

スケトウダラ太平洋系群における 資源管理方針に関する検討会（第1回）からの依頼への対応

本系群の第1回資源管理方針に関する検討会（令和2年8月20～21日開催）において、資源管理目標等に関する研究機関会議（平成31年4月19日開催）から提案された各種情報に対し、スケトウダラ太平洋系群および日本海北部系群を対象に4点の検討が依頼された。太平洋系群に関わる検討項目（以下のA、C、およびD）への対応について以下に示す。

検討項目 A

資源状態の説明について、最新の資源評価結果を反映するとともに、管理基準値案や禁漁水準案、漁獲管理規則案、および将来予測結果について、最新の資源評価結果に基づく諸数値に単純更新する。

1. はじめに

本件への対応として、まず、令和2年度の資源評価結果に基づき再生産関係式の数値を更新し、次に、更新した再生産関係式に基づき管理基準値案、水準案、および漁獲管理規則案を研究機関会議で用いた方法と同様の手法を用いて再計算した結果を示した。また、更新したこれらの数値に基づき、将来予測を行った。

なお、平成31年4月に開催した研究機関会議での提案は、当時の最新の資源評価結果（平成30年度の資源評価の結果）に基づく。これに対し、本資料で使用する資源評価結果は令和2年度資源評価によるものである。最新の資源評価では、平成30年度の資源評価に比べて、資源量等が評価される年が2年分増えている。また、昨年度の資源評価（令和元年度資源評価）より、コホート解析のプラスグループを8歳+から10歳+へ延長している。

2. 再生産関係

本系群の再生産関係式として、研究機関会議ではホッケー・スティック型（HS型）の再生産関係式の使用が提案されている。関係式のパラメータ推定には最小二乗法を使用し、加入量の予測値に対する観測値の残差に自己相関を考慮したモデルは使用していない。この再生産関係式について、最新の資源評価結果に基づき1981～2016年漁期の加入量（加入尾数）と親魚量を用いてパラメータを更新したところ、従来の提案値からホッケー・スティックの傾き（下表のパラメータa）がわずかに変化した（下表および図A-1）。更新した関係式においても、ホッケー・スティックの折れ点は親魚量151千トンに位置した（下表のパラメータb）。この親魚量以上で平均的に得られる加入量は18億尾程度である（更新前の関係式では19億尾程度）。なお、平成31年の研究機関会議での提案時と同様に、加入量がコホート解析から直接推定されない近年3年分のデータ（2017～2019年漁期）は再生産関係式の推定に用いなかった。

提案	再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.
研究機関会議案 (平成 31 年)	ホッケー・ スティック型	最小二乗法	無	12.455	150,944	0.532
今回の更新値	ホッケー・ スティック型	最小二乗法	無	11.795	150,944	0.580

ここで、a は HS の折れ点までの再生産曲線の傾き、b は HS の折れ点となる親魚量 (トン) である。

本系群では歴史的に親魚量が低水準の際の加入量の低下を捉えた情報が無く、ベバートン・ホルト型 (BH 型) およびリッカー型 (RI 型) の再生産関係式では、HS 型再生産関係式の場合と比べて、親魚量が減少しても加入量の予測値の低下が緩やかな関係式となる (図 A-2)。平成 31 年度の研究機関会議では、過去に観察されたことがない低い親魚量において、加入量が保守的ではない外挿値になる関係式では、将来予測に基づく適切な資源利用を図るうえでリスクとなると判断され、HS 型再生産関係を提案することが了承された。今回更新された加入量および親魚量のデータからも、この判断の変更を要するような情報はない。また、再生産関係式のパラメータ推定の最適化方法として、最小二乗法と最小絶対値法とで比較しても、両手法で得られた関係式の補正赤池情報量基準 (AICc) の差は 0.16 と非常に小さく、あえて最適化方法を変更する必要は認められない (表 A-1)。また加入量の予測値に対する観測値の残差には自己相関がみられず、再生産関係の検討に自己相関を積極的に考慮する必要は認められない (図 A-3)。そのため、令和 2 年度の資源評価結果に基づく今回の更新では、再生産関係式の型、最適化方法、および自己相関の取り扱いについて平成 31 年度の研究機関会議から変更を行わなかった (図 A-4)。

3. 目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案

平成 31 年の研究機関会議では、本系群の目標管理基準値案として最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy)、限界管理基準値案として歴史的に観察されたことのある最低親魚量 (SBmin)、禁漁水準案として、管理基準値案に従い規定される漁獲管理規則案での漁獲の下でも 10 年間で目標管理基準値まで 50%以上の確率で回復する親魚量水準が推奨されている。令和 2 年度の資源評価を用いてこれらの数値を更新した結果を下表および表 A-2 に示す。

提案	項目	値	備考
研究機関会議案 (平成 31 年)	目標管理 基準値案	220 千トン	最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy)
	限界管理 基準値案	151 千トン	これまで観測された最小親魚量 (SBmin)
	禁漁 水準案	70 千トン	漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$) で 10 年間漁獲しながら 50%の確率で目標管理基準値案まで回復する親魚量の閾値

今回の更新値	目標管理 基準値案	228 千トン	最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy)
	限界管理 基準値案	151 千トン	これまで観測された最小親魚量 (SBmin)
	禁漁 水準案	60 千トン	漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$) で 10 年間漁獲しながら 50%の確率で目標管理基準値案まで回復する親魚量の閾値

目標管理基準値案となる SBmsy は、平成 31 年の研究機関会議案と同様に、平均世代時間 (8.46 年) の 20 倍の年数のシミュレーション期間後を平衡状態と仮定し、平衡状態における平均漁獲量が最大化される F 値を Fmsy、その Fmsy で漁獲した場合の平衡状態での平均親魚量を SBmsy として算出した。シミュレーションには令和 2 年度資源評価結果に基づき更新した再生産関係 (前述) を用いた。用いた選択率は、2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均に基づく。シミュレーションに用いたその他の生物パラメータ等の設定は表 A-3 に示した。様々な F 値を変えた場合の平衡状態における親魚量、およびこれに対する年齢別漁獲量の平均値を図 A-5 に示す。ここでは、親魚量の資源水準が高いほど、平均的に漁獲される高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。平均漁獲量が最大化される SBmsy は平成 31 年度の研究機関会議での案から 8 千トン増加し、228 千トンに更新された。

限界管理基準値案となる SBmin は、令和 2 年度の資源評価でも 151 千トンであった。これは、かつて Blimit として用いられてきた「豊度の高い年級群の発生が期待できる最低水準の親魚量 (1982 年級群が発生した親魚量 151 千トン)」と同じものである。

禁漁水準案として、候補となる親魚量を 5 千トン~150 千トンの間で変化させ、これらをそれぞれ漁獲管理規則の禁漁水準とした漁獲管理で資源回復を図った場合に、10 年後に目標管理基準値案へ 50%以上の確率で回復する値を探索するシミュレーションを行った。回復開始時点の個体群の年齢組成、年齢別平均体重、および選択率は 1981~2019 年漁期の観察値からランダムに選び、回復期間中の漁獲圧は、その年ごとの親魚量から漁獲管理規則案に基づき与えた。シミュレーションの試行回数は漁獲シナリオや回復開始時点の親魚量水準ごとに 10000 回である。平成 31 年の研究機関会議での提案と同様に、 β が 0.8 の場合に 10 年間で 50%以上の確率で目標管理基準値案へ回復する親魚量を探索したところ、60 千トンが禁漁水準案として更新された (表 A-2、表 A-4)。なお、 β が 0.8 の場合に 10 年間で 50%以上の確率で限界管理基準値への回復する親魚量の閾値は 30 千トンであった (表 A-2、表 A-5)。

4. 神戸プロット

更新された目標管理基準値案 (SBmsy) と、その時の漁獲割合 Umsy もしくは漁獲圧 Fmsy を基準にした神戸プロットをそれぞれ図 A-6 に示す。本系群における漁獲圧 (F 値) は 2001 年漁期以降 2004 および 2008 年漁期を除き MSY を実現する漁獲圧を下回っていたと判断される。また漁獲割合 (U) を基準にすると、2001 年漁期以降、2004 および 2014 年漁期を除き MSY を与える水準を下回っていたと判断される。親魚量は 2009 年漁期以降、目標管理基準値案 (SBmsy) を上回っている。

5. 漁獲管理規則案

漁獲管理規則は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復できる確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定めるルールである。「漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針」における1系資源の管理規則では、親魚量が限界管理基準値案を下回ると禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を下げるとともに、漁獲圧の上限となるFmsyには安全係数 β を乗じるものを提示している。更新された限界管理基準値案および禁漁水準案に基づくと、平成31年度の研究機関会議での提案から禁漁水準案が70千トンから60千トンに更新されているため、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合に漁獲圧を削減させる傾きがわずかに緩やかになっている。安全係数 β に標準値である0.8を用いた漁獲管理規則案を図A-7に例示した。

6. 将来予測

(1) 将来予測の設定

更新した再生産関係式および漁獲管理規則案を用いて将来予測結果を更新した。将来予測は令和2年度資源評価で推定した2019年漁期の資源量から、コホート計算を2020～2051年漁期まで前進させた。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を更新した再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し10,000回の繰り返し計算を行った。2020年漁期の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2015-2019*）から仮定した。現状の漁獲圧は、2015～2019年漁期のF値の年齢別の平均値であり、SBmsyの算出に用いた選択率と同じである。その他、将来予測に用いたその他の生物パラメータ等の設定は表A-2に示した。2021年漁期以降の漁獲圧には、各年に予測される親魚量をもとに更新した漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。計算に用いた数式は、令和2年度資源評価の補足資料9を参照されたい。

(2) 2021年漁期の予測値

更新した漁獲管理規則案を用いた将来予測に従い、2021年漁期の親魚量および漁獲量を試算した。2021年漁期に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値案を上回り、平均350千トンと見込まれた。そのため、漁獲管理規則案で定められた2021年漁期の漁獲圧は、Fmsyに安全係数 β を乗じたものとなる。安全係数 β を0.8とした場合の2021年漁期の漁獲量の平均値は189千トンとなった。

2021年漁期の親魚量（予測平均値）：350千トン			
項目	2021年漁期の漁獲量（千トン）	現状の漁獲圧に対する比（F/F2015-2019*）	2021年漁期の漁獲割合（%）
$\beta=1.0$	226	2.08	22
$\beta=0.9$	208	1.88	20
$\beta=0.8$	189	1.67	18
$\beta=0.7$	169	1.46	16

$\beta=0.6$	148	1.25	14
$\beta=0.5$	127	1.04	12
$\beta=0$	0	0	0
F2015-2019*	122	1.00	12

F2015-2019*は、令和2年度資源評価に掲載したF2015-2019と選択率が異なる。F2015-2019は平成31年度の研究機関会議でMSY管理基準値の推定に用いた選択率の下で2015～2019年漁期のF値の年齢別平均値と同じ漁獲圧を与えるF値を%SPR換算して求めたものである。F2015-2019*は2015～2019年漁期のF値の年齢別平均値である。両者の%SPRは同一である。

(3) 2022年漁期以降の予測値

更新した漁獲管理規則案に基づく中長期的な将来予測の結果を図A-8、表A-6、および表A-7に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を10年間継続した場合、2031年漁期の親魚量の予測値は、 β を0.8とした場合には平均284千トンである（80%信頼区間は190千トン～398千トン）。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は72%、限界管理基準値案を上回る確率は98%、禁漁水準案を上回る確率は100%である。令和2年度資源評価で示されているように、本系群では、直近では2016年級群が比較的高豊度と推定されるほか、2017年級群の豊度も高いと推算される。そのため、短期的には親魚量・資源量の減少は下げ止まると予測されるが、2018～2019年級群の豊度は低いとされることには注意を要する。今後、再生産関係で予測される平均的な加入が発生すれば、中長期的には親魚量は高い確率で目標管理基準値案以上に維持されることが期待されるが、短期的には親魚量が目標管理基準値案を下回る可能性も考えられる。平成31年度の研究機関会議報告書で示しているように、短期的に親魚量が目標管理基準値案を下回る確率を50%以下にするには、 β を0.7以下にすることが必要と考えられる。親魚量が限界管理基準値案を下回るリスクを避けるためには、 β を0.9以上にすることは推奨されない。

考慮している不確実性： 加入量					
項目	2031年漁期の親魚量 (千トン)	80% 信頼区間 (千トン)	2031年漁期に親魚量が以下の 管理基準値案等を上回る確率 (%)		
			SBtarget案	SBlimit案	SBban案
$\beta=1.0$ (Fmsy)	232	153-327	44	91	100
$\beta=0.9$	256	170-359	58	96	100
$\beta=0.8$	284	190-398	72	98	100
$\beta=0.7$	318	215-441	85	99	100
$\beta=0.6$	359	246-494	94	100	100
$\beta=0.5$	411	286-559	98	100	100
$\beta=0$	1,063	808-1355	100	100	100
F2015-2019*	423	295-573	99	100	100

検討項目 C

スケトウダラ太平洋系群について、2031 年漁期に親魚量が目標管理基準値を上回る確率が 50%となる具体的な安全係数 β の数値を試算する。

1. はじめに

本件への対応として、検討項目 A に対応して更新した再生産関係式、管理基準値案、禁漁水準案、および漁獲管理規則案を用いて、追加の将来予測を行った。具体的には、2031 年漁期に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率が 50%となる具体的な安全係数 β の数値を探索するため、 β を 0.9~1.0 の範囲において 0.01 単位刻みで将来予測計算を実施した。

2. 10 年後に目標管理基準値案を上回る確率が 50%になる β

検討の結果、安全係数 β を 0.95 とした場合に 2031 年漁期の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率が概ね 50%となった（表 C-1 および表 C-2）。なお 0.95 の前後でさらに細かく β を変更してみたが、 β が 0.952~0.948 の範囲では 2031 年漁期の親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 50%、 β が 0.945~0.951 の範囲では 51%となった。これらの β の範囲（ $\beta=0.945\sim0.958$ ）では、2021~2022 年漁期に予測される平均漁獲量の最大値と最小値には 1000~2300 トンと千トン単位の違いが見られたが、2023 年漁期以降は毎年数百トン単位での推定の差が生じるのみであった。

平成 31 年度の研究機関会議報告書で示されたように、安全係数 β に 0.9 以上などの高い値を用いることは推奨されない。今回更新した将来予測結果でも、 β に高い値を用いると親魚量が短期的に目標管理基準値案を下回る可能性が高くなり、限界管理基準値案を下回る確率も上昇する。例えば、 β を 0.95 とした場合には、短期的に親魚量が減少し、2024 年漁期には目標管理基準値案を高い確率で下回ることが予測される。また、2025 年漁期および 2026 年漁期に、限界管理基準値案をも下回る確率が 10%以上と予測される（表 C-1）。安全係数 β の値を大きくして高い漁獲圧をかける場合は、資源の減少リスクも高くなることに注意が必要である。このようなリスクは可能な限り避ける必要があると考えられる。

検討項目 D

水産庁と道漁連で方法を検討した上で、繰り越しの方法（当初 TAC の何%まで繰り越可能か等）に対する試算・評価を行う。

1. はじめに

本件は、もし、ある年の漁獲可能量の獲り残しを翌年に繰り越して漁獲する制度を導入する場合、繰り越しの上限をどこまで許容するか検討を求められたものである。制度としての導入の可能性を踏まえると、その制度のなかで最も極端な漁獲の仕方を行った場合でも漁獲圧が過剰にならないか、また、資源の維持・回復への悪影響は無いかについて、評価することが必要と考えられる。

最も極端な獲り残し・繰り越しを行う漁獲は、ある年に獲り残した漁獲可能量を、翌年に全て消化する（これをそれぞれ隔年で繰り返す）ことだと考えられる。本資料では、漁獲量を獲り残す割合（当初の TAC とその年に繰り越された漁獲量の総計に対する割合）、および翌年に繰り越せる上限（当初の TAC に対する割合）を将来予測計算において設定し、それぞれ獲り残し割合および繰り越し上限を変えた場合のシミュレーションを行った（図 D-1）。なお、将来予測では、検討項目 A にて更新した再生産関係式と、それに基づく管理基準値案、水準案、および漁獲管理規則案を用いた。

2. 極端な獲り残し・繰り越しを行う場合の影響評価

【方法】

最も極端な獲り残し・繰り越しを行った場合を仮定して、獲り残しを行う年と、前年の獲り残しの繰り越しも含めてすべて漁獲する年とが交互に発生する将来予測を行った。将来予測において、漁獲管理規則案による漁獲が開始される 2021 年漁期から、獲り残し・繰り越しも開始することとした。すなわち、2021 年漁期には獲り残しを行うが、2022 年漁期には獲り残しを行わず、前年からの繰り越し分も合わせて全て漁獲する。翌 2023 年漁期には再び獲り残しを行い、2024 年漁期に同年の当初の漁獲量の予測値と合わせて漁獲する。このような極端な漁獲を繰り返した場合に、すべて漁獲する年（この場合、偶数年）の漁獲圧が最大持続生産量を実現する漁獲圧 (F_{msy}) を超える確率を求めた。また、漁獲管理規則案の運用開始から 10 年後（2031 年漁期）に、親魚量が目標管理基準値案（本系群では SB_{msy} ）を上回る確率、および限界管理基準値案（本系群では観察された過去最小値 151 千トン）を上回る確率について、獲り残し・繰り越しを行わない場合と比較した。この将来予測では、獲り残しが奇数年に行われるため、奇数年にと比べて偶数年の資源量（親魚量）は多くなると考えられる。そのため、2030 年漁期の親魚量が目標管理基準値案や限界管理基準値案を上回る確率についても参考のため検討した。併せて、2021～2031 年漁期に予測される漁獲量の平均値を示した。

なお、将来予測にて検討する獲り残しは、奇数年に予測される漁獲量のうち 0～30% の範囲にて 5% 刻みとした。また、獲り残した漁獲量の繰り越し上限の検討は、その年に漁獲管理規則案にて予測される漁獲量に対し 5～30% の範囲にて 5% 刻みとした。これらの獲り残し・繰り越しの漁獲シナリオの組み合わせについて、漁獲管理規則案に用いる安全係数 β を

0.7～1.0 の範囲にて 0.05 刻みで試行した。試行回数はいずれも 10000 回とした。

【数式】

将来予測における k 回目の試行にて、t 年に漁獲管理規則案で予測される漁獲量を ABC_t^k とし、これに前年からの繰り越し量を加えた漁獲量を ABC_{t+1}^k とする。さらに、t 年の獲り残し割合 (reserve rate) を RR_t とすると、t 年に獲り残す漁獲量は以下で表される；

$$RR_t \times ABC_t^k$$

また、t 年に実際に漁獲する量を GC_t とすると、以下となる；

$$GC_t^k = (1 - RR_t) \times ABC_t^k$$

ここで、t 年の s 歳における漁獲圧は、以下の式を満たす場合の x を探索的に求めて得られる $xF_{s,msy}$ となる。

$$GC_t^k = \sum_{s=S_{min}}^{S_{max}} (1 - \exp(-xF_{s,msy})) \exp\left(-\frac{M_s}{2}\right) N_{s,t}^k v_s$$

なお、 S_{min} は加入年齢、 S_{max} はプラスグループの年齢であり、本系群ではそれぞれ 0 および 10 である。 M_s は s 歳における自然死亡係数、 $N_{s,t}^k$ は k 回目の試行における t 年の s 歳の資源尾数、 v_s は s 歳の個体あたり体重である。 $F_{s,msy}$ は MSY を実現する年齢別の漁獲死亡係数 (F_{msy}) であり、 $xF_{s,msy}$ として推定される漁獲圧は F_{msy} と同じ選択率の下での F となる。

獲り残した漁獲量のうち、翌年 (t+1 年) に繰り越せる漁獲量は以下の条件で得られる値のうち、小さい方とする。ただし、当該値が負となった場合は、繰り越し量は 0 とする。

- ・ $ABC_t^k - GC_t^k$: 漁獲管理規則案で予測される漁獲量に対し、実際の漁獲が少なかった場合、その差が翌年への繰り越し分となる。前年から繰り越してきた漁獲量は更に翌年には繰り越せない。
- ・ $ABC_t^k \times CR_t$: 繰り越し可能な漁獲量の上限は、もともと漁獲管理規則案で予測される漁獲量に対し一定率 (Carry rate, CR_t) までとする。

【結果】

2020 年漁期から 2031 年漁期までの期間で、2021 年漁期から獲り残し割合を 0～30% の範囲で変えた場合の将来予測を行った (図 D-2)。獲り残しは奇数年 (2021、2023、2025、2027、2029 年漁期) に行われ、偶数年 (2022、2024、2026、2028、2030 年漁期) の漁獲量は繰り越された漁獲量を合わせて漁獲するため多くなる。この偶数年に予測される漁獲圧が F_{msy} を上回る確率の平均値を、繰り越し上限の条件ごとに表 D-1 に示す。漁獲管理規則案の安全係数 β 次第では、繰り越し上限によっては漁獲圧が F_{msy} を上回る。漁獲圧が F_{msy} を上回ることを防ぐには、例えば β が 0.8 以下であっても、繰り越し上限は当初の漁獲管理規則案での予測値 (以下、当初値) の 15% までにする必要がある。なお、 β が 0.85 以下であれば当初値の 10% まで、 β が 0.9 以下であれば当初値の 5% までを上限としなければ、漁獲圧が F_{msy} を超える。 β が 0.75 以下であれば当初値の 20% まで、 β が 0.7 以下であれば当初値の 25% まで、翌年に漁獲を繰り越しても漁獲圧は F_{msy} を超えない。

表 D-2 および表 D-3 に、2031 年漁期に親魚量が目標管理基準値案（SBmsy）や限界管理基準値案（過去最小値 151 千トン）を上回る確率について、繰り越し上限の条件ごとに示した。獲り残し・繰り越しを行わない場合と比較すると、繰り越し上限を当初値の 15%とした場合、 β が 0.8 以下であれば、2031 年漁期の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は最大 6%低下し、限界管理基準値案を上回る確率は最大 1%低下する。同様に、繰り越し量の上限が当初値の 10%で β が 0.85 以下であれば、2031 年漁期の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は最大 4%低下し、限界管理基準値案を上回る確率は最大 1%低下する。繰り越し量の上限が当初値の 5%で β が 0.90 以下であれば、2031 年漁期の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は最大 2%低下するが、限界管理基準値案を上回る確率への悪影響は認められない。いずれの場合でも、繰り越し上限が低いほど、管理基準値案を上回る確率への影響は小さい。基本的に漁獲量の繰り越しを行うことは資源状態に対する漁獲管理規則案での漁獲制御の順応性を低下させる影響があり、繰り越し上限は低い方が望ましいといえる。漁獲制御の順応性の低下により、獲り残し・繰り越しを行わない場合と比較して将来に予測される漁獲量の平均値も減少する（表 D-4）。例えば、2021～2031 年漁期に予測される平均漁獲量について、繰り越し上限が当初値の 15%で β が 0.8 の場合では、獲り残し率を 5～30%とすると、獲り残し・繰り越しを行わない場合（獲り残し割合 0%の場合）の平均漁獲量（163 千トン）よりも 1～7 千トン少ない平均漁獲量が予測される。漁獲量を柔軟に繰り越すことが許容される一方で、最終的に得られるやや漁獲量は減少する可能性があることに注意が必要である。

この将来予測では、奇数年の獲り残しにより偶数年の資源量（親魚量）を増大させる効果がある。実際に、2030 年漁期に親魚量が目標管理基準値案や漁獲管理基準値案を上回る確率は、獲り残し・繰り越しを行わない場合と同等か、それ以上の確率となった（表 D-5）。

2030 年漁期および 2031 年漁期のいずれでも、獲り残し割合が高く、かつ、繰り越し上限が低いと、獲り残し・繰り越しを行わない場合よりも親魚量が管理基準値案を上回る確率が高くなる。これは結果的に獲り残しの効果が繰り越しの悪影響を上回り、資源量を増大させたものと解釈される。

3. 獲り残し割合をランダムに変動させた場合の影響評価

【方法】

実際の漁獲においては、獲り残しの割合は年により異なると考えられる。そこで、漁獲管理規則案による漁獲が開始される 2021 年漁期から毎年の獲り残し割合が 0～50%の範囲で一様分布に従いランダムに変化するとした場合に、繰り越し上限の設定による影響を検討した。繰り越し上限の条件は、当初値の 5～30%の範囲にて 5%刻みで設定し、毎年の漁獲圧が F_{msy} を上回る確率を比較した。また、参考のため親魚量が目標管理基準値案を上回る確率、限界管理基準値案を上回る確率、および各年に予測される漁獲量の平均値も比較した。

【結果】

漁獲管理規則案に基づく漁獲を行う 2021 年漁期以降について、漁獲圧が F_{msy} を上回る確率の将来予測結果を表 D-5 に示す。上記 2 で得られた繰り越し上限の検討結果を踏まえ、繰り越し上限を当初値の 15%とした場合の結果に着目すると（図 D-3）、 β が 0.8 以下であ

れば漁獲圧が F_{msy} を超える確率は極めて低い（表 D-6-c）。上記 2 で示した極端な獲り残し・繰り越しでの漁獲の下でも漁獲圧が過大にならない繰り越し上限を設定することで、実際に制度として運用する場合でも資源に対し過剰な漁獲を防ぐ効果が期待されると考えられる。

親魚量が目標管理基準値案および限界管理基準値案を上回る確率を表 D-7 および表 D-8 に、漁獲量の平均値を表 D-9 に示す。また比較のため、獲り残し・繰り越しを行わない場合の結果を表 D-10 に示す（検討項目 A の表 A-6 および A-7(b)を再掲）。両者を比較すると、獲り残し割合が 0~50%の範囲で変動し、繰り越しの上限が当初値の 15%以下で設定された場合の親魚量の将来予測の推移は、獲り残し・繰り越しが無い状態で漁獲管理規則案の β を 0.1~0.2 程度下げた状況に類似する。これは獲り残しによる資源量の増大の効果が予測されたものと言える。予測される漁獲量についても、その平均値は漁獲管理規則案の β を引き下げた場合の結果に類似しており、獲り残し・繰り越しを許容すると漁獲の柔軟性が増えるものの最終的に漁獲量される総量は減少する可能性が考えられる。なお、この将来予測に大きく影響する獲り残し割合の前提条件（0~50%の範囲でランダムに変化）はあくまでも仮想の設定であることに注意が必要である。

4. 結論

ある年の漁獲可能量の獲り残しを翌年に繰り越して漁獲する制度の導入を考えた場合、その制度の下で最も極端な獲り残し・繰り越しを行う漁獲の仕方であっても、漁獲圧が最大持続生産量（MSY）を実現する漁獲圧（ F_{msy} ）を超えないような制限を設けることが必要である。将来予測において上記を満たす制限を検討したところ、漁獲管理規則案の安全係数 β に研究機関会議が推奨する 0.8 を用いる場合には、繰り越しても良い漁獲量は漁獲管理規則案で予測される漁獲量の 15%以下とすることが望ましいと考えられた。望ましい繰り越し上限は漁獲シナリオで選択される β 次第であり、採用する β が大きいほど繰り越し上限は低くする必要がある。

なお、資源評価においては特に直近年の資源量推定値に大きな誤差が生じることもある。そのため、評価の過誤を原因とした過剰漁獲による資源への悪影響を避けるためにも、繰り越し量を決定する際に用いる上限については、「当初の漁獲可能量」に対する割合だけではなく、常に「最新の資源評価結果に基づいた漁獲可能量」に対する割合とすることも検討すべきと考える。

備考

令和 2 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価報告書では、平成 31 年度の研究機関会議で提案した再生産関係式、管理基準値案等に基づいた将来予測結果を掲載している。混乱を防ぐため、検討項目 A および C の内容については、当該資源評価報告書の補足資料に追加することとしたい。

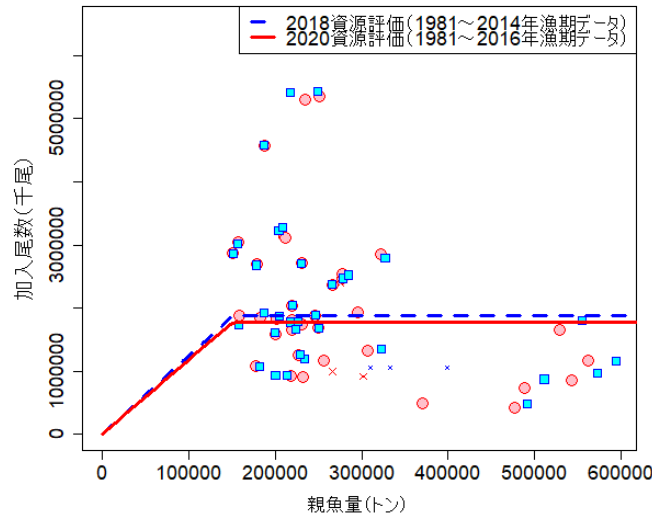


図 A-1. ホッケースティック再生産関係式の推定結果の比較

青四角は令和元年度資源評価での親魚量・加入量、赤丸は令和2年度の資源評価での親魚量・加入量を示す。×印は加入量がコホート解析からの直接推定に依らないため、再生産関係式の推定に用いていない直近3年間のデータである。青破線は平成31年の研究機関会議で提案された関係式、赤実線は令和2年度の資源評価での親魚量・加入量に基づき更新された関係式である。

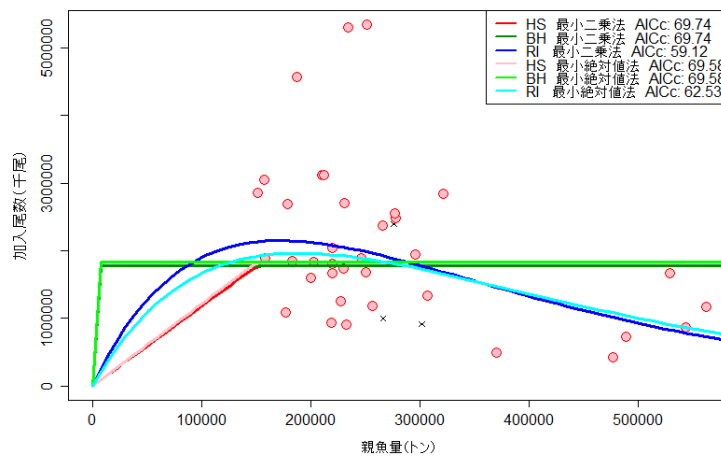


図 A-2. 各再生産関係式の比較

ホッケースティック型 (HS)、リッカー型 (RI)、ベバートン・ホルト型 (BH) の再生産関係式を、最小二乗法および最小絶対値法により当てはめた。図中右上の数値は、補正赤池情報量基準 (AICc) の値である。赤丸は分析に使用した親魚量・加入尾数 (1981～2016 年漁期)、×印はコホート解析からの直接推定に依らないため分析に使用しなかった情報 (2017～2019 年漁期) である。

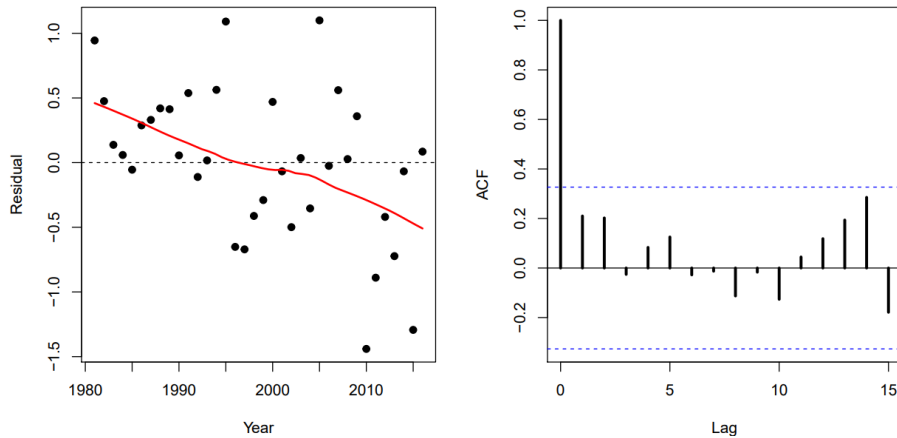


図 A-3. ホッケ－・スティック型再生産関係における残差トレンドと自己相関プロット
 最小二乗法によりホッケ－・スティック型再生産関係式を当てはめた結果に基づく。
 右図の自己相関プロットの青破線は95%信頼区間を示す。

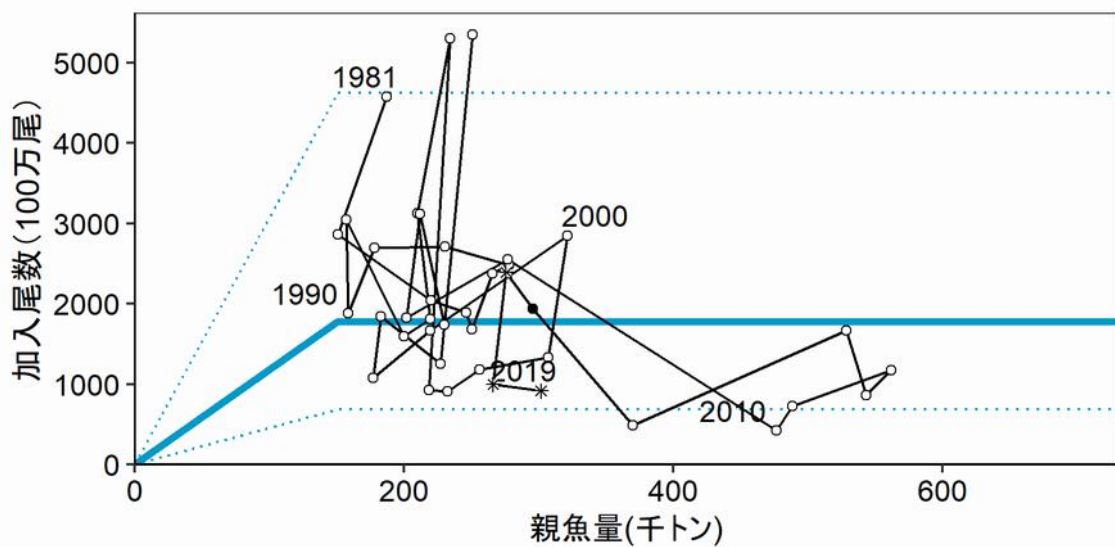


図 A-4. 更新した再生産関係式（親魚量と加入量の関係）

令和2年度の資源評価で推定された1981～2016年漁期の親魚量および加入尾数から推定したホッケ－・スティック型再生産関係式。加入量が調査船調査からの推算値である2017～2019年漁期のデータ（*印）は再生産関係式の推定には用いなかった。今回の資源評価で新たに推定された2016年級群は●で示した。

図中の点線は親魚量と加入量の90%が含まれると推定される範囲である。

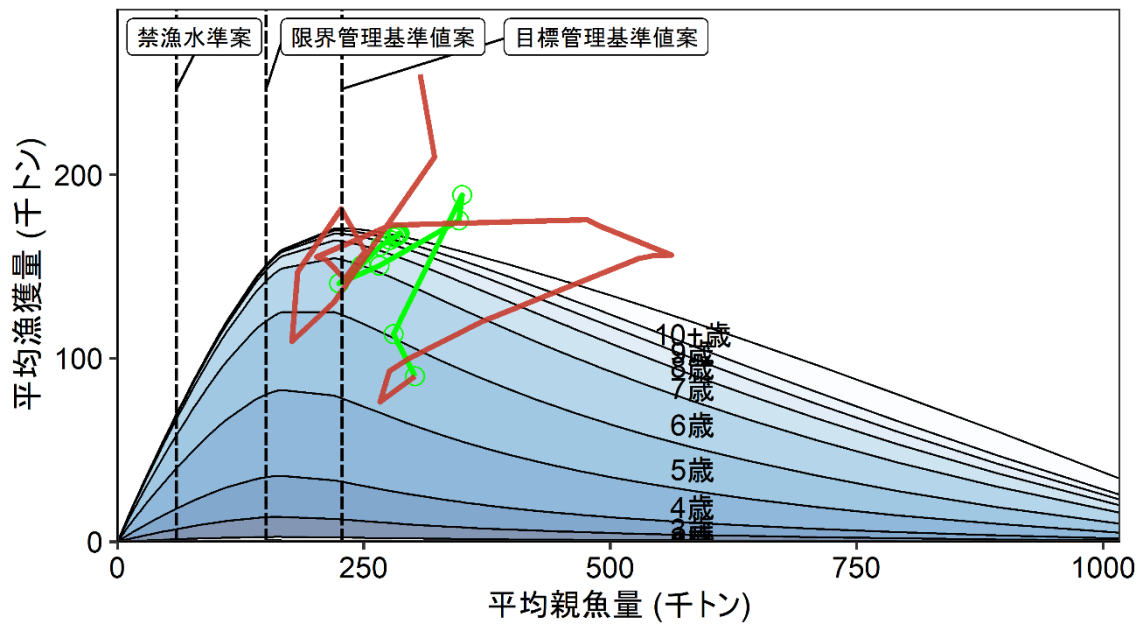
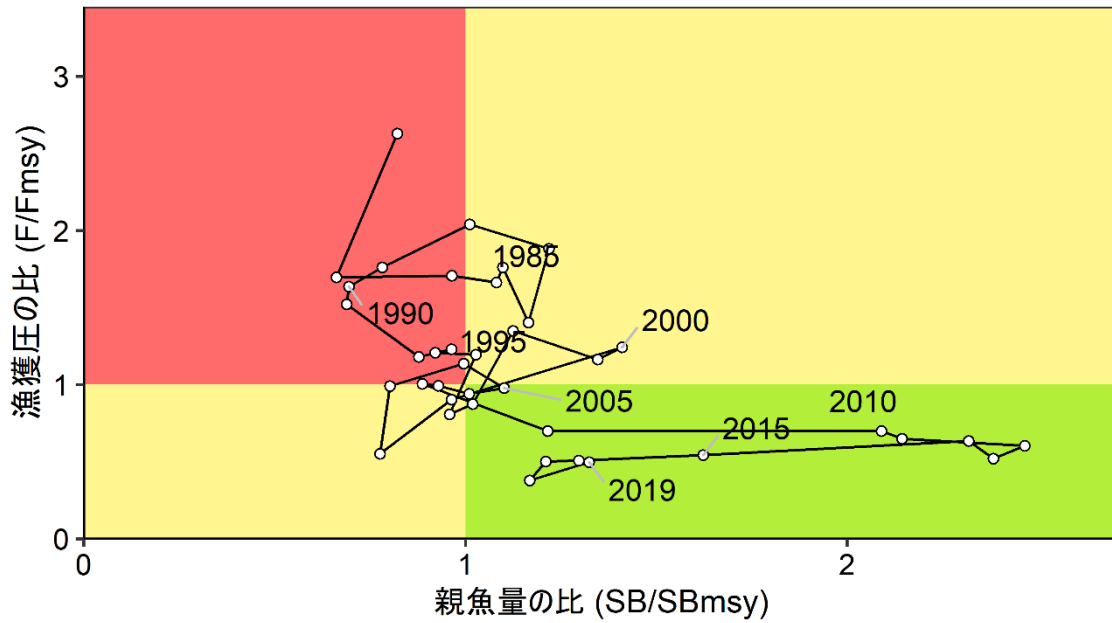


図 A-5. 管理基準値案と年齢別漁獲量曲線の関係

将来予測シミュレーションにおける平衡状態での親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値案の位置関係を示す。赤実線は令和2年度の資源評価により推定された親魚量と漁獲量との関係を、緑実線は提案する管理基準値案に基づく漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$) で漁獲を行った場合の将来予測での平均親魚量と平均漁獲量の推移の一例である。なお、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB0) は 1179 千トンである。

a) 縦軸を F_{msy} と各年の F の比にした場合



b) 縦軸を U_{msy} と各年の U の比にした場合

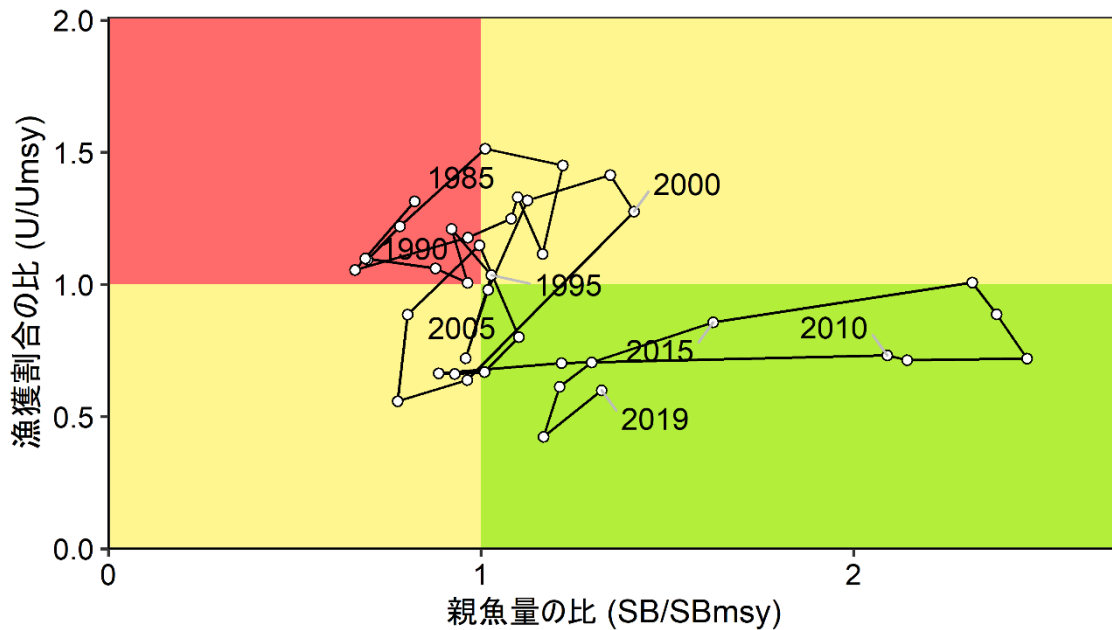


図 A-6. 更新された最大持続生産量に関する管理基準値を基準にした神戸プロット

上図 (図 4a) は最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SB_{msy}) および MSY を実現する漁獲圧 (F_{msy}) に対する親魚量および漁獲圧 (F 値) の関係を、下図 (図 4b) は F 値の代わりに漁獲割合 (U) を用いた場合の関係を示す。

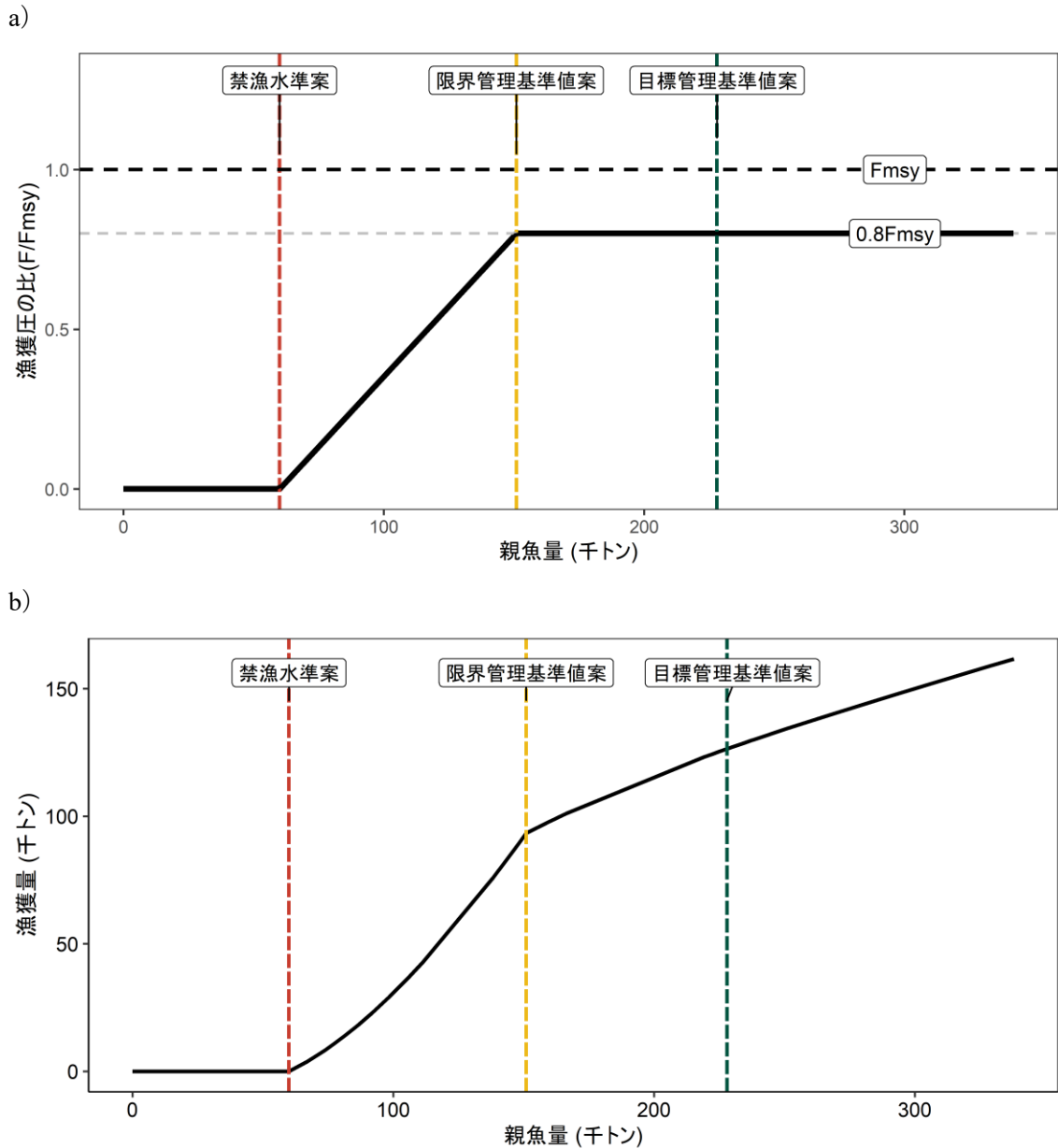


図 A-7. 漁獲管理規則案 (β を 0.8 とした場合のものを示す)

目標管理基準値案はホッケー・スティック再生産関係に基づき算出した SBmsy である。限界管理基準値案は歴史的に観察されたことのある最低親魚量を、禁漁水準案には安全係数 β を 0.8 とした漁獲管理規則案で漁獲を続けた場合に 10 年間で目標管理基準値案へ 50%の確率で回復する閾値を用いている。黒破線は Fmsy、灰色破線は 0.8Fmsy、黒太線は漁獲管理規則案、赤破線は禁漁水準案、黄破線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案をそれぞれ示す。上図 a) が縦軸を漁獲圧にした漁獲管理規則案の模式図を示し、下図 b) では縦軸を漁獲量として、それぞれの親魚量の下で漁獲管理規則案により期待される漁獲量を示した。漁獲する年の年齢組成により漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。

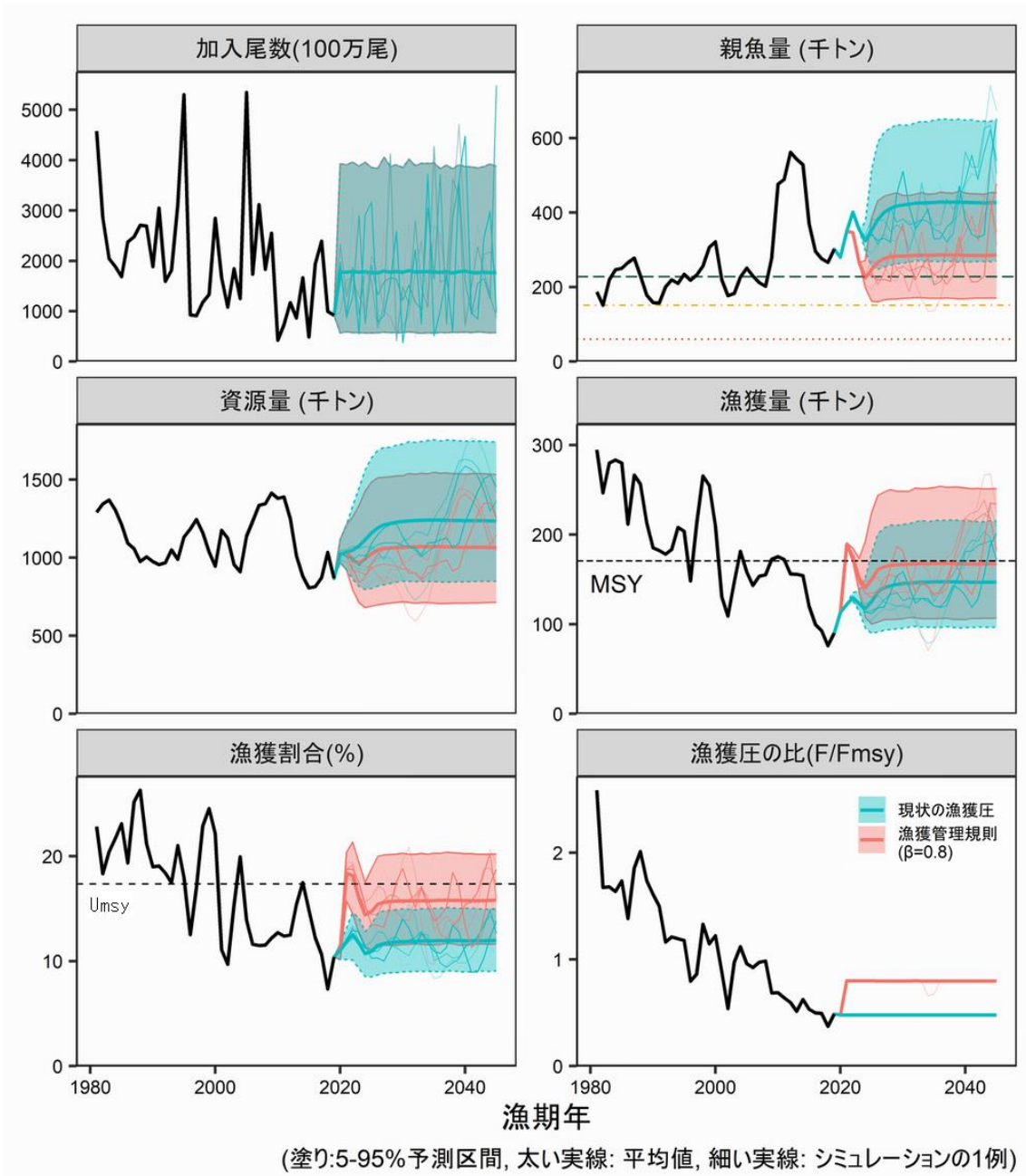


図 A-8. 漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$) を用いた場合と現状の漁獲圧 (F2015-2019*) で漁獲を続けた場合とでの将来予測の比較

太実線は平均値、網掛けは 90%信頼区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄点線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。2020 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2015-2019* : 2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均値) により仮定した。例示に用いた漁獲管理規則案の β は 0.8 である。

表 A-1. 再生産関係式の検討結果

再生産関係式	最適化法	自己 相関	a	b	S.D.	AICc	データ数
ホッケー・スティック	最小二乗法	無	11.795	150,944	0.580	69.74	36
リッカー	最小二乗法	無	33.988	5.82x10 ⁻⁶	0.501	59.12	36
ベバートン・ホルト	最小二乗法	無	1.18x10 ⁷	6.636	0.580	69.74	36
ホッケー・スティック	最小絶対値法	無	12.172	150,944	0.581	69.58	36
リッカー	最小絶対値法	無	28.275	5.30x10 ⁻⁶	0.506	62.53	36
ベバートン・ホルト	最小絶対値法	無	4.44x10 ¹⁹	2.42x10 ¹³	0.581	69.58	36

推奨する再生産関係を太字とした。S.D.は加入のばらつきの大きさをあらわす指標で、対数残差の標準偏差（Standard Deviation、平均二乗誤差の平方根）である。

表 A-2. 各管理基準値案における平衡状態のときの平均親魚量、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB0) に対する比、平均漁獲量、%SPR 換算した漁獲圧、漁獲割合、現状の漁獲圧 (F2015-2019*) に対する努力量の比の関係、および MSY を実現する漁獲圧における年齢別漁獲係数 (Fmsy)

項目	説明	親魚量 (千トン)	SB0 に 対する比	漁獲量 (千トン)	漁獲圧 (%SPR)	漁獲 割合	努力量 の比
目標管理 基準値案	MSY を実現する 親魚量 (SBmsy)	228	0.193	171	19.7	0.17	2.08
限界管理 基準値案	これまで観測された 最小親魚量 (SBmin)	151	0.128	151	15.2	0.19	2.71
禁漁水準案	漁獲管理規則案 (β=0.8) で 漁獲しながら 50% の確率で 10 年後に目標管理基準値案 に回復する親魚量の閾値	60	0.051	70	13.2	0.20	3.10
—	漁獲管理規則案 (β=0.8) で 漁獲しながら 50% の確率で 10 年後に限界管理基準値案 に回復する親魚量の閾値	30	0.025	36	12.6	0.21	3.22
MSY を実現 する漁獲圧 (Fmsy)	(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10+ 歳) = (0.009, 0.017, 0.067, 0.124, 0.326, 0.565, 0.805, 0.670, 0.637, 0.717, 0.717)						

F2015-2019*は 2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均値である。

表 A-3. MSY 管理基準値の計算および将来予測で用いたパラメータ

年齢	自然死亡 係数	成熟率	平均重量 (g)	選択率	現状の漁獲圧 (F2015-2019*)
0	0.40	0.0	44	0.010	0.004
1	0.35	0.0	107	0.020	0.008
2	0.30	0.0	218	0.083	0.032
3	0.25	0.0	360	0.154	0.059
4	0.25	0.2	475	0.404	0.156
5	0.25	0.8	563	0.701	0.271
6	0.25	0.9	642	1.000	0.386
7	0.25	1.0	698	0.832	0.321
8	0.25	1.0	726	0.791	0.306
9	0.25	1.0	756	0.891	0.344
10+	0.25	1.0	819	0.891	0.344

F2015-2019*は 2015～2019 年漁期の F 値の年齢別平均値である。

表 A-4. 禁漁水準候補ごとの 10 年後に親魚量が目標管理基準を上回る確率

禁漁水準が低い場合、回復期間の漁獲圧も下げる（小さい β とする）必要がある。

β は 0～1 の間を 0.1 刻みで検討した。 (%)

回復開始時点の親魚量（禁漁水準の候補：1000トン）																														
β	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
1.0	0	0	1	2	5	8	11	15	20	23	27	30	34	36	38	41	42	44	46	47	49	50	51	52	53	55	55	56	57	57
0.9	0	0	1	3	7	11	17	22	27	32	36	40	44	47	49	51	54	56	58	60	61	63	64	65	66	67	67	69	69	70
0.8	0	0	2	5	10	17	24	30	36	42	47	51	55	58	61	64	66	69	71	72	74	75	77	77	78	79	80	81	81	81
0.7	0	0	3	7	15	23	32	40	47	53	58	63	66	70	73	76	78	80	82	84	85	86	87	88	89	89	89	90	90	91
0.6	0	1	4	11	21	32	42	50	58	64	69	74	77	81	83	86	88	90	91	92	93	94	94	95	95	96	96	96	96	96
0.5	0	1	6	16	30	42	52	61	69	74	79	83	86	89	91	93	95	96	96	97	97	97	98	98	98	98	99	99	99	99
0.4	0	2	9	24	39	52	63	71	78	83	87	90	93	95	96	97	98	98	99	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100
0.3	0	3	14	33	49	63	73	80	86	90	93	95	97	98	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	0	4	20	42	60	73	81	87	92	95	97	98	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	0	6	30	54	70	81	88	93	96	98	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	0	10	40	64	79	87	93	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 A-5. 禁漁水準候補ごとの 10 年後に親魚量が限界管理基準を上回る確率

禁漁水準が低い場合、回復期間の漁獲圧も下げる（小さい β とする）必要がある。

β は 0~1 の間を 0.1 刻みで検討した。 (％)

回復開始時点の親魚量（禁漁水準の候補：1000トン）																														
β	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
1.0	0	2	10	20	31	41	49	56	62	67	72	76	79	82	84	87	88	89	91	92	93	94	94	95	95	96	96	96	97	97
0.9	0	3	13	26	38	49	57	64	70	76	80	83	86	88	90	92	93	94	95	96	96	97	97	97	98	98	98	98	98	99
0.8	0	4	17	32	46	57	65	73	78	83	86	89	91	93	95	96	96	97	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0.7	0	6	22	39	54	65	74	80	85	88	91	94	95	96	97	98	98	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	0	8	28	47	62	73	80	86	90	93	95	97	98	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	0	11	35	55	70	79	86	91	94	96	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	1	15	43	63	77	85	91	95	97	98	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	1	20	50	71	83	90	95	97	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	1	26	59	77	88	94	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	2	33	66	83	92	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	2	40	73	88	95	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 A-6. 親魚量が目標管理基準値案 (a)、限界管理基準値案 (b) を上回る確率

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2015-2019*) により仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

なお、F2015-2019*は 2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均値である。

(a) 親魚量が目標管理基準値案を上回る確率

(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	100	100	100	100	0	5	28	38	43	45	45	44	44	45	45
0.9	100	100	100	100	100	13	38	50	55	57	58	58	58	59	58
0.8	100	100	100	100	100	33	52	63	68	70	71	72	72	72	73
0.7	100	100	100	100	100	88	70	76	80	83	84	84	85	85	86
0.6	100	100	100	100	100	100	88	89	91	92	93	94	94	94	95
0.5	100	100	100	100	100	100	99	97	98	98	98	98	98	98	99
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2015-2019*	100	100	100	100	100	100	100	98	98	99	99	99	99	99	99

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率

(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	100	100	100	100	100	100	81	88	90	91	90	91	91	91	91
0.9	100	100	100	100	100	100	91	93	95	95	95	95	96	96	96
0.8	100	100	100	100	100	100	98	97	98	98	98	98	98	98	98
0.7	100	100	100	100	100	100	100	99	99	100	99	99	99	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2015-2019*	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 A-7. 将来の親魚量 (a) および漁獲量 (b) の平均値の推移

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2015-2019*) により仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

なお、F2015-2019*は 2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均値である。

(a) 親魚量の平均値

(千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	302	280	350	317	224	183	205	223	231	233	234	232	232	233	234
0.9	302	280	350	331	244	202	224	243	252	255	256	255	256	257	258
0.8	302	280	350	346	266	225	247	267	277	281	284	284	284	285	286
0.7	302	280	350	362	290	251	274	296	308	313	316	317	318	319	320
0.6	302	280	350	379	317	281	306	330	345	352	357	358	359	362	362
0.5	302	280	350	397	348	317	345	372	390	400	406	409	411	414	415
0.4	302	280	350	416	381	358	391	423	447	460	469	473	476	483	483
0.3	302	280	350	436	419	407	446	486	517	536	549	556	562	573	573
0.2	302	280	350	457	461	464	515	565	607	634	654	667	677	699	699
0.1	302	280	350	479	508	532	598	665	723	763	795	818	835	884	884
0.0	302	280	350	502	560	613	702	792	876	938	989	1030	1063	1174	1180
F2015-2019*	302	280	350	401	354	324	353	382	401	411	418	421	423	427	427

※ 黄色網掛けは目標管理基準値案を下回ることを示す。

(b) 漁獲量の平均値

(千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	90	113	226	193	158	148	156	168	172	172	172	171	172	172	173
0.9	90	113	208	185	155	145	154	165	168	170	170	170	170	170	171
0.8	90	113	189	175	151	141	150	161	164	166	166	167	167	167	168
0.7	90	113	169	163	145	136	145	155	159	161	162	162	163	163	163
0.6	90	113	148	150	136	129	137	148	152	154	155	156	156	157	157
0.5	90	113	127	133	126	120	128	139	143	145	147	147	148	149	149
0.4	90	113	104	114	111	108	115	126	130	133	135	136	137	138	138
0.3	90	113	80	92	93	91	98	108	113	116	118	119	120	122	122
0.2	90	113	54	66	69	69	75	84	88	91	93	95	96	99	99
0.1	90	113	28	35	39	40	44	49	53	55	57	58	59	62	62
0.0	90	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2015-2019*	90	113	122	130	123	117	125	136	141	143	144	145	146	147	147

表 C-1. 親魚量が目標管理基準値案 (a)、限界管理基準値案 (b) を上回る確率
 β を 0.91~0.99 の間を 0.01 刻みで変更した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2015-2019*) により仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。
 なお、F2015-2019* は 2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均値である。

(a) 親魚量が目標管理基準値案を上回る確率

(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
0.99	100	100	100	100	0	5	29	39	44	46	47	46	46	47	47
0.98	100	100	100	100	0	6	30	40	45	47	48	47	47	48	48
0.97	100	100	100	100	100	6	31	41	47	48	49	49	48	49	49
0.96	100	100	100	100	100	7	32	43	48	49	50	50	49	50	50
0.95	100	100	100	100	100	8	33	44	49	50	51	51	51	51	52
0.94	100	100	100	100	100	9	34	45	50	51	52	52	52	53	53
0.93	100	100	100	100	100	9	35	46	51	53	54	54	54	54	55
0.92	100	100	100	100	100	10	36	47	52	54	55	55	55	55	56
0.91	100	100	100	100	100	11	37	48	53	55	56	57	57	57	57

(b) 親魚量が限界管理基準値案を上回る確率

(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
0.99	100	100	100	100	100	100	82	88	91	91	91	91	92	91	92
0.98	100	100	100	100	100	100	83	89	91	92	92	92	92	92	92
0.97	100	100	100	100	100	100	84	89	92	92	92	92	93	92	93
0.96	100	100	100	100	100	100	85	90	92	92	93	93	93	93	93
0.95	100	100	100	100	100	100	86	90	93	93	93	93	94	93	94
0.94	100	100	100	100	100	100	87	91	93	93	93	94	94	94	94
0.93	100	100	100	100	100	100	88	92	94	94	94	94	95	94	95
0.92	100	100	100	100	100	100	89	92	94	94	94	95	95	95	95
0.91	100	100	100	100	100	100	90	93	95	95	95	95	95	95	96

表 C-2. 将来の親魚量 (a) および漁獲量 (b) の平均値の推移

β を 0~1.0 で変更した場合および現状の漁獲圧を継続した場合の将来予測の結果を示す。2020 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2015-2019*) により仮定した。2021 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。

なお、F2015-2019*は 2015~2019 年漁期の F 値の年齢別平均値である。

(a) 親魚量の平均値

(千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
0.99	302	280	350	318	226	185	207	225	233	235	236	234	234	235	236
0.98	302	280	350	319	228	187	209	227	235	237	238	236	236	237	238
0.97	302	280	350	321	230	189	210	229	237	239	240	238	238	240	241
0.96	302	280	350	322	232	190	212	231	239	241	242	241	241	242	243
0.95	302	280	350	324	234	192	214	233	241	244	245	243	243	244	245
0.94	302	280	350	325	236	194	216	234	243	246	247	245	245	247	248
0.93	302	280	350	327	238	196	218	236	245	248	249	248	248	249	250
0.92	302	280	350	328	240	198	220	239	247	250	251	250	250	252	253
0.91	302	280	350	330	242	200	222	241	249	253	254	253	253	254	255

※ 黄色網掛けは目標管理基準値案を下回ることを示す。

(b) 漁獲量の平均値

(千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
0.99	90	113	224	192	158	148	156	168	171	172	172	171	172	172	173
0.98	90	113	222	192	157	147	155	168	171	172	171	171	171	172	172
0.97	90	113	220	191	157	147	155	168	171	172	171	171	171	172	172
0.96	90	113	219	190	157	147	155	167	170	171	171	171	171	171	172
0.95	90	113	217	189	156	146	155	167	170	171	171	171	171	171	172
0.94	90	113	215	188	156	146	155	167	170	171	171	170	171	171	172
0.93	90	113	213	188	156	146	155	166	169	170	170	170	171	171	172
0.92	90	113	211	187	156	145	155	166	169	170	170	170	170	171	171
0.91	90	113	210	186	155	145	154	165	169	170	170	170	170	170	171

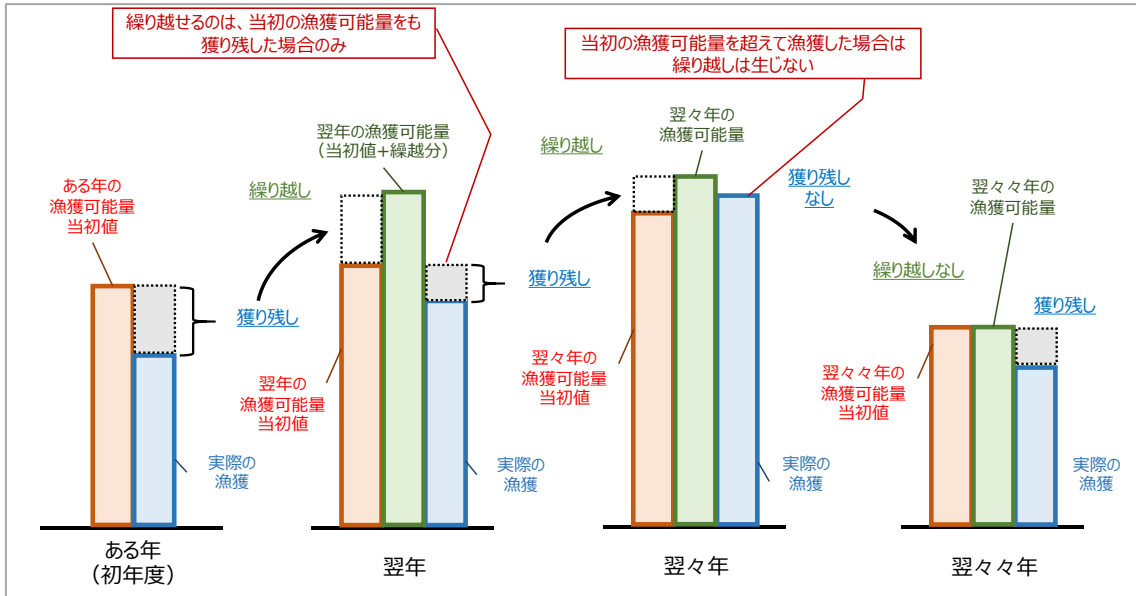


図 D-1. 漁獲可能量の獲り残しと繰り越しのイメージ図

想定される「獲り残し」とは、漁獲管理規則案にて定められた漁獲可能量の当初値に対し、実際の漁獲がこれに満たなかった場合の未消化分である。この獲り残しが翌年の漁獲可能量の当初値に加わり、その年の漁獲可能量となる。この漁獲可能量に対し獲り残しが生じても、さらに翌年に繰り越せるのは、その年の漁獲可能量の当初値との差に相当する部分のみである。「繰り越し上限」は、隔年において漁獲可能量の当初値を基準とした割合として定める。

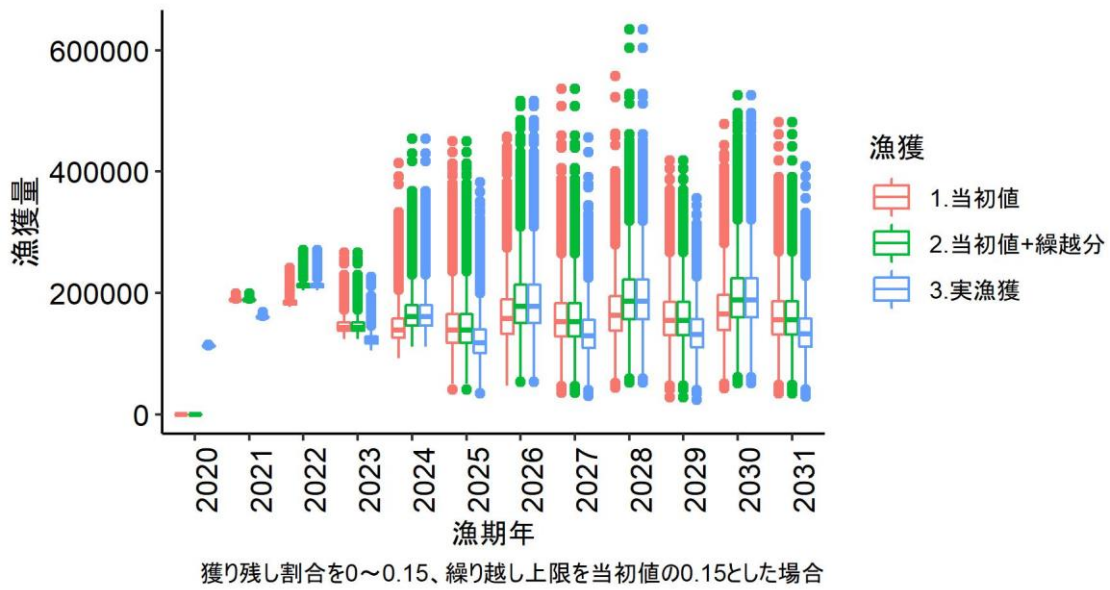


図 D-2. 極端な獲り残し・繰り越しを行う将来予測にて予測される漁獲量の一例（漁獲管理規則案に用いる安全係数 β は 0.8 とした）

2021年漁期以降、奇数年は漁獲可能量の15%の獲り残しを行い、偶数年には前年の獲り残しと合わせて漁獲可能量を全て漁獲するとした。繰り越しの上限は当初の漁獲可能量の15%とした。

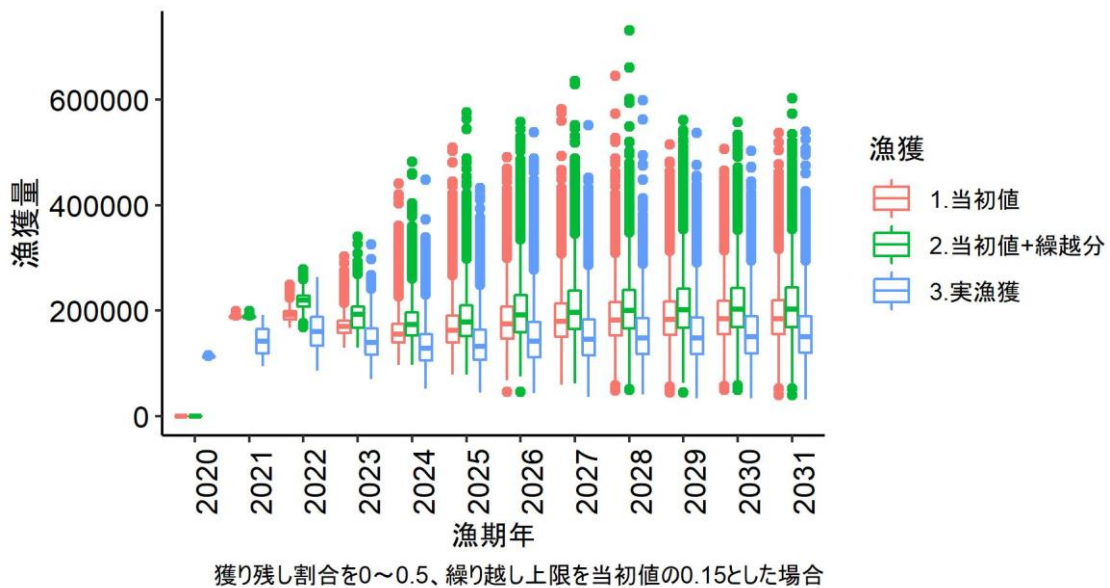


図 D-3. 獲り残し割合をランダムとした場合の将来予測にて予測される漁獲量の一例（漁獲管理規則案に用いる安全係数 β は 0.8 とした）

2021年漁期以降、漁獲可能量の0~50%の獲り残しを行った。繰り越しの上限は当初の漁獲可能量の15%とした。

表 D-1. 極端な獲り残し・繰り越しを行う将来予測（2031 年漁期まで）にて、偶数年に予測される漁獲圧が最大持続生産量を実現する漁獲圧（Fmsy）を上回る確率の平均値
 獲り残し割合（0～30%）と安全係数 β の条件（0.7～1.0）とでの組み合わせの結果を繰り越し上限の設定ごとに示す。Fmsy を上回る確率が高いほど濃い網掛けとした。
 （単位は%）

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	46	96	97	97	98	99	99
0.95	0	85	85	86	85	85	84
0.9	0	0	0	0	0	0	0
0.85	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	46	96	97	98	98	99	99
0.95	0	85	97	98	98	99	99
0.9	0	0	78	77	76	75	74
0.85	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	46	96	97	98	99	99	99
0.95	0	85	97	98	99	99	99
0.9	0	0	78	97	98	98	99
0.85	0	0	0	65	63	61	59
0.8	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	46	96	97	98	99	99	99
0.95	0	85	97	98	99	99	99
0.9	0	0	78	97	99	99	99
0.85	0	0	0	65	96	97	97
0.8	0	0	0	0	47	45	42
0.75	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	46	96	97	98	99	99	99
0.95	0	85	97	98	99	99	99
0.9	0	0	78	97	99	99	99
0.85	0	0	0	65	96	98	99
0.8	0	0	0	0	47	89	89
0.75	0	0	0	0	0	14	11
0.7	0	0	0	0	0	0	0

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	46	96	97	98	99	99	99
0.95	0	85	97	98	99	99	99
0.9	0	0	78	97	99	99	99
0.85	0	0	0	65	96	98	99
0.8	0	0	0	0	47	89	98
0.75	0	0	0	0	0	14	69
0.7	0	0	0	0	0	0	3

表 D-2. 極端な獲り残し・繰り越しを行う将来予測にて、2031年漁期に親魚量が目標管理基準値案 (SBmsy) を上回る確率 (左列) と、獲り残し無しの場合との差 (右列)

獲り残し割合 (0~30%) と安全係数 β の条件 (0.7~1.0) とでの組み合わせの結果を繰り越し上限の設定ごとに示す。獲り残し無しの場合を上回るものを網掛けとした。

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

(単位は%)

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	45	43	46	49	51	54	58
0.95	51	49	52	55	58	61	64
0.9	58	56	59	62	65	68	71
0.85	65	63	66	69	72	74	77
0.8	73	71	74	76	78	80	83
0.75	79	78	80	82	84	86	87
0.7	85	84	86	87	89	90	92

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	1	4	6	9	13
0.95	0	-2	1	4	7	10	13
0.9	0	-2	1	4	7	10	13
0.85	0	-2	1	4	7	9	12
0.8	0	-2	1	3	5	7	10
0.75	0	-1	1	3	5	7	8
0.7	0	-1	1	2	4	5	7

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	45	43	40	43	46	49	52
0.95	51	49	47	50	53	56	59
0.9	58	56	54	57	60	62	65
0.85	65	63	61	64	67	70	72
0.8	73	71	69	72	74	76	79
0.75	79	78	76	78	80	83	85
0.7	85	84	83	84	86	88	89

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-5	-2	1	4	7
0.95	0	-2	-4	-1	2	5	8
0.9	0	-2	-4	-1	2	4	7
0.85	0	-2	-4	-1	2	5	7
0.8	0	-2	-4	-1	1	3	6
0.75	0	-1	-3	-1	1	4	6
0.7	0	-1	-2	-1	1	3	4

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	45	43	40	38	41	44	47
0.95	51	49	47	45	48	51	53
0.9	58	56	54	52	55	58	60
0.85	65	63	61	59	62	65	68
0.8	73	71	69	67	70	72	75
0.75	79	78	76	75	77	79	81
0.7	85	84	83	81	83	85	87

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-5	-7	-4	-1	2
0.95	0	-2	-4	-6	-3	0	2
0.9	0	-2	-4	-6	-3	0	2
0.85	0	-2	-4	-6	-3	0	3
0.8	0	-2	-4	-6	-3	-1	2
0.75	0	-1	-3	-4	-2	0	2
0.7	0	-1	-2	-4	-2	0	2

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	45	43	40	38	36	39	42
0.95	51	49	47	45	43	46	48
0.9	58	56	54	52	50	53	56
0.85	65	63	61	59	58	60	63
0.8	73	71	69	67	65	68	70
0.75	79	78	76	75	73	76	77
0.7	85	84	83	81	80	82	84

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-5	-7	-9	-6	-3
0.95	0	-2	-4	-6	-8	-5	-3
0.9	0	-2	-4	-6	-8	-5	-2
0.85	0	-2	-4	-6	-7	-5	-2
0.8	0	-2	-4	-6	-8	-5	-3
0.75	0	-1	-3	-4	-6	-3	-2
0.7	0	-1	-2	-4	-5	-3	-1

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	45	43	40	38	36	34	37
0.95	51	49	47	45	43	41	44
0.9	58	56	54	52	50	48	51
0.85	65	63	61	59	58	56	59
0.8	73	71	69	67	65	63	66
0.75	79	78	76	75	73	71	74
0.7	85	84	83	81	80	79	81

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-5	-7	-9	-11	-8
0.95	0	-2	-4	-6	-8	-10	-7
0.9	0	-2	-4	-6	-8	-10	-7
0.85	0	-2	-4	-6	-7	-9	-6
0.8	0	-2	-4	-6	-8	-10	-7
0.75	0	-1	-3	-4	-6	-8	-5
0.7	0	-1	-2	-4	-5	-6	-4

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	45	43	40	38	36	34	32
0.95	51	49	47	45	43	41	39
0.9	58	56	54	52	50	48	46
0.85	65	63	61	59	58	56	54
0.8	73	71	69	67	65	63	61
0.75	79	78	76	75	73	71	70
0.7	85	84	83	81	80	79	77

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-5	-7	-9	-11	-13
0.95	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12
0.9	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12
0.85	0	-2	-4	-6	-7	-9	-11
0.8	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12
0.75	0	-1	-3	-4	-6	-8	-9
0.7	0	-1	-2	-4	-5	-6	-8

表 D-3. 極端な獲り残し・繰り越しを行う将来予測にて、2031 年漁期に親魚量が限界管理基準値案（151 千トン）を上回る確率（左列）と、獲り残し無しの場合との差（右列）
 獲り残し割合（0~30%）と安全係数βの条件（0.7~1.0）とでの組み合わせの結果を繰り越し上限の設定ごとに示す。獲り残し無しの場合を上回るものを網掛けとした。

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

(単位は%)

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	89	91	92	93	94	95
0.95	93	92	93	94	95	96	97
0.9	95	95	96	96	97	98	98
0.85	97	97	97	98	98	99	99
0.8	98	98	99	99	99	99	99
0.75	99	99	99	99	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	0	1	2	3	4
0.95	0	-1	0	1	2	3	4
0.9	0	0	1	1	2	3	3
0.85	0	0	0	1	1	2	2
0.8	0	0	1	1	1	1	1
0.75	0	0	0	0	1	1	1
0.7	0	0	0	0	0	0	0

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	89	88	89	91	92	93
0.95	93	92	91	92	93	94	95
0.9	95	95	94	95	96	96	97
0.85	97	97	96	97	97	98	98
0.8	98	98	98	98	99	99	99
0.75	99	99	99	99	99	99	100
0.7	100	100	99	100	100	100	100

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-3	-2	0	1	2
0.95	0	-1	-2	-1	0	1	2
0.9	0	0	-1	0	1	1	2
0.85	0	0	-1	0	0	1	1
0.8	0	0	0	0	1	1	1
0.75	0	0	0	0	0	0	1
0.7	0	0	-1	0	0	0	0

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	89	88	86	88	89	91
0.95	93	92	91	90	91	93	94
0.9	95	95	94	93	94	95	96
0.85	97	97	96	96	96	97	98
0.8	98	98	98	97	98	98	99
0.75	99	99	99	99	99	99	99
0.7	100	100	99	99	99	100	100

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-3	-5	-3	-2	0
0.95	0	-1	-2	-3	-2	0	1
0.9	0	0	-1	-2	-1	0	1
0.85	0	0	-1	-1	-1	0	1
0.8	0	0	0	-1	0	0	1
0.75	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	-1	-1	-1	0	0

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	89	88	86	84	86	88
0.95	93	92	91	90	89	90	91
0.9	95	95	94	93	92	93	94
0.85	97	97	96	96	95	96	96
0.8	98	98	98	97	97	98	98
0.75	99	99	99	99	98	99	99
0.7	100	100	99	99	99	99	99

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-3	-5	-7	-5	-3
0.95	0	-1	-2	-3	-4	-3	-2
0.9	0	0	-1	-2	-3	-2	-1
0.85	0	0	-1	-1	-2	-1	-1
0.8	0	0	0	-1	-1	0	0
0.75	0	0	0	0	-1	0	0
0.7	0	0	-1	-1	-1	-1	-1

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	89	88	86	84	83	85
0.95	93	92	91	90	89	87	89
0.9	95	95	94	93	92	91	92
0.85	97	97	96	96	95	94	95
0.8	98	98	98	97	97	97	97
0.75	99	99	99	99	98	98	98
0.7	100	100	99	99	99	99	99

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-3	-5	-7	-8	-6
0.95	0	-1	-2	-3	-4	-6	-4
0.9	0	0	-1	-2	-3	-4	-3
0.85	0	0	-1	-1	-2	-3	-2
0.8	0	0	0	-1	-1	-1	-1
0.75	0	0	0	0	-1	-1	-1
0.7	0	0	-1	-1	-1	-1	-1

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	89	88	86	84	83	81
0.95	93	92	91	90	89	87	86
0.9	95	95	94	93	92	91	90
0.85	97	97	96	96	95	94	93
0.8	98	98	98	97	97	97	96
0.75	99	99	99	99	98	98	98
0.7	100	100	99	99	99	99	99

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	0	-2	-3	-5	-7	-8	-10
0.95	0	-1	-2	-3	-4	-6	-7
0.9	0	0	-1	-2	-3	-4	-5
0.85	0	0	-1	-1	-2	-3	-4
0.8	0	0	0	-1	-1	-1	-2
0.75	0	0	0	0	-1	-1	-1
0.7	0	0	-1	-1	-1	-1	-1

表 D-4. 極端な獲り残し・繰り越しを行う将来予測（2031 年漁期まで）にて、2021～2031 年漁期に予測される平均漁獲量の年平均値

獲り残し割合（0～30%）と安全係数 β の条件（0.7～1.0）とでの組み合わせの結果を繰り越し上限の設定ごとに示す。平均漁獲量が多いほど濃い網掛けとした。

（単位は千トン）

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	173	172	171	169	168	166	164
0.95	171	170	169	167	165	163	161
0.9	169	168	166	165	163	161	159
0.85	166	165	164	162	160	158	156
0.8	163	163	161	159	157	155	153
0.75	160	159	157	155	153	151	149
0.7	156	155	154	152	149	147	145

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	173	172	172	170	169	167	165
0.95	171	170	170	168	166	165	163
0.9	169	168	168	166	164	162	160
0.85	166	165	165	163	161	159	157
0.8	163	163	162	160	158	156	154
0.75	160	159	159	157	155	153	151
0.7	156	155	155	153	151	149	147

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	173	172	172	171	170	168	166
0.95	171	170	170	169	168	166	164
0.9	169	168	168	167	165	163	162
0.85	166	165	165	164	163	161	159
0.8	163	163	162	161	160	158	156
0.75	160	159	159	158	156	154	152
0.7	156	155	155	154	152	150	148

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	173	172	172	171	170	169	167
0.95	171	170	170	169	169	167	165
0.9	169	168	168	167	166	165	163
0.85	166	165	165	164	164	162	160
0.8	163	163	162	161	161	159	157
0.75	160	159	159	158	158	156	154
0.7	156	155	155	154	154	152	150

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	173	172	172	171	170	170	168
0.95	171	170	170	169	169	168	166
0.9	169	168	168	167	166	166	164
0.85	166	165	165	164	164	163	161
0.8	163	163	162	161	161	160	159
0.75	160	159	159	158	158	157	155
0.7	156	155	155	154	154	153	151

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	173	172	172	171	170	170	169
0.95	171	170	170	169	169	168	167
0.9	169	168	168	167	166	166	165
0.85	166	165	165	164	164	163	163
0.8	163	163	162	161	161	160	160
0.75	160	159	159	158	158	157	157
0.7	156	155	155	154	154	153	153

表 D-5. 極端な獲り残し・繰り越しを行う将来予測にて、2030 年漁期に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率（左列）と、限界管理基準値案を上回る確率（右列）

獲り残し割合（0～30%）と安全係数 β の条件（0.7～1.0）とでの組み合わせの結果を繰り越し上限の設定ごとに示す。獲り残し無しの場合を上回るものを網掛けとした。

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

(単位は%)

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	44	46	51	56	61	67	72
0.95	51	53	58	63	68	73	77
0.9	57	59	64	69	74	78	81
0.85	65	67	71	75	79	82	86
0.8	72	74	77	81	84	87	90
0.75	79	80	83	86	89	91	93
0.7	84	85	88	90	92	94	95

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	91	92	94	95	97	98	98
0.95	93	94	96	97	98	98	99
0.9	95	96	97	98	99	99	99
0.85	97	98	98	99	99	99	100
0.8	98	99	99	99	100	100	100
0.75	99	99	99	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	44	46	48	53	58	63	68
0.95	51	53	55	59	64	70	74
0.9	57	59	61	66	71	75	79
0.85	65	67	68	73	77	80	83
0.8	72	74	75	79	82	85	88
0.75	79	80	81	84	87	89	91
0.7	84	85	86	89	91	93	94

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	92	92	92	94	96	97	98
0.95	94	94	95	96	97	98	99
0.9	96	96	97	97	98	99	99
0.85	98	98	98	98	99	99	100
0.8	99	99	99	99	99	100	100
0.75	99	99	99	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	44	46	48	50	55	60	65
0.95	51	53	55	56	61	66	71
0.9	57	59	61	63	68	73	76
0.85	65	67	68	70	74	78	81
0.8	72	74	75	76	80	83	86
0.75	79	80	81	82	85	87	90
0.7	84	85	86	87	89	91	93

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	92	92	92	93	95	96	98
0.95	94	94	95	95	97	98	98
0.9	96	96	97	97	98	98	99
0.85	98	98	98	98	99	99	99
0.8	99	99	99	99	99	99	100
0.75	99	99	99	99	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	44	46	48	50	51	57	61
0.95	51	53	55	56	58	63	68
0.9	57	59	61	63	65	69	74
0.85	65	67	68	70	72	75	79
0.8	72	74	75	76	77	81	84
0.75	79	80	81	82	83	86	88
0.7	84	85	86	87	88	90	92

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	92	92	92	93	94	96	97
0.95	94	94	95	95	96	97	98
0.9	96	96	97	97	97	98	99
0.85	98	98	98	98	98	99	99
0.8	99	99	99	99	99	99	100
0.75	99	99	99	99	99	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	44	46	48	50	51	53	58
0.95	51	53	55	56	58	60	64
0.9	57	59	61	63	65	66	71
0.85	65	67	68	70	72	73	76
0.8	72	74	75	76	77	79	82
0.75	79	80	81	82	83	84	86
0.7	84	85	86	87	88	88	90

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	92	92	92	93	94	95	96
0.95	94	94	95	95	96	96	97
0.9	96	96	97	97	97	98	98
0.85	98	98	98	98	98	98	99
0.8	99	99	99	99	99	99	99
0.75	99	99	99	99	99	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	44	46	48	50	51	53	55
0.95	51	53	55	56	58	60	61
0.9	57	59	61	63	65	66	68
0.85	65	67	68	70	72	73	74
0.8	72	74	75	76	77	79	80
0.75	79	80	81	82	83	84	84
0.7	84	85	86	87	88	88	89

β	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
1	92	92	92	93	94	95	95
0.95	94	94	95	95	96	96	97
0.9	96	96	97	97	97	98	98
0.85	98	98	98	98	98	98	99
0.8	99	99	99	99	99	99	99
0.75	99	99	99	99	99	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100

表 D-6. 獲り残し割合を 0~50%の範囲でランダムに変化させた将来予測にて、各年の漁獲圧が最大持続生産量を実現する漁獲圧 (Fmsy) を上回る確率

安全係数 β を 0.7~1.0 の範囲にて 0.05 刻みで検討した漁獲シナリオについて、繰り越し上限の設定ごとの結果を示す。Fmsy を上回る確率が高いほど濃い網掛けとした。

(単位は%)

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	0	9	10	8	8	7	8	8	8	8	9
0.95	0	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2
0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	0	17	15	14	14	13	13	14	14	13	14
0.95	0	10	9	8	7	7	7	8	8	8	8
0.9	0	2	3	2	1	1	1	2	1	1	2
0.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	0	24	19	18	17	16	17	17	18	17	17
0.95	0	16	14	13	12	11	11	12	12	11	12
0.9	0	9	8	7	6	5	6	6	6	6	6
0.85	0	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	0	28	21	21	20	19	20	19	20	20	20
0.95	0	21	16	16	14	14	14	14	15	14	14
0.9	0	14	11	11	9	8	9	9	10	9	10
0.85	0	7	6	6	4	4	4	4	5	4	5
0.8	0	1	2	1	0	0	1	1	1	1	1
0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	0	32	22	23	21	21	22	21	22	22	22
0.95	0	25	17	18	16	16	17	16	17	17	17
0.9	0	18	13	13	11	11	11	12	12	12	12
0.85	0	11	9	8	6	6	7	7	7	7	7
0.8	0	5	4	4	2	2	2	3	3	3	3
0.75	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	0	35	22	25	21	23	22	24	23	22	23
0.95	0	28	18	20	16	18	17	19	18	17	18
0.9	0	21	14	15	12	12	12	13	13	13	13
0.85	0	14	10	10	8	8	8	9	8	8	9
0.8	0	7	5	6	4	4	4	4	4	4	5
0.75	0	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 D-7. 獲り残し割合を 0~50%の範囲でランダムに変化させた将来予測にて、各年の親魚量が目標管理基準値案 (SBmsy) を上回る確率

安全係数 β を 0.7~1.0 の範囲にて 0.05 刻みで検討した漁獲シナリオについて、繰り越し上限の設定ごとの結果を示す。確率が高いほど濃い網掛けとした。

(単位は%)

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	98	62	62	70	74	76	78	78	79
0.95	100	100	100	73	69	75	78	80	82	83	83
0.9	100	100	100	83	75	79	83	84	86	86	87
0.85	100	100	100	91	81	84	86	88	89	90	90
0.8	100	100	100	96	87	88	90	91	92	93	93
0.75	100	100	100	99	92	92	93	94	95	95	95
0.7	100	100	100	100	96	95	95	96	96	97	97

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	96	54	58	66	71	72	74	75	75
0.95	100	100	100	65	64	71	75	77	79	79	80
0.9	100	100	100	76	70	76	80	82	83	84	84
0.85	100	100	100	86	77	81	84	86	87	87	88
0.8	100	100	100	94	83	86	88	89	90	91	91
0.75	100	100	100	98	89	90	91	92	93	94	94
0.7	100	100	100	100	94	94	94	95	95	96	96

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	93	47	54	63	68	70	71	72	73
0.95	100	100	99	58	60	68	73	74	76	77	77
0.9	100	100	100	71	66	73	77	79	81	82	82
0.85	100	100	100	82	74	78	82	84	85	86	86
0.8	100	100	100	92	80	83	86	88	89	89	90
0.75	100	100	100	98	87	88	90	91	92	93	93
0.7	100	100	100	100	92	92	93	94	95	95	95

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	90	42	51	61	65	67	69	70	70
0.95	100	100	98	54	57	66	70	73	74	75	75
0.9	100	100	100	66	64	71	75	77	79	80	80
0.85	100	100	100	78	71	77	80	82	83	84	85
0.8	100	100	100	89	78	82	85	86	87	88	88
0.75	100	100	100	96	85	86	89	90	91	92	92
0.7	100	100	100	100	91	91	92	93	94	94	95

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	86	39	49	59	64	66	67	68	68
0.95	100	100	95	50	55	64	69	71	72	73	74
0.9	100	100	100	63	61	69	74	76	77	78	79
0.85	100	100	100	75	69	75	79	81	82	83	83
0.8	100	100	100	87	76	80	83	85	86	87	87
0.75	100	100	100	95	83	85	88	89	90	91	91
0.7	100	100	100	99	90	90	92	92	93	94	94

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	83	37	47	58	62	65	66	66	67
0.95	100	100	93	48	53	63	68	70	71	72	72
0.9	100	100	99	60	60	68	73	75	76	77	77
0.85	100	100	100	73	67	74	78	80	81	82	82
0.8	100	100	100	85	75	79	83	84	86	86	87
0.75	100	100	100	94	82	85	87	88	90	90	91
0.7	100	100	100	99	88	89	91	92	93	94	94

表 D-8. 獲り残し割合を 0~50%の範囲でランダムに変化させた将来予測にて、各年の親魚量が限界管理基準値案（151 千トン）を上回る確率

安全係数 β を 0.7~1.0 の範囲にて 0.05 刻みで検討した漁獲シナリオについて、繰り越し上限の設定ごとの結果を示す。確率が高いほど濃い網掛けとした。

(単位は%)

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	100	100	98	98	98	98	99	99	99
0.95	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99
0.9	100	100	100	100	100	99	99	99	100	100	100
0.85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	100	100	98	97	97	98	98	98	98
0.95	100	100	100	100	99	98	98	99	99	99	99
0.9	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99
0.85	100	100	100	100	100	99	99	99	100	100	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	100	100	97	96	97	97	98	98	98
0.95	100	100	100	100	98	98	98	98	98	98	99
0.9	100	100	100	100	99	98	99	99	99	99	99
0.85	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	100	100	96	96	96	97	97	97	97
0.95	100	100	100	100	97	97	97	98	98	98	98
0.9	100	100	100	100	99	98	98	99	99	99	99
0.85	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99
0.8	100	100	100	100	100	99	99	100	100	100	100
0.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	100	100	95	95	96	96	97	97	97
0.95	100	100	100	100	97	97	97	98	98	98	98
0.9	100	100	100	100	98	98	98	98	99	99	99
0.85	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99
0.8	100	100	100	100	100	99	99	99	100	100	100
0.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	100	100	100	100	94	95	96	96	97	96	97
0.95	100	100	100	100	96	96	97	97	98	98	98
0.9	100	100	100	100	98	98	98	98	99	99	99
0.85	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99
0.8	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	100
0.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 D-9. 獲り残し割合を 0～50%の範囲でランダムに変化させた将来予測にて、各年に予測される漁獲量の平均値

安全係数 β を 0.7～1.0 の範囲にて 0.05 刻みで検討した漁獲シナリオについて、繰り越し上限の設定ごとの結果を示す。漁獲量が高いほど濃い網掛けとした。

(単位は千トン)

a) 繰り越し上限：当初値の 5%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	169	171	149	138	147	156	160	162	163	164	164
0.95	162	166	146	136	145	154	158	160	162	162	163
0.9	155	161	144	134	143	152	156	158	160	160	161
0.85	148	156	141	131	140	149	154	155	157	158	159
0.8	141	151	137	129	137	147	151	153	155	156	156
0.75	134	145	134	126	134	144	148	150	152	153	153
0.7	127	139	130	122	130	140	145	147	149	150	150

b) 繰り越し上限：当初値の 10%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	169	178	152	140	148	158	162	163	165	165	166
0.95	162	173	149	138	146	156	160	161	163	164	164
0.9	155	168	147	136	144	153	158	159	161	162	162
0.85	148	162	144	133	141	151	156	157	159	160	160
0.8	141	157	140	131	139	148	153	155	156	157	158
0.75	134	151	137	128	136	145	150	152	154	155	155
0.7	127	144	133	125	132	142	147	149	151	152	152

c) 繰り越し上限：当初値の 15%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	169	184	153	141	149	158	163	164	166	166	167
0.95	162	179	151	139	147	157	161	162	164	165	165
0.9	155	174	148	137	145	154	159	161	162	163	163
0.85	148	168	145	135	143	152	157	158	160	161	161
0.8	141	162	142	132	140	149	154	156	158	158	159
0.75	134	156	138	129	137	146	151	153	155	156	156
0.7	127	149	134	126	133	143	148	150	152	153	153

d) 繰り越し上限：当初値の 20%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	169	190	153	142	150	159	164	165	167	167	167
0.95	162	184	151	140	148	157	162	163	165	165	166
0.9	155	179	149	138	146	155	160	161	163	164	164
0.85	148	173	146	136	143	153	158	159	161	162	162
0.8	141	167	143	133	141	150	155	157	159	159	160
0.75	134	160	139	131	138	147	153	154	156	157	157
0.7	127	153	135	127	134	144	149	151	153	154	154

e) 繰り越し上限：当初値の 25%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	169	194	153	143	150	160	165	166	167	167	168
0.95	162	189	151	141	148	158	163	164	166	166	166
0.9	155	183	149	139	146	156	161	162	164	164	165
0.85	148	177	146	137	144	154	159	160	162	162	163
0.8	141	171	143	134	141	151	156	157	160	160	160
0.75	134	164	140	132	138	148	153	155	157	157	158
0.7	127	157	136	128	135	145	150	152	154	154	155

f) 繰り越し上限：当初値の 30%

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	169	198	153	144	149	161	164	167	167	167	168
0.95	163	192	151	142	148	159	163	165	165	166	167
0.9	156	186	149	140	146	157	161	163	164	164	165
0.85	149	180	146	138	143	155	159	161	162	162	163
0.8	142	174	143	135	141	152	156	159	159	160	161
0.75	134	167	140	133	138	150	153	156	157	157	159
0.7	127	159	136	129	135	146	150	153	154	155	156

表 D-10. 獲り残し・繰り越しを行わない場合の、親魚量が目標管理基準値案 (a) と限界管理基準値案 (b) を上回る確率、および予測される平均漁獲量の推移 (c) (検討項目 A の表 A-6 および A-7(b)を再掲)

(a) 親魚量が目標管理基準値案を上回る確率

(%)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	100	100	100	100	0	5	28	38	43	45	45	44	44	45	45
0.9	100	100	100	100	100	13	38	50	55	57	58	58	58	59	58
0.8	100	100	100	100	100	33	52	63	68	70	71	72	72	72	73
0.7	100	100	100	100	100	88	70	76	80	83	84	84	85	85	86
0.6	100	100	100	100	100	100	88	89	91	92	93	94	94	94	95
0.5	100	100	100	100	100	100	99	97	98	98	98	98	98	98	99
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	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	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	100	100	100	100	100	100	81	88	90	91	90	91	91	91	91
0.9	100	100	100	100	100	100	91	93	95	95	95	95	96	96	96
0.8	100	100	100	100	100	100	98	97	98	98	98	98	98	98	98
0.7	100	100	100	100	100	100	100	99	99	100	99	99	99	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(c) 漁獲量の平均値

(千トン)

β	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	90	113	226	193	158	148	156	168	172	172	172	171	172	172	173
0.9	90	113	208	185	155	145	154	165	168	170	170	170	170	170	171
0.8	90	113	189	175	151	141	150	161	164	166	166	167	167	167	168
0.7	90	113	169	163	145	136	145	155	159	161	162	162	163	163	163
0.6	90	113	148	150	136	129	137	148	152	154	155	156	156	157	157
0.5	90	113	127	133	126	120	128	139	143	145	147	147	148	149	149
0.4	90	113	104	114	111	108	115	126	130	133	135	136	137	138	138
0.3	90	113	80	92	93	91	98	108	113	116	118	119	120	122	122
0.2	90	113	54	66	69	69	75	84	88	91	93	95	96	99	99
0.1	90	113	28	35	39	40	44	49	53	55	57	58	59	62	62
0.0	90	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0