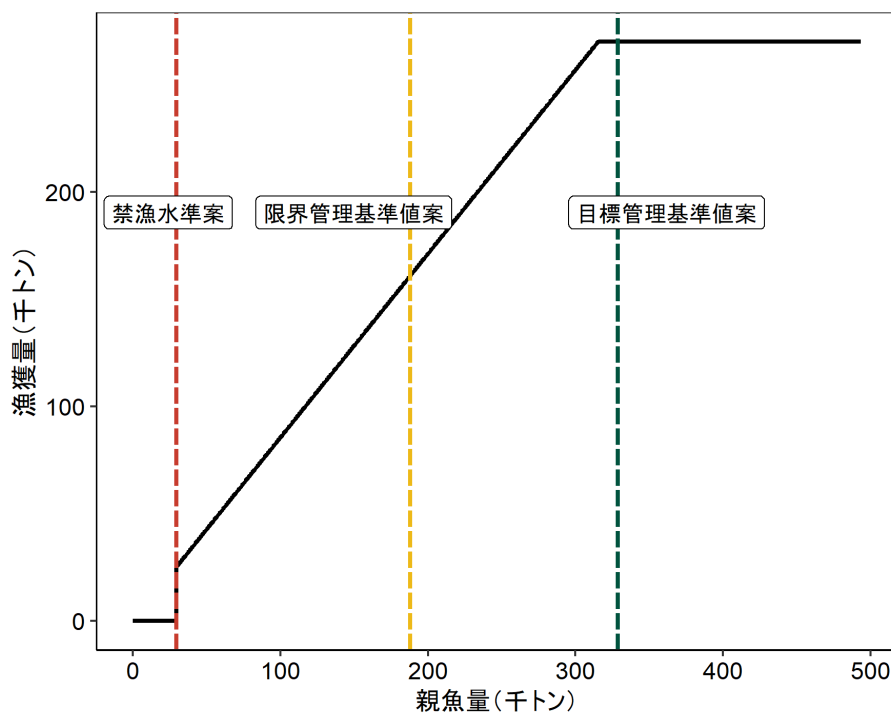
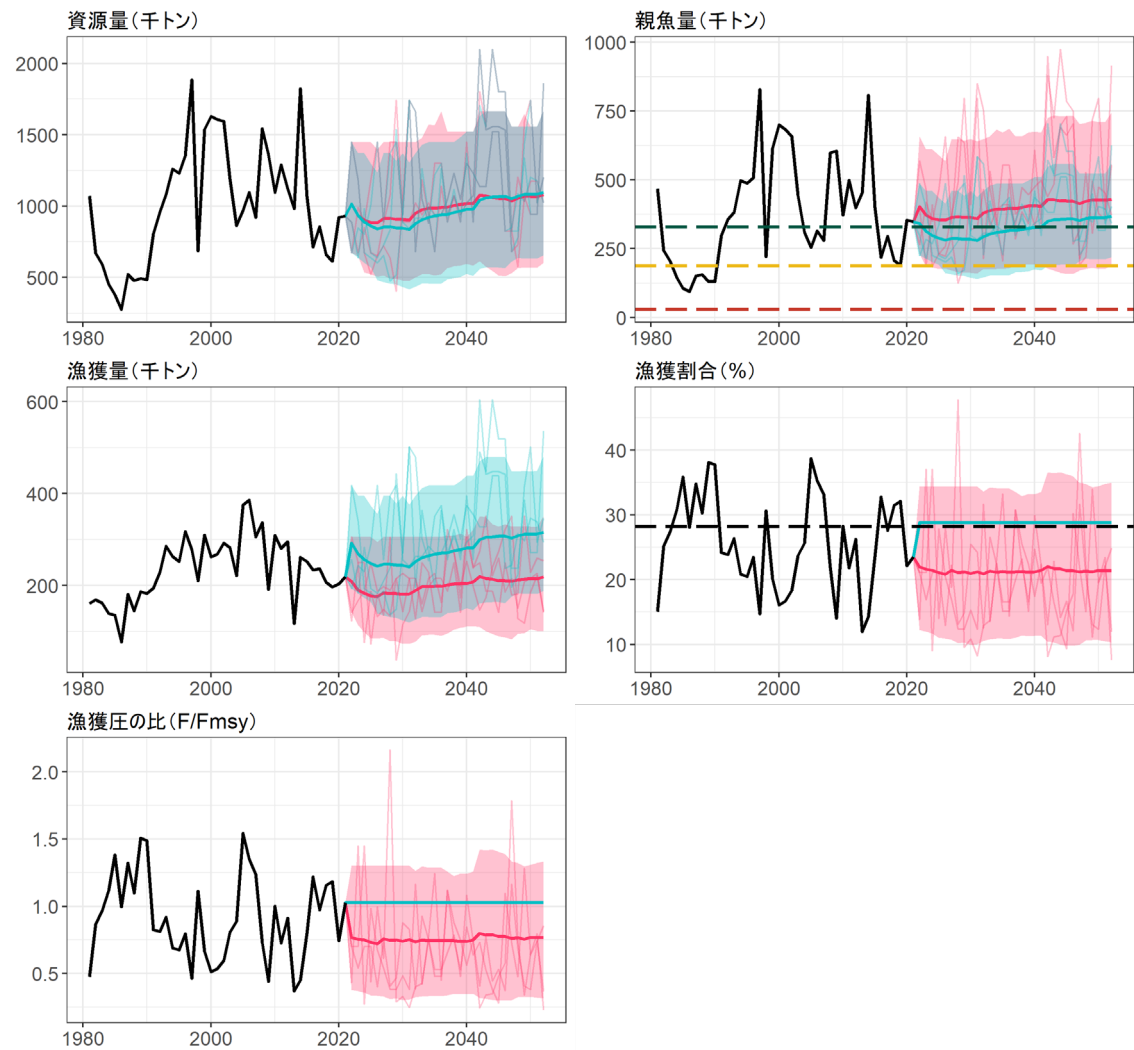


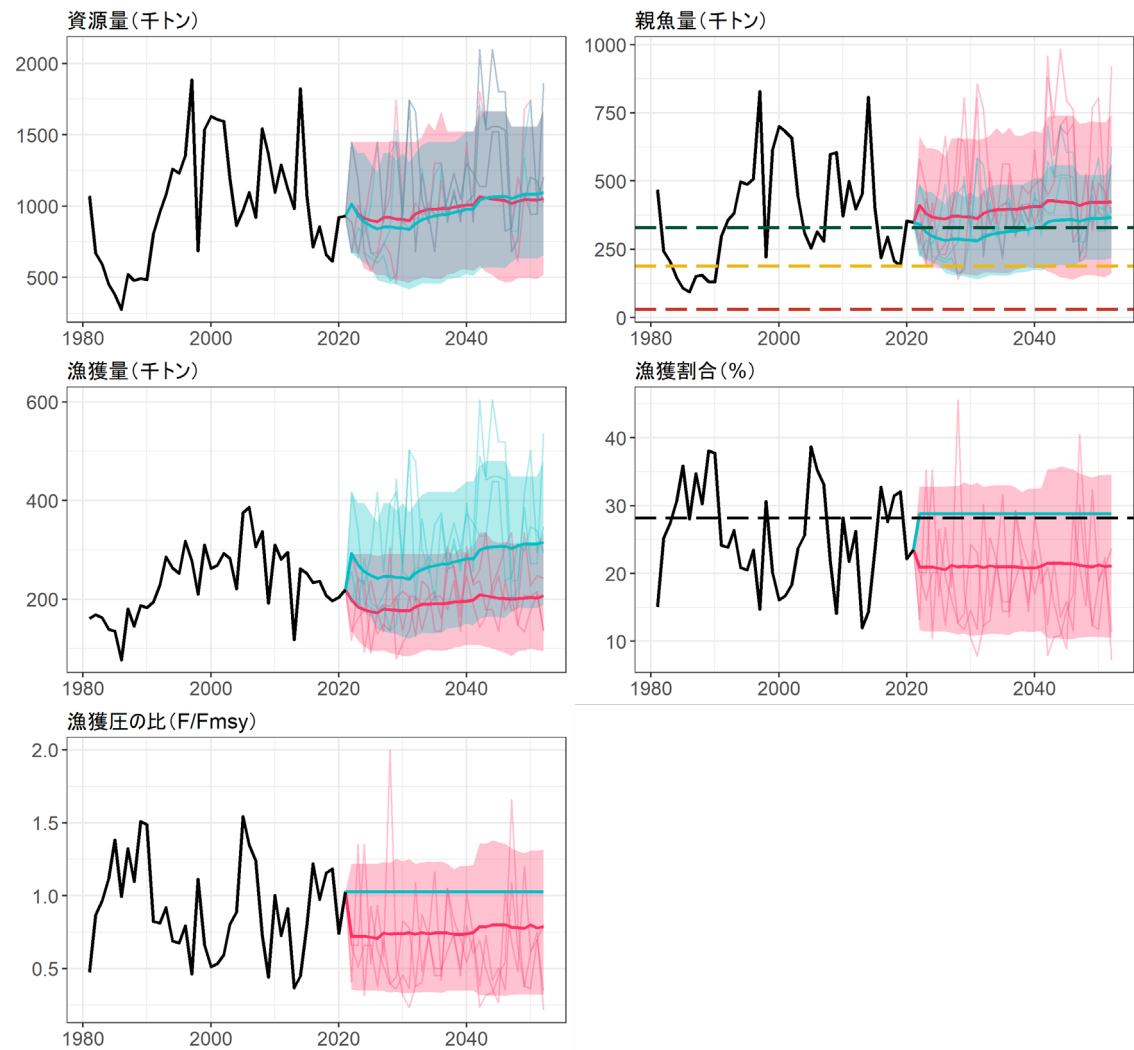
図 5. 獲り残し割合一定方策の代替漁獲管理規則案（獲り残し割合が 37%の場合）

獲り残し割合 37%の時の漁獲圧は $0.8F_{msy}$ に相当し、34%の時の漁獲圧は F_{msy} に相当する。



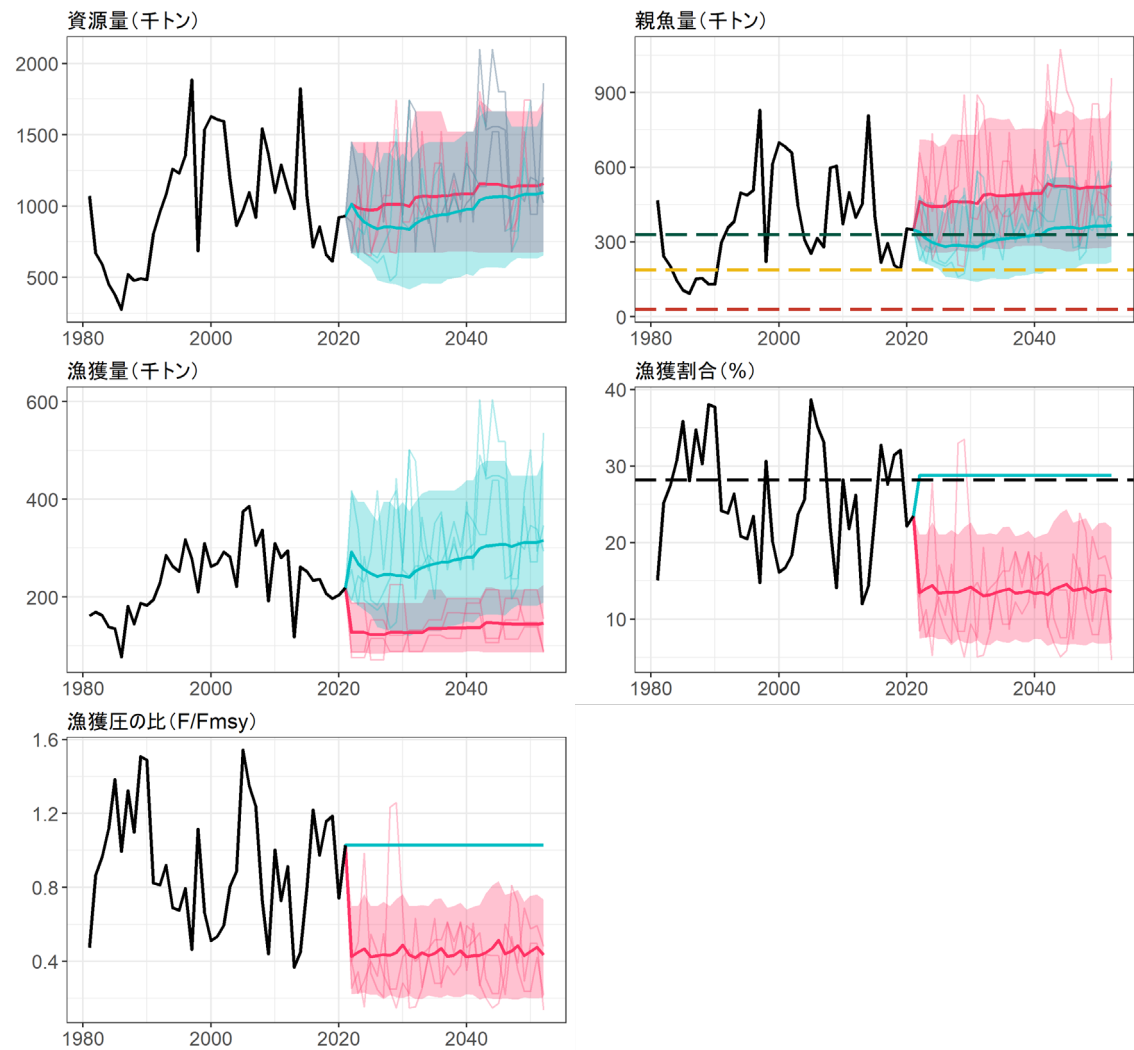
(塗り：80%予測区間、太実線：平均値、細い実線：シミュレーションの例)

図 6. 基本的漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧（F2018-2020）で漁獲を続けた場合（青色）の将来予測 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、赤破線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。調整係数 β には 0.7 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 7. 代替漁獲管理規則案の獲り残し割合一定方策を用いた場合 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2018-2020) で漁獲を続けた場合 (青色) の将来予測 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、赤破線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。獲り残し割合 40%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 8. 代替漁獲管理規則案の漁獲量 3 年間一定方策を用いた場合 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2018-2020) で漁獲を続けた場合 (青色) の将来予測 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、赤破線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。調整係数 β には 0.4 を用いた。

表 1. 基本的漁獲管理規則案を用いた場合および現状の漁獲圧 (F2018-2020) を継続した場合の将来予測の結果

2021 年漁期の漁獲量は 219 千トンとした (2.将来予測 (1) 将来予測の設定参照)。2022 年漁期から基本的漁獲管理規則案 (β は 0~1.0) 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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	48	38	32	30	28	29	29	29	30	28	38	42
0.95	100	49	39	34	32	31	32	32	32	32	31	42	46
0.90	100	50	41	36	34	33	35	36	35	36	35	46	50
0.85	100	52	42	38	36	36	38	39	39	39	38	50	54
0.80	100	64	53	47	45	45	44	44	44	44	43	55	58
0.75	100	64	54	49	48	48	48	49	48	48	47	59	62
0.70	100	64	56	52	51	51	53	54	52	52	51	63	66
0.65	100	65	58	54	54	55	58	59	58	58	57	67	70
0.60	100	66	60	57	57	57	61	62	61	61	60	71	73
0.55	100	72	67	64	64	65	66	67	67	66	66	75	77
0.50	100	73	69	66	67	68	69	70	69	69	69	79	80
0.45	100	80	76	74	75	75	74	74	73	73	73	82	83
0.40	100	80	78	76	77	78	76	76	75	75	75	85	86
0.35	100	80	79	78	78	79	79	79	78	79	78	88	88
0.30	100	80	80	79	80	80	80	80	80	80	79	90	89
0.25	100	81	81	80	81	81	82	83	82	82	82	91	90
0.20	100	85	84	84	85	85	86	86	86	87	86	92	91
0.15	100	92	92	92	93	93	93	93	93	93	93	96	94
0.10	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	100	98
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	40	35	33	30	27	30	31	31	31	30	48	58

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	81	71	65	62	62	62	62	61	61	59	68	67
0.95	100	92	80	74	71	70	66	66	66	65	64	73	72
0.90	100	92	82	77	74	74	70	70	70	69	68	78	76
0.85	100	92	84	80	78	77	74	74	74	73	72	81	79
0.80	100	92	86	82	81	81	78	78	78	77	77	84	82
0.75	100	93	88	85	84	84	83	83	83	82	82	88	85
0.70	100	93	89	87	87	87	87	87	86	86	86	91	88
0.65	100	96	93	91	91	91	90	90	89	89	89	93	91
0.60	100	96	95	93	93	93	93	92	91	92	91	95	93
0.55	100	97	95	95	95	95	95	94	94	94	94	96	95
0.50	100	100	99	98	98	98	97	96	96	96	96	98	96
0.45	100	100	99	99	99	99	98	98	98	98	98	99	98
0.40	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99
0.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	100	96	93	90	84	82	81	81	79	79	88	92

(c) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	349	351	303	280	268	262	268	267	263	263	257	297	312
0.95	349	359	314	293	282	277	283	283	280	279	274	317	333
0.90	349	368	325	305	296	291	299	299	296	296	291	335	352
0.85	349	376	336	318	310	306	314	315	312	313	308	353	370
0.80	349	385	347	331	324	321	330	332	329	330	325	370	389
0.75	349	394	359	345	339	337	347	349	346	347	343	388	408
0.70	349	403	372	359	355	354	364	366	363	364	360	405	426
0.65	349	413	385	374	371	371	382	384	381	381	377	421	444
0.60	349	422	397	389	386	387	398	401	398	398	394	437	460
0.55	349	432	410	403	402	403	415	418	414	415	412	453	477
0.50	349	442	423	418	418	419	432	435	431	432	429	468	493
0.45	349	452	436	432	433	434	447	451	447	448	445	483	510
0.40	349	463	449	447	448	449	463	467	463	464	461	498	526
0.35	349	474	463	461	463	465	479	482	479	480	477	513	542
0.30	349	485	477	476	478	479	494	498	495	496	493	528	558
0.25	349	496	491	491	494	495	510	514	510	512	508	543	574
0.20	349	508	505	505	508	509	524	528	525	527	523	558	591
0.15	349	520	518	519	521	522	538	542	539	541	537	572	607
0.10	349	532	530	531	534	534	551	555	552	554	550	586	623
0.05	349	545	543	544	547	547	564	569	566	567	564	600	638
0.00	349	557	556	557	560	560	578	582	579	581	577	615	653
F2018-2020	349	341	313	298	289	282	287	287	285	284	280	329	364

(d) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	219	278	229	207	192	184	191	187	185	183	182	216	219
0.95	219	267	225	205	192	185	193	189	188	185	185	220	223
0.90	219	256	219	202	191	186	194	190	189	187	187	221	225
0.85	219	245	213	199	189	185	193	190	189	187	188	220	225
0.80	219	233	206	194	186	183	191	189	188	187	187	218	223
0.75	219	221	199	189	183	180	189	186	186	185	185	214	220
0.70	219	208	190	183	178	176	185	183	182	181	182	207	214
0.65	219	196	181	176	172	171	179	178	177	176	177	200	207
0.60	219	183	172	168	165	164	172	171	170	169	170	191	198
0.55	219	169	161	159	157	156	163	162	162	161	162	180	187
0.50	219	156	150	149	147	147	153	153	152	152	152	168	175
0.45	219	142	138	137	136	136	142	142	141	141	141	155	162
0.40	219	127	125	125	125	124	130	129	129	129	129	141	147
0.35	219	113	112	112	112	111	116	116	116	115	116	126	132
0.30	219	98	98	98	98	98	102	102	102	101	102	110	115
0.25	219	82	83	83	83	83	86	86	86	86	86	93	98
0.20	219	67	67	68	68	68	70	70	70	70	70	76	80
0.15	219	51	51	52	52	52	54	54	54	53	54	58	61
0.10	219	34	35	35	35	35	36	36	36	36	36	39	41
0.05	219	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	20	21
0.00	219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2018-2020	219	292	269	256	248	242	246	247	244	243	241	282	312

表 2. 代替漁獲管理規則案の獲り残し割合一定方策を用いた場合の将来予測の結果
 2021 年漁期の漁獲量は 219 千トンとした (2.将来予測 (1) 将来予測の設定参照)。2022
 年漁期から獲り残し割合一定方策 (獲り残し割合は 30～50%) 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 (%)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	100	38	25	19	15	12	12	11	10	10	8	9	7
31	100	39	26	21	17	14	15	14	12	12	11	11	10
32	100	45	31	25	21	18	18	17	16	15	13	15	14
33	100	48	35	29	25	22	21	20	19	19	17	20	18
34	100	48	37	31	28	25	25	24	23	23	22	25	24
35	100	49	39	33	31	28	29	28	27	27	26	32	31
36	100	51	41	36	34	32	33	33	32	31	30	38	38
37	100	64	52	45	43	41	39	39	38	38	37	45	46
38	100	64	53	48	46	45	44	45	44	43	42	52	53
39	100	64	55	50	49	49	49	50	48	48	47	58	60
40	100	65	57	53	52	53	55	56	55	54	53	63	66
41	100	66	59	56	56	56	60	60	59	59	58	69	71
42	100	72	66	63	63	64	65	65	64	63	63	74	75
43	100	73	68	66	66	67	68	69	68	68	67	78	79
44	100	80	76	74	74	75	72	73	72	72	71	81	82
45	100	80	77	76	76	77	75	75	75	75	74	85	85
46	100	80	79	77	78	78	78	79	78	78	78	87	87
47	100	80	80	79	79	80	80	80	79	79	79	89	88
48	100	80	80	80	80	81	80	81	80	80	80	90	89
49	100	85	84	83	84	85	84	84	84	84	84	91	91
50	100	86	84	84	85	85	86	87	86	87	86	92	91

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	100	77	59	47	39	34	30	28	25	23	21	17	13
31	100	77	61	50	43	39	35	33	30	28	26	22	18
32	100	78	64	54	48	44	41	38	35	33	31	29	23
33	100	79	67	58	52	49	46	43	41	40	37	36	30
34	100	81	69	62	57	54	52	50	48	46	44	44	38
35	100	92	80	71	67	64	59	57	55	53	52	54	47
36	100	92	82	75	71	69	65	63	62	60	58	62	57
37	100	92	84	79	76	74	71	70	68	67	66	70	66
38	100	93	87	82	80	79	78	77	75	74	74	79	74
39	100	93	88	85	84	83	82	82	81	80	79	85	81
40	100	96	93	90	89	89	88	87	86	86	85	89	86
41	100	96	94	92	92	92	91	90	89	89	89	93	90
42	100	97	95	94	94	94	93	92	92	92	92	95	93
43	100	100	99	98	98	97	96	96	95	95	95	97	95
44	100	100	99	99	99	99	97	97	97	97	97	98	97
45	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	98
46	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
47	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
48	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
49	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(c) 親魚量の平均値 (千トン)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	349	312	244	205	178	158	148	137	125	117	106	82	64
31	349	322	258	221	195	176	168	158	145	138	127	105	88
32	349	332	271	237	213	196	189	180	167	161	150	133	113
33	349	341	285	253	232	216	211	203	191	185	175	166	145
34	349	351	299	270	251	237	234	227	217	211	201	200	183
35	349	361	313	287	270	258	258	252	244	239	230	240	228
36	349	371	327	303	289	279	281	278	270	266	258	278	272
37	349	381	340	319	307	299	304	302	296	293	286	315	317
38	349	391	353	335	326	320	327	327	321	319	313	350	357
39	349	401	367	352	345	341	349	350	345	344	339	380	392
40	349	411	381	369	363	362	371	372	368	368	362	406	422
41	349	420	394	384	381	380	391	393	389	389	384	428	446
42	349	430	408	400	398	398	410	412	408	408	404	446	468
43	349	440	421	415	414	415	428	430	426	426	423	463	487
44	349	450	433	429	429	430	443	446	442	443	440	479	504
45	349	460	445	442	443	445	458	462	458	459	456	493	520
46	349	470	458	456	457	459	473	476	473	474	471	507	535
47	349	480	470	469	471	472	487	490	487	488	485	521	550
48	349	490	483	482	484	485	500	504	501	502	499	534	565
49	349	499	495	495	497	498	513	518	514	516	512	547	579
50	349	509	506	507	509	510	526	530	527	528	525	559	593

(d) 漁獲量の平均値 (千トン)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	219	332	255	214	183	160	150	136	125	114	106	80	58
31	219	318	251	215	187	167	160	147	137	127	119	97	76
32	219	305	246	215	191	174	169	157	148	139	132	116	93
33	219	292	241	214	193	179	177	166	158	150	145	135	112
34	219	278	234	212	194	182	183	174	167	161	156	154	134
35	219	265	228	209	195	185	187	180	175	169	166	171	157
36	219	252	220	205	193	185	190	184	180	175	173	185	176
37	219	238	212	200	190	184	190	186	183	179	178	195	192
38	219	225	204	194	186	182	189	185	184	181	180	201	201
39	219	212	194	187	181	178	185	183	182	180	180	202	204
40	219	198	185	179	175	173	181	179	178	176	177	198	203
41	219	185	175	171	168	166	174	172	172	170	171	191	197
42	219	172	164	161	159	158	165	165	164	163	164	182	188
43	219	158	153	151	150	149	156	155	155	154	155	171	177
44	219	145	141	140	139	139	145	145	144	144	144	158	165
45	219	132	129	129	128	128	134	133	133	132	133	145	152
46	219	118	117	117	117	116	122	121	121	121	121	132	138
47	219	105	105	105	105	104	109	109	109	108	109	118	123
48	219	92	92	92	92	92	96	96	96	95	96	103	108
49	219	78	79	79	79	79	82	82	82	82	82	89	93
50	219	65	66	66	66	66	69	69	69	68	69	74	78

表 3. 代替漁獲管理規則案の漁獲量 3 年間一定方策を用いた場合の将来予測の結果
 2021 年漁期の漁獲量は 219 千トンとした (2.将来予測 (1) 将来予測の設定参照)。2022
 年漁期から基本的漁獲管理規則案 (β は 0~1.0) 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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	48	36	30	24	24	27	22	21	23	19	34	40
0.95	100	49	37	31	27	26	30	24	24	27	21	36	42
0.90	100	50	39	33	29	29	33	27	27	29	24	39	44
0.85	100	52	42	36	31	32	36	30	31	33	27	43	48
0.80	100	64	54	46	40	40	41	35	36	38	32	47	50
0.75	100	64	54	49	42	43	45	40	41	42	37	51	54
0.70	100	64	56	50	45	47	49	45	45	46	42	55	58
0.65	100	65	58	53	49	51	53	52	51	52	49	60	63
0.60	100	66	61	56	52	55	57	56	56	57	53	66	67
0.55	100	72	66	61	60	62	63	63	62	62	60	71	72
0.50	100	73	68	65	64	65	68	67	66	67	65	76	76
0.45	100	80	76	72	72	74	73	72	72	71	70	81	80
0.40	100	80	77	74	75	76	75	75	74	74	74	84	84
0.35	100	80	78	76	78	78	77	79	77	77	77	88	87
0.30	100	80	79	78	80	79	79	80	79	79	79	89	89
0.25	100	81	81	81	80	81	82	83	82	82	82	91	90
0.20	100	85	85	85	85	85	88	86	86	86	86	92	91
0.15	100	92	92	93	93	93	92	94	93	93	93	96	94
0.10	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	98
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	81	65	53	47	44	43	40	37	38	37	54	55
0.95	100	92	71	59	56	50	48	45	43	43	41	58	57
0.90	100	92	74	63	60	55	53	50	47	46	45	61	61
0.85	100	92	78	67	63	60	57	55	52	52	51	64	64
0.80	100	92	79	69	67	64	62	61	58	57	56	68	67
0.75	100	93	83	73	72	70	68	67	65	63	63	73	71
0.70	100	93	84	77	76	74	72	72	71	69	68	78	75
0.65	100	96	89	82	82	80	77	78	77	75	75	82	79
0.60	100	96	90	84	86	84	82	83	82	80	80	86	83
0.55	100	97	93	89	89	89	88	88	87	86	85	90	87
0.50	100	100	97	94	94	94	93	92	92	90	90	93	91
0.45	100	100	97	95	97	96	95	96	95	94	94	96	94
0.40	100	100	99	97	98	98	98	98	98	97	98	98	96
0.35	100	100	99	99	99	99	99	99	99	98	99	99	98
0.30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	100	99
0.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(c) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	349	351	277	226	207	195	200	183	177	187	175	248	284
0.95	349	359	290	243	224	213	219	203	198	206	193	263	295
0.90	349	368	303	259	241	231	237	220	214	219	205	278	308
0.85	349	376	316	274	259	250	259	244	239	245	230	295	325
0.80	349	385	330	291	277	270	280	265	261	264	249	314	341
0.75	349	394	344	309	297	292	303	289	285	288	273	336	360
0.70	349	403	359	328	317	315	326	314	310	312	297	359	381
0.65	349	413	375	348	340	339	351	341	338	340	326	383	403
0.60	349	422	389	367	362	362	375	368	366	366	353	406	427
0.55	349	432	404	387	384	385	400	394	392	392	380	430	451
0.50	349	442	419	407	405	407	423	419	417	417	407	452	474
0.45	349	452	433	424	423	427	444	441	440	439	431	475	498
0.40	349	463	448	441	442	445	463	462	460	460	454	495	520
0.35	349	474	462	459	460	463	480	481	478	478	473	512	539
0.30	349	485	477	475	477	479	496	498	494	495	491	528	558
0.25	349	496	491	491	493	494	512	514	510	511	507	543	574
0.20	349	508	505	506	508	508	526	528	525	526	523	558	591
0.15	349	520	519	519	521	522	539	542	539	540	537	573	607
0.10	349	532	531	532	534	534	552	555	552	554	550	586	623
0.05	349	545	543	544	547	547	565	569	566	567	564	601	638
0.00	349	557	556	557	560	560	578	582	579	581	577	615	653

(d) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	219	278	265	215	150	143	119	128	119	99	117	166	147
0.95	219	267	257	214	154	148	127	135	127	108	125	166	153
0.90	219	256	249	214	156	152	134	140	134	116	127	167	156
0.85	219	245	240	210	158	155	138	146	141	124	136	169	160
0.80	219	233	230	207	159	157	143	150	146	132	140	170	165
0.75	219	221	219	203	159	158	147	153	151	138	145	171	169
0.70	219	208	207	196	158	158	150	155	153	143	147	172	172
0.65	219	196	195	188	157	157	151	156	155	147	151	172	174
0.60	219	183	183	178	153	153	150	155	155	149	151	169	173
0.55	219	169	169	167	149	148	147	152	152	148	149	165	170
0.50	219	156	156	155	142	142	141	146	146	145	144	157	164
0.45	219	142	142	142	133	133	133	138	138	137	137	148	155
0.40	219	127	127	127	122	122	122	128	128	128	127	137	144
0.35	219	113	113	113	111	111	111	115	115	115	115	124	130
0.30	219	98	98	98	97	97	97	101	101	101	101	108	115
0.25	219	82	82	82	83	83	83	86	86	86	86	92	98
0.20	219	67	67	67	68	68	68	70	70	70	70	75	79
0.15	219	51	51	51	52	52	52	54	54	54	54	57	61
0.10	219	34	34	34	35	35	35	36	36	36	36	39	41
0.05	219	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	20	21
0.00	219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4. 予測される親魚量・漁獲量と親魚量が管理基準値案を上回る確率のまとめ

調整係数 β を 0.0～1.0 にて 0.0.5 刻みで変更した基本的漁獲管理規則案および漁獲量一定方策の代替漁獲管理規則案と、獲り残し割合を 30～50% にて 1% 刻みで変更した代替漁獲管理規則案の結果をまとめた。また、現状の漁獲圧（F2018-2020）を継続した場合の結果についても最下段に併記した。漁獲管理規則案での漁獲管理を開始する初年度（1 年後）の 2022 年漁期の値と、5 年および 10 年管理を行った後の値（2026 年漁期および 2031 年漁期）を示した。ランクは、*①と*②の目標達成確率がともに 50%以上となる基本的漁獲管理規則案（ $\beta=0.65$ ）を基準とし、それ以上の*①と*②が得られ、かつリスクの指標となる*③と*④をその基準以下に抑えられる管理方策をランク 2 とした。また、*①と*②はともに 50%以上であるものの、*③と*④が基準より大きい場合はランク 1 とし、*①と*②のどちらか一方でも 50%未満の場合はランク 0 とした。

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 *②	5年後	10年後	1年後	5年後	10年後	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
				2026年漁期	2031年漁期	2022年漁期	2026年漁期	2031年漁期								
0	基本ルール ($\beta=1.00$)	62%	28%	262	257	278	184	182	2%	10%	22%	43%	65%	91%	53%	64%
0	基本ルール ($\beta=0.95$)	70%	31%	277	274	267	185	185	2%	8%	19%	38%	63%	89%	50%	60%
0	基本ルール ($\beta=0.90$)	74%	35%	291	291	256	186	187	1%	4%	17%	33%	60%	87%	47%	57%
0	基本ルール ($\beta=0.85$)	77%	38%	306	308	245	185	188	0%	2%	8%	22%	56%	85%	45%	53%
0	基本ルール ($\beta=0.80$)	81%	43%	321	325	233	183	187	0%	1%	5%	17%	52%	81%	42%	50%
0	基本ルール ($\beta=0.75$)	84%	47%	337	343	221	180	185	0%	1%	4%	14%	49%	78%	40%	46%
2	基本ルール ($\beta=0.70$)	87%	51%	354	360	208	176	182	0%	0%	2%	7%	45%	74%	38%	43%
2	基本ルール ($\beta=0.65$)	91%	57%	371	377	196	171	177	0%	0%	1%	4%	41%	70%	37%	41%
2	基本ルール ($\beta=0.60$)	93%	60%	387	394	183	164	170	0%	0%	1%	2%	36%	65%	35%	39%
2	基本ルール ($\beta=0.55$)	95%	66%	403	412	169	156	162	0%	0%	0%	1%	32%	60%	34%	37%
2	基本ルール ($\beta=0.50$)	98%	69%	419	429	156	147	152	0%	0%	0%	0%	29%	55%	32%	35%
2	基本ルール ($\beta=0.45$)	99%	73%	434	445	142	136	141	0%	0%	0%	0%	26%	50%	32%	34%
2	基本ルール ($\beta=0.40$)	100%	75%	449	461	127	124	129	0%	0%	0%	0%	23%	46%	31%	32%
2	基本ルール ($\beta=0.35$)	100%	78%	465	477	113	111	116	0%	0%	0%	0%	21%	43%	30%	32%
2	基本ルール ($\beta=0.30$)	100%	79%	479	493	98	98	102	0%	0%	0%	0%	20%	40%	30%	31%
2	基本ルール ($\beta=0.25$)	100%	82%	495	508	82	83	86	0%	0%	0%	0%	18%	37%	29%	30%
2	基本ルール ($\beta=0.20$)	100%	86%	509	523	67	68	70	0%	0%	0%	0%	17%	35%	29%	30%
2	基本ルール ($\beta=0.15$)	100%	93%	522	537	51	52	54	0%	0%	0%	0%	16%	33%	28%	30%
2	基本ルール ($\beta=0.10$)	100%	99%	534	550	34	35	36	0%	0%	0%	0%	15%	32%	28%	29%
2	基本ルール ($\beta=0.05$)	100%	100%	547	564	17	18	18	0%	0%	0%	0%	15%	31%	28%	29%

表 4. つづき

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 *②	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	1年後 2022年 漁期	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
0	獲り残し割合一定：30%	34%	8%	158	106	332	160	106	24%	54%	51%	80%	73%	95%	58%	80%
0	獲り残し割合一定：31%	39%	11%	176	127	318	167	119	20%	47%	46%	75%	70%	94%	55%	73%
0	獲り残し割合一定：32%	44%	13%	196	150	305	174	132	13%	38%	38%	68%	67%	92%	52%	66%
0	獲り残し割合一定：33%	49%	17%	216	175	292	179	145	10%	31%	32%	61%	64%	90%	49%	61%
0	獲り残し割合一定：34%	54%	22%	237	201	278	182	156	7%	24%	27%	54%	61%	88%	47%	56%
0	獲り残し割合一定：35%	64%	26%	258	230	265	185	166	4%	18%	23%	47%	57%	85%	44%	52%
0	獲り残し割合一定：36%	69%	30%	279	258	252	185	173	2%	11%	15%	36%	54%	82%	42%	48%
0	獲り残し割合一定：37%	74%	37%	299	286	238	184	178	1%	7%	10%	28%	50%	79%	41%	46%
0	獲り残し割合一定：38%	79%	42%	320	313	225	182	180	1%	4%	7%	21%	47%	76%	39%	43%
0	獲り残し割合一定：39%	83%	47%	341	339	212	178	180	0%	2%	4%	14%	43%	72%	37%	41%
2	獲り残し割合一定：40%	89%	53%	362	362	198	173	177	0%	1%	2%	8%	39%	68%	36%	39%
2	獲り残し割合一定：41%	92%	58%	380	384	185	166	171	0%	0%	1%	4%	35%	63%	35%	37%
2	獲り残し割合一定：42%	94%	63%	398	404	172	158	164	0%	0%	0%	2%	32%	58%	33%	36%
2	獲り残し割合一定：43%	97%	67%	415	423	158	149	155	0%	0%	0%	1%	28%	54%	32%	35%
2	獲り残し割合一定：44%	99%	71%	430	440	145	139	144	0%	0%	0%	0%	26%	50%	32%	34%
2	獲り残し割合一定：45%	99%	74%	445	456	132	128	133	0%	0%	0%	0%	23%	46%	31%	33%
2	獲り残し割合一定：46%	100%	78%	459	471	118	116	121	0%	0%	0%	0%	22%	43%	31%	32%
2	獲り残し割合一定：47%	100%	79%	472	485	105	104	109	0%	0%	0%	0%	20%	41%	30%	31%
2	獲り残し割合一定：48%	100%	80%	485	499	92	92	96	0%	0%	0%	0%	19%	38%	30%	31%
2	獲り残し割合一定：49%	100%	84%	498	512	78	79	82	0%	0%	0%	0%	18%	36%	29%	30%
2	獲り残し割合一定：50%	100%	86%	510	525	65	66	69	0%	0%	0%	0%	17%	35%	29%	30%

表 4. つづき

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 *②	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	1年後 2022年 漁期	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=1.00$)	44%	19%	195	175	278	143	117	35%	57%	45%	69%	47%	83%	18%	46%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.95$)	50%	21%	213	193	267	148	125	31%	52%	41%	65%	44%	80%	15%	42%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.90$)	55%	24%	231	205	256	152	127	26%	45%	37%	60%	40%	77%	14%	39%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.85$)	60%	27%	250	230	245	155	136	23%	41%	33%	54%	37%	73%	13%	35%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.80$)	64%	32%	270	249	233	157	140	19%	35%	26%	46%	33%	69%	12%	30%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.75$)	70%	37%	292	273	221	158	145	15%	29%	23%	41%	30%	64%	11%	25%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.70$)	74%	42%	315	297	208	158	147	11%	23%	18%	33%	27%	59%	10%	20%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.65$)	80%	49%	339	326	196	157	151	7%	17%	13%	25%	23%	53%	9%	17%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.60$)	84%	53%	362	353	183	153	151	5%	12%	11%	21%	19%	47%	8%	15%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.55$)	89%	60%	385	380	169	148	149	3%	8%	5%	13%	16%	40%	7%	13%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.50$)	94%	65%	407	407	156	142	144	1%	4%	4%	9%	13%	34%	7%	12%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.45$)	96%	70%	427	431	142	133	137	1%	2%	1%	4%	10%	29%	7%	11%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.40$)	98%	74%	445	454	127	122	127	0%	1%	1%	2%	9%	24%	7%	11%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.35$)	99%	77%	463	473	113	111	115	0%	0%	0%	1%	7%	20%	7%	10%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.30$)	100%	79%	479	491	98	97	101	0%	0%	0%	0%	6%	17%	7%	10%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.25$)	100%	82%	494	507	82	83	86	0%	0%	0%	0%	5%	15%	7%	10%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.20$)	100%	86%	508	523	67	68	70	0%	0%	0%	0%	4%	13%	7%	10%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.15$)	100%	93%	522	537	51	52	54	0%	0%	0%	0%	4%	12%	7%	10%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.10$)	100%	99%	534	550	34	35	36	0%	0%	0%	0%	3%	12%	7%	10%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.05$)	100%	100%	547	564	17	18	18	0%	0%	0%	0%	3%	11%	7%	9%
0	F2018-2020	84%	30%	282	280	292	242	241	0%	0%	0%	4%	11%	20%	24%	25%

補足資料 1. 将来予測の方法

(1) 再生産関係と今後の加入の想定

本系群の令和 3 年度資源評価により推定された資源量を基に、基本的漁獲管理規則案および 2 つの代替漁獲管理規則案（獲り残し割合一定方策、漁獲量 3 年間一定方策）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ホッケ－・スティック型再生産関係式（ $a = 3.64$, $b = 1127$, $S.D. = 0.34$ ）から推定される値を用いた（FRA-SA2020-BRP04-2）。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、最適化法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は有意でなかったため考慮していない。

本系群に再生産関係を当てはめた時、近年は残差が負に偏る傾向がみられているため（補足図 1-1）、将来予測においては、今後 5 年間は直近 5 年間のような低加入が続き、その後徐々に回復する仮定を以下のバックワードリサンプリング法によって設定した（補足図 1-2）。なお、加入量の不確実性を考慮するため、10000 回の繰り返し計算を行った。

- ・ 将来予測の 1～5 年目：資源評価の最新 5 年分（2017～2021 年漁期）の残差のみから重複を許したりサンプリングを行う。
- ・ 将来予測の 6～10 年目：最新 5 年分（2017～2021 年漁期）の残差、または、さらに過去に遡った 5 年分（2012～2016 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。

このバックワードリサンプリング法で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。

(2) 翌年の加入量予測と漁獲量算定

翌年の加入量を予測するにあたり当年の親魚尾数および加入変動を予測する必要があるが、資源評価で予測する加入量は誤差を伴う。令和 2 年 12 月のステークホルダー会議の提示資料（FRA-SA2020-SC05-102）では、この誤差を考慮しない将来予測を実施した。ステークホルダー会議において、単年性資源であるスルメイカの資源変動の大きさと加入量予測の不確実性の大きさが資源評価の課題として指摘されたことを踏まえ、今回の検討では上記 2 つの誤差を将来予測で考慮した。誤差の詳細と漁獲量算定までの流れについて以下に記す。なお、スルメイカは単年性資源であるため、資源尾数と加入尾数は同値である。

ア. 漁期終了後の親魚尾数の予測

t 年漁期終了後の親魚尾数 S_t は t 年漁期の資源尾数 N_t と漁獲尾数 C_t 、および自然死亡係数 M (0.6) から式 1 で計算される。

$$S_t = \left[N_t - C_t \cdot \exp\left(\frac{M}{2}\right) \right] \cdot \exp(-M) \quad (1)$$

なお、 N_t は資源量指標値（＝日本海スルメイカ漁場一斉調査の標準化 CPUE）に比例定数を掛けることで算出される。また、当年漁期の漁獲尾数は直近 3 年間の平均漁獲係数 F_{current} と資源尾数から予測する。したがって、当年漁期終了後の予測親魚尾数 S'_t には、 F_{current} による漁獲尾数の予測誤差が含まれる。過去のデータに基づいて S'_t の誤差を推定するため、1984～2019 年漁期の各年漁期を対象として上記の将来予測と同様に F_{current} を求め、過去の予測親魚尾数 $S'_{t,\text{past}}$ を計算した。正規分布の誤差を仮定し、親魚尾数の確定値 $S_{t,\text{past}}$ に対する $S'_{t,\text{past}}$ の標準誤差 σ_1 (1.22) および傾き slope (0.94) を求めた（詳細は FRA-SA2021-BPR01-07 の補足資料 1 を参照）。将来予測のシミュレーションにおいては、 $S'_{t,k}$ は式 2 で得られるとした。

$$S'_{t,k} = \text{slope} \times S_{t,k} + \varepsilon_{t,1,k}, \quad \varepsilon_{t,1,k} \sim \text{Normal}(0, \sigma_1^2) \quad (2)$$

$\varepsilon_{t,1,k}$ は平均 0、標準偏差 σ_1 の正規分布から得られるランダムな誤差であり、 k はシミュレーションの試行回数を示す。 S'_t が計算上 0 以下となった場合には、僅かに親魚尾数が残るよう、 S'_t に極小値として 0.01 億尾を与えた。

イ．加入変動の予測

スルメイカ秋季発生系群の再生産関係はホッケー・スティック型であり、親魚尾数と加入尾数の関係は式 3 で定式化される。

$$R(S_t|a,b) = f(x) = \begin{cases} aS_{t-1} & (S_{t-1} < b) \\ ab & (S_{t-1} \geq b) \end{cases} \quad (3)$$

a と b は再生産関係式から推定される係数である。ここで、各年漁期の資源尾数の確定値 $N_{i,\text{past}}$ と再生産関係式からの推定値との残差 e_i は式 4 で表される (i は 1982～2021 年漁期)。

$$e_i = \log(N_{i,\text{past}}) - \log R(S_{i-1,\text{past}}|a,b) \quad (4)$$

実際の資源変動には確率的な加入変動が伴い、本資源では今後 5 年間は直近 5 年間のような低加入が続くと想定したバックワードリサンプリング法を適用しているため、翌年漁期の真の資源尾数 $N_{t+1,k}$ は式 5 で表される。

$$N_{t+1,k} = R(S_{t,k}|a,b) \cdot \exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta), \\ \delta = -\log\left(\frac{\sum_{i=1982}^{2021} \exp(e_i)}{40}\right) \quad (5)$$

$\varepsilon_{t,2,k}$ はバックワードリサンプリング法によって以下の手順で無作為抽出される残差である。 δ は残差リサンプリングで誤差を与える場合の平均値のバイアス補正項であり、再生産関係式に $\exp(\varepsilon_{t,2,k} + \delta)$ を掛けることによって加入変動を表している。

翌年漁期の真の資源尾数は式 5 で表されるが、将来予測においては親魚尾数と加入変動に予測誤差が生じるため、管理上の予測資源尾数 $N'_{t+1,k}$ は式 6 で表される。

$$N'_{t+1,k} = R(S'_{t,k}|a,b) \cdot \exp(\varepsilon'_{t,2,k} + \delta) \quad (6)$$

$\varepsilon'_{t,2,k}$ はバックワードリサンプリング法によって前述の手順と同様に無作為抽出される残差であり、真の加入変動を表す式 5 の $\varepsilon_{t,2,k}$ とは独立である。

ウ．予測資源尾数からの漁獲量算定

漁獲管理規則案に基づいて翌年の漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ を算定する際には、漁獲係数 $F'_{t+1,k}$ を掛ける資源尾数として $N'_{t+1,k}$ を使用する（式 7）。

$$C'_{t+1,k} = N'_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \cdot [1 - \exp(-F'_{t+1,k})], \quad F'_{t+1,k} = f(S'_{t,k}) \quad (7)$$

$F'_{t+1,k}$ は「2－（2）漁獲管理規則案」に基づき、 $S'_{t,k}$ の状態に応じて決定される。例えば、基本的漁獲管理規則案の場合は式 8 と式 9 によって求められる（図 4 参照）。

$$F'_{t+1,k} = \begin{cases} 0 & \text{if } S'_{t,k} < SB_{\text{ban}} \\ \beta \cdot \gamma \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } SB_{\text{ban}} < S'_{t,k} < SB_{\text{limit}} \\ \beta \cdot F_{\text{msy}} & \text{if } S'_{t,k} \geq SB_{\text{limit}} \end{cases} \quad (8)$$

$$\gamma = \frac{S'_{t,k} - SB_{\text{ban}}}{SB_{\text{limit}} - SB_{\text{ban}}} \quad (9)$$

F_{msy} は MSY を得られる漁獲係数、 SB_{limit} は限界管理基準値案、 SB_{ban} は禁漁水準案である。 $t+1$ 年漁期終了後の真の親魚尾数 $S_{t+1,k}$ を計算する際には真の資源尾数 $N_{t+1,k}$ と $C'_{t+1,k}$ を使用するが、 $C'_{t+1,k}$ が $N_{t+1,k} \cdot \exp(-M/2)$ 以上の場合は $S_{t+1,k}$ が計算上 0 以下になってしまうため、僅かながら $S_{t+1,k}$ が残るように式 10 で漁獲尾数を下方修正した。続いて、式 11 で $S_{t+1,k}$ を算出した。

$$C'_{t+1,k} = 0.99 N_{t+1,k} \cdot \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (10)$$

$$S_{t+1,k} = \left[N_{t+1,k} - C'_{t+1,k} \cdot \exp\left(\frac{M}{2}\right) \right] \cdot \exp(-M) \quad (11)$$

尾数単位による計算結果は、平均体重（補足表 1-1）を用いて最終的に全て重量単位に換算した。また、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（補足表 1-1）。

なお、実際の管理の手順では、漁獲管理規則案に基づいた翌年の漁獲尾数 $C'_{t+1,k}$ は、異なる $\varepsilon'_{t,2,k}$ をランダムに抽出した十分回数のシミュレーションによって得られた $N'_{t+1,k}$ の分布を基に計算される $C'_{t+1,k}$ の分布の平均値を利用しているが、ここでは計算時間の短縮のために式 7 を利用した。

引用文献

久保田 洋・宮原寿恵・西嶋翔太・加賀敏樹・岡本 俊 (2020) 令和 2 (2020)年度スルメイカ秋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-BRP04-2.

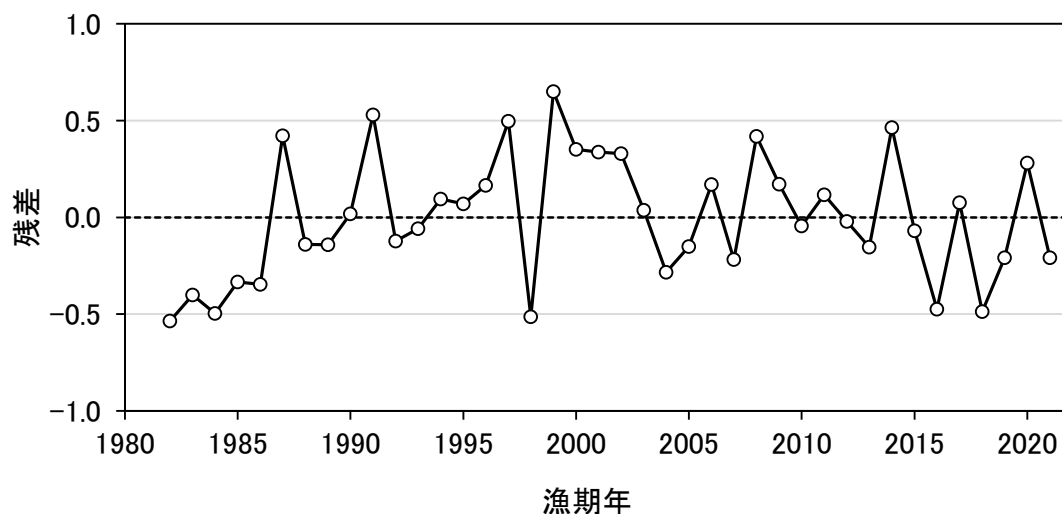
https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_surume_a_20201014.pdf
(last accessed 9 November 2021)

宮原寿恵・久保田 洋・加賀敏樹・岡本 俊・西嶋翔太・松倉隆一 (2020) 令和 2 (2020)年度スルメイカ秋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). FRA-SA2020-SC05-102.

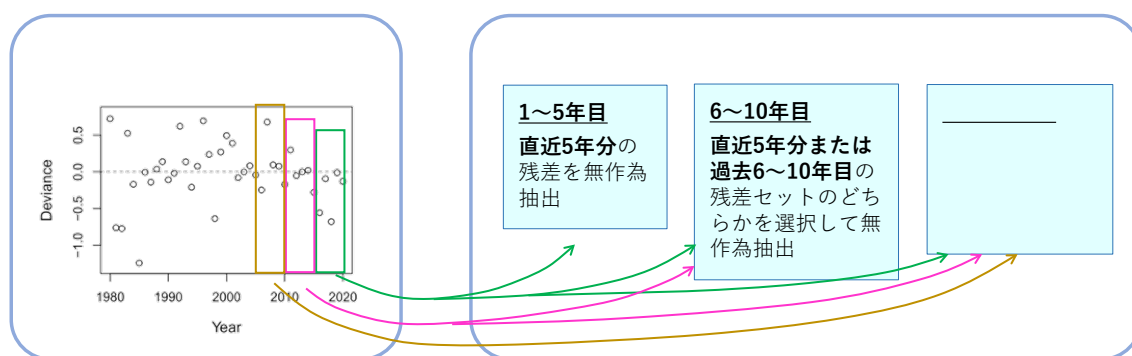
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_surume-a_20201116.pdf (last accessed 9 November 2021)

宮原寿恵・久保田 洋・岡本 俊・加賀敏樹・西嶋翔太 (2021) スルメイカ秋季発生系群に関する代替漁獲管理規則による将来予測. FRA-SA2021-BPR01-07.

http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/FRA-SA2021-BRP01-07.pdf (last accessed 9 November 2021)



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ホッケ－・スティック型再生産関係からの加入量の残差のトレンド



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

補足表 1-1. 将来予測で用いたパラメータ

年齢	F2018-2020 (注 1)	平均体重 (g)	自然死亡係数	成熟割合
1 歳	0.49	280	0.6	1.00

注 1: 現状の漁獲圧には今年度資源評価で推定された 2018～2020 年漁期の平均 F を用いた。

補足資料 2. 通常加入シナリオの下での将来予測

令和 3 年 8 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から求められた加入量の予測値に対する観測値の残差は、2015 年漁期以降負に偏っており低加入が続いてきたことから、今後数年間においても低加入が続く可能性を考慮した将来予測をバックワードリサンプリングにより行った（FRA-SA2021-BPR01-07）。しかしながら、本系群の令和 3 年度資源解析結果の更新により、近年の加入量の残差が負に偏る年が多い傾向はある程度継続しているものの、最新 5 年分（2017～2021 年漁期）の残差よりも、さらに過去に遡った 5 年分（2012～2016 年漁期）の残差の方がより強く負に偏る傾向となった（補足図 1-1）。バックワードリサンプリングは、近年の加入量の残差が負に偏る傾向を将来予測に反映するために採用したものであるが、直近の状況が変化してきているとも考えられる。以上から、本補足資料では、今後数年間において低加入が継続する仮定を用いず、通常の加入を仮定した場合の将来予測の結果について示した。

通常の加入を仮定した将来予測を行うにあたっては、補足資料 1 に記した将来予測と同じ手順をとり、加入量変動の不確実性を加味した。ただし真の資源尾数 N_{t+1} は次式 5'で示す。

$$N_{t+1} = R(S_t|a,b) \cdot \exp(\varepsilon_{t,2,k} - 0.5\sigma_2^2), \quad \varepsilon_{t,2,k} \sim \text{Normal}(0, \sigma_2^2) \quad (5')$$

$\varepsilon_{t,2,k}$ は、ある親魚尾数から計算される資源尾数からのずれ（加入変動）を表し、平均 0、標準偏差 σ_2 の正規分布に従う。将来の真の資源尾数を計算する際、 $\varepsilon_{t,2,k}$ は正規分布に従って無作為抽出される。また、式 6 で示す予測資源尾数の算出にも式 5'を用いた。通常の加入を仮定した場合についても、基本的管理規則案および 2 つの代替漁獲管理規則案について将来予測を行い、各シナリオのパフォーマンス評価を行った。

通常の加入を仮定したとき、各漁獲管理規則案に基づいた 2051 年漁期までの将来予測の結果を補足図 2-1～2-3 および補足表 2-1～2-5 に示す。また、すべてのシナリオ間での目標達成確率とリスクを比較するために、各シナリオにランクを付した上で補足表 2-6 に一覧としてまとめた。通常の加入を仮定したとき、基準シナリオは β が 0.7 の時の基本的漁獲管理規則案となった。またランク 2 に該当する獲り残し割合一定方策は獲り残し割合 41%以上であり、漁獲量 3 年間一定方策の β は 0.45 以下であった。

通常の加入を仮定した将来予測の結果、基本的管理規則案に基づいて試算された 2022 年漁期の平均漁獲量は、 β を 0.7 とした場合には 23.5 万トン、 β を 1.0 とした場合には 31.2 万トンであった。獲り残し割合一定方策では、獲り残し割合を 41%とした場合には 2022 年漁期の平均漁獲量は 20.9 万トン、34%（Fmsy に相当）とした場合には 31.2 万トンであった。漁獲量 3 年間一定方策では、 β を 0.45 とした場合には 2022 年漁期の平均漁獲量は 16.0 万トン、 β を 1.0 とした場合には 31.2 万トンであった。2021 年漁期の親魚量は 34.9 万トンで目標管理基準値案を上回る。

基本的漁獲管理規則案に基づいて試算された 2026 年漁期（管理開始から 5 年後）の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 としたとき 27.9 万トン（80%予測区間は 2.7 万～57.5 万トン）、 β を 0.8 とした場合には 34.6 万トン（80%予測区間は 8.5 万～64.6 万トン）であった。 β を 0.7 とした場合には 38.1 万トン（80%予測区間は 11.9 万～68.3 万トン）であり、予測値が限

界管理基準値案を上回る確率は 80%であった。2031 年漁期（管理開始から 10 年後）の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 25.5 万トン（80%予測区間は 1.3 千～55.2 万トン）であり、 β を 0.8 とした場合には 32.7 万トン（80%予測区間は 6.3 万～63.6 万トン）であった。 β を 0.7 とした場合には 36.8 万トン（80%予測区間は 10.4 万～67.9 万トン）であり、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は 50%であった。

獲り残し割合一定方策による代替漁獲管理規則案に基づいて試算された 2026 年漁期の平均親魚量の予測値は、獲り残し割合をおおよそ F_{msy} に相当する 34%とした場合には 25.2 万トン（80%予測区間は 0.5 万～56.1 万トン）であった。獲り残し割合を 41%とした場合には 40.7 万トン（80%予測区間は 13.4 万～71.2 万トン）であり、予測値が限界管理基準値案を上回る確率は 83%であった。2031 年漁期の平均親魚量の予測値は、獲り残し割合を 34%とした場合には 19.4 万トン（80%予測区間は 0～50.8 万トン）であった。獲り残し割合を 41%とした場合には 38.8 万トン（80%予測区間は 10.3 万～70.4 万トン）であり、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は 55%であった。

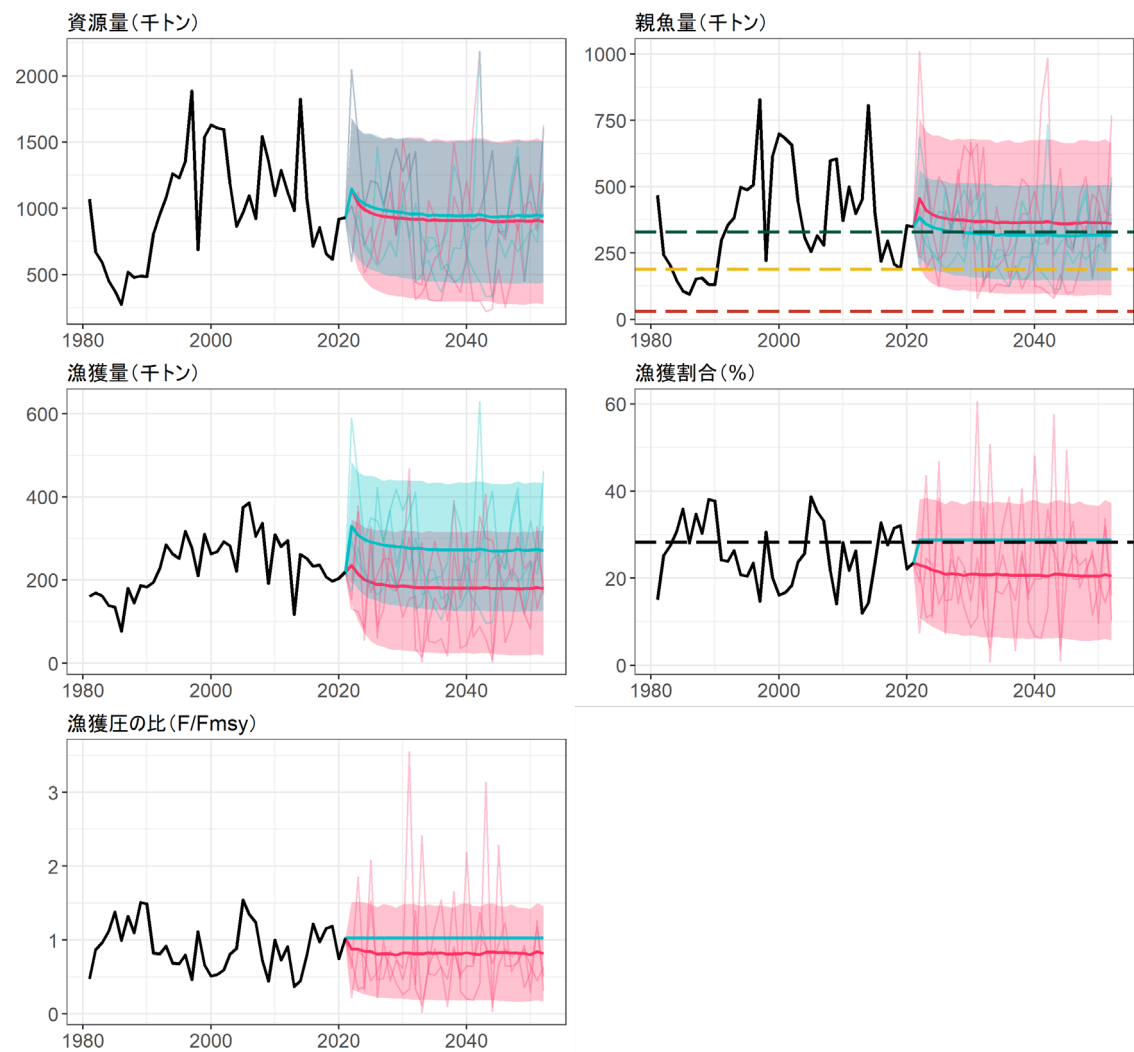
漁獲量 3 年間一定方策による代替漁獲管理規則案に基づいて試算された 2026 年漁期の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 22.4 万トン（80%予測区間は 0.3 万～56.6 万トン）であった。 β を 0.45 とした場合には 45.9 万トン（80%予測区間は 17.3 万～77.3 万トン）であり、予測値が限界管理基準値案を上回る確率は 89%であった。2031 年漁期の平均親魚量の予測値は、 β を 1.0 とした場合には 20.4 万トン（80%予測区間は 0.6 万～51.1 万トン）であった。 β を 0.45 とした場合には 43.9 万トン（80%予測区間は 14.1 万～76.0 万トン）であり、予測値が目標管理基準値案を上回る確率は 66%であった。

将来予測では本系群を漁獲するすべての国の漁獲を漁獲管理規則案に基づき仮定している。もし、日本を含むすべての国が現状の漁獲圧（F2018-2020）を継続した場合、2026 年漁期の平均親魚量の予測値は 33.5 万トン（80%予測区間は 17.6 万～52.0 万トン）であり、限界管理基準値案を上回る確率は 88%であった。2031 年漁期の平均親魚量の予測値は 32.3 万トン（80%予測区間は 15.8 万～51.3 万トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 42%であり、10 年後に目標管理基準値案まで回復する可能性は 50%を下回った。

引用文献

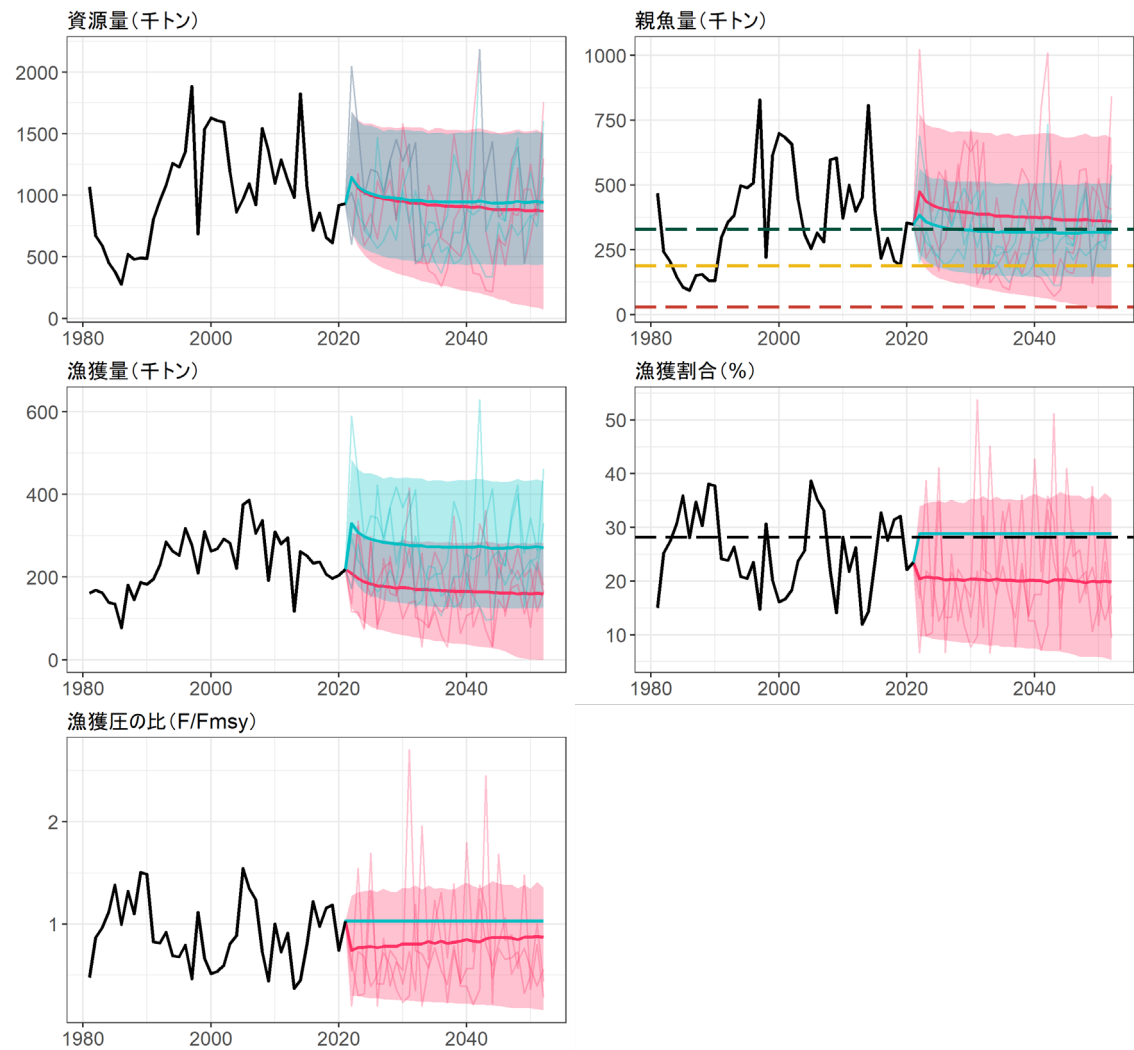
宮原寿恵・久保田 洋・岡本 俊・加賀敏樹・西嶋翔太 (2021) スルメイカ秋季発生系群に関する代替漁獲管理規則による将来予測。FRA-SA2021-BPR01-07.

http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/FRA-SA2021-BRP01-07.pdf (last accessed 9 November 2021)



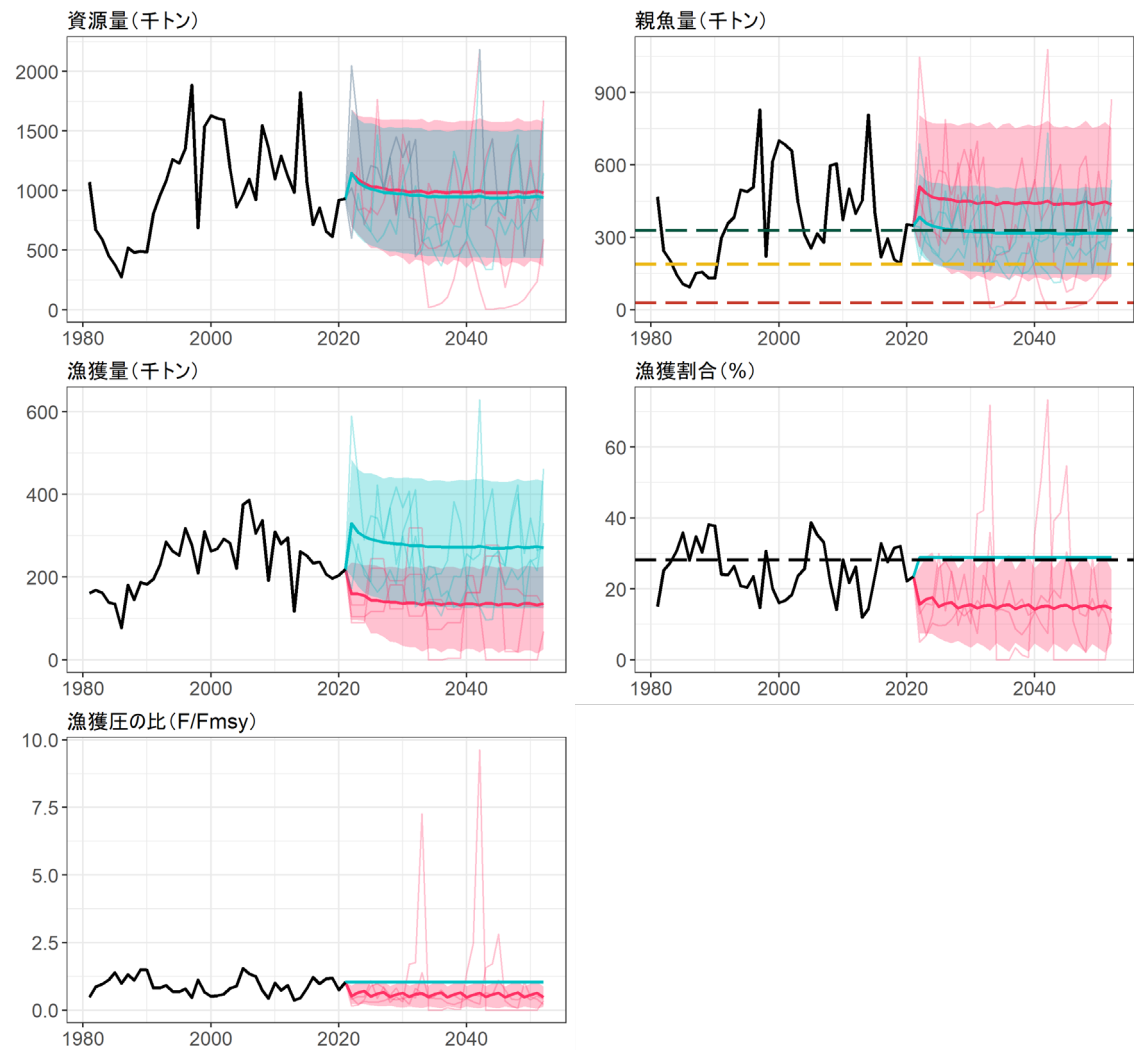
(塗り:80%予測区間、太実線:平均値、細い実線:シミュレーションの例)

補足図 2-1. 通常の再生産関係による加入を仮定し、基本的漁獲管理規則案を用いた場合で漁獲を続けた場合（赤色）と現状の漁獲圧（F2018-2020）で漁獲を続けた場合（青色）の将来予測。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、赤破線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。調整係数 β には 0.7 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)

補足図 2-2. 通常の再生産関係による加入を仮定し、代替漁獲管理規則案の獲り残し割合一定方策を用いた場合 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2018-2020) で漁獲を続けた場合 (青色) の将来予測。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、赤破線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。獲り残し割合 41%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)

補足図 2-3. 通常の再生産関係による加入を仮定し、代替漁獲管理規則案の漁獲量 3 年間一定方策を用いた場合 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2018-2020) で漁獲を続けた場合 (青色) の将来予測。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、赤破線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。調整係数 β には 0.45 を用いた。

補足表 2-1. 通常の加入を仮定し各漁獲管理規則案を用いたときの 2022 年漁期の予測値

基本的漁獲管理規則案

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する調整係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	312	0.97	30
$\beta=0.9$	288	0.88	28
$\beta=0.8$	262	0.78	26
$\beta=0.7$	235	0.68	23
$\beta=0.6$	206	0.58	20
$\beta=0$	0	0.00	0
F2018-2020	330	1.00	29

代替漁獲管理規則案（獲り残し割合一定方策）

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する獲り残し割合での違い等			
獲り残し割合 30%	369	1.23	36
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	312	0.97	30
獲り残し割合 39%	238	0.69	23
獲り残し割合 40%	224	0.64	22
獲り残し割合 41%	209	0.59	20
獲り残し割合 50%	73	0.19	7

代替漁獲管理規則案（漁獲量 3 年間一定方策）

2021 年漁期の親魚量:349 千トン			
項目	2022 年漁期の 漁獲量 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2020)	2022 年漁期の 漁獲割合 (%)
漁獲管理規則案に使用する調整係数 β での違い等			
$\beta=1.0$ (Fmsy)	312	0.97	30
$\beta=0.65$	220	0.63	22
$\beta=0.6$	206	0.58	20
$\beta=0.5$	176	0.49	17
$\beta=0.45$	160	0.44	16
$\beta=0.4$	144	0.39	14
$\beta=0.35$	127	0.34	12
$\beta=0$	0	0	0

補足表 2-2. 通常の加入を仮定した場合の各漁獲管理規則案による将来予測結果

基本的漁獲管理規則案

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	279	27 - 575	34	60	90
$\beta=0.9$	311	52 - 610	40	67	92
$\beta=0.8$	346	85 - 646	46	74	95
$\beta=0.7$	381	119 - 683	53	80	97
$\beta=0.6$	419	158 - 720	61	86	99
$\beta=0$	629	383 - 920	96	100	100
F2018-2020	335	176 - 520	46	88	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	255	13 - 552	30	54	86
$\beta=0.9$	288	29 - 592	35	61	90
$\beta=0.8$	327	63 - 636	43	69	94
$\beta=0.7$	368	104 - 679	50	77	96
$\beta=0.6$	410	146 - 717	58	84	98
$\beta=0$	625	376 - 922	95	100	100
F2018-2020	323	158 - 513	42	83	100

代替漁獲管理規則案（獲り残し割合一定方策）

考慮している不確実性：加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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獲り残し割合での違い等					
獲り残し割合 30%	175	0 - 455	19	36	63
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	252	5 - 561	31	53	83
獲り残し割合 39%	363	85 - 673	50	76	95
獲り残し割合 40%	385	108 - 693	54	80	96
獲り残し割合 41%	407	134 - 712	59	83	98
獲り残し割合 50%	566	318 - 855	89	99	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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獲り残し割合での違い等					
獲り残し割合 30%	109	0 - 350	11	21	48
獲り残し割合 34% (Fmsy に相当)	194	0 - 508	22	40	69
獲り残し割合 39%	332	36 - 657	45	69	91
獲り残し割合 40%	360	69 - 682	50	74	94
獲り残し割合 41%	388	103 - 704	55	79	96
獲り残し割合 50%	562	310 - 862	87	99	100

代替漁獲管理規則案（漁獲量 3 年間一定方策）

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2026 年漁期 の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2026 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	224	3 - 566	29	46	67
$\beta=0.65$	364	15 - 699	53	74	88
$\beta=0.6$	388	37 - 716	57	78	91
$\beta=0.5$	436	128 - 753	65	85	95
$\beta=0.45$	459	173 - 773	70	89	97
$\beta=0.4$	482	210 - 789	74	92	98
$\beta=0.35$	503	240 - 806	78	94	99
$\beta=0$	629	383 - 920	96	100	100

考慮している不確実性： 加入変動・漁期終了後の親魚量の予測誤差・漁獲量の推定誤差					
項目	2031 年漁期の親魚量 (千トン)	80% 予測区間 (千トン)	2031 年漁期の親魚量が以下の 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調整係数 β での違い等					
$\beta=1.0$ (Fmsy)	204	6 - 511	23	40	76
$\beta=0.65$	329	19 - 667	46	67	88
$\beta=0.6$	355	29 - 691	50	72	90
$\beta=0.5$	411	85 - 738	60	82	94
$\beta=0.45$	439	141 - 760	66	86	96
$\beta=0.4$	466	186 - 781	71	90	98
$\beta=0.35$	493	223 - 803	76	93	98
$\beta=0$	625	376 - 922	95	100	100

補足表 2-3. 通常の再生産関係による加入を仮定し、基本的漁獲管理規則案を用いた場合および現状の漁獲圧（F2018-2020）を継続した場合の将来予測の結果

2021 年漁期の漁獲量は 219 千トンとした（2.将来予測（1）将来予測の設定参照）。2022 年漁期から基本的漁獲管理規則案（ β は 0～1.0）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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	57	45	39	36	34	33	32	31	31	30	29	28
0.95	100	59	47	42	39	37	36	35	34	34	33	32	31
0.90	100	61	49	44	42	40	39	38	37	37	35	35	35
0.85	100	63	52	47	44	43	42	42	41	40	39	38	39
0.80	100	65	54	50	48	46	45	45	44	44	43	42	42
0.75	100	66	57	53	51	50	49	48	48	47	47	46	46
0.70	100	68	60	56	55	53	53	52	52	51	50	50	51
0.65	100	70	62	59	58	57	57	56	56	55	54	55	56
0.60	100	72	65	63	61	61	61	60	60	60	58	59	60
0.55	100	74	68	66	65	65	64	64	64	64	63	63	64
0.50	100	77	71	70	69	69	68	68	68	68	67	67	68
0.45	100	79	75	73	72	72	72	72	72	71	71	71	72
0.40	100	81	78	76	76	76	75	75	76	75	74	75	76
0.35	100	83	81	80	79	80	79	79	79	79	78	79	79
0.30	100	85	83	82	82	83	82	82	82	82	81	82	82
0.25	100	88	86	86	85	86	85	85	86	85	84	85	85
0.20	100	89	88	88	88	88	88	88	88	88	87	88	88
0.15	100	91	90	90	90	91	90	90	91	90	90	91	90
0.10	100	93	92	92	92	93	92	93	93	92	92	92	92
0.05	100	95	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
0.00	100	96	95	96	96	96	95	96	96	96	95	96	95
F2018-2020	100	61	53	49	48	46	45	45	44	43	42	41	42

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率（%）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	82	72	66	61	60	58	57	56	55	54	51	50
0.95	100	84	74	69	65	63	62	60	59	58	57	55	54
0.90	100	85	76	72	68	67	65	64	63	62	61	59	58
0.85	100	87	79	75	71	70	69	67	67	66	65	64	63
0.80	100	88	81	77	74	74	72	71	71	70	69	68	67
0.75	100	90	83	80	77	77	76	75	74	74	73	72	72
0.70	100	91	86	82	80	80	79	78	78	78	77	76	76
0.65	100	92	88	85	83	83	82	82	82	81	81	80	80
0.60	100	94	90	87	86	86	86	85	85	85	84	84	84
0.55	100	95	91	90	89	89	88	88	88	88	87	88	87
0.50	100	96	93	92	91	91	91	91	91	91	90	90	90
0.45	100	97	95	94	93	93	93	93	93	93	93	93	93
0.40	100	98	96	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
0.35	100	98	97	97	97	97	96	97	97	96	96	96	96
0.30	100	99	98	98	98	98	98	98	98	98	98	97	98
0.25	100	99	99	99	99	99	98	99	99	98	99	98	99
0.20	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2018-2020	100	97	93	91	89	88	86	85	85	84	83	82	82

(c) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	349	397	335	306	289	279	272	268	263	259	255	244	237
0.95	349	406	347	320	304	294	288	284	279	275	271	261	256
0.90	349	415	359	334	319	311	304	300	297	293	288	280	276
0.85	349	425	372	349	335	328	322	318	315	311	307	300	297
0.80	349	434	385	364	351	346	339	337	334	330	327	322	320
0.75	349	444	398	379	368	363	358	356	353	350	347	343	342
0.70	349	455	412	395	385	381	377	375	374	371	368	365	365
0.65	349	465	426	412	403	400	396	395	394	392	389	387	389
0.60	349	476	440	428	421	419	416	415	414	413	410	410	412
0.55	349	487	455	445	439	437	436	435	435	433	430	432	434
0.50	349	498	470	462	457	456	455	454	455	453	450	453	455
0.45	349	510	485	479	475	475	474	473	474	473	470	473	475
0.40	349	522	500	496	493	494	492	492	493	492	490	492	495
0.35	349	534	516	513	511	512	510	510	512	511	508	510	513
0.30	349	547	531	529	528	530	528	528	530	529	526	528	531
0.25	349	559	547	546	545	547	545	545	547	546	544	545	548
0.20	349	573	562	562	562	564	561	562	564	562	560	562	565
0.15	349	586	578	579	579	580	578	579	581	579	577	578	581
0.10	349	600	594	595	595	597	594	595	597	595	593	595	597
0.05	349	614	609	611	611	613	610	611	613	611	609	611	614
0.00	349	628	625	627	627	629	626	627	629	627	625	627	630
F2018-2020	349	384	359	348	340	335	331	329	327	325	323	317	319

(d) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	219	312	259	227	211	197	194	188	184	182	179	169	166
0.95	219	300	254	225	211	198	195	190	186	185	182	173	171
0.90	219	288	247	222	209	198	196	192	188	187	185	177	175
0.85	219	275	240	218	207	198	196	192	189	189	186	180	179
0.80	219	262	232	213	204	196	195	191	188	189	186	182	182
0.75	219	248	224	208	200	193	193	189	187	188	186	182	183
0.70	219	235	214	201	195	189	189	186	184	186	184	181	182
0.65	219	220	204	193	189	183	184	182	180	182	180	178	180
0.60	219	206	193	185	181	176	177	176	174	176	175	174	175
0.55	219	191	182	175	172	168	169	168	167	169	168	167	169
0.50	219	176	169	164	162	159	160	159	158	160	159	159	160
0.45	219	160	156	152	150	148	149	149	148	150	149	148	150
0.40	219	144	141	139	138	136	137	136	136	138	137	136	138
0.35	219	127	126	124	124	122	123	123	122	124	123	123	124
0.30	219	110	110	109	109	108	109	108	108	109	108	108	109
0.25	219	93	94	93	93	92	93	92	92	93	92	92	93
0.20	219	75	76	76	76	75	76	75	75	76	75	75	76
0.15	219	57	58	58	58	57	58	58	57	58	58	58	58
0.10	219	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
0.05	219	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.00	219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2018-2020	219	330	308	298	292	288	284	282	281	279	277	272	274

補足表 2-4. 通常の再生産関係による加入を仮定し、代替漁獲管理規則案の獲り残し割合一定方策を用いた場合の将来予測の結果

2021 年漁期の漁獲量は 219 千トンとした (2.将来予測 (1) 将来予測の設定参照)。2022 年漁期から獲り残し割合一定方策 (獲り残し割合は 30~50%) 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 (%)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	100	50	34	27	22	19	17	16	14	12	11	5	3
31	100	52	37	29	25	22	19	18	16	14	14	7	4
32	100	54	39	32	28	25	22	21	19	17	16	9	6
33	100	55	42	35	31	28	25	24	22	20	19	12	8
34	100	57	44	38	34	31	29	27	25	24	22	16	12
35	100	59	47	41	37	34	32	31	29	28	26	20	15
36	100	62	50	44	41	38	36	35	33	32	31	24	20
37	100	64	53	47	44	42	40	39	38	37	35	29	26
38	100	66	55	51	48	46	45	44	43	41	40	35	32
39	100	68	58	55	52	50	49	48	47	46	45	41	38
40	100	70	62	58	56	54	54	53	52	51	50	47	45
41	100	72	65	62	60	59	58	57	57	56	55	53	52
42	100	74	67	65	63	63	62	62	61	61	59	59	59
43	100	76	71	68	67	67	66	66	66	65	64	64	65
44	100	78	74	72	71	71	70	70	70	70	69	69	70
45	100	81	77	75	74	74	74	73	74	74	73	73	74
46	100	82	79	78	78	78	77	77	77	77	76	77	77
47	100	84	82	81	80	81	80	80	80	80	79	80	80
48	100	86	84	84	83	84	83	83	84	83	82	83	83
49	100	88	86	86	86	86	86	86	86	86	85	86	86
50	100	90	88	88	88	89	88	88	88	88	87	88	88

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	100	75	59	49	41	36	32	29	26	24	21	11	6
31	100	77	62	52	45	40	36	33	30	28	25	14	9
32	100	79	65	56	49	45	41	37	34	32	30	18	12
33	100	81	67	59	53	49	45	42	39	37	34	22	16
34	100	82	70	63	57	53	50	47	44	42	40	28	21
35	100	84	73	67	61	58	55	52	49	48	46	34	26
36	100	86	76	70	65	62	59	57	55	54	51	41	33
37	100	88	79	74	70	67	65	62	61	59	57	48	41
38	100	89	82	77	74	72	70	68	67	65	63	55	49
39	100	91	84	80	77	76	74	73	72	71	69	63	58
40	100	92	87	83	81	80	78	77	77	76	74	70	66
41	100	93	89	86	84	83	82	81	81	80	79	76	74
42	100	94	91	88	87	87	86	85	85	84	83	82	81
43	100	95	93	91	90	90	89	88	89	88	88	87	86
44	100	96	94	93	92	92	91	91	92	91	91	91	90
45	100	97	95	95	94	94	94	94	94	94	93	93	93
46	100	98	96	96	96	96	96	96	96	95	95	95	95
47	100	99	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
48	100	99	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
49	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	98	99
50	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99

(c) 親魚量の平均値 (千トン)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	349	355	274	229	199	175	158	145	132	119	109	56	34
31	349	365	288	245	216	193	176	164	150	137	128	72	45
32	349	376	302	261	234	212	196	184	170	158	148	88	58
33	349	386	316	278	252	231	216	204	191	179	170	109	77
34	349	397	331	296	271	252	238	226	214	204	194	136	100
35	349	408	346	313	291	274	260	250	239	230	220	164	127
36	349	419	361	331	311	296	284	274	265	257	247	195	159
37	349	430	376	349	331	318	307	300	292	284	275	231	200
38	349	441	391	368	351	341	331	325	318	312	304	266	241
39	349	452	406	386	372	363	355	350	345	339	332	303	282
40	349	463	421	404	392	385	378	374	371	366	360	339	324
41	349	474	436	422	412	407	401	399	396	392	388	373	363
42	349	485	451	440	431	427	423	422	420	417	413	405	400
43	349	496	466	457	450	447	445	444	443	441	438	435	433
44	349	507	481	474	468	467	465	464	464	463	460	460	460
45	349	518	495	490	486	486	484	484	484	483	480	482	483
46	349	529	510	506	503	503	502	502	503	502	499	501	503
47	349	541	524	521	519	520	518	519	520	519	517	518	521
48	349	552	537	536	534	536	534	534	536	535	533	534	537
49	349	563	551	550	549	551	549	549	551	550	548	549	552
50	349	574	564	564	564	566	563	564	566	564	562	563	566

(d) 漁獲量の平均値 (千トン)

獲り残し 割合 (%)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
30	219	369	288	235	202	175	158	142	130	119	108	54	33
31	219	355	283	236	206	181	166	151	140	130	119	65	42
32	219	341	278	235	209	187	173	160	149	140	130	77	51
33	219	327	272	234	211	191	179	167	157	149	140	89	64
34	219	312	265	232	212	194	184	174	164	158	150	103	78
35	219	298	257	229	212	196	189	179	171	166	159	117	92
36	219	283	249	225	210	197	191	183	176	172	166	130	108
37	219	268	240	219	208	196	192	185	180	177	172	142	124
38	219	253	230	213	204	194	191	186	181	180	176	153	139
39	219	238	220	206	198	190	188	184	181	180	177	160	150
40	219	224	209	197	192	185	184	181	178	179	176	164	158
41	219	209	197	188	184	179	178	176	174	175	173	165	161
42	219	194	185	178	175	171	171	170	168	169	168	163	162
43	219	179	172	167	165	162	162	161	160	162	160	158	158
44	219	164	160	156	154	151	152	151	151	152	151	150	151
45	219	149	146	143	142	140	141	140	140	141	141	140	141
46	219	134	132	130	130	128	129	128	128	129	129	128	129
47	219	118	118	117	116	115	116	116	115	117	116	116	117
48	219	103	104	103	103	102	102	102	102	103	102	102	103
49	219	88	89	89	89	88	88	88	88	89	88	88	89
50	219	73	74	74	74	73	74	74	73	74	74	74	74

補足表 2-5. 通常の再生産関係による加入を仮定し、代替漁獲管理規則案の漁獲量 3 年間一定方策を用いた場合の将来予測の結果

2021 年漁期の漁獲量は 219 千トンとした (2.将来予測 (1) 将来予測の設定参照)。2022 年漁期から基本的漁獲管理規則案 (β は 0~1.0) 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	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	57	44	36	30	29	30	24	24	27	23	28	32
0.95	100	59	46	39	33	32	32	27	27	30	25	30	33
0.90	100	61	49	41	36	35	35	29	30	32	27	32	36
0.85	100	63	51	44	39	38	38	33	33	35	30	34	38
0.80	100	65	54	47	42	41	41	36	36	38	34	37	41
0.75	100	66	56	50	45	45	45	40	40	42	38	40	43
0.70	100	68	59	53	49	49	49	44	45	45	41	44	47
0.65	100	70	62	57	53	53	52	48	49	49	46	48	50
0.60	100	72	65	60	57	57	56	53	54	53	50	52	54
0.55	100	74	68	64	61	61	60	57	59	58	55	57	59
0.50	100	77	71	67	66	65	65	62	63	63	60	62	63
0.45	100	79	74	71	70	70	69	67	68	68	66	67	67
0.40	100	81	77	75	74	74	73	72	73	72	71	72	72
0.35	100	83	80	78	77	78	77	76	77	76	76	76	77
0.30	100	85	83	82	81	82	81	80	81	81	80	81	81
0.25	100	88	86	85	84	85	84	84	84	84	83	85	85
0.20	100	89	88	88	87	88	87	87	88	88	87	88	88
0.15	100	91	90	90	90	90	90	90	91	90	89	90	90
0.10	100	93	92	92	92	93	92	92	93	92	92	92	92
0.05	100	95	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
0.00	100	96	95	96	96	96	95	96	96	96	95	96	95

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	100	82	66	55	49	46	43	40	39	42	40	45	48
0.95	100	84	69	58	53	49	47	44	43	45	43	47	50
0.90	100	85	71	61	56	53	50	47	46	47	46	50	52
0.85	100	87	74	64	60	57	54	51	50	51	50	53	56
0.80	100	88	77	67	64	61	58	56	55	54	54	57	58
0.75	100	90	79	71	68	65	62	60	59	59	58	60	61
0.70	100	91	81	74	72	69	67	65	64	63	62	64	65
0.65	100	92	84	78	76	74	71	70	69	67	67	68	69
0.60	100	94	86	81	80	78	75	74	73	72	72	72	73
0.55	100	95	89	84	83	81	79	79	78	76	77	77	77
0.50	100	96	91	87	87	85	83	83	83	81	82	81	81
0.45	100	97	93	90	90	89	87	88	87	86	86	86	85
0.40	100	98	95	93	93	92	90	91	90	89	90	89	89
0.35	100	98	96	95	95	94	93	94	94	93	93	93	92
0.30	100	99	97	96	97	96	95	96	96	96	96	96	95
0.25	100	99	98	98	98	98	97	98	98	97	98	97	97
0.20	100	100	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0.15	100	100	99	99	99	99	99	99	100	99	99	99	99
0.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(c) 親魚量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	349	397	319	267	237	224	221	198	200	217	204	221	245
0.95	349	406	332	282	253	241	238	215	217	231	216	235	255
0.90	349	415	345	297	270	258	255	231	232	242	229	248	268
0.85	349	425	359	314	288	277	272	250	250	259	245	262	283
0.80	349	434	373	331	307	297	293	272	271	279	264	280	298
0.75	349	444	388	349	327	319	315	295	293	299	283	297	314
0.70	349	455	403	368	348	341	336	317	317	322	306	317	333
0.65	349	465	418	387	370	364	359	342	342	346	329	339	353
0.60	349	476	434	407	392	388	383	368	368	370	355	363	375
0.55	349	487	450	426	414	412	407	393	395	395	382	389	399
0.50	349	498	466	447	437	436	431	420	422	422	411	416	423
0.45	349	510	482	467	460	459	455	448	450	449	439	443	448
0.40	349	522	499	488	482	482	479	473	475	474	466	470	476
0.35	349	534	515	507	503	503	501	497	499	499	493	496	501
0.30	349	547	531	526	523	524	522	520	523	522	518	521	524
0.25	349	559	547	544	542	544	542	541	544	543	539	542	545
0.20	349	573	563	562	561	562	560	560	563	562	559	561	564
0.15	349	586	579	579	578	580	577	578	580	579	576	578	581
0.10	349	600	594	595	595	596	594	595	597	595	593	595	598
0.05	349	614	610	611	611	613	610	611	613	611	609	611	614
0.00	349	628	625	627	627	629	626	627	629	627	625	627	630

(d) 漁獲量の平均値 (千トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.00	219	312	281	227	176	156	128	140	125	103	139	137	113
0.95	219	300	274	227	177	160	133	145	132	110	141	139	116
0.90	219	288	266	225	179	164	139	149	137	117	142	141	120
0.85	219	275	257	223	179	167	144	152	141	122	145	142	125
0.80	219	262	248	219	179	168	148	155	146	129	148	144	128
0.75	219	248	238	214	178	169	152	158	150	135	150	145	133
0.70	219	235	227	207	176	169	154	158	152	139	151	147	136
0.65	219	220	215	199	173	167	155	158	153	142	151	147	138
0.60	219	206	202	190	168	164	155	156	153	144	150	146	140
0.55	219	191	188	180	162	159	152	152	150	143	147	144	139
0.50	219	176	174	169	154	153	147	147	146	141	144	140	137
0.45	219	160	159	156	145	144	141	140	139	136	138	135	133
0.40	219	144	143	141	134	134	131	130	130	128	130	127	127
0.35	219	127	127	126	122	121	120	119	119	118	119	118	117
0.30	219	110	110	110	108	108	107	106	106	106	106	105	105
0.25	219	93	93	93	92	92	92	91	91	91	92	91	91
0.20	219	75	75	75	76	76	75	75	75	75	75	75	75
0.15	219	57	57	57	58	58	58	57	57	57	58	57	57
0.10	219	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
0.05	219	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
0.00	219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

補足表 2-6. 通常の加入を仮定した場合、予測される親魚量・漁獲量と親魚量が管理基準値案を上回る確率のまとめ

調整係数 β を 0.0～1.0 にて 0.05 刻みで変更した基本的漁獲管理規則案および漁獲量一定方策の代替漁獲管理規則案と、獲り残し割合を 30～50% にて 1% 刻みで変更した代替漁獲管理規則案の結果をまとめた。また、現状の漁獲圧（F2018-2020）を継続した場合の結果についても最下段に併記した。漁獲管理規則案での漁獲管理を開始する初年度（1 年後）の 2022 年漁期の値と、5 年および 10 年管理を行った後の値（2026 年漁期および 2031 年漁期）を示した。ランクは、*①と*②の目標達成確率がともに 50%以上となる基本的漁獲管理規則案（ $\beta=0.65$ ）を基準とし、それ以上の*①と*②が得られ、かつリスクの指標となる*③と*④をその基準以下に抑えられる管理方策をランク 2 とした。また、*①と*②はともに 50%以上であるものの、*③と*④が基準より大きい場合はランク 1 とし、*①と*②のどちらか一方でも 50%未満の場合はランク 0 とした。

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 *②	5年後	10年後	1年後	5年後	10年後	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
				2026年漁期	2031年漁期	2022年漁期	2026年漁期	2031年漁期								
0	基本ルール ($\beta=1.00$)	60%	30%	279	255	312	197	179	15%	28%	35%	59%	71%	94%	63%	75%
0	基本ルール ($\beta=0.95$)	63%	33%	294	271	300	198	182	13%	24%	31%	54%	68%	93%	60%	72%
0	基本ルール ($\beta=0.90$)	67%	35%	311	288	288	198	185	11%	21%	28%	49%	66%	92%	57%	68%
0	基本ルール ($\beta=0.85$)	70%	39%	328	307	275	198	186	9%	17%	24%	44%	64%	90%	55%	64%
0	基本ルール ($\beta=0.80$)	74%	43%	346	327	262	196	186	7%	14%	21%	39%	61%	89%	52%	61%
0	基本ルール ($\beta=0.75$)	77%	47%	363	347	248	193	186	6%	11%	17%	33%	58%	87%	50%	58%
2	基本ルール ($\beta=0.70$)	80%	50%	381	368	235	189	184	4%	9%	14%	28%	56%	85%	48%	55%
2	基本ルール ($\beta=0.65$)	83%	54%	400	389	220	183	180	3%	6%	11%	22%	53%	82%	46%	52%
2	基本ルール ($\beta=0.60$)	86%	58%	419	410	206	176	175	2%	5%	9%	18%	50%	80%	45%	49%
2	基本ルール ($\beta=0.55$)	89%	63%	437	430	191	168	168	1%	3%	7%	13%	47%	77%	43%	47%
2	基本ルール ($\beta=0.50$)	91%	67%	456	450	176	159	159	1%	2%	5%	10%	45%	74%	42%	45%
2	基本ルール ($\beta=0.45$)	93%	71%	475	470	160	148	149	0%	1%	3%	7%	43%	72%	41%	43%
2	基本ルール ($\beta=0.40$)	95%	74%	494	490	144	136	137	0%	0%	2%	4%	40%	69%	40%	42%
2	基本ルール ($\beta=0.35$)	97%	78%	512	508	127	122	123	0%	0%	1%	2%	38%	66%	39%	41%
2	基本ルール ($\beta=0.30$)	98%	81%	530	526	110	108	108	0%	0%	1%	1%	36%	64%	38%	40%
2	基本ルール ($\beta=0.25$)	99%	84%	547	544	93	92	92	0%	0%	0%	0%	34%	61%	37%	39%
2	基本ルール ($\beta=0.20$)	99%	87%	564	560	75	75	75	0%	0%	0%	0%	33%	59%	37%	38%
2	基本ルール ($\beta=0.15$)	100%	90%	580	577	57	57	58	0%	0%	0%	0%	31%	57%	36%	38%
2	基本ルール ($\beta=0.10$)	100%	92%	597	593	39	39	39	0%	0%	0%	0%	30%	56%	36%	37%
2	基本ルール ($\beta=0.05$)	100%	94%	613	609	20	20	20	0%	0%	0%	0%	30%	55%	36%	37%

補足表 2-6. つづき

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 *②	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	1年後 2022年 漁期	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
0	獲り残し割合一定：30%	36%	11%	175	109	369	175	108	37%	64%	58%	83%	77%	96%	69%	93%
0	獲り残し割合一定：31%	40%	14%	193	128	355	181	119	33%	59%	53%	80%	75%	96%	65%	86%
0	獲り残し割合一定：32%	45%	16%	212	148	341	187	130	28%	53%	48%	75%	73%	95%	62%	80%
0	獲り残し割合一定：33%	49%	19%	231	170	327	191	140	24%	47%	43%	70%	71%	94%	59%	74%
0	獲り残し割合一定：34%	53%	22%	252	194	312	194	150	20%	41%	39%	65%	68%	92%	56%	68%
0	獲り残し割合一定：35%	58%	26%	274	220	298	196	159	17%	35%	34%	59%	65%	91%	53%	63%
0	獲り残し割合一定：36%	62%	31%	296	247	283	197	166	14%	29%	29%	53%	63%	89%	51%	59%
0	獲り残し割合一定：37%	67%	35%	318	275	268	196	172	11%	23%	25%	46%	60%	87%	49%	56%
0	獲り残し割合一定：38%	72%	40%	341	304	253	194	176	8%	18%	21%	40%	57%	85%	47%	53%
0	獲り残し割合一定：39%	76%	45%	363	332	238	190	177	6%	14%	17%	33%	54%	83%	46%	50%
1	獲り残し割合一定：40%	80%	50%	385	360	224	185	176	5%	10%	13%	27%	51%	81%	45%	48%
2	獲り残し割合一定：41%	83%	55%	407	388	209	179	173	3%	7%	10%	21%	49%	78%	43%	47%
2	獲り残し割合一定：42%	87%	59%	427	413	194	171	168	2%	5%	8%	16%	46%	75%	42%	45%
2	獲り残し割合一定：43%	90%	64%	447	438	179	162	160	1%	3%	6%	12%	44%	73%	41%	44%
2	獲り残し割合一定：44%	92%	69%	467	460	164	151	151	1%	2%	4%	8%	42%	70%	40%	42%
2	獲り残し割合一定：45%	94%	73%	486	480	149	140	141	0%	1%	3%	5%	40%	68%	39%	41%
2	獲り残し割合一定：46%	96%	76%	503	499	134	128	129	0%	0%	1%	3%	38%	66%	39%	41%
2	獲り残し割合一定：47%	97%	79%	520	517	118	115	116	0%	0%	1%	2%	36%	64%	38%	40%
2	獲り残し割合一定：48%	98%	82%	536	533	103	102	102	0%	0%	0%	1%	34%	62%	38%	39%
2	獲り残し割合一定：49%	99%	85%	551	548	88	88	88	0%	0%	0%	0%	33%	60%	37%	38%
2	獲り残し割合一定：50%	99%	87%	566	562	73	73	74	0%	0%	0%	0%	32%	58%	37%	38%

補足表 2-6. つづき

ラ ン ク	管理方策	目標達成確率 (%)		予測親魚量 (千トン)		予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
		5年後(2026年)に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 *①	10年後(2031年)に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 *②	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	1年後 2022年 漁期	5年後 2026年 漁期	10年後 2031年 漁期	5年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率 *③	10年後までに一度でも親魚量が禁漁水準案を下回る確率	5年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率 *④	10年後までに一度でも親魚量が過去最低を下回る確率	5年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	10年後までに一度でも漁獲量が前年から半減以下になる確率	5年後までの漁獲量の平均変動率	10年後までの漁獲量の平均変動率
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=1.00$)	46%	23%	224	204	312	156	139	40%	63%	49%	73%	50%	85%	21%	51%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.95$)	49%	25%	241	216	300	160	141	36%	58%	46%	69%	47%	82%	19%	47%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.90$)	53%	27%	258	229	288	164	142	33%	54%	42%	65%	44%	80%	17%	43%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.85$)	57%	30%	277	245	275	167	145	29%	49%	37%	60%	41%	77%	16%	40%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.80$)	61%	34%	297	264	262	168	148	25%	44%	33%	55%	37%	74%	14%	36%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.75$)	65%	38%	319	283	248	169	150	22%	39%	29%	50%	34%	70%	13%	32%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.70$)	69%	41%	341	306	235	169	151	18%	33%	25%	44%	31%	66%	12%	27%
0	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.65$)	74%	46%	364	329	220	167	151	14%	28%	21%	38%	28%	62%	12%	23%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.60$)	78%	50%	388	355	206	164	150	12%	23%	17%	32%	25%	58%	11%	20%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.55$)	81%	55%	412	382	191	159	147	9%	18%	14%	26%	22%	54%	10%	18%
1	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.50$)	85%	60%	436	411	176	153	144	6%	13%	10%	20%	19%	49%	10%	16%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.45$)	89%	66%	459	439	160	144	138	4%	9%	7%	15%	17%	44%	10%	15%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.40$)	92%	71%	482	466	144	134	130	3%	6%	5%	10%	15%	40%	9%	14%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.35$)	94%	76%	503	493	127	121	119	1%	3%	3%	7%	13%	35%	9%	13%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.30$)	96%	80%	524	518	110	108	106	1%	2%	2%	3%	11%	32%	9%	13%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.25$)	98%	83%	544	539	93	92	92	0%	1%	1%	2%	10%	29%	9%	12%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.20$)	99%	87%	562	559	75	76	75	0%	0%	0%	1%	9%	27%	8%	12%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.15$)	99%	89%	580	576	57	58	58	0%	0%	0%	0%	8%	25%	8%	12%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.10$)	100%	92%	596	593	39	39	39	0%	0%	0%	0%	8%	24%	8%	12%
2	漁獲量3年間一定 ($\beta=0.05$)	100%	94%	613	609	20	20	20	0%	0%	0%	0%	7%	23%	8%	12%
0	F2018-2020	88%	42%	335	323	330	288	277	0%	0%	1%	5%	25%	45%	31%	31%

補足資料 3. 外国事例を参考にした TAC の試算

水産庁からの依頼により、令和 3 年 8 月に開催したスルメイカ研究機関会議において、以下の外国事例を参考にしたスルメイカ TAC を試算した（FRA-SA2021-BRP01-08）。

- ① 米国におけるアメリカケンサキイカの管理
- ② カナダにおけるカナダマツイカの管理
- ③ 米国におけるカナダマツイカの管理

本補足資料では、本系群の資源評価の更新に伴い、TAC 試算値を更新した。なお、各外国事例の詳細や算出方法については、上記研究機関会議資料（FRA-SA2021-BRP01-08）を参照されたい。

外国事例に基づく本系群の TAC 試算値を補足表 3-1～3-4 に示した。また、漁獲量一定方策であり、かつ TAC 試算値の小さいカナダマツイカのカナダ方式（参照期間は TAC 導入以降、資源低水準期は 1982～1990 年、過去最高の漁獲量の年を基準に計算される漁獲量と資源量指数は最高年の前後 2 年を含む 5 年間の平均値）を適用した場合の将来予測結果を補足表 3-5 に示した。このとき将来予測の仮定として、今後 5 年間は直近 5 年間のような低加入が続くと仮定した場合と、通常の加入を仮定した場合のそれぞれについて検討した。中国漁獲量 15 万トンの仮定値の下では、低加入と通常加入のどちらの場合においても、基本的漁獲管理規則および代替漁獲管理規則に比べると 5 年後までに一度でも親魚量が禁漁水準および過去最低親魚量を下回る確率が高くなった。中国漁獲量の仮定値を小さくすると、資源状態悪化のリスクは減少した。

引用文献

松井 萌・岡本 俊・宮原寿恵・久保田 洋 (2021) 外国事例を参考にした TAC の試算. 水産研究・教育機構, 1-22. FRA-SA2021-BPR01-08.

http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/FRA-SA2021-BRP01-08.pdf (last accessed 12 November 2021)

補足表 3-1. アメリカケンサキイカのアメリカ方式で試算した 2021 年漁期のスルメイカ秋季発生系群の TAC

期間	漁獲割合 最高年	漁獲割合 (%)	TAC (千トン)		
			参照年	参照年+ 前後 1 年 平均	参照年+ 前後 2 年 平均
全期間	1989	38.1	187	172	178
TAC 導入以降	1998	30.6	210	266	276
TAC 導入～ 中国漁獲開始	1998	30.6	210	266	276

補足表 3-2. カナダマツイカのカナダ方式で試算した 2021 年漁期のスルメイカ秋季発生系群の TAC

期間	漁獲量 最高年	資源 低水準期	TAC (千トン)		
			参照年	参照年+ 前後 1 年 平均	参照年+ 前後 2 年 平均
全期間	1996	1982-1990	113	91	99
TAC 導入以降	1999	2016-2019*	136	137	123
		1982-1990*	97	98	87
TAC 導入～ 中国漁獲開始	1999	2016-2019*	136	137	123
		1982-1990*	97	98	87

*1997 年以降では直近年を除くと資源低水準期が存在しないため、直近年を参照し 2016～2020 年を低水準期とした場合と、全期間を参照 1981～1988 年を低水準期とした場合の 2 通りで試算した。

補足表 3-3. カナダマツイカのアメリカ方式で直近 2 年の資源量指数を参照して試算した
2021 年漁期のスルメイカ秋季発生系群の TAC

期間	漁獲量 最高年	TAC (千トン)		
		参照年	参照年+ 前後 1 年平均	参照年+ 前後 2 年平均
全期間	1996	165	133	144
TAC 導入以降	1999	141	142	127
TAC 導入～ 中国漁獲開始	1999	141	142	127

補足表 3-4. カナダマツイカのアメリカ方式で直近 3 年の資源量指数を参照して試算した
2021 年漁期のスルメイカ秋季発生系群の TAC

期間	漁獲量 最高年	TAC (千トン)		
		参照年	参照年+ 前後 1 年平均	参照年+ 前後 2 年平均
全期間	1996	161	130	141
TAC 導入以降	1999	138	139	124
TAC 導入～ 中国漁獲開始	1999	138	139	124

補足表 3-5. スルメイカ秋季発生系群にカナダマツイカのカナダ方式（参照期間は TAC 導入以降、資源低水準期は 1982～1990 年、過去最高漁獲量の年を基準に計算される漁獲量と資源量指数は最高年の前後 2 年を含む 5 年間の平均）を適用した場合の将来予測結果

(a) 今後 5 年間は直近 5 年間のような低加入が続くと仮定した場合

中国漁獲の 仮定値	予測親魚量 (千トン)		日中韓の予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
	5年後	10年後	1年後	5年後	10年後	5年後までに 一度でも親魚 量が禁漁水準 を下回る確率	10年後まで に一度でも親 魚量が禁漁水 準を下回る確 率	5年後までに 一度でも親魚 量が過去最低 を下回る確率	10年後まで に一度でも親 魚量が過去最 低を下回る確 率	5年後までに 一度でも漁獲 量が前年から 半減以下にな る確率	10年後まで に一度でも漁 獲量が前年か ら半減以下に なる確率	5年後まで の漁獲量の 平均年変動 率	10年後まで の漁獲量の 平均年変動 率
	2026年 漁期	2031年 漁期	2022年 漁期	2026年 漁期	2031年 漁期								
150千トン	222	123	237	187	98	29%	63%	35%	66%	21%	59%	0%	43%
100千トン	333	282	187	180	144	7%	26%	10%	28%	4%	23%	0%	0%
50千トン	432	442	137	137	136	0%	1%	0%	2%	0%	1%	0%	0%
日韓合計と同値	361	332	174	171	150	3%	16%	6%	18%	2%	14%	0%	0%

(b) 通常の再生産による加入を仮定した場合

中国漁獲の 仮定値	予測親魚量 (千トン)		日中韓の予測漁獲量 (千トン)			リスク (%)							
	5年後	10年後	1年後	5年後	10年後	5年後までに 一度でも親魚 量が禁漁水準 を下回る確率	10年後まで に一度でも親 魚量が禁漁水 準を下回る確 率	5年後までに 一度でも親魚 量が過去最低 を下回る確率	10年後まで に一度でも親 魚量が過去最 低を下回る確 率	5年後までに 一度でも漁獲 量が前年から 半減以下にな る確率	10年後まで に一度でも漁 獲量が前年か ら半減以下に なる確率	5年後まで の漁獲量の 平均年変動 率	10年後まで の漁獲量の 平均年変動 率
	2026年 漁期	2031年 漁期	2022年 漁期	2026年 漁期	2031年 漁期								
150千トン	301	187	237	196	124	23%	52%	28%	55%	17%	48%	0%	1%
100千トン	405	333	187	177	148	8%	24%	11%	27%	6%	21%	0%	0%
50千トン	490	467	137	136	131	2%	5%	3%	7%	1%	4%	0%	0%
日韓合計と同値	429	372	174	168	148	5%	17%	8%	20%	4%	15%	0%	0%