

キハダ 東部太平洋

(Yellowfin tuna *Thunnus albacares*)



管理・関係機関

全米熱帯まぐろ類委員会 (IATTC)

最近の動き

2021 年の総漁獲量は 26.3 万トン(予備集計)で前年の 114% であった。本年は資源評価が行われなかったため、最近の資源評価は 2020 年に IATTC 事務局により行われたものであるが、従来の単一の資源評価モデル結果に基づいて管理方を提案する方法ではなく、複数(48 モデル)の資源評価モデル群を用いて、各モデルの重みを詳細に検討して、統合した結果に基づいて管理方を提示する手法に変更された。最大持続生産量(MSY)は 23.6 万～35.4 万トンと推定され、48 モデル中 2 モデルを除き、2019 年の漁獲量より大きかった。漁獲の強さ($F_{2017-2019}/F_{MSY}$)の重み付き平均は 0.67 であり、暫定目標管理基準値を上回る($F > F_{MSY}$)確率は 9%、限界管理基準値を上回る($F > F_{limit}$)確率は 0% であった。産卵資源量レベル(S_{2020}/S_{MSY})の重み付き平均は 1.57 であり、暫定目標管理基準値を下回る($S < S_{MSY}$)確率は 12%、暫定限界管理基準値を下回る($S < S_{limit}$)確率は 0% であった。管理方策については 2021 年 8 月に行われた年次会合及び 10 月に行われた再開会合で議論がなされ、まき網漁業の全面禁漁期間について、漁船毎に前年のメバチ漁獲量に応じて禁漁期間を延長すること、集魚装置(FAD)の使用数を制限することとする新たな管理方策が決定された。

利用・用途

はえ縄の漁獲物は生鮮(刺身)、まき網の漁獲物は缶詰をはじめとする加工品として主に利用される。

漁業の概要

IATTC が管理する東部太平洋は、南北緯度 50 度未満、西経 150 度以東と南北アメリカ大陸の海岸線に囲まれた海域である(図 1)。1960 年頃までは竿釣りが主要な漁業であったが、その後、まき網に転換された。近年の漁獲は大部分がまき網(総漁獲量の 95% を占める、2017～2021 年)によるものであり、残りがはえ縄(5%)である(2016 年以降竿釣りの漁獲はなし)。当該海域における漁業国・地域全体の総漁獲量は 1970 年代半

ばと 1990 年及び 2000 年代初頭にピークがみられる(図 2)。1983 年の漁獲量の急激な落ち込みは、海況の変化に起因する漁船数の減少によるもので、中西部太平洋での操業に切り替える船もあった。1990 年から 1995 年頃の漁獲減少は、イルカの保護運動の影響で、イルカに付くキハダ魚群を狙う操業が減少したことによる。2001～2003 年に漁獲量は 40 万トンを超えたが、好調な加入による資源量増大が要因である。2021 年の漁獲量は 26.3 万トン(予備集計)で前年の 114% であった(IATTC 2022、IATTC ウェブページ)。

まき網漁業について、当初は米国船が多かったが、1970 年代の終わり頃からメキシコ、ベネズエラ船が増加するとともに米国船が減少し、1990 年代に入ると、エクアドルやバヌアツ船が増加した。伝統的にイルカ付き操業と素群れ(すむれ)操業が行われてきたが、1990 年代に入ると FAD を使用した操業が発達した。それぞれの操業で、主として漁獲される魚のサイズが異なり、素群れ操業は尾叉長 60～100 cm、イルカ付き操業は尾叉長 90～150 cm、FAD 操業は尾叉長 50 cm 程度である。また、主たる操業位置も異なり、素群れ操業は南北アメリカ大陸の沿岸部に多く、イルカ付き操業は北緯側、FAD 操業は南緯側で多くみられる(図 3)。最近 5 年では、まき網漁獲量のおおよそ 43% をメキシコが占め、次いでエクアドル、ベネズエラ及びパナマの 3 か国で 40% 程度を占める(図 2、付表

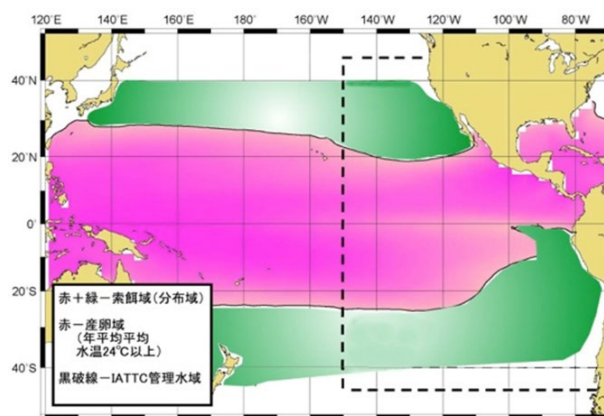


図 1. 太平洋におけるキハダの分布域

赤色と緑色を合わせた海域が索餌域(分布域)、赤色が産卵域(年平均表面水温 24℃以上)。

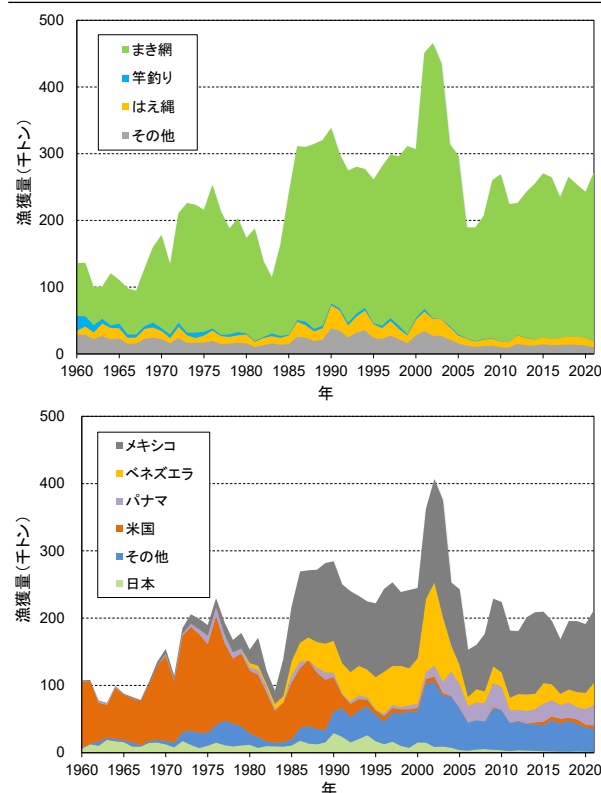


図2. 東部太平洋におけるキハダの漁法別漁獲量（上図）、国別漁獲量（下図）（1960～2021年）

1)。我が国のますい網船は1970年代初頭に操業していたが、それ以降は出漁していない。ますい網による海上でのキハダの平均投棄率（2017～2021年）は、総漁獲量の0.1%と推定された。ますい網船の隻数は1961年から2021年の間に125隻から236隻に増加し、それに伴い魚艙容量は3.2万 m^3 から25.3万 m^3 に増加した。近年のますい網総操業数は30,000操業を上回る年が多く、2021年は予備集計値で31,507操業を記録した（IATTC 2022）。

はえ縄漁業について、我が国漁船は1952年のマッカーサーライン撤廃以降、急速に漁場を拡大し、1960年には中央アメリカ沿岸に達した（Suzuki *et al.* 1978）。その後も南北両半球の温帯域に操業域を広げ、1965年に地理的に最も広く操業が行われ、その後、1970年になるまでは地理的な操業範囲が最も拡大していた時期である。当初は缶詰等の加工品原料としてキハダとビンナガを漁獲していたが、1970年代半ばには、刺身需要の増加と冷凍設備の改善によってメバチへと主たる対象魚種を変更した。2000年以降、南北アメリカ沿岸域への出漁が減少し、現在は、赤道を挟んだ南北15度の範囲が主な漁場となっている（図3）。日本の漁獲量は1986～1995年にかけて2.0万トン程度であったが、2002年以降は1万トンを切り、2021年は1,092トン（予備集計）であった。台湾船は1960年代から出漁しているがビンナガを主対象としており、近年のキハダの漁獲は年1,000トン前後であり、2021年は895トンであった。韓国船は1970年代半ばから操業があり、2005年以降は年1,000トン前後であったが、2021年には1,641トンと増加した。中国船は2020年に3,392トンを記録し、2015年以降、日本の漁獲量を超え、東部太平洋で最もキハダを漁獲す

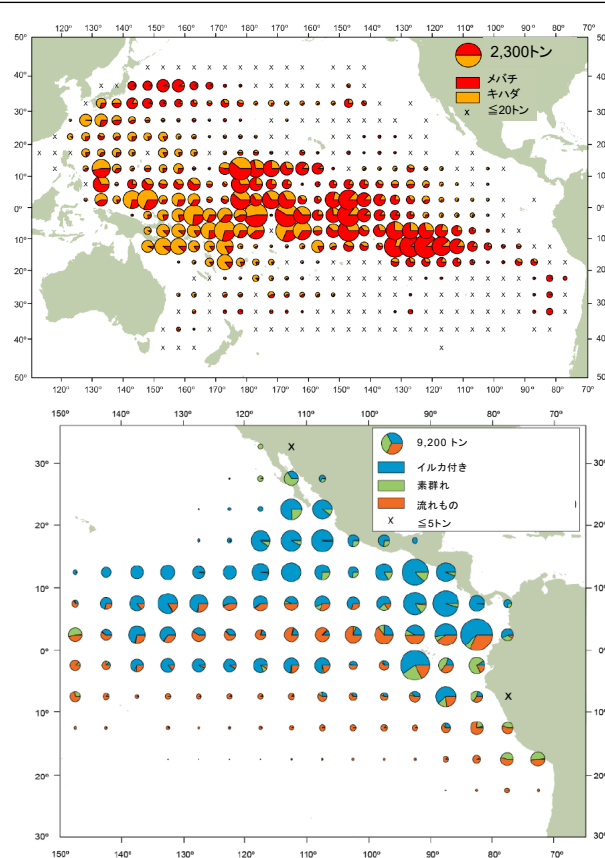


図3. 太平洋における2016～2020年の漁場図（上：はえ縄、下：ますい網）

上図：赤色がメバチ、橙色がキハダ；凡例の丸は2,300トン。
下図：キハダの漁獲。青色がイルカ付き操業、緑色が素群れ操業、橙色が流れもの操業；凡例の丸は9,200トン。

る、はえ縄漁業国である。エクアドルのはえ縄漁獲量も多く、2008年から2013年までは2,000トン前後を漁獲していたが、最近年は100～200トン程度である。はえ縄船の漁獲サイズは、主として尾叉長100 cm以上である。

生物学的特性

キハダは、三大洋の熱帯域から温帯域にかけて広く分布する。若齢で小型のキハダは、似たような大きさのカツオやメバチと群れを作ることがあり、これらはもっぱら表層に分布する。成長するにつれて、キハダ単独の群れとなり、より水深の深い層にも分布するようになる。産卵は水温24℃以上の水域で周年行われると考えて良いが、季節性もみられ、メキシコ南部から中央アメリカの沖合域において、少なくとも年に2回、産卵期があり、さらに沖合域では、1年のうち少なくとも7か月間は産卵期であったとの報告がある（Knudsen 1977）。また、南緯側の熱帯域では主として1月から6月が産卵期であるとの報告がある（Shingu *et al.* 1974）。また、親魚の成熟状態と仔稚魚の出現場所にも海域による違いがみられる（Suzuki *et al.* 1978）。このような産卵期の違いは、東部太平洋内に複数の系群が存在する可能性を示唆する。放流点と再捕点のみが分かるタイプの標識による放流調査は、1950年代より数多くの結果が報告され（例えばFink and Bayliff 1970）、少数の長距離移動した例を除いて、多くの個体が、ある一定の範囲（数百 km

以内) で再捕され、東部太平洋と中西部太平洋間の移動例は少ないことが知られている (Suzuki *et al.* 1978, Wild 1994)。近年、熱帯域の北緯側で、移動経路が分かるタイプの標識による放流調査が行われたところ (Schaefer *et al.* 2014)、やはり多くの個体が放流点の近くに留まり、長距離の移動個体は少ない傾向がみてとれた。これらは系群の存在を補強する証拠となり得る。また、近年、太平洋の各海域で得られたキハダの間に遺伝学的な差異が検出されている (Aguila *et al.* 2015, Grewe *et al.* 2015)。さらに、熱帯域では太平洋の西経 150 度のあたりで漁獲サイズが異なることが知られている (図 4)。一方で、はえ縄やまき網の漁獲状況を見ると、東部太平洋内では明瞭な漁獲の切れ目がないことがわかる (IATTC 2022)。このように系群あるいはもっと狭い範囲の個体群の存在についての異なる見解があるものの、前回 2018 年の資源評価も含めて、東部太平洋のキハダの資源評価では、東部太平洋で 1 つの系群と見なし、中西部太平洋と西経 150 度で分けて評価している。

本種の 1 回あたりの産卵数 (Batch fecundity) は体長 120 cm で約 233 万粒とされ、1 度の産卵期に複数回産卵できるとされており (Schaefer 1998)、そのことは、畜養のキハダでも確認されている (Niwa *et al.* 2003)。本種の寿命は、年齢査定の結果や成長が早いこと、漁獲物にあらわれる最大体長が 170 cm 程度 (5 歳) であることから、メバチより短く 7~10 年であろうと考えられている。しかし、大西洋では耳石輪紋の解析により 18 歳と査定される研究例もある (Andrews *et al.* 2020)。本種の仔魚期の餌生物はカイアシ類、枝角類が主体である (Uotani *et al.* 1981)。稚魚の胃内容物には魚類が多く、次いで頭足類が出現し、カイアシ類はほとんどみられない (辻 1998)。成魚の胃内容物に関する知見は比較的豊富で (Matthews *et al.* 1977)、魚類を主に甲殻類、頭足類等幅広い生物を摂餌し、明確な嗜好性はないと思われる。仔魚期、稚魚期には多くの捕食者がいると思われるが情報は少ない。さらに遊泳力が付いた後は大型のカジキ類、サメ類、歯鯨類等に外敵は限られてくるものと思われる。生物学的最小形は 50 cm 以下であるが、雌の 50% は 92 cm で成熟し、123.9 cm の雌 (39 kg、満 2 歳の終わりから 3 歳) では 90% が成熟している (Schaefer 1998)。最大体長は 200 cm を超えるとみられる (FAO 1983)。

2020 年の資源評価では、自然死亡係数は、体長別の雌雄比に合致するように、四半期齢別、雌雄別に設定された。0 歳で四半期あたり 0.7、その後、雌雄は同様に 2 歳で 0.2 まで減少

する。雄はその後、0.2 で一定で、雌は再び次第に高くなる (IATTC 1999, Maunder and Aires-da-Silva 2012, Minte-Vera *et al.* 2020) (表 1)。成長式は、耳石日輪を用いて Richard の成長式で表した結果 (表 2; Wild 1986) を資源評価モデルの固定値として用いる方法と、これを初期値として与えて資源評価モデル内で成長式を推定する方法がとられた (表 2; Minte-Vera *et al.* 2020)。

成長式

Wild (1986) : $L_t = 185.7 \times \{1 - (\exp(-0.761 \times (t - 1.853))) / 1.917\}^{1.917}$

(L_t : ある年齢 t での尾叉長 (cm)、 t : 年齢)

体長体重関係式

Wild (1986) : $W = 1.387 \times 10^{-5} \times L^{3.086}$

(L : 尾叉長 (cm)、 W : 体重 (kg)、 t : 年齢)

資源状態

最新の資源評価は IATTC 事務局により 2020 年に行われた。従来の単一の資源評価モデル結果に基づいて管理方策を提案する方法ではなく、複数 (48 種類) の資源評価モデル群を用いて、各モデルの重みを詳細に検討して、統合した結果に基づいて管理方策を提示する手法に変更された。本種の生物特性、資源の生産力、漁業の操業形態について、複数のあり得そうな設定を考慮することが出来るため、モデル構築に関わる不確実性を効果的に組み合わせて、管理方策の策定に取り込むことが可能になる。

資源評価モデルのベースには統合モデルの Stock Synthesis

表 1. 東部太平洋におけるキハダの四半期齢ごとの雌雄別の自然死亡係数 (Minte-Vera *et al.* 2020)

四半期齢	雄	雌
0	0.70	0.70
1	0.60	0.60
2	0.50	0.50
3	0.44	0.44
4	0.38	0.38
5	0.32	0.32
6	0.26	0.26
7	0.20	0.20
8	0.20	0.20
9	0.20	0.21
10	0.20	0.26
11	0.20	0.32
12	0.20	0.38
13	0.20	0.42
14	0.20	0.44
15	0.20	0.46
16	0.20	0.46
17	0.20	0.47
18	0.20	0.47
19	0.20	0.47
20	0.20	0.47
21	0.20	0.47
22	0.20	0.47
23	0.20	0.48
24	0.20	0.48
25	0.20	0.48
26	0.20	0.48
27	0.20	0.48
28	0.20	0.48
29	0.20	0.48

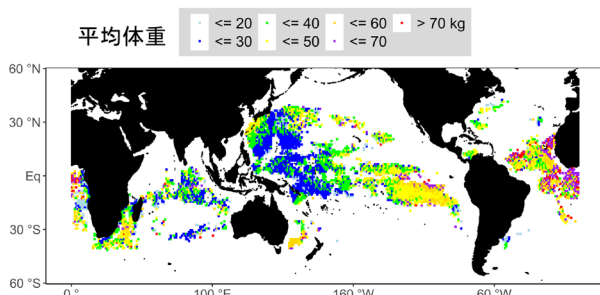


図 4. 太平洋におけるはえ縄漁業によるキハダの平均漁獲サイズ (kg) の一例 (2010 年)

表 2. 東部太平洋におけるキハダの年齢ごとの尾叉長 (cm) と体重 (kg) の関係

四半期齢	初期値 Wild (1986)		2020年の資源評価 Minte-Vera <i>et al.</i> (2020)		
	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	固定	推定 (GRO)	推定 (DEM.GRO)
			尾叉長 (cm)	尾叉長 (cm)	尾叉長 (cm)
0	20.7	0.16	20.8	24.2	24.1
1	26.4	0.34	26.4	29.8	29.8
2	33.1	0.68	33.0	36.5	36.5
3	40.7	1.29	40.6	44.4	44.4
4	49.3	2.32	49.2	53.5	53.4
5	58.6	3.96	58.5	63.5	63.4
6	68.5	6.41	68.4	74.4	74.1
7	78.8	9.87	78.7	85.5	85.3
8	89.1	14.46	89.0	96.5	96.4
9	99.4	20.21	99.3	106.8	107.1
10	109.2	27.08	109.2	116.0	117.0
11	118.6	34.88	118.6	123.8	125.8
12	127.3	43.36	127.3	130.2	133.4
13	135.2	52.24	135.2	135.3	139.7
14	142.3	61.22	142.4	139.1	144.9
15	148.6	70.03	148.7	142.0	149.0
16	154.2	78.44	154.3	144.1	152.2
17	159.0	86.30	159.2	145.7	154.7
18	163.2	93.49	163.3	146.8	156.6
19	166.8	99.98	166.9	147.6	158.0
20	169.9	105.74	169.9	148.1	159.1
21	172.5	110.80	172.5	148.5	159.9
22	174.7	115.19	174.7	148.8	160.6
23	176.5	118.98	176.5	149.0	161.0
24	178.0	122.22	178.0	149.2	161.4
25	179.3	124.98	179.3	149.3	161.6
26	180.4	127.32	180.4	149.3	161.8
27	181.3	129.29	181.3	149.4	161.9
28	182.1	130.95	182.0	149.4	162.0
29	182.7	132.33	183.0	149.5	162.2

(SS) が用いられた (Minte-Vera *et al.* 2020)。MSY は 23.6 万～35.4 万トンと推定され、48 モデル中 2 モデルを除き、2019 年の漁獲量より大きかった。漁獲の強さ ($F_{2017-2019}/F_{MSY}$) の重み付き平均は 0.67 であり、暫定目標管理基準値を上回る確率 ($P(F > F_{MSY})$) は 9%、限界管理基準値を上回る確率 ($P(F > F_{limit})$) は 0% であった。産卵資源量レベル (S_{2020}/S_{MSY}) の重み付き平均は 1.57 であり、暫定目標管理基準値を下回る確率 ($P(S < S_{MSY})$) は 12%、暫定限界管理基準値を下回る確率 ($P(S < S_{limit})$) は 0% であった (図 5) (Aires-da-Silva *et al.* 2020、IATTC 2020、Minte-Vera *et al.* 2020)。

【48 モデルの構築の方法】

前回 (2019 年) の資源評価では、データが追加されると結果が大きく変わってしまう頑健性の無さが問題となった。また、はえ縄船の漁獲サイズのモデル推定値が実測値と乖離する問題、大型魚を漁獲するまき網と日本のはえ縄船の資源量指数に乖離がある問題が認識されていた。近年、日本のはえ縄の漁場が東部太平洋の西側にシフトして、海域全体から漁獲されていない状態であることから、これらの乖離は東部太平洋内に複数の系群が存在するためではないかとの仮説がたてられていた。当初、

この仮説に従って、キハダの混合が顕著な仮説 (単一系群) とあまり混合しない仮説 (複数系群) で解析を進めていたが、後者の解析が捗々しくなかったため、従来の単一系群仮説に従って資源評価を行うこととなった。前回の資源評価からの主な変更点は以下の 5 点である。1. 資源量指数 (イルカ付きまき網漁業の単位努力量当たりの漁獲量 (CPUE) のみに基づく。従来は、はえ縄の資源量指数も用いられていたが、上述のとおり、まき網 CPUE と乖離があり、これが十分に解決できなかったため、漁獲量の多い、まき網のみを用いた)。2. 新しい漁業の定義 (魚体サイズの類似性に基づいて海域を分別し、分別されたそれぞれの海域内の漁業種類は一つとした)。3. 漁獲効率 (従来、解析期間中に不変とする仮説に加えて、資源が多くなった時期に漁獲効率が改善される仮説を追加)。4. 選択性 (解析期間中に変動するオプション。まき網の選択性の多様化)。5. 成長式 (資源評価モデルの外部で推定して固定で与える従来の設定のほかに、資源評価モデル内部で推定するオプションを加えた)。以上の点を考慮し、12 種類の異なるモデルが構築された (表 3)。各モデルに対して、スティープネス (再生産モデルの密度補償効果の程度) をそれぞれ 4 種類 (0.7、0.8、0.9、1.0) 設定したため、合計 48 種類のモデルが検討された (Aires-

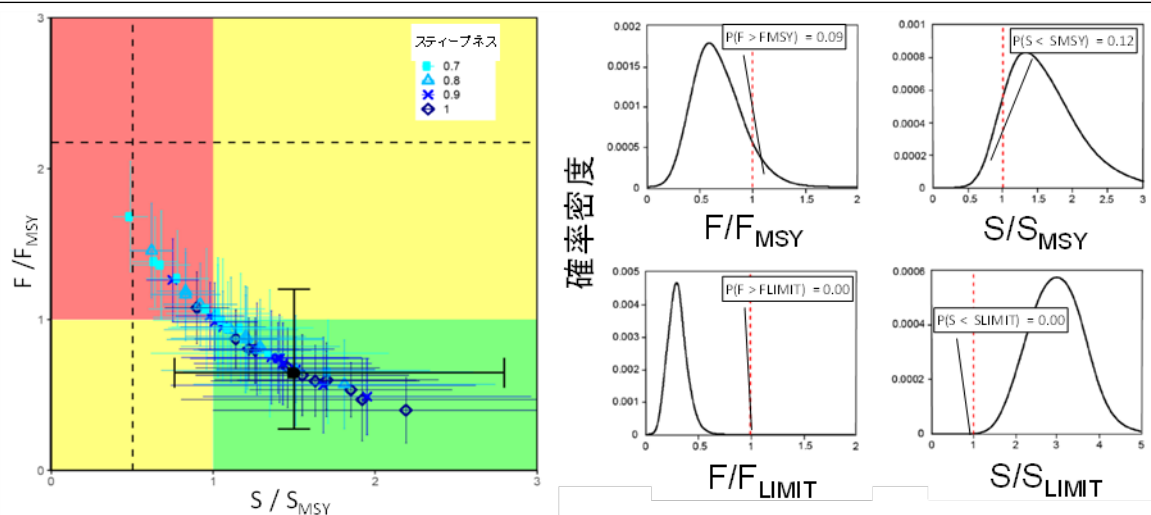


図 5. 東部太平洋における最新年のキハダの資源状態（左）及び暫定目標管理基準値（MSY）と暫定限界管理基準値（LIMIT）を超える割合（中：漁獲の強さ。右：資源量）

左図の縦軸は MSY レベルに比した最新年（2017～2019 年）の漁獲の強さ。横軸は MSY レベルに比した最新年（2020 年初頭）の資源量。黒色の丸とバーはそれぞれ、全てのケース（48 モデル）の資源評価指標値（ F/F_{MSY} と S/S_{MSY} ）の中央値と 95% 信頼区間。この黒丸を除いた打点（水色丸、三角、×、菱形）は 48 個（48 モデル分）あり、それぞれ資源評価モデルの設定が異なる。それぞれの色と形はスティーブネスが 0.7、0.8、0.9、1.0 を示す。左図の破線は暫定限界管理基準値を示し、親子関係を想定（スティーブネス 0.75）し、かつ漁業がないと仮定したときの産卵資源量の加入量の 50% を得るための産卵資源量。中上図：2017～2019 年の漁獲の強さが暫定目標管理基準値を上回る確率は 9%。中下図：2020 年初頭の資源量が暫定限界管理基準値を上回る確率は 0%。右上図：2020 年初頭の資源量が暫定目標管理基準値を下回る確率は 12%。右下図：2020 年初頭の資源量が暫定限界管理基準値を下回る確率は 0%。

表 3. 本年の資源評価に用いられた 12 種類の設定のモデルの詳細

モデル呼称	Base	Gro	DS	DDQ	DDQ.GRO	DDQ.DS	TBM	TBM.GRO	TBM.DS	TBE	TBE.GRO	TBE.DS
成長式	固定	推定	固定	固定	推定	固定	固定	推定	固定	固定	推定	固定
漁獲効率 (時期による変化)	一定			密度依存								
選択性 (時期による変化)	一定						小型魚が多い時期に異なる			一定		
選択性 (F19:イルカ付巻き網)	漸近的	ドーム型	漸近的	ドーム型	漸近的	ドーム型	小型魚が多い時期だけドーム型			大型魚が多い時期だけドーム型		
選択性 (F18:イルカ付巻き網)	ドーム型						小型魚が多い時期だけ別のドーム型			ドーム型		

表 4. 東部太平洋におけるキハダの資源評価モデルの結果

各モデルで 4 種類のスティーブネスを設定しているので、上表は、それらの結果を統合して、モデルごとに示している。例えば、BASE の場合、 F_{cur}/F_{MSY} はスティーブネスが 1.0、0.9、0.8 及び 0.7 の場合、それぞれ 1.08、1.26、1.46 及び 1.68 である。スティーブネスの重み（大きいほどあり得そうな設定）は（BASE に限らず）0.44、0.31、0.21 及び 0.04 とされている。このため、重み付き平均は 1.24（ $= (1.08 \times 0.44 + 1.26 \times 0.31 + 1.46 \times 0.21 + 1.68 \times 0.04) / (0.44 + 0.31 + 0.21 + 0.04)$ ）となる。それぞれのモデルの重みは、 $P(\text{Model})$ に示されている。なお、赤地は各種資源状態を表す項目において、悲観的な結果を示すケースを、緑地は楽観的なケースをそれぞれ示す。

	Base	Gro	DS	DDQ	DDQ.GRO	DDQ.DS	TBM	TBM.GRO	TBM.DS	TBE	TBE.GRO	TBE.DS	Combined
$P(\text{Model})$ モデルの重み	0.01	0.05	0.06	0.03	0.13	0.09	0.05	0.10	0.24	0.03	0.06	0.14	$E(x)$ $P=0.5$
漁獲死亡係数 (Fishing mortality: F)													
F_{cur}/F_{MSY}	1.24	0.95	0.69	1.01	0.65	0.55	0.93	0.72	0.47	0.79	0.72	0.73	0.65
$P(F_{cur} > F_{MSY})$	0.88	0.37	0.05	0.46	0.03	0.01	0.32	0.07	0.00	0.13	0.08	0.09	0.09
F_{cur}/F_{limit}	0.46	0.45	0.31	0.38	0.32	0.25	0.38	0.35	0.22	0.33	0.33	0.31	0.30
$P(F_{cur} > F_{limit})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
産卵資源量 (Spawning biomass: S)													
S_{cur}/S_{MSY}	0.78	1.07	1.48	1.01	1.60	1.74	1.09	1.48	2.02	1.31	1.48	1.40	1.57
$P(S_{cur} < S_{MSY})$	0.93	0.41	0.07	0.48	0.04	0.08	0.34	0.06	0.03	0.15	0.09	0.11	0.12
S_{cur}/S_{limit}	1.87	1.96	2.60	2.62	3.24	3.70	2.33	2.53	3.25	2.99	2.94	3.08	2.98
$P(S_{cur} < S_{limit})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

da-Silva *et al.* 2020、IATTC 2020、Minte-Vera *et al.* 2020)。

これらの結果を統合するために、48 モデルのうち、あり得そうなモデル（設定）に対して、大きな重みが与えられた。「あり得そうな設定」を判断するために、重みを 7 つの要素に分けて、6 名の資源評価の専門家が独立して、それぞれの要素の重みを判断し、次式からそれぞれのモデルの重み（ $W(\text{model})$ ）

を算出した（表 4）。

$$W(\text{model}) = W(\text{Expert}) \times W(\text{Convergence}) \times W(\text{Fit}) \times W(\text{Plausible parameters}) \times W(\text{Plausible results}) \times W(\text{Diagnostics}) \times W(\text{Empirical selectivity})$$

表 5 に、それぞれの重みについての説明を示す (Maunder *et al.* 2020) これらの重みの判断においては、専門家の主観的な

表 5. 東部太平洋におけるキハダの資源評価において各モデルの重みを決定する際の重みの考え方

item	説明
W (model)	最終的なモデルごとの相対的な重み。
W (experts)	判断しがたい命題について、専門家の主観的な判断によって重みを決める。この東部太平洋のキハダ資源における、簡単には判断しがたい大きな命題は、「EPO内に複数のキハダ系群が存在するの否」である。これを解くために、「単一系群」、「ときおり複数に分かれることがある」「恒常的に複数系群」の仮説をたてたが、現状では、「単一系群」のみを考慮することとなった。空間構造については、今後も追求してゆく課題との位置づけ。今回の資源評価で解決すべき課題として、「はえ縄とまき網の資源量指数の乖離」。「サイズデータへのフィットの悪さ」があげられた。今回は、6名の専門家が、ある程度は事前に既存の情報について共有を行った後、モデルの結果を見る前に、それぞれのモデルが、上記の二つの命題を解くための理論的な説明として、個々のモデルごとに「極めてなさそう・少しはあり得そう・中程度・極めてありそう」などカテゴリカルに決定し、それぞれ0、0.25、0.50及び1.0の数値を与えた。
W (Convergence)	ヘシアン行列が正定値をとらなければ、パラメータが適切に推定されていない(収束していない)。なお、Maximum gradientも収束したかどうかの指標だが、数値が小さければ、適切にパラメータが求まったかは別問題と考え、ヘシアン行列が正定値をとったかどうかのみを、今回は、収束に係わる重みとした。
W (Fit)	AICに基づいた指標。データ数が異なる場合(この資源評価の場合、解析開始年が1979年と2000年のモデル群同士はデータ数が異なる)は、AICは直接比較出来ないで、それぞれ別に扱っている。
W (Plausible parameters)	推定されたパラメータ値が、不自然では無いかを6人の専門家が判断。判断したパラメータは、 1) 成長式(L2パラメータ(高齢魚の平均体長)) 2) 選択性
W (Plausible results)	推定された漁獲死亡係数、初期の平衡漁獲量および初期の平衡加入量が不自然では無いかを専門家が主観的に判断
W (Diagnostics)	モデルの設計に矛盾していないかの診断を、ASPM診断とR0プロファイル(サイズデータの資源量推定への影響診断)およびレトロスペクティブ分析(データ追加の影響)を行い、資源評価が適切だったかを診断する。Maunder et al. (2020) の図1に従って判断されているので、基準は明瞭に分かる。しかし、実際の判断は、診断図の見た目で主観的に判断。
W (Empirical selectivity)	モデルが適切な選択性曲線を推定出来たかどうかの指標。解析期間を通じて、ある体長における漁獲個体数を集計し、これを同じ体長における資源個体数で割ったものが、empirical selectivity。この曲線と、モデルが推定した選択性曲線が異なっていれば、選択性曲線の推定はうまくいっておらず、選択性曲線がフレキシブルすぎてサイズデータのノイズを反映しすぎるか、漸近モデルでは無くドームモデルが適切では無いかなどと判断できる。あるいは、成長モデルが不適切であると判断出来る。

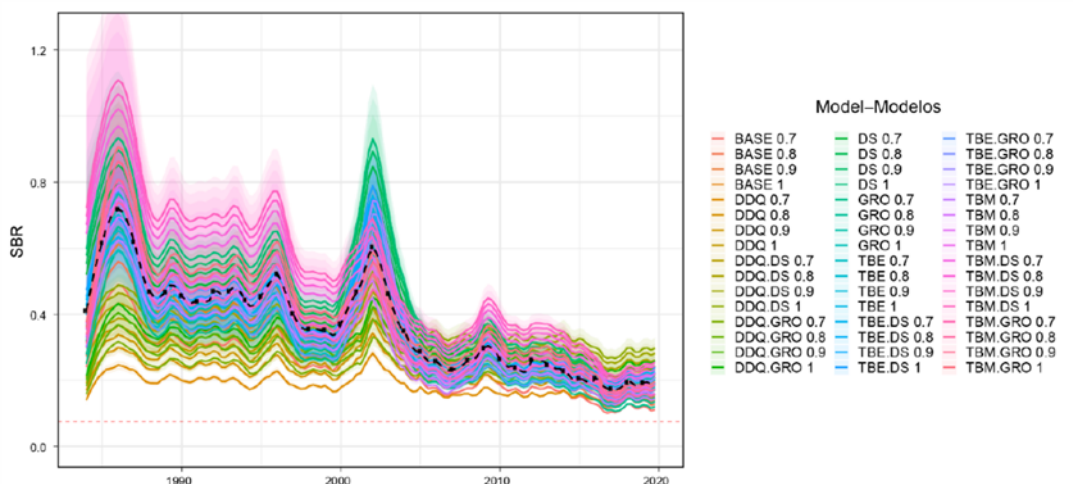


図 6. 東部太平洋におけるキハダの Spawning Biomass ratio (SBR) の推移 (1984~2019 年)

48 モデルの結果。モデルの名称の後の数値はスティーブネスを表している。塗りつぶされた範囲は 95%信頼区間。太い黒破線は重み付き平均。

判断が避けられない場合もあるため、その決定過程を追跡できるように明示し、その透明性を図っている。一方で、専門家チームの構成メンバーが替わった場合には、結果が容易に変化し得るので、再現性の点では改良の余地があるだろう。

Spawning Biomass ratio (漁業がないと仮定した状態の産卵資源量を 1.0 としたときの、実際の産卵資源量の割合) の変遷を図 6 に示す。モデル間の推定幅が大きいことが分かる。な

お、漁業がないと仮定したときの産卵資源量を 1 としたときの産卵資源量における暫定限界管理基準値 (Interim Limit Reference Point) は 0.077 である。モデル設定により、程度は異なるが、解析開始年から最近年まで見ると、複数以上のピークを示しつつ、減少傾向にある。直近年の傾向は、横ばいもしくは若干の増加である(図 6)。加入量は、複数のピークを示しつつ、2000 年以降は、過去平均よりも下回ることが多かつ

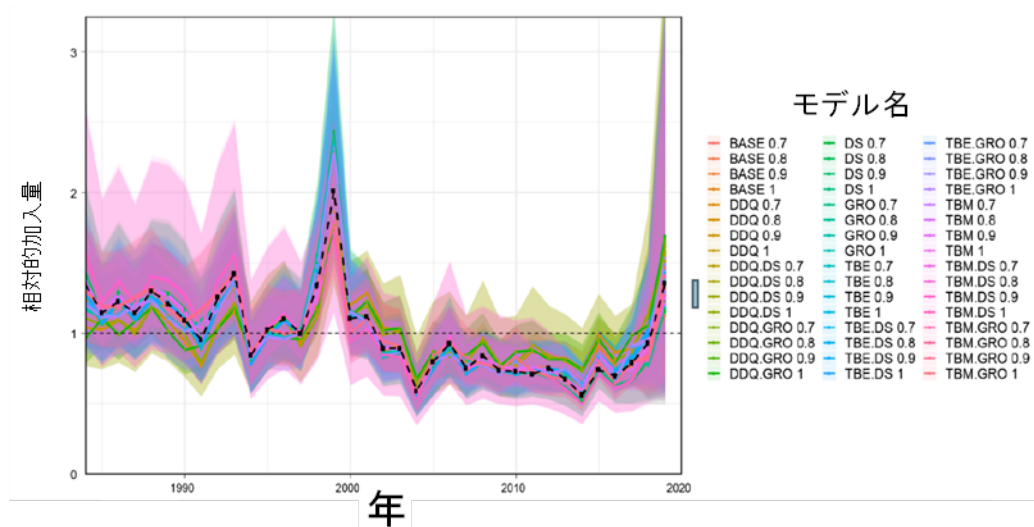


図 7. 東部太平洋におけるキハダの加入量（1984～2019 年）

48 モデルの結果。モデルの名称の後の数値はスティーブネスを表している。1984 年以降の平均加入量を 1（破線）とした相対値の推移を示す。塗りつぶされた範囲は 95%信頼区間。

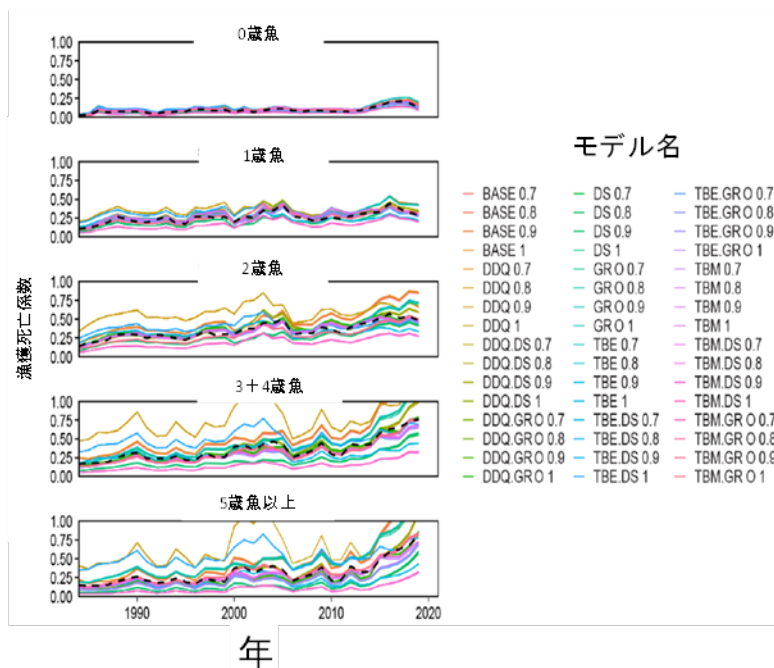


図 8. 東部太平洋におけるキハダの漁獲死亡係数の推移（1984～2019 年）

48 モデルの結果。モデルの名称の後の数値はスティーブネスを表している。

た。2019 年の加入量は、平均よりも高いと見なされているが推定値の不確実性は大きい（図 7）。漁獲死亡係数は、近年、3 歳以上の漁獲死亡の増加が顕著である（図 8）。各漁業の産卵資源量に与える影響は、いずれのモデル設定においても、まき網のいるか巻き操業と流れもの操業（FAD 操業含む）が最も大きなインパクトを示し、素群れ操業がそれに続く（図 9）。資源水準と動向について、48 モデルの 1979 年もしくは 2000 年以降 2019 年までの四半期ごとの産卵資源量の平均値と標準偏差をモデルごとに集計し、中位の産卵資源量を平均±1 標準偏差の範囲、それより大きい場合、小さい場合をそれぞれ高位、低位と定義した。最近 5 か年の産卵資源量は 23%が中位、77%が低位とされた。このため、産卵資源量レベルは低位と判断した。最近年では中位の割合が増加する傾向もみられるが、資源

動向は横ばいと考えられた。

IATTC では 48 モデルの結果を統合した資源評価結果に基づいて、漁獲死亡率 F が暫定限界管理基準値、暫定目標管理基準値を超える割合とまき網の禁漁日数との関係についても検討されている（図 10）。48 モデルを平均した結果では、禁漁日数を 72 日間（2018～2020 年の禁漁日数）と設定した場合、暫定目標管理基準値（ F_{MSY} ）を超える確率が 10%未満、暫定限界管理基準値（ F_{limit} ）を超える可能性が 0%であることが示された。

さらに、資源管理方策を判断する上で、FAD 操業によるメバチ漁獲死亡の抑制を目的として、考えられ得る管理方策 4 点（FAD 操業数の規制、毎日の操業に利用可能な状態の FAD 数の規制、FAD 設置数の規制、禁漁期間）の検討が行われた

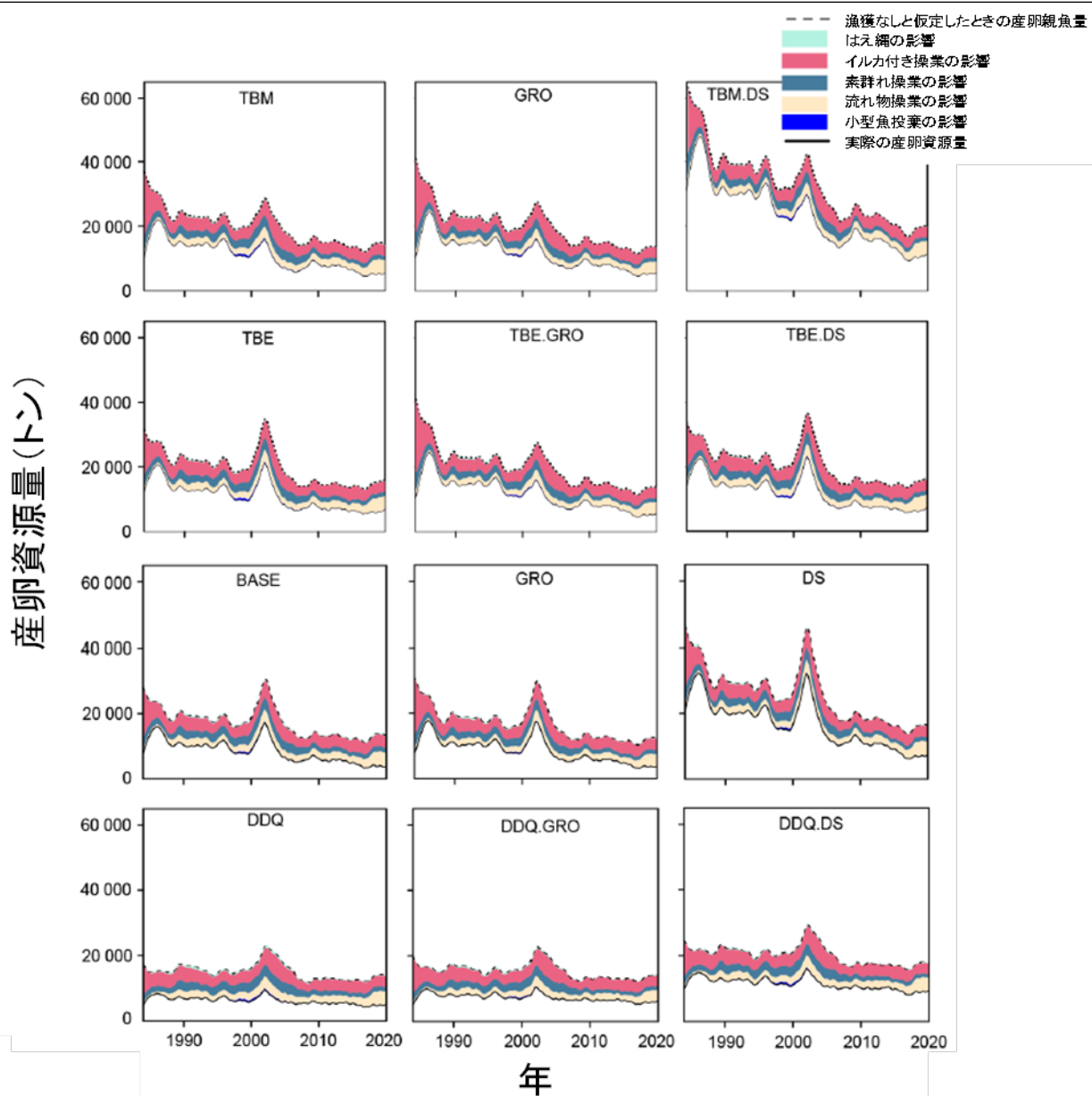


図 9. 東部太平洋におけるキハダの資源量と各漁業のインパクトの推移 (1984～2019 年)

黒実線が実際の産卵資源量、黒破線は漁業がないと仮定したときの産卵資源量。水色、桃色、紺色、肌色、青色はそれぞれはえ縄、イルカ付き操業、素群れ操業、流れもの操業 (FAD 操業含む)、小型魚投棄の影響を示す。

(Lopez *et al.* 2020)。これらについて、目的に対して効果的か、実施状況がモニターできるか (データ入手可能性)、不必要な規制になる可能性がないか (素群れ操業やいるか巻き操業に対する影響の有無) 等の視点で判断された。

以上の分析に基づいて、IATTC 事務局から管理勧告が 3 点提示された。①3 か年 (2021～2023 年) の管理方策とすること。②現行の管理方策 (C-17-02) を踏襲すること。ただし、パラグラフ 8 (FAD 設置数の制限) は除く。③FAD 操業を制限する管理方策を導入すること。FAD 操業数を総数規制 (15,987 操業: 2017～2019 年の平均) し、かつ船ごとの毎日の操業に利用可能な状態の FAD 数を規制すること。また、科学諮問委員会の勧告として、次の 3 点が挙げられた。①3 か年の管理サイクルとするが、開始年は委員会が決める。管理サイクル中の保存管理措置の見直しも可能。②2021 年は現行措置 (C-17-02) を継続し、必要に応じ、特に FAD 規制について措置を見直し。

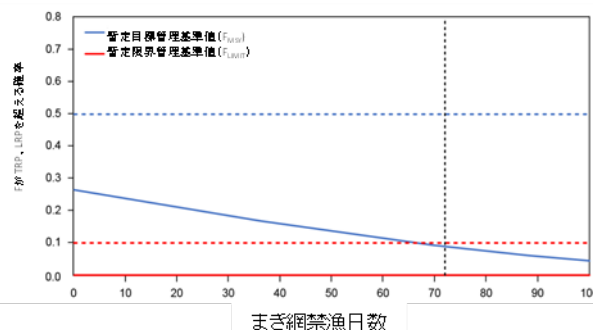


図 10. 東部太平洋におけるキハダのまき網禁漁日数と暫定目標管理基準値、暫定限界管理基準値を超える確率の関係
赤破線: 暫定限界管理基準値。青破線: 暫定目標管理基準値。垂直の点線は 2018～2020 年まで適用された 72 日間のまき網禁漁日数を示す。

③漁獲死亡を適切な水準に限定するよう、委員会職員及び委員会がオプションについて議論し、優先順位を付ける。

管理方策

IATTC 事務局と科学諮問委員会からの勧告に基づき、2021年8月の年次会合、10月の再開会合で議論がなされ、メバチ・キハダを対象とした新たな管理方策措置が合意され、2022年からの3か年（2022～2024年）に適用される。

（1）まき網漁業

- ①72日間の全面禁漁（ただし、メバチの漁獲量に応じて禁漁期間を延長）
- ②沖合特定区での1か月間の禁漁
- ③集魚装置（FAD）の使用数制限（2022年から2024年にかけて段階的に削減）

（2）はえ縄漁業

国別メバチ漁獲枠の設定（我が国漁獲枠は32,372トン（メバチの漁獲量制限であるが、はえ縄漁業ではキハダの漁獲にも影響することが考えられるので記載する。））

また、2016年6～7月に開催されたIATTC第90回年次会合において、以下の漁獲管理ルールが合意された。

- ①最も厳しい管理を必要とする魚種については、まき網漁業に対する措置を複数年固定できるようにし、漁獲死亡率を、MSYを達成する水準以上とならないよう維持する。
- ②漁獲死亡率が限界管理基準値（親子関係を想定し、加入が初期資源加入量の50%に減少する状態における産卵親魚量を維持する漁獲死亡率）を超過する確率が10%以上となる場合、50%の確率でMSYを達成する水準以下となるまで削減し、かつ限界管理基準値を超過する確率を10%以下とする措置を可能な限り早期に実施する。
- ③産卵親魚量が限界管理基準値（親子関係を想定し、加入が初期資源加入量の50%に減少する状態における産卵親魚量）を下回る確率が10%以上となる場合、50%以上の確率で目標水準（MSYを達成する水準の産卵親魚量）まで回復させ、かつ限界管理基準値を下回る確率を10%以下とする措置を2世代以内5年以内のうちより長い期間中に実施する。
- ④まき網漁業以外の漁業に関する追加規制をIATTC事務局が勧告する際には、対象資源に与える相対的な影響も踏まえ、まき網漁業で採択された措置と可能な限り一貫性を持たせる。

【管理戦略評価（MSE）の検討状況】

「4. マグロ類RFMOにおける管理方策（総説）」のMSEに関する説明を参照のこと。

執筆者

かつお・まぐろユニット
熱帯まぐろサブユニット
水産資源研究所 水産資源研究センター
広域性資源部 まぐろ第3グループ
岡本 慶・長谷川 貴章

参考文献

- Aguila, R.D., Perez, S.K.L., Catacutan, B.J.N., Lopez, G.V., Barut, N.C., and Santos, M.D. 2015. Distinct yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) stocks detected in western and Central Pacific Ocean (WCPO) using DNA microsatellites. PLoS ONE, 10(9): e0138292. Doi: 10.1371/journal.pone.0138292
- Aires-da-Silva, A., Maunder, M.N., Xu, H., Minte-Vera, C., Valero, J.L., and Lennert-Cody, C. 2020. Risk analysis for management of the tropical tuna fishery in the eastern Pacific Ocean, 2020.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2020/SAC-11/Docs/_English/SAC-11-08-REV-23-Oct-2020-MTG_Risk%20analysis%20for%20management.pdf（2022年11月）
- Andrews, A.H., Pacicco, A., Allman, R., Falterman, B.J., Lang, E.T., and Golet, W. 2020. Age validation of yellowfin (*Thunnus albacares*) and bigeye (*Thunnus obesus*) tuna of the northwestern Atlantic Ocean. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Doi: 10.1139/cjfas-2019-0328
- FAO1983. Vol.2. Scombrids of the world. In FAO species catalogue. Rome.
<http://www.fao.org/fishery/species/2497/en>（2022年11月）
- Fink, B.D., and Bayliff, W.H. 1970. Migrations of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean as determined by tagging experiments, 1952-1964. Bull. I-ATTC, 15(1):1-227.
https://www.iattc.org/PDFFiles/Bulletins/_English/Vol-15-No-1-1970-FINK,%20BERNARD%20D.,%20and%20WILLIAM%20H.%20BAYLIFF_Migrations%20of%20yellowfin%20and%20skipjack%20tuna%20in%20the%20eastern%20Pacific%20Ocean%20as%20determined%20by%20tagging%20experiments,1952-1964.pdf（2022年11月）
- Grewe, P.M., Feutry, P., Hill, P.L., Gunasekera, R.M., Schaefer, K.M., Itano, D.G., Fuller, D.W., Foster, S.D., and Davies, C.R. 2015. Scientific Reports 5: 16916. Doi: 10.1038/srep16916
- IATTC. 1999. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. 1997.
https://www.iattc.org/PDFFiles/AnnualReports/_English/IA-TTC-Annual-Report_1997.pdf（2022年11月）
- IATTC. 2020. Report on the tuna fishery, stocks, and ecosystem in the eastern Pacific Ocean in 2019. Document IATTC-95-05. 149 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2020/IATTC-95/Docs/_English/IATTC-95-05_The%20fishery%20and%20status%20of%20the%20stocks%202019.pdf（2022年11月）
- IATTC. 2022. The tuna fishery in the eastern Pacific Ocean in 2021. Document SAC-13-03. 48 pp.
https://www.iattc.org/GetAttachment/fd861793-07e0-41c2-a12c-6f93daf429d5/SAC-13-03_The-tuna-fishery-in-the-Eastern-Pacific-Ocean-in-2021.pdf（2022年11月）
- IATTC. <https://www.iattc.org/getmedia/28abf87e-37af-40ab-8158-cb1b51b0e567/CatchByFlagGear.zip>（2022年11月）
- Knudsen, P.F. 1977. Spawning of yellowfin tuna and the

- discrimination of subpopulations. Bull. I-ATTC, 17(2): 117-169.
https://www.iattc.org/PDFFiles/Bulletins/_English/Vol-17-No-2-1977-KNUDSEN,%20PHYLLIS%20FARRINGTON_Spawning%20of%20yellowfin%20tuna%20and%20the%20discrimination%20of%20subpopulations.pdf (2022 年 11 月)
- Lopez, J., Lennert-Cody, C.E., Maunder, M.N., Aires-da-Silva, A., Xu, H., Mente-Vera, C., Valero, J.L., Pulvenis, J.F., and Compeán, G. 2020. Managing the floating-object fishery for tropical tunas in the EPO: supporting information for the precautionary additional measures recommended by the staff. Document SAC-11-INF-M. 14pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2020/SAC-11/Docs/_English/SAC-11-INF-M_FAD%20management%20measures.pdf (2022 年 11 月)
- Matthews, F.D., Damkaer, D., Knapp, L., and Collette, B. 1977. Food of western North Atlantic tunas (*Thunnus*) and lancetfishes (*Alepisaurus*). NOAA Tech. Rep. NMFS, 706: 1-19.
- Maunder, M.N., and Aires-da-Silva, A. 2012. A review and evaluation of natural mortality for the assessment and management of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean. 41 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2012/YFT-01/Docs/_English/YFT-01-07_Review-of-natural-mortality-for-Yellowfin-tuna-in-the-eastern-Pacific-Ocean-DRAFT.pdf (2022 年 11 月)
- Maunder, M.N., Xu, H., Lennert-Cody, C., Valero, J.L., Aires-da-Silva, A. and Mente-Vera, C. 2020. Implementing reference point-based fishery harvest control rules within a probabilistic framework that considers multiple hypotheses. 54 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2020/SAC-11/Docs/_English/SAC-11-INF-F_Implementing%20risk%20analysis.pdf (2022 年 11 月)
- Mente-Vera, C., Maunder, M.N., Xu, H., Valero, J.L., Lennert-Cody, C.E., and Aires-da-Silva, A. 2020. Yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, 2019: Benchmark assessment. Document SAC-11-07. 79 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2020/SAC-11/Docs/_English/SAC-11-07-MTG_Yellowfin%20tuna%20benchmark%20assessment%202019.pdf (2022 年 11 月)
- Niwa, Y., Nakazawa, A., Margulies, D., Scholey, V.P., Wexler, J.B., and Chow, S. 2003. Genetic monitoring for spawning ecology of captive yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) using mitochondrial DNA variation. Aquaculture, 218: 387-395.
- Schaefer, K.M. 1998. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. Bull. IATTC, 21(5): 205-272.
https://www.iattc.org/PDFFiles/Bulletins/_English/Vol-21-No-5-1998-SCHAEFER,%20KURT%20M_Reproductive%20biology%20of%20yellowfin%20tuna%20Thunnus%20albacares%20in%20the%20eastern%20Pacific%20Ocean.pdf (2022 年 11 月)
- Schaefer, K.M., Fuller, D.W., and Aldana, G. 2014. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in waters surrounding the Revillagigedo Islands Archipelago Biosphere Reserve, Mexico. Fish. Oceanogr., 23: 65-82.
- Shingu, C., Tomlinson, P.K., and Petersen, C.K. 1974. A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970. Bull. I-ATTC, 16: 65-230.
https://www.iattc.org/PDFFiles/Bulletins/_English/Vol-16-No-2-1974-SHINGU,%20CHIOMI,%20PATRICK%20K.%20TOMLINSON,%20and%20%20CLIFFORD%20L.%20PETERSON_A%20review%20of%20the%20Japanese%20longline%20fishery%20for%20tunas%20and%20billfishes%20in%20the%20EPO,%201967-1970.pdf (2022 年 11 月)
- Suzuki, Z., Tomlinson, P.K., and Honma, M. 1978. Population structure of Pacific yellowfin tuna. Bull. IATTC, 17(5): 277-441.
https://www.iattc.org/PDFFiles/Bulletins/_English/Vol-17-No-5-1978-SUZUKI,%20Z.,%20P.K.%20TOMLINSON,%20and%20M.%20HONMA_Population%20structure%20of%20Pacific%20yellowfin%20tuna.pdf (2022 年 11 月)
- 辻 祥子. 1998. 表中層トロールで採集したカツオ・マグロ型稚魚 3. 胃内容物の検討. 平成 10 年度日本水産学会春季大会発表要旨集. 39 p.
- Uotani, I., Matsuzaki, K., Makino, Y., Noda, K., Inamura, O., and Horikawa, M. 1981. Food habits of larvae of tunas and their related species in the area northwest of Australia. Bull. Japan. Soc. Scientist Fish., 47: 1165-1172.
- Wild, A. 1986. Growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean based on otolith increments. Bull. IATTC, 18(6): 421-482.
https://www.iattc.org/PDFFiles/Bulletins/_English/Vol-18-No-6-1986-WILD,%20A_Growth%20of%20yellowfin%20tuna,%20Thunnus%20albacares,%20in%20the%20eastern%20Pacific%20Ocean%20based%20on%20otolith%20increments.pdf (2022 年 11 月)
- Wild, A. 1994. Review of the biology and fisheries for yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean. In Shomura, R.S., Majkowski, J. and Langi, S. (eds.), Interactions of Pacific tuna fisheries. Volume 2. Papers on biology and fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 336 (2). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 52-107 pp.

キハダ（東部太平洋）の資源の現況（要約表）

資源水準	低位
資源動向	横ばい
世界の漁獲量 (最近 5 年間)	22.4 万～26.3 万トン 最近 (2021) 年 : 26.3 万トン 平均 : 24.3 万トン (2017～2021 年)
我が国の漁獲量 (最近 5 年間)	0.1 万～0.2 万トン 最近 (2021) 年 : 0.1 万トン 平均 : 0.1 万トン (2017～2021 年)
管理目標	検討中
資源評価の方法	統合モデル (SS)
資源の状態	$S_{2020} / S_{MSY} = 1.57$ $P(S_{2020} < S_{MSY}) = 0.12$ $P(S_{2020} < S_{limit}) = 0.00$ $F_{2017-2019} / F_{MSY} = 0.67$ $P(F_{2017-2019} > F_{MSY}) = 0.09$ $P(F_{2017-2019} > F_{limit}) = 0.00$
管理措置	以下の措置が 2022～2024 年に適用 (1) まき網漁業 ①72 日間の全面禁漁 (ただし、メバチの漁獲量に応じて禁漁期間を延長 (※1)) ②沖合特定区での 1 か月間の禁漁 ③FAD の使用数制限 (※2) (2) はえ縄漁業 国別メバチ漁獲枠の設定 (我が国漁獲枠は 32,372 トン) (※1) 年間の船別メバチ漁獲量が 1,200 トン以上で 10 日間の禁漁期間の延長。漁獲量が 300 トン増加するごとに、追加で 3 日間の禁漁期間の延長。2022 年については、2017～2019 年平均のメバチ漁獲量が 1,200 トンを超過していたまき漁船について、一律 80 日間の禁漁期間。 (※2) 上限数は船の大きさによって異なる。また、今後 3 か年を通じて段階的に削減することとなっている。例えば魚槽容量 1,200 m³ 以上の船の上限数は、2022 年 400 個、2023 年 340 個、2024 年 340 個。
管理機関・関係機関	IATTC
最近の資源評価年	2020 年
次回の資源評価年	2024 年

付表 1. 東部太平洋におけるキハダの年別国・地域別漁獲量 (1950～2021年、単位：トン)

国名/年	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
ペリール																				
英領/ミューダ諸島																				
カナダ																		1,087	1,040	1,302
チリ										222	65		365	374		72	490	176	220	7
中国										234	114		86	70	40	173	120	140	79	108
コロンビア																				
英領/ケイマン諸島										459	503	663	781	842	850	615	1,156	2,567	3,746	2,684
エクアドル																				
スペイン																				
グアテマラ																				
ホンジュラス																				
日本					209	427	967	5,854	4,927	3,437	5,934	12,500	10,211	18,973	16,968	15,614	9,066	8,892	14,400	15,045
韓国																				
メキシコ																				
ニカラグア										1,629	2,311	1,489	1,190	1,234	1,648	1,320	2,045	1,877	4,000	6,202
オランダ																				
パナマ																				
ペルー										2,703	1,502		2,061	1,428	827					
仏領ポリネシア													4,732	2,282	3,177	1,469				
セネガル																				
エルサルバドル																				
台湾																				
米国										52,914	97,534	93,114	57,909	49,185	75,912	68,098	64,957	65,277	83,953	110,031
ベネズエラ																				
パプアニューギニア																				
その他	101,974	84,376	88,577	63,523	63,519	63,897	80,298	73,946	67,336	0	0	960	906	319	592	898	6,022	364	1,052	2,392
合計	101,974	84,376	88,577	63,523	63,728	64,324	81,265	79,800	72,263	61,598	107,968	108,726	78,241	74,707	100,020	88,265	83,887	80,773	109,076	138,055

国名/年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
ペリール																				
英領/ミューダ諸島																				
カナダ	4,230	3,126	6,382	6,581	7,757	1,596	2,635	3,399	2,195	1,601										
チリ						3,482	3,551	4,296	2,275	262										
中国									648	2	0	0	97	11	50	5	5	2	27	12
コロンビア		155	1,561	136	150		66	10	19	0										
コスタリカ									4,154	3,588	1,941	2,532	122	13	63	0				
英領/ケイマン諸島																				
エクアドル	6,842	6,596	3,109	4,735	9,399	10,292	4,784	5,905	6,506	9,162	5,816	7,571	5,544	7,705	10,596	8,883	16,654	15,091	24,504	17,650
エクアドル		695	3,449	5,916	6,231	5,250	6,338	5,118				6,651	934							
グアテマラ																				
ホンジュラス																				
日本	12,273	7,931	17,311	11,413	6,914	10,299	15,036	11,222	9,187	10,909	11,549	7,090	9,826	9,404	9,134	10,633	17,770	13,484	12,481	15,335
韓国						150	420	835	850	423	1,892	753	1,054	1,382	1,155	2,505	4,850	5,048	1,893	1,162
メキシコ	7,065	5,836	8,427	13,862	15,572	15,480	13,443	17,412	18,311	23,106	19,902	41,613	19,527	19,477	55,043	81,103	105,791	99,761	107,382	119,719
ニカラグア																				
オランダ																				
パナマ	2,873	1,577	2,800	4,951	7,401	13,016	12,670	12,888	9,184	7,338	4,784	7,202	8,487	2,444		10,887	9,073	7,406	10,606	
ペルー	224	954	426	1,604	1,852	2,719	2,051	3,221	2,387	1,217	443			943				1,430	1,724	
仏領ポリネシア																				
セネガル							3,452													
エルサルバドル																				
台湾	370	645	846	284	276	191	176	298	151	141	36	156	81	60	56	58	120	107	54	526
米国	128,847	91,346	143,248	154,178	146,205	131,565	162,333	115,813	96,252	108,723	92,986	92,855	72,998	47,634	58,930	84,847	89,170	97,397	83,495	75,191
ベネズエラ											6,450	6,269	4,057	7,840	9,268	20,696	28,479	34,237	38,257	42,944
パプアニューギニア																				
その他	414	1,797	717	2,752	6,477	4,033	7,423	18,949	16,608	12,002	6,752	2,607	830	2,767	2,468	3,537	14,159	21,037	19,499	14,567
合計	161,138	120,658	188,276	210,491	208,234	199,864	234,378	199,366	173,980	187,124	158,862	178,510	127,534	99,680	149,465	225,839	286,071	286,164	296,428	299,436

付表1. (続き)

国名/年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ベリーズ												1,833	1,447	353	190	164	105	42	43	11
英領ハミューダ諸島																				
カナダ																				
チリ	2	40	14	82	118	43	32	57	78	41	77	66	15	73	86	110	79	76	74	47
中国												942	1,457	2,739	798	682	246	224	469	629
コロンビア		36	825	4,897	7,560	8,830	9,919	9,402	15,592	13,267	6,138	12,950	17,574	9,770						
コスタリカ		232	391	200	481	542	183	715	1,124	1,057	1,084	1,133	1,563	1,418	1,701	1,791	1,402	1,204	1,248	1,003
英領ケイマン諸島																				
エクアドル	16,951	15,730	12,431	18,471	18,678	17,376	17,409	18,714	37,148	56,191	35,997	55,347	32,512	34,419	40,886	40,596	26,049	20,037	20,213	20,356
スเปน											10	18,448	16,990	12,281	13,622	11,947	8,409	2,631	3,023	7,864
グアテマラ									5,449	8,322									0	
ホンジュラス															3,244	4,924	2,944			
日本	29,255	23,721	15,296	20,339	25,983	17,042	12,631	16,218	10,048	7,186	15,265	14,808	8,513	9,125	7,338	3,966	2,968	4,582	5,383	4,268
韓国	4,844	5,688	2,865	3,257	3,069	2,748	3,491	4,753	3,624	3,030	5,134	5,230	3,626	4,911	2,997	532	928	353	83	780
メキシコ	118,364	117,011	120,283	104,081	101,403	109,685	122,825	124,516	109,736	116,291	104,233	134,032	153,819	173,640	93,356	112,720	70,135	65,993	85,279	100,505
ニカラグア															43	4,856	4,239	3,965	4,404	6,713
オランダ																				
パナマ	6,391	1,731	3,380	5,671	3,259	1,714	3,084	4,807	3,330	5,782	6,155	10,284	16,626	16,591	36,365	35,175	24,685	26,024	26,993	35,228
ペルー		45	1,320	750	750	806	766					13	195	806	291	1,166	595	865	308	42
仏領ポリネシア		57	39	39	214	198	253	307	388	206	1,052	846	278	462	767	530	971	814	651	941
セネガル																				
エルサルバドル																				
台湾	534	1,319	306	155	236	28	37	131	113	186	742	3,928	7,412	3,477	8,006	6,470		745	247	636
米国	51,286	19,805	19,460	16,925	10,216	6,323	8,269	6,837	5,500	3,537	4,911	6,139	7,727	3,874	342	583	371	103	246	1,998
ペネズエラ	47,490	45,345	44,336	43,522	41,500	47,804	62,846	57,881	61,425	55,443	67,672	108,974	123,264	96,914	39,094	28,684	13,286	20,097	17,692	25,298
バヌアツ	22,208	29,687	27,406	24,936	25,729	22,220	10,549	20,701	17,342	16,476	8,252	10,742	7,792	10,033	7,542	51	164	152	175	244
その他	4,197	5,625	5,419	7,591	4,350	4,005	8,322	7,020	5,012	11,076	13,617	32,266	31,149	29,182	95,353	26,353	19,735	32,507	30,101	42,588
合計	301,522	265,970	252,514	251,486	243,546	239,364	260,616	272,059	275,909	298,091	280,657	417,981	439,319	410,068	293,845	283,722	178,982	180,414	196,632	249,151

国名/年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ベリーズ	35	48	42	28	4	5	0	0				
英領ハミューダ諸島												
カナダ						0						
チリ	30	2	50	4	8			67	28	35	31	59
中国	459	1,807	2,591	1,874	2,120	2,642	2,398	2,907	5,386	3,372	3,392	2,299
コロンビア	20,493	18,643	20,924	16,476	17,184	17,484	19,400	15,234	22,125	17,464	16,703	14,652
コスタリカ			1,482	1,424	1,072	1,415	1,010	837	1,190	1,490	1,719	
英領ケイマン諸島												
エクアドル	36,701	34,776	32,066	29,600	37,545	50,255	59,492	55,705	57,164	46,102	40,140	50,835
スเปน	2,844	1,096	1,080	517	776	31	36	18	18	26	48	38
ボルトガル											13	
グアテマラ							6					
ホンジュラス												
日本	3,639	2,373	3,600	3,117	2,633	2,177	1,839	1,463	1,412	1,809	1,466	1,092
韓国	737	754	631	928	704	957	1,124	1,176	1,189	1,725	2,110	1,641
メキシコ	104,976	99,818	93,693	114,714	120,984	106,191	93,957	80,880	101,651	105,426	102,137	106,043
ニカラグア	9,422	7,781	7,541	8,261	8,100	6,876	11,047	9,347	7,556	7,114	5,423	7,368
オランダ												
パナマ	34,538	18,607	16,451	18,626	19,598	26,977	23,937	20,533	22,856	18,140	22,680	30,723
ペルー	317	418	251	368	988	1,572	3,145	5,203	1,837	2,232	561	
仏領ポリネシア	708	734	1,016	836	1,040	1,633	1,433	1,891	1,822	1,620	1,499	1,933
セネガル												
エルサルバドル										20	6	
台湾	872	647	749	572	896	1,287	1,222	1,263	1,212	1,556	1,185	895
米国	330	380	747	478	3,055	5,119	5,723	7,037	4,235	6,775	4,139	4,869
ペネズエラ	21,244	18,712	23,408	24,896	23,025	30,428	23,812	16,809	19,527	22,558	24,476	33,200
バヌアツ	268	150	154	101	323	530	166	406	293	344	242	215
その他	23,221	9,559	6,381	8,140	6,211	4,351	5,297	3,375	3,361	3,824	3,300	5,162
合計	260,637	216,305	212,857	230,960	246,266	259,930	255,044	224,151	252,862	241,632	231,270	263,024