水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

クロマグロ北西太平洋　1. 資源の状態

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2025-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 中塚, 周哉, 岸田, 達, 石田, 行正 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013753

1. 資源の状態

概要

対象種の資源生物研究・モニタリング（1.1）

クロマグロは重要な水産種であり、資源生態に関する調査研究は古くから積極的に進められてきた。分布・回遊、年齢・成長・寿命、成熟・産卵に関する知見は、学術論文や報告書として豊富に蓄積されており、資源評価の基礎情報として利用可能である。漁獲量・努力量データの収集、定期的な科学調査、漁獲実態のモニタリングも毎年行われている。このように定期的に収集される漁業調査データに基づき、四半期別・漁法別漁獲量、各漁業による漁獲物の体長頻度データ、及び標準化された資源量指数が推定され、統合モデルを使用した資源評価が 2 年ごとに実施されている。資源評価の内容は北太平洋まぐろ類国際科学委員会（ISC）で検討するとともに、「太平洋クロマグロの資源・養殖管理に関する全国会議」で参加者に説明され、算定された ABC（生物学的許容漁獲量）は、水産政策審議会を通じて TAC（漁獲可能量）設定などの漁業管理に反映される仕組みが確立されている。

資源の水準・動向（1.2）

最近年（2016）年の親魚資源量は約 2.1 万トンであり、2010 年の歴史的最低水準（約 1.2 万トン）から徐々に増加している。

漁業の影響（1.3）

2016 年の親魚資源量について、一般的に用いられている管理基準値と比較すると「減り過ぎ」、漁獲圧も一般的に用いられている管理基準値と比較すると「獲り過ぎ」の状態であるとされる。ISC（北太平洋まぐろ類国際科学委員会）は、WCPFC および IATTC（全米熱帯まぐろ類委員会）の現行の保存管理措置に基づく漁獲シナリオでの親魚資源の将来予測を実施し、低水準の加入が今後継続すると仮定した場合でも、現行管理措置の下では、2024 年までに暫定回復目標である歴史的中間値以上に親魚資源が回復する可能性が 98%であることを示した。中西部太平洋水域においては、2014 年の WCPFC で、1) 親魚資源量を 2024 年までに、少なくとも 60%の確率で歴史的中間値まで回復させることを暫定回復目標とする、2 30kg 未満の小型魚の漁獲量を 2002～2004 年平均水準から半減させる、3) 30kg 以上の大型魚の漁獲量を 2002～2004 年平均水準から増加させない、等を内容とする保存管理措置が採択されている。

評価範囲

① 評価対象魚種の漁業と海域

評価対象魚種のクロマグロは北太平洋が資源評価対象海域である。

② 評価対象魚種の漁獲統計資料の収集

北太平洋まぐろ類国際科学委員会（ISC）が各国の漁獲統計資料を収集している。

③ 評価対象魚種の資源評価資料の収集

北太平洋まぐろ類国際科学委員会が漁期年で 1952 年（1952 年 7 月）から四半期別・漁法別漁獲量、各漁業による漁獲物の体長頻度データ、及び標準化された資源量指数などの資源評価資料を収集している。

④ 評価対象魚種を対象とする調査モニタリング活動に関する資料の収集

評価対象魚種について行われている、モニタリング調査に関する論文・報告書を収集する。

⑤ 評価対象魚種の生理生態に関する情報の集約

評価対象魚種について行われている、生理生態研究に関する論文・報告書を収集する。

1.1 対象種の資源生物研究・モニタリング・評価手法

1.1.1 生物学的情報の把握

資源の管理や調査を実行するためには生活史や生態など対象魚種の生物に関する基本的情報が不可欠である（田中 1998）。対象魚種の資源状況を 1.2 以降で評価するために必要な、生理・生態情報が十分蓄積されているかどうかを、1.1.1.1～1.1.1.3 の 3 項目について評価する。評価対象となる情報は、①分布と回遊、②年齢・成長・寿命、③成熟と産卵である。個別に採点した結果を単純平均して総合得点を算出する。

1.1.1.1 分布と回遊

太平洋に分布するクロマグロは主に北緯 20～40 度の温帯域に分布するが、熱帯域や南半球にもわずかながら分布がみられる。産卵期及び産卵場は、4～7 月に南西諸島周辺海域を中心とした日本の南方～台湾の東沖、7～8 月に日本海南西部と考えられている（米盛 1989）。0～1 歳魚は、夏季に日本沿岸を北上し、冬季に南下する（Inagake et al. 2001、Itoh et al. 2003）。2～3 歳魚は北西太平洋を主な分布域とし、春季に黒潮続流域を西進、夏季に三陸沖を黒潮分派に沿って北上、秋季に親潮前線に沿って東進、冬季に日付変更線付近で黒潮続流域に向かって南下、という海洋構造に応じた時計回りの回遊パターンを示す（Inagake et al. 2001）。しかし、個体によっては日付変更線付近まで移動しない場合や、半年～数年間沿岸の同一箇所に滞在し続ける場合もあり、個体ごとの回遊パターンに大きな違いが認められる。未成熟魚の一部には、太平洋を横断して東部太平洋に渡り、北米西岸を南北に回遊をしながら数年滞在した後、産卵のために西部太平洋へ回帰するものがあることも知られている。産卵後、親魚の多くは北太平洋北部の沖合に索餌回遊すると考えられているが、一部の親魚はさらに南方あるいは黒潮沿いに東方へ移動する（伊藤 2006）。以上より 3 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	生活史の一部のステージにおいて、把握され、十分ではないが、いくつかの情報が利用できる	生活史のほぼ全てのステージにおいて把握され、資源評価に必要な最低限の情報がある	生活史の一部のステージにおいて、環境要因による変化なども含め詳細に把握され、精度の高い情報が利用できる	生活史のほぼ全てのステージにおいて、環境要因などによる変化も詳細に含め把握され、精度の高い十分な情報が利用できる

1.1.1.2 年齢・成長・寿命

近年の耳石を用いた研究により年齢と成長に関する知見が蓄積され、高齢魚の年齢推定が大幅に改善された（Shimose et al. 2008、Shimose et al. 2009）。2013 年 11 月には太平洋クロマグロと北太平洋ビンナガの年齢査定に関するワークショップが開催され、両種の年齢査定技術の確立が図られた（ISC 2013、Shimose and Ishihara 2015）。さらに、この年齢査定方法の妥当性について、放射性炭素同位体を用いた検証によって確かめられている（Ishihara et al. 2017）。以前から漁獲物測定データのモード（最頻値）と成長式から計算された 5 歳前後までの若齢

魚の体長が一致しないことが指摘されてきたが、0 歳魚耳石日輪データの導入とモデリングの改善及びデータの重み付けにより、観測値をよく再現できるよう成長式の改善が図られた（Fukuda et al. 2015）。本種は、若齢期に急激に成長して 5 歳で尾叉長約 160cm に達し、それ以降は成長速度が遅くなって 8 歳で約 200cm、12 歳で極限体長の 90%である 226cm になる。寿命は 20 歳以上と考えられ、漁獲物の最大体長は 300cm 以上に達する。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	対象海域以外など十分ではないが、いくつかの情報が利用できる	対象海域においてある程度把握され、資源評価に必要な最低限の情報が利用できる	対象海域においてほぼ把握され、精度の高い情報が利用できる	対象海域において環境要因などの影響も含め詳細に把握され精度の高い十分な情報が利用できる

1.1.1.3 成熟と産卵

本種は一産卵期に数回産卵する多回産卵魚であり、卵は直径約 0.7～1mm である。産卵数は体長に伴って増加する（Chen et al. 2006）。個体ごとの産卵継続期間や産卵回数などは不明であるが、本種の産卵間隔は台湾～南西諸島近海では平均 3.3 日（Chen et al. 2006, Ashida et al. 2015）、日本海では平均 1.1～1.2 日（Tanaka 2011, Okochi et al. 2016）と報告されている。産卵水温は、台湾～南西諸島近海では表層水温約 26～29℃と報告されている（Chen et al. 2006, Suzuki et al. 2014）。一方、日本海における産卵開始水温は 20℃前後（Tanaka 2011, Okochi et al. 2016）と南西海域での水温より低いことが報告されている。成熟サイズについては、日本海では産卵期に漁獲された体重 30 kg 程度（約 3 歳魚に相当）の標本の約 8 割が成熟していたが（Tanaka 2006）、東部太平洋では同サイズの個体による産卵は確認されていない。また日本の南方～台湾東沖で漁獲されるのは、ほとんどが体重 60 kg 以上（5 歳以上に相当）の成熟個体である。以上の知見に基づき、現在の資源評価では、3 歳で 20%、4 歳で 50%、5 歳以上で 100%を成熟割合としている。なお、南西海域の産卵群について、雄が先に来遊する傾向が認められること、最大サイズにわずかに雌雄差が認められることが最近報告された（Shimose et al. 2016）。以上より 3 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	対象海域以外など十分ではないが、いくつかの情報が利用できる	対象海域においてある程度把握され、資源評価に必要な最低限の情報が利用できる	対象海域においてほぼ把握され、精度の高い情報が利用できる	対象海域において環境要因などの影響も含め詳細に把握され精度の高い十分な情報が利用できる

1.1.2 モニタリングの実施体制

資源生物学的情報を収集するためのモニタリング調査によって、対象魚種の把握並びに資源管理の実施に必要な多数の有益な情報を得ることができる。モニタリングの実施項目及び期間について、1.1.2.1～1.1.2.4 の 4 項目に関する資源評価の実施に必要な情報が整備されて

いるかを評価する。評価対象となる情報は、①科学的調査、②漁獲量の把握、③漁獲実態調査、④水揚物の生物調査、である。個別に採点した結果を単純平均して総合得点を算出する。ここで言う期間の長短とは、動向判断に必要な 5 年間または、3 世代時間（IUCN 2019）を目安とする。

1.1.2.1 科学的調査

調査船により仔魚稚魚の分布生態調査、ひき縄漁船による加入量調査、ひき縄・定置網による標識調査などが実施されている(国際水産資源研究所 2017、Ohshimo et al. 2017)。以上より 3 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
調査なし	対象種の生息範囲において過去に実施したことがある	対象種の生息範囲において不定期に実施している	対象種の生息範囲において定期的に実施しており、資源のいくつかの項目の経年変化が把握できる	対象種の生息範囲において定期的に実施しており、資源の多数の項目の経年変化が把握できる

1.1.2.2 漁獲量の把握

年間漁獲量は 0.9 万～4 万トンの間で変動している（図 1.1.2.2）。1981 年に 3.5 万トンを記録した後、1988 年に 0.9 万トンまで落ち込んだ(中塚ほか 2019)。漁獲の多くがまき網やひき縄で漁獲される未成魚であるため、加入変動が漁獲量変動の要因の一つと考えられている。以上より 5 点を配点する。

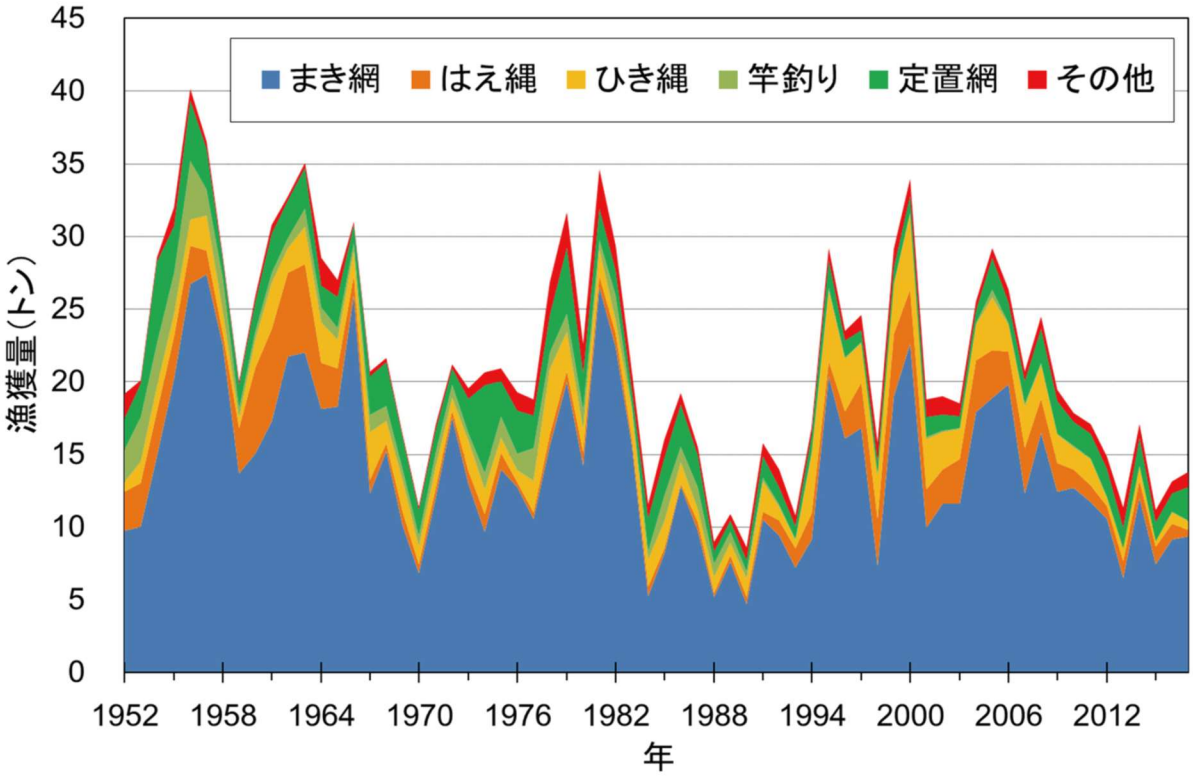

図 1.1.2.2　太平洋クロマグロの漁法別漁獲量の推移（1952～2017 年）

1点	2点	3点	4点	5点
漁獲量は不明である	一部の漁獲量が短期間把握できている	一部の漁獲量が長期間把握できているが、総漁獲量については把握できていない	総漁獲量が短期間把握できている	総漁獲量が長期間把握できている

1.1.2.3 漁獲実態調査

国の委託事業として水産研究・教育機構、及び関係道県により毎年漁獲実態調査が実施されている(中塚ほか 2019)。また外国の漁獲実態についてはクロマグロ作業部会の場で情報が交換されている(ISC 2018)。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	分布域の一部について短期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる短期間の情報が利用できる	分布域の一部について長期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる長期間の情報が利用できる

1.1.2.4 水揚物の生物調査

国の委託事業として水産研究・教育機構、及び関係道県により毎年漁獲物の生物調査が実施されている(中塚ほか 2019)。また外国で行われた生物調査についてはクロマグロ作業部会の場で情報が交換されている(ISC 2018)。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	分布域の一部について短期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる短期間の情報が利用できる	分布域の一部について長期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる長期間の情報が利用できる

1.1.3 資源評価の方法と評価の客観性

資源評価は、漁業が与える影響により漁獲生物資源がどのように変化したかを把握し、また、将来の動向を予測するため、漁獲統計資料や各種の調査情報を収集解析することであり、資源（漁業）管理のための情報として非常に重要である（松宮 1996）。資源評価方法、資源評価結果の客観性の 1.1.3.1、1.1.3.2 の 2 項目で評価する。

1.1.3.1 資源評価の方法

資源評価では、統合モデルの Stock Synthesis ver. 3.24F（SS、Methot and Wetzel 2013）を用いた。使用したデータは、漁期年で 1952 年（1952 年 7 月）から 2016 年（2017 年 6 月末）までの四半期別・漁法別漁獲量、各漁業による漁獲物の体長頻度データ、及び標準化された資源量指数である。資源量指数として、大型魚については日本の近海はえ縄 CPUE（1952～1973 年、1974～1992 年）、沿岸はえ縄 CPUE（1993～2016 年）、台湾のはえ縄 CPUE（2000～2016 年）、並びに 0 歳魚については五島周辺・対馬海峡で漁獲が行われるひき縄 CPUE（1980～2016 年）を使用した。SS を用いた資源評価のモデリングに必要な、成長式と体長・体重関係式、

年齢別の自然死亡係数や成熟率などの本種の生物学的な仮定には、本種あるいは近縁のマグロ属魚類における生物学研究で得られた知見を用いた（ISC 2018）。以上より評価手法 1 により判定し、5 点を配点する。

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	.	.	.	単純な現存量推定の経年変化により評価	詳細に解析した現存量推定の経年変化により評価
②	.	.	単純なCPUEの経年変化により評価	詳細に解析したCPUEの経年変化により評価	.
③	.	一部の水揚げ地の漁獲量経年変化のみから評価または、限定的な情報に基づく評価	漁獲量全体の経年変化から評価または、限定的な情報に基づく評価	.	.
④	.	.	.	調査に基づき資源評価が実施されている	精度の高い調査に基づき資源評価が実施されている
⑤	資源評価無	.	.	.	.

1.1.3.2 資源評価の客観性

北太平洋まぐろ類国際科学委員会（ISC）のクロマグロ作業部会が資源評価を実施し、報告書を本会議に提出し、参加加盟国による議論および環境保護団体等によるコメントを受け付けている。報告書は本会議で承認後、ISC のホームページで公開している。また中西部太平洋まぐろ類委員会および全米熱帯まぐろ類委員会でも議論されている。さらに国内的には水産庁の主催の「太平洋クロマグロの資源・養殖管理に関する全国会議」を開催し、参加者に説明している（水産庁 2018b）。以上より 3 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
データや検討の場が非公開であり、報告書等の査読も行われていない	.	データや検討の場が条件付き公開であり、資源評価手法並びに結果については内部査読が行われている	.	データや検討の場が公開されており、資源評価手法並びに結果については外部査読が行われている

1.2 対象種の資源水準と資源動向

1.2.1 対象種の資源水準と資源動向

資源評価から得られる水準と動向の情報は、対象資源の生物学的側面にとどまらず、社会、経済にも直結する重要な情報である。このため、資源評価結果から得られる資源水準と動向については単一項目として評価する。我が国では ABC 算定のための基本規則を制定し、資源水準と動向を組み合わせた資源評価を実施してきた（水産庁・水産総合研究センター 2016）。本評価では、同規則に従い対象資源の資源水準（高位、中位、低位）と動向（増加、横ばい、

減少）の組み合わせより、資源状態を評価する。ここで、資源水準とは、過去 20 年以上にわたる資源量（漁獲量）の推移から「高位・中位・低位」の 3 段階で区分したもの、動向とは資源量（資源量指数、漁獲量）の過去 5 年間の推移から「増加・横ばい・減少」に区分したものと定義する。

親魚資源量は、1960 年前後、1990 年代中頃をピークとする変動傾向を示している。親魚資源量が歴史的に最大となったのは 1960 年代で、日本のはえ縄の資源量指数と同じ傾向を示している。近年の親魚資源量は、1990 年代中頃のピークから 2010 年まで徐々に減少した後、徐々に回復している。最近年（2016 年）の親魚資源量は約 2.1 万トンで、評価期間（1952～2016 年）の最低値（2010 年；約 1.2 万トン）の 2 倍に近い水準となった（図 1.2.1 上）。2014 年の加入量は過去最低レベルであったが、2015 年はこれを上回り、2016 年は過去の平均を上回る加入が推定された（図 1.2.1 下）（中塚ほか 2019）。以上より 2 点を配点する。

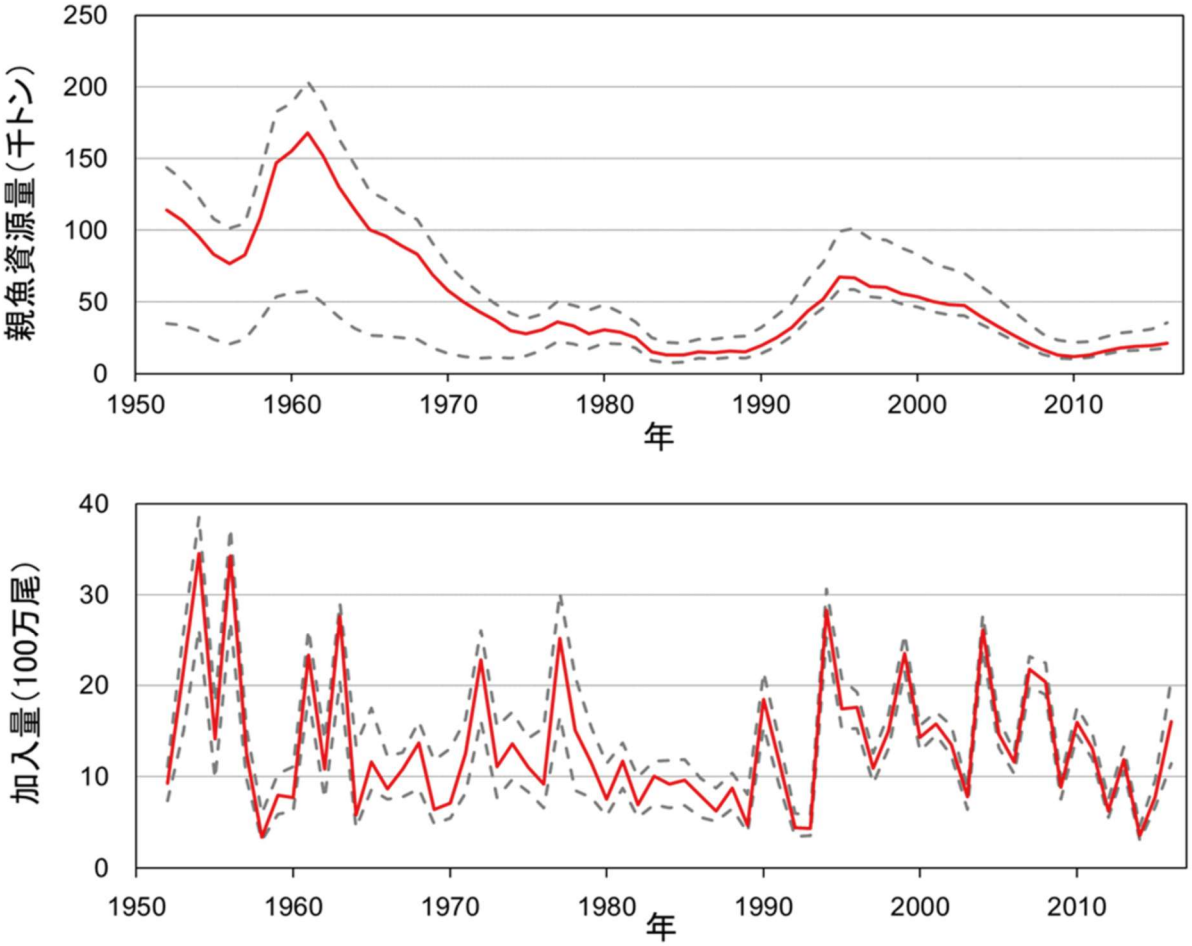

図 1.2.1　太平洋クロマグロの親魚資源量（1952～2016 年）（上図）と加入量（1952～2016 年）（下図）のトレンド。赤色の実線は最尤法による点推定値、上下の点線はパラメトリックブートストラップ法により計算した 90%信頼区間の端点。（ISC による公表値に基づく）

1点	2点	3点	4点	5点
低位・減少 低位・横ばい 判定不能、不明	低位・増加 中位・減少	中位・横ばい	高位・減少 中位・増加	高位・増加 高位・横ばい

1.3 対象種に対する漁業の影響評価

1.3.1 現状の漁獲圧が対象資源の持続的生産に及ぼす影響

ISC は、最近年（2016 年）の親魚資源量について、一般的に用いられている管理基準値と比較すると「減り過ぎ」の状態であり、漁獲圧も一般的に用いられている管理基準値と比較すると「獲り過ぎ」の状態であるとした(ISC 2018)。以上より評価手法 1 により判定し、1 点を配点する。

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	Bcur ≦ Blimit Fcur ＞ Flimit	.	Bcur ＞ Blimit Fcur ＞ Flimit　または Bcur ≦ Blimit Fcur ≦ Flimit	.	Bcur ＞ Blimit Fcur ≦ Flimit
②	Ccur ＞ ABC	.	.	Ccur ≦ ABC	.
③	漁業の影響が大きい	.	漁業の影響が小さい	.	.
④	不明、判定不能	.	.	.	.

1.3.2 現状漁獲圧での資源枯渇リスク

ISC は、WCPFC および IATTC の現行の保存管理措置（WCPFC CMM2017-08、IATTC Resolution C-16-03）に基づく漁獲シナリオにおいて将来の加入量の仮定ごとの親魚資源の将来予測を実施し(ISC 2018)、低水準の加入（1980 年代の 10 年間の平均加入尾数の約 830 万尾）が今後継続すると仮定した場合でも、30kg 未満の小型魚の漁獲量を 2002～2004 年平均水準から半減させる現行管理措置の下では、2024 年までに暫定回復目標である歴史的中間値以上に親魚資源が回復する可能性が 98%であることを示した（図 1.3.2）。以上より評価手法 1 により判定し、5 点を配点する。

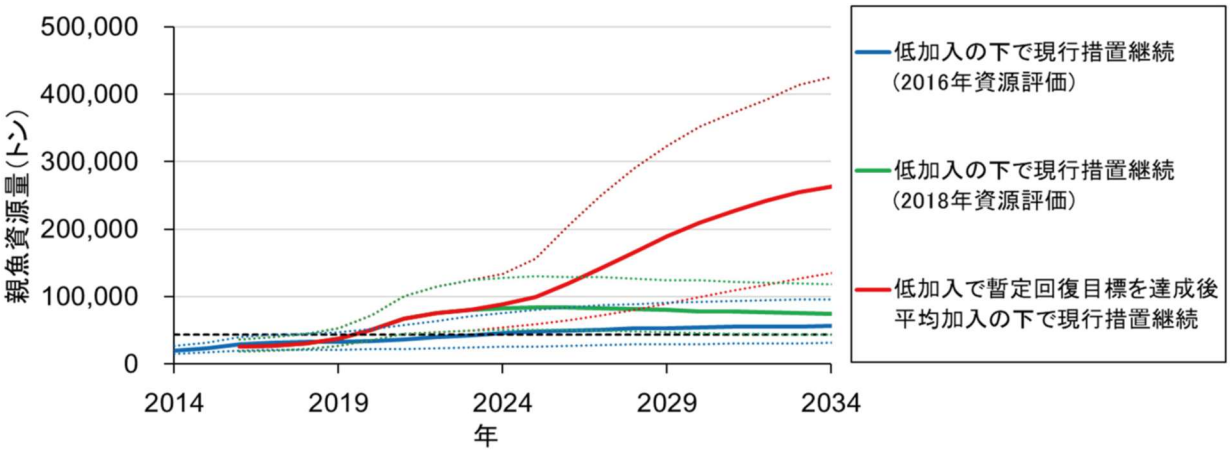

図 1.3.2　親魚資源量の将来予測結果の比較。グラフはシナリオごとの 6,000 回のシミュレーション結果の中央値であり、計算結果の半数はこれよりも低い。破線は、資源評価期間（1952～2014 年）における歴史的中間値（約 4.1 万トン）（図は ISC 評価結果に基づき水産庁監修のもとで編集）。

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	資源枯渇リスクが高いと判断される	.	資源枯渇リスクが中程度と判断される	.	資源枯渇リスクがほとんど無いと判断される
②③	資源枯渇リスクが高いと判断される	資源枯渇リスクが中程度と判断される	.	資源枯渇リスクが低いと判断される	.
④	判定していない	.	.	.	.

1.3.3 資源評価結果の漁業管理への反映

資源評価は、それ自体が最終的な目的ではなく資源管理、漁業管理のための情報を増大させる一環として位置づけられる（松宮 1996）。漁業管理方策策定における資源評価結果の反映状況を、規則と手続きの視点から評価する。

1.3.3.1 漁業管理方策の有無

ISC の資源評価を受け、中西部太平洋水域においては、2014 年の WCPFC で、1）親魚資源量を 2024 年までに、少なくとも 60%の確率で歴史的中間値まで回復させることを暫定回復目標とする、2）30kg 未満の小型魚の漁獲量を 2002～2004 年平均水準から半減させる、3）30kg 以上の大型魚の漁獲量を 2002～2004 年平均水準から増加させない、等を内容とする保存管理措置が採択された（中塚ほか 2019）。以上より 5 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
漁業制御規則はない	漁獲制御規則があるが、漁業管理には反映されていない	.	.	漁獲制御規則があり、資源評価結果は漁業管理に反映されている

1.3.3.2 予防的措置の有無

低水準の加入が今後も継続すると仮定した場合でも、30kg 未満の小型魚の漁獲量を 2002～2004 年平均水準から半減させる現行管理措置の下では、2024 年までに歴史的中間値以上に親魚資源が回復する可能性が高いことが示された(ISC 2018)。以上より 5 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
予防的措置は考慮されていない	.	.	.	予防的措置は考慮されている

1.3.3.3 環境変化が及ぼす影響の考慮

クロマグロについては水温と加入量変動との関連がある程度把握されているが、将来予測では低水準の加入が今後も継続すると仮定した過去の加入量データが用いられている（中塚ほか 2019）。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
環境変化の影響については、調べられていない	環境変化の影響が存在すると思われるが、情報は得られていない	環境変化の影響が存在するが、全く考慮されていない	環境変化の影響が把握され、一応考慮されている	環境変化の影響が把握され、十分に考慮されている

1.3.3.4 漁業管理方策の策定

国内においては、小型魚の漁獲を抑制・削減し、大きく育ってから獲ることにより、太平洋クロマグロの資源管理を推進すること、資源変動の大きい本種の親魚資源量が中長期的（5～10 年）に適切な変動の範囲内に維持され、これまでの最低水準を下回らないよう管理していくこと、を基本的な対応とする「太平洋クロマグロに係る資源管理の実施について」等に基づき、1）ひき縄などの沿岸漁船の承認制および漁獲実績報告の義務化、2）クロマグロ養殖場の登録制および実績報告の義務化、3）天然種苗を用いるクロマグロ養殖場の数・生け簀の規模の拡大防止、などの管理措置が導入されている（水産庁 2010, 2011）。2015 年 1 月から小型魚は 4,007 トン、大型魚は 4,882 トンの漁獲管理に取り組んでいる。さらに、2017 年 4 月には資源管理法の対象魚種に指定されると共に、「海洋生物資源の保存及び管理に関する基本計画」が変更され、クロマグロの TAC が定められた。さらには、「まぐろ資源の保存及び管理の強化に関する特別措置法」に基づき国内の流通業者（輸入業者、卸売業者）から韓国産及びメキシコ産の太平洋クロマグロの輸入情報を収集する取組が行われている。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
外部専門家や利害関係者の意見は全く取り入れられていない、または、資源評価結果は漁業管理へ反映されていない	.	内部関係者の検討により、策定されている	外部専門家を含めた検討の場がある	外部専門家や利害関係者を含めた検討の場が機能している

1.3.3.5 漁業管理方策への遊漁、外国漁船、IUU 漁業などの考慮

本魚種に対しては資源評価に含まれない外国漁船や IUU 漁船の漁獲はほとんどないと考えられている。また、遊漁については、商業漁業と同等の削減措置を取る方向が示されている（水産庁 2018a）。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
遊漁、外国漁船、IUUなどの漁獲の影響は考慮されていない	遊漁、外国漁船、IUUなどの漁獲を考慮した漁業管理方策の提案に向けた努力がなされている	遊漁、外国漁船、IUUなどの漁獲を一部に考慮した漁業管理方策の提案がなされている	遊漁、外国漁船、IUUなどの漁獲を十分に考慮した漁業管理方策の提案がなされている	遊漁、外国漁船、IUUなどの漁獲を完全に考慮した漁業管理方策の提案がなされている

引用文献

Ashida, H., N. Suzuki, T. Tanabe, N. Suzuki and Y. Aonuma (2015) Reproductive condition, batch fecundity, and spawning fraction of large Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* landed at Ishigaki Island, Okinawa, Japan. Environ. Biol. Fish., 98, 1173–1183.

Chen K.S., P. Crone and C.C. Hsu (2006) Reproductive biology of female Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* from south-western North Pacific Ocean. Fish. Sci., 72, 985-994.

Fukuda, H., I. Yamasaki, Y. Takeuchi, T. Kitakado, T. Shimose, T. Ishihara, T. Ota, M. Watai, H.-B. Lu, J.-C. Shiao (2015) Estimates of growth function from length-at-age data based on otolith annual rings and daily rings for Pacific Bluefin tuna. ISC/15/PBFWG-2/11.

Inagake, D., H. Yamada, K. Segawa, M. Okazaki, A. Nitta and T. Itoh (2001) Migration of young bluefin tuna, *Thunnus orientalis* Temminck et Schlegel, through archival tagging experiments and its relation with oceanographic condition in the western North Pacific. Bull. Natl. Res. Inst. Far Seas Fish., 38, 53-81.

ISC (2013) Pacific Bluefin Tuna and Albacore Tuna Ageing Workshop 13-16 November 2013 Shimizu, Japan 20pp, http://isc.ac.affrc.go.jp/pdf/ISC14pdf/Annex%205-%20Tuna%20Ageing%20Workshop%20Report%20(Nov.%202013).pdf

ISC (2018) 2018 Pacific bluefin tuna stock assessment. Annex 14, Report of the Pacific bluefin tuna working group, International Scientific Committee for tuna and tuna-like species in the North Pacific Ocean, Plenary Session 11-16 July 2018 Yeosu, Korea.

Ishihara, T., O. Abe, Y. Shimose, Y. Takeuchi and A. Aires-da-Silva (2017) Use of post-bomb radiocarbon dating to validate estimated ages of Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, of the North Pacific Ocean. Fish. Res., 189, 35-41.

Itoh, T., S. Tsuji and A. Nitta (2003) Migration patterns of young Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) determined with archival tags. Fish. Bull., 101, 514-534.

伊藤 智幸 (2006) 新たなクロマグロ回遊図の構築. 「海流と生物資源」 杉本隆成編, 成山堂書店, 東京, 254-261.

IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2019) Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf

国際水産資源研究所（2017）過去の太平洋クロマグロの加入量モニタリング速報 http://fsf.fra.affrc.go.jp/maguro20/kakonomonitaringu.html

松宮義晴 (1996) 「水産資源管理概論」. 日本水産資源保護協会, 東京, 77pp

Methot Jr., R.D. and C. R. Wetzel (2013) Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fish. Res., 142, 86-99.

中塚周哉・福田漠生・西川水晶・田中庸介（2019）クロマグロ　太平洋　Pacific Bluefin Tuna, *Thunnus orientalis*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人水産研究・教育機構. http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_04.pdf

Ohshimo, S., Tawa, A., Ota, T., Nishimoto, S., Ishihara, T., Watai, M., Satoh, K., Tanabe, T., and Abe, O. (2017) Horizontal distribution and habitat of Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, larvae in the waters around Japan. Bull. Mar. Sci., 93: 769-787.

Okochi, Y., O. Abe, S. Tanaka, Y. Ishihara and A. Shimizu (2016) Reproductive biology of female Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, in the Sea of Japan. Fish. Res., 174, 30–39.

Shimose, T., T. Tanabe, M. Kai, F. Muto, I. Yamasaki, M. Abe, K. Chen and C. Hsu (2008) Age and growth of Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, validated by the sectioned otolith ring counts. ISC08/PBF-1/08. 10 pp.

Shimose, T., Tanabe, T., Chen, K.S., and Hsu, C.C. (2009) Age determination and growth of Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*, off Japan and Taiwan. Fish. Res., 100: 134-139.

Shimose, T. and T. Ishihara (2015) A manual for age determination of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis*. Bull. Fish. Res. Agen., 40, 1-11.

Shimose, T., Aonuma, Y., Suzuki, N., and Tanabe, T. (2016) Sexual differences in the occurrence of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in the spawning ground, Yaeyama Islands. Environ. Biol. Fish., 99: 351-360.

水産庁 (2010) 「太平洋クロマグロの管理強化についての対応」について（プレスリリース）. http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/kokusai/100511.html（2011 年 1 月 12 日）

水産庁 (2011) 「太平洋クロマグロの国内漁業における資源管理強化」について（プレスリリース）. http://www.jfa.maff.go.jp/j/tuna/taiheiyou_kuromaguro/index.html（2011 年 3 月 25 日）

水産庁（2018a）クロマグロを対象とする遊漁者・遊漁船業者の皆様へ http://www.jfa.maff.go.jp/j/yugyo/y_kuromaguro/kyouryokuirai.html

水産庁（2018b）太平洋クロマグロの資源・養殖管理に関する全国会議 平成 30 年 8 月 24 日議事概要

水産庁・水産総合研究センター（2016）平成 28（2016）年度 ABC 算定のための基本規則, 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 http://abchan.fra.go.jp/digests28/index.html

Suzuki, N., Tanabe, T., Nohara, K., Doi, W., Ashida, H., Kameda, T., and Aonuma, Y. (2014) Annual fluctuation in Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) larval catch from 2007 to 2010 in waters surrounding the Ryukyu Archipelago, Japan. Bull. Fish. Res. Agen., 38: 87-99.

田中昌一 (1998) 「増補改訂版　水産資源学総論」. 恒星社厚生閣, 東京, 406pp

Tanaka, S. (2006) Maturation of Bluefin Tuna in the Sea of Japan. ISC PBF-WG/06/ 09. 7 pp.

Tanaka, S. (2011) Skip spawning and spawning frequency of Pacific bluefin tuna around Japan. ISC/11/PBFWG/11/oral presentation 14 pp.

米盛 保 (1989) 広域回遊性浮魚の資源増大をめざして. 「海洋牧場」　農林水産技術会議事務局編, 恒星社厚生閣, 東京, 8-59.　引用文献