

マサバ太平洋系群

令和6年度資源評価結果

第4回資源管理方針に関する検討会
(マサバ・ゴマサバ太平洋系群)

2025年2月5日（水）TKP新橋汐留ビジネスセンター

目次

- 1) 資源量推定結果
- 2) 管理基準値の提案（1Bルールを採用した理由）
- 3) F50%SPRを提案する理由
- 4) $\beta=0.7$ を提案する理由

参考資料：簡易版 および 補足資料

分布域と漁獲量の推移



マサバは日本周辺に広く生息しており、本系群はこのうち太平洋側に分布する群である。本系群の漁獲量や資源量は漁期年（7月～翌年6月）の数値を示す。

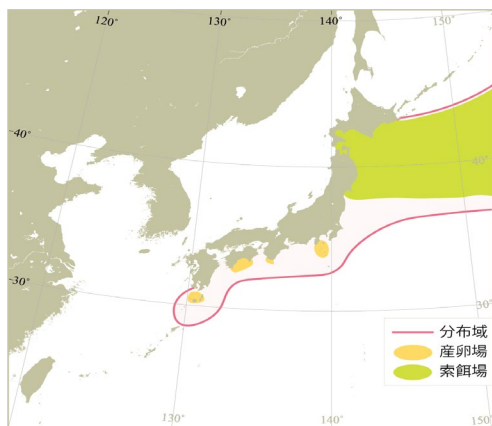


図1 分布域

太平洋沿岸に広く分布する。産卵場は、日本の南岸の黒潮周辺域に形成される。

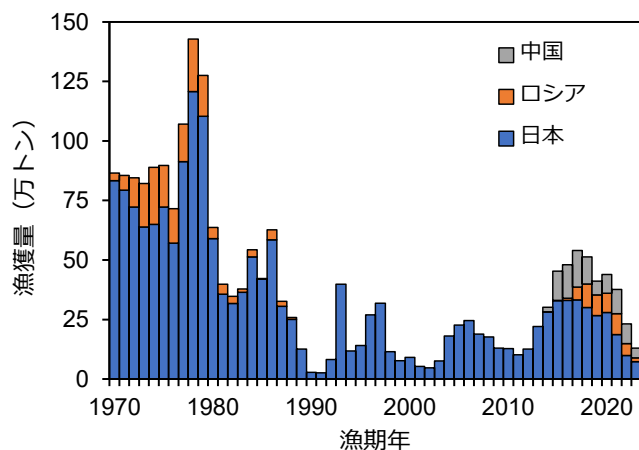


図2 漁獲量の推移

日本の漁獲量は、1970年代は高い水準で推移したが、1980年代に減少し、1990年代および2000年代は低い水準で推移した。2013年漁期以降に増加傾向、2021年漁期以降に減少傾向を示し、2023年漁期は7.3万トンであった。2014年漁期以降、外国船による漁獲があり、2023年漁期のロシアによる漁獲量は1.6万トン、中国による漁獲量は4.1万トンであった。

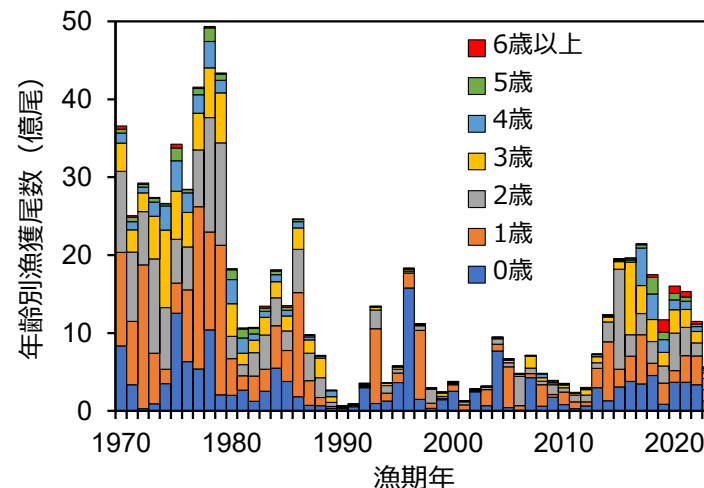
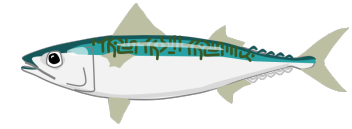


図3 年齢別漁獲尾数の推移

0、1歳魚が主体であったが、2015～2020年漁期は2歳以上の割合が増加していた。2021年漁期以降は再び0、1歳魚の割合が増加している。

資源調査～資源評価



漁獲量

マサバ・ゴマサバ比

- 月別・県別・漁法別で整理
- 他国の漁獲量

漁獲されたマサバの

生物情報（月別・県別・漁法別）

- 体長・体重
- 年齢・成熟度

調査情報（指標値）

- 産卵量
- 稚魚・幼魚の分布量
- 漁業のCPUE等



漁獲物や調査採集物の測定・分析

年別年齢別の漁獲尾数

統計・数理解析

資源量や漁獲の強さの推移を推定

さまざまな漁獲の強さに応じた資源の将来予測



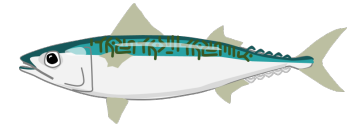
プランクトンネットによる卵の採集調査



表中層トロールによる沖合域の浮魚資源調査

※本系群では7月～翌6月を漁期年として集計

資源調査の概要



資源の動向を左右する沖合回遊群の各季節の分布域をカバーするように調査船調査を実施

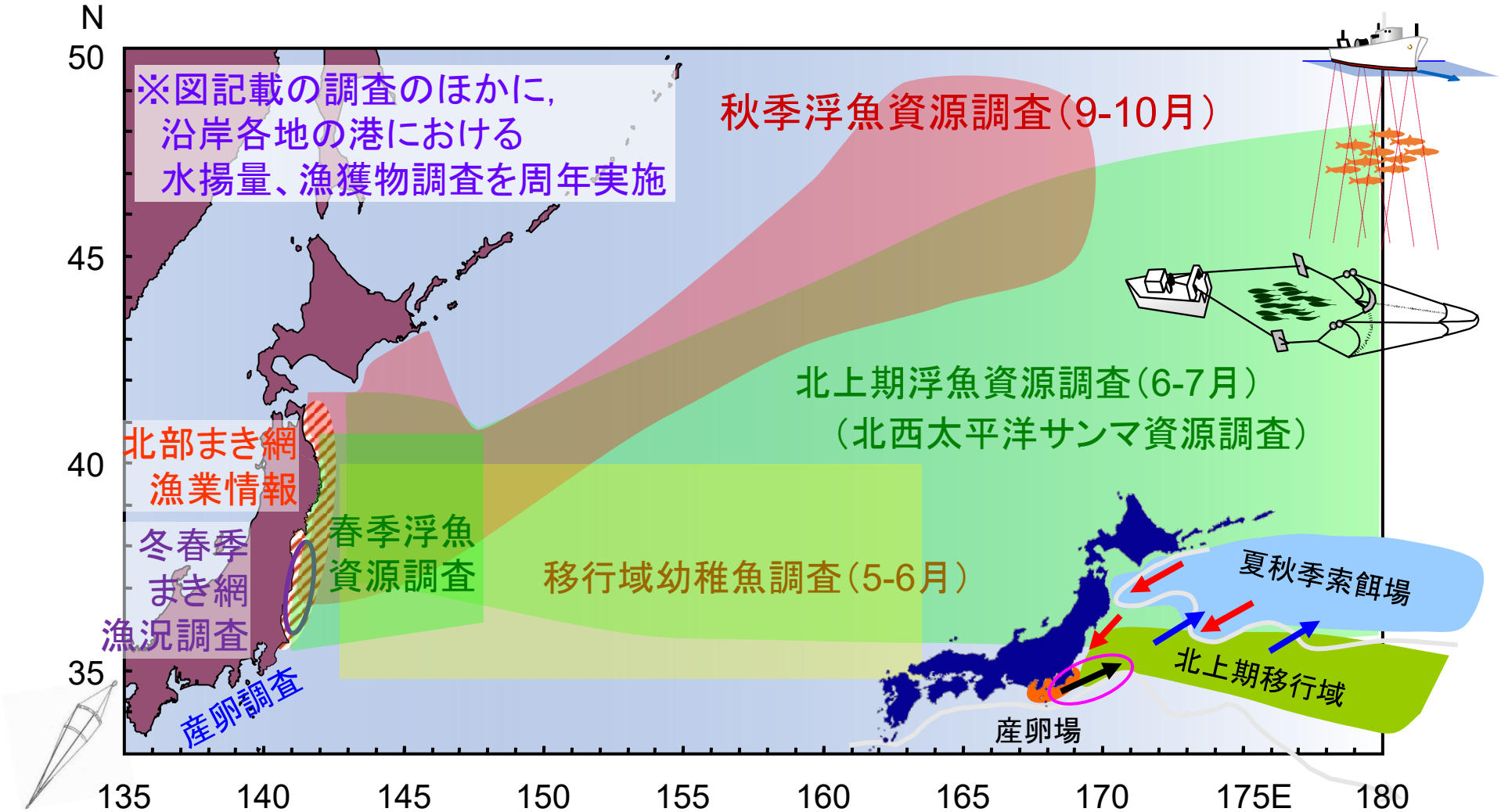
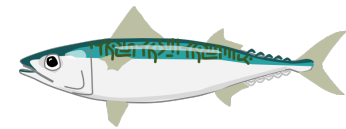
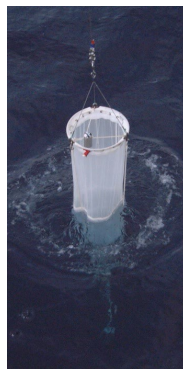
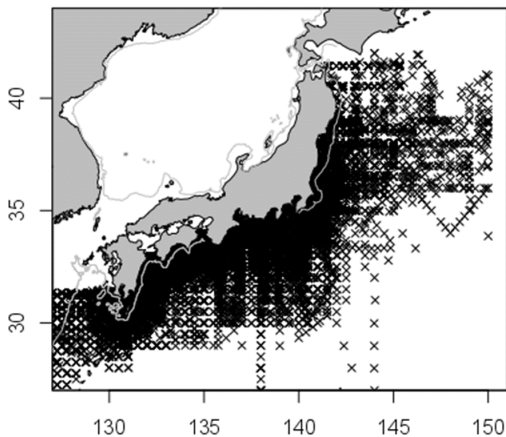


図4 資源調査の概要

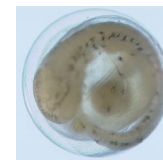
産卵調査



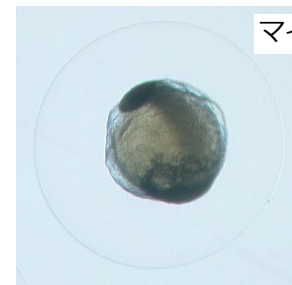
- ・19都府県（毎月）＋水研によりノルパックネット（φ45cm）鉛直曳きによる卵稚仔分布調査を実施。約4500点/年



- ・得られたプランクトンサンプルから、主要種29種の卵・稚仔を選別、データベース化



サバ属



マイワシ

- ・水温とふ化時間の関係（既往知見）等を利用し、卵密度から「産卵量」を計算。これを統計処理（標準化）した値を親魚量指標値として利用。

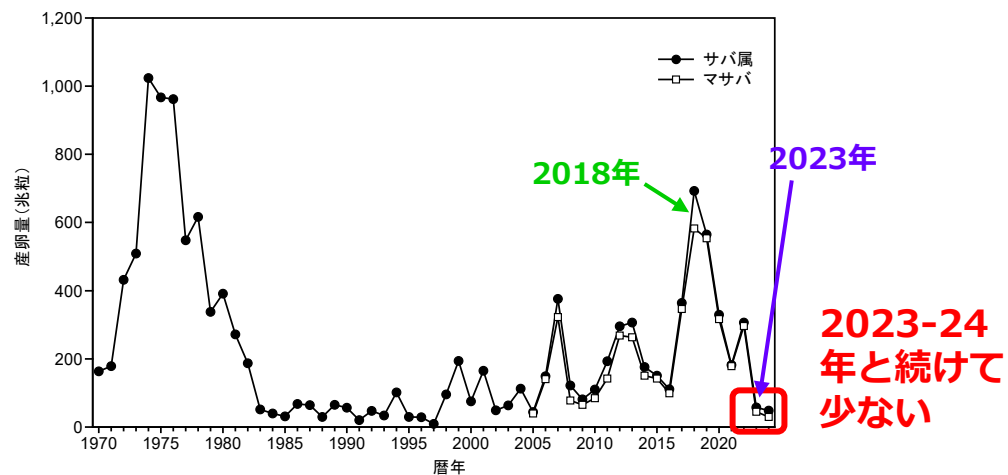


図5 マサバ産卵量の推移（標準化前）

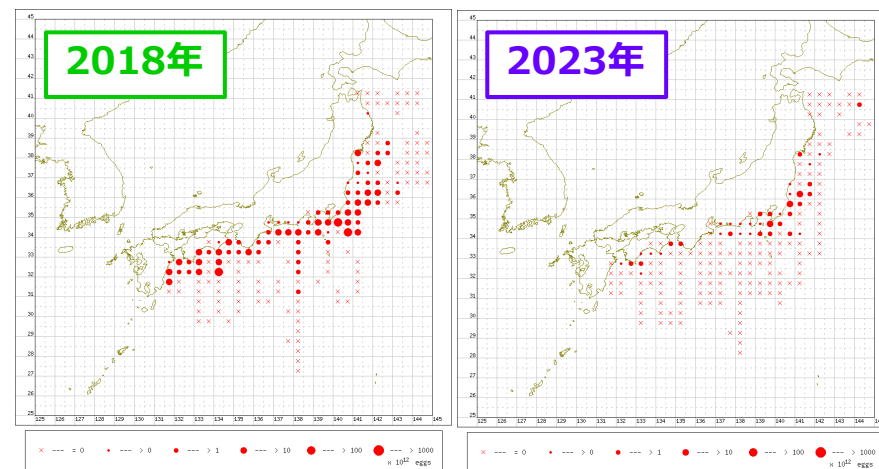
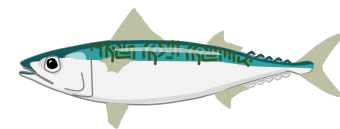
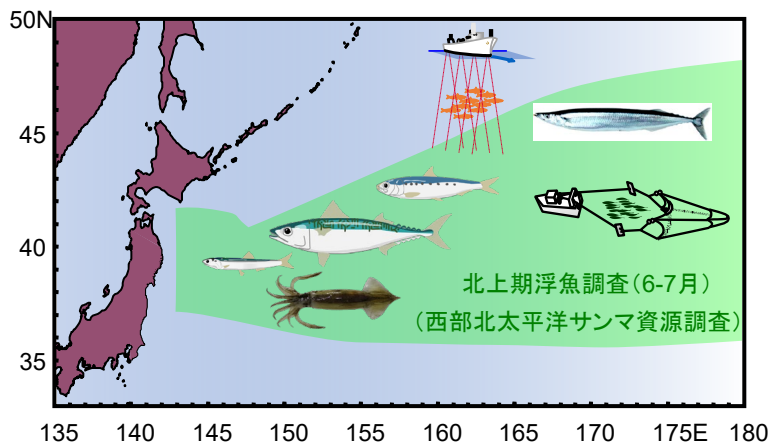


図6 マサバの産卵量の分布状況（緯経度30分柁目で集計後、年間計）

北上期浮魚資源調査



- 2001年以降、6～7月に2～3隻（近年は3隻）の調査船を同時に運航し、日本近海～西経165度までのトロール調査をしている。主目的はサンマだが、他の浮魚類でも指標値となるデータを取得。



トロール採集物は、160E以西や40N以南では近年はマイワシ、次いでさば類が多い

（写真はほとんどマイワシ、手前右の黄色い手袋でつかんでいるのはサンマ）

得られたデータを統計処理（標準化）し、0歳魚や1歳魚の指標値として利用

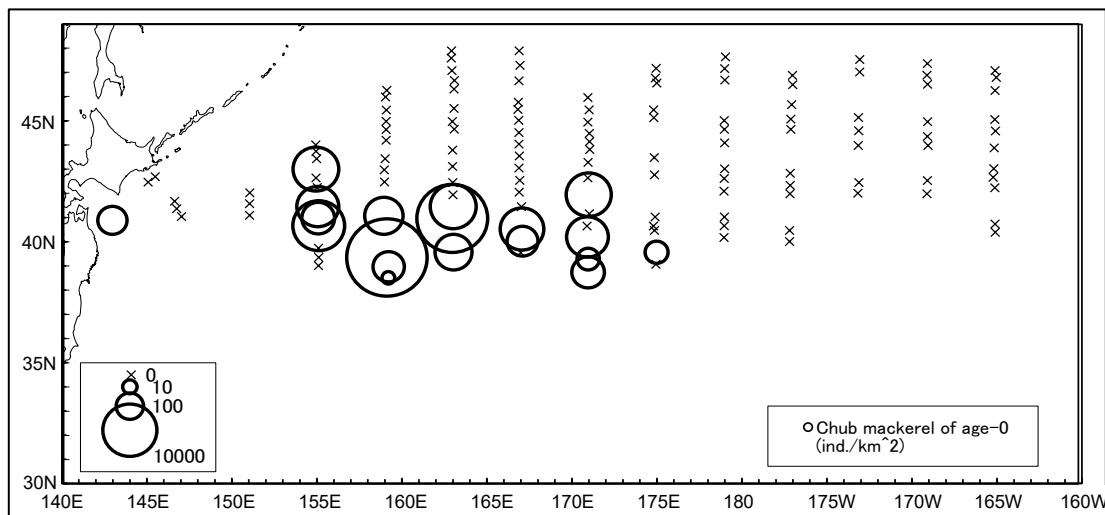


図7 2024年のマサバ0歳魚の分布状況

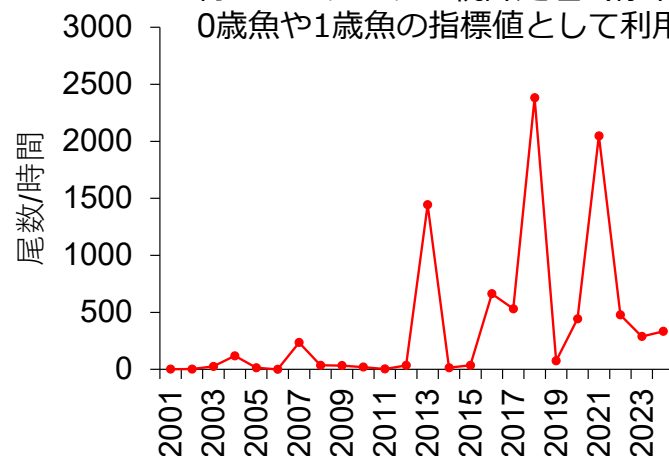


図8 マサバ0歳魚のCPUE（曳網1時間あたり尾数）の推移（標準化前）

変更点①

データの更新 (1年追加)

・ 2024年加入量指標値
(6-7月調査データより)
は、近年ではかなり低めで
前年を下回った。

・ 親魚量指標値として2つ
の指標値の結果を得たが、
いずれも前年並みの低水準
であった。

→ 近年の資源量の下方修
正の主要因と考えられ
る

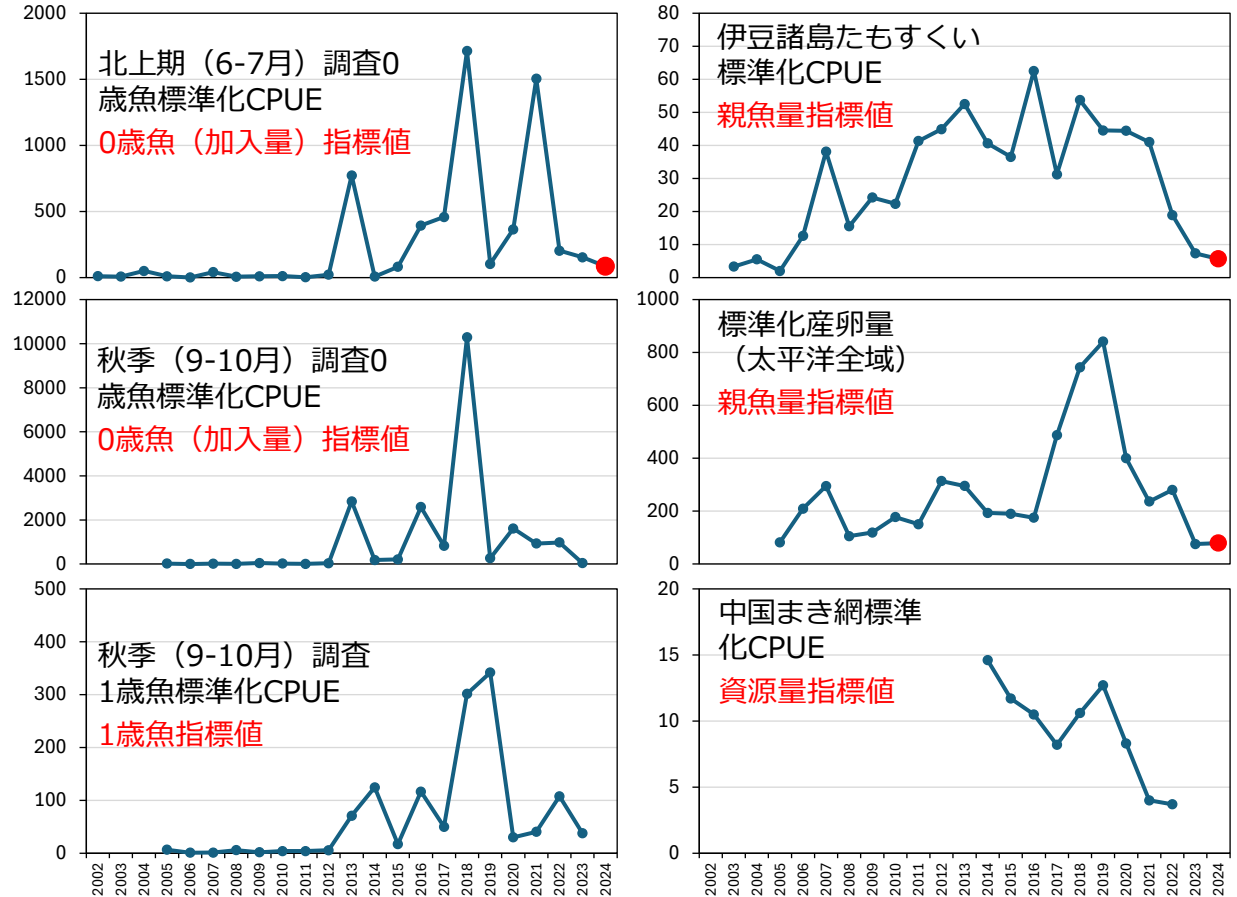


図9 資源計算で利用している各種指標値の推移。赤丸は今年度評価で新たに加わったデータ。

変更点② 年齢別漁獲尾数の修正

- ・中国・ロシアの漁獲量、年齢別漁獲尾数、年齢別体重について、NPFCに提出された
→ 漁獲量は中国が微減、ロシアが微増。漁獲尾数では2013年級群の割合がやや減少。

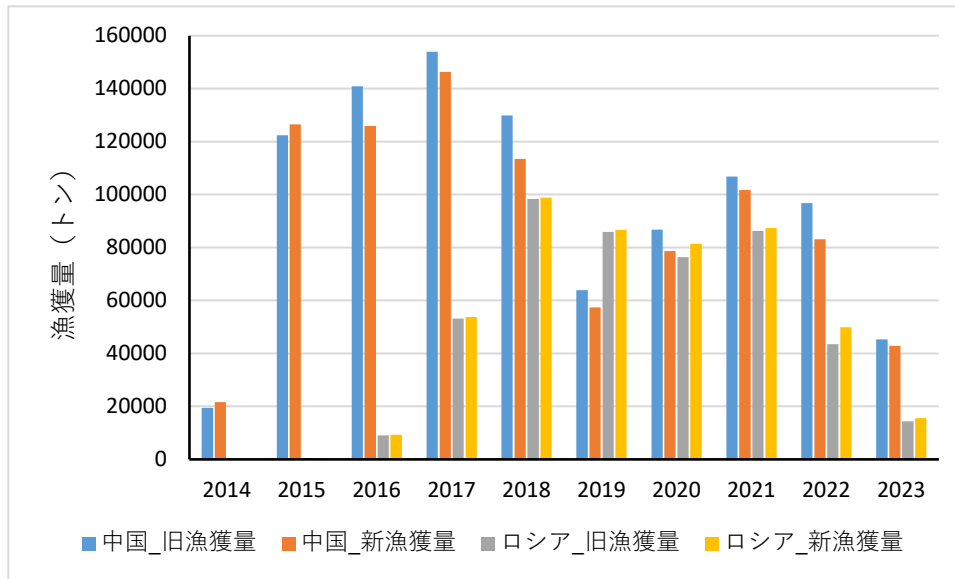


図10 中国とロシアの漁獲量の前年度評価時点（旧漁獲量）と今年度評価でのデータ（親漁獲量）の違い

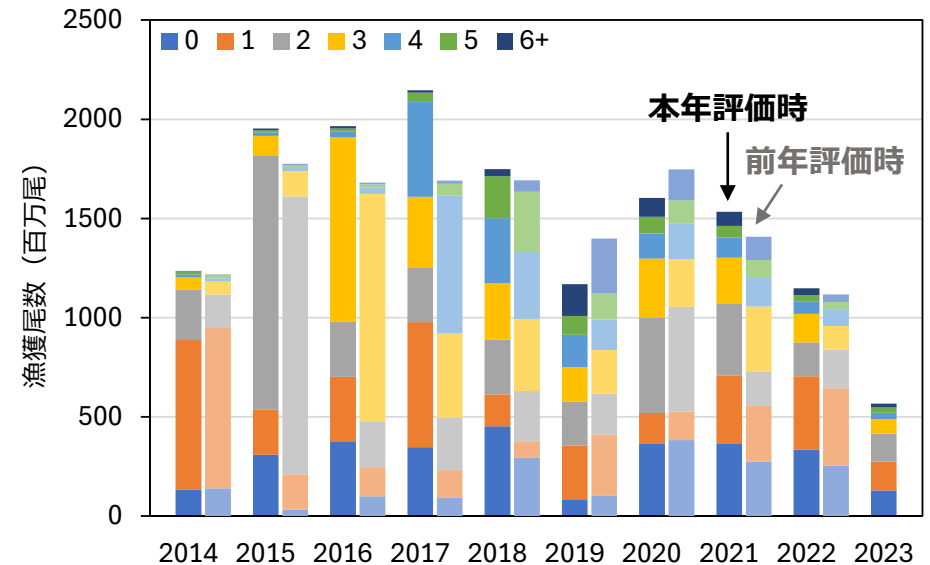


図11 年齢別漁獲尾数の更新状況

変更点③

自然死亡率(M)の仮定の変更

表1 自然死亡率の仮定

年齢	本年	前年まで
0歳	0.80	0.40
1歳	0.60	0.40
2歳	0.51	0.40
3歳	0.46	0.40
4歳	0.43	0.40
5歳	0.41	0.40
6+歳	0.40	0.40

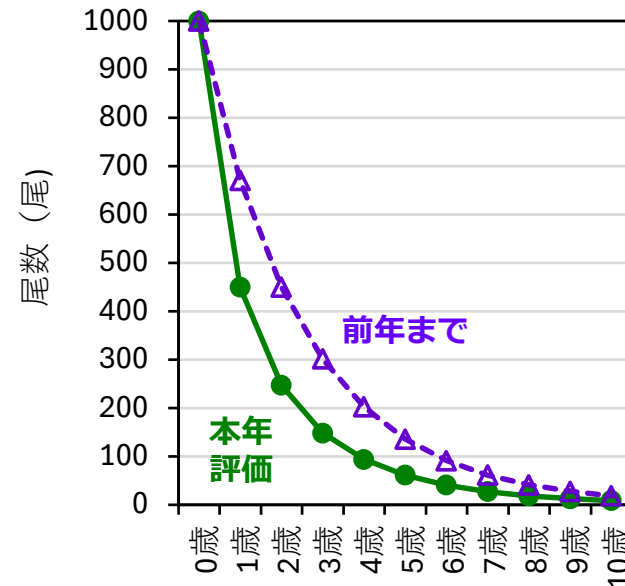


図12 自然死亡の仮定による資源の年々の減少の違い (漁獲がない場合)

- ・ 前年度まで適用していた自然死亡率*¹は、魚類一般の平均的な自然死亡率として推定されるものの中では低めの値であった。
- ・ 検討の結果、Gislasonほか（2010）の方法から求めた自然死亡率*²を適用した。
- ・ 資源量推定では、**過去全期間の低年齢の資源量が、より多く修正される**こととなる。

*1: 従来は田内・田中の方法 ($M=2.5/\text{寿命}$, 田中 1960) により、 $2.5/7=0.357 \div 0.4$ として0.4を用いた。

*2: 既往の70報の論文で報告された72魚種の自然死亡率や生物特性の情報を用いて、魚種横断的に、成長や体の大きさの関係と自然死亡率の関係を整理して定式化した

変更点④ 資源評価モデルの変更

- ・ VPA（前年度まで）からSAM（今年度）に変更^{*1}

表2 VPAとSAMの主な相違点

	VPA	SAM
漁獲尾数データの取扱い	真の値と見なす	測定誤差がある
漁獲係数の年々変動	制約がないので変動しやすい	年々の変動はある程度の範囲に収まると仮定
再生産関係	資源量推定の後に考える	資源量と同時に推定する
推定誤差	遠い過去における資源量等の不確実性を評価できない。近年の推定誤差が大きい。	全期間にわたって資源量等の不確実性が評価できる。近年の推定誤差はVPAより小さい。
新しい年のデータが入ったら？	遠い過去の推定値は不動。最近年ほどより敏感に変化しやすい。	過去の推定値も多少変化する。直近年ほど変化は大きいのはVPAと同様だが、より頑健（本系群では）

^{*1}: VPA… Virtual Poulation Analysis. コホート解析とも呼ばれる。 SAM…State-Space Stock Assessment Model. 直訳すれば状態空間資源評価モデル。

資源量の推定結果

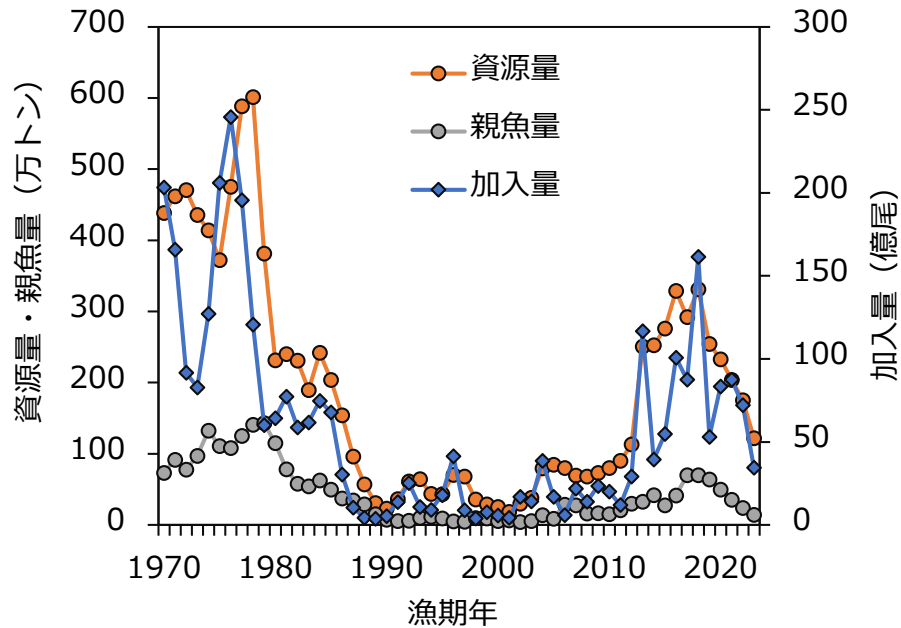


図13 資源量・親魚量・加入量の推移

資源量は、1970年代は高い水準で推移していたが、1980年代以降に急減し、2000年代は低い水準で推移した。2013年漁期に急増したが2019年漁期以降は減少し、2023年漁期は122万トンであった。親魚量は、資源量と同様の傾向を示して2017年漁期に増加したが、直近5年間（2019～2023年漁期）でみると減少傾向で、2023年漁期は14.4万トンであった。加入量（0歳魚の資源尾数）は、2013、2018年漁期に高い値となったが、2019年漁期以降は減少傾向を示している。

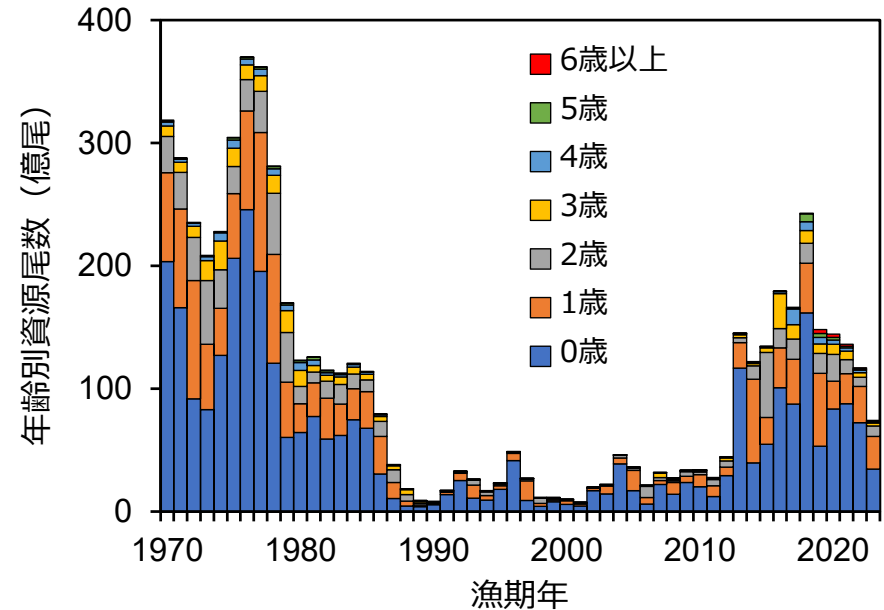


図14 年齢別資源尾数の推移

資源の年齢組成を尾数でみると、0歳（青）、1歳（橙）を中心に構成されており、2歳以上の割合は低い。

資源量推定結果の変化とその要因

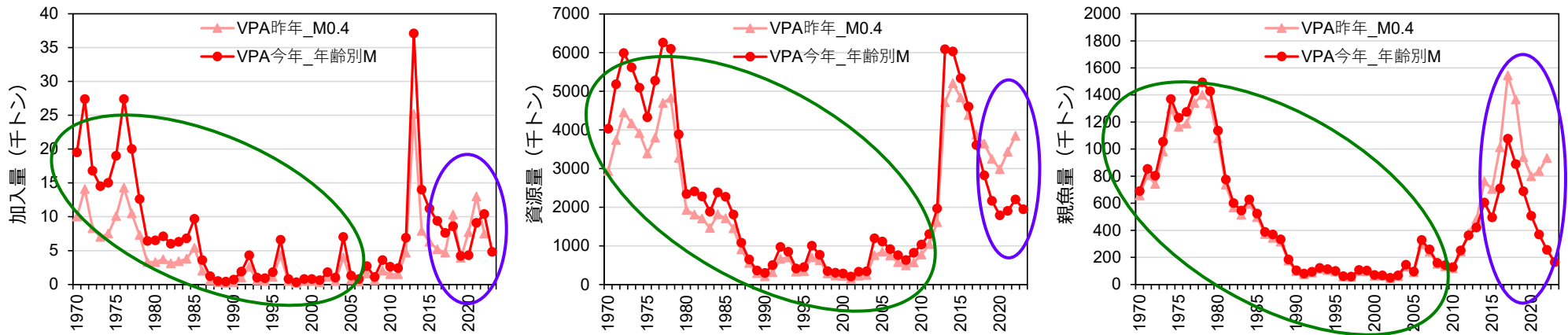
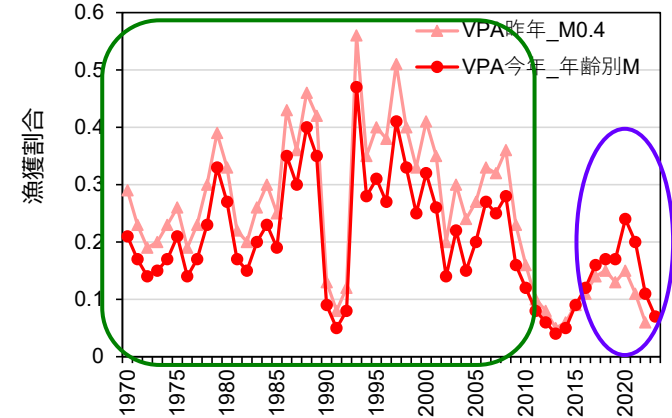


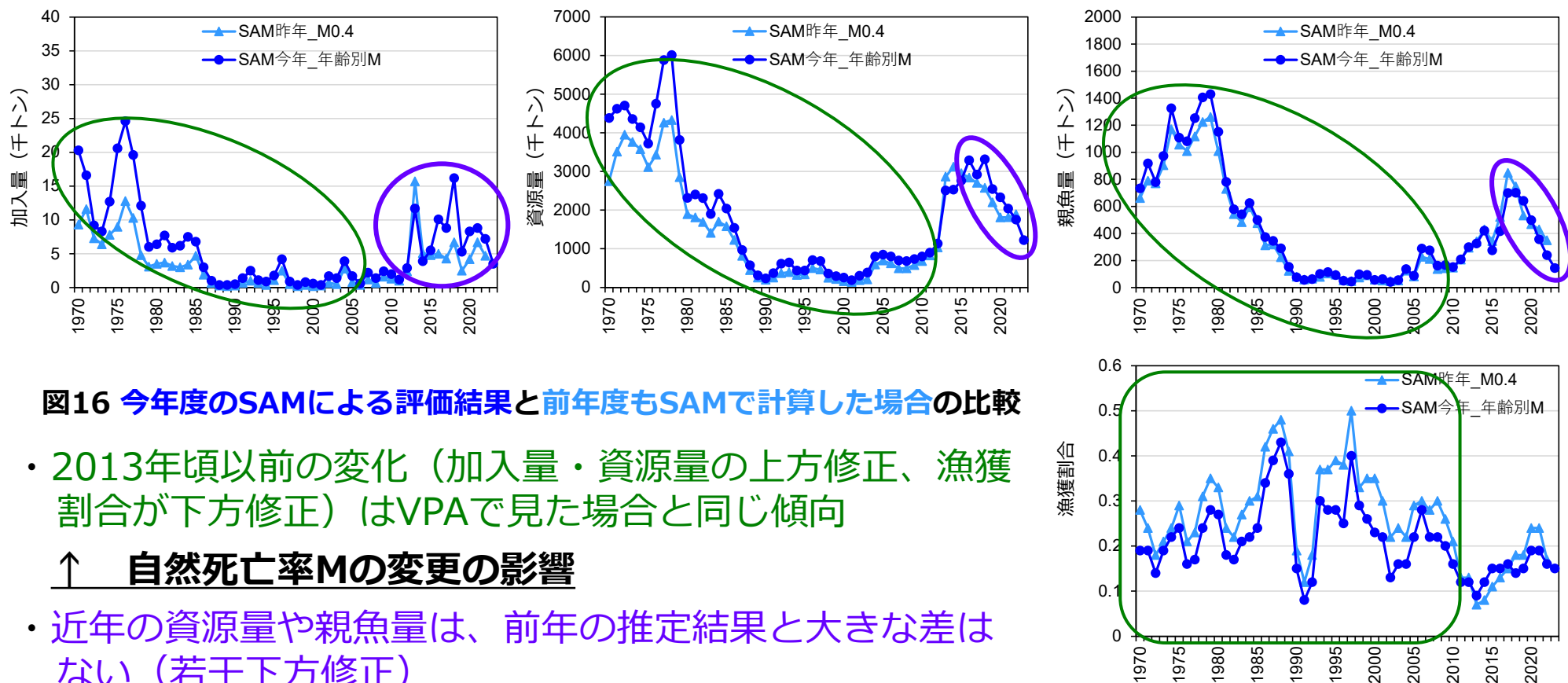
図15 今年度もVPAで計算した場合の資源量等の前年度の結果との比較

- 2013年頃以前（70年代で顕著）の加入量と資源量が上方修正（親魚量も僅かに上方修正）され、漁獲割合が下方修正された ← 自然死亡率Mの変更が原因
- 近年の資源量や親魚量（親魚量で顕著）が大きく下方修正された（漁獲割合は上方修正）

↑ 指標値や漁獲尾数のデータが1年増え、その結果親魚量指標値が2年連続して低く、2023年の漁獲量も少なかったことが原因



資源量推定結果の変化とその要因



↑ VPAでは前年から今年にかけて大きく下方修正していたのと比べ、SAMでは前年からの評価のブレが極めて小さい

↑ SAMを採用した最大の理由

資源量推定結果の変化とその要因

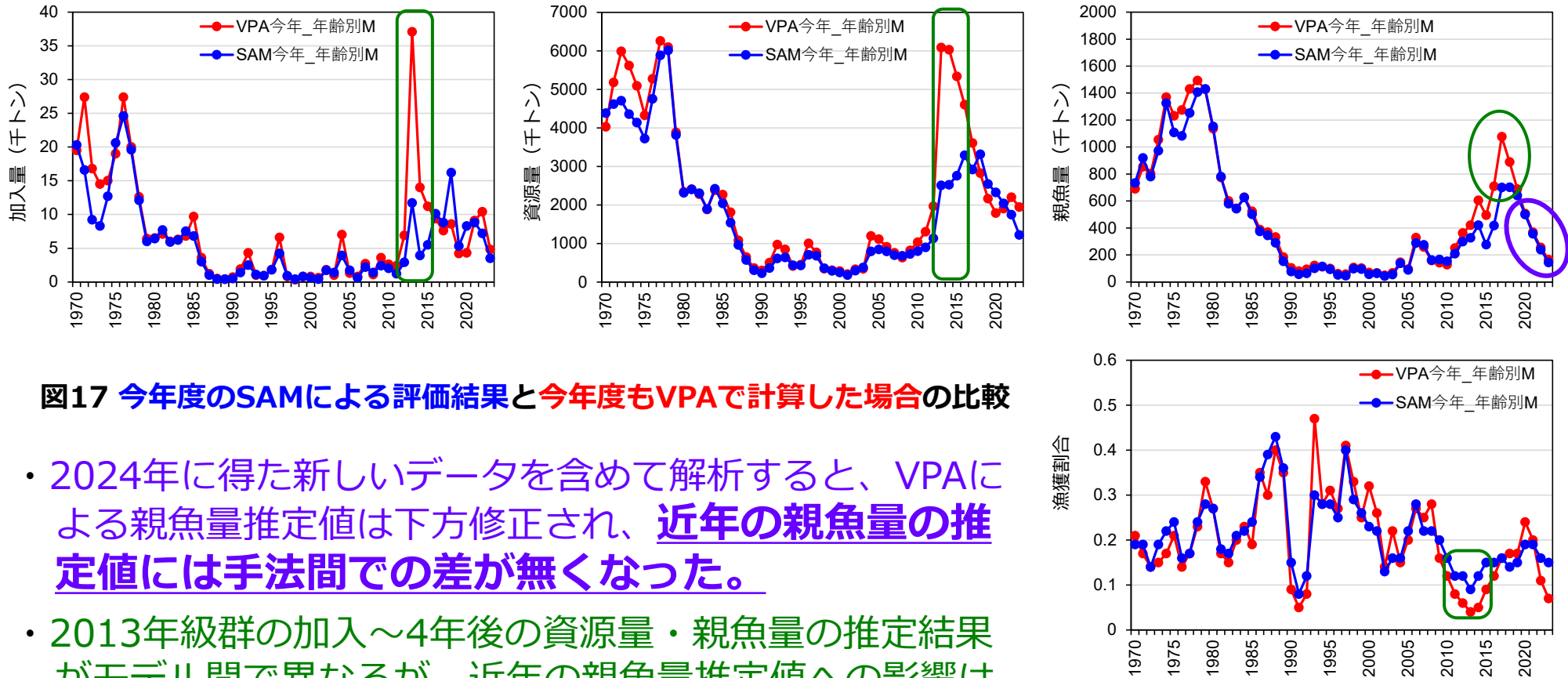


図17 今年度のSAMによる評価結果と今年度もVPAで計算した場合の比較

- 2024年に得た新しいデータを含めて解析すると、VPAによる親魚量推定値は下方修正され、近年の親魚量の推定値には手法間での差が無くなった。
- 2013年級群の加入～4年後の資源量・親魚量の推定結果がモデル間で異なるが、近年の親魚量推定値への影響はほとんど無くなった

資源量推定結果の変化とその要因

VPA

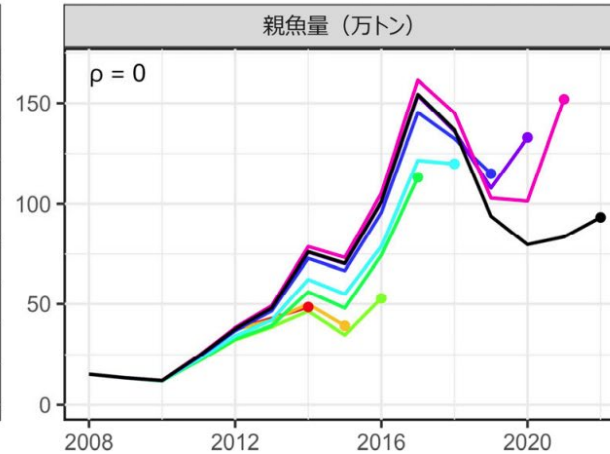
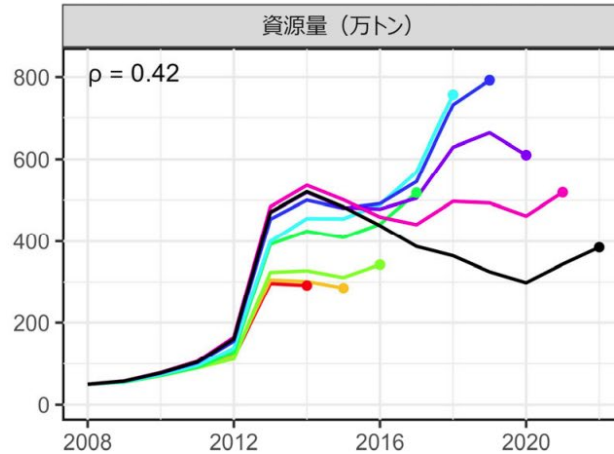
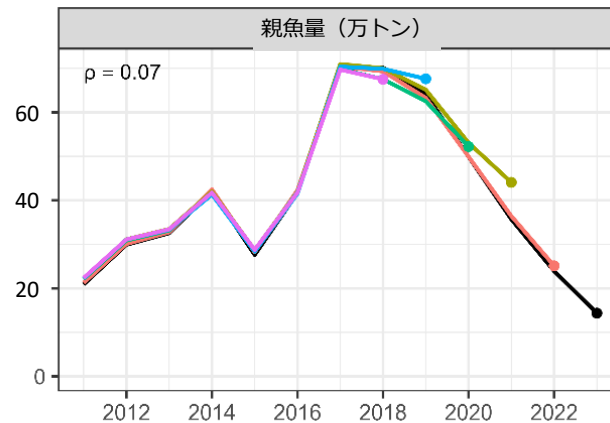
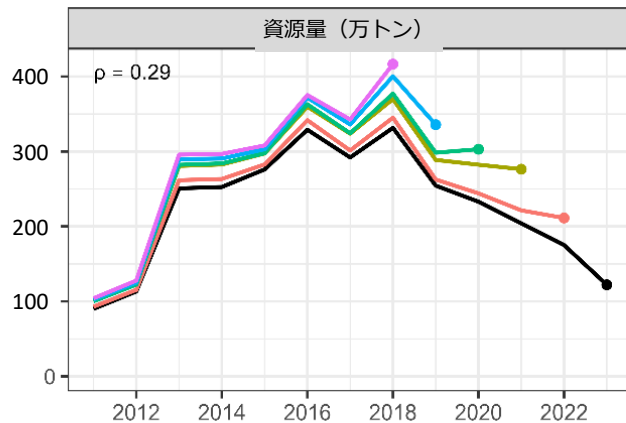


図18 VPAとSAMのレトロスペクティブ解析*の結果

*:新しい年データが増えたときの推定結果の変化を調べる解析。現在得られている最新のデータから、新しい側のデータを1年ずつ削除していき、同じ手法により解析し直した結果を重ねて示している。

SAM



注：VPAの図はR5年度資源評価時点の結果を示しており、R6年度の試算結果は含まれない。SAMはR6年度評価時の解析結果。

- ・ VPAでは新しい年のデータが増えるごとに推定結果が大きく修正されてきた
- ・ SAMでも下方修正が続くが、VPAと比べて振れ幅が明瞭に小さい

資源評価のまとめ

- ・ VPAからSAMに変更
- ・ 近年の資源量・親魚量推定値は下方修正

↑ 2つの親魚量指標値が2年連続して低かったことが主要因

表3 今年度と前年度の資源評価による推定結果の変化 黒（上段）は前年度評価、赤（下段）は今年度評価

	加入量 (億尾)	資源量 (万t)	親魚量 (万t)	漁獲割合 (%)
2021年	130.26 87.61	343.6 204.1	83.7 35.7	11.1 19.2
2022年	74.51 72.15	385.0 175.1	93.4 23.9	6.1 15.9
2023年	<u>49.94</u> 34.53	<u>368.9</u> 122.2	<u>97.5</u> 14.4	<u>12.3</u> 14.6

※前年度はVPA、M=0.4
今年度はSAM、Mは年齢別
という違いがある

※斜体アンダーバー は各評
価年度での予測値

- ・ 前年時点のデータで資源評価を行った場合と、今年度評価結果をSAMで計算した結果同士で比べると、下方修正されるものの、大きな違いは生じない。
- ・ SAMの方が、評価結果が安定している。今年度以降、マサバ太平洋系群の資源評価モデルはSAMへと移行する。

目次

- 1) 資源量推定結果
- 2) 管理基準値の提案（1Bルールを採用した理由）
- 3) F50%SPRを提案する理由
- 4) $\beta=0.7$ を提案する理由

参考資料：簡易版 および 補足資料

管理基準値の前年度との比較

表4 今年度と昨年度までの管理基準値の比較

管理基準値案	新しい案	従来
採用したルール	1B	1A
SBtarget 目標管理基準値	62.6万トン	154.5万トン
SBlimit 限界管理基準値	14.2万トン	56.2万トン
SBban 禁漁水準	0トン	6.7万トン
Fmsy（代替値）	0歳 0.02 1歳 0.05 2歳 0.11 3歳 0.18 4歳 0.19 5歳 0.24 6+歳 0.24	0歳 0.02 1歳 0.05 2歳 0.10 3歳 0.18 4歳 0.19 5歳 0.35 6+歳 0.35
Fmsyに対応する%SPR	50%SPR	54%SPR
MSY（代替値）	19.4万トン	37.2万トン

- ・ 目標管理基準値・限界管理基準値・禁漁水準が大きく下方修正
- ・ MSYも下方修正
 - ※採用するルールの変更（将来の加入の考え方等）の変更による影響
- ・ Fmsyの値はあまり変わらない
 - ※結果的には従来のFmsyと%SPRで見た場合に大差がないFmsy代替値を提案したため

1Aルールと1Bルール？

1Aルール 再生産関係に基づき将来予測を行い、様々な F を充てて将来の計算を行うことで、漁獲量が最大になる F を求める。その F が F_{msy} で、そのときの漁獲量が MSY 、親魚量が SB_{msy} となる

1Bルール 考え得る加入量の想定のもと、 $F\%SPR$ など生物学的な情報から求められる漁獲圧に基づき将来予測を行い、平衡状態に達したときの漁獲量を MSY の代替値、親魚量を SB_{msy} の代替値、その時の F （＝最初に想定した $F\%SPR$ 等）を F_{msy} の代替値と考える。 限界管理基準値についてはいくつかの考え方があるが、本系群では漁獲がないときの初期親魚量（ SB_0 ）の10%相当の親魚量とした。

※これまで、トラフグ2系群と、ヒラメ日本海中西部・東シナ海系群で適用された

1Bルールを採用した理由

マサバでは1970年以降、長期にわたる親子関係の情報があるため、再生産関係を求めることは可能。1Aルールのもとでは、HS型再生産曲線が採用され、管理基準値の検討を行ったが、以下の理由により1Aルールの採用は困難と判断した。

- 1) 生物特性（成長・成熟）の違いによって、 F_{msy} と将来予測結果が大きく変化する
- 2) 将来における妥当な生物特性を仮定するのが困難

→ 将来の生物特性の不確実性が大きく、再生産関係に基づく1Aルールのもとでは、頑健な管理基準値の推定、将来予測および漁獲管理規則の設定が困難であると判断した。

1Bルール：

「再生産関係に基づいた MSY 管理基準値の精度が低い、または頑健でないと考えられる一方で、他の代替となる生物学的管理基準値が計算可能な場合には、特定の%SPR に準ずる F ($F\%SPR$) をもとにした生物学的管理基準値 (F-based biological reference point) を F_{msy} (MSY を与える漁獲の強さ) の代替値として用い、それをもとに目標管理基準値を提案する」

生物特性（成長・成熟）の経年変化

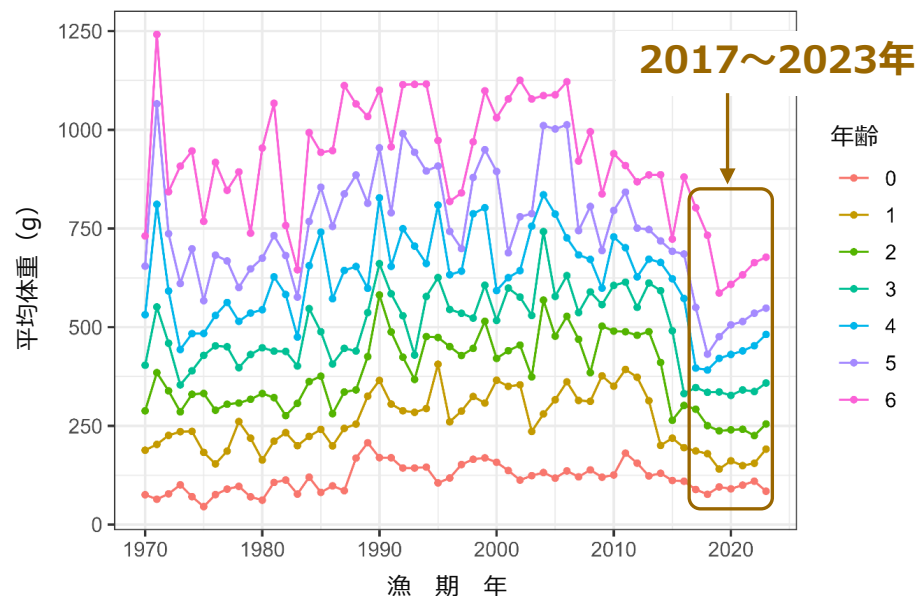


図19 年齢別体重の経年変化

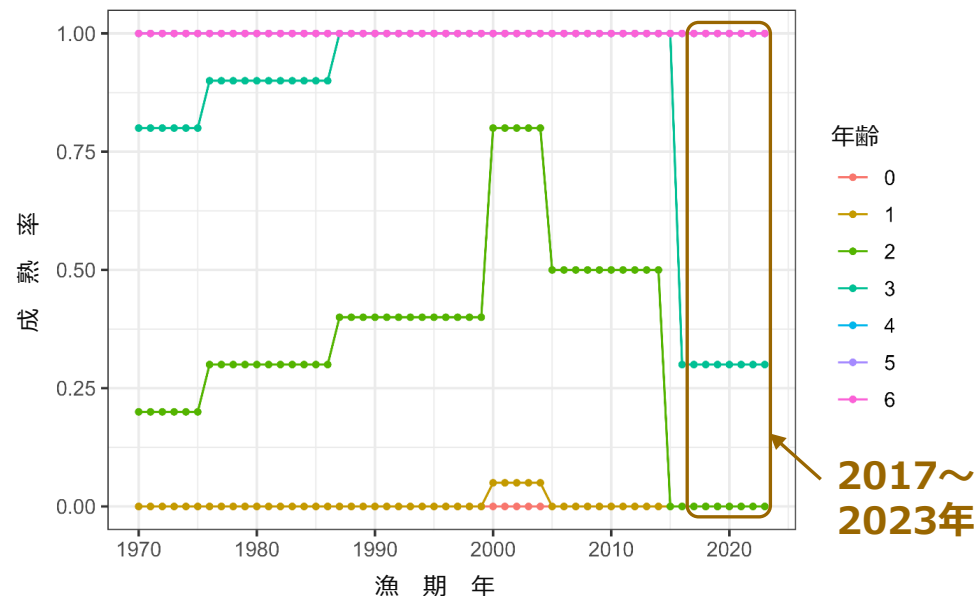
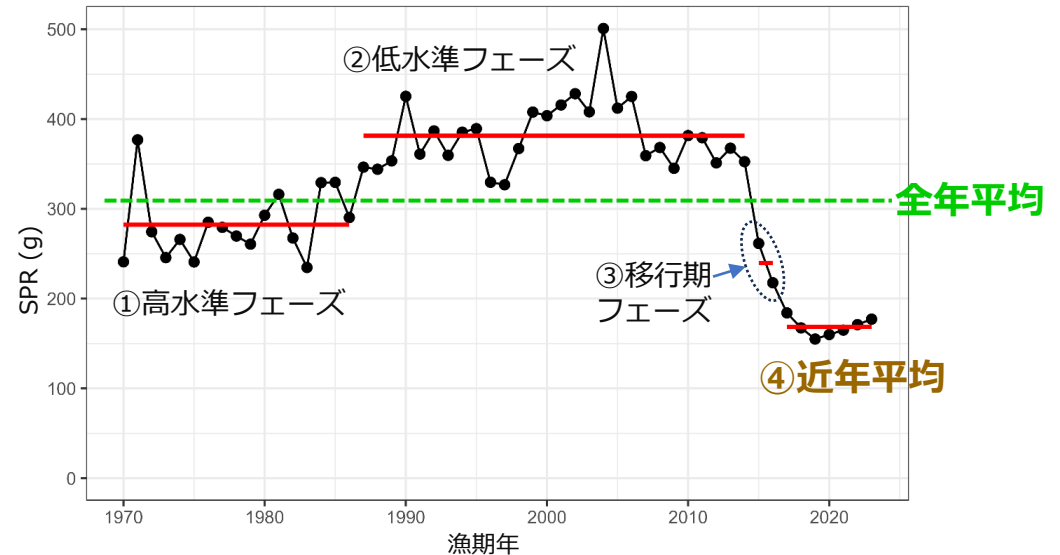


図20 年齢別成熟率の経年変化

- 本系群では、長期的に生物学的特性が変化しており、近年は過去に観測されなかったレベルまでの顕著な成長・成熟の遅れが見られている。
- 例えば、2010年では**2歳**で平均500gまで育っていたが、2020年では**2歳**で平均250g、**5歳**で平均500gに育つ程度にまで成長が遅くなり、成熟年齢も高齢化した。
- 変化点解析の結果（次のスライド）を踏まえ、**2017~2023年の平均的な体重と成熟率(近年平均)**により、管理基準値を求め、また将来予測を行うこととした。

SPR0の推移

図21 SPR0（漁獲がない場合に加算1尾から期待される親魚の生産量）の推移および変化点解析の結果



・本系群では、**生物特性（成長・成熟）**の変化の結果、同じ加入量があったとしても、そこから期待される親魚の量（SPR0）が長期的に変化してきた。

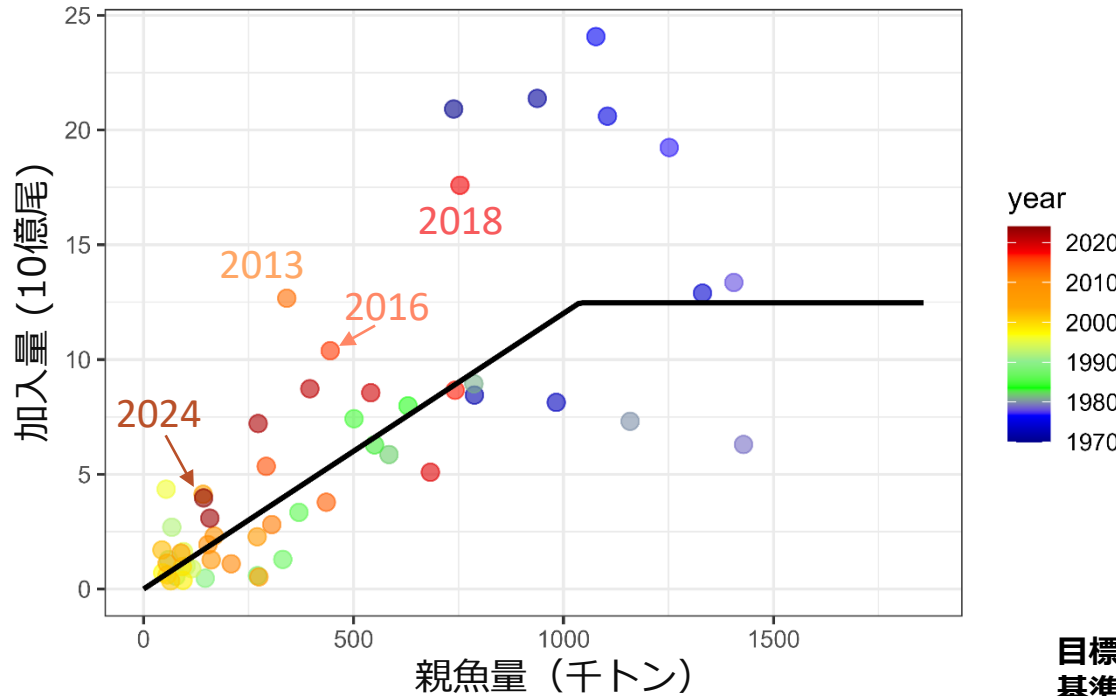
・漁獲がない場合の加入1個体から期待される親魚量（SPR0、右上図の黒線）は、大きく4つの時期に別れた。

①1970～1986年漁期 ②1987～2014年漁期 ③2015～2016年漁期 ④2017～2023年漁期

・特に卓越した2013年級群の発生以降、SPR0は大きく低下し、その後も低い状態が続いている。

→ **将来予測には、④ 近年平均（2017～2023年漁期）の生物特性を適用した。**

→ 将来予測における生物特性に、**全ての年の平均値を適用した場合（全年平均シナリオ）**、もしくは他のフェーズの値を採用した場合についても管理基準値等を試算し、比較した。



- ・ホッケースティック（HS）型再生産関係を適用してSAM内でパラメータを推定
- ・折れ点の親魚量は104万トン
- ・近年で親魚量（横軸）が多かったのは2018年漁期の75万トン
- ・**2017-2023年の平均的な生物特性**を適用して将来予測を行い、MSY等の管理基準値を求めた。
- ・Fmsyは現状（F2021-2023）の0.36倍
- ・Fmsyは47%SPRに相当。
- ・親魚量の大小の関係は下の通り。

目標管理基準値案	過去最大1979年	近年最大2018年	限界管理基準値案	2023年
153万t	> 143万t	> 75万t	> 58万t	> 16万t

図22 1Aルールのもとで求めた再生産曲線

目標管理基準値案	限界管理基準値案	禁漁水準案	2023年漁期の親魚量	MSY	2023年漁期の漁獲量
153万トン	58万トン	7.4万トン	16万トン	50万トン	13.0万トン

↑ MSYの10%の漁獲が得られるときの親魚量

↑ MSYの60%の漁獲が得られるときの親魚量

FRA 1Aルール の管理基準値

生物特性による変化

表5 1Aルールのもとで生物特性の参照期間を変化させたときの管理基準値案

シナリオ名	近年平均	全年平均	高水準フェーズ	低水準フェーズ	移行期フェーズ
生物特性参照期間	2017-2023	1970-2023	1970-1986	1987-2014	2015-2016
SBmsy (Btarget)	153万トン	190万トン	172万トン	206万トン	174万トン
Fmsy/Fcur	0.36	0.92	0.76	1.25	0.56
Umsy	9.0%	16.6%	15.8%	19.3%	12.2%
%SPRmsy	47%	32%	35%	29%	38%
MSY	50万トン	110万トン	85万トン	141万トン	78万トン
SBlimit ^{*1}	58万トン	70万トン	65万トン	73万トン	65万トン
SBban ^{*2}	7.4万トン	9.2万トン	8.9万トン	9.6万トン	8.5万トン
SSB0	392万トン	695万トン	613万トン	840万トン	538万トン

*1 SBlimitは、MSYの60%の漁獲が得られるときの親魚量

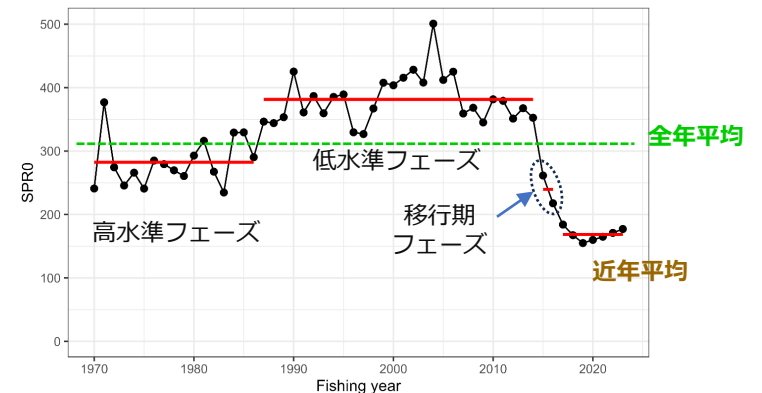
*2 SBbanは、MSYの10%の漁獲が得られるときの親魚量

- 1Aルール（p14のHS型再生産曲線を適用した管理）のもと、MSY計算（50年分の将来予測を行い、平衡状態における漁獲量が最大となるF値を求める）の際に適用する生物特性を、2017～2023年の平均とした**近年平均シナリオ**の他に、いくつかの設定に変えてみた場合に、MSY等の管理基準値がどの程度変化するか調べた。

→SBmsyやSBlimitの変化は小さい（それぞれ1.35倍、1.25倍の変化）

→Fmsy、Umsy（漁獲割合）、MSYの変化は大きい（それぞれ3.5倍、2.1倍、2.8倍の変化）

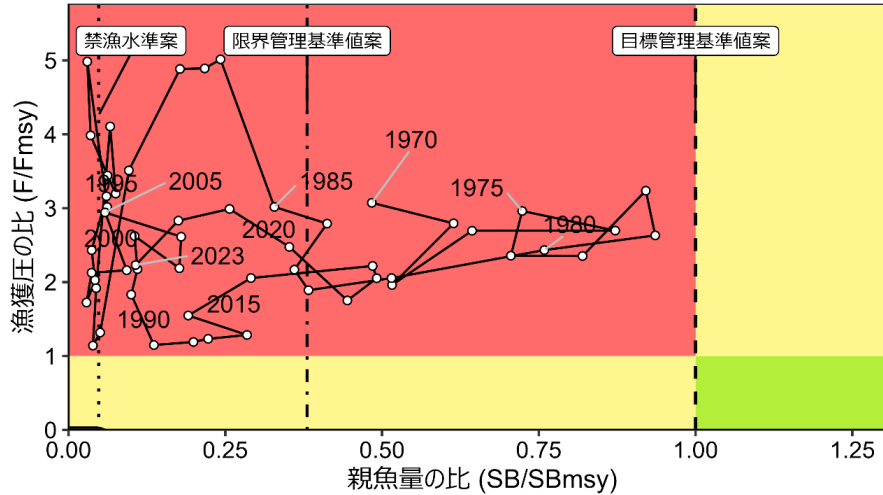
→近年平均でのFmsyはF47%SPRに相当



参考：SPR0の変化点解析の結果と各フェーズ名との対応

1Aルールの神戸プロット

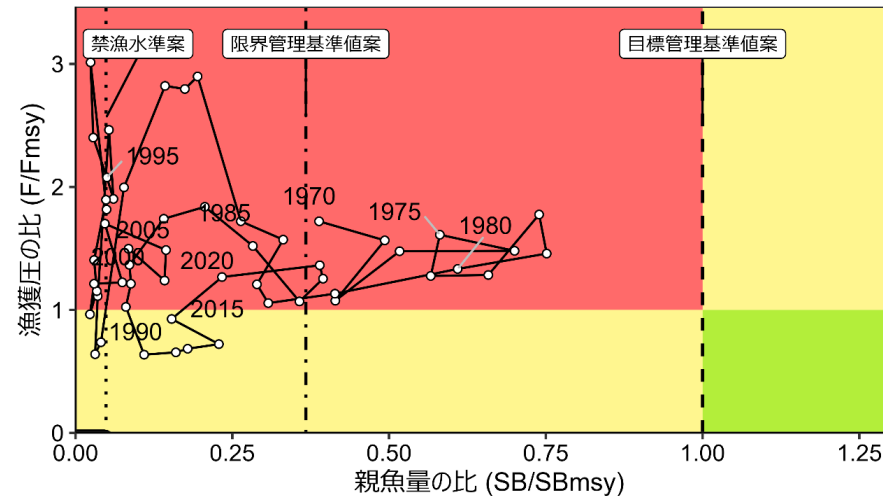
近年平均
シナリオ



- 全ての年でレッドゾーン ($F > F_{msy}$, $SSB < SB_{msy}$)

- 現状の親魚量は限界管理基準値 (SB_{limit}) を下回る

全年平均
シナリオ



- F値は F_{msy} を下回る年も出てくる (1990～1991, 2002, 2011～2015)
- SB_{msy} は過去最大親魚量よりかなり高い値に (190万トン)

図23 1Aの近年平均シナリオ（上）および全年平均シナリオ（下）から求めた基準値による神戸プロット

1A近年平均シナリオでの達成確率

表6 目標管理基準値 (SBmsy) の達成確率

- ・ $\beta=0.8$ では10年後（2035年）の達成確率が16%
- ・ 10年後に達成確率50%以上となる β は0.1以下

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	5	8	11
0.9			0	0	0	0	1	3	4	6	10	13
0.8			0	0	0	0	1	3	6	8	12	16
0.7			0	0	0	0	1	4	7	10	14	19
0.6			0	0	0	0	2	4	8	12	17	23
0.5			0	0	0	0	2	5	9	15	21	28
0.4			0	0	0	0	2	6	11	18	25	33
0.3			0	0	0	1	3	7	14	21	30	39
0.2			0	0	0	1	3	9	16	25	36	45
0.1			0	0	0	1	4	10	19	30	41	51
0.0			0	0	0	1	5	12	23	36	48	57
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表7 限界管理基準値 (SBlimit) の達成確率

- ・ $\beta=0.8$ では5年後の達成確率が31%
- ・ 5年後に達成確率50%以上となる β は0.2以下

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	0	1	3	9	14	26	36	44	50	56	61
0.9			1	3	11	16	28	39	48	55	61	66
0.8			1	3	12	17	31	42	53	60	65	71
0.7			1	3	13	19	33	46	57	64	70	75
0.6			1	4	15	22	37	50	61	68	74	79
0.5			1	4	17	24	40	54	65	72	78	82
0.4			1	5	18	27	43	58	69	76	82	86
0.3			1	5	21	30	47	61	72	80	85	89
0.2			1	6	23	33	51	65	76	83	88	91
0.1			1	6	25	36	55	69	79	86	91	94
0.0			1	7	28	40	58	73	82	89	93	95
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



FRA1A近年平均シナリオでの親魚量・漁獲量

表8 親魚量の平均値（万トン）

- ・ $\beta=1.0$ でも徐々に回復
- ・ 現状の漁獲圧（2021～2023年の平均Fで、Fmsyの2.74倍）では親魚量が減少

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	14.3	16.7	28.8	35.0	40.3	42.1	49.6	57.2	64.7	71.3	78.9	85.9
0.9			28.9	35.4	41.2	43.3	51.3	59.7	68.2	75.9	84.6	92.8
0.8			29.0	35.8	42.0	44.5	53.2	62.4	72.0	80.9	91.0	100.6
0.7			29.2	36.2	42.9	45.9	55.2	65.3	76.2	86.6	98.3	109.5
0.6			29.3	36.7	43.8	47.3	57.3	68.5	80.8	92.9	106.4	119.4
0.5			29.4	37.1	44.8	48.8	59.7	72.0	86.0	99.9	115.5	130.7
0.4			29.5	37.6	45.8	50.4	62.2	75.9	91.7	107.8	125.8	143.3
0.3			29.6	38.1	46.9	52.2	64.9	80.1	98.0	116.6	137.3	157.5
0.2			29.7	38.5	48.0	54.0	67.9	84.7	104.9	126.4	150.2	173.4
0.1			29.8	39.0	49.2	56.0	71.2	89.8	112.6	137.2	164.6	191.3
0.0			30.0	39.5	50.4	58.1	74.7	95.3	121.1	149.4	180.7	211.2
現状の漁獲圧			17.5	15.2	13.9	11.9	10.9	9.7	8.8	7.8	7.1	6.3

表9 漁獲量の平均値（万トン）

- ・ $\beta=1.0$ でも緩やかに増加
- ・ $\beta=0.1$ のとき、2025年の漁獲量は0.2万トン
- ・ 現状の漁獲圧では漁獲量も減少

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	21.2	1.6	4.7	7.3	9.9	11.8	15.0	18.1	21.1	23.9	26.6	29.1
0.9		1.5	4.3	6.7	9.3	11.2	14.3	17.3	20.3	23.2	25.9	28.5
0.8		1.3	3.9	6.2	8.6	10.5	13.4	16.4	19.3	22.2	25.0	27.5
0.7		1.1	3.4	5.5	7.8	9.7	12.4	15.2	18.1	20.9	23.7	26.2
0.6		1.0	3.0	4.9	7.0	8.7	11.3	13.9	16.6	19.3	22.0	24.4
0.5		0.8	2.5	4.2	6.1	7.7	10.0	12.4	14.9	17.4	19.9	22.1
0.4		0.7	2.0	3.5	5.1	6.5	8.5	10.6	12.8	15.0	17.3	19.3
0.3		0.5	1.5	2.7	4.0	5.1	6.8	8.5	10.3	12.2	14.0	15.7
0.2		0.3	1.0	1.8	2.8	3.6	4.8	6.0	7.4	8.8	10.2	11.4
0.1		0.2	0.5	0.9	1.4	1.9	2.5	3.2	4.0	4.7	5.5	6.2
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		19.6	17.6	15.9	14.1	12.7	11.4	10.2	9.1	8.2	7.3	6.5

1A全年平均シナリオでの達成確率

※全年平均シナリオ：将来予測の生物特性に過去全年（1970～2023年）の平均を採用した場合

表10 目標管理基準値（SBmsy）の達成確率

- ・ $\beta=0.7$ 以下で10年後（2035年）の達成確率が50%以上
- ・ 10年後に達成確率50%以上となる β は0.1以下

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	0	0	1	5	9	14	19	24	28	31	33
0.9			0	1	5	11	17	24	30	34	38	40
0.8			0	1	6	13	21	29	36	41	45	48
0.7			0	1	7	16	26	35	44	49	54	56
0.6			0	1	9	19	31	43	53	59	63	66
0.5			0	2	10	23	38	51	61	68	72	75
0.4			0	2	12	28	46	60	70	77	80	83
0.3			0	2	15	33	54	68	78	84	87	89
0.2			0	2	18	40	62	77	85	90	93	95
0.1			0	3	21	48	70	84	91	95	96	98
0.0			0	4	26	57	78	90	95	97	99	99
現状の漁獲圧			0	0	3	5	8	11	14	17	20	22

表11 限界管理基準値（SBlimit）の達成確率

- ・ $\beta=0.8$ でも5年後の達成確率84%

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	3	7	34	54	67	75	81	85	88	89	91
0.9			9	38	59	72	80	85	88	91	93	94
0.8			11	43	64	76	84	89	92	94	96	96
0.7			14	47	69	80	88	92	95	96	97	98
0.6			17	52	74	85	91	95	97	98	99	99
0.5			20	57	78	89	94	97	98	99	99	100
0.4			24	64	83	92	96	98	99	99	100	100
0.3			28	69	87	95	98	99	100	100	100	100
0.2			33	74	90	96	99	99	100	100	100	100
0.1			37	79	93	98	99	100	100	100	100	100
0.0			41	84	96	99	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			2	20	36	44	53	59	64	68	71	74



FRA1A 全年平均シナリオでの親魚量・漁獲量

表12 親魚量の平均値（万トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0			52.5	68.0	87.3	103.8	121.8	138.4	152.8	163.9	171.6	176.9
0.9			53.8	70.2	91.8	111.2	132.4	151.8	168.7	181.5	190.5	196.5
0.8			55.2	72.8	96.7	119.6	144.4	167.3	186.9	201.7	212.1	218.7
0.7			56.7	75.5	102.2	129.0	158.2	185.0	207.8	224.9	236.8	244.1
0.6	14.3	49.3	58.2	78.5	108.3	139.7	173.9	205.3	231.8	251.7	265.2	273.4
0.5			59.7	81.8	115.1	151.8	191.8	228.6	259.6	282.6	298.3	307.4
0.4			61.4	85.4	122.7	165.4	212.3	255.5	291.7	318.7	337.0	347.5
0.3			63.0	89.4	131.2	180.8	235.7	286.5	329.0	361.0	382.9	395.5
0.2			64.7	93.7	140.7	198.2	262.4	322.3	372.7	411.2	438.2	454.1
0.1			66.5	98.4	151.3	217.8	292.9	363.7	424.2	471.5	505.8	527.0
0.0			68.3	103.6	163.1	240.0	327.7	411.9	485.4	545.0	590.0	619.4
現状の漁獲圧			45.0	55.4	69.3	79.2	91.4	103.5	114.9	124.4	131.6	137.2

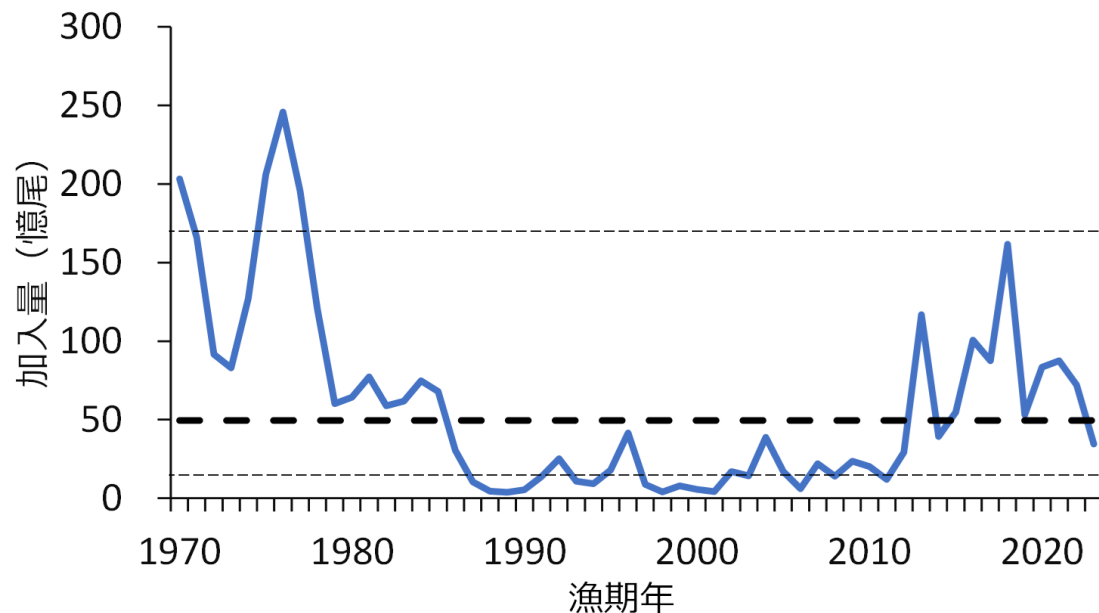
表13 漁獲量の期待値（万トン）

・ 2025年の漁獲量は $\beta=0.7$ で15万トン

10年後の目標達成確率を50%に合わせて比較すると、生物特性により、2025年漁期のABCには0.2万トンか15万トンかの大きな違いが生じる

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0		20.7	27.4	41.6	54.0	64.7	75.4	84.2	91.1	96.4	100.3	102.7
0.9		18.8	26.0	39.8	52.1	63.1	74.1	83.2	90.3	95.8	99.8	102.1
0.8		16.9	24.4	37.5	49.7	60.8	72.1	81.3	88.6	94.1	98.1	100.4
0.7		15.0	22.6	34.9	46.8	57.9	69.1	78.5	85.8	91.3	95.2	97.4
0.6	21.2	13.0	20.4	31.9	43.2	54.1	65.1	74.3	81.6	87.1	90.9	93.0
0.5		11.0	17.9	28.3	38.8	49.2	59.8	68.7	75.7	81.0	84.7	86.7
0.4		8.9	15.1	24.1	33.5	43.0	52.8	61.1	67.8	72.8	76.3	78.2
0.3		6.7	12.0	19.3	27.2	35.4	43.9	51.2	57.2	61.8	65.0	66.7
0.2		4.6	8.4	13.7	19.6	25.9	32.5	38.3	43.2	46.9	49.6	51.2
0.1		2.3	4.4	7.3	10.6	14.3	18.1	21.6	24.6	27	29	30
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		31.4	35.1	42.7	50.1	57.0	64.9	71.8	77.8	82.8	86.9	89.8

1Bルールでの加入の仮定



- ・ 加入量は、親魚量によらず、全期間の加入量の幾何平均値（中央値に近い値）として推定された49.6億尾から、1次の自己相関構造をもつ対数正規分布に従って変動すると仮定。
- ・ ただし、過去最低親魚量（2002年、4.2万トン）以下では親魚量0のときに加入量が0となるよう直線的に減少するとした。

図24 加入量の推移と1Bルールで適用した加入の仮定

太い点線は幾何平均（49.6億尾）、細い点線は90%予測区間

注：将来の漁獲量、親魚量に基づく管理基準値等は、1Aルールでは算術平均（一般的な平均値）を用いたが、1Bルールのもとでは加入量の説明変数に親魚量を利用していない影響で、加入量データの分布の偏りが大きい（加入量の低いデータが多く、高いデータが少ない）。この影響で、算術平均と幾何平均（＝相乗平均で、中央値に近い値）の差が大きい（算術平均が高い）。将来予測にあたっては、確率的には中央値付近のことが起きやすいため、1Bルールのもとでは、管理基準値案、MSYは中央値を参照した。

FRA 1Bルール の管理基準値

生物特性による変化

表14 1Bルールのもとで生物特性の参照期間を変化させたときの管理基準値案

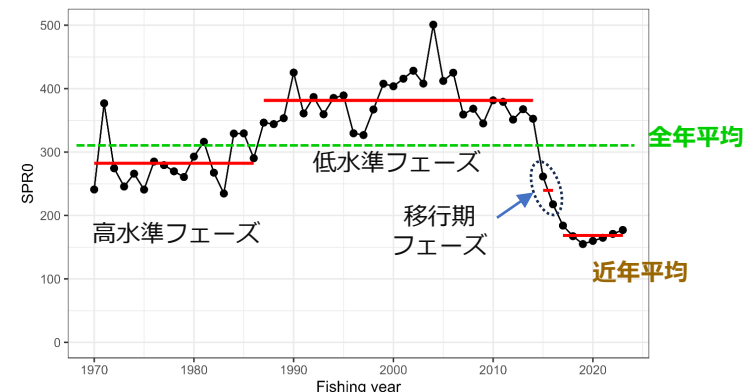
シナリオ名	近年平均	全年平均	高水準フェーズ	低水準フェーズ	移行期フェーズ
生物特性参照期間	2017-2023	1970-2023	1970-1986	1987-2014	2015-2016
SBmsy_F30%SPR	34.8万トン	60.6万トン	55.6万トン	71.3万トン	46.7万トン
SBmsy_F40%SPR	48.2万トン	84.6万トン	77.8万トン	100.4万トン	65.6万トン
SBmsy_F50%SPR	62.6万トン	110.3万トン	101.1万トン	130.9万トン	84.8万トン
F50%SPR/Fcur	0.30	0.43	0.40	0.49	0.34
U_F50%SPR	8.3%	10.8%	10.9%	11.5%	9.2%
MSY_F50%SPR	19.4万トン	32.7万トン	28.3万トン	39.7万トン	25.6万トン
10%SB0 (SBlimit)	14.2万トン	25.8万トン	23.6万トン	31.2万トン	19.5万トン

1Aルールと比べると、生物特性の変化により目標が動き、漁獲圧（Fmsyの代替値となるF値）は動きにくい

- 1Bルール（前スライドで示した加入の仮定 + F30%SPR ~ F50%SPRのF値の設定）のもと、MSYの代替値（設定したFで50年分の将来予測を行い、平衡状態となったときの漁獲量）を求める際に適用する生物特性を、2017~2023年の平均とした**近年平均シナリオ**の他に、いくつかの設定に変えてみた場合に、MSY代替値等の管理基準値がどの程度変化するか調べた。

1Aルールでの検討結果（p25）と比べると…

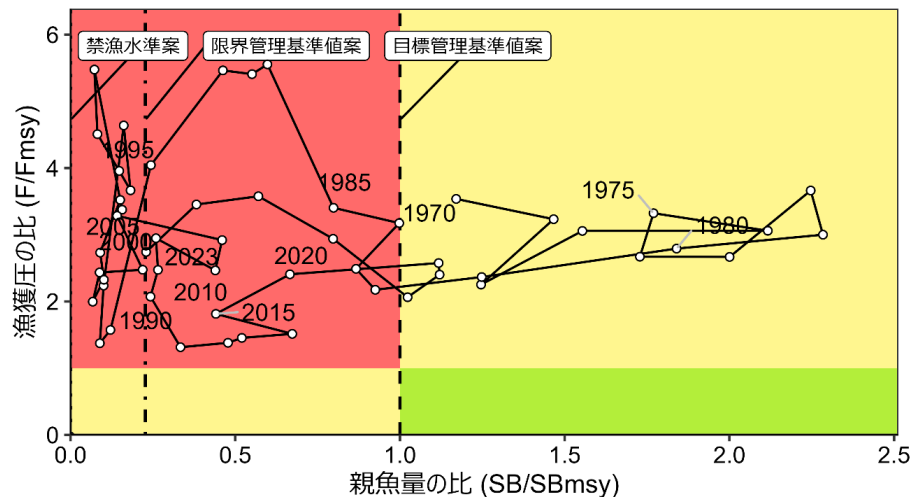
- SBmsyやSBlimitの変化は相対的に大きい（それぞれ2倍程度の変化）
- F値、U（漁獲割合）、MSYの変化は相対的に小さい（それぞれ1.6倍、1.4倍、2倍の変化）



参考：SPR0の変化点解析の結果と各フェーズ名との対応

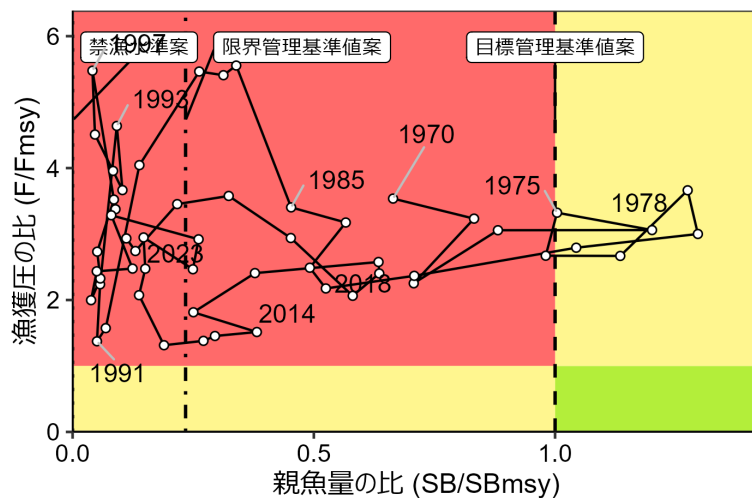
1Bルール of 神戸プロット

近年平均
シナリオ



- F値は全ての年でFmsyを上回る
- 親魚量は1970年～81年漁期でSBmsy (62.6万トン) を上回る
- 現状の親魚量 (14.4万トン) は限界管理基準値 (SBlimit, 14.2万トン) を僅かに上回る

全年平均
シナリオ



- F値は全ての年でFmsyを上回る
- SBmsy (110.3万トン) は70年代の高かった時期と重なる程度に
- 現状の親魚量は限界管理基準値 (SBlimit, 25.8万トン) を下回る

図25 1Bの近年平均シナリオ (上) および全年平均シナリオ (下) から求めた基準値による神戸プロット

1B近年平均シナリオでの達成確率

表15 目標管理基準値 (SBmsy) の達成確率

- ・ $\beta=0.8$ 以下で10年後の達成確率が50%を超える
- ・ $\beta=0.7$ で同確率は54%
- ・ 現状の漁獲圧 (Fmsyの3.3倍) では同確率は13%

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	0	0	1	9	23	33	39	42	45	46	47
0.9			0	2	10	25	35	41	45	47	48	49
0.8			0	2	12	28	38	44	47	50	51	52
0.7			0	2	14	30	41	47	50	52	53	54
0.6			0	3	16	34	44	50	53	55	56	57
0.5			0	3	18	37	47	53	56	58	59	60
0.4			0	4	20	40	51	57	59	61	62	62
0.3			1	4	23	44	54	60	62	64	65	65
0.2			1	5	26	48	58	64	66	67	68	68
0.1			1	6	30	52	62	67	69	70	71	71
0.0			1	7	34	56	66	70	72	73	74	74
現状の漁獲圧			0	0	0	3	6	9	10	12	13	13

表16 限界管理基準値 (SBlimit) の達成確率

- ・ 限界管理基準値を下回る確率は低い
- ・ ただし、現状の漁獲圧では10年後に上回る確率は55%

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	13	53	93	98	99	99	97	95	93	92	92	91
0.9			94	98	99	99	98	96	94	94	93	92
0.8			94	99	100	99	98	97	95	95	94	93
0.7			95	99	100	99	99	97	96	95	95	94
0.6			95	99	100	100	99	98	97	96	95	95
0.5			95	99	100	100	99	98	97	97	96	96
0.4			96	99	100	100	100	99	98	97	97	96
0.3			96	100	100	100	100	99	99	98	98	97
0.2			96	100	100	100	100	100	99	98	98	98
0.1			97	100	100	100	100	100	99	99	99	98
0.0			97	100	100	100	100	100	100	99	99	99
現状の漁獲圧			54	43	48	51	52	54	54	55	55	55



FRA1B 近年平均シナリオでの親魚量・漁獲量

表17 親魚量の平均値（万トン）

- ・ どのシナリオでも回復。
- ・ 平均値で見れば、 $\beta=1.0$ 以下で4年後または5年後にSBmsyを上回る（※中央値と平均値のずれに起因。p31の注参照）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0			23.9	29.6	39.2	51.5	64.2	77.0	87.9	97.9	106.9	113.1
0.9			24.3	30.5	40.7	53.8	67.3	81.0	92.7	103.3	113.1	119.8
0.8			24.7	31.4	42.4	56.2	70.6	85.2	97.7	109.2	119.8	127.0
0.7			25.1	32.4	44.1	58.8	74.1	89.7	103.2	115.5	127.0	134.9
0.6	12.1	15.0	25.5	33.4	45.9	61.5	77.9	94.6	109.0	122.4	134.8	143.5
0.5			25.9	34.4	47.8	64.4	81.9	99.7	115.4	129.8	143.3	152.9
0.4			26.3	35.5	49.7	67.5	86.1	105.3	122.2	137.8	152.5	163.1
0.3			26.8	36.6	51.8	70.7	90.6	111.2	129.5	146.5	162.6	174.3
0.2			27.2	37.7	53.9	74.1	95.5	117.6	137.5	156.0	173.6	186.6
0.1			27.7	38.9	56.2	77.7	100.6	124.5	146.1	166.3	185.7	200.2
0.0			28.1	40.1	58.6	81.5	106.2	131.9	155.4	177.6	198.9	215.1
現状の漁獲圧			15.8	14.5	16.2	19.7	23.5	27.3	30.1	32.7	34.8	36.0

表18 漁獲量の平均値（万トン）

- ・ 2025年のABC候補としては $\beta=0.7$ で5万トン、 $\beta=0.8$ で5.7万トン

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0		7.0	9.8	12.9	16.4	19.7	23.1	26.2	28.6	30.9	32.7	34.0
0.9		6.3	8.9	11.9	15.1	18.3	21.5	24.5	26.8	29.0	30.7	32.0
0.8		5.7	8.1	10.8	13.8	16.8	19.8	22.6	24.8	26.9	28.5	29.8
0.7		5.0	7.2	9.7	12.4	15.2	17.9	20.6	22.6	24.6	26.2	27.3
0.6	18.4	4.3	6.2	8.5	11.0	13.4	15.9	18.3	20.2	22.0	23.5	24.6
0.5		3.6	5.3	7.2	9.4	11.6	13.8	15.9	17.6	19.2	20.6	21.6
0.4		2.9	4.3	5.9	7.7	9.6	11.5	13.3	14.8	16.2	17.3	18.2
0.3		2.2	3.3	4.6	6.0	7.4	8.9	10.4	11.6	12.7	13.7	14.5
0.2		1.5	2.2	3.1	4.1	5.1	6.2	7.3	8.1	9.0	9.7	10.2
0.1		0.7	1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	3.8	4.3	4.7	5.1	5.4
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		22.6	24.4	28.6	33.8	38.8	43.6	47.6	50.2	52.6	54.2	55.1

※F2024=F2023と仮定

1B全年平均シナリオでの達成確率

表19 目標管理基準値 (SBmsy) の達成確率

- ・ $\beta=0.9$ 以下で10年後の達成確率が50%を超える
- ・ $\beta=0.7$ で同確率は55%
- ・ 現状の漁獲圧 (Fmsyの2.3倍) では同確率は30%

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0			1	9	24	34	40	44	46	48	48	49
0.9			1	10	26	36	42	47	49	50	50	50
0.8			1	11	28	38	45	49	51	53	53	53
0.7			1	13	31	40	48	51	53	55	55	55
0.6			1	14	34	43	50	54	56	58	58	58
0.5			1	16	36	47	54	57	60	61	61	60
0.4			2	17	40	50	57	60	62	63	64	63
0.3			2	20	44	54	60	64	64	65	66	66
0.2			2	23	47	59	64	67	68	68	69	70
0.1			3	26	51	62	68	71	71	72	72	73
0.0			3	29	56	67	71	74	75	75	76	77
現状の漁獲圧			0	3	12	18	24	28	29	29	30	30

表20 限界管理基準値 (SBlimit) の達成確率

- ・ 限界管理基準値を下回る確率は低い
- ・ ただし、現状の漁獲圧では10年後に上回る確率は79%

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0			99	100	99	97	95	93	93	92	91	92
0.9			100	100	99	98	96	94	94	93	93	92
0.8			100	100	100	99	97	95	95	94	94	93
0.7			100	100	100	99	98	96	95	95	95	94
0.6			100	100	100	99	98	97	96	96	96	95
0.5			100	100	100	100	99	98	97	97	96	96
0.4			100	100	100	100	100	99	98	97	97	97
0.3			100	100	100	100	100	99	98	98	98	97
0.2			100	100	100	100	100	99	99	99	98	98
0.1			100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
0.0			100	100	100	100	100	100	100	99	99	99
現状の漁獲圧			95	94	89	84	81	80	79	78	78	79



FRA1B 全年平均シナリオでの親魚量・漁獲量

表21 親魚量の平均値（万トン）

- ・ どのシナリオでも回復。

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0			56.4	71.6	93.5	116.6	138.0	159.1	173.0	185.3	196.0	199.8
0.9			57.5	73.8	97.0	121.4	144.1	166.6	181.7	195.1	206.6	211.0
0.8			58.6	76.1	100.6	126.5	150.7	174.7	191.2	205.8	218.3	223.4
0.7			59.7	78.4	104.5	131.9	157.8	183.4	201.4	217.5	231.1	237.1
0.6			60.8	80.9	108.5	137.7	165.4	192.9	212.7	230.3	245.3	252.3
0.5			62.0	83.5	112.9	143.9	173.6	203.2	225.0	244.4	260.9	269.2
0.4			63.2	86.2	117.4	150.5	182.4	214.4	238.5	260.1	278.4	288.1
0.3			64.4	89.0	122.3	157.7	192.0	226.6	253.3	277.4	297.8	309.3
0.2			65.7	91.9	127.4	165.3	202.4	240.0	269.7	296.7	319.7	333.3
0.1			67.0	95.0	132.8	173.5	213.8	254.8	287.9	318.3	344.2	360.4
0.0			68.3	98.2	138.6	182.4	226.1	270.9	308.1	342.5	372.0	391.4
現状の漁獲圧			46.7	53.2	66.1	80.2	92.8	105.1	111.6	117.5	123.1	123.4

表22 漁獲量の平均値（万トン）

- ・ 2025年のABC候補としては $\beta=0.7$ で10.8万トン、 $\beta=0.8$ で12.2万トン、 $\beta=0.9$ で13.6万トン

10年後の目標達成確率を50%で合わせると、生物特性により、ABCには5.7万トンと13.6万トンの違い（1Aでは0.2万と15万トンの違い）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0		15.0	19.1	24.6	30.7	36.7	42.2	47.4	50.6	53.7	56.0	56.9
0.9		13.6	17.5	22.8	28.6	34.3	39.6	44.6	47.8	50.8	53.2	54.2
0.8		12.2	15.9	20.9	26.3	31.8	36.8	41.6	44.7	47.7	50.0	51.0
0.7		10.8	14.3	18.9	23.9	29.0	33.7	38.2	41.3	44.2	46.4	47.5
0.6		9.3	12.5	16.7	21.3	25.9	30.3	34.5	37.4	40.2	42.3	43.4
0.5		7.8	10.6	14.3	18.4	22.6	26.5	30.3	33.0	35.6	37.6	38.7
0.4		6.3	8.7	11.9	15.3	18.9	22.3	25.7	28.1	30.4	32.2	33.2
0.3		4.8	6.7	9.2	12.0	14.9	17.6	20.4	22.5	24.4	25.9	26.9
0.2		3.2	4.6	6.3	8.3	10.4	12.4	14.4	16.0	17.5	18.6	19.4
0.1		1.6	2.3	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.6	9.4	10.1	10.5
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		28.4	31.9	38.4	46.0	53.6	60.0	65.9	68.5	71.7	73.9	74.2

1Bルールを採用した理由

マサバでは1970年以降、長期にわたる親子関係の情報があるため、再生産関係を求めることは可能。1Aルールのもとでは、HS型再生産曲線が採用され、管理基準値の検討を行ったが、以下の理由により1Aルールの採用は困難と判断した。

- 1) 生物特性（成長・成熟）の違いによって、 F_{msy} と将来予測結果が大きく変化する
- 2) 将来における妥当な生物特性を仮定するのが困難

→ 将来の生物特性の不確実性が大きく、再生産関係に基づく1Aルールのもとでは、頑健な管理基準値の推定、将来予測および漁獲管理規則の設定が困難であると判断した。

1Bルール：

「再生産関係に基づいた MSY 管理基準値の精度が低い、または頑健でないと考えられる一方で、他の代替となる生物学的管理基準値が計算可能な場合には、特定の%SPR に準ずる F ($F\%SPR$) をもとにした生物学的管理基準値 (F-based biological reference point) を F_{msy} (MSY を与える漁獲の強さ) の代替値として用い、それをもとに目標管理基準値を提案する」

目次

- 1) 資源量推定結果
- 2) 管理基準値の提案（1Bルールを採用した理由）
- 3) F50%SPRを提案する理由
- 4) $\beta=0.7$ を提案する理由

参考資料：簡易版 および 補足資料

1Bルールでの管理基準値の候補

表23 検討した管理基準値案

管理基準値案	SBmsy 代替値	SB0 ^{*1} に対する比	MSY代替値	漁獲割合	現状の漁獲 圧との比
F30%SPR	34.8万トン	0.24	24.8万トン	0.13	0.59
F40%SPR	48.2万トン	0.34	22.3万トン	0.10	0.42
F50%SPR	62.6万トン	0.44	19.4万トン	0.08	0.30

- ・ **近年の生物特性** (2017-2023年の平均) を使用して1Aルールに基づき検討したときのFmsyは、F47%SPR相当であった (**p25参照**)
- ・ 親魚量を同水準で維持するために必要な加入量との比較の結果、F40%SPRでは資源の増加速度が遅く、F50%SPRであればより早く資源が回復すると考えられた (次のスライドで説明)

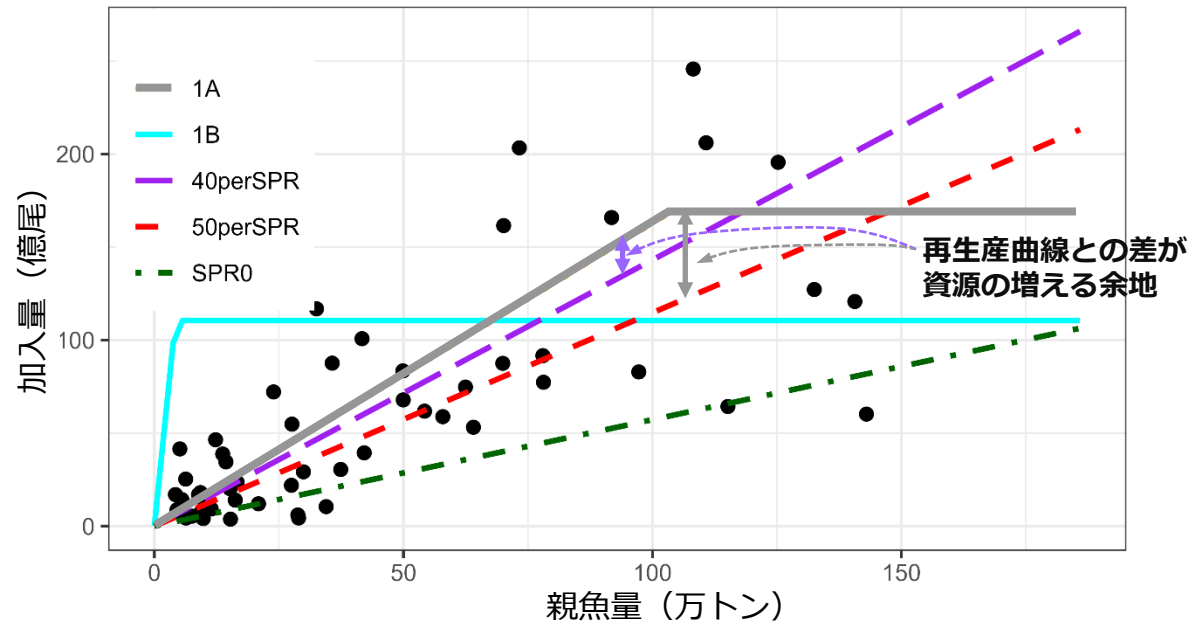
→ **Fmsyの代替値としてF50%SPRを提案**

※なお、2023年の資源評価で求められたFmsyは54%SPRに相当。

F50%SPRと再生産曲線の関係

図26 F50%SPRおよびF40%SPRの漁獲圧のときのreplacement line（親魚量の現状維持のために必要となる加入量を表した直線）と、再生産曲線*との関係

* replacement lineは通常は平均値（算術平均）として計算されるため、比較対象とする再生産関係も平均値で示す方が適切であり、この図での再生産曲線は平均値に基づくものを示した。このため、幾何平均値を示したp24の図22（1A）やp31の図24（1B）よりも加入が多い線が描かれている。



- **F50%SPR**および**F40%SPR**相当の漁獲があった場合に、資源量を現状維持するために必要となる平均加入量を直線で表し、1A・1Bの両ルールで推定された再生産曲線との関係を示した。
- **F40%SPR**では、replacement lineの傾きが1Aルールで求めた再生産曲線の傾きに近く、**F50%SPR**で漁獲した場合と比べると、資源の増加速度が遅いと考えられる。
- **F50%SPR**であれば、1Aルールで推定した再生産曲線通りの加入が起きたとすれば、より早く資源が増加することが見込まれる。

→ **Fmsyの代替値としてF50%SPRが適当と考える根拠**

目次

- 1) 資源量推定結果
- 2) 管理基準値の提案（1Bルールを採用した理由）
- 3) F50%SPRを提案する理由
- 4) $\beta=0.7$ を提案する理由

参考資料：簡易版 および 補足資料

リスク評価

真の再生産関係が1Aで検討したHS型再生産関係であった場合 を想定したうえで、ABC算定の不確実性を考慮したリスクを評価した

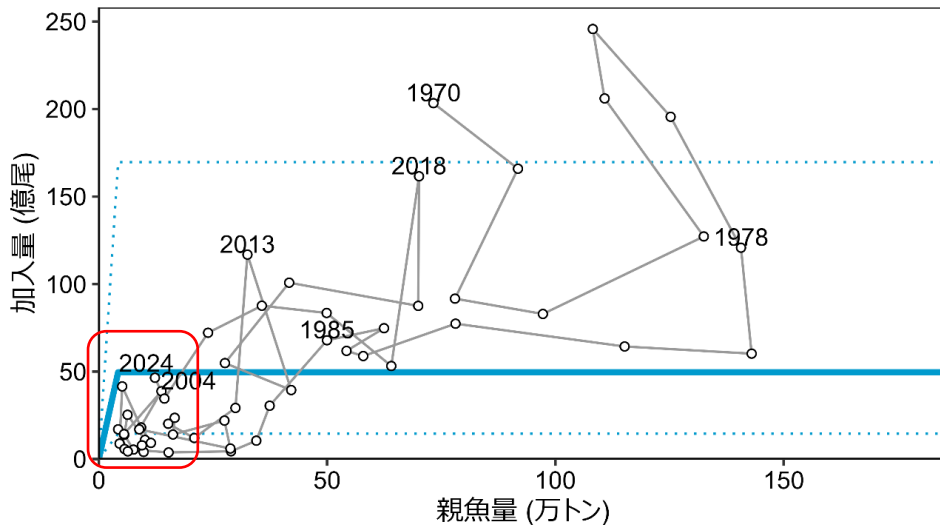
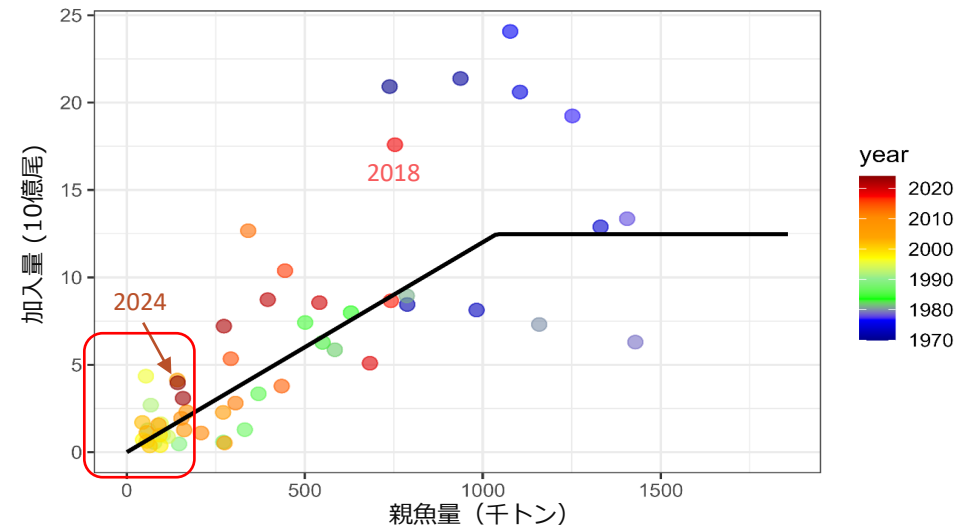


図27 1Bルール of 加入の仮定を過去の親子関係に重ねた場合



再掲：図22 1Aルールのもとで求めたHS型再生産曲線

- 1) 1Bルールでは左図のような加入を仮定したが、真の再生産関係が1Aルールで検討した右図の状況であった場合、親魚量が少ないときの加入の過大見積もりによって、過剰な漁獲を許容してしまうリスクがある。
 - 2) 予測した翌年資源量と合意された漁獲圧によりABCを算定するが、実際の資源量は予測通りとはいかないため、資源量推定値が更新されると、ABCに基づく漁獲は合意した漁獲圧どおりにはならない。この不確実性によって、過剰漁獲となるリスクがある（全魚種共通。1Aルールで $\beta=0.8$ が推奨される理由の一つ）。
- 1Bルールに基づく管理基準値を採用しつつも、将来にはHS型再生産関係に従った加入があり、かつ、2) のリスクを考慮した簡易MSE（管理戦略評価）により、リスク評価を行った。

→以上のリスクを考慮すると、10年後に目標管理基準値を50%以上の確率で上回る β は0.7以下となった。

リスク評価：管理基準値の達成確率

※前ページで挙げた2点のリスクを考慮した将来予測

表24 目標管理基準値 (SBmsy) の達成確率

- ・ $\beta=0.8$ では10年後の達成確率が46%となる
- ・ 同確率が50%を超える β は0.7以下

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	0	2	3	7	9	15	20	25	29	32	35
0.9			2	4	9	10	18	24	29	34	37	41
0.8			2	4	10	12	21	28	33	36	42	46
0.7			3	5	11	14	24	32	38	43	49	53
0.6			3	6	12	17	27	35	43	50	56	61
0.5			3	7	14	20	31	39	49	55	62	68
0.4			3	9	17	23	35	43	54	61	68	73
0.3			4	10	20	27	39	50	60	67	74	79
0.2			4	11	22	32	43	55	65	73	80	84
0.1			4	12	26	36	48	60	70	77	84	88
0.0			4	14	30	39	53	65	75	83	89	91

表25 限界管理基準値 (SBlimit) の達成確率

- ・ 限界管理基準値を下回る確率は低い

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	58	77	93	96	96	94	94	94	94	94	95	94
0.9			94	97	96	95	96	96	96	96	96	96
0.8			94	98	98	96	97	97	97	97	97	98
0.7			95	98	98	97	98	98	98	98	98	98
0.6			95	98	99	98	98	99	98	99	99	99
0.5			96	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0.4			96	99	99	99	99	99	100	100	100	100
0.3			97	99	99	99	99	100	100	100	100	100
0.2			97	99	100	99	100	100	100	100	100	100
0.1			97	99	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			98	100	100	100	100	100	100	100	100	100

$\beta=0.7$ を提案する理由

- ・ 1Bルールに基づき、**近年の生物特性**を将来予測に適用してF50%SPRを管理基準値として将来予測を行うと、 $\beta=0.8$ で10年後に目標管理基準値を50%以上の確率で上回る。
 - ・ しかし、1Bルールでの加入の仮定では、親魚量が少ないときに過去に観測された加入よりも多い値となる傾向がある。このため、1Aルールで推定された再生産曲線に従った将来があると考え、かつ、予測資源量に基づき定められるABCは想定した漁獲圧どおりにはならないことを考慮したリスク評価を行った。その結果では、 $\beta=0.7$ 以下で10年後に目標管理基準値を50%以上の確率で上回った。
 - ・ 不確実性が高く、低い水準（ $0.2B_{msy}$ ）にある資源を、平均的に10年以内に回復させるには、1Aルールのもとでは $\beta=0.8$ 、1Bルールのもとでは $\beta=0.7$ が望ましい（ABC算定のための基本指針 https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf）。
- **10年後に目標管理基準値を50%以上の確率で上回るシナリオは、リスクを鑑みると $\beta=0.7$ 以下となる。**

管理基準値・将来予測のまとめ

- ・管理基準値は、再生産関係に基づく方法（1A）ではなく、%SPRと想定した加入により代替値を求める手法（1B）により求めた。
- ・1Bを採用した理由：本種は歴史的に生物特性（成長・成熟）の変化が大きく、このため1Aルールのもとでは頑健な将来予測や管理基準値を求めることができないため
- ・将来予測に近年の生物特性（2017～2023年）を適用し、親魚量によらず過去全期間と同様の加入があると仮定し、管理基準値や将来の漁獲量を算定した。
- ・1Aルールでの検討結果等も踏まえ、1Bルールでは F_{msy} の代替値として $F_{50\%SPR}$ を提案。
- ・ $\beta=0.8$ 以下で、10年後に目標管理基準値（ SB_{msy} ）を50%の確率で上回る。このときの2025年漁期漁獲量は5.7万トン。
- ・ $\beta=0.7$ 以下で10年後に目標管理基準値（ SB_{msy} ）を50%の確率で上回るもののリスク評価の結果も示され、この場合の2025年漁獲量は5.0万トン。

目次

- 1) 資源量推定結果
- 2) 管理基準値の提案（1Bルールを採用した理由）
- 3) F50%SPRを提案する理由
- 4) $\beta=0.7$ を提案する理由

参考資料：簡易版 および 補足資料



マサバ（太平洋系群）①

簡易版

マサバは日本周辺に広く生息しており、本系群はこのうち太平洋側に分布する群である。本系群の漁獲量や資源量は漁期年（7月～翌年6月）の数値を示す。

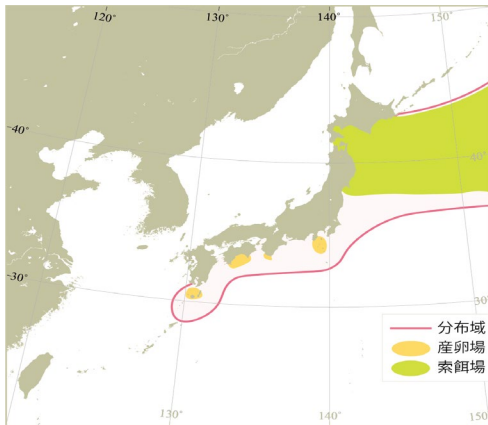


図1 分布域

太平洋沿岸に広く分布する。産卵場は、日本の南岸の黒潮周辺域に形成される。

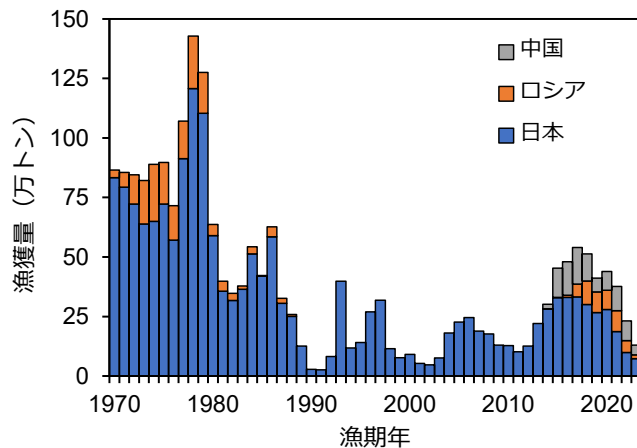


図2 漁獲量の推移

日本の漁獲量は、1970年代は高い水準で推移したが、1980年代に減少し、1990年代および2000年代は低い水準で推移した。2013年漁期以降に増加傾向、2021年漁期以降に減少傾向を示し、2023年漁期は7.3万トンであった。2014年漁期以降、外国船による漁獲があり、2023年漁期のロシアによる漁獲量は1.6万トン、中国による漁獲量は4.1万トンであった。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

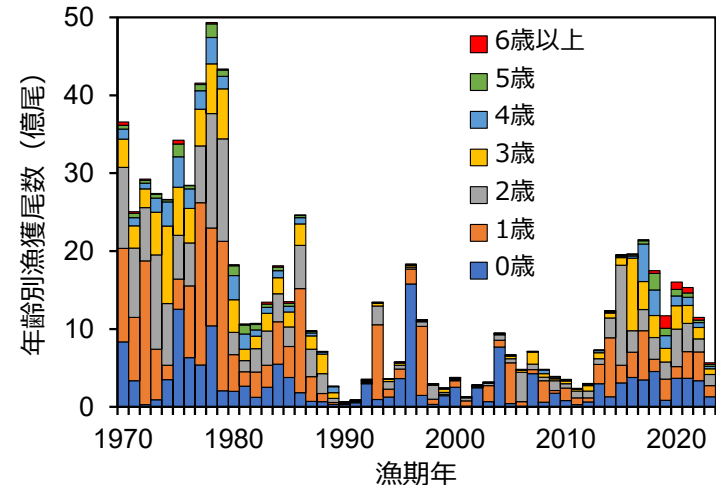


図3 年齢別漁獲尾数の推移

0、1歳魚が主体であったが、2015～2020年漁期は2歳以上の割合が増加していた。2021年漁期以降は再び0、1歳魚の割合が増加している。

マサバ (太平洋系群) ②

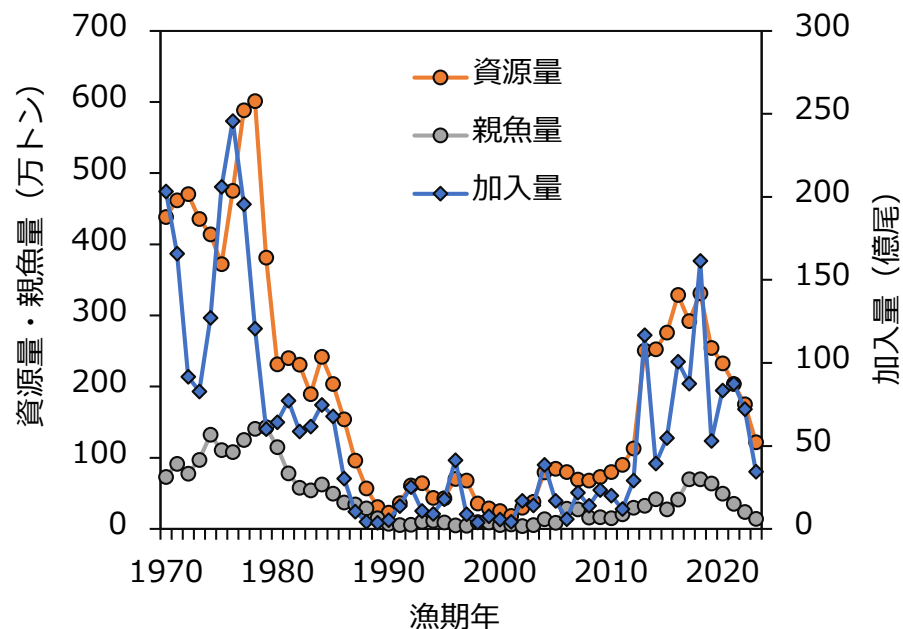


図4 資源量・親魚量・加入量の推移

資源量は、1970年代は高い水準で推移していたが、1980年代以降に急減し、2000年代は低い水準で推移した。2013年漁期に急増したが2019年漁期以降は減少し、2023年漁期は122万トンであった。親魚量は、資源量と同様の傾向を示して2017年漁期に増加したが、直近5年間（2019～2023年漁期）でみると減少傾向で、2023年漁期は14万トンであった。加入量（0歳魚の資源尾数）は、2013、2018年漁期に高い値となったが、2019年漁期以降は減少傾向を示している。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

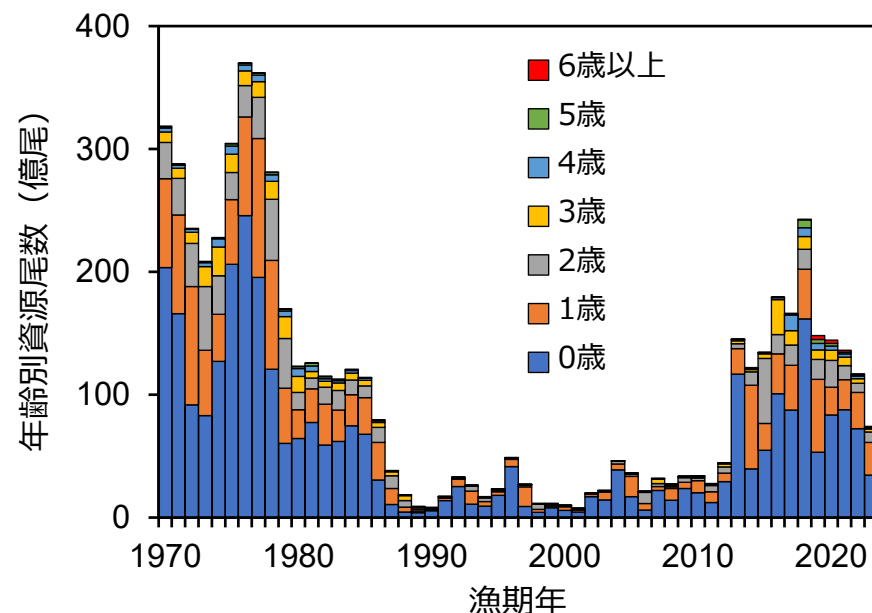


図5 年齢別資源尾数の推移

資源の年齢組成を尾数でみると、0歳（青）、1歳（橙）を中心に構成されており、2歳以上の割合は低い。

マサバ（太平洋系群）③

簡易版

本系群では、生物学的管理基準値をもとにMSY管理基準値に相当する代替値を提案する1Bルールを適用する。1Bルールにおいては、MSYの代替値は、仮定した加入量（図6）のもとで、Fmsyの代替値として提案する漁獲圧の強さ（F50%SPR、図7）で漁獲を続けた場合に期待される漁獲量であり、そのときの親魚量がSBmsyの代替値となる。

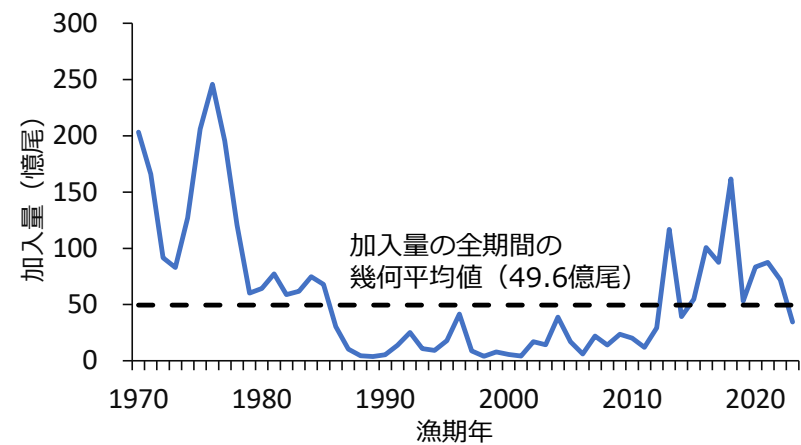


図6 加入量の推移と将来予測に適用する加入量

本系群ではMSY等の管理基準値を頑健に推定することが困難と判断した。そのため将来の加入量は、全期間の加入量の幾何平均値として推定された49.6億尾から、1次の自己相関構造をもつ対数正規分布に従って変動し、親魚量と独立に求められると仮定して、MSY等の管理基準値を提案した。

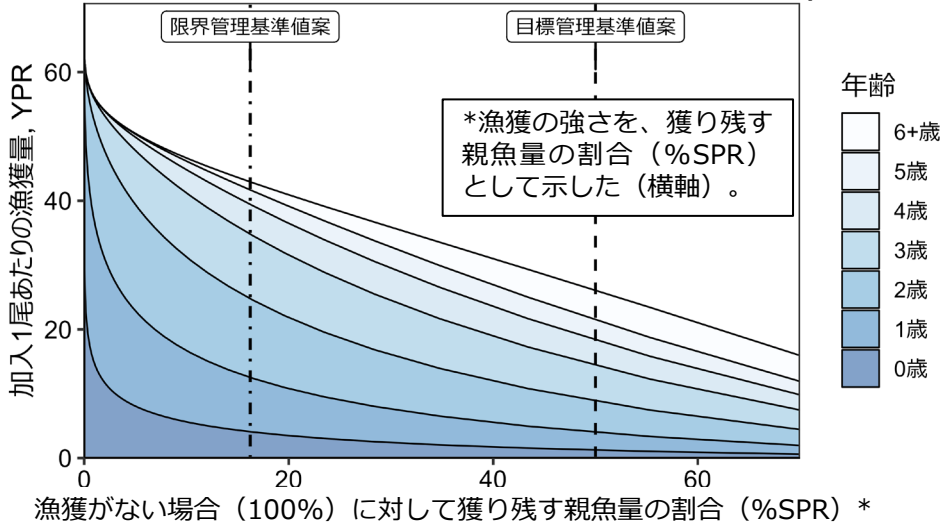


図7 漁獲圧（%SPR）と加入1尾あたりの漁獲量（YPR）の関係

最大持続生産量（MSY）を実現する漁獲圧の代替値（Fmsy）としてF50%SPRを提案する。この漁獲圧で将来予測した時に推定される平均親魚量（SBmsy=62.6万トン）を目標管理基準値案、漁獲がないときの親魚量の10%を限界管理基準値案とし、禁漁水準案は暫定的に0トンとする。

目標管理基準値案	限界管理基準値案	禁漁水準案	2023年漁期の親魚量	MSYの代替値	2023年漁期の漁獲量
62.6万トン	14.2万トン	0トン	14.4万トン	19.4万トン	13.0万トン

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

マサバ (太平洋系群) ④

簡易版

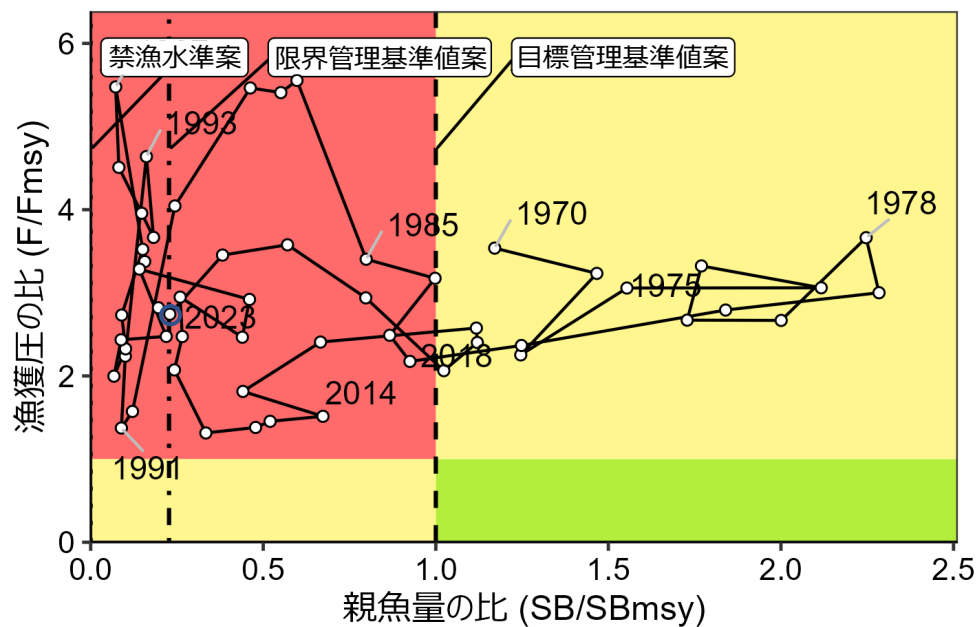


図8 神戸プロット (神戸チャート)

漁獲圧 (F) は、すべての期間において最大持続生産量 (MSY) を実現する漁獲圧 (F_{msy}) を上回っている。親魚量 (SB) は、1970～1981年漁期および2017～2019年漁期を除いて、MSYを実現する親魚量 (SB_{msy}) を下回っている。

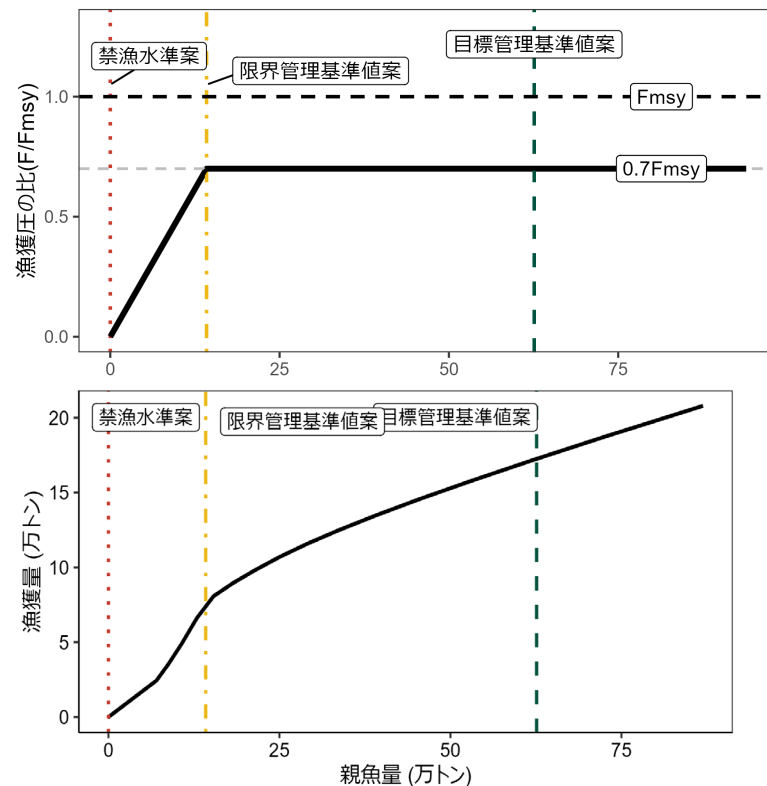


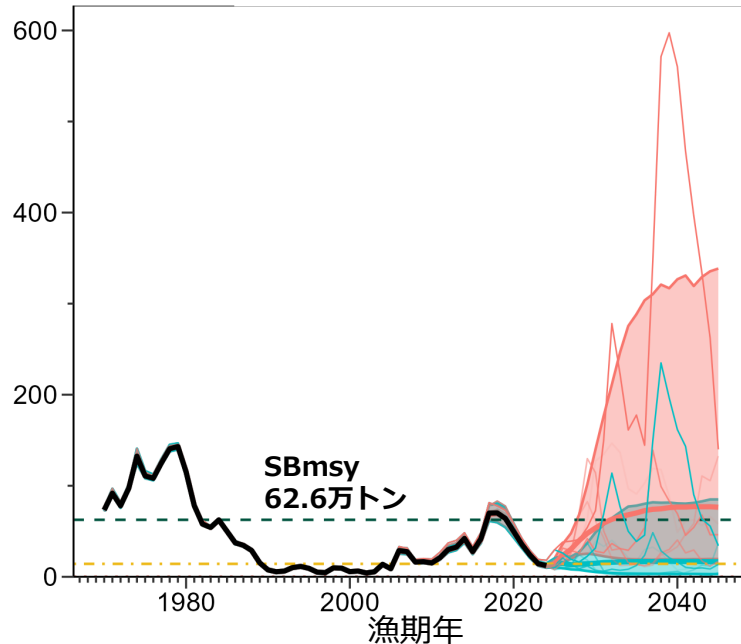
図9 漁獲管理規則案 (上図：縦軸は漁獲圧、下図：縦軸は漁獲量)

F_{msy} に乘じる調整係数である β を0.7とした場合の漁獲管理規則案を黒い太線で示す。下図の漁獲量については、平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。

マサバ (太平洋系群) ⑤

簡易版

将来の親魚量 (万トン)



将来の漁獲量 (万トン)

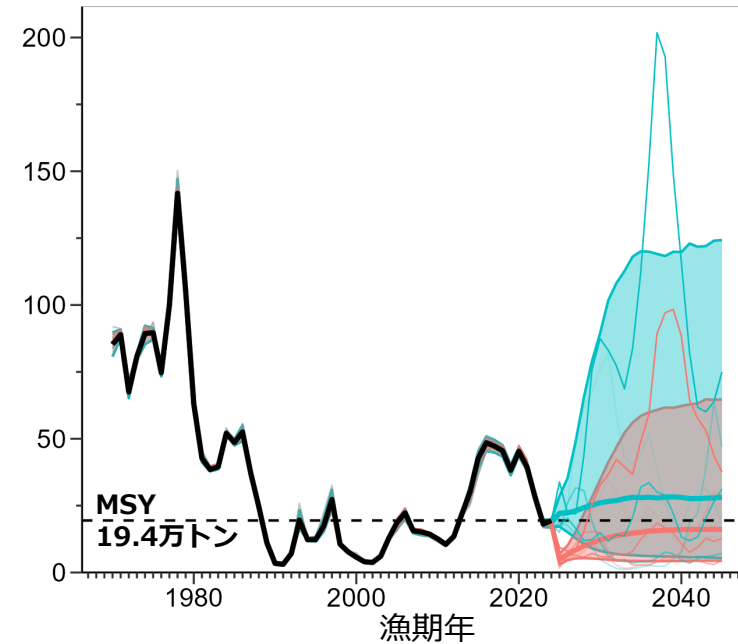


図10 漁獲管理規則案の下での親魚量と漁獲量の将来予測 (現状の漁獲圧は参考)

将来の加入量は、全期間の加入量の幾何平均値として推定された49.6億尾から、1次の自己相関構造をもつ対数正規分布に従って変動し、親魚量と独立に求められると仮定し、 β を0.7とした場合の漁獲管理規則案に基づく漁獲を継続した場合の将来予測結果を示す。親魚量の中央値は目標管理基準値案を上回り、漁獲量の中央値は一旦、減少した後、緩やかに増加する。

漁獲管理規則案に基づく将来予測
($\beta=0.7$ の場合)

現状の漁獲圧に基づく将来予測

実線は予測結果の中央値を、網掛けは予測結果（1万回のシミュレーションを試行）の90%が含まれる範囲を示す。

----- MSY

----- 目標管理基準値案

----- 限界管理基準値案

..... 禁漁水準案

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

マサバ（太平洋系群）⑥

簡易版

表1. 将来の平均親魚量（万トン）													2035年漁期に親魚量が目標管理基準値案（62.6万トン）を上回る確率	
													2035年漁期に親魚量が限界管理基準値案（14.2万トン）を上回る確率	
β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035		
1.0	12.1	15.0	23.9	29.6	39.2	51.5	64.2	77.0	87.9	97.9	106.9	113.1	91%	47%
0.9			24.3	30.5	40.7	53.8	67.3	81.0	92.7	103.3	113.1	119.8	92%	49%
0.8			24.7	31.4	42.4	56.2	70.6	85.2	97.7	109.2	119.8	127.0	93%	52%
0.7			25.1	32.4	44.1	58.8	74.1	89.7	103.2	115.5	127.0	134.9	94%	54%
現状の漁獲圧			15.8	14.5	16.2	19.7	23.5	27.3	30.1	32.7	34.8	36.0	55%	13%

表2. 将来の平均漁獲量（万トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	18.4	7.0	9.8	12.9	16.4	19.7	23.1	26.2	28.6	30.9	32.7	34.0
0.9		6.3	8.9	11.9	15.1	18.3	21.5	24.5	26.8	29.0	30.7	32.0
0.8		5.7	8.1	10.8	13.8	16.8	19.8	22.6	24.8	26.9	28.5	29.8
0.7		5.0	7.2	9.7	12.4	15.2	17.9	20.6	22.6	24.6	26.2	27.3
現状の漁獲圧		22.6	24.4	28.6	33.8	38.8	43.6	47.6	50.2	52.6	54.2	55.1

漁獲管理規則案に基づく将来予測において、 β を0.7～1.0の範囲で変更した場合と現状の漁獲圧（2021～2023年漁期の平均： $\beta=3.33$ 相当）の場合の平均親魚量と平均漁獲量の推移を示す。2024年漁期の漁獲量は、予測される資源量と2023年漁期の漁獲圧により仮定し、2025年漁期から漁獲管理規則案に基づく漁獲を開始する。将来予測にあたっては、近年の生物学的特性として2017～2023年漁期の平均的な年齢別体重と年齢別成熟率を適用した。
 $\beta=0.7$ とした場合、2025年漁期の平均漁獲量は5.0万トン、2035年漁期に親魚量が限界管理基準値案を上回る確率は94%、目標管理基準値案を上回る確率は54%と予測される。また、 β が0.8以下の場合、2035年漁期の親魚量は限界管理基準値案および目標管理基準値案をともに50%以上の確率で上回ると予測される。

※表の値は今後の資源評価により更新される。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

マサバ (太平洋系群) ⑦

簡易版

本系群では、長期的に生物学的特性が変化しており、近年は過去に観測されなかったレベルまでの顕著な成長および成熟の遅れが見られている。再生産関係に基づき管理基準値を求める1Aルールのもとでは、最大持続生産量を実現する漁獲圧（Fmsy）が将来の生物学的特性の仮定により大きく変化し、頑健な管理基準値の推定が困難であると判断した。そこで、予測される加入の仮定のもとでFmsyの代替値となる漁獲圧で漁獲を続けた場合に期待される最大漁獲量をMSYの代替値、そのときの親魚量をSBmsyの代替値とする1Bルールを適用した。将来予測にあたっては、近年の生物学的特性として2017～2023年漁期の平均的な年齢別体重と年齢別成熟割合を適用した。

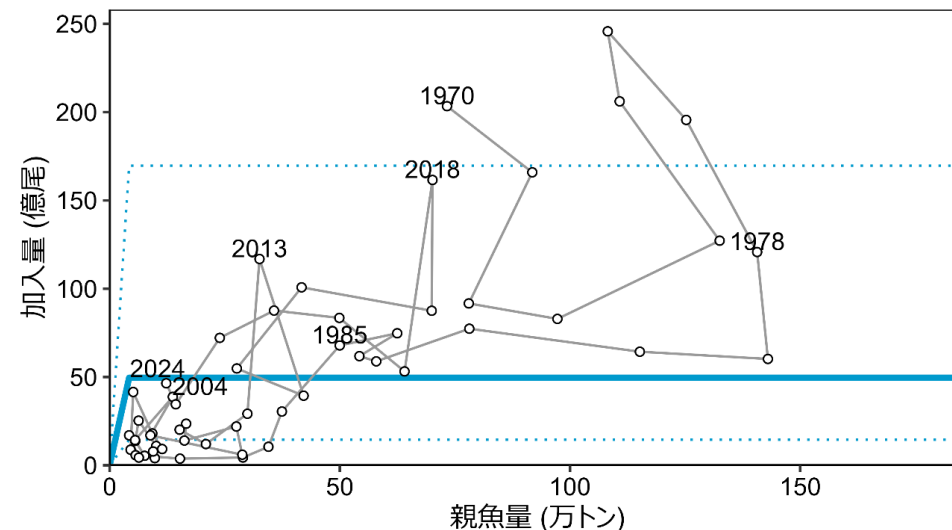
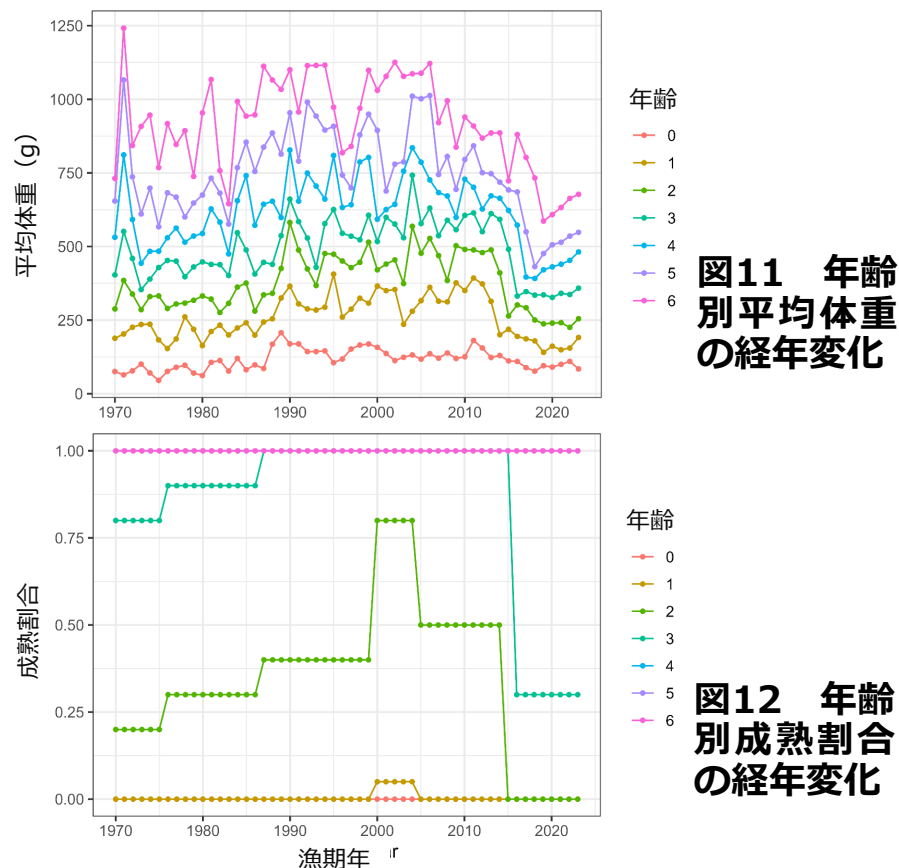


図13 親魚量と加入量の関係と1Bルールに適用した加入量の仮定

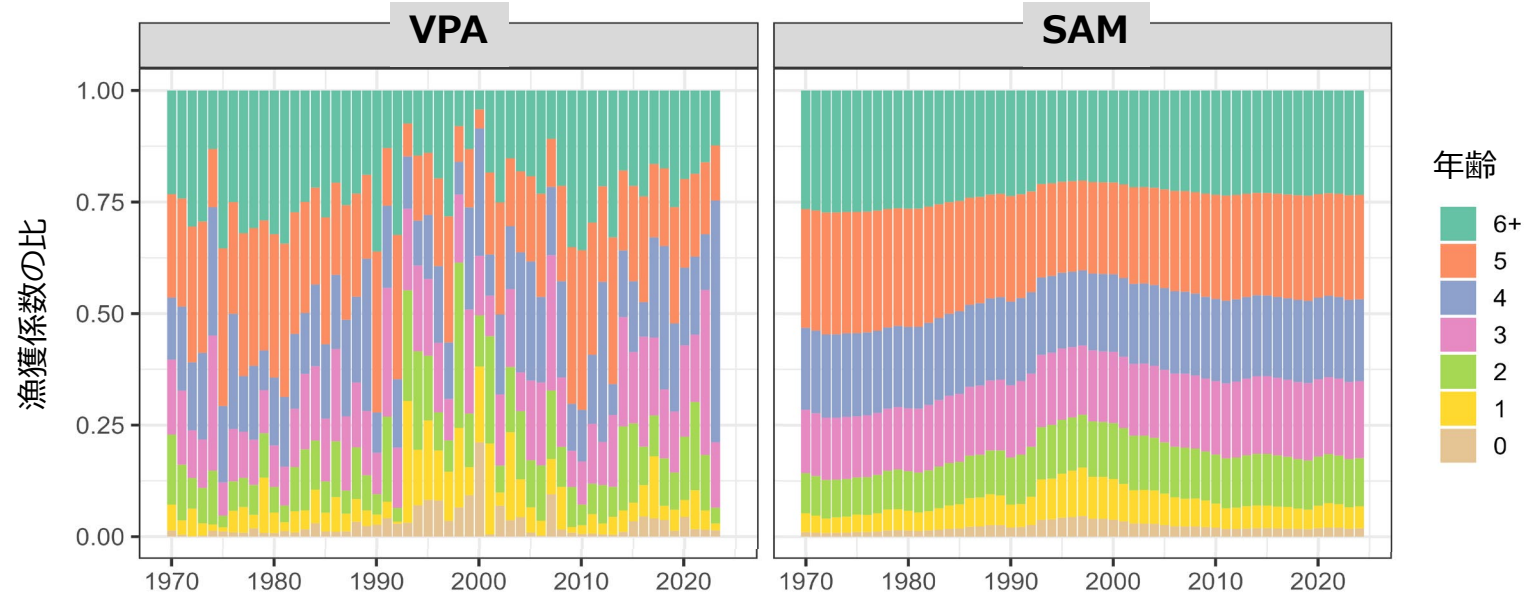
本系群における1Bルールでは、加入量は親魚量によらず平均的には過去全期間の幾何平均値（青太線、49.6億尾）とするが、過去最低親魚量以下では、親魚量が0のときに加入量も0となるように直線的に減少する仮定を用いた。青点線は加入量の90%が含まれると推定される範囲である。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

VPAとSAMの比較

～漁獲係数（選択率）～

補足資料



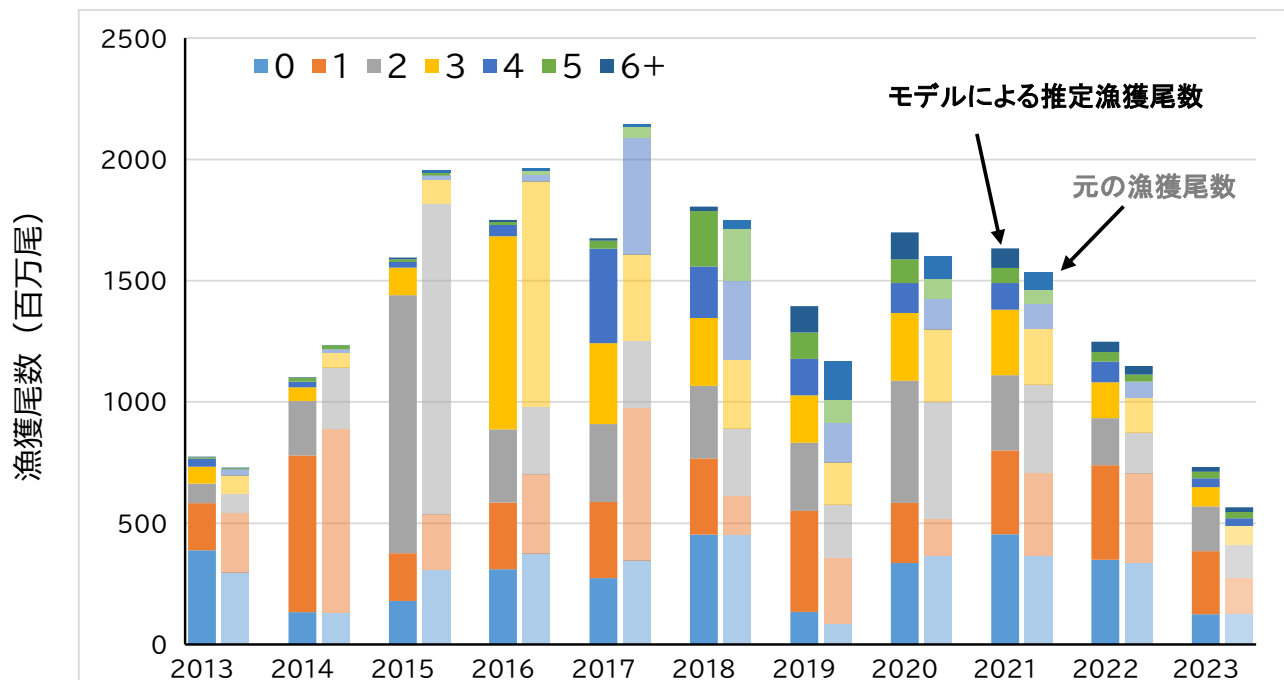
補足図2 各モデルで推定された年齢別の漁獲係数の比（選択率）の推移

- VPAでは、漁獲尾数に合うようにFが調整されるため、年々のFの変動が大きい
- SAMでは、年々の変化が大きくなるようにFを推定する。その分、漁獲尾数のデータには誤差があると考ええる。
- 実際の漁業では、年によって狙う年齢群が急激に変わるとは考えにくく、SAMの推定結果の方がより現実に近いと考えられる。

VPAとSAMの比較

～年齢別漁獲尾数～

補足資料



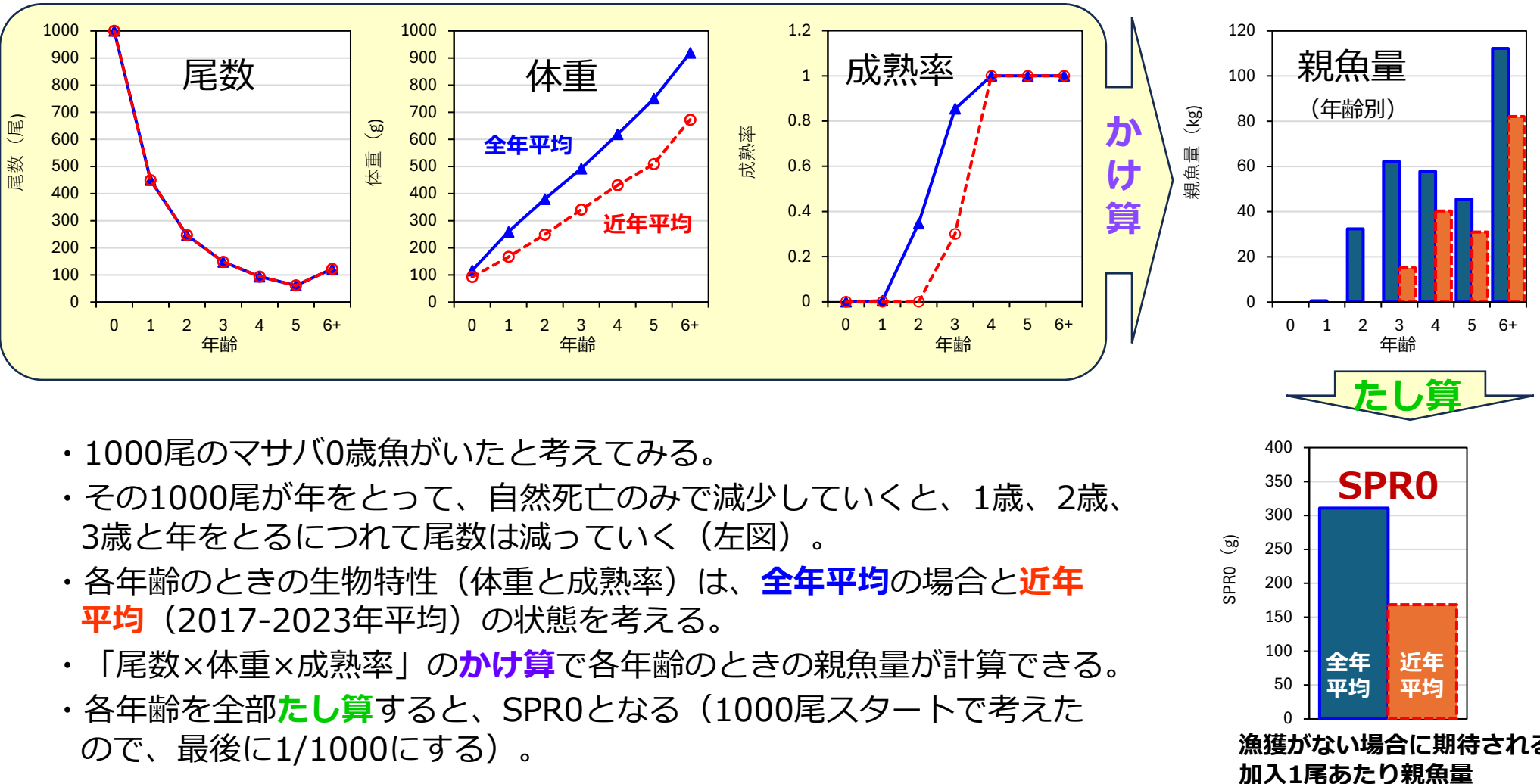
補足図1 年齢別漁獲尾数の元データとSAMによる逆算結果との比較

- VPAでは、漁獲尾数の元データがそのままモデルに取り込まれるので、推定した資源尾数と漁獲係数 F をもとに逆算される漁獲尾数は、元データと一致する。
- SAMでは、漁獲尾数の元データには誤差があり、年々の F の変動が小さくなる制約をいれて計算するため、モデルで推定した資源尾数と漁獲係数から逆算される漁獲尾数は、元データとは多少異なる（実際は誤差とともに推定されており、元データは概ね観測誤差90%の範囲内に収まる）

SPR0とは？

補足資料

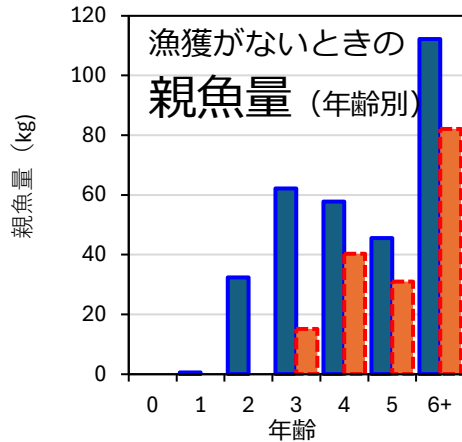
- ・ 漁獲がない場合に期待される加入1尾あたり親魚量のこと



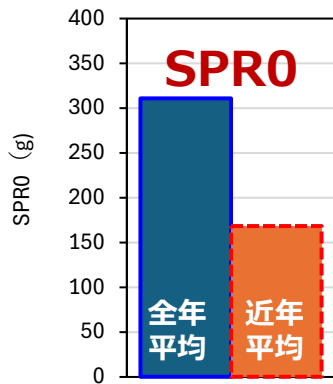
- ・ 1000尾のマサバ0歳魚がいたと考える。
- ・ その1000尾が年をとって、自然死亡のみで減少していくと、1歳、2歳、3歳と年をとるにつれて尾数は減っていく（左図）。
- ・ 各年齢のときの生物特性（体重と成熟率）は、**全年平均**の場合と**近年平均**（2017-2023年平均）の状態を考える。
- ・ 「尾数×体重×成熟率」の**かけ算**で各年齢のときの親魚量が計算できる。
- ・ 各年齢を全部**たし算**すると、SPR0となる（1000尾スタートで考えたので、最後に1/1000にする）。

F50%SPRとは？

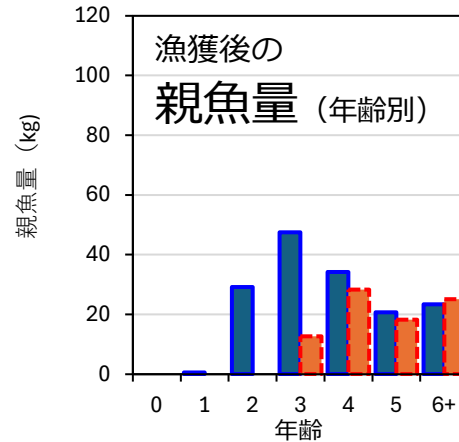
- ・ 漁獲がない場合と比べ、親魚量を半分残す漁獲をすること



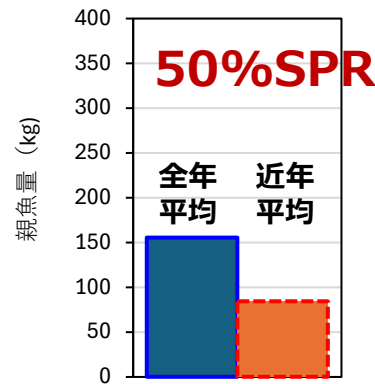
たし算



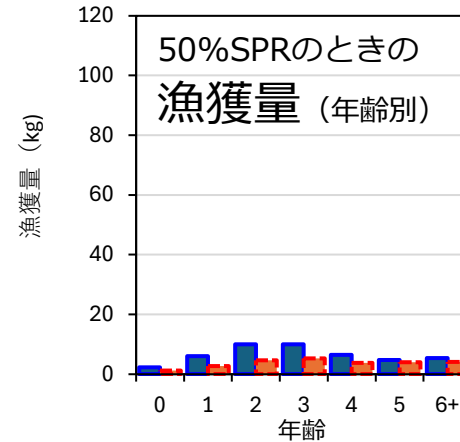
漁獲がない場合



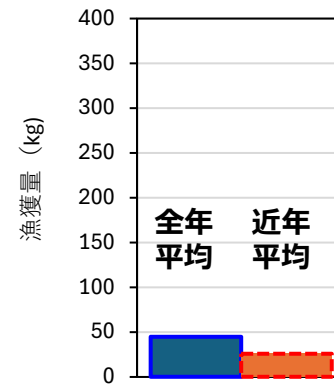
たし算



50%SPRの漁獲圧で漁獲した場合に残る親魚量



たし算

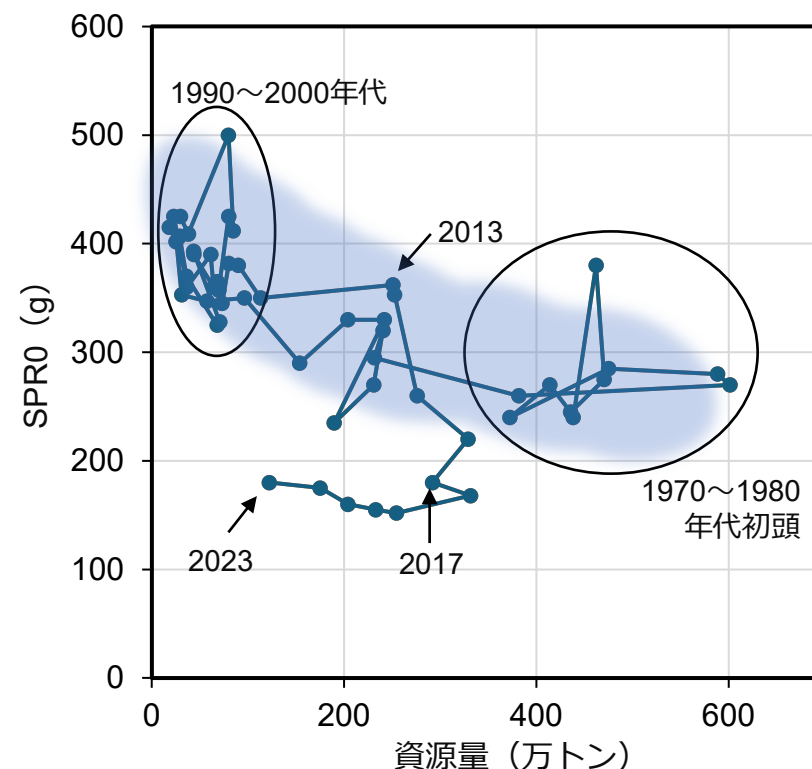


50%SPRの漁獲圧で漁獲した場合の漁獲量

SPR0と資源量の関係

補足資料

- ・ SPR0は、資源量が少ないときに高く、資源量が多い時に低く、密度効果（資源が多くなると成長が悪くなる）と捉えられる変動をしていた。
- ・ 2013年の卓越年級群が発生して以降、同年級群が多いことによる密度効果により成長・成熟が鈍化した（SPR0が低くなった）と考えていた。さらに、当時はマイワシ資源も増加しており、マイワシとの競合の影響も指摘していた。
- ・ しかし近年は、マサバ資源は減少し、マイワシの資源量も80年代には遠く及ばず頭打ちの状態、他の浮魚類が大きく増加したわけでもない状況下で、マサバの成長・成熟が鈍化している。
- ・ マサバの不漁および資源の減少には、黒潮続流の北偏に伴って産卵場へ回帰する親魚が減少した影響を指摘しているが、特に2017年以降の成長・成熟の鈍化（SPR0の低下）には、海の生産力が低下した可能性など、密度効果とは別のことが影響していると考えられる。
- ・ 海の生産力（餌生物）に関する調査・研究も進めており、実態を把握しつつあるものの、今後の調査・研究の進展が必要。

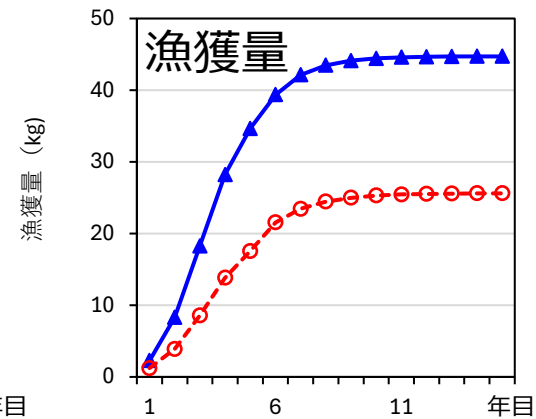
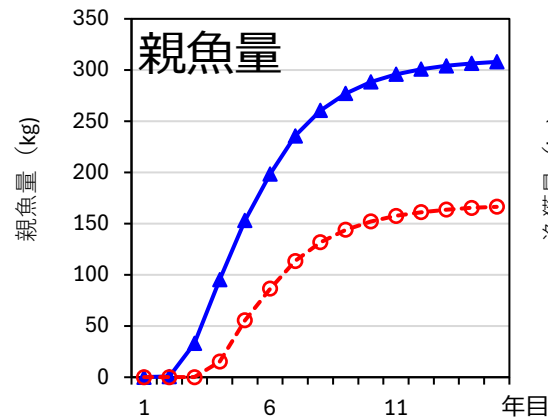
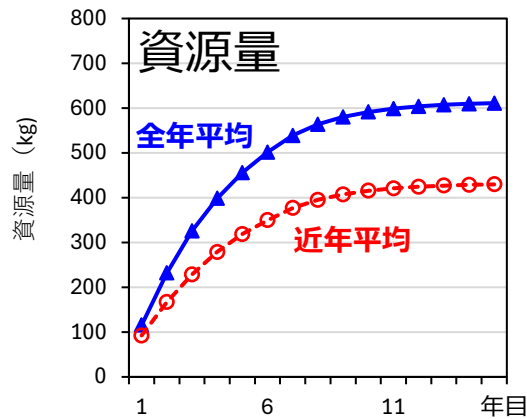


補足図3 SPR0と資源量の関係

生物特性で漁獲量が変わる？

補足資料

(スライド55枚目) 10年後の目標達成確率を50%で合わせると、生物パラメータにより、ABCには5.7万トンと13.6万トンの違い (1Aでは0.2万と15万トンの違い)



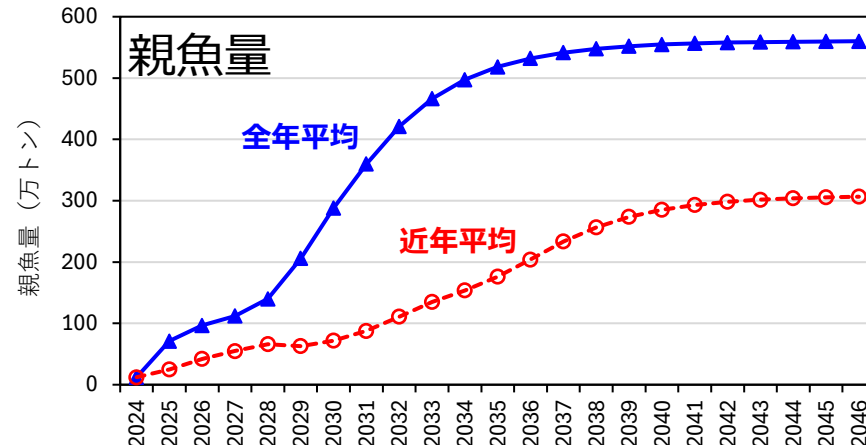
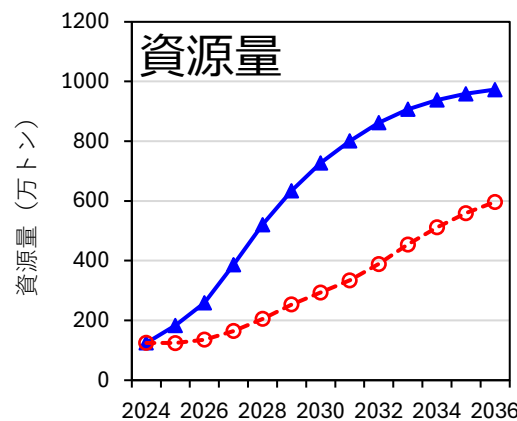
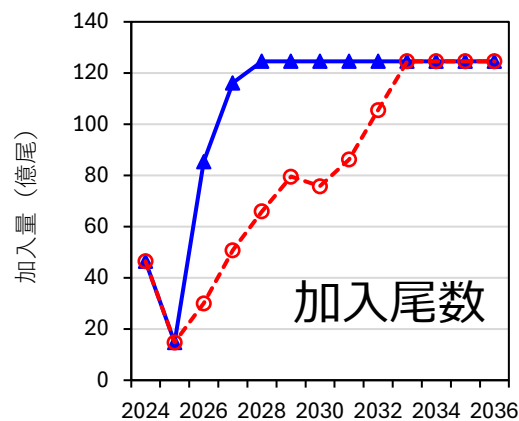
- 毎年1000尾加入する状態を考えてみる
- 毎年、50%SPRの漁獲圧 (F50%SPR) で漁獲する
- 加入量が一定なので、どこかで一定になる
- 生物パラメータが**全年平均**の場合と**近年平均**の場合、先のスライドで漁獲量や親魚量がおおよそ2倍違ったが、毎年1000尾加入すると考えたときでも**2倍程度**違う状態で一定となる

→1Bルールにおいて生物特性により生じる漁獲量の違いを表している

生物特性で漁獲量が変わる？

補足資料

(スライド55枚目) 10年後の目標達成確率を50%で合わせると、生物パラメータにより、ABCには5.7万トンと13.6万トンの違い (1Aでは0.2万と15万トンの違い)



- ・ 1Aルールの新生産曲線に従った加入があるとする
- ・ 2024年の予測資源量をスタートとして、**漁獲がない場合**を考える
- ・ 新生産関係に従うので、親が増えれば加入も増える。
- ・ 親の「量 (重量)」によって加入量が決まるので、成長の速い**全年平均**と、成長が遅い**近年平均**の状態とを比べると、**近年平均では親が増える速度が遅い影響で加入の増加も遅くなる。**

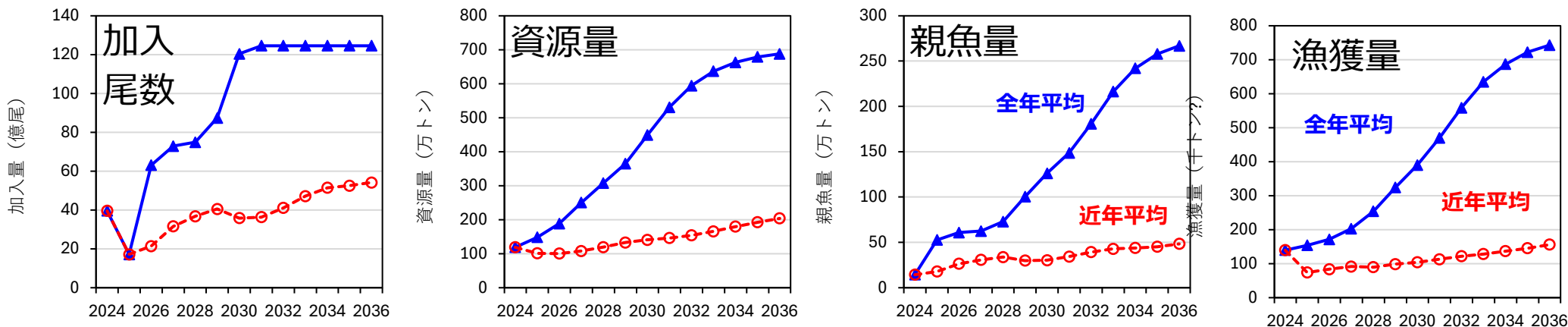
→次に、50%SPRの漁獲をした場合になくなるか考える

※計算方法が異なるため、SAMで示してきた結果とは異なる

生物特性で漁獲量が変わる？

補足資料

(スライド55枚目) 10年後の目標達成確率を50%で合わせると、生物パラメータにより、ABCには5.7万トンと13.6万トンの違い (1Aでは0.2万と15万トンの違い)



- ・ 1Aルール of 再生産曲線に従った加入があると仮定。
- ・ 2024年の予測資源量をスタートとして、**50%SPR相当の漁獲を継続する場合**を考える
- ・ 成長が遅い**近年平均**では、資源の増加速度が極めて遅い。
- ・ 1Aルール of ベースケースシナリオ (= 本スライドの**近年平均**) では、10年後に目標水準に到達するには0.1Fmsy以下としているが、それはF91%SPRに相当。

→1Aルールで推定したHS型再生産式に従い、近年の生物特性が継続することを想定すると、資源は非常に増えにくい

※SBlimit以下でもF50%SPRで漁獲圧を固定し、決定論的に試算したものであるため、SAMによる結果とは異なる

SAMの採用までの経緯

補足資料

- VPA（従来モデル）より評価の安定性が期待される資源評価手法として、SAM（State-space Assessment Model, 状態空間資源評価モデル）による評価を検討してきた。2022、2023年の資源評価において結果を公表した（FRA-SA2022-AC-05, FRA-SA2023-SC12-103）。
- 共同研究機関とは、2024年3月、7月、10月と、3回にわたって2024年度資源評価はSAMに移行することを説明し、理解を得てきたうえで2024年の資源評価において本評価結果が採択された。
- NPFCでのマサバ資源評価にも日本からSAMを提案し、2017年からの長期にわたる協議（VPAを含む4つのモデルが比較検討され、SAMの推定精度が最も高いと評価された）の末、NPFCでの評価手法にもSAMが採用され、2024年7月の作業部会で評価案が取りまとめられた。

<https://www.npfc.int/sites/default/files/2024-08/TWG%20CMSA09%20Report.pdf>

- 今回の評価は、NPFCで整理されたデータと同一のものを使用し、手法等も踏襲し、1年分データを更新したものであるが、再生産関係の設定のみ異なる（NPFCではBH型を適用）。

- ①資源計算に利用するデータはVPAと同じ（年齢別漁獲尾数、年齢別平均体重、自然死亡率の仮定、各種の資源量指標値）。
- ②年齢別漁獲尾数の実測値に誤差があることを認めて解析
- ③年々の漁獲係数の変動に制約を入れる（急激に変化しないと考える）
- ④再生産関係の形を予め設定し、パラメータを資源尾数等と同時に推定
- ⑤ある年級群の1年後の尾数は、自然死亡と漁獲のみでは決まらず、そこにも誤差があることを認める（プロセス誤差という。これを無いとみなして計算することも可能。）
- ⑥個体群動態のプロセス誤差とデータの観測誤差がともに小さくなるように、多くのパラメータを一括して推定する

SAMで推定するパラメータ

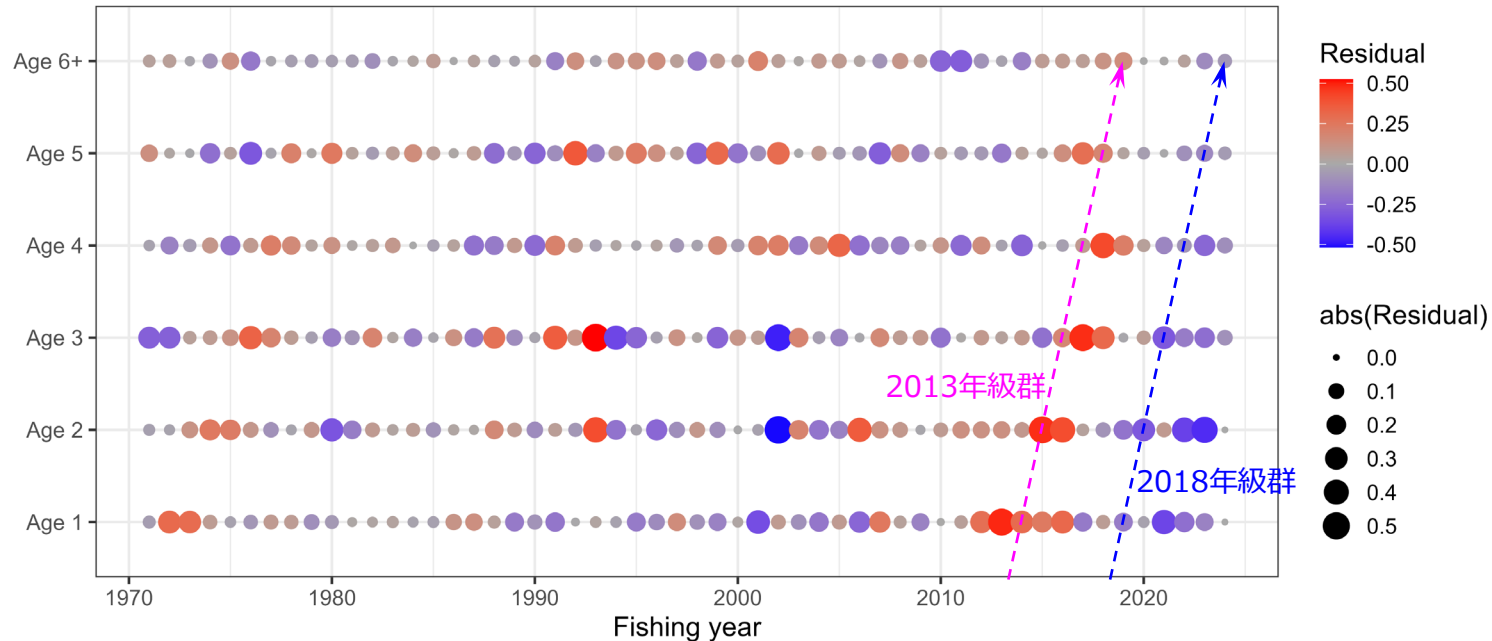
補足資料

補足表3 SAMで推定するパラメータ

記号	種類	説明
$N_{a,y}$	ランダム効果	a 歳、 y 年の資源尾数
$F_{a,y}$	ランダム効果	a 歳、 y 年の漁獲死亡係数 (F)
ω_a	固定効果	a 歳資源尾数のプロセス誤差の標準偏差
σ_a	固定効果	a 歳漁獲死亡係数Fのプロセス誤差の標準偏差
ρ	固定効果	Fのランダムウォークの年齢間の相関係数
τ_a	固定効果	a 歳の漁獲尾数の観測誤差の標準偏差
q_k	固定効果	資源量指標値 k の比例定数
ν_k	固定効果	資源量指標値 k の観測誤差の標準偏差
b_k	固定効果	資源量指標値 k の非線形係数

プロセス誤差とは？

補足資料



補足図4 1歳魚以上の個体群動態で推定されたプロセス誤差

赤は正の偏差、紫は負の偏差で、彩度と○の大きさは偏差の大きさを表す

- SAMでは1歳魚以上の個体群動態にもプロセス誤差*があると考えて推定した。
- この結果、親魚になるまでに、**減少率が低い/高い**年級群があったと推定された
- 2013年級群やその前後は**正偏差**、2018年級群以降では**負偏差**が多い。すなわち近年は、漁獲と自然死亡で考えられる減少以上に減少していると推定される場合が多かった。

* ある年級群の1年後の尾数は、漁獲死亡と自然死亡だけでは決まらず、誤差があると見なす。原因は特定できないが、移出入や自然死亡の変動等が考えられる。

その他に行ったリスク評価

補足資料

資源量の推定値が過大だった場合： $\beta=0.6$ 以下で10年後の目標達成が50%以上

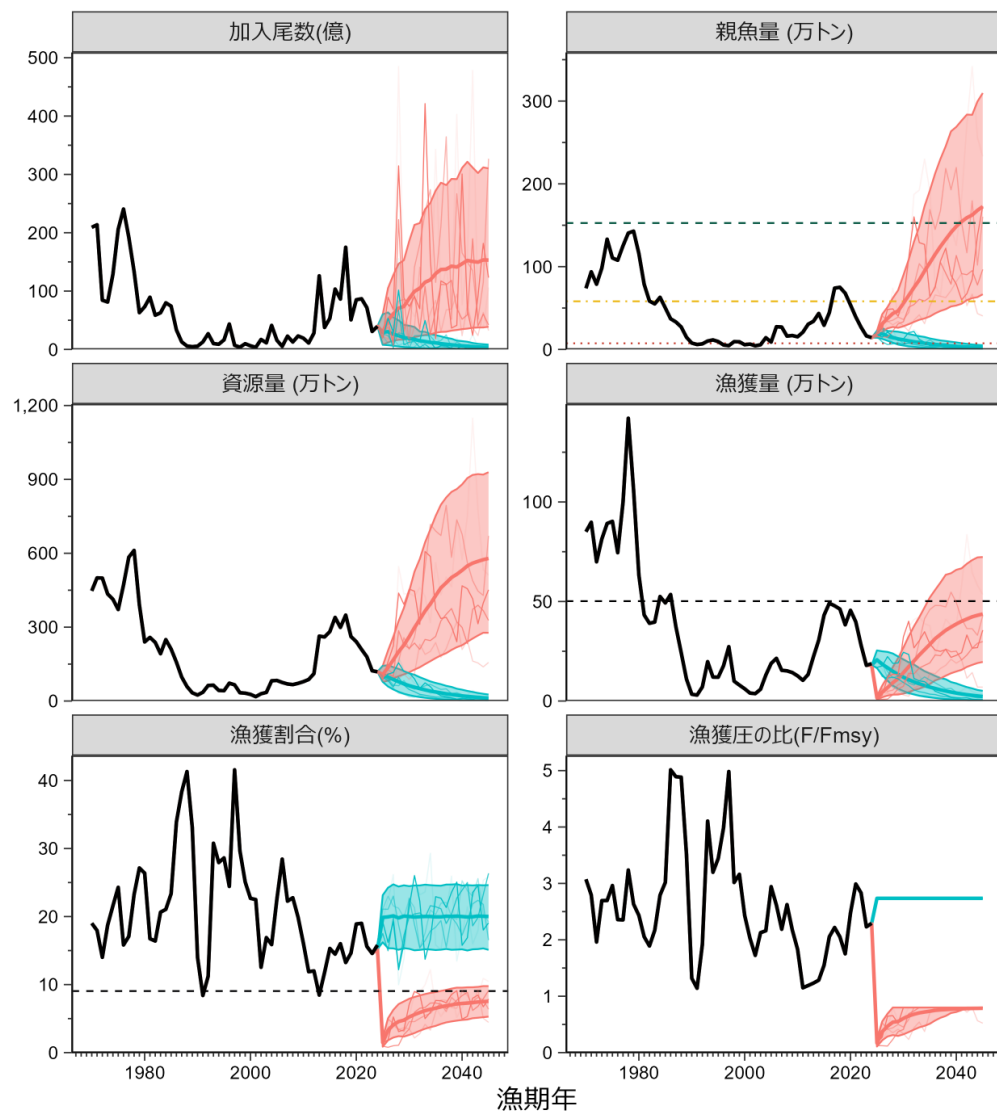
本資源では、新たな情報が加わって資源評価を更新するたびに資源量推定値が下方修正されてきたため、ここでは2024年漁期の資源量予測値が信頼区間の下限5%に近い状態であった場合を起点として簡易MSE（管理戦略評価）による将来予測を行った。その他の条件は先のスライドのリスク評価と同じ条件を適用した（管理基準値は1Bルール、加入の仮定は1AルールのHS型再生産関係、ABC算定の不確実性も評価）。この場合、 $\beta=0.6$ 以下で10年後の目標達成確率が50%以上となると試算された。

近い将来の1歳魚以上のプロセス誤差が負に偏った場合： $\beta=0.1$ 以下で10年後の目標達成が50%以上

SAMによる資源量推定の結果から、近年では1歳魚以上のプロセス誤差が負となる（漁獲死亡と自然死亡から推定される尾数よりも少なくなっている）ケースが多いと推定された（参考資料のp66参照）。このため、近い将来では近年の負のプロセス誤差が当面続くこと（1～5年後まで同様の負の偏りが継続、6～10年ではその半分の効果が継続、11年目以降は通常）を想定した簡易MSEを行った。その他の条件は、先のスライドのリスク評価と同じ条件（＝上述のリスク評価とも同じ条件）とした。この場合、10年後の目標達成確率が50%以上となる β は0.1以下となった。このような偏りが継続した場合には目標管理基準値案を達成することは非常に困難であると試算された。

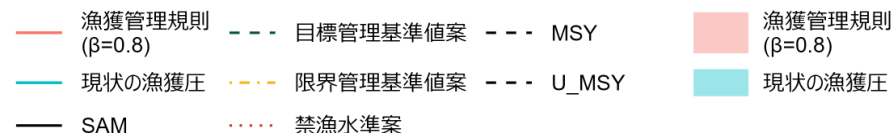
1A近年平均シナリオによる将来予測

補足
資料



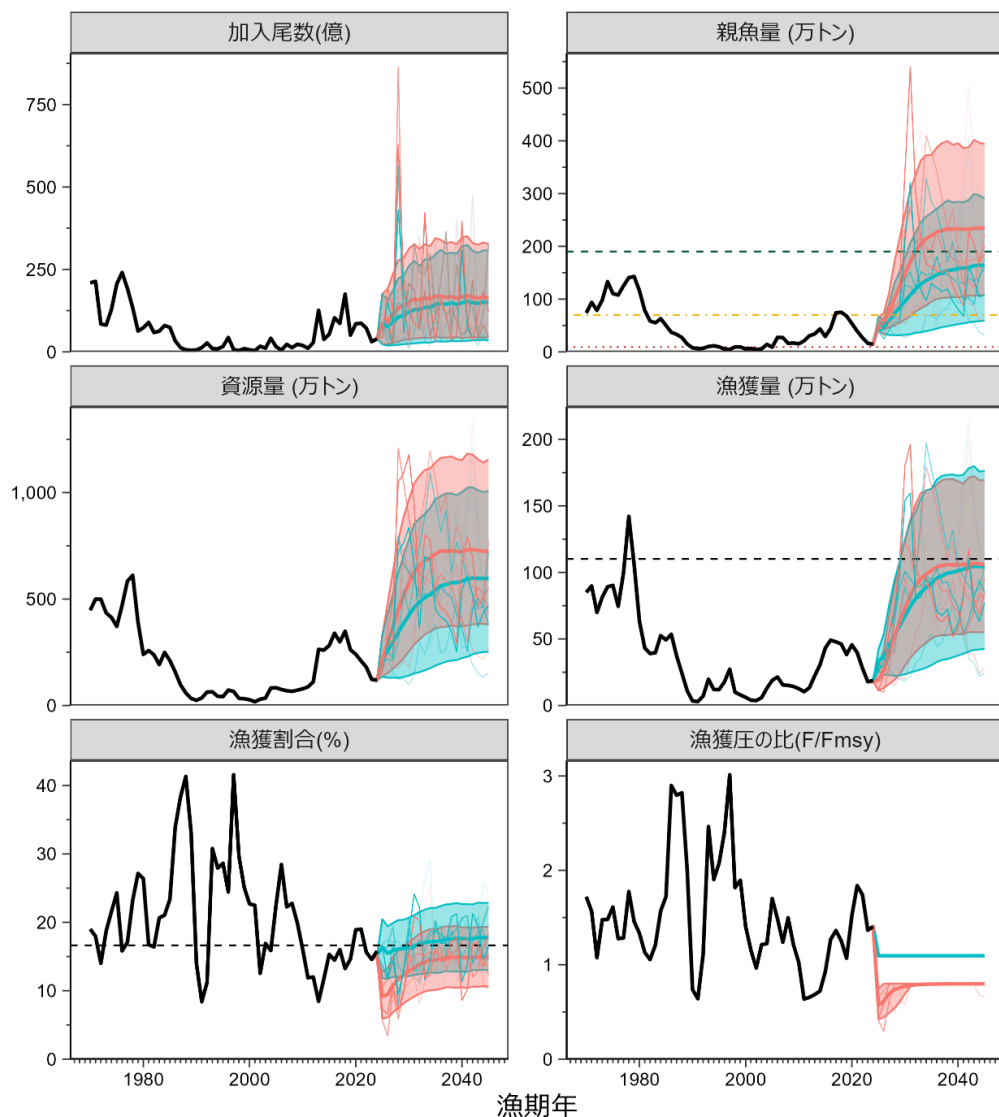
- ・現状の漁獲圧では資源が減少
 - ・ $\beta=0.8$ の状況下では
緩やかに資源は回復
親魚量の平均値がSBmsyに到達するのは16年後（2041年漁期）
50%以上の確率でSBmsyを達成するのは2050年ごろ
 - ・ HCR適用初期に漁獲圧・漁獲量が急減
- ※図示していないが、10年後に50%以上の確率でSBmsyを上回る β は0.1以下である

補足図5 将来予測：1Aルール of 近年平均シナリオによる漁獲管理規則を用いた場合（ $\beta=0.8$ を例示）（赤色）、現状の漁獲圧を継続した場合（青色）



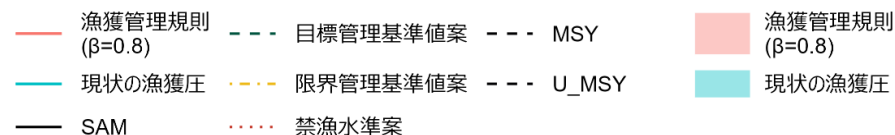
1A全年平均シナリオによる将来予測

補足
資料



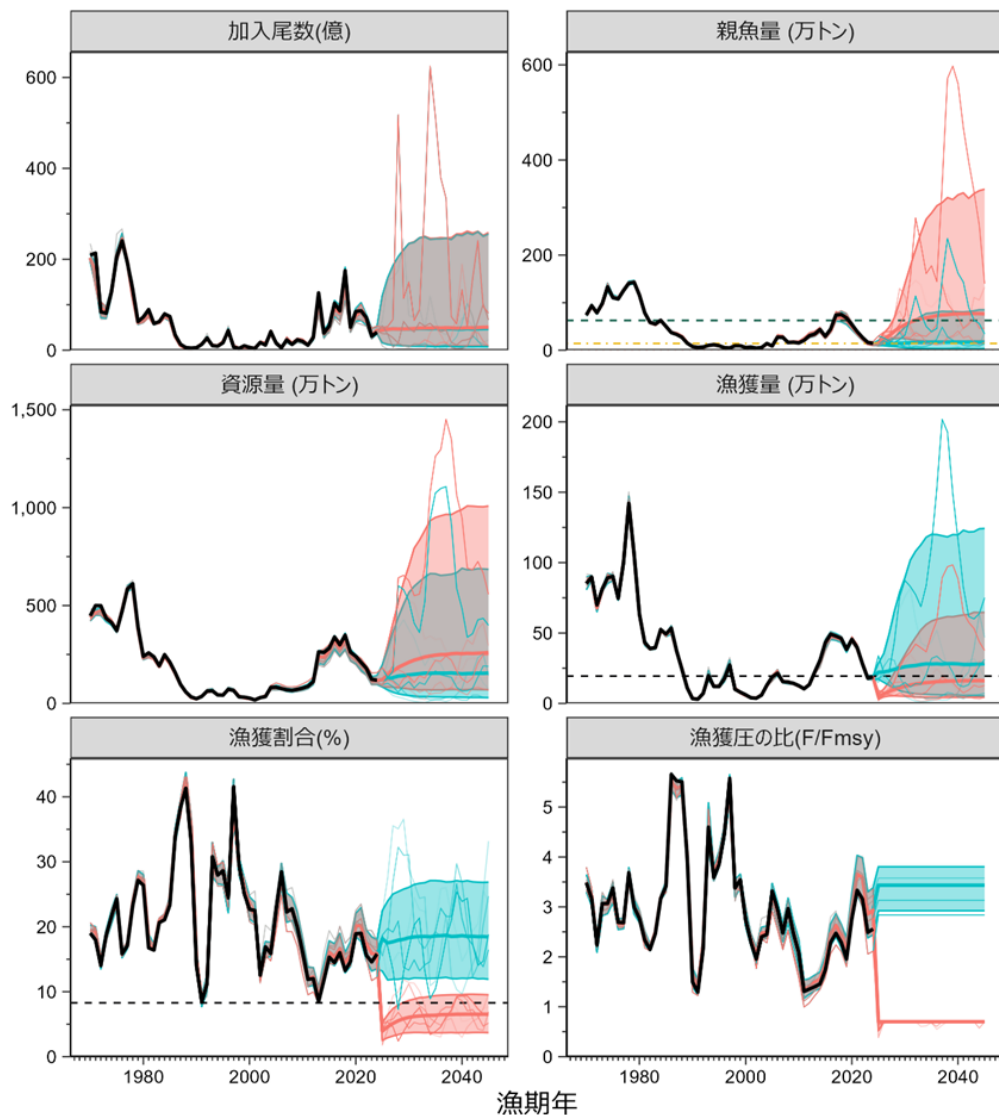
- ・現状の漁獲圧でも資源は増加
 - ・ $\beta=0.8$ の状況下では
速やかに資源は回復
親魚量の平均値がSBmsyに到達する
のは8年後（2033年漁期）
2035年でのSBmsyの達成確率は
48%
 - ・ HCR適用初期の漁獲量減少は僅か
- ※図示していないが、10年後に50%以上の確
率でSBmsyを上回る β は0.7以下である

補足図6 将来予測：1Aルール of 全年平均シナリオに
よる漁獲管理規則を用いた場合（ $\beta=0.8$ を
例示）（赤色）、現状の漁獲圧を継続した
場合（青色）



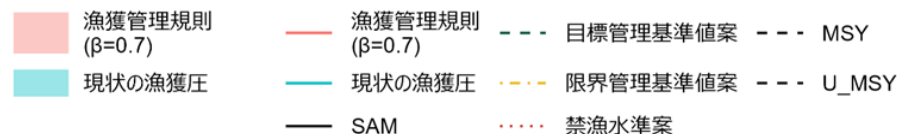
1B近年平均シナリオによる将来予測

補足
資料



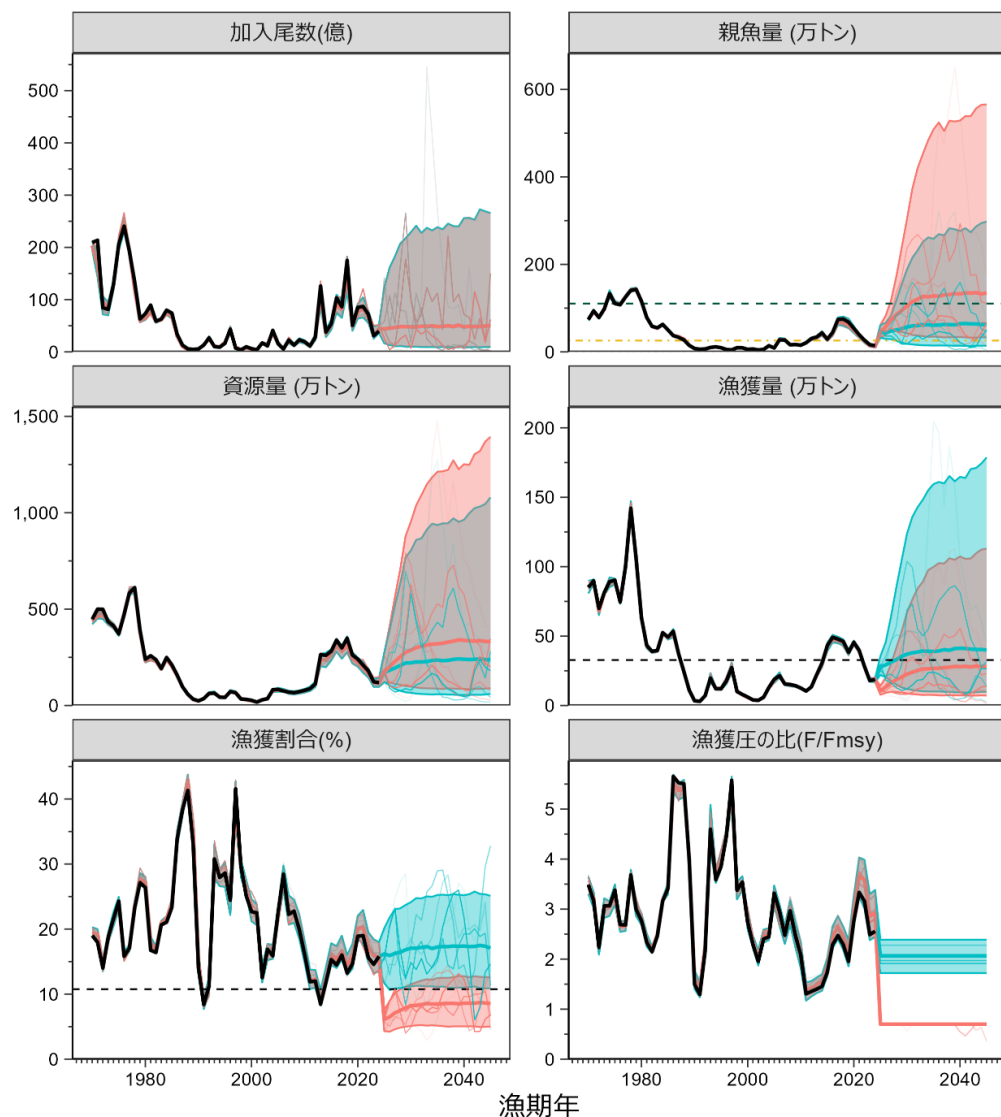
- ・ 現状の漁獲圧では、資源量は現状維持
- ・ $\beta=0.7$ の状況下では
緩やかに資源は回復
親魚量の平均値がSBmsyに到達するのは5年後（2030年漁期）
50%以上の確率でSBmsyを達成するのは8年後（2033年漁期）。
- ・ HCR適用初期に漁獲圧・漁獲量が急減

補足図7 将来予測：1Bルール近年平均シナリオによる漁獲管理規則を用いた場合（ $\beta=0.7$ を例示）（赤色）、現状の漁獲圧を継続した場合（青色） ※図中の太線は中央値



1B全年平均シナリオによる将来予測

補足
資料



- ・ 現状の漁獲圧でも資源はやや増加
- ・ $\beta=0.7$ の状況下では
緩やかに資源は回復
親魚量の平均値がSBmsyに到達するのは4年後（2029年漁期）
50%以上の確率でSBmsyを達成するのは6年後（2031年漁期）
- ・ HCR適用初期に漁獲圧・漁獲量をやや下げることとなる

※図示していないが、10年後に50%以上の確率でSBmsyを上回る β は0.9以下である

補足図8 将来予測：1Bルール^①の全年平均シナリオによる漁獲管理規則を用いた場合（ $\beta=0.7$ を例示）（赤色）、現状の漁獲圧を継続した場合（青色） ※図中の太線は中央値

