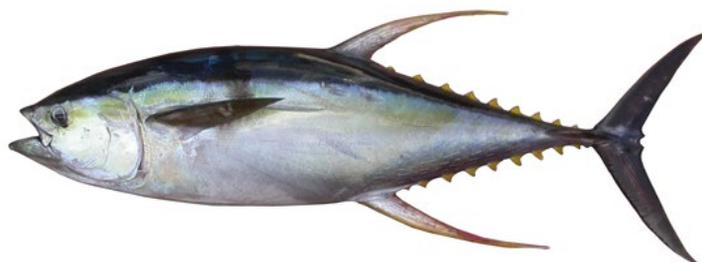


キハダ 大西洋

(Yellowfin tuna *Thunnus albacares*)



管理・関係機関

大西洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT)

最近の動き

2022年の総漁獲量は14.8万トン(予備集計)で前年から約2.9万トン増加した。最新の資源評価は2019年7月にICCATにより行われた。最大持続生産量(MSY)は12.1(9.0~26.7)万トンと推定され、2018年の時点で、資源量はMSYレベルより大きく($B_{2018}/B_{MSY} = 1.17$ (0.75~1.62))、漁獲圧はほぼMSYレベルにあり($F_{2018}/F_{MSY} = 0.96$ (0.56~1.50))、本資源は乱獲状態ではなく、漁獲圧も適正なレベルであるとされた。これを受け、2019年11月のICCAT年次会合で総漁獲可能量(TAC)を引き続き11万トンとすることが合意された。一方、従来の人工浮き魚礁(Fish Aggregating Device:FAD)操業の制限は強化され、2020年には1~2月の2か月間、2021年には1~3月の3か月間、2022年には1月~3月13日までの72日間、大西洋全域でFAD操業を禁止することが決定された。2022年11月及び2023年11月のICCAT年次会合では、管理措置の1年間単純延長が決定された。

利用・用途

はえ縄漁獲物は主として刺身、すしに利用される。外国では、缶詰に利用される比率が高い。

漁業の概要

大西洋におけるキハダ漁業は1950年頃に始まり、1955年頃から竿釣り及びはえ縄漁業が開始された。日本は1956年に出漁している。当初は、はえ縄の漁獲が多くを占めたが、最近5年間では全漁獲量のうち69%がまき網、12%がはえ縄、5%が竿釣りにより漁獲されている(図1上)。1990年に漁獲量のピーク(19.4万トン)が記録された後、減少傾向に転じ、2000年代半ば以降横ばいもしくは増加し、2022年には14.8万トン(予備集計)と増加した(ICCAT 2023)。

主漁場は熱帯域であり、特に東部大西洋からの漁獲が多い(図2)。1990年から2007年にかけて、スペインやフランスのまき網船が65隻から27隻に減少したこともあり、漁獲量は61%減少(13.6万トンから5.3万トン)した。しかし、隻数は減少したものの、船舶が大型化したため、2010年のまき

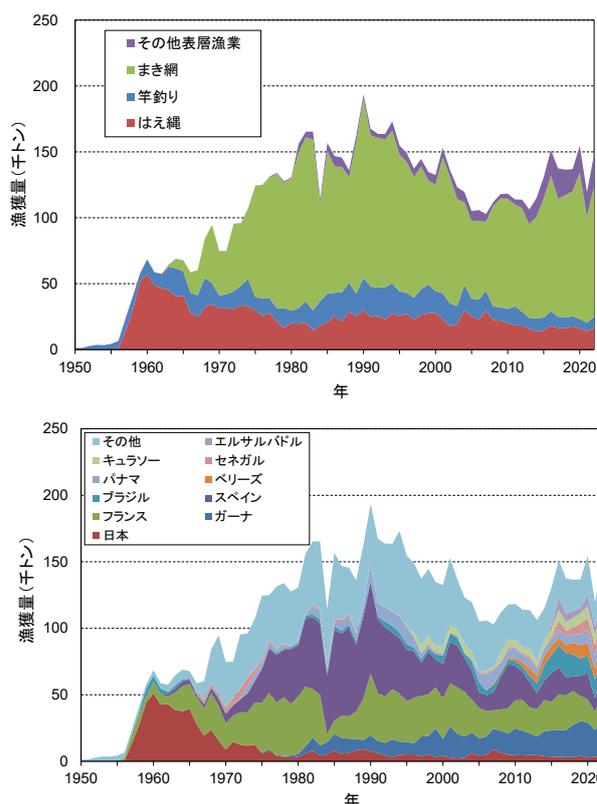


図1. 大西洋におけるキハダの漁法別漁獲量(1950~2022年、上図)と国・地域別漁獲量(1950年~2022年、下図)

網漁業全体の魚艙容量は1990年代半ばと同等とみなされた。その後、インド洋操業船(大型の魚艙を装備し、より漁獲効率の良い新造船)が大西洋へ移動してきたため、魚艙容量は2010年に比べてさらに50%増加したとみられている。2013年以降、この元インド洋操業船数が6隻に達したこともあって、まき網の漁獲量は上昇に転じたが、2021年には8.0万トンと減少、2022年に9.9万トンと再び増加した。近年は、素群れ(すむれ)操業よりも、よりFAD操業に依存するようになってきている。2011年以降、FAD操業の漁場は拡大し、南は西アフリカ沿岸の南緯15度付近、北はモーリタニア沖合の北緯15度付近まで広がっている。一方、西部大西洋のまき網漁業は、主としてベネズエラ船が担っていたが、2021年の漁獲量はピーク時(1980年代半ば)の6%程度(0.1万トン)となっている。は

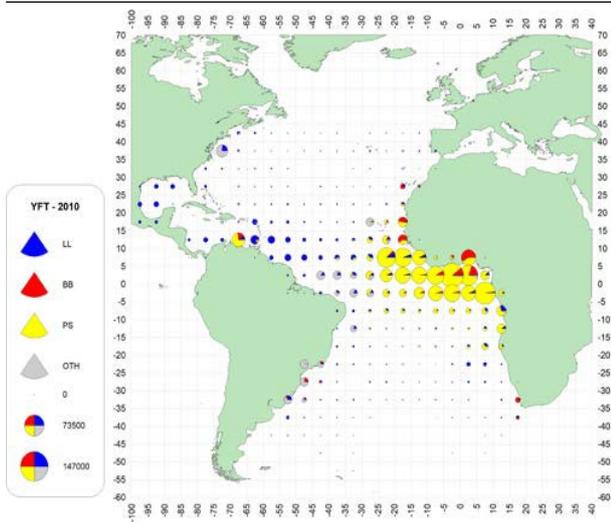


図 2. 大西洋におけるキハダの漁場（漁獲分布、2010～2019 年）

青：はえ縄、赤：竿釣り、黄：まき網、灰：その他。凡例の丸は上から 73,500 トン、147,000 トン。

え縄は、大西洋のほぼ全域で操業が行われ、2022 年は総漁獲量の 11%（1.6 万トン）を占めた。メキシコ湾で操業する米国船、メキシコ船及びベネズエラ船はキハダを対象としている。日本及び台湾のはえ縄船は、主に熱帯域においてメバチを主対象として操業している。近年の竿釣り船の漁獲量は、東部、西部大西洋ともにピーク時（1990 年代）の 10～30%程度にまで減少している（ICCAT 2023）。

FAD 操業の発展で、近年のまき網の漁獲物の平均体重は 10 kg を下回り、1990 年のおおよそ半分まで減少している。はえ縄の漁獲物の平均体重は、ばらつきが大きく、近年は 50 kg 程度を推移している。

国別には、以前よりフランスとスペインの漁獲量が多かったが、近年ガーナの比率が高くなっている（図 1 下、付表 1）。2022 年はこれら 3 か国で全体のおおよそ 40%を占めた。最近 5 か年の日本の漁獲量は 0.3 万～0.4 万トン前後で、大きな年変動はみられない。

生物学的特性

【水平・鉛直分布】

キハダは、太平洋、インド洋と同様に大西洋においても熱帯域から温帯域にかけて広く分布する（図 3）。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、これらは主として表層に分布する。成長するにつれて、キハダ単独の群れとなる傾向が強くなり、より深層にも分布するようになる。

【繁殖・系群】

産卵は水温 24°C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、ギニア湾では 12 月から翌 4 月にかけての盛んな産卵行動が知られている。また、海域によって産卵の盛んな時期が異なること（メキシコ湾：盛期 5～8 月、南カリブ海：盛期 7～9 月）も知られている（ICCAT 2001）（図 4）。このような時期の異なる産卵は、大西洋のキハダに複数の系群が存

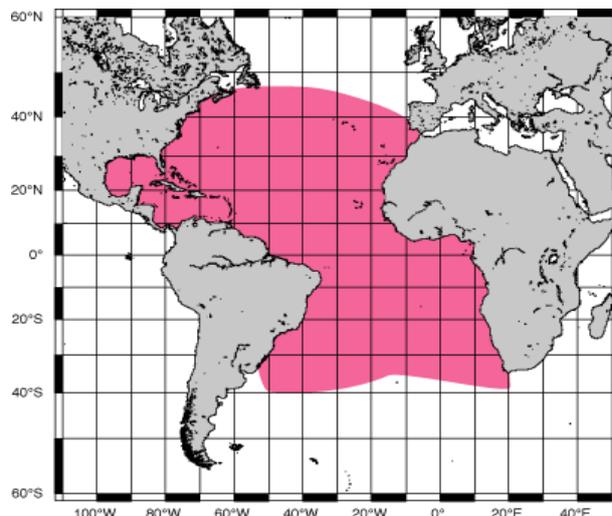


図 3. 大西洋におけるキハダの分布域

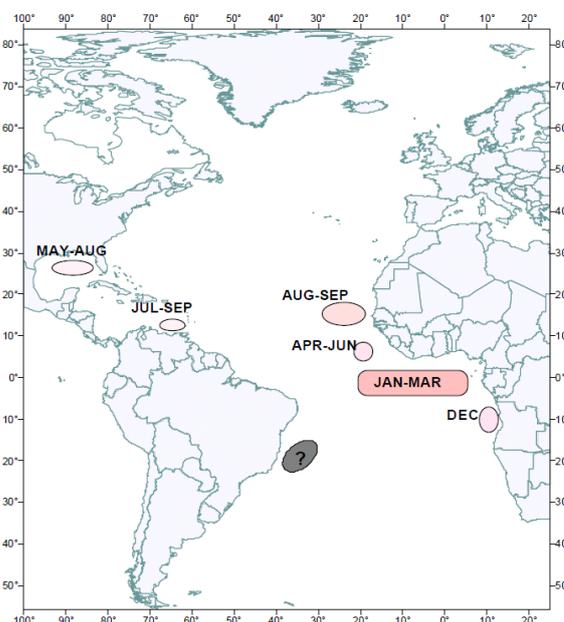


図 4. 大西洋におけるキハダの産卵場と産卵期（月）

卵巣標本を収集し、組織学的観察により確認されたもの。地図上の範囲は、標本採集場所を表す。

在する可能性を示唆する。また、アーカイバルタグ（移動経路等を記録するタイプの標識）による近年の標識放流調査からは、あまり移動せず、ある一定の範囲に留まる傾向がみてとれ、複数系群の存在を補強する証拠となり得る。漁獲サイズにも海域によって違いがみられることが知られている（図 5）。一方で、はえ縄の漁獲状況を見ると、大西洋の東西を通じて、漁獲の切れ目がないことが分かる。また、放流点と再捕点のみが分かるタイプの標識放流調査からは、西部から東部まで大西洋を横断する例が得られている（Ortiz 2001）。このように系群の存在についての異なる見解が得られるため、判断が難しいものの、最新の資源評価（2019 年）も含め、近年の資源評価では、全大西洋で 1 つの系群と見なしている。

本種の 1 回当たりの産卵数（Batch fecundity）は、尾叉長 132 cm で約 120 万粒、142 cm で約 400 万粒と推定されてい

る (Arocha *et al.* 2001)。産卵は夜間にほぼ毎日行われると考えられている (Schaefer 1996)。

【食性・捕食者】

本種の胃中には魚類や甲殻類、頭足類等、幅広い種類の生物がみられる。仔稚魚時代には、魚類に限らず多くの外敵がいるものと思われるが、あまり情報は得られていない。遊泳力がついた後では大型のカジキ類、サメ類、歯鯨類等に外敵は限られるものと思われる。

【成長】

2019年の資源評価では、半数の個体が成熟する尾叉長は115.1 cm とされ (Diaha *et al.* 2015)、自然死亡係数は、Lorenzen (2005) の方法に基づいて年齢別自然死亡係数を推定した。これはベースとなる自然死亡係数 (ターゲット自然死亡係数) を成長曲線に合わせて変化させて推定していく方法で、5歳時の自然死亡係数 (0.35) をベースとした。なお、尾叉長145 cm より大きい場合、大部分が雄であることから、雌の自然死亡率が雄より高い可能性がある。一方、尾叉長120~135 cm では、雌が優占しており、雌の体長の上限が雄より低い可能性がある。このため、雌雄別の成長と自然死亡率を資源評価で考慮することも検討に値するが、2019年の資源評価では、雌雄で同一の成長式 (表1) と自然死亡係数が用いられた。

成長式

Gascuel *et al.* (1992) :

$$L_t = 37.8 + 8.93t + (137.0 - 8.93t) [1 - \exp(-0.808t)]^{7.49}$$

Draganik and Pelczarski (1984) :

$$L_t = 192.4 \times (1 - \exp(-1 \times 0.37(t + 0.003)))$$

(L_t : ある年齢 t での尾叉長 (cm)、 t : 年齢)

2019年の資源評価で用いられた値は表1に、グラフは図6に示した。これに基づき、50%成熟年齢は3歳となる。

自然死亡係数 (それぞれの成長式に応じた年齢別 (0歳から11歳+) の値): Gascuel *et al.* (1992)、Draganik and Pelczarski (1984)、2016年及び2019年の資源評価で用いられた値を表2に示した。

体長体重関係式

Caverivière *et al.* (1976) :

$$W = 2.1527 \times 10^{-5} L^{2.976}$$

(L : 尾叉長 (cm)、 W : 体重 (kg)、 t : 年齢)

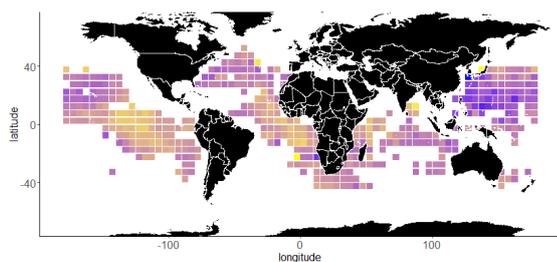


図5. 各大洋における日本はえ縄漁業によるキハダの平均漁獲物サイズ (尾叉長 cm) の一例 (2000年代)

表1. 大西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

2つの成長式 (2019年資源評価でのSSによる推定値、Gascuel *et al.* 1992、Draganik and Pelczarski 1984) について示す。

年齢	2019年の資源評価での値		Gascuel <i>et al.</i> 1992		Draganik and Pelczarski 1984	
	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	尾叉長 (cm)	体重 (kg)
0	5	0.0	38	1.1	0	0.0
1	48	2.2	48	2.2	60	4.1
2	86	12.4	78	9.3	101	19.7
3	115	29.0	120	32.8	129	41.2
4	132	44.2	148	62.4	149	62.7
5	142	54.7	163	83.0	162	81.3
6	147	61.0	170	93.5	172	96.0
7	150	64.5	173	98.3	178	107.2
8	151	66.3	174	100.3	182	115.4
9	152	67.3	175	101.1	186	121.3
10	153	68.0	175	101.4	188	125.4

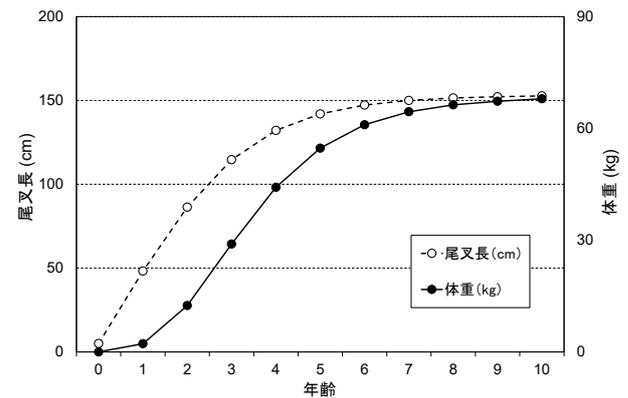


図6. 大西洋におけるキハダの成長 (2019年資源評価での値)

表2. 大西洋におけるキハダの年齢ごとの自然死亡係数

2019年、2016年の資源評価で用いた固定値、Gascuel *et al.* (1992)、Draganik and Pelczarski (1984) による推定値を示す。

年齢	2019年の資源評価での値	2016年の資源評価での値	Gascuel <i>et al.</i> 1992	Draganik and Pelczarski 1984
0	0.66	0.60	1.19	0.89
1	0.48	0.60	0.75	0.67
2	0.40	0.60	0.55	0.58
3	0.37	0.60	0.48	0.53
4	0.35	0.60	0.45	0.50
5	0.34	0.60	0.44	0.48
6	0.34	0.60	0.43	0.46
7	0.34	0.60	0.43	0.46
8	0.33	0.60	0.43	0.45
9	0.33	0.60	0.43	0.45
10	0.33	0.60	0.43	0.44

最大体長は200 cmを超えるとみられる (FAO FishFinder, Collette and Nauen 1983)。本種の寿命は、年齢査定の結果から、メバチより短く7~10年であろうと考えられていたが、耳石輪紋の解析により18歳と査定される研究例もあり (Andrews *et al.* 2020)、2019年の資源評価では寿命を18歳とした。

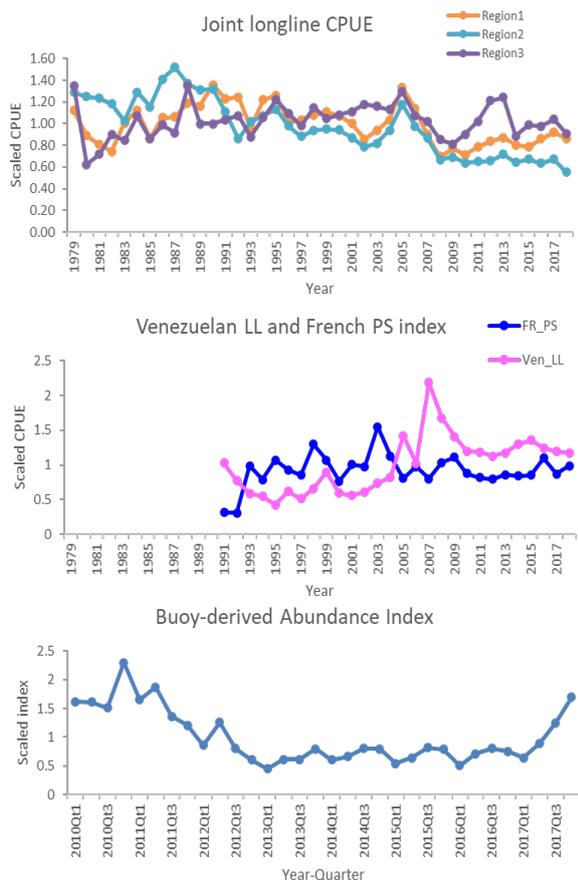


図7. 大西洋におけるキハダの資源量指数

上：はえ縄国のデータを統合した資源量指数（1979～2018年）
 中：まき網素群れ操業及びベネズエラはえ縄の資源量指数（1991～2018年）。下：FAD 漁業に用いるエコーサウンダーブイのデータを利用した小型魚の資源量指数（2010年第1四半期～2017年第4四半期）。

資源状態

最新の資源評価は ICCAT により 2019 年に行われた。資源評価モデルは、2 種類のプロダクションモデル（Surplus production model：MPB、Just Another Bayesian Biomass Assessment：JABBA）及び統合モデル（Stock Synthesis：SS）が用いられた。資源量指数として、各国・地域（日本、米国、韓国、ブラジル、台湾）はえ縄漁業の単位努力量当たりの漁獲量（CPUE）を統合した指数（1979～2018年、年別）を使用（北大西洋、熱帯域、南大西洋の3種、このうちベースモデルには熱帯域を使用）した。また、EU まき網漁業素群れデータを用いた指数（1993～2018年、年別）と加入に関する指数（FAD 漁業で用いるエコーサウンダーブイ（魚探が付いていてその情報を無線で送信し、離れた場所から蛸集魚群量をモニターできるブイ）データからの指数）（2010～2018年、四半期別）も使用した（図7）。前回の資源評価では、まき網漁業の CPUE に関して、継続的な漁労技術、探索機器の発達があるため、漁獲効率も上昇していると考えられ、この変化を適切に推定することは難しいことから、まき網の CPUE の標準化は困難として、漁獲の多くを占めるにもかかわらず、まき網の CPUE は資源量指数としては用いられなかった。しかし、最新

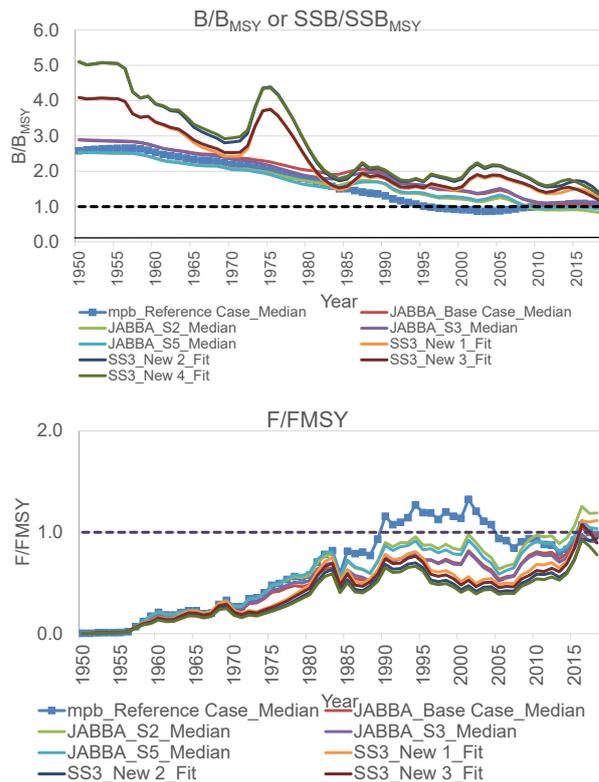


図8. 大西洋キハダの資源解析結果

2 種類のプロダクションモデル（MPB は 1 シナリオ及び JABBA は 4 シナリオ）及び統合モデル（SS は 4 シナリオ）による実際の資源量と持続可能な資源量の比（ B/B_{MSY} 、上）、実際の漁獲圧と持続可能な漁獲圧の比（ F/F_{MSY} 、下）の推移（1950～2018年）

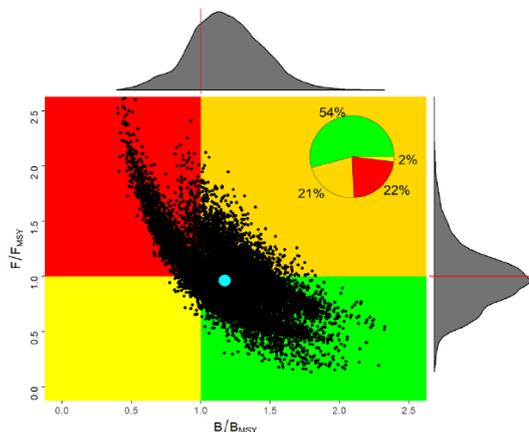


図9. 大西洋キハダの資源解析結果（各モデルの結果を統合）

図8で示した9つのシナリオの2018年の資源状況についての統合した結果。青丸は2018年の状態を示す。黒丸は4,500回（9シナリオ×500回）のモデル設計やデータの不確実性を考慮した試行の分布を示す。縦軸は漁獲圧、横軸は資源量で現状/持続可能な値の比で示す。神戸プロットの上側と右側に、それぞれ横軸、縦軸についての頻度分布図を示す。

の資源評価では、FAD 漁業で用いるエコーサウンダーブイのデータを用いる等の新たな展開がみられた。

MSY は 12.1（90%信頼区間：9.0～26.7）万トンと推定さ

表 3. 将来予測

漁獲量一定（6万～15万トン）で、資源と漁獲圧が健全な状態（ $B / B_{MSY} > 1$ 、 $F / F_{MSY} < 1$ ）である確率。

将来予測は SS では multivariate normal (MVN) iterations の手法を用いた。個々の一定漁獲量の条件あたり 2,500 回の繰り返しを、それぞれのシナリオで行った。F / F_{MSY} が 4 以上、0.2 以下になる場合は、それぞれ 4、0.2 となるようにした。MPB は 500 回のブートストラップ試行が行われた。JABBA はシナリオあたり 36,000 回の MCMC iteration を行った。最終的に表 2 を作成するために、9 つのシナリオが等価の重みとなるように統合した。

TAC Year	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
0	64	84	95	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60000	64	75	85	92	96	97	98	99	99	99	100	100	100	100
70000	64	74	83	90	94	96	97	98	98	99	99	99	100	100
80000	64	72	79	86	91	94	96	97	97	98	98	99	99	99
90000	64	70	77	82	87	90	92	94	95	96	97	97	98	98
100000	64	68	73	77	82	85	87	89	90	92	93	94	94	95
110000	64	66	69	72	75	77	79	81	82	83	84	85	86	86
120000	63	63	64	65	65	66	66	67	67	68	65	65	66	66
130000	58	57	56	54	52	50	47	46	45	44	43	42	38	38
140000	48	45	42	38	35	31	29	26	24	22	21	20	20	19
150000	39	34	30	25	21	17	15	13	12	12	11	10	9	7

れ、2018 年の漁獲量（13.7 万トン）より小さい。2018 年の資源量は MSY レベルより大きく（ $B_{2018} / B_{MSY} = 1.17$ （0.75～1.62））、2018 年の漁獲圧はほぼ MSY レベルである（ $F_{2018} / F_{MSY} = 0.96$ （0.56～1.50））と推定された。したがって、2018 年の時点において、本資源は乱獲状態ではなく、本資源への漁獲圧は適正なレベルであったといえる（図 8、9）。将来予測（3 モデル統合）では、将来的な漁獲量を 13 万トン（現状の漁獲量）と仮定した場合、2033 年（15 年後）に資源状態が神戸プロットのグリーンゾーンに位置する確率は 38%、11 万トン（TAC）と仮定した場合、同確率は 86%と推定された（ICCAT 2019）（表 3）。近年の資源量のレベルは MSY レベルをやや上回っており、その動向は、横ばいである。したがって、資源水準と動向は中位で横ばいと考えられる。

管理方策

2019 年 11 月の ICCAT 年次会合で TAC を引き続き 11 万トンとすることが合意された。また、従来の FAD 操業の制限（2019 年 1 月 1 日～2 月 28 日の 2 か月間、南緯 4 度、北緯 5 度、西経 20 度、アフリカ大陸で囲まれた海域で操業禁止）は強化され、2020 年には 1～2 月の 2 か月間、さらに 2021 年には 1～3 月の 3 か月間において、大西洋全体における FAD 操業の禁止が決定された。FAD 数は、1 隻当たり一度に 350 基（2020 年）及び 300 基（2021 年）までとした。2021 年 11 月の ICCAT 年次会合において熱帯まぐろ保存管理措置が一部改定され、2022 年は、FAD 禁漁（大西洋全体）は 1 月 1 日～3 月 13 日の 72 日間に決定された（それ以外は同じ措置を 2022 年も継続）。2022 年 11 月及び 2023 年 11 月の ICCAT 年次会合において、管理措置の 1 年間単純延長が決定された。

【管理戦略評価（MSE）の検討状況】

「4. マグロ類 RFMO における管理戦略（総説）」の MSE に関する一般的な説明を参照のこと

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
 松本 隆之・横井 大樹

参考文献

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.*, 47: 637–643. Doi: 10.1139/cjfas-2019-0328

Arocha, F., Lee, D.W., Marcano, L.A., and Marcano, J.S. 2001. Update information on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the western central Atlantic. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 52(1): 167-176.

Caverivière, A., Conand, F., and Suisse de Saint-Claire, E. 1976. Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropical oriental. *Etude des données de 1963 a 1974. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan. ORSTOM*, 7(2): 49-70.

Diaha, N.C., Zudaire, I., Chassot, E., Pecoraro, C., Bodin, N., Amandè, M.J., and Gbeazere, D.A. 2015. Present and future of reproductive biology studies of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*: 71(1): 489-509.

Draganik, B., and Pelczarski, W. 1984. Growth and age of bigeye and yellowfin tuna in the central Atlantic as per data gathered by R/V" Wicczno. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 20(1): 96-103.

FAO FishFinder. FI Institutional Websites. *In* FAO Fisheries and Aquaculture Department (online). Rome.

https://www.fao.org/fishery/ (2023 年 1 月 5 日)

Collette, B.B., and Nauen, C.E. 1983. "FAO Species Catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world." FAO Fish. Synop., (125)Vol.2: 84 pp.

Gascuel, D., Fonteneau, A., and Capisano, C. 1992. Modélisation d'une croissance en deux stances chez albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. Aquatic Living Resources, 5 (3): 155-172.

https://www.alr-journal.org/articles/alr/abs/1992/03/alr92302/alr92302.html (2023 年 1 月 5 日)

ICCAT. 2001. Report of the ICCAT SCRS Atlantic yellowfin tuna stock assessment session (Cumaná, Venezuela, July 10 to 15, 2000). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(1): 1-148.

ICCAT. 2019. Report of the standing committee on research and statistics (SCRS) (Madrid, Spain, 30 September to 4 October, 2019). 459 pp.

https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2019/REPORTS/2019_SCRS_ENG.pdf (2023 年 1 月 5 日)

ICCAT. 2023. Report of the standing committee on research and statistics (SCRS) (Madrid (Spain)/Hybrid – 25-29 September 2023). 618 pp.

https://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2023/REPORTS/2023_SCRS_ENG.pdf (2023 年 11 月 20 日)

Lorenzen, K. 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360(1453): 171-189.

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1636107/pdf/rstb20041570.pdf (2023 年 1 月 5 日)

Ortiz, M. 2001. Review of tag-releases and recaptures for yellowfin tuna from the U.S. CTC program. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 52(1): 215-221.

Schaefer, K. 1996. Spawning time, frequency and batch fecundity of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, from Clipperton Atoll in the eastern Pacific Ocean. Fish. Bull., 94: 98-112.

https://spo.nmfs.noaa.gov/sites/default/files/pdf-content/1996/941/schaefer.pdf (2023 年 1 月 5 日)

キハダ (大西洋) の資源の現況 (要約表)

世界の漁獲量 (最近 5 年間)	11.9 万～15.5 万トン 最近 (2022) 年 : 14.8 万トン 平均 : 13.9 万トン (2018～2022 年)
我が国の漁獲量 (最近 5 年間)	0.3 万～0.4 万トン 最近 (2022) 年 : 0.4 万トン 平均 : 0.4 万トン (2018～2022 年)
資源評価の方法	プロダクションモデル (MPB、JABBA)、統合モデル (SS)
資源の状態 (資源評価結果)	B_{2018} : 72.9 万トン B_{2018} / B_{MSY} : 1.17 (0.75～1.62) F_{2018} / F_{MSY} : 0.96 (0.56～1.50) 2019 年の資源状態は、過剰漁獲ではなく、乱獲状態でもない
管理目標	MSY : 12.1 (9.0～26.7) 万トン
管理措置	TAC (11 万トン) 大西洋全体における FAD を利用したまき網操業の禁止 (2020 年は 1～2 月の 2 か月間、2021 年は 1～3 月の 3 か月間、2022～2024 年は 1 月 1 日～3 月 13 日*の 72 日間) ※2024 年は 3 月 12 日まで
管理機関・関係機関	ICCAT
最近の資源評価年	2019 年
次回の資源評価年	2024 年

