

カタクチイワシ太平洋系群・瀬戸内海系群における漁獲量の繰入を考慮した
将来予測におけるシナリオの設定と繰入のルールについて

水産研究・教育機構 水産資源研究所
山下夕帆、安田十也、河野悌昌、市野川桃子

水産庁からの依頼への対応として、カタクチイワシ太平洋系群および瀬戸内海系群について、最大持続生産量を維持する親魚量 SB_{msy} を目標とし、繰入および ABC 再々評価値による漁獲枠の再調整を想定した将来予測を実施した。

将来予測におけるシナリオと設定の概略は以下のとおり。

シナリオ：

- S0: ABC の推定誤差を考慮せず、繰入・再調整は行わない(現状の資源評価計算における将来予測と同じ)
- S1: ABC の推定誤差を考慮し、繰入・再調整は共に行わない
- S2: 繰入を毎年行い、再調整は行わない
- S3: 繰入を1年毎に繰り返す、再調整は行わない
- S4: 繰入を毎年行い、再調整も行う
- S5: 繰入を1年毎に繰り返す、再調整も行う

設定：

- ・ 令和 6(2024)年度の資源評価の結果をもとに試算を行う。
- ・ 将来予測シミュレーションの開始年は 2024 年、管理開始年は 2025 年。
- ・ 目標達成率およびリスクについては管理開始の 10 年後(2035 年)までの値で評価する。
- ・ S2~S4 においては、繰入量は ABC 当初値の 10~50%(10%刻み)を想定し、親魚量が限界管理基準値以上の場合に想定される漁獲量の繰入を行う。
- ・ S3 および S5 における繰入は、リスクの評価年(2035 年)に親魚量が少なくなる(リスク評価年の前年の漁獲量が多くなる)よう、管理開始の 1 年後(2026 年)から開始する。

1. 将来予測計算方法について

カタクチイワシについての試算依頼の事務連絡(別紙 1)に基づき、R パッケージ `frasyr`(コミット番号: `c009159e1`)を用いて、繰入および ABC 再々評価による漁獲枠の再調整を想定した将来予測の試算を行った。

将来予測にかかる各種の情報については、令和 6(2024)年度の資源評価のデータを用いた。各管理基準値についても資源評価と同じく、目標管理基準値(SBtarget)には MSY 水準における親魚量(SBmsy)、限界管理基準値(SBlimit)には MSY の 60%が得られる親魚量(SB0.6msy)、禁漁水準(SBban)には MSY の 10%が得られる親魚量(SB0.1msy)を用いた。再生産関係式およびパラメータ、生物特性値等についても、各系群の資源評価報告書の補足資料 4~6 に掲載されている値を用いた。これらの詳細については、現時点では以下の速報版を参照いただきたい。

カタクチイワシ太平洋系群(速報版) :

https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assesment_meeting/2024/files/sa2024-sc09/fra-sa2024-sc09-03.pdf

カタクチイワシ瀬戸内海系群(速報版) :

https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assesment_meeting/2024/files/sa2024-sc04/fra-sa2024-sc04-01.pdf

従来の資源評価シミュレーションにおいては ABC に推定誤差を考慮していないが、本試算において ABC の再々評価値による TAC の再調整を検討するためには、ABC 当初値に推定誤差を設定する必要がある。このため、S0 以外のシミュレーションでは `frasyr` の簡易 MSE を用いた。簡易 MSE では ABC の推定誤差をシミュレーション内で再現するため、加入量として再生産式のみに従う決定論的な値を仮定した 2 年分の将来予測を行い、この資源を HCR により漁獲した場合の漁獲量を ABC 当初値とした。シミュレーションにおいては毎年の加入量には再生産パラメータの分散に基づく誤差が与えられるため、この資源を HCR により漁獲した場合の ABC (ABC の再々評価値に相当)と前述の決定論的な予測における ABC との差分が ABC の推定誤差となっている。数式の詳細については資源評価高度化作業部会 (2023)、簡易 MSE を実施したときの将来予測の違いについては市野川ほか (2022) に詳述されている。2 年分の将来予測を実施する際は 1 年目の漁獲圧の仮定も必要になるが、本シミュレーションでは 1 年目の漁獲圧は真の値を知っているものと仮定した。これは市野川ほか (2022) における ABC_S1 のシナリオに相当する。

毎年の漁獲圧は、設定された TAC 量を全て漁獲した場合の F とした。TAC は、ABC 当初値に後述の繰入量を加算し、前年に繰入があった場合はその量(再調整が可能な場合は再調整後の量)を減算することで設定した。また TAC が同年の漁期資源量より大きくなった場合、漁獲割合に上限(0.99)を与えることで「少しは資源が残る」と設定し、ここで推定された F を用いてその後の年も計算を継続した。各シミュレーションにおいて、2025 年から 2035 年に管理を行った場合の計算を 300 回行い、親魚量、漁獲量、親魚量が各管理目標値を上回る確率およびこの期間内に親魚

量が限界管理目標値を1度でも下回る確率を推定した。

2. 繰入と再調整のルールについて

当試算依頼においては将来予測計算において繰入と再調整を行うことが求められている。水産庁において現状で想定されている繰入ルール(別紙2)の概要は以下の通りであり、今回の試算においてはこのルールに従いシミュレーションを行った。

繰入ができる条件:

- ・親魚量が限界管理基準値以上の場合に、翌年のTACから漁獲枠の繰入ができる
- ・繰入できる量は、繰入該当年の当初ABCに対する割合で設定する
- ・条件が満たされれば、毎年連続して繰入することができる

繰り入れた量の返却のルールと再調整オプション:

- ・繰入した漁獲量は翌年のTACから差し引くことで返却するが、この返却量は再々評価ABCの結果を用いて再調整が検討される
- ・繰入の翌年のABCが小さく繰入を一括で返却できない場合、返却できる分までを返却し(当該年は禁漁)、未返却分はさらなる翌年には持ち越さない。このとき当該年は、繰入・再調整のいずれも行わない

ABCの再々評価値を用いたTACの再調整について:

- ・再々評価ABCが当初ABCより大きい場合、実際の漁獲量と再々評価ABC量の差分までについて、返却量を相殺できる
- ・再々評価ABCが当初ABCより小さい場合、再調整は行わない(繰入量をすべて返却する)

3. 各シナリオの設定について

繰入を行うことによるリスクの議論のため、事務連絡(別紙1)においては以下の6つのシナリオが設定された。

シナリオ0(S0): 現行の資源評価と同じ(ABCの推定誤差なし)

シナリオ1(S1): 繰入を行わない(デフォルト)

シナリオ2(S2): 繰入を毎年行う

シナリオ3(S3): 繰入を1年毎に繰り返す

シナリオ4(S4): 繰入を毎年行い、返却量を再々評価で調整する

シナリオ5(S5): 繰入を1年毎に繰り返し、返却量を再々評価で調整する

ここで、繰入の影響についてはS1を基準として検討を行うが、従来の資源評価計算においては

ABC の推定誤差を想定していないため、この S0 の結果も比較のため示すものである。S2 と S3 は繰入を毎年あるいは 1 年おきに行うが、再調整は行わないとしたシナリオであり、S4 と S5 は同様に繰り入れを行い、かつ ABC の再々評価値を用いた再調整も行うシナリオである。

繰入を行うシナリオ (S2~S5) については、繰入量は ABC 当初値の 10~50% の範囲で 10% 刻みで設定した。なお繰入を一年おきに行うシナリオ (S3 と S5) は、資源量と漁獲量が極端に変化することでリスクが大きくなることを想定した極端なシナリオである。ここのシナリオでは、リスクを最大限に見積もるため、管理開始後 9 年目の漁獲圧が繰入によって相対的に高くなり 10 年目に親魚量が少なくなるよう、繰入の開始年を管理開始後 2 年目 (2026 年) とした。

これらのシナリオ (S2~S5) における毎年の具体的な漁獲枠の設定を以下に示す。ここで、 t 年 ($2026 \leq t \leq 2035$) における漁獲枠は TAC_t 、ABC 当初値は $ABC_{t,p}$ 、ABC 再々評価値は $ABC_{t,r}$ 、繰入量の割合は BR と標す。

S2 (繰入を毎年行う) :

$$TAC_{2025} = ABC_{2025,p} \times (1 + BR)$$

$$TAC_t = ABC_{t,p} \times (1 + BR) - ABC_{t-1,p} \times BR$$

S3 (繰入を 1 年毎に繰り返す) :

$$TAC_{2025} = ABC_{2025,p}$$

偶数年 ($t=2026, 2028, 2030, 2032, 2034$) の場合 ;

$$TAC_t = ABC_{t,p} \times (1 + BR)$$

奇数年 ($t=2027, 2029, 2031, 2033, 2035$) の場合 ;

$$TAC_t = ABC_{t,p} - ABC_{t-1,p} \times BR$$

S4 (繰入を毎年行い、返却量を再々評価で調整する) :

$$TAC_{2025} = ABC_{2025,p} \times (1 + BR)$$

$0 > ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p}$ の場合 ;

$$TAC_t = ABC_{t,p} \times (1 + BR) - ABC_{t-1,p} \times BR$$

$0 < ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p} < ABC_{t-1,p} \times BR$ の場合 ;

$$TAC_t = ABC_{t,p} \times (1 + BR) - ABC_{t-1,p} \times BR + (ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p})$$

$ABC_{t-1,p} \times (BR) < ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p}$ の場合 ;

$$TAC_t = ABC_{t,p} \times (1 + BR)$$

S5 (繰入を 1 年毎に繰り返し、返却量を再々評価で調整する) :

$$TAC_{2025} = ABC_{2025,p}$$

偶数年の場合 ;

$$TAC_t = ABC_{t,p} \times (1 + BR)$$

奇数年かつ $0 > ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p}$ の場合;

$$TAC_t = ABC_{t,p} - ABC_{t-1,p} \times BR$$

奇数年かつ $0 < ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p} < ABC_{t-1,p} \times BR$ の場合;

$$TAC_t = ABC_{t,p} - ABC_{t-1,p} \times BR + (ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p})$$

奇数年かつ $ABC_{t-1,p} \times BR < ABC_{t-1,r} - ABC_{t-1,p}$ の場合;

$$TAC_t = ABC_{t,p}$$

なお、BR は $ABC_{t,p}$ に対する係数であり、0.1~0.5(ただし $ABC_{t,p}$ 算出時の親魚量が限界管理基準値未満の場合は 0)の範囲で設定した。またいずれのシナリオにおいても、ある年の ABC 当初値が前年の繰入量を下回る場合の TAC は 0 とし、この年は繰入・再調整共に行わないものとした。これらのシナリオにおける各繰入量の設定について、 β を 0.1 刻みで変化させた試算を行った。

引用文献

- 資源評価高度化作業部会 (2023) 令和 6 (2024) 年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2024-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp, https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-04.pdf
- 市野川桃子・西嶋翔太・向草世香・黒田啓行・大下誠二 (2022) 改正漁業法下での様々な代替漁獲管理規則の検討: マイワシ 2 系群を例に. 日水誌, 88, 239-255. <https://doi.org/10.2331/SUISAN.21-00041>

別紙 1（水産庁からの検討依頼文書）

事務連絡
令和6年12月6日

国立研究開発法人水産研究・教育機構
水産資源研究所 調査・評価部会長 福若雅章 様

水産庁漁場資源課沿岸資源班長

カタクチイワシの資源評価上の試算等についてのお願い

カタクチイワシ太平洋系群および瀬戸内海系群の資源評価について、以下の条件での試算および水産庁主催の会合等における説明をお願いいたします。

1. 令和6年度資源評価の将来予測において、2025年以降に漁獲枠^{注1}を翌年から一定割合を上限として繰入するような漁獲管理を継続して行い、かつ、繰入分の返却量を漁獲枠の再々評価値で調整する場合の将来予測と管理上のリスク評価を行っていただきたい。具体的な試算の条件は以下の通りとする。

注1: 漁獲管理規則案に基づき、算定される漁獲量

2. 繰入分は基本的には翌年分の漁獲枠から差し引かれる(返却)。しかし、資源評価の更新とともに毎年の漁獲枠も更新されることから、漁獲量の返却量は返却年の前年の再々評価で計算される漁獲枠で調整する。そのため、シミュレーションでは、2年分の決定論的な将来予測から計算される当初漁獲枠と、2年分の加入が既知になったときの再々評価における漁獲枠の差(漁獲枠の推定誤差)を想定する。

3. 漁獲枠の推定誤差を考慮した上での漁獲シナリオは以下の通りとする。また、併せて(漁獲枠の推定誤差を考慮していない)現状の資源評価計算における将来予測結果(シナリオ0)とも比較する。

シナリオ1: 繰入を行わない(デフォルト)

シナリオ2: 繰入を毎年行う

シナリオ3^{注2}: 繰入を1年毎に繰り返す

シナリオ4: 繰入を毎年行い、返却量を再々評価で調整する

シナリオ5^{注2}: 繰入を1年毎に繰り返し、返却量を再々評価で調整する

注2: 繰入の機械的な1年毎の繰り返しは現実的にはおこりにくいシナリオと考えられるが、それによって資源量と漁獲量が極端に変化することでリスクが大きくなると考えられることから、あえて極端なシナリオで計算することとするもの。またこのシナリオでは、リスクを評価する10年後に親魚量が少な

くなる(9年目の漁獲圧が繰入によって相対的に高くなる)ように繰入の開始年を調整する。

4. 繰入を行うシナリオ(シナリオ2-5)において、当年の当初漁獲枠に対する一定の割合を繰入量として試算する。
5. 漁獲枠の推定誤差を考慮するため、将来における加入は、漁獲枠の算出時には再生産関係式における決定論的な値を仮定し、シミュレーションモデルにおける資源の挙動については再生産関係に確率的な誤差を仮定して計算する。
6. 将来における漁獲は令和6年度の資源評価で提案されている漁獲管理規則に基づくものとし、妥当な範囲で β を変えたときの複数の結果を表にして示す。
7. 管理開始から10年後までの平均親魚量、平均漁獲量の将来予測を示すこと。
8. 管理上のリスク評価を判断するための指標として、管理開始から10年後に目標管理基準値案(SBmsy)及び限界管理基準値案を上回る確率、その間に一度でも限界管理基準値案を下回る確率を示すこと。

以 上

別紙 2（水産庁による令和 7 年 2 月 4 日時点での繰入ルールの解説）

繰入の汎用ルール(現時点版)

【基本の考え】

- ・資源管理の目標を 50%以上の確率で達成することの確保を前提として、対象となる特定水産資源の特性、漁業の実態その他の事情を勘案して決定する。
- ・ルールは資源管理方針に明示する。

【繰入】

- ・親魚量が LRP を下回っている場合には運用しない。
- ・リスク評価に基づき設定した上限(当初 ABC の●%)まで、翌年度分の TAC からの繰入を可とする。
- ・毎年度繰入可とする。
- ・翌年度から繰り入れた数量のうち、実際に漁獲した数量を翌年度の当初 TAC から差し引く

【リスク評価における共通事項】

- ・繰入の結果、F が一時的に F_{msy} を上回ることが予測される場合でも繰入は可とする
- ・繰入量を翌年の当初 ABC では返却できなくない場合には、翌年は返却できるだけ返却し(翌年は禁漁)、翌々年には持ち越さない。また、翌年は繰入はできず、再調整もしない。
- ・管理上のリスクを判断するための指標は、以下を想定している
 - 10 漁期年の各年で目標管理基準値および限界管理基準値を上回る確率
 - 10 漁期年に一度でも限界管理基準値を下回る場合の確率
 - 10 漁期年の各年で F_{msy} を上回る確率

○汎用ルールに付加するオプション:再々評価 ABC に基づく繰入に係る差引数量の調整

想定資源:カタクチイワシ太平洋・対馬暖流・瀬戸内海

詳細は次ページ以下【資源ごとの導入の経緯・目的と想定される運用】の<想定される運用>参照

【資源ごとの導入の経緯・目的と想定される運用】

カタクチイワシ太平洋系群・対馬暖流系群・瀬戸内海系群【繰入】

<検討開始の経緯>

- ・カタクチイワシが短命であり、なおかつ若齢魚を主体として獲っている実態にあることから、TAC

管理を導入することで、資源評価の将来予測よりも良い加入が起こった場合には獲ってもよかった資源が獲れなくなり、資源を無駄にしてしまう、との意見が太平洋系群・瀬戸内海系群の SH 会合であった。

- ・この意見に対応するため、リスクを考慮したうえで、設定された TAC を超えて漁獲(繰入)できることとし、実際に予測よりも良い加入であった場合には、繰り入れた分を再調整する制度の導入を検討することとなった。
- ・なお、短命であり、獲り残しによる資源への効果があまり期待されないことから、繰越は検討しない。

<目的>

- ・資源評価の将来予測よりも良い加入が起こった場合の、当該加入により上乗せされた ABC の有効活用。

<想定される運用>

- ・予測を上回る高い加入があったかどうかについては、漁期中の操業状況によって判断することは困難である。このため、各区分単位で、必要となった場合に、各区分の判断で繰入ができる制度とする。
- ・繰入できる上限を「ABC の●%まで」として設け、さらに、各区分においても上限を設ける。
- ・繰入をした場合は、原則、翌年の同区分の TAC から同量を差し引くこととする。しかしながら、翌年の資源評価で示される当該年の再々評価 ABC が、当初 ABC を上回っていた場合には、再々評価 ABC まで漁獲してよかったものとして考え、各区分における差し引き量を調整する。具体的には次のとおり(繰入量を含んだ当該年の漁獲実績を X とする)。
- ✓ 再々評価 ABC > 当初 ABC の場合
 - 再々評価 ABC > X であった場合、繰入量を含めた漁獲実績が再々評価 ABC の範囲内に収まっており、獲ってよかったものと考えられるため、差し引き量の全てを帳消しとする。
 - 再々評価 ABC < X であった場合、X から再々評価 ABC を差し引いた量(Y とする)は引き続き差し引くこととするが、繰入量から Y を差し引いた量については獲ってもよかったものと考え、帳消しとする。
- ✓ 再々評価 ABC < 当初 ABC の場合、再調整はせず、差し引いたままとする。