

キハダ インド洋

(Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*)



はじめに

インド洋におけるキハダを含むマグロ類の資源管理は、初期の頃は国際連合食糧農業機構 (FAO) 傘下の「インド洋漁業委員会 (IOFC; 1967~1999年)」が行っていた。まぐろ漁業が拡大し漁獲量が増加 (1950年5万トンから1980年40万トン) したため、1982年にIOFC内にマグロ類に特化した「インド洋・太平洋まぐろ類開発管理プログラム (IPTP)」が設立され、1996年まで続いた。加盟国・地域機関は日本を含む14か国と欧州連合 (EU) で、事務局所在地はスリランカにあった。IOFC (IPTP) はFAOの地域事業という位置づけで、会議等における合意内容に関する法的拘束力はなかった。マグロ類漁業がさらに拡大し漁獲量が急増 (1996年140万トン) したことで、法的拘束力のある管理措置を実施できる機関が必要という機運が高まり、現在の「インド洋まぐろ類委員会 (IOTC; 事務局: セーシェル)」が1996年に設立され、本格的な資源・漁業管理が始まった。日本は発足時から参加しており、発足後26年経過した現在 (2021年)、加盟国は30か国・EU及び協力的非加盟国2か国となっている。本稿は、主にIOTCの最新情報に基づいて執筆した。

最近の動き

2018年10~11月の熱帯性まぐろ作業部会で実施された資源評価に基づき、同年12月の科学委員会において、2017年の資源状況は以前に比べ過剰漁獲・乱獲状態が悪化しているにも拘らず、過去2年間に採択されたキハダ漁獲量規制 (決議16/01及び17/01) が引き続き守られていないことに大きな懸念を示した (IOTC 2018)。そのため、翌年 (2019年) 6月の年次会合では、より厳しいキハダ管理措置決議 (キハダ資源再建のための暫定計画; 決議19/01) 及び人工集魚装置 (FAD) 規制決議 (19/02) が採択された。2019年10月及び2020年10月の熱帯性まぐろ作業部会では資源評価の改定を試みたが、引き続き過剰漁獲・乱獲状況が把握できたものの、データ・モデルの不確実性の問題が深刻なため、どの程度悪化しているか結論がでなかった (IOTC 2019, 2020b)。そのような状況で、2020年11月の年次会合では、キハダ資源状況のさらなる悪化及び規制が完全に遵守されていないことを深刻に受け止め、2021年

3月に第4回特別年次会合を開催し今後の対策を練ることになった。過剰漁獲の原因は、2007年より続いたソマリア沖の海賊活動が2011年にほぼなくなり、それに伴い操業が再開し急激に拡大し漁獲量が急増したことによる。2020年は新型コロナウイルス感染拡大の影響により通常の対面式会議ができず、全てWeb会合となった。

利用・用途

刺身、寿司ネタ、缶詰原料等。

漁業の概要

【漁業の特徴】

インド洋のキハダ漁業 (漁法) は、まき網、はえ縄、流し網、ライン、その他の5種に大別される。各漁法には以下の操業形態が含まれる。まき網は素群れ (すむれ) 操業と流れもの操業の2種、はえ縄は遠洋 (冷凍)・沿岸 (生鮮) の2種、ラインは手釣り・ひき縄の2種、その他の漁業には、途上国小規模漁業の地びき網、底びき網、定置網等がある。図1に5種漁法組成の年変化を示した (1950~2019年)。西インド洋のEU大型まき網漁業開始は1983年に始まったが、それ以前は遠洋は

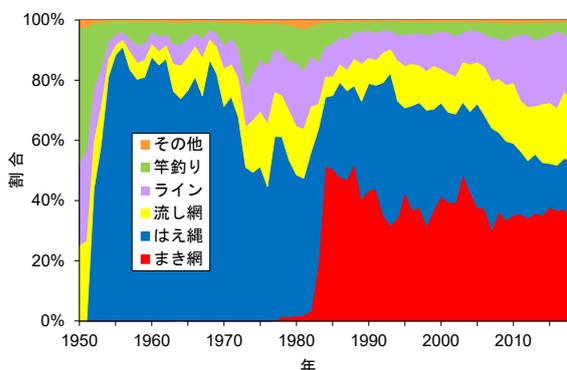


図1. インド洋キハダの漁法別漁獲重量組成 (1950~2019年)

(注1) はえ縄は遠洋 (冷凍)・沿岸 (生鮮) の2種、まき網は素群れ操業と流れもの操業の2種、ラインは手釣り・ひき縄の2種、その他には、途上国小規模漁業の地びき網、底びき網、定置網等がある。

(注2) 西インド洋のEUの大型船によるまき網漁業は1983年から本格的に始まった。

え縄 (特に日本) が主漁業であった (平均65%)。その後、主漁業はまき網、はえ縄、流し網、ラインの4種に分散した。最近5年間 (2015~2019年) における漁法別漁獲量組成 (平均) は、まき網36%、ライン30%、流し網20%、はえ縄10%、竿釣り4%及びその他1%である。これより、途上国における小規模漁業 (流し網、ライン、竿釣り、その他) は総漁獲量の5割近くを占めていることがわかる。図2に、国別漁獲量組成の変遷を示した。前記のように、まき網開始 (1983年) 前は日本のはえ縄漁獲量が最大で、それ以降漁獲量の多い国は、スペイン、フランス、セーシェル (まき網)、インドネシア (全漁法)、モルディブ (竿釣り)、イラン (流し網)、スリランカ (流し網、沿岸はえ縄)、台湾 (遠洋はえ縄) となっている。また、海域別では、西インド洋 (FAO 海域51) と東インド洋 (FAO 海域57) における漁獲量の割合はそれぞれ85%及び15%で西インド洋での漁獲量が圧倒的に多い (図3、付表1)。

【漁場】

キハダの漁場は1990年代まではえ縄、まき網が主流で、それ以降はまき網、流し網、ラインへと変化したため、この前後で漁場の特徴が大きく変わった (図4)。図4 (上図) はまき網、はえ縄が主漁業であった1990年代の漁場図で、図4 (下図) はまき網、ライン、流し網が主流漁業となった最新 (2019年) の漁場図である (IOTC 2020b)。図4 (下図) によると現在の主漁場は、セーシェル周辺・ソマリア沖 (まき網)、アラ

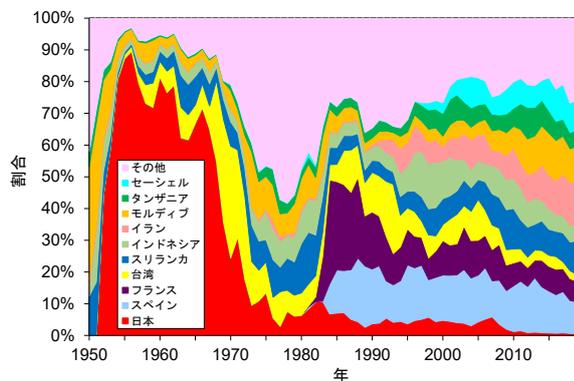


図2. インド洋キハダの国別漁獲量組成 (1950~2019年)
(注) 西インド洋のEU (フランス・スペイン) の大型船によるまき網漁業は1983年から本格的に始まった。

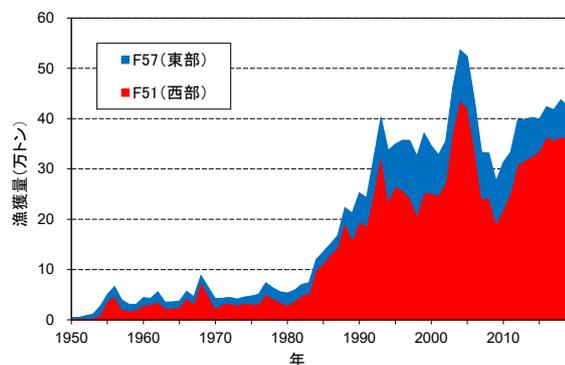


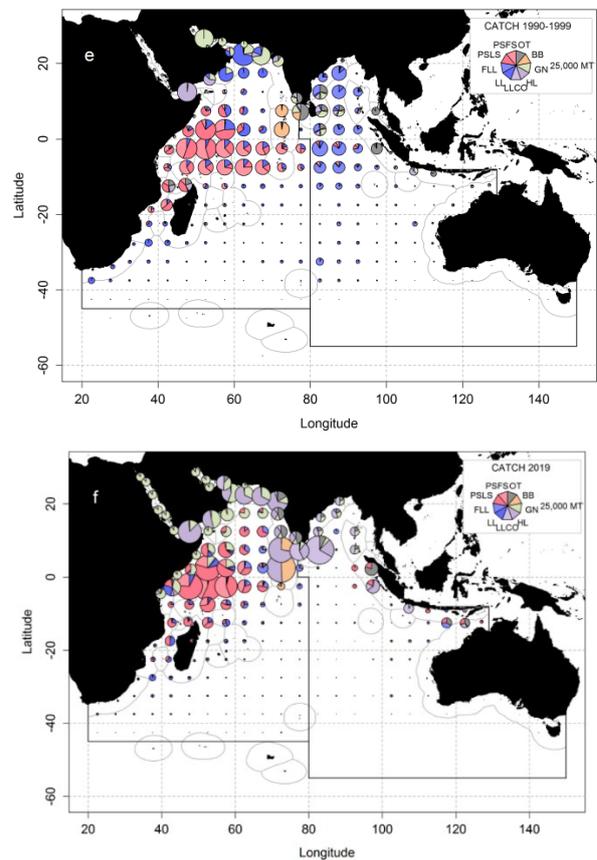
図3. インド洋キハダのFAO 海域別漁獲量 (1950~2019年)
IOTC データベース (IOTC 2020a) に基づく。F51: 西インド洋 (FAO 漁業統計海域51)、F57: 東インド洋 (FAO 漁業統計海域57)。

ビア海 (ライン、流し網・沿岸はえ縄)、モザンビーク海峡 (まき網・遠洋はえ縄)、スリランカ周辺 (沿岸はえ縄・ライン、竿釣り、流し網) 及びインドネシア沖 (全漁法) と、海域により漁法はかなり異なっている。

【総漁獲量】 (図1、5~6及び付表2~3)

インド洋におけるキハダの漁獲は、途上国の伝統的小規模漁業 (竿釣り、流し網、ひき縄他) で長年行われてきているが、IOTC の漁獲量統計は1950年から公式記録がありそれ以前は不明である。1950年におけるこれら漁業の総漁獲量は4,300トンあり、それ以前の漁獲量はそれ以下ではあるが、操業は長年あったと思われる。

西インド洋でフランス及びスペインの大型船によるまき網漁業が本格的に開始する前の1982年までは、キハダ総漁獲量は最大8.8万トンでその63%がはえ縄漁業であった。まき網漁業開始後、漁獲量が急増し1988年には20万トンを超えた。それに加え1990年代初めより流し網、ラインの漁獲量が現在まで増加している。1993年にはアラビア海で台湾のはえ縄船



凡例	青	薄いブルー	黄緑	赤	ピンク	オレンジ	濃い緑	紫	灰色
コード	LL	FLL	LLCO	PSLS	PSFS	BB	GN	HL	OT
漁法	はえ縄 (遠洋)	はえ縄 (沿岸)	はえ縄 (生群)	まき網 (沿岸)	まき網 (生群)	竿釣り	流し網	手釣り	その他

図4. インド洋キハダ漁場の変化 (上図: 1990年代平均漁場図、下図: 2019年の漁場図) (IOTC 2020b)

5度区画毎の漁獲量漁法組成色別円グラフによる表示。上図はまき網、はえ縄が主漁業であった1990年代、下図はまき網、ライン、流し網が主流漁業となった最新 (2019年) の漁場図。まき網は素群れ (PSFS) と流れもの (PSLS) 操業に、はえ縄は遠洋 (LL) と沿岸 (LLCO) に分かれており、ラインはHLとなっているため注意が必要である。

による大量漁獲があったため 40 万トンに達し、その後 2002 年までは 33 万～37 万トンと比較的高いレベルで推移した。

2003～2006年に、西インド洋熱帯域においてまき網漁業(素群れ操業)、はえ縄漁業及び途上国の小規模漁業による第2回目の大量漁獲があり、その期間の2004～2005年にはさらにアラビア海でも台湾はえ縄による大量漁獲が並行してあった。これにより、キハダの総漁獲量は2003～2006年に40万～50万トン台へと急増し、2004年には54万トン(過去最大漁獲量)を記録した。しかし、その後2007～2011年には漁獲量が28万～33万トンへと急減した。漁獲量急減の主原因は、ソマリア沖の海賊活動(主として2007～2011年)により操業が激減したためである。2012年以降海賊活動がほぼなくなり漁獲量が再度急増し2019年には42万トンとなった。但し、2017年以降、主要漁業に漁獲量規制が導入されたため大幅な増加は見られない。

2003～2006年の西部熱帯インド洋域及びアラビア海におけるキハダ大量漁獲の原因としては、次の4点が考えられ、それらが複合的に絡みあって発生したとみられる(Nishida *et al.* 2005、西田ほか 2006)。(a) 強い季節風により湧昇流が強

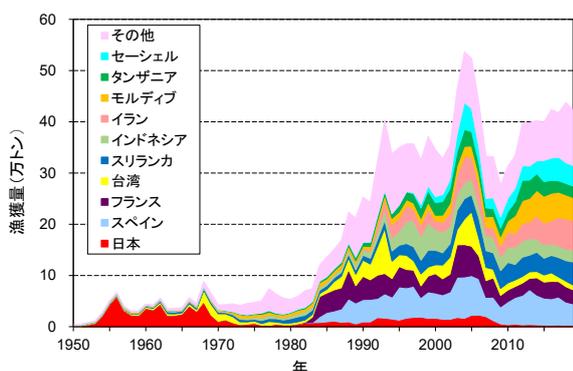


図5. インド洋キハダの国別漁獲量 (1950～2019年)

IOTC データベース (IOTC 2020a) に基づく。

(注) 西インド洋のEU (フランス・スペイン) の大型船によるまき網漁業は1983年から本格的に始まった。

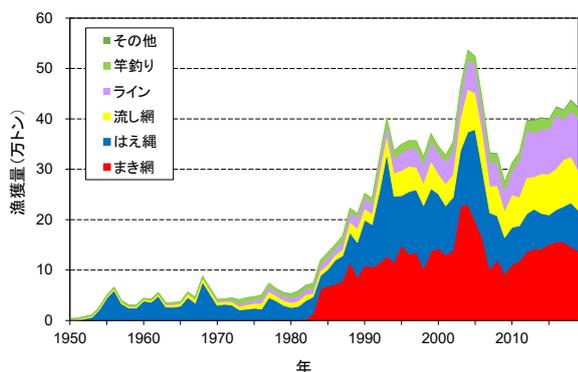


図6. インド洋キハダの漁法別漁獲量 (1950～2019年)

IOTC データベース (IOTC 2020a) に基づく。

(注1) はえ縄は遠洋(冷凍)・沿岸(生鮮)の2種、まき網は素群れ操業と流れもの操業の2種、ラインは手釣り・ひき縄の2種、その他には、途上国小規模漁業の地びき網、底びき網、定置網等がある。

(注2) 西インド洋のEUの大型船によるまき網漁業は1983年から本格的に始まった。

くなり、基礎生産量(クロロフィル量)が急増し、キハダの餌生物(まき網漁業ではシャコ類、はえ縄漁業ではワタリガニ類等)が大量に発生した(図7)。(b) 湧昇流によりその海域の水溫躍層が浅くなり、キハダが浅い水深に集中しまき網に高漁獲をもたらした。(c) 好漁の情報を入手したはえ縄、まき網船が集中した。(d) 卓越年級群による加入量が増加したが、卓越年級群の影響は少ないという報告もある(藍ほか 2007)。

【はえ縄漁獲量】 (図5～6及び付表2～3)

はえ縄漁業の漁獲量は1952年(3,700トン)から徐々に増加し、1993年にはアラビア海における台湾船による第1回大量漁獲があり20万トンを記録した。その後、2004～2006年の第2回大量漁獲(13万～17万トン)を除き漁獲量は海賊の影響もあり徐々に減少し、2019年には4.5万トンとなった。尚、2000年代半ばまでは遠洋はえ縄(冷凍)による漁獲が50%以上であったが、その後沿岸はえ縄(生鮮)が逆転し増加しており最近では70%以上となっている。1952年から1968年までは、日本のはえ縄漁業によるキハダの漁獲はインド洋全体の過半数を占めていた。その後日本のはえ縄操業船隻数が年々減少する一方で、台湾のはえ縄、まき網、流し網、ラインの漁獲量が急増し、最近5年間(2015～2019年)における日本のキハダの漁獲量(はえ縄、まき網合計)は、総漁獲量のわずか0.8%(3,400トン)にまで落ち込んだ。

【まき網漁獲量】 (図5～6及び付表2～3)

1983年に西インド洋でEUの本格的な大型まき網漁業が開始し1.3万トンの漁獲があり操業船隻数が急増し、6年後の1988年には12万トンに達した。その後、大量漁獲のあった2003～2006年(16万～23万トン)を除き、9万～16万トンで推移しており2019年は14万トンであった。

インド洋における日本のまき網漁業は、1977年から1982年まで1～2隻が東インド洋で操業し平均104トンを漁獲した。1983年以降は漁場が西インド洋へ移り、漁船数も増加し最大時には11隻(1991～1994年)となり、キハダの漁獲量は1.2万トン(1992年)と最大となった。その後、再度東インド洋へ移り漁船数・漁獲量は急減し、最近年は数隻の操業(調査船1隻を含む)で2018年は407トン、2019年は24トンへと激減した。2019年は強い正のインド洋ダイポールモード現象(後述)が発生し、カツオ漁況が悪化し操業が短期間となりまき網船が太平洋へ移動したため、キハダの漁獲量も激減した(Matsumoto *et al.* 2020)。



Stomatopod natosquilla

Charybdis smithii

図7. 西部熱帯インド洋においてキハダ大量漁獲があった2003～2006年に大量発生した2種の餌生物

左: シャコと、右: ワタリガニで、それぞれまき網・はえ縄で漁獲されたキハダの胃内容物に多く見られた。

まき網操業には素群れ操業と流れもの操業があり、流れもの操業には、流木等に付く自然集魚及び人工集魚装置 (FAD) による操業の2種がある。西インド洋では、2008年まで素群れ操業による漁獲が50%以上、それ以後は流れもの操業 (主にFAD) が逆転し増加しており、最近では70%以上となっている。流れもの操業では、カツオやメバチ若齢魚と群れをなす50~60cm (1歳魚) をモードとする若齢魚を、素群れ操業では、それに加え120~130cm (4歳魚) をモードする大型魚を漁獲している (IOTC 2017)。

【流し網・ライン (ひき縄・手釣) ・竿釣り漁獲量】 (図5~6及び付表2~3)

これらの3種漁業は前記のようにIOTC漁獲統計開始年1950年以前から、途上国の小規模漁業として長年行われてきている。特にモルディブの竿釣りは400年以上前から行われているという記録もある。流し網における1950年の漁獲量は1,100トンでそれ以降現在まで増加しており、2017年に9.2万トンの最大漁獲量を記録したが、2019年は7.7万トンへ減少した。最近年は、イラン、オマーン、パキスタンの順で漁獲量が多い。ラインは1970年までの漁獲の大半がひき縄で、1950年の漁獲量は1,200トンで、主な漁業国はインドネシア、インド、スリランカであった。2018年以降、手釣りの漁獲が急増しラインの8割を占めており、オマーン、モルディブ、イエメンが主な漁業国である。2019年におけるラインの漁獲量は11万トンであった。竿釣りは、1950年1,900トンで増減があるものの年々増加しており、2019年は1.9万トンであった。全期間でモルディブの漁獲が8割以上で主漁業国である。2019年3

種漁業の総漁獲量は24万トンで、総漁獲量の57%と最も高い。

【インド洋ダイポール現象が漁況に与える影響】

インド洋熱帯域で南東貿易風が強まると、東部で海水温が低くなり西部で海水温が高くなる大気海洋現象が発生する。Saji *et al.* (1999) が本現象を発見し、「インド洋ダイポールモード現象 (ダイポール現象)」と命名した。この場合を正のダイポール現象とし、逆の場合を負のダイポール現象としている。ダイポール現象の強度は、東西インド洋の特定海域 (各1カ所) の表面海水温度差である「ダイポールモード指数 (DMI)」で示される。DMIが+0.4℃以上の場合「正のダイポール現象」、-0.4℃以下の場合「負のダイポール現象」で、その間をダイポール現象のない「中間状態 (neutral)」としている。1960年以来、正負のダイポール現象は各12回発生している。

正のダイポール現象時 (図8左)、南東貿易風が強まり東側の高温水は西側へ移動し、それを補うように深海から湧昇流及び海面から蒸発が盛んになるために、東インド洋では海水温が低下する。それに伴いカツオは中西部の暖水域に移動するため、東インド洋のまき網漁況は悪化する。キハダの場合には、キハダの好生息域である水温躍層深度が浅くなり、さらに湧昇流によりクロロフィルを含む栄養塩が増え、中西部インド洋からキハダが逆に東部へ移動するため、東インド洋における漁況は良くなる。はえ縄キハダ・メバチの場合、縄 (鉤) 設置深度で漁況が左右されるため、浅く設置した場合漁況は良くなる。一方、中西部インド洋では、東部から暖水が広がるためまき網のカツオ漁況は良くなる。キハダの場合、水温躍層深度が深くなりま

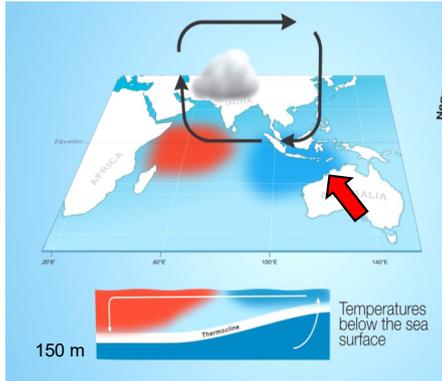
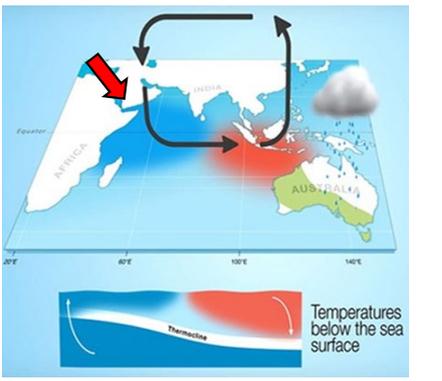
		正のダイポール現象		負のダイポール現象	
発生年 (1960年以降) (正負各12回)		1961, 1963, 1972, 1982, 1983, 1994, 1997, 2006, 2007, 2012, 2015及び2019		1960, 1964, 1974, 1981, 1989, 1992, 1996, 1998, 2010, 2014, 2016及び2020	
季節風		強い南東風		強い北西風	
表面水温が大気循環に与える影響					
海水温と水温躍層深度の変動					
海域		西部	東部	西部	東部
海況	表層水温	高い	低い	低い	高い
	栄養塩 (クロロフィル量他)	少ない	多い	多い	少ない
	水温躍層深度	深い	浅い	浅い	深い
漁況	カツオ (まき網)	良い	悪い	悪い	良い
	キハダ (まき網)	悪い	良い	良い	悪い
	キハダ・メバチ (はえ縄)	影響少ない	比較的よい	比較的よい	影響少ない

図8. 正負のダイポール現象が東西インド洋の漁況に与える影響 (Marsac and Nishida 2007)

き網の深度ではカバー（漁獲）できなくなるため不漁となる。はえ縄のキハダ・メバチの場合には、上記のように縄（鉤）設定深度に左右されるが、水温躍層深度が深くなる場合には、通常この水深帯に縄（鉤）が多く設定されているため、漁況はあまり変化しない。負の場合は北西貿易風により、これと全く逆の現象が発生する（図8右）。

以上よりダイポール現象は、漁具の深さを調整できるはえ縄漁業（キハダ・メバチ）には影響が少ないが、まき網漁業の場合にはその影響が顕著である。

この他、太平洋のエルニーニョ現象がインド洋にも影響を与えており、ダイポール現象とも関わるため両方発生した場合、海況は複雑になり漁況も説明が困難となる。実際、過去130年間にダイポール現象とエルニーニョ現象が同時に出現、または一方のみが独立して出現した事例もあり、両者は不規則に発生しているため、その因果関係は未詳であるとしている（Marsac and Nishida 2007）。最近の研究では、エルニーニョ・ラニーニャ現象は、20か月前に発生したインド洋ダイポールモード現象（負・正）にそれぞれ関係していることが示唆されている（Izumo *et al.* 2010）。その意味で、図8はダイポール現象に特化した（pure dipole と呼称）漁海況の模式図のため注意が必要である。

生物学的特性

【分布】

インド洋のキハダは熱帯及び亜熱帯域に広範に分布するが、はえ縄漁獲データによると、西インド洋において南緯40度付近にまで分布していることが示されている（図4）。キハダは通常は大きな魚群を形成しており、30～50 cm の若齢魚はカツオや若齢のメバチとの混合群を形成し、熱帯域の表層に分布が限られているのに対し、90 cm 以上の個体はより広い海域の表層から水温躍層付近にまで分布する。50～80 cm の個体は公海域におけるまき網やはえ縄船で漁獲されることは稀であり、その生態は明らかになっていない。しかし、この体長幅（50～80 cm）の個体がアラビア海の小規模漁業で多く漁獲されることが知られていることから（Ariz *et al.* 2002）、アラビア海が中型個体の索餌域ではないかと推測され、標識放流やオマーン等での体長情報により本種の回遊経路が解明されつつある。

成魚キハダの分布深度に関し直接的な観察例により、水温躍層付近に多く分布していることが報告されている（海洋水産資源開発センター 1985-1988、Mohri and Nishida 2002、Xu *et al.* 2006）。キハダの鉛直分布限界の溶存酸素濃度は2.0 ml/L と報告されている（Romana and Nishida 2001、Marsac 2002）。

【系群構造】

インド洋における本種の系群構造は、今までに5種情報を用い地域間の統計的検定により判断している。5種情報とは、形態学、漁業、標識再捕、遺伝子、及び耳石化学物質の各データである。表1に、インド洋全体に関する報告結果をまとめた。最も信頼性の高い遺伝子情報及び耳石化学成分及び標識再捕データに基づく結果は北西部、南西部、及び東部の3系群を示唆している。形態学及び漁業情報に基づく結果は、東西2系群を示唆しているが、南北での解析がされていないため、前者の

表1. インド洋全域における系群構造研究結果一覧

使用した情報	論文著者	結果
形態学	Kurogane and Hiyama 1958	2系群（中西部、東部）
漁業	Morita and Koto 1971	2系群（東西）
	Nishida 1992	2系群（東西）
標識再捕	Yano 1990	2系群（中西部、東部）
遺伝子	Grewe 2020	3系群（南北、東部）
耳石化学成分	Artetxe-Arrate <i>et al.</i> 2020	3系群（北西、南西、中東部）

3系群の可能性が高い。

【産卵】

キハダの産卵は表面水温24℃以上の海域で行われる。赤道域（赤道～南緯10度）では12～3月に、主に東経75度以西の海域で行われるため、当歳魚はまき網（流れもの操業）で7月に漁獲され始める。その他の産卵場は、スリランカ周辺、モザンビーク海峡、東インド洋（豪州沖）である。50%成熟体長は100 cm（3～5歳）と推定されている。キハダでは大型の個体で雄の比率が高くなることが知られているが、インド洋では140 cm 以上でその傾向が認められる（IOTC 2017）。

【食性、捕食者】

食性に関し、本種の胃中には魚類や甲殻類、頭足類等幅広い生物が見られ、それほど選択性はないようである。1990年代後半を境にまき網で漁獲されるキハダ等表層マグロ類・小型浮魚類の食性が魚類からシャコの一種の *Natosquilla investigatoris*（図7左）へと大きく変化した（Potier *et al.* 2007）。これは、西部熱帯インド洋海域で2003～2006年にキハダ大量漁獲があった時に大量に発生し、まき網で漁獲されたキハダの胃中に多く発見された。一方、はえ縄漁業で漁獲されるマグロ類の成魚の胃中にも同様の傾向が見られるが、その程度は低い。はえ縄漁業で漁獲されたキハダの胃内容物には、ワタリガニの一種である *Charybdis edwardsi*（図7右）がむしろ多くみられた（Nishida *et al.* 2005、西田ほか 2006）。日本のはえ縄漁師の話では、大量漁獲があった時には、ワタリガニが大量発生し漁具、漁船にまで付着したほどであったという。同じ漁場でも、まき網、はえ縄漁業で漁獲されるキハダの餌生物の種類は異なっており、それぞれの餌生物の遊泳深度が異なるためと考えられる。まき網漁業では、素群れとFAD等の流れもの操業で漁獲されたキハダの胃内容物は異なり、後者は空胃の状態が多い。これはキハダがFADを離れてから索餌行動をし、FAD周りでは索餌しないためと見られる。

仔稚魚期には、魚類に限らず多くの捕食者がいるものと思われるが、あまり情報は得られていない。遊泳力が付いた後も、マグロ類を含む魚食性の大型浮魚類による被食があるが、50 cm 以上に成長すれば、外敵は大型のカジキ類、サメ類、歯鯨類等に限られるものと思われる。

【成長・寿命】

成長に関し、第10回熱帯まぐろ作業部会（2008年）で、標識再捕データをもとに成長率が3回変化する3 stanza 成長曲線が提案された（Fonteneau 2008）（図9）。この成長曲線はモデルを使用せず、再捕までの日数とその間の成長幅（cm）

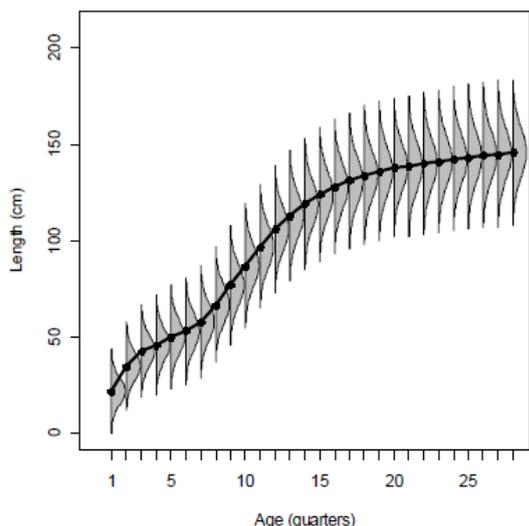


図 9. キハダ資源評価で使用されている成長曲線 (Fonteneau 2008)

を基にしたアドホックなものである。同作業部会の資源評価に使用されて以来、最新の資源評価 (2019 年) まで、本成長曲線が使用されてきている。

本種の寿命は正確にはわかっていないが、年齢査定の結果や成長が早いことから、メバチより短い 9 歳前後と考えられている (IOTC 2017)。

【体重一体長関係】

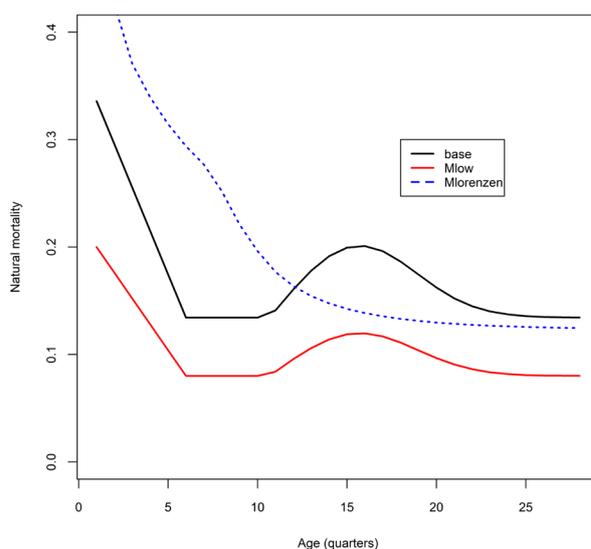
最新 (2018 年及び 2019 年) の資源評価統合モデル (Stock Synthesis 3:SS3) で、 $W = 2.459 \times 10^{-5} L^{2.967}$ (Chassot *et al.* 2016) が使用された (W は全重量 (kg)、L は体長 (尾叉長; cm))。最大のキハダは尾叉長 2.0 m・全重量 160 kg という報告がある。

【自然死亡係数 (M)】

インド洋における本種成魚 (2 歳以上) の自然死亡係数 (M) に関し、西田 (1991) は Heincke (1913) の方法により 0.725 / 年と推定した。四半期年齢別の M について、2018~2019 年の資源評価 (SS3) では、IOTC 標識データに基づく M と WCPFC で推定された M の中間値をベースケースと使用し、それより 0.05 低い M 及び M と平均体重の関係に基づく M (Lorenzen 1996) の 2 種を感度解析に使用した (Fu *et al.* 2018) (図 10)。この場合成魚 (2 歳魚以上) の四半期別 M (ベースケース) の範囲を年別 M に換算すると 0.5~1.0 となり、西田 (1991) の推定値 (0.725) は、ほぼその中間となっている。

資源状態

2018 年の第 20 回熱帯まぐろ作業部会では、SS3 (Fu *et al.* 2018) 及び統計的年齢別漁獲量尾数モデル (Statistical-Catch-At-Age: SCAA) (Nishida *et al.* 2018) を用いて資源評価が行われ、SS3 の結果が管理勧告に、SCAA は参考情報 (Supporting evidence) として用いられた。SS3 では、空間構造は 4 海域、時間単位は四半期、漁業 (fleet) は 25 種類 (はえ縄漁業生鮮・冷凍、まき網漁業流れもの操業・素群れ操業、及びその他の沿



凡例	感度解析		
	ベースケース	赤実線	青点線
線種	黒実線	赤実線	青点線
Code	base	Mlow	Mlorenzzen
定義	IOTC 標識データに基づく M と WCPFC で推定された M の中間値	ベースケースより 0.05 低い M	M と平均体重の関係に基づく M (Lorenzen 1996)

図 10. 資源評価で使用された四半期年齢別自然死亡率 (M) (Fu *et al.* 2018)

岸漁業 3 種をそれぞれ海域別に細分化) として資源評価が行われた。資源量指数として、日台韓セーシエルのはえ縄漁業複合標準化 CPUE (四半期・海域別) が使用された (図 11)。また、はえ縄選択曲線をフラットトップ型、その他の漁業は主にドーム型、自然死亡率は前記 M、標識混合期間 (標識魚が非標識魚と混合する期間) を 4 四半期とした。さらに、steepness、最近年の CPUE の扱い (海賊の影響による一部期間をダウンウエイトもしくは削除)、標識データ重みづけ、標識死亡率のパラメータの組み合わせによる 24 通りのグリッドによる資源評価を行った。その結果、産卵親魚資源量は増減を伴う減少傾向で、最近年もやや減少している。最大持続生産量 (MSY) は 40 万トン (80%信頼区間: 34 万~44 万トン、前回 42 万トン)、 F_{2017}/F_{MSY} は 1.20 (1.00~1.71、前回は 1.11)、 SSB_{2017}/SSB_{MSY} は 0.83 (0.74~0.97、前回は 0.89) と推定された。これより漁獲圧及び産卵親魚量ともに前回より若干改善されたといえる。なお、SCAA による結果は SS3 によるものと比較的類似していた。

現状の資源状態 (2017 年) は乱獲及び過剰漁獲にある (図 12)。現状 (2017 年) の漁獲量を継続すると、3 年後及び 10 年後にそれぞれ $SSB < SSB_{MSY}$ (乱獲状態)、 $F > F_{MSY}$ (過剰漁獲) になる確率はともに 100%かそれに近いと予測された (表 2)。ただし、資源評価時の SS3 モデルの予測に問題があるとされ、2020 年 12 月の第 23 回科学委員会は、管理勧告からリスク解析結果 (神戸 II マトリックス) を削除した (IOTC 2020c)。資源水準は SSB_{2017}/SSB_{MSY} が 1 未満であることから低位とし、資源動向はほぼ全期間にわたる産卵親魚量の推移を基に減少と判断した。

なお、2019 年の第 21 回及び 2020 年の第 22 回熱帯まぐろ作業部会でも、SS3 による資源評価の改定が試みられたが、完了することができなかった (IOTC 2019、2020b)。

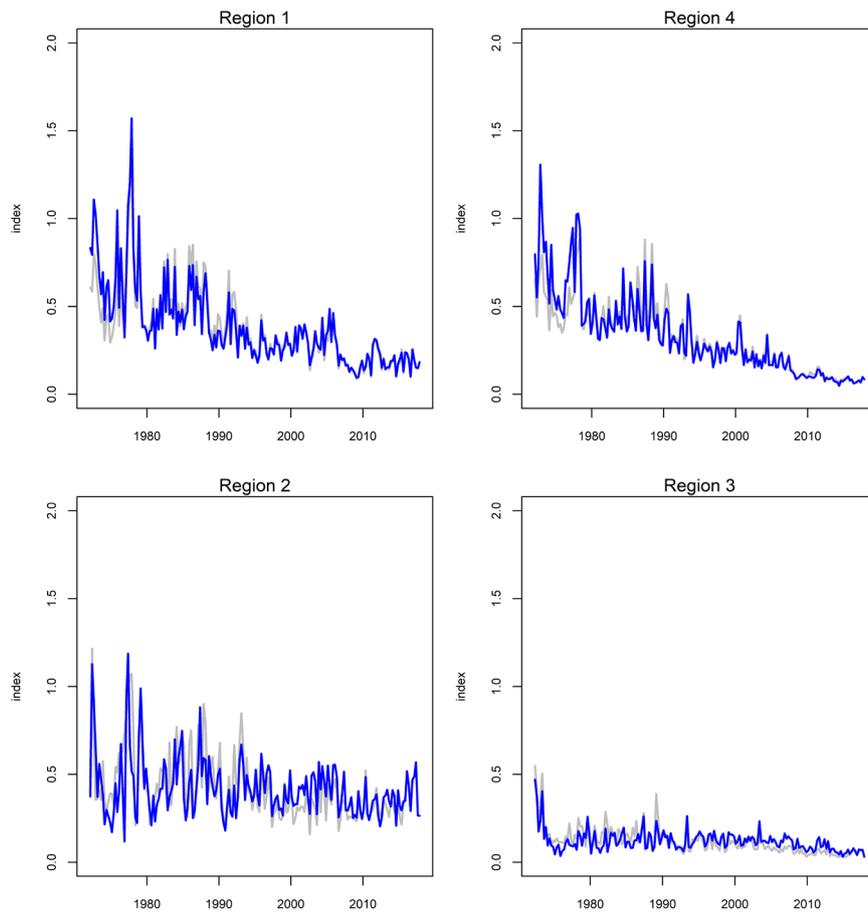


図 11. SS3 に使用された海域別四半期別標準化 CPUE (日台韓セーシェルはえ縄複合) (青線、1972～2017 年)

灰色の線は 2016 年の資源評価に使用された標準化 CPUE。海域は、北西 (Region 1)、南西 (2)、南東 (3)、北東 (4) の 4 海域。

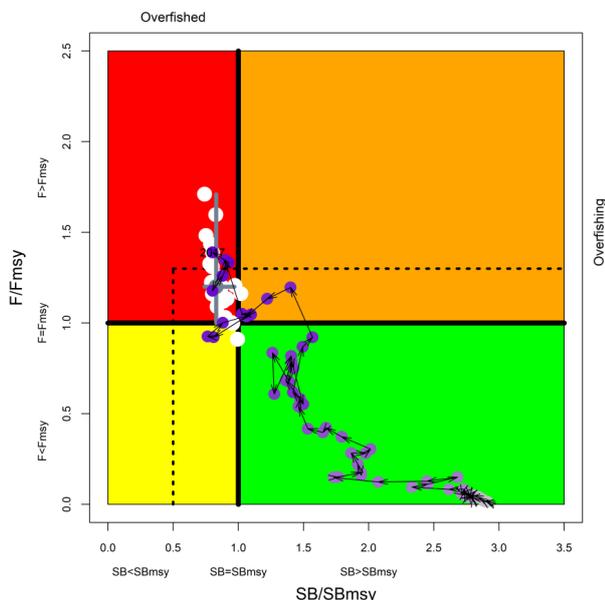


図 12. SS3 による資源評価結果の神戸プロット (1950～2017 年) 白丸は 24 種グリッド (シナリオ) における 2017 年の位置で、灰色の丸はメディアンの位置 (IOTC 2018)。

管理方策

ソマリア沖の海賊活動期間 (主として 2007～2011 年) に北西インド洋における操業が激減したため、キハダ資源状況が回復 (神戸プロットのグリーンゾーン) した。海賊活動が終了後 2011 年後半より操業が再開し急激に拡大したため、キハダ資源状況が急激に悪化し翌年 (2012 年) には即時レッドゾーンとなった (IOTC 2015)。そのため、2016 年の年次会合でキハダ資源回復措置 (決議 16/01) を採択した。しかし、資源状況は悪化し続け完全に遵守されていないこともあり、その効果が表れないため決議を毎年改定・強化してきている (17/01、18/01 及び 19/01)。最新の決議 19/01 の内容は BOX 1 の通りである。19/01 は、はえ縄の場合 5,000 トン以上漁獲している加盟国が対象で、日本の漁獲量 (2014～2019 年) は 4,000 トン未満のため本管理措置は適用されない。本決議を 2020 年の年次会合までに見直す予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響による web 代替会議では議論できなかった。そのため、2020 年 11 月の第 24 回年次会合で、本決議見直しも含め 2021 年 3 月に第 4 回特別年次会合を開催し、キハダ資源の回復計画を検討することになった。

尚、2019 年の年次会合では、決議 19/01 のほか、キハダ資源保全に関係するまき網管理決議 19/02 も採択された (BOX 1)。

表 2. F と産卵親魚資源量 (SSB) に関するリスク解析結果 (Kobe II マトリックス)

2017 年の漁獲量を増減させた場合、3 年後 (2020 年) 及び 10 年後 (2027 年) において F 及び SSB が各 MSY レベルを維持できなくなる確率。(注) 行は SSB・F 各 3 年後 (2020 年)・10 年後 (2027 年)、列は現状 (2017 年) 漁獲量からの増減率を示す。カッコ内は増減させた漁獲量 (トン)。SS3 の結果に基づく。

	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	110%
	(266,218)	(286,697)	(307,175)	(327,654)	(348,132)	(368,610)	(389,089)	(409,567)	(450,523)
SSB ₂₀₂₀ < SSB _{MSY}	0.48	0.48	0.73	0.85	0.85	0.96	0.98	0.98	1.00
F ₂₀₂₀ > F _{MSY}	0.08	0.23	0.25	0.48	0.56	0.79	0.96	0.98	1.00
SSB ₂₀₂₇ < SSB _{MSY}	0.08	0.08	0.25	0.42	0.56	0.79	0.98	1.00	1.00
F ₂₀₂₇ > F _{MSY}	0.06	0.08	0.23	0.42	0.63	0.85	1.00	1.00	1.00

BOX 1 キハダ資源回復措置に関する2019年決議(2件)

(1) 決議(19/01) キハダ資源回復措置

- 24m以上もしくは公海で操業する漁船に適応。
- 漁獲量削減(基準漁獲量、削減幅)は以下の通り。2014年のまき網・刺網・はえ縄・その他漁業の漁獲量がそれぞれ5,000、2,000、5,000及び5,000トン以上であった加盟国は、今後漁獲量は2014年レベルからそれぞれ、15、10、10、5%削減する。
- 漁獲量制限に該当しない加盟国の漁業で、2017年以降に基準漁獲量を超えた場合は前記漁獲規制を受ける。
- 2018~19年に限って、全体の4%未満の漁獲を挙げた島しょ国は、まき網漁獲量を2018年から7.5%減らす。
- 漁獲量上限の超過分は2~3年後(2017~19年分は2021年に、2020年以降分はそれに続く2年間の漁獲量から差し引く(2年連続で超過した場合は1.25倍)。
- FAD数については、以前のキハダ決議から削除しFAD管理の決議(19/02)(下記)。
- 支援船の数は段階的に削減(2019年にはまき網船2隻に支援船1隻、2020年には5隻に2隻、2018年以降の新たな支援船の登録は禁止)、まき網船1隻を補助する支援船は1隻を超えない。
- 2019年3月までに2018年及び2019年に投入したFAD数を1度区画で報告。
- 流し網を極力他の漁法にすること、及び2023年までに水面下2mに漁具を設置するようにする。

(2) 決議(19/02) FAD管理規定

- FAD使用数は1隻一度に300基、プイ取得は年間500基まで。
- まき網船及び支援船のみがFADを投入可能。
- FADに関するデータ(船により追跡、ロスト、譲渡)を1度区画月別に提出。
- FADマーキングについてFADワーキンググループ会合で開発し2020年次会合で検討(注: COVID-19の影響で未完)。
- 絡まりがなく生分解性FAD使用の推奨。
- 2020年1月から1日毎FAD情報(日付、プイID、船の位置等)を事務局に報告する。

2020年12月の第23回IOTC科学委員会では、資源評価に不確実性はあるものの、漁獲量が増加傾向にあることから、予防的措置として各国が漁獲量を減らし、全体の漁獲量をMSYレベル(40万トン)以下にする必要があると勧告した(IOTC 2020c)。

その他、各魚種共通の管理措置(決議)として、漁船数制限(決議03/01)、義務提出データ(決議15/01:ログブックによる漁獲量・漁獲努力量報告、及び決議15/02:漁獲量報告)、オブザーバープログラム(決議11/04)等がある。

執筆者

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
 水産資源研究所 水産資源研究センター 研究企画部
 西田 勤

参考文献

Ariz, J., Pallares, P., Delgado, A., Fonteneau, A., and Santana, J.C. 2002. Analysis of the catches by weight category of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) undertaken by the purse seine fleets in the Indian Ocean from 1991 to 2000. IOTC-WPTT-02-25. 13 pp.

Artetxe-Arrate, I., and 27 co-authors. 2020. Otolith $\delta^{18}O$ as a tracer of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) nursery origin in the Indian Ocean. Working paper IOTC-2020-WPTT22(AS)-06_Rev1. 14 pp.

Chassot, E., Assan, C., Esparon, J., Tirant, A., Delgado d Molina, A., Dewals, P., Augustin, E., and Bodin, N. 2016. Length-weight relationships for tropical tunas caught with purse seine in the Indian Ocean: Update and lessons learned. IOTC-2016-WPDCS12-INF05. 11 pp.

- Fonteneau, A. 2008. A working proposal for a Yellowfin growth curve to be used during the 2008 yellowfin stock assessment. IOTC-2008-WPTT-4. 8 pp.
- Fu, D., Langley, A., Merino, G., and Urtizbera, A. 2018. Preliminary Indian Ocean Yellowfin Tuna Stock Assessment 1950-2017 (Stock Synthesis). IOTC-2018-WPTT20-33. 116 pp.
- Grewe, P., and 26 co-authors. 2020. Genetic population connectivity of yellowfin tuna in the Indian Ocean from the PSTBS-IO Project. IOTC-2020-WPTT22(AS)-12_Rev1. 18 pp.
- Heincke, F. 1913. Investigation on the plaice, General report. 1. The plaice fishery and protective regulations. Part I. Rapp.P.-V.Reun. - CIEM, 17A. 153 pp.
- IOTC. 2015. Report of the 18th Session of the IOTC Scientific Committee. IOTC-2015-SC18-R[E]: 175 pp.
- IOTC. 2017. Yellowfin tuna supporting information. 18 pp.
- IOTC. 2018. Report of the 21st Session of the IOTC Scientific Committee. IOTC-2018-SC21-R[E]: 249 pp.
- IOTC. 2019. Report of the 21st Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas. IOTC-2019-WPTT21-R[E]: 142 pp.
- IOTC. 2020a. Nominal catch database.
<http://www.iotc.org/documents/nominal-catch-species-and-gear-vessel-flag-reporting-country> (2021年1月)
- IOTC. 2020b. Report of the 22nd Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas, Stock Assessment Meeting. IOTC-2020-WPTT22(AS)-R[E]:106 pp.
- IOTC. 2020c. Report of the 23rd Session of the IOTC Scientific Committee. [編集中]
- Izumo, T., Vialard, J., Lengaigne, M., Montegut, C., Behera, S., Luo, J.-J., Cravatte, S., Masson, S., and Yamagata, T. 2010. Influence of the state of the Indian Ocean Dipole on the following year's El Niño. *Nature Geoscience*, 3: 168-172.
- 海洋水産資源開発センター. 1985-1988. まぐろはえなわ新漁場企業化(開発)調査報告書(6分冊).
- Kurogane, K., and Hiyama, Y. 1958. Morphometric comparison of the yellowfin tuna from six grounds in the Indian Ocean. *B. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 24(6) & (7): 478-494.
- 藍 (Lan) 國璋・西田 勤・李 明安・張 水楷・毛利雅彦・張 懿. 2007. アラビア海のまぐろはえ縄漁業におけるキハダの漁況と海況との関係. 2007年度水産海洋学会要旨集. 3 p.
- Lorenzen, K. 1996. The relationship between body weight and natural mortality in juvenile and adult fish: a comparison of natural ecosystem and aquaculture. *J. Fish Biol.*, 42: 627-647.
- Marsac, F. 2002. Changes in depth of yellowfin tuna habitat in the Indian Ocean: An historical perspective 1955-2001. IOTC-WPTT-02-33. 8 pp.
<http://www.iotc.org/files/proceedings/2002/wppt/IOTC-2002-WPTT-33.pdf> (2017年10月31日)
- Marsac, F., and Nishida, T. 2007. Compared responses of purse seine and longline tuna fisheries to climatic anomalies in the Indian Ocean, 1980-2005. 1st CLIOTOP Symposium, La Paz, Mexico, 3-7 December 2007.
- Matsumoto, T., Inoue, Y., Nishida, T., Semba, Y., and Fisheries Agency, Government of Japan (FAJ). 2020. Japan National Report to the Scientific Committee of the Indian Ocean Tuna Commission, 2020. 27 pp.
- Mohri, M., and Nishida, T. 2002. Consideration on horizontal and vertical distribution of adult yellowfin tuna in the Indian Ocean based on the Japanese tuna longline fisheries. *La Mer*, 40: 29-39.
- Morita, Y., and Koto, T. 1971. Some consideration on the population structure of yellowfin tuna in the Indian Ocean based on the longline fishery data. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, 4: 125-140.
- 西田 勤. 1991. インド洋のキハダ資源に関する系群構造・動態の研究. 東京大学 (博士論文). 121 pp.
- Nishida, T. 1992. Consideration of stock-structure of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean based on fishery data. *Fish. Ocean.*, 1: 143-152.
<http://www.iotc.org/files/proceedings/2001/wppt/IOTC-2001-WPTT-16.pdf> (2005年11月14日)
- Nishida, T., Kitakado, T., Satoh, K., and Matsumoto, T. 2018. Preliminary stock assessment of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Indian Ocean by SCAA (Statistical-Catch-At-Age) (1950-2017). IOTC-2018-WPTT20-41 Rev_1. 25 pp.
- Nishida, T., Matsuura, H., Shiba, Y., Tanaka, M., Mohri, M., and Chang, S.-K. 2005. Did ecological anomalies cause 1993 and 2003-2004 high catches of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western Indian Ocean? and - review of other possible causes (strong recruitments, high catchabilities and excess fishing efforts). IOTC 7th Working Party for Tropical Tuna (IOTC-2005-WPTT-27). 25 pp.
- 西田 勤・松浦 浩・柴 友紀子・田中美弥子・毛利雅彦・張 水楷. 2006. 西インド洋キハダ大量漁獲 (1993 及び 2003~04) の原因と資源管理について. 2007 年度水産海洋学会要旨集. 19 p.
- Potier, M., Marsac, F., Cherel, Y., Lucas, V., Richard Sabatié, R., Maury, O., and Ménard, F. 2007. Forage fauna in the diet of three large pelagic fishes (lancetfish, swordfish and yellowfin tuna) in the western equatorial Indian Ocean. *Fish. Res.*, 83: 60-72.
- Romena, N., and Nishida, T. 2001. Factors affecting distribution of adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and its reproductive ecology in the Indian Ocean based on Japanese tuna longline fisheries and survey information. Brussels Free University. 94 pp.
- Saji, N.H., Goswami, B.N., Vinayachandran, P.N., and Yamagata, T. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401 (6751): 360-363.
- Xu, L.X., Song, L.M., and Wang, J.Q. 2006. Catch rate comparison between the circle hooks and the ring hooks in the tropical high seas of the Indian Ocean based on the observer data. IOTC-2006-WPTT-12.
- Yano, K., 1990. An interim analysis of the data on tuna tagging collected by R/V Nippon Maru in the Indian Ocean, 1980-90.

FAO/IPTP/SEAC/90/17: 107-124.

キハダ（インド洋）の資源の現況（要約表）*

資源水準	低位
資源動向	減少
世界の漁獲量 （最近5年間）	40万～44万トン 最近（2019）年：42万トン 平均：42万トン（2015～2019年）
我が国の漁獲量 （最近5年間）	2,600～4,000トン 最近（2019）年：2,600トン 平均：3,400トン（2015～2019年）
管理目標	MSY：40万トン（80%信頼区間：34万～44万トン）
資源評価の方法	統合モデル（SS3）による解析 漁獲動向、はえ縄漁業 CPUE、生物情報、及び標識データ等により水準と動向を評価。
資源の状態	$SSB_{2017} / SSB_{MSY} = 0.83$ （80%信頼区間：0.74～0.97） $F_{2017} / F_{MSY} = 1.20$ （80%信頼区間：1.00～1.71） 資源状況は減少傾向にあり、漁獲圧・資源量ともに MSY レベルを維持できない状況にある。
管理措置	キハダ資源回復措置（漁法別漁獲制限・違反に対する削減措置）（決議 19/01）、まき網（FAD・支援船）管理措置（決議 19/02）。各魚種共通の管理措置（決議）として、漁船数制限（決議 03/01）、義務提出データ（決議 15/01：ログブックによる漁獲量・漁獲努力量報告、及び決議 15/02：漁獲量報告）、オブザーバープログラム（決議 11/04）等がある。
管理機関・関係機関	IOTC
最近の資源評価年	2020年
次回の資源評価年	2021年

* 2017年までのデータを使用した資源評価の結果に基づく。

付表1. インド洋キハダの海域別漁獲重量 (1950~2019年) (トン)

IOTC データベース (IOTC 2020a) に基づく。F51: 西インド洋 (FAO 漁業統計海域 51)、F57: 東インド洋 (FAO 漁業統計海域 57)。

	F51(西部)	F57(東部)	総計
1950	3,481	815	4,296
1951	3,158	1,583	4,740
1952	3,242	5,151	8,393
1953	3,448	8,071	11,519
1954	9,273	17,696	26,969
1955	37,217	13,472	50,689
1956	47,741	18,725	66,466
1957	21,092	19,079	40,171
1958	17,764	13,278	31,042
1959	20,074	10,868	30,941
1960	29,041	15,332	44,372
1961	31,113	11,684	42,797
1962	35,364	20,704	56,068
1963	23,407	11,976	35,383
1964	23,262	12,764	36,026
1965	25,425	11,936	37,361
1966	44,044	12,874	56,918
1967	31,967	14,554	46,521
1968	74,914	13,533	88,447
1969	49,713	15,510	65,223
1970	22,695	19,854	42,549
1971	31,844	11,638	43,483
1972	33,501	11,709	45,210
1973	29,714	11,910	41,624
1974	33,698	12,001	45,698
1975	31,857	15,928	47,786
1976	31,503	19,592	51,095
1977	51,659	22,587	74,246
1978	42,360	21,615	63,974
1979	35,249	20,904	56,153
1980	29,513	24,130	53,643
1981	37,432	21,867	59,299
1982	48,735	21,845	70,580
1983	53,066	21,045	74,111
1984	99,375	20,873	120,249
1985	112,256	23,196	135,452
1986	129,507	21,610	151,117
1987	144,991	23,051	168,043
1988	195,043	28,223	223,266
1989	158,527	54,033	212,559
1990	195,625	57,239	252,864
1991	186,644	56,622	243,266
1992	254,850	68,169	323,018
1993	330,481	72,794	403,275
1994	237,189	100,384	337,573
1995	266,005	83,980	349,985
1996	257,578	100,008	357,586
1997	243,645	113,875	357,519
1998	208,382	117,903	326,285
1999	253,537	118,158	371,695
2000	252,845	93,871	346,716
2001	247,891	80,704	328,595
2002	273,601	81,958	355,559
2003	376,117	87,835	463,951
2004	437,502	99,627	537,130
2005	422,134	102,772	524,906
2006	342,410	95,591	438,002
2007	241,395	91,901	333,295
2008	244,090	88,088	332,178
2009	192,366	83,955	276,320
2010	220,087	93,601	313,688
2011	253,455	80,448	333,903
2012	309,468	88,357	397,826
2013	316,831	81,861	398,692
2014	325,553	78,001	403,554
2015	336,312	63,945	400,257
2016	365,295	59,693	424,988
2017	357,938	61,007	418,945
2018	364,797	73,790	438,586
2019	361,138	63,101	424,239

付表2. インド洋キハダの国別漁獲重量 (1950~2019年) (トン)

IOTC データベース (IOTC 2020a) に基づく。

	スペイン	フランス	台湾	スリランカ	日本	インドネシア	イラン	モルディブ	セーシェル	イエメン	その他	総計
1950	***	***	***	524	***	130	90	1,500	***	207	1,845	4,296
1951	***	***	***	783	***	750	90	1,500	***	207	1,410	4,740
1952	***	***	***	609	3,683	815	90	1,500	***	259	1,437	8,393
1953	***	***	***	437	6,757	828	90	1,500	***	259	1,648	11,519
1954	***	***	210	409	21,666	1,022	90	1,500	***	259	1,813	26,969
1955	***	***	689	380	44,163	1,022	90	2,000	***	259	2,086	50,689
1956	***	***	1,089	502	59,485	1,084	84	2,000	***	207	2,015	66,466
1957	***	***	1,252	945	31,864	1,035	84	1,931	***	207	2,853	40,171
1958	***	***	1,825	1,025	22,644	1,034	84	1,931	***	207	2,292	31,042
1959	***	***	2,380	1,106	22,182	1,035	84	1,931	***	259	1,964	30,941
1960	***	***	2,241	1,437	36,055	1,022	84	966	***	207	2,361	44,372
1961	***	***	2,877	1,769	32,730	1,096	84	1,449	***	207	2,586	42,797
1962	***	***	3,468	2,663	44,191	1,357	84	1,449	***	207	2,650	56,068
1963	***	***	3,402	3,559	21,981	1,383	84	1,449	***	207	3,319	35,383
1964	***	***	2,859	3,444	22,163	1,409	72	1,449	***	207	4,424	36,026
1965	***	***	2,180	3,328	24,926	1,485	77	966	***	233	4,166	37,361
1966	***	***	4,368	2,959	40,762	1,719	78	1,449	***	233	5,351	56,918
1967	***	***	3,380	3,254	30,163	1,747	84	1,642	***	259	5,993	46,521
1968	***	***	22,646	3,686	48,326	1,745	103	1,642	***	259	10,040	88,447
1969	***	***	21,089	4,119	23,114	1,809	89	1,738	***	259	13,006	65,223
1970	***	***	14,867	3,237	10,340	1,584	81	2,534	100	207	9,599	42,549
1971	***	***	11,840	2,354	13,370	1,536	84	1,560	100	233	12,405	43,483
1972	***	***	11,840	3,890	7,884	1,914	82	2,691	100	259	16,550	45,210
1973	***	***	5,702	4,727	3,934	2,273	80	7,170	100	285	17,353	41,624
1974	***	***	4,397	4,147	4,949	2,773	366	5,344	150	674	22,899	45,698
1975	***	***	4,630	3,286	6,420	4,259	365	4,900	100	793	23,032	47,786
1976	***	***	3,355	5,993	2,779	4,950	1,276	5,717	50	897	26,078	51,095
1977	***	***	8,079	5,775	2,134	6,011	1,076	5,326	80	951	44,814	74,246
1978	***	***	4,245	6,472	4,835	4,391	373	4,276	100	1,035	38,248	63,974
1979	***	***	3,704	5,863	3,398	4,353	755	5,128	128	957	31,866	56,153
1980	***	***	3,806	8,310	3,358	5,358	604	5,082	357	1,054	25,715	53,643
1981	363	188	4,101	9,631	4,949	6,203	227	6,251	949	846	25,592	59,299
1982	55	1,081	4,715	9,022	7,400	7,561	506	4,814	518	760	34,148	70,580
1983	***	10,400	5,580	8,389	7,991	5,535	478	7,981	157	1,533	26,066	74,111
1984	11,453	39,269	5,812	6,498	8,145	5,674	491	8,486	131	2,306	31,984	120,249
1985	18,420	37,706	7,321	7,104	9,540	5,838	489	7,136	177	3,079	38,643	135,452
1986	20,017	40,947	16,216	7,141	10,864	6,145	643	6,353	10	3,852	38,930	151,117
1987	26,258	41,012	22,365	7,508	8,570	6,858	935	7,595	8	4,625	42,308	168,043
1988	44,928	56,765	22,765	7,808	9,645	9,068	1,011	6,218	3	5,397	59,658	223,266
1989	41,070	33,547	22,426	8,450	5,475	11,303	980	5,776	***	6,170	77,362	212,559
1990	43,711	45,351	31,648	9,460	9,309	10,406	2,280	5,140	15	6,943	88,601	252,864
1991	44,023	38,135	30,713	11,277	9,442	12,343	3,238	7,227	372	7,716	78,781	243,266
1992	37,836	45,282	55,989	13,347	17,623	15,560	13,951	8,309	225	8,489	106,406	323,018
1993	47,802	39,539	88,026	15,489	16,660	20,049	20,646	9,605	***	7,578	137,881	403,273
1994	43,149	35,819	33,984	19,681	15,056	24,964	26,356	12,621	***	8,298	117,644	337,573
1995	65,143	39,635	23,069	18,436	12,777	27,118	25,907	12,031	5	13,215	112,649	349,985
1996	59,431	35,577	27,850	22,757	16,724	43,759	30,233	11,811	67	15,000	94,376	357,586
1997	60,986	31,227	18,374	27,302	18,212	50,631	22,022	12,489	2,878	17,034	96,365	357,519
1998	38,588	22,382	23,416	26,833	18,753	46,660	21,530	13,566	7,451	19,067	88,038	326,285
1999	51,919	30,799	17,686	32,945	16,164	53,121	27,085	13,261	9,949	21,101	97,666	371,695
2000	49,512	37,694	17,367	28,217	16,428	40,994	15,743	11,625	11,880	23,134	94,122	346,716
2001	47,734	31,252	26,913	23,857	14,543	39,797	20,153	13,656	13,392	25,168	72,130	328,595
2002	53,532	34,567	33,171	26,048	14,378	34,638	24,045	20,602	17,142	27,201	70,233	355,559
2003	78,968	63,101	29,720	37,678	17,810	30,780	37,722	18,825	34,734	25,309	89,304	463,951
2004	80,820	63,174	49,793	39,628	16,361	30,387	50,720	21,394	52,846	31,268	100,738	537,130
2005	77,546	57,198	67,608	32,826	22,386	31,405	43,185	20,513	44,820	26,360	101,058	524,906
2006	71,076	44,495	34,677	38,915	22,616	24,787	39,521	21,772	31,039	19,200	89,904	438,002
2007	37,849	32,660	25,708	32,570	19,555	29,835	15,845	20,663	18,352	15,797	84,462	333,295
2008	46,161	37,643	16,572	32,139	11,641	29,909	18,729	22,609	21,345	13,667	81,762	332,178
2009	33,607	22,192	13,472	34,587	5,435	26,735	20,757	19,611	21,901	14,800	63,225	276,320
2010	45,298	22,599	13,800	39,949	3,820	29,289	30,876	21,068	26,002	15,900	65,087	313,688
2011	52,350	21,201	12,782	30,215	4,893	33,550	26,740	34,941	26,494	24,891	65,847	333,903
2012	57,925	23,732	12,989	37,520	3,562	31,293	34,965	44,261	28,406	35,669	87,502	397,826
2013	68,664	21,671	12,754	32,231	4,253	32,807	32,403	45,857	27,543	32,000	88,507	398,692
2014	58,229	33,708	12,285	37,769	4,072	25,275	46,216	49,208	25,079	29,000	82,713	403,554
2015	52,885	31,047	13,921	32,627	3,478	25,945	42,599	52,439	41,468	24,350	79,499	400,257
2016	51,660	33,807	16,958	33,727	3,389	22,636	45,110	53,705	43,261	21,100	99,635	424,988
2017	54,596	30,050	9,115	37,972	4,003	22,162	56,121	49,361	46,045	17,935	91,585	418,945
2018	45,369	30,085	10,845	39,817	3,382	22,635	58,650	47,217	40,704	17,935	121,947	438,586
2019	42,318	27,317	9,427	44,756	2,584	23,473	58,044	44,702	39,993	17,935	113,690	424,239

*** 操業なし

(注) 西インド洋のEU (フランス・スペイン) 大型船によるまき網漁業は1983年から本格的に始まった。

付表3. インド洋キハダの漁法別漁獲重量 (1950～2019年) (トン)

IOTC データベース (IOTC 2020a) に基づく。

	まき網	はえ縄	ライン	流し網	竿釣り	その他	総計
1950	****	****	1,170	1,075	1,938	113	4,296
1951	****	****	1,467	1,252	1,912	110	4,740
1952	****	3,683	1,470	1,316	1,827	97	8,393
1953	****	6,757	1,458	1,465	1,758	82	11,519
1954	****	21,876	1,660	1,552	1,792	89	26,969
1955	****	44,852	1,820	1,587	2,333	97	50,689
1956	****	60,574	1,847	1,517	2,418	109	66,466
1957	****	33,116	2,204	2,355	2,381	115	40,171
1958	****	24,469	2,307	1,698	2,440	128	31,042
1959	****	24,562	2,234	1,731	2,307	107	30,941
1960	****	38,296	2,503	1,886	1,544	143	44,372
1961	****	35,607	2,889	1,915	2,206	180	42,797
1962	****	47,659	3,418	2,490	2,300	202	56,068
1963	5	25,383	3,995	3,201	2,545	254	35,383
1964	22	25,022	4,134	3,926	2,647	274	36,026
1965	12	27,106	3,931	4,106	1,966	240	37,361
1966	****	45,230	3,552	5,721	2,221	194	56,918
1967	****	33,743	4,054	5,896	2,598	230	46,521
1968	****	75,610	4,121	6,007	2,497	211	88,447
1969	****	52,180	4,339	5,828	2,652	224	65,223
1970	0	29,275	4,422	5,297	3,264	290	42,549
1971	1	31,664	4,538	4,612	2,391	277	43,483
1972	2	29,304	5,858	5,895	3,812	339	45,210
1973	1	19,669	7,023	5,618	8,916	395	41,624
1974	2	21,209	8,440	7,883	7,644	520	45,698
1975	****	23,430	9,360	8,717	5,817	462	47,786
1976	****	20,869	12,006	10,651	6,992	577	51,095
1977	34	43,582	12,648	10,934	6,471	577	74,246
1978	944	35,392	11,917	8,758	6,098	866	63,974
1979	800	26,620	11,872	9,275	6,693	892	56,153
1980	896	22,153	14,372	8,616	6,398	1,208	53,643
1981	1,104	23,582	14,994	9,723	8,107	1,790	59,299
1982	2,362	33,625	15,549	10,721	6,913	1,410	70,580
1983	13,639	30,002	13,898	6,323	9,356	893	74,111
1984	61,918	24,634	15,090	8,072	9,798	736	120,249
1985	68,463	29,980	18,053	8,474	9,587	894	135,452
1986	72,203	44,832	16,868	8,826	7,815	572	151,117
1987	79,169	46,436	20,510	11,521	9,622	785	168,043
1988	116,845	54,467	23,801	19,737	7,707	708	223,266
1989	86,391	65,466	26,079	26,143	7,646	835	212,559
1990	109,816	86,433	26,863	21,316	7,520	917	252,864
1991	106,650	80,085	26,122	20,210	9,368	831	243,266
1992	113,358	138,658	28,062	31,944	10,225	773	323,018
1993	128,643	198,986	30,703	31,653	12,152	1,139	403,275
1994	115,680	125,726	34,854	44,816	15,359	1,138	337,573
1995	150,294	91,537	42,239	49,049	15,520	1,347	349,985
1996	132,200	117,366	42,243	49,287	15,167	1,322	357,586
1997	134,731	117,696	46,250	43,608	13,815	1,419	357,519
1998	103,392	117,605	47,065	42,220	14,573	1,429	326,285
1999	137,934	116,251	48,431	53,208	14,330	1,542	371,695
2000	143,275	101,439	50,512	38,559	11,492	1,440	346,716
2001	129,829	91,841	50,975	42,515	12,209	1,225	328,595
2002	139,647	98,704	54,235	44,075	17,591	1,306	355,559
2003	226,514	103,162	53,845	61,487	17,276	1,667	463,951
2004	231,132	134,863	70,008	83,452	15,876	1,798	537,130
2005	197,856	173,780	63,036	71,477	16,822	1,935	524,906
2006	163,219	128,583	55,229	70,659	18,021	2,291	438,002
2007	101,829	104,216	56,559	52,135	16,326	2,231	333,295
2008	120,930	78,058	53,970	58,848	18,279	2,093	332,178
2009	92,570	63,666	49,770	51,397	16,827	2,091	276,320
2010	110,835	65,521	57,752	63,102	14,105	2,373	313,688
2011	118,628	61,962	81,083	55,891	14,009	2,330	333,903
2012	136,238	68,680	103,670	70,966	15,512	2,760	397,826
2013	142,592	71,126	95,088	63,064	24,055	2,767	398,692
2014	142,142	54,743	105,197	78,069	20,542	2,861	403,554
2015	151,457	42,492	105,990	80,241	17,642	2,435	400,257
2016	156,118	38,003	135,559	80,395	12,391	2,521	424,988
2017	155,999	34,466	116,222	91,767	18,370	2,121	418,945
2018	146,787	44,492	134,306	90,313	20,030	2,658	438,586
2019	138,695	44,578	141,965	77,399	18,551	3,051	424,239

*** 操業なし

(注1) はえ縄は遠洋(冷凍)・沿岸(生鮮)の2種、まき網は素群れ操業と流れもの操業の2種、ラインは手釣り・ひき縄の2種、その他には、途上国小規模漁業の地びき網、底びき網、定置網等がある。

(注2) 西インド洋のEUの大型船によるまき網漁業は1983年から本格的に始まった。