

キハダ 大西洋

(Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*)



最近の動き

2016 年の総漁獲量は 12.7 万トン（予備集計）で前年の 117% であった。資源評価は 2016 年 7 月に大西洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT) により行われた。MSY は 12.6 (11.9 ~ 15.1) 万トンと推定され、2016 年の漁獲量とほぼ同値である。2014 年の資源量は MSY レベルよりやや小さく ($B_{2014}/B_{MSY} = 0.95$ (0.71 ~ 1.36))、2014 年の漁獲圧は MSY レベルより小さい ($F_{2014}/F_{MSY} = 0.77$ (0.53 ~ 1.05)) と推定された。したがって、2014 年において、本資源は乱獲状態だが、適正なレベルに近く、本資源への漁獲圧は過剰でなかったといえる。2016 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、前年の熱帯マグロ保存管理措置の改正時に合意された FADs 操業の制限（禁漁期、禁漁区域、FADs 設置数の上限）などの資源管理方策についても、引き続き適用されることとなった。

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。当初は、はえ縄の漁獲が多くを占めたが、最近年は、全漁獲量のうちおよそ 70% がまき網、16% がはえ縄、8% 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（19.3 万トン）が記録された後、減少傾向に転じ、2016 年には 12.7 万トン（予備集計）となった（ICCAT 2017）。

主漁場は熱帯域であり、とく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 60% 減少（12.7 万トンから 4.7 万トン）した。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

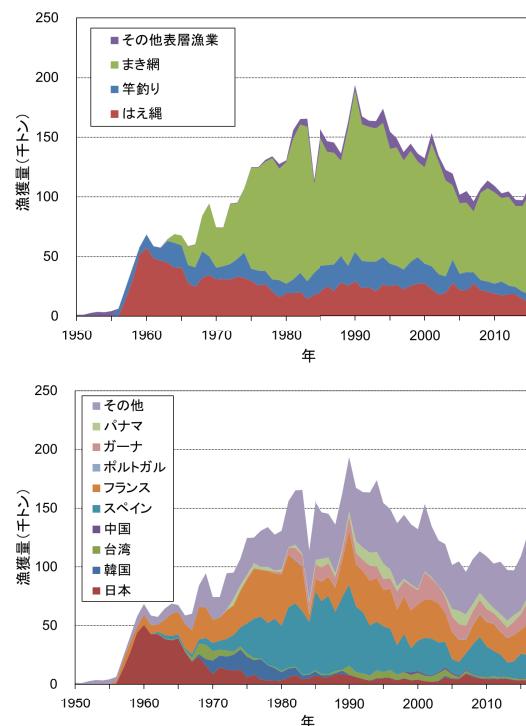


図 1. 大西洋におけるキハダの漁法別漁獲量（上図）と国別漁獲量（下図）（2016 年は暫定値）

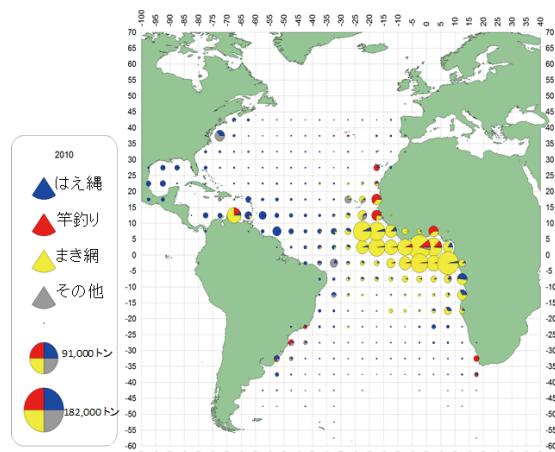


図 2. 大西洋におけるキハダの漁場（漁獲分布、2012 ~ 2016 年）
青：はえ縄、赤：竿釣り、黄：まき網、白：その他。
凡例の丸は上から 91,000 トン、182,000 トン。

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るって、漁獲量は上昇に転じ、2016 年には 9.9 万トンとなつた。近年は、素群れ操業よりも、より FAD 操業に依存するようになっている。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 度付近まで拡がつてゐる。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つてゐたが、2016 年の漁獲量はピーク時（1980 年代半ば）の 20% 程度（0.5 万トン）となつてゐる。はえ縄は、大西洋のほぼ全域で操業が行われ、2016 年は総漁獲量の 10%（1.3 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ゐる（ICCAT 2017）。

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

国別には、フランスとスペインの漁獲量が多く、近年、ガーナの比率が高くなつてゐる（図 1 下、付表 1）。2016 年はこれら 3 か国で全体のおよそ 5 割を占めた。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

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（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°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ゐる。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：5～8 月、南カリブ海：盛期 7～9 月）も知られてゐる（図 4；ICCAT 2001）。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在する可能性を示唆する。また、移動経路を記録するタイプの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、系群の存在を補強する証拠となり得る。一方で、はえ縄の漁獲状況をみると、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ゐる（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、2016 年の資源評価の場合も含めて、近年の大西洋キハダの資源評価では、全大西洋で一つの系群と見なしてゐる。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 万粒と推定されてゐる（Arocha *et al.* 2001）。産卵は夜間にほぼ毎日行われると考えられてゐる（Schaefer 1996）。本種の寿命は、年齢査定の結果や成長が速いことから、メバチより短く 7～10 年であろうと考えられてゐる。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ない。遊泳力がついた後では大型のかじき類、さめ類、歯鯨類等に外敵は限られるものと思われる。

2016 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（Diahia *et al.* 2015）、自然死亡係数は、体重と自然死亡率の関係（Lorenzen 2005）を考慮し、成長式（複数）に対応した年齢別の自然死亡係数及び 2011 年の資源評価での値が用いられた。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

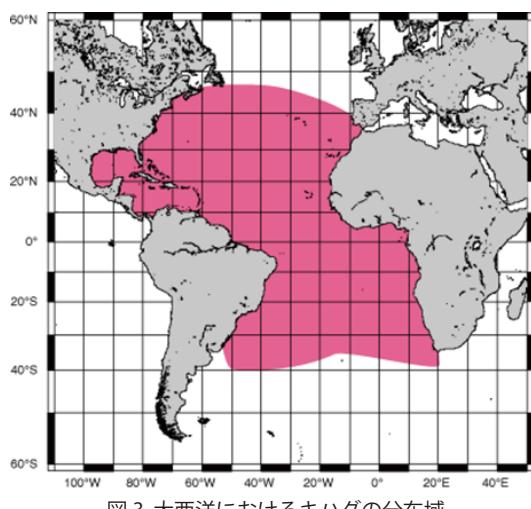


図 3. 大西洋におけるキハダの分布域

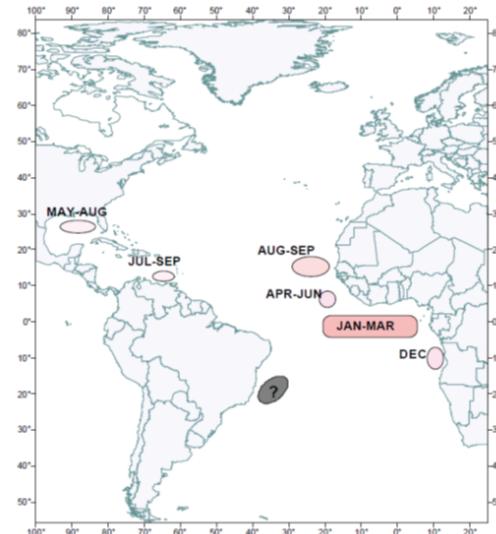


図 4. 大西洋におけるキハダの産卵場と産卵期（月）
卵巣標本を収集し、組織学的観察により確認されたもの。
地図上の範囲は、標本採集場所を表す。

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、2016 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) :

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

Draganik and Pelczarski (1984) :

$$Lt = 192.4 * (1 - \exp(-1 * 0.37(t + 0.003)))$$

(Lt:ある年齢 t での尾叉長 (cm)、t:年齢)

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) :

1.588、1.194、0.748、0.550、0.476、0.447、0.435

0.431、0.429、0.428、0.428、0.428

Draganik and Pelczarski (1984) :

1.758、0.889、0.672、0.576、0.525、0.495、0.476

0.463、0.455、0.450、0.446、0.443

2011 年の資源評価で用いられた値：

0.8、0.6、0.6、0.6、0.6、0.6 (0 歳から 5 歳+)

体長体重関係式

Caverivière *et al.* (1976) :

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

(L: 尾叉長 (cm)、W: 体重 (kg)、t: 年齢)

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 (Gascuel *et al.* 1992, Draganik and Pelczarski 1984) について示す。

年齢	Gascuel <i>et al.</i> 1992		Draganik and Pelczarski 1984	
	尾叉長(cm)	体重(kg)	尾叉長(cm)	体重(kg)
0	38	1.1	0	0.0
1	48	2.2	60	4.1
2	78	9.3	101	19.7
3	120	32.8	129	41.2
4	148	62.4	149	62.7
5	163	83.0	162	81.3
6	170	93.5	172	96.0
7	173	98.3	178	107.2
8	174	100.3	182	115.4
9	175	101.1	186	121.3
10	175	101.4	188	125.4

資源状態

最新の資源評価は ICCAT により 2016 年に行われた。資源評価モデルは、非平衡プロダクションモデル (ASPIc)、年齢構造を持つプロダクションモデル (SCAA。ASPM の一種)、VPA 2-Box 及び Stock Synthesis (SS) が用いられた。資源量指数として、8 つのはえ縄漁業の標準化 CPUE が選ばれた。これらは、1990 年代の指数上昇の有無により 2 つのグループに分けられた（図 5）。まき網漁業の CPUE に関しては、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るが、この変化を適切に推定することは難しい。このため、まき網の CPUE の標準化は困難となっている。前回の資源評価では、当座の措置として、まき網の漁獲効率が年率 3% あるいは 7% 上昇と仮定したが、

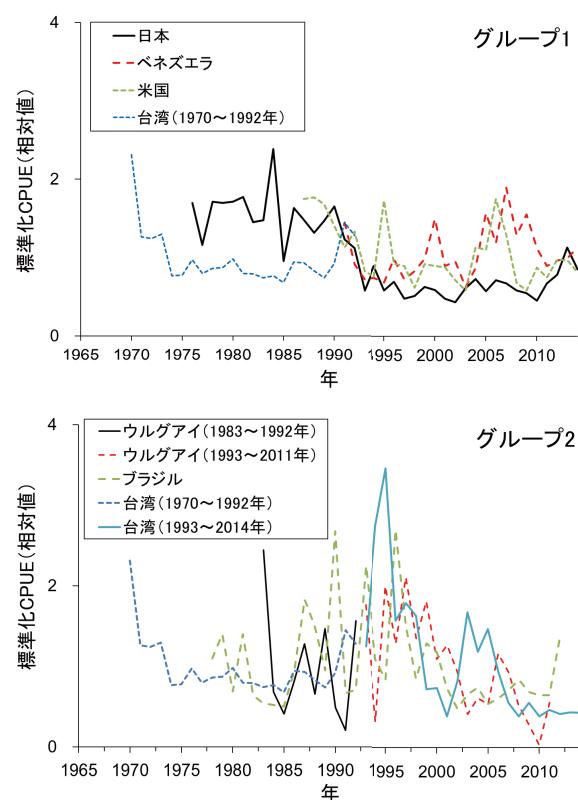


図 5. 大西洋におけるキハダの資源量指数

主として 1990 年代の動向の違いにより、2 つのグループに分けて示す。すべてはえ縄漁業である。なお、台湾は両方のグループに含まれている。

今回はこのような措置も取られることはなく、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。

MSY は 12.6 (11.9 ~ 15.1) 万トンと推定され、2015 年の漁獲量より大きい。2014 年の資源量は MSY レベルよりやや小さく ($B_{2014}/B_{MSY} = 0.95$ (0.71 ~ 1.36))、2014 年の漁獲圧は MSY レベルより小さい ($F_{2014}/F_{MSY} = 0.77$ (0.53 ~ 1.05)) と推定された。したがって、2014 年において、本資源は乱獲状態だが、適正なレベルに近く、本資源への漁獲圧は過剰でなかったといえる（図 6、7）。将来予測を行うと、漁獲量 11 万トンとした場合、2024 年に資源と漁獲圧が健全な状態 ($B_{2024}/B_{MSY} > 1$, $F_{2024}/F_{MSY} < 1$) である確率は 97% と推定された (ICCAT 2016a ; 表 2)。

管理方策

ICCAT の Recommendation 16-01 (ICCAT 2016b) に基づき、資源管理措置が講じられている。将来にわたる持続的利用を確実にするため、TAC (11 万トン) が設定 (ICCAT 2016b : パラグラフ 11) されている。また、FADs を利用するまき網の禁漁期 (1月 1 日 ~ 2 月 28 日)、禁漁区域 (南緯 4 度、北緯 5 度、西経 20 度とアフリカ西岸で囲まれた海域) 及び各まき網船の 1 年間の FADs 設置数の上限 (500 基) が導入されている (ICCAT 2016b : パラグラフ 13 及び 16)。

最近、熱帯まぐろ類の資源管理は、上述のように科学者が資源評価と将来予測の情報を提供し、それに基づいて行政官が管理方策を決定する伝統的な手法から、漁獲戦略 (Harvest

Strategy。WCPFC での呼称であるが、便利のため、この呼称を用いる)と呼ばれる手法へと発展しようとしている。これは、資源を管理する目標 (Management Objectives あるいは Management Goal) を改めて明確に関係者で合意し、漁獲制御ルール (HCR : Harvest Control Rules) と管理基準値 (RP : Reference Points) を設定して、資源量の変動に応じて予め決めておいた管理措置を発動するものである。さらに、このルールが管理目標に合致するかを漁獲と資源の応答のシミュレーションにより検証する枠組が管理戦略評価 (Management Strategy Evaluation (MSE) または Management Procedure (MP)) である (Rademeyer et al. 2007, Maunder and Deriso 2016, Maunder et al. 2016)。このような動きの背景には、資源評価に、大きな不確実性についてまわるということが広く認識されてきたことがある。たとえば、図 5 に示したように、親子関係の仮定の違

いにより、資源評価結果は大きく異なる。また、資源評価結果が過去の結果と大きく変わり、議論の余地が大きくなった場合に、管理方策が恣意的に変更されないようにする必要性が認識され始めていることも一因である。この漁獲戦略の進展には、漁業者、行政官および科学者の連携と合意形成が不可欠とされている (Punt et al. 2016)。ICCATにおいては、北大西洋のビンガ資源がモデルケースとして先行している (ICCAT 2016c, ICCAT 2017)。熱帯性まぐろ類では 2018 年以降、MSE の構築が開始されることとなっている (ICCAT 2017)。太平洋のキハダ、メバチ資源における、この新たな資源管理の検討状況を、それぞれの国際資源の現況に示した。先行的に、ミナミマグロの例 (Kurota et al. 2010) や米国、オーストラリアなどの国内魚類資源での事例があり、MSE 構築の実際についての知見が集積されている (Punt et al. 2016)。ICCAT も含む、近年のまぐろ類の地域漁業管理機関における MSE の進捗状況については Nakatsuka (2017) が詳しい。また、Nakatsuka et al. (2017) は、まぐろ類の地域漁業管理機関で適用されている限界管理基準値のレビューを行っている。さらに、地域漁業管理機関の MSE 構築に関する技術連携、情報交換も徐々に進んでおり、2016 年 11 月には最初の合同会合が ICCAT をホストとして開催された

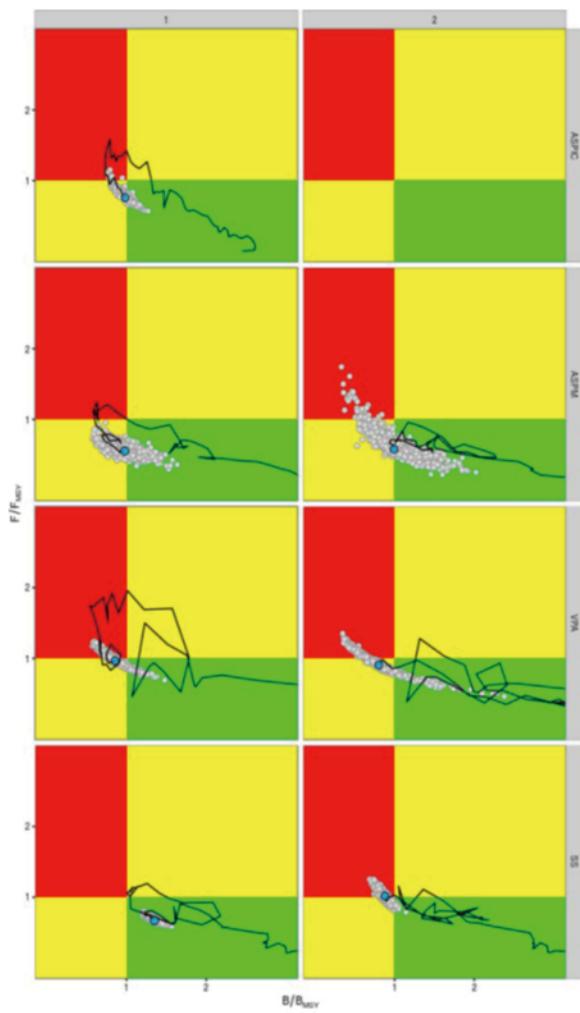


図 6. 大西洋キハダの資源解析結果（資源評価モデル別）

上から非平衡プロダクションモデル、年齢構造を考慮したプロダクションモデル、VPA2-BOX 及び Stock Synthesis の神戸プロット。左側の 4 つのパネルは資源量指数がグループ 1、右側がグループ 2 (資源量指数については図 5 参照) を用いた資源状態の動向を示す。なお、グループ 2 を用いた非平衡プロダクションモデル (最も右上) は収束せず、結果は得られなかった。実線は経年変化を示し、大きな青丸は 2014 年の状態を示す。白丸は各モデルにつき、500 回のブートストラップ試行の分布を示す。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。

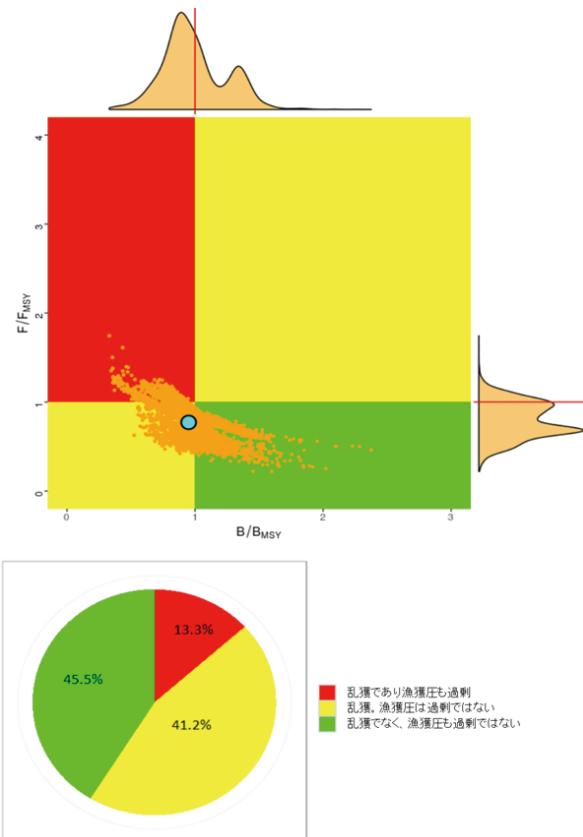


図 7. 大西洋キハダの資源解析結果（各モデルの結果を統合）
上図：図 6 の 7 つのブートストラップ試行の結果を統合。大きな青丸は 2014 年の状態を示す。オレンジ丸は 3,500 回 (7 モデル X 500 回) の各ブートストラップ試行の分布を示す。縦軸は漁獲圧、横軸は資源量で現状／持続可能な値の比で示す。神戸プロットの上側と右側に、それぞれ横軸、縦軸についての頻度分布図を示す。下図：統合されたブートストラップ試行 3,500 個 (7 モデル X 500 回) が分布する。

表 2. 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

TAC	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
60,000	75%	91%	99%	99%	99%	99%	100%	100%
70,000	74%	87%	97%	99%	99%	99%	99%	99%
80,000	73%	86%	96%	99%	99%	99%	99%	99%
90,000	71%	82%	91%	97%	99%	99%	99%	99%
100,000	70%	80%	89%	92%	96%	97%	99%	99%
110,000	68%	78%	85%	90%	92%	95%	96%	97%
120,000	65%	73%	79%	78%	79%	80%	82%	82%
130,000	57%	59%	61%	61%	57%	54%	50%	48%
140,000	45%	44%	38%	33%	31%	31%	31%	30%
150,000	31%	24%	21%	20%	19%	20%	20%	20%

(<http://groupspaces.com/tRFMO-MSE/wiki/>)。近年の魚類資源評価の技術的進展に先導的な役割を極めて活発に果たしている CAPAM (Center for the Advancement of Population Assessment Methodology) による MSE 作業部会も企画されており (ICCAT 2017)、魚類資源管理の一層の展開が期待される。

執筆者

かつお・まぐろユニット
熱帯まぐろサブユニット
国際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部
まぐろ漁業資源グループ

佐藤 圭介

参考文献

- 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.
http://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV052_2001/no_1/CV052010167.pdf (2017年10月)
- 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 à 1974. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan. ORSTOM, 7(2): 49-70.
- Diahia, N.C., Zudaire, I., Chassot, E., Pecoraro, C., Bodin, N., Amandé, 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.
https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV071_2015/n_1/CV071010489.pdf (2017年10月)
- 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 "Wieczno". Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 20(1): 96-103.
http://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV020_1984/no_1/CV020010096.pdf (2017年10月)
- 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.
<http://halieutique.agrocampus-ouest.fr/pdf/3479.pdf> (2017年10月)
- 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.
http://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV052_2001/no_1/CV052010001.pdf (2017年10月)
- ICCAT. 2016a. Report of the 2016 ICCAT yellowfin tuna stock assessment meeting (San Sebastian, Spain - 27 June to 1 July 2016). 103 pp.
- ICCAT. 2016b. (Rec. 16-01) Recommendation by ICCAT on a multi-annual conservation and management programme for tropical tunas. 22 pp.
<http://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2016-01-e.pdf> (2017年10月)
- ICCAT. 2016c. (Rec. 16-06) Recommendation by ICCAT on a multi-annual conservation and management programme for north Atlantic albacore. 7 pp.
<http://www.iccat.es/Documents/Recs/compendiopdf-e/2016-06-e.pdf> (2017年10月)
- ICCAT. 2017. Report of the standing committee on research and statistics (SCRS) (Madrid, Spain, 25 September - 6 October, 2017). 472 pp.
http://www.iccat.int/Documents/Meetings/Docs/2017-SCRS-REP_ENG.pdf (2017年10月)
- Kurota, H., Hiramatsu, K., Takahashi, N., Shono, H., Itoh, T., and Tsuji, S., 2010. Developing a management procedure robust to uncertainty for southern bluefin tuna: a somewhat frustrating struggle to bridge the gap between ideals and reality. Popul. Ecol., 52(3): 359-372.
- 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> (2017年10月)
- Nakatsuka, S. 2017. Management strategy evaluation in regional fisheries management organizations - How to promote robust fisheries management in international settings. Fish. Res., 187: 127-138. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783616304039> (2017年10月)
- Nakatsuka, S., Ishida, Y., Fukuda, H., and Akita, T. 2017. A limit reference point to prevent recruitment overfishing of Pacific bluefin tuna. Marine Policy, 78: 107-113. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X16304973> (2017年10月)
- 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. https://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV052_2001/no_1/CV052010215.pdf (2017年10月)
- Punt, A.E., Butterworth, D.S., de Moor, C.L., de Oliveira, J.A.A., and Haddon, M. 2016. Management strategy evaluation: best practices. Fish Fish., 17: 303-334. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/faf.12104/epdf> (2017年10月)
- Rademeyer, R.A., Plaganyi, E.E., and Butterworth, D.S. 2007. Tips and tricks in designing management procedures. ICES Journal of Marine Science, 64: 618-625.
- 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. <http://fishbull.noaa.gov/941/schaefer.pdf> (2017年10月)

キハダ（大西洋）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)	9.7 万～12.8 万トン 最近 (2016) 年 : 12.8 万トン 平均:10.7 万トン (2012～2016 年)
我 が 国 の 漁 獲 量 (最近 5 年間)	0.3 万～0.4 万トン 最近 (2016) 年 : 0.3 万トン 平均:0.4 万トン (2012～2016 年)
管 理 目 標	MSY : 12.6 (11.9～15.1) 万トン
資 源 評 価 の 方 法	プロダクションモデル (ASPIIC、SCAA) VPA (VPA-2BOX) 統合モデル (Stock Synthesis)
資 源 の 状 態	B_{2014}/B_{MSY} : 0.95 (0.71～1.36) F_{2014}/F_{MSY} : 0.77 (0.53～1.05)
管 理 措 置	TAC (11 万トン) FADs を利用したまき網操業の禁止 (1月1日～2月28日：南緯4度、北緯5度、西経20度とアフリカ西岸で囲まれた海域) 及び各まき網船のFADs 使用数の上限 (500基)
管理機関・関係機関	ICCAT
最新の資源評価年	2016 年
次回の資源評価年	2021 年

付表 1. 大西洋キハダの年別、国別漁獲量（単位：トン）

付表 1. (続き)

付表 1. (続き)