

キハダ インド洋

(Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*)



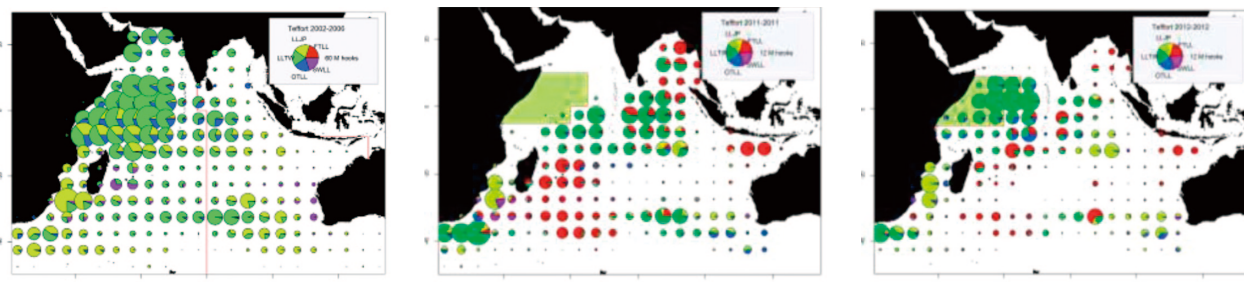
最近一年間の動き

2012 年のキハダ総漁獲量は 37 万トンで、2011 年から約 4 万トン増加した。この増加は主として沿岸漁業によるものである。ただし、2008 年以降にソマリア沖海賊の活動により

特にはえ縄船数が減少したため (図 1)、近年の総漁獲量は 2000 年代半ばの大量漁獲のレベルに比べればまだ低水準である。そのため、キハダ資源は回復傾向にある。なお、2012 年にははえ縄船 (特に台湾) がソマリア沖漁場へ戻りつつある。



(a) EU まき網漁獲量分布図 (海賊問題がなかった 2002 ~ 2006 年 (左)、海賊問題が深刻化した 2011 年 (中)、2012 年 (右)) (IOTC 2013a)



(b) まぐろのはえ縄漁場の変化 (海賊問題がなかった 2002 ~ 2006 年 (左)、海賊問題が深刻化した 2011 年 (中)、2012 年 (右)) (IOTC 2013a)

図 1. ソマリア沖海賊問題がまぐろの漁場に与える影響

(a) 上図：まき網漁場 (b) 下図：はえ縄漁場図、緑色の影は海賊活動が多いと考えられる場所

利用・用途

刺身や缶詰原料などが主な利用用途である。

漁業の概要

インド洋キハダの国別・漁法別・FAO 海域別漁獲量 (1950 ~ 2012 年) を図 2 ~ 4 及び附表 1 ~ 3 に示した。インド洋におけるキハダの主漁場は、南緯 10 度以北、モザンビーク海峡付近及びアラビア海である (IOTC 2004 ; 図 5)。西イ

ンド洋でフランス及びスペインのまき網漁業が本格的に開始される 1983 年までは、キハダ総漁獲量は最大 9.2 万トンであり、はえ縄による漁獲が 50% 以上であった (図 6)。まき網漁業が開始した 1984 年から総漁獲量は急増し、1988 年には 20 万トンを超えた。1993 年にはアラビア海で台湾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 32 ~ 37 万トンと比較的高いレベルで推移した。また、2003 ~ 2006 年にかけて、西インド洋熱帯域においてまき網漁業 (主に素群れ操業)、はえ縄漁業及び小規模漁業による

大量漁獲があり、2004～2005年にはアラビア海で台湾のはえ縄漁業による2度目の大量漁獲があった。これにより、キハダの総漁獲量は、2003～2006年に40～50万トン台へと急増し、2004年に53万トン（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27～33万トンへと急減した。この漁獲量の急減の主な原因は、ソマリア沖の海賊の活動範囲が拡大し、まき網船・はえ縄船が操業を自粛し他の海洋へ移動したためである。2012年には37万トンと、2011年（33万トン）より増加した。この増加は主として沿岸漁業によるものである（図1）。

最近5年間（2008～2012年）の漁法別漁獲量は、EU（主にスペイン・フランス）によるまき網漁業（西部インド洋）が36%、台湾、インドネシア、日本によるはえ縄漁業が18%、流し網漁業（主にイラン、オマーン、スリランカ）が16%、竿釣り漁業（主にモルディブ）が5%、そしてその他の漁業（便宜置籍船などによる）が25%となっている（図6）。また、総漁獲量の約半分（46%）は、沿岸国・島嶼国における小規模漁業（流し網・竿釣りなど）で漁獲されている。1994年以来、中近東諸国（イラン、オマーン、イエメン、パキスタン）のまき網及び流し網による漁獲量が増加している（総漁獲量の18～21%で最近5か年平均は19%）（図6、附表2）。海域別では、西インド洋（FAO 海域51）と東インド洋（FAO 海域57）における平均漁獲量の割合は73%及び27%である（図4、附表3）。

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) 強い季節風により特定の海域で湧昇流が強くなり、基礎生産量（クロロフィル量）が急増し、キハダの餌生物（まき網ではシャコ類、はえ縄ではワタリガニ類など）が大量に発生した（図12）。(b) 湧昇流によりその海域の水溫躍層が浅くキハダが浅い水深に集中した。(c) 情報を入手したはえ縄、まき網船が集中した（過剰な漁獲努力量）。(d) 卓越年級群による加入量が増加した。しかし、最近の研究では、卓越年級群の影響は少ないとしている（藍ほか 2007）。

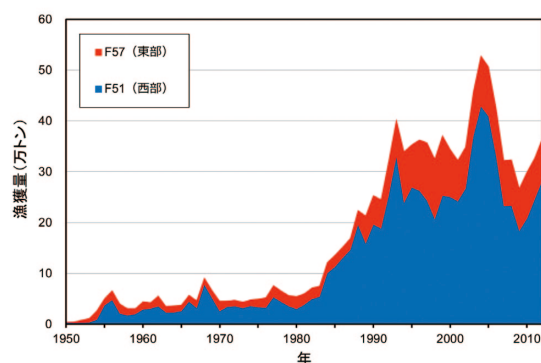


図4. インド洋キハダ FAO 海域別漁獲量（1950～2012年）
（IOTC データベース：2013年9月）
西インド洋（FAO 海域51）、東インド洋（FAO 海域57）

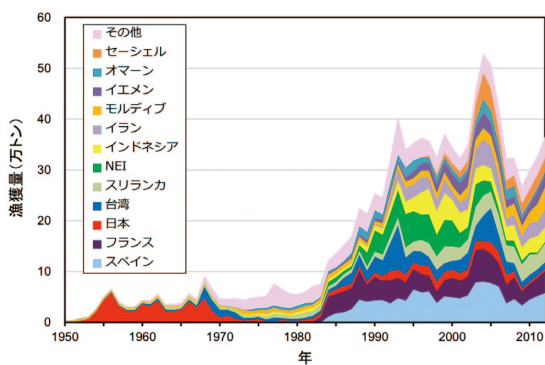


図2. インド洋キハダ国別漁獲量（1950～2012年）
（IOTC データベース：2013年9月）

NEI (Not Elsewhere Included, IUU、不特定漁獲国、漁獲国不明)

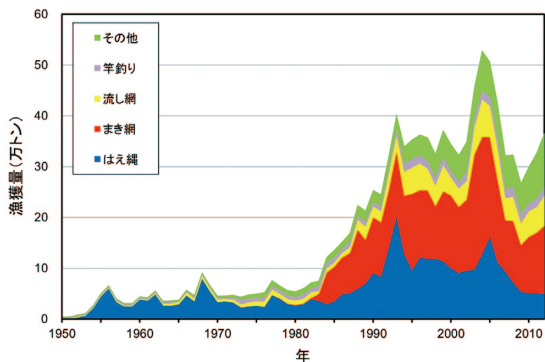


図3. インド洋キハダ漁法別漁獲量（1950～2012年）
（IOTC データベース：2013年9月）

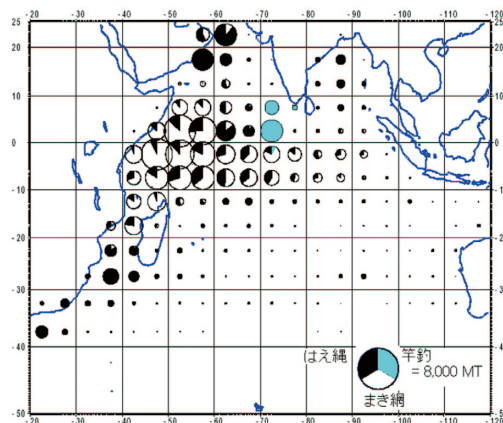


図5. 主要漁法（黒：はえ縄、白：まき網、水色：竿釣り）による
インド洋キハダ漁獲量の分布（IOTC 2004）

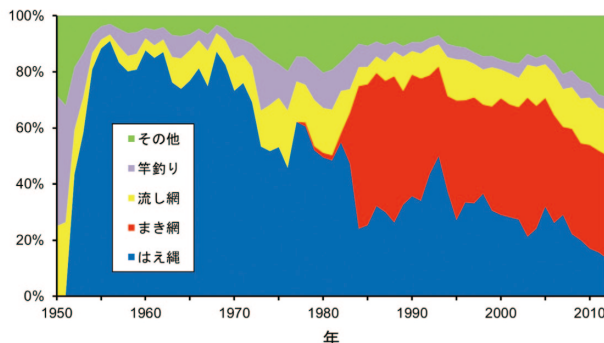


図6. インド洋キハダ漁法別漁獲重量組成

【はえ縄漁業】

はえ縄漁業の漁獲量は 1950 年から徐々に増加したが、1991 年までは 9 万トン以下であった。1992 年に漁獲量が急増し 14 万トン台となった。1993 年にはアラビア海における台湾船による大量漁獲で過去最大の 20 万トンを記録した。その後は漁獲量が急減し、1994～2003 年には 9～13 万トンで推移している。西部熱帯インド洋で大量漁獲のあった 2004～2006 年は 11～16 万トンとなり 2005 年には過去 2 番目に高い 16 万トンとなった。しかし、2007 年より急減し 2012 年には 4.9 万トンとなり、1986 年以来 17 年間で最低レベルとなった。(附表 1)。

1952 年から 1968 年までは日本のはえ縄漁業によるキハダ

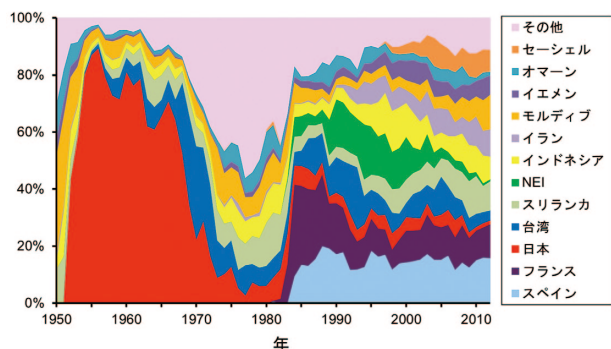


図 7. インド洋キハダ国別漁獲重量組成

の漁獲がインド洋全体の過半数を占めていた。その後の韓国、台湾のはえ縄船の台頭、1980 年代後半からのインドネシア及び NEI (Not Elsewhere Included, IUU, 不特定漁獲国、漁獲国不明) のはえ縄船の増加、さらに 1984 年から EU のまき網漁業及び 1990 年代から中近東の流し網漁業の台頭により、最近 5 年間の日本の漁獲量ははえ縄・まき網を含めて総漁獲量のわずか 1.9% にまで落ち込んだ (図 7)。日本のはえ縄船によるキハダの四半期別平均釣獲率 (1 操業あたりの漁獲量) 分布 (1994～2002 年) を図 8 に示した。この分布は、種々の環境要因を取り入れた HSI (Habitat Suitability Index) により推定された (西田ほか 2010)。はえ縄漁業で漁獲されるキハダの体長範囲は、およそ 80～160 cm である。

【まき網漁業】

まき網の操業形態は大きく 2 つに分けられる。1 つは主に FADs (人工集魚装置) についた魚群を対象とする操業であり、カツオやメバチ若齢魚と群れをなす 30～80 cm (体長組成のモードは 50～60 cm) の若齢魚及び 80～160 cm (体長組成のモードは 110～120 cm) の大型魚を漁獲する (図 9)。もう 1 つは素群れを対象とする漁法であり、自由に遊泳しているキハダ単一群もしくはカツオとの混合群を漁獲し、この漁法では 80～160 cm (モードは 120～130 cm) の大型のキハダが主に漁獲される (図 9)。1999～2003 年における FADs 操業は全操業の 50～60% を占める。

インド洋における日本のまき網漁業は、1957 年からまき

一操業当りの漁獲量 (トン)

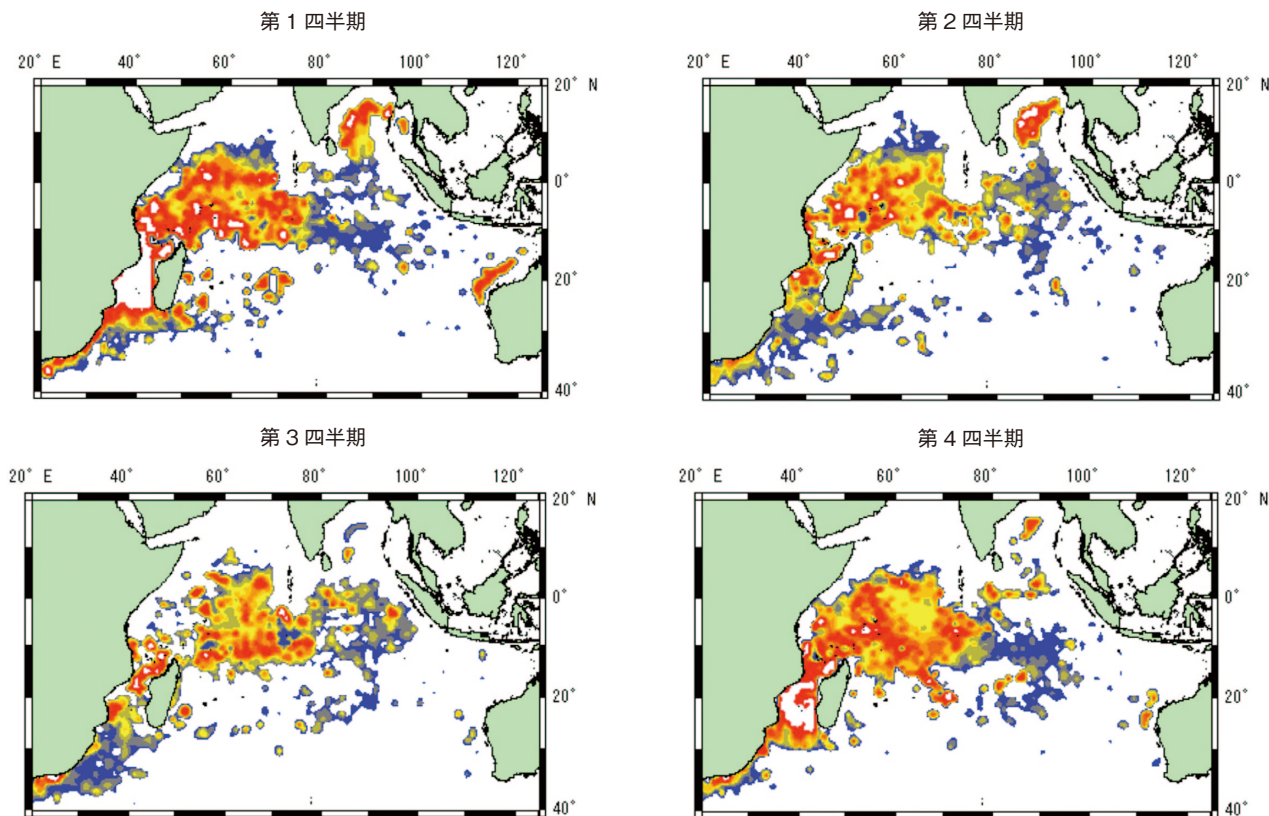


図 8. 日本のインド洋まぐろのはえ縄漁業におけるキハダの四半期別平均年漁況 (1994～2002 年) (西田ほか 2010)

【HSI: Habitat Suitability Index による推定】

網船（民間船）1～2隻が1980年代半ばまで操業していた。1988年以降は、漁船数が増加し最大時には11隻（1991～1994年）となり、キハダの漁獲量は1万トンを超えた。また、1977年より30年間以上にわたって、独立行政法人水産総合研究センター開発調査センター（旧：海洋水産資源開発センター）の調査船「（新・旧）日本丸」がインド洋全域で試験操業を行っている。1994年以降まき網漁船数は徐々に減少し、最近5年間（2008～2012年）では日本丸の試験操業及び0～2隻のまき網船（民間船）のみで、キハダの漁獲量は230～1,180トンで推移している。

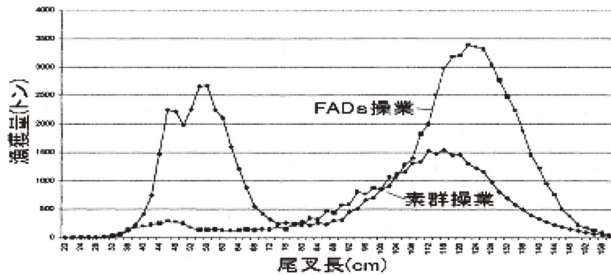
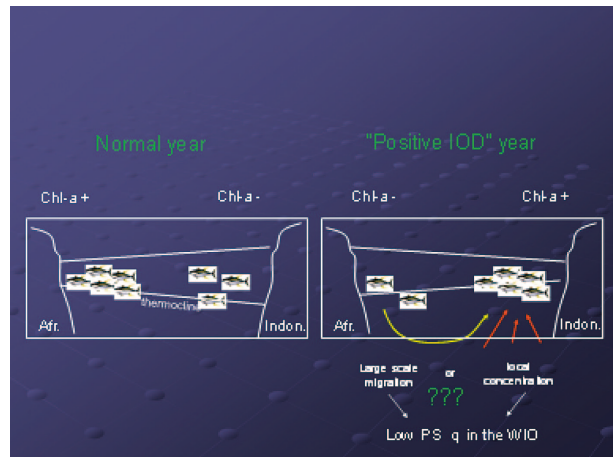


図9. インド洋西部EUまき網漁業におけるFADs操業と素群操業で漁獲されるキハダの体長分布（1982～2001年）
（Fonteneau *et al.* 2002 を一部改変）

【気候変動がキハダ及びカツオ漁況へ与える影響】

インド洋において気候・海洋変動を引き起こすものの一つにダイポール現象（Marsac and Nishida 2007）がある。ダイポール現象がない平年の場合（図10左）、通常西インド洋ではソマリア沖湧昇流により水温躍層が東部に比べ深くクロロフィル量も多くなり、キハダのよい漁場が形成され、まき網、はえ縄ともによい漁況となる（図11）。カツオ（まき網）の場合も同様で、平年では西インド洋が東インド洋に比べ漁況がよい。しかし、正のダイポール現象が発生すると、インドネシアのスマトラ沖で東風が強まり、インド洋東部の表層付近にある暖かい海水が西に運ばれ、それを補うように下層から表層にクロロフィルなどの基礎生産量の高い冷たい海水が上昇し、東部で海水温が低くなる。そのため、キハダは生息環境のよい東部へ移動するので、まき網（キハダ）の漁況は東部でよく西部で悪くなる（図10右）。また、カツオ（まき網）の場合には、東部で冷水が卓越するので漁況は極めて悪くなる。Marsac and Nishida（2007）によると、一般に気候変動（ダイポール現象及びエルニーニョ・ラニーニャ現象）は、漁具の深さを調整できるはえ縄（キハダ・メバチ）には影響が少ないが、まき網の場合にはその影響が顕著である（図11）。さらに、Marsac and Nishida（2007）は、インド洋では、過去120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したり一方のみが独立して出現したりして、両者は不規則に発生しており、その因果関係は未詳であるとしている。最近のIzumo *et al.*（2010）による研究では、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可能性が高いことを示唆している。



ダイポール現象		無い場合: 平年(*)		正	
海域		西部 インド洋	東部 インド洋	西部 インド洋	東部 インド洋
海況	水温躍層深度	深い	浅い	浅い	深い
	クロロフィル量	多い	少ない	少ない	多い
漁況	キハダ(まき網)	平年並み。平年の場合、一般に			
	キハダ(はえ縄)	キハダ(はえ縄・まき網)および			
	カツオ(まき網)	カツオ(まき網)ともに西部のほうが漁況がよい。			
				悪い	よい
				よくなる	極めて悪くなる

図10. ダイポール現象がない平年の場合（左）と正のダイポール現象（右）における水温躍層水深・クロロフィル量（+ 増加、- 減少）の状態とキハダ分布変動の関係。下表は、ダイポール現象と漁海況（カツオも含む）の関係のまとめ（Marsac and Nishida 2007 改変）。

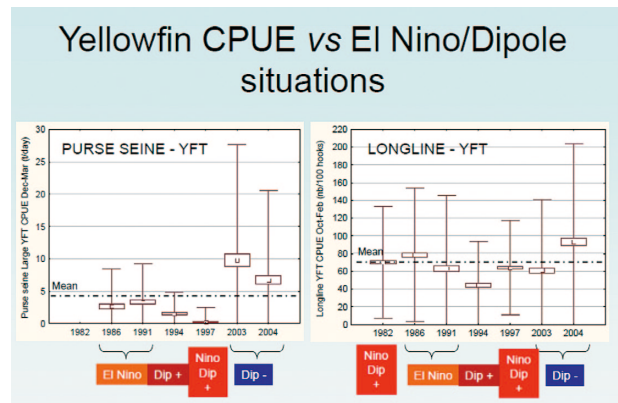


図11. 気候変動（正負ダイポール現象・エルニーニョ現象）が、西インド洋のまぐろはえ縄・まき網漁業のキハダ漁況に与える影響（Marsac and Nishida 2007）まき網漁業（左）、はえ縄（右）。

生物学的特性

【分布】

キハダはインド洋の熱帯及び亜熱帯域に広範に分布するが、はえ縄漁獲データを見る限り、西インド洋においては南緯40度付近にまで分布しているようである（図13）。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

ラビア海がそのような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などでの体長測定により本種の回遊経路が解明されつつある。

キハダの分布水深に関して、インド洋では直接的な観察例が海洋水産資源開発センター（1985～1988年）、Mohri and Nishida (2002)、Xu *et al.* (2006) ほかにより報告されており、表層及び水温躍層付近に多く分布し、また溶存酸素濃度 2.0 ml/L がその分布の限界となっていると推定された (Marsac 2002、Romana and Nishida 2001)。



Natosquilla



Charybdis smithii

図 12. 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（上：シャコ類と下：ワタリガニ類の一種で、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）

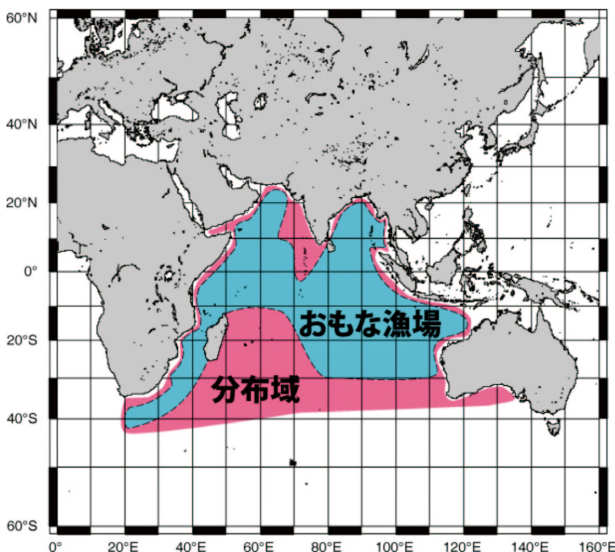


図 13. インド洋におけるキハダの主要な分布域

【系群構造】

インド洋における本種の系群構造は明らかではない。はえ縄漁業情報の解析によると、本種はインド洋の東西で統計的に有意な差があるが (Morita and Kato 1970、Nishida 1992)、DNA 解析では別系群の存在を示す証拠は得られていない (Nishida *et al.* 2001)。資源評価を行う際には、単一系群として扱われている。

【産卵】

キハダの産卵は 12～1 月に赤道域（赤道～南緯 10 度）で行われるが、主な産卵海域は東経 50～70 度の間であろうと推測されている。初回成熟体長は 110 cm（3 歳）と推定されており、当歳魚はまき網による流れ物操業で 7 月に漁獲され始める。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 150 cm 以上でその傾向が認められる。

【食性】

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、それほど嗜好性はないようである。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。遊泳力が付いた後も、まぐろ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、外敵は大型のかじき類、さめ類、歯鯨類等に限られるものと思われる。1990 年代後半を境にまき網で漁獲されるキハダなど表層まぐろ類・小型浮魚類の食性が魚類から *Natosquilla investigatoris* へと大きく変化した (Poiter *et al.* 2007)。

Natosquilla investigatoris (図 12 左) は、シャコの一類で、2003～2006 年に西部熱帯インド洋海域で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、はえ縄で漁獲される成魚まぐろ類の胃中にも同様な傾向が見られるが、その程度は低い。はえ縄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* がむしろ多くみられた (図 12 右) (Nishida *et al.* 2005、西田ほか 2006)。日本のはえ縄漁師の話では、ワタリガニが大量発生して漁具、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、はえ縄で漁獲されるキハダの餌生物の種類は異なっていたと理解できる。その理由は、それぞれの餌生物の遊泳水深が異なるためと考えられる。まき網でも、素群れと FADs (LOG) 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 FADs を離れてから索餌行動するので FADs 周りでは索餌しないためと見られる。

【成長・寿命】

成長に関して、2008 年の第 10 回熱帯まぐろ作業部会で標識再捕データから推定された成長式の拡張モデルを基にした成長曲線が新たに推定され (Fonteneau 2008)、同年及び 2012 年の資源評価に使用された (図 14)。また、2012 年の第 14 回熱帯まぐろ作業部会では耳石日輪及び標識データに基づく新たな成長式も報告された。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速いことから、メバチより短い 7～10 年であろうと考えられている。

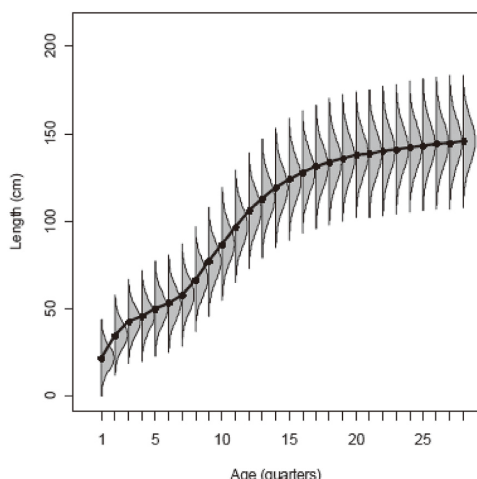


図 14. 第 13 回熱帯まぐろ作業部会（2012）に資源評価で使用された成長曲線（Fonteneau 2008）

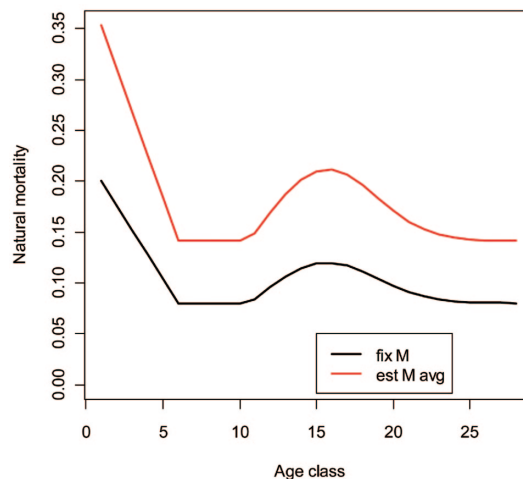


図 15. 第 13 回熱帯まぐろ作業部会（2011）に資源評価で使用された年齢別自然死亡率 (M) (実線) と推定値 (点線) (X 軸は四半期スケール) (Langley 2012)

【体重－体長関係】

熱帯まぐろ作業部会では、表 1 にある漁具別銘柄別体長－体重関係 (IOTC 2007) が資源評価などに用いられている。本関係と上記成長式により、体長・年齢別漁獲量が推定され年齢 (体長) 別資源評価の基礎情報として用いられている。

【自然死亡率 (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 と推定した。年齢別の M について、2012 年の第 14 回熱帯まぐろ作業部会では標識データにより推定されたもの及び Multifan-CL により推定されたものが用いられたが、Multifan-CL により推定されたものは高い値になっていた (図 15)。

表 1. 最新 (2012 年) の資源評価で使用された体長－体重関係

Gear Type/s	From type measurement – To type measurement	Equation	Parameters	Sample size	Length
Purse seine Pole and Line Gillnet	<64cm Fork length – Round Weight(kg) ^A >=64 cm Fork length – Round Weight(kg) ^A	RND=a*L ^b RND=a*L ^b	a= 0.0000531300 b= 2.75366 a= 0.0000158490 b= 3.04600	n/a	n/a
Longline Line Other Gears	Fork length(cm) – Gilled and gutted weight(kg) ^B Gilled and gutted weight(kg) - Round Weight(kg) ^C	GGT=a*L ^b RND=GGT*1.13	a= 0.0000159207 b= 3.0415414023	15,133	Min:72 Max:177

A: Montaudoin *et al.* (1990)

B: Multilateral catch monitoring Bena (2002-04) (IOTC database)

C: ICCAT (1990) ICCAT. Field Manual (Appendix 4: Population parameters for key ICCAT species. Product Conversion Factors)

資源評価

2012 年のインド洋まぐろ類委員会 (IOTC) 第 14 回熱帯まぐろ作業部会では、統合モデルの Multifan-CL、SS3 及びプロダクションモデルの ASPM を用いて資源評価が行われた。なお、SS3 は解析が予備的であることから管理勧告には用いられなかった。Multifan-CL では、漁業 (fleet) は 25 種類 (はえ縄、まき網付き物操業、まき網素群れ操業及びその他の沿岸漁業をそれぞれ細分化) とした。資源量指数は、海域 1 が台湾の標準化 CPUE、海域 2～5 が日本の標準化 CPUE (四半期別) が使用された (図 16)。

資源評価では、はえ縄選択曲線をフラットトップ型、自然死亡率を推定、標識混合期間 (標識魚が非標識魚と混合する期間) を 1 年、steepness を 0.8 とした。その結果、資源量

はほぼ一貫して減少していたが 2008～2009 年を境にやや増加に転じている。MSY は 34.4 万トン (範囲: 29.0～45.3 万トン) (前回 35.7 万トン) と推定された。F₂₀₁₀/F_{MSY} は 0.69 (0.59～0.90、前は 0.84)、SSB₂₀₁₀/SSB_{MSY} は 1.24 (0.91～1.40、前は 1.61) と推定された。Multifan-CL の神戸プロット (stock trajectory: 資源状況変遷図) を図 17 右に示した。なお、2012 年には統合モデルの SS3、プロダクションモデルの ASPM による解析も行われ、結果は Multifan-CL によるものと類似していた。ASPM による結果では、F₂₀₁₁/F_{MSY} は 0.61 (0.31～0.91)、SSB₂₀₁₁/SSB_{MSY} は 1.35 (0.96～1.74) と推定された。ASPM による資源評価では、2003～2006 年の大量漁獲を反映 (大量漁獲時は資源が悪化傾向、その後は回復、図 17 左) していることから、2012 年の第 15 回科学委員会では両方の結果を管理勧告に用いた。

資源（2010 年）は漁獲圧、漁獲量ともに MSY レベルの手前である。漁獲量は、2003～2006 年の大量漁獲の影響による資源の減少に加え、ソマリア沖の海賊の影響で、急減傾向にあり、最近 5 年間の平均漁獲量は 30 万トンである。現

状（2010 年）の漁獲量を継続すると、3 年後にそれぞれ $SSB < SSB_{MSY}$ （乱獲状態）、 $F > F_{MSY}$ （過剰漁獲）になる確率はそれぞれ 1% 未満、58% と予測され、10 年後にはそれぞれ 8%、83% と予測された（表 2）。

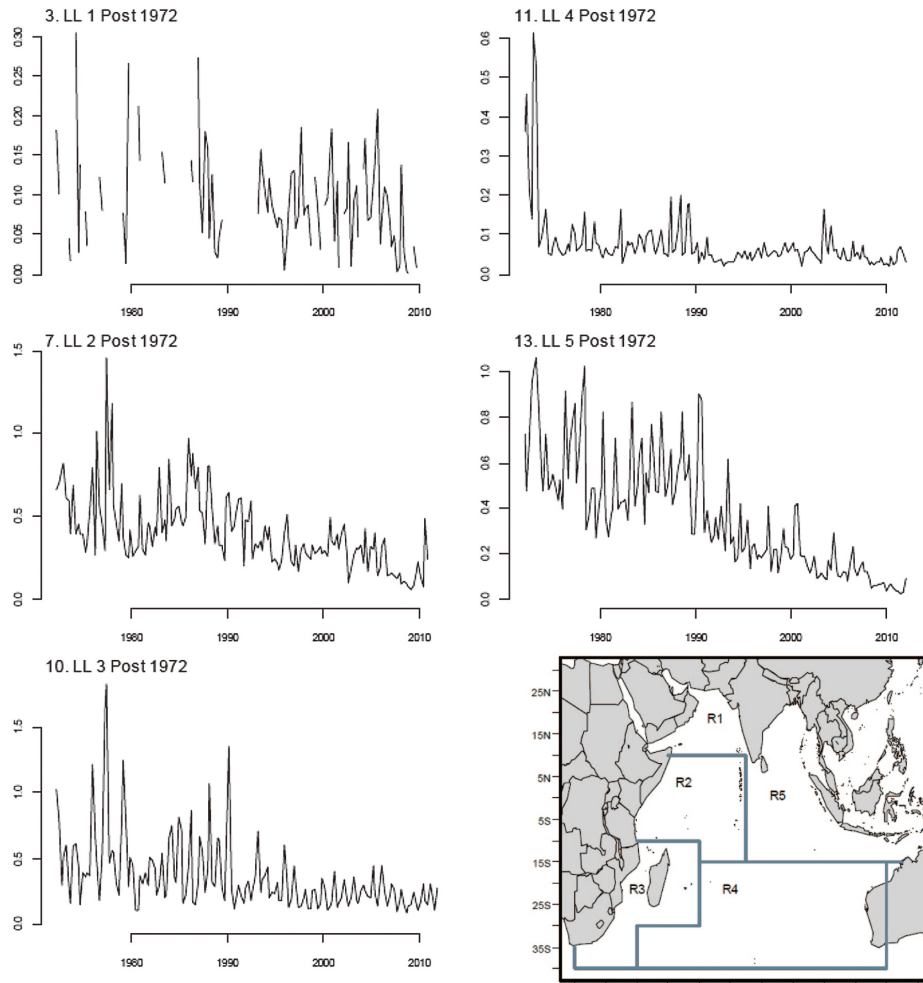


図 16. Multifan-CL に使用された 5 海域（右下）における 4 年単期別標準化 CPUE (IOTC ZUIZa) 台湾（海域 1：LL1）と日本（海域 2-5：LL2 - LL5）

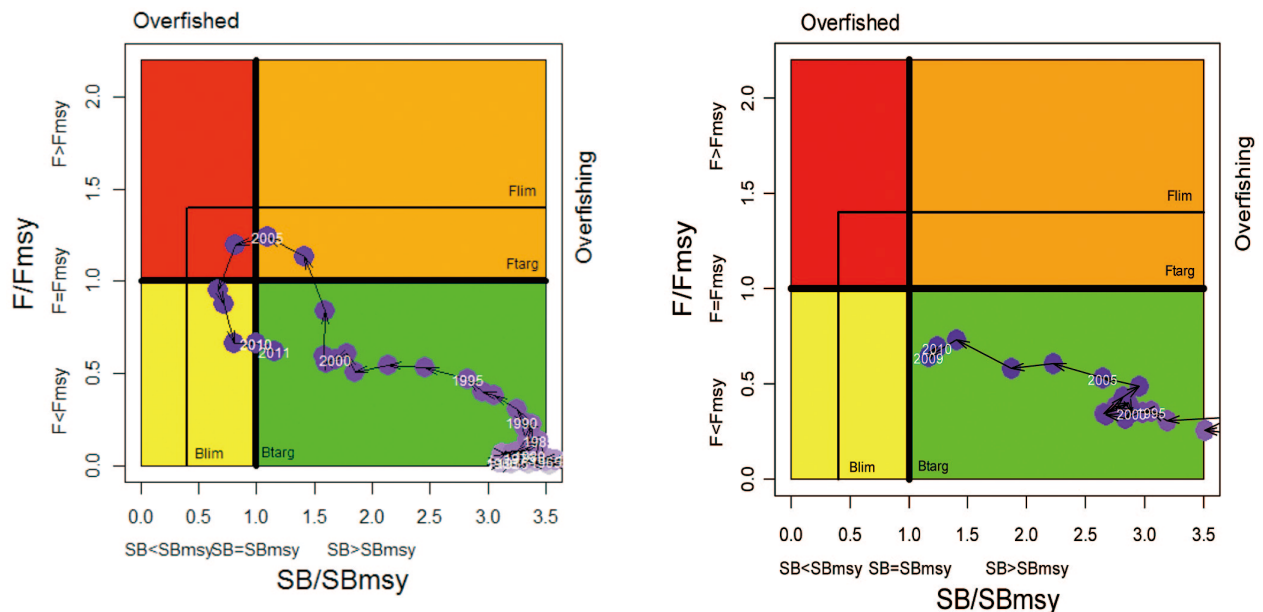


図 17. ASPM（左）及び Multifan-CL（右）による資源評価結果（神戸プロット）(IOTC 2012b)

表 2. F と産卵親魚資源量 (B) に関するリスク解析結果 (神戸 II: マトリックス)
(2010 年の漁獲量を増減させた場合 3・10 年後に F・B の各 MSY レベルを維持できなくなる確率、Multifan-CL 解析に基づく)

管理基準及び将来 予測年	2010年レベルに対する相対的漁獲量及び管理基準を割り込む確率				
	60%	80%	100%	120%	140%
	(165,600 t)	(220,800 t)	(276,000 t)	(331,200 t)	(386,400 t)
SB ₂₀₁₃ < SB _{MSY}	<1	<1	<1	<1	<1
F ₂₀₁₃ > F _{MSY}	<1	<1	58.3	83.3	100
SB ₂₀₂₀ < SB _{MSY}	<1	<1	8.3	41.7	91.7
F ₂₀₂₀ > F _{MSY}	<1	41.7	83.3	100	100

管理方策

キハダ資源に関し、2012 年の IOTC 第 15 回科学委員会は、Multifan-CL 及び ASPM により実施された資源評価結果から、近年は漁獲圧が減少し F_{MSY} を下回っているため、特段の管理は必要ないとし、2013 年の第 16 回 IOTC 科学委員会でもそれが引き継がれた。

執筆者

かつお・まぐろユニット

かつおサブユニット

国際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部

かつおグループ

松本 隆之

国際水産資源研究所 業務推進課

西田 勤

参考文献

- Ariz, J., P. Pallares, A. Delgado, A. Fonteneau and J.C. Santana. 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 IOTC Proc., (5): 375-387. <http://www.iotc.org/files/proceedings/2002/wppt/IOTC-2002-WPTT-25.pdf>
- Fonteneau, A., R.M. Bargain, V. Nordstrom and P. Pallares. 2002. Atlas of Indian Ocean purse seine fisheries 1982-2001 with a special emphasis for yellowfin tuna taken on FAD and free schools. IOTC-WPTT-02-16. IOTC Proc., (5): 282-309. <http://www.iotc.org/files/proceedings/2002/wppt/IOTC-2002-WPTT-16.pdf>
- Fonteneau, A. 2008. A working proposal for a Yellowfin growth curve to be used during the 2008 yellowfin stock assessment. IOTC-2008-WPTT-4.
- Heincke, F. 1913. Investigation on the plaice, General report. 1. The plaice fishery and protective regulations. Part I. Rapp.P.-V.Reun.- CIEM,17A, 153pp.
- ICCAT. 1990 Field Manual (updated), 184pp.
- IOTC. 2004 Report of the 7th Scientific Committee, December, 2004, 91pp.
- IOTC. 2007 Estimation of Catch-at-Size, Catch-at-Age and Total Catch per Area (IOTC-2007-WPTT-09),36pp.
- IOTC. 2012a. Report of the Fourteenth Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas, 88pp.
- IOTC. 2012b. Report of the Fifteenth Session of the IOTC Scientific Committee, December, 2012, 288pp.
- IOTC. 2013a. Report of the Fifteenth Session of the IOTC Working Party on Tropical Tunas, IOTC-2013-WPTT15-R[E]. 93pp. <http://www.iotc.org/files/proceedings/2013/wppt/IOTC-2013-WPTT15-R%5BE%5D.pdf> (2013 年 12 月 24 日)
- IOTC.2013b. Report of the Sixteenth Session of the IOTC Scientific Committee, December, 2013, 312pp. <http://www.iotc.org/files/proceedings/2013/sc/IOTC-2013-SC16-R%5BE%5D.pdf> (2013 年 12 月 24 日)
- 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)
- 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. p.3.
- Langley, A., M. Herrera and J. Million. 2011. Stock assessment of yellowfin tuna in the Indian Ocean using MULTIFAN-CL IOTC-2011-WPTT13-36 Rev_1
- Langley, A., M. Herrera and J. Million. 2012. Stock assessment of yellowfin tuna in the Indian Ocean using MULTIFAN-CL IOTC-2012-WPTT14-38. 79pp. <http://www.iotc.org/files/proceedings/2012/wppt/IOTC-2012-WPTT14-38.pdf>
- 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>

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

Mohri, M. and T. Nishida. 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.

Montaudoin, X.D., Hallier, J.P. and Hassani, S. 1990. Length-weight relationships for yellowfin tuna, (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) from western Indian Ocean (IPTP TWS/90/48) (Collective Volume of Working Document, Vol.4). 34-46.

Morita, Y. and T. Koto. 1970. Some consideration on the population structure of yellowfin tuna in the India 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). 121pp.

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.

Nishida, T., S. Chow, S. Ikame and S. Kurihara. 2001. RFP analysis on single copy nuclear gene loci in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) to examine the genetic differentiation between the western and eastern samples from the Indian Ocean. IOTC-WPTT-01-16. 5pp.
<http://www.iotc.org/files/proceedings/2001/wppt/IOTC-2001-WPTT-16.pdf> (2005年11月14日)

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 albacores*) 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). 25pp.

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 & 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. p.19.

西田 勤・伊藤 喜代志・毛利 雅彦・三浦 望・Francis, M. 2010. エコシステムアプローチによる持続的まぐろはえ縄漁業: インド洋における事例研究. 2010 年度水産海洋学会要旨集. p.73

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. *Fisheries Research* 83. 60-72

Romana, N. and T. Nishida. 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, 94pp.

Xu, L-X, L-M. Song, and J.Q. Wang 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.

キハダ (インド洋) の資源の現況 (要約表)

資源水準	中位
資源動向	微増
世界の漁獲量 (最近5年間)	27～37万トン 平均: 32万トン (2008～2012年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	0.4～1.2万トン 平均: 0.6万トン (2008～2012年)
管理目標	MSY: 34.4万トン (範囲: 29.0～45.3万トン) (Multifan-CL) MSY: 32.0万トン (範囲: 28.3～35.8万トン) (ASPM)
資源の状況	SSB ₂₀₁₀ /SSB _{MSY} =1.24 (範囲: 0.91～1.40) (Multifan-CL) SSB ₂₀₁₁ /SSB _{MSY} =1.35 (範囲: 0.96～1.74) (ASPM) F ₂₀₁₀ /F _{MSY} =0.69 (範囲: 0.59～0.90) (Multifan-CL) F ₂₀₁₁ /F _{MSY} =0.61 (範囲: 0.31～0.91) (ASPM) 資源状況は回復傾向にあり、漁獲圧・資源量共にMSYレベルの手前にある。
管理措置	できるだけ早く国別TACを設定する。オブザーバープログラム (2010年7月より)、漁獲努力量 (漁船数) 規制、公海における大規模流し網漁業の禁止。共通漁業管理措置についてはインド洋メパチを参照。
管理機関・関係機関	IOTC

附表 1. インド洋キハダ漁法別漁獲重量 (1950～2012年) (トン) (IOTC データベース: 2013年9月)

	はえ縄	まき網	流し網	竿釣り	その他	総計
1950	***	***	1,090	2,029	1,229	4,349
1951	***	***	1,268	1,999	1,527	4,793
1952	3,683	***	1,336	1,896	1,545	8,459
1953	6,757	***	1,484	1,812	1,532	11,585
1954	21,876	***	1,572	1,853	1,734	27,035
1955	44,853	***	1,607	2,402	1,894	50,756
1956	60,575	***	1,533	2,505	1,907	66,520
1957	33,551	***	2,370	2,474	1,830	40,226
1958	24,941	***	1,714	2,546	1,896	31,097
1959	25,072	***	1,750	2,387	1,801	31,010
1960	38,958	***	1,902	1,665	1,903	44,428
1961	36,421	***	1,931	2,364	2,137	42,853
1962	48,883	***	2,505	2,479	2,256	56,124
1963	27,019	5	3,217	2,778	2,422	35,440
1964	26,880	22	3,942	2,900	2,614	36,358
1965	29,237	12	4,124	2,178	2,474	38,025
1966	46,758	***	5,739	2,383	2,631	57,512
1967	35,140	***	5,917	2,799	3,036	46,891
1968	79,958	***	6,029	2,678	2,958	91,622
1969	55,385	***	5,849	2,846	3,030	67,111
1970	33,577	0	5,317	3,425	3,497	45,816
1971	35,260	1	4,633	2,538	3,916	46,348
1972	32,900	2	5,919	4,018	4,728	47,566
1973	23,381	1	5,644	9,176	5,619	43,820
1974	24,956	2	7,966	7,899	7,403	48,226
1975	26,624	***	8,814	6,042	8,600	50,079
1976	24,017	***	10,761	7,363	10,319	52,460
1977	47,547	34	11,051	6,801	11,084	76,517
1978	39,961	944	8,885	6,557	9,638	65,985
1979	29,508	800	9,393	7,156	9,835	56,691
1980	27,068	903	8,762	6,891	11,070	54,694
1981	29,265	1,116	9,861	8,618	11,584	60,444
1982	39,343	2,371	10,822	7,484	11,732	71,752
1983	35,698	13,645	6,401	9,736	10,001	75,482
1984	29,408	61,936	8,236	10,168	12,098	121,846
1985	34,552	68,528	8,504	10,284	14,506	136,375
1986	49,030	72,262	8,849	8,194	13,922	152,257
1987	50,865	79,197	11,550	10,195	17,514	169,321
1988	59,187	116,930	19,804	8,120	20,472	224,512
1989	69,702	86,519	26,196	8,162	22,926	213,506
1990	90,568	109,972	21,371	8,180	23,675	253,766
1991	83,728	106,869	21,943	9,933	23,036	245,509
1992	140,459	113,623	31,989	10,735	25,456	322,261
1993	201,160	129,380	31,693	12,934	28,061	403,228
1994	127,110	115,741	47,055	16,080	34,055	340,041
1995	96,252	150,372	52,147	16,437	38,246	353,454
1996	121,603	132,230	52,424	16,044	40,861	363,163
1997	118,669	134,816	42,853	14,770	46,342	357,451
1998	119,120	103,396	40,744	15,515	46,802	325,577
1999	113,615	137,937	51,980	15,218	53,021	371,770
2000	100,094	143,278	35,376	12,264	53,660	344,672
2001	91,141	129,830	35,910	12,822	53,407	323,110
2002	95,678	139,648	36,535	18,310	58,887	349,057
2003	97,178	226,514	53,538	18,126	61,732	457,088
2004	127,684	231,132	74,001	16,774	79,206	528,797
2005	162,026	196,593	61,134	17,606	69,753	507,111
2006	111,316	162,938	62,470	19,271	68,824	424,819
2007	93,549	101,153	43,411	17,378	66,857	322,349
2008	71,719	121,494	48,011	19,351	63,027	323,602
2009	53,554	92,479	42,775	17,739	61,224	267,771
2010	51,045	110,829	50,772	15,282	72,073	300,000
2011	51,393	118,700	50,448	15,105	91,844	327,490
2012	48,854	134,767	59,902	16,577	106,033	366,132

*** 操業なし

附表 2. インド洋キハダ国別漁獲重量 (1950～2012年) (トン) (IOTC データベース: 2013年9月)

	スペイン	フランス	日本	台湾	スリランカ	NEI	インドネシア	イラン	モルディブ	イエメン	オマーン	セーシェル	その他	総計
1950	***	***	***	***	524	***	130	90	1,500	260	542	***	1,302	4,349
1951	***	***	***	***	783	***	750	90	1,500	260	542	***	867	4,793
1952	***	***	3,683	***	609	***	815	90	1,500	325	678	***	759	8,459
1953	***	***	6,757	***	437	***	828	90	1,500	325	678	***	970	11,585
1954	***	***	21,666	210	409	***	1,022	90	1,500	325	678	***	1,135	27,035
1955	***	***	44,163	690	380	***	1,022	90	2,000	325	678	***	1,408	50,756
1956	***	***	59,485	1,090	502	***	1,084	84	2,000	260	542	***	1,473	66,520
1957	***	***	31,864	1,253	945	***	1,035	84	1,931	260	542	***	2,310	40,226
1958	***	***	22,644	1,827	1,025	***	1,034	84	1,931	260	542	***	1,750	31,097
1959	***	***	22,182	2,383	1,106	***	1,035	84	1,931	325	678	***	1,286	31,010
1960	***	***	36,055	2,243	1,437	***	1,022	84	966	260	542	***	1,819	44,428
1961	***	***	32,730	2,880	1,769	***	1,096	84	1,449	260	542	***	2,044	42,853
1962	***	***	44,191	3,471	2,663	***	1,357	84	1,449	260	542	***	2,107	56,124
1963	***	***	21,981	3,406	3,559	***	1,383	84	1,449	260	542	***	2,777	35,440
1964	***	***	22,163	2,862	3,444	***	1,409	72	1,449	260	542	***	4,157	36,358
1965	***	***	24,926	2,183	3,328	***	1,485	77	966	293	610	***	4,158	38,025
1966	***	***	40,762	4,372	2,959	***	1,719	78	1,449	293	610	***	5,271	57,512
1967	***	***	30,163	3,383	3,254	***	1,747	84	1,642	325	746	***	5,547	46,891
1968	***	***	48,326	22,664	3,686	***	1,745	103	1,642	325	746	***	12,386	91,622
1969	***	***	23,114	21,107	4,119	***	1,809	89	1,738	325	746	***	14,063	67,111
1970	***	***	10,340	14,881	3,237	***	1,584	81	2,534	260	678	100	12,122	45,816
1971	***	***	13,370	11,931	2,354	***	1,536	84	1,560	293	746	100	14,374	46,348
1972	***	***	7,884	11,841	3,890	***	1,914	82	2,691	325	813	100	18,026	47,566
1973	***	***	3,934	5,706	4,727	***	2,273	80	7,170	358	882	100	18,591	43,820
1974	***	***	4,949	4,397	4,147	***	2,773	366	5,344	847	2,859	150	22,395	48,226
1975	***	***	6,420	4,639	3,286	***	4,259	365	4,900	997	3,366	100	21,748	50,079
1976	***	***	2,779	3,356	5,993	***	4,950	1,276	5,717	1,127	3,804	50	23,407	52,460
1977	***	***	2,134	8,079	5,775	***	6,011	1,076	5,326	1,195	4,035	80	42,806	76,517
1978	***	***	4,835	4,245	6,472	***	4,391	373	4,276	1,301	4,409	100	35,583	65,985
1979	***	***	3,398	3,705	5,863	***	4,353	755	5,128	1,203	4,069	128	28,089	56,691
1980	***	***	3,358	3,807	8,310	***	5,358	604	5,082	1,324	5,035	357	21,459	54,694
1981	363	188	4,949	4,102	9,631	***	6,203	227	6,251	1,063	4,768	949	21,751	60,444
1982	55	1,081	7,400	4,715	9,022	***	7,561	506	4,814	955	3,505	518	31,619	71,752
1983	***	10,400	7,991	5,580	8,389	661	5,535	478	7,981	1,590	1,564	157	25,155	75,482
1984	11,453	39,269	8,145	5,814	6,498	8,370	5,674	491	8,486	2,605	4,586	131	20,324	121,846
1985	18,420	37,706	9,540	7,322	7,104	9,375	5,838	489	7,136	3,312	2,249	177	27,707	136,375
1986	20,017	40,947	10,864	16,217	7,141	6,399	6,145	643	6,353	4,107	2,534	10	30,881	152,257
1987	26,258	41,012	8,570	22,374	7,508	5,233	6,858	935	7,595	4,845	5,874	8	32,251	169,321
1988	44,928	56,765	9,645	22,765	7,808	10,584	9,068	1,011	6,218	5,572	15,575	3	34,572	224,512
1989	41,070	33,547	5,475	22,426	8,450	26,667	11,303	980	5,776	6,341	16,348	0	35,121	213,506
1990	43,711	45,351	9,309	31,659	9,460	41,977	10,406	2,280	5,140	7,121	14,498	15	32,839	253,766
1991	44,023	38,135	9,457	30,745	11,277	39,195	12,343	3,238	7,227	7,914	9,170	373	32,413	245,509
1992	37,836	45,282	17,769	56,003	13,347	45,543	15,560	13,951	8,309	8,681	13,695	228	46,055	322,261
1993	47,802	39,539	16,685	88,249	15,489	53,277	20,049	20,646	9,605	7,785	11,855	1	72,247	403,228
1994	43,149	35,819	15,058	34,069	19,681	65,571	24,964	26,356	12,621	8,505	19,370	10	34,867	340,041
1995	65,143	39,763	12,779	23,121	18,436	59,856	27,118	25,907	12,031	13,410	21,477	6	34,407	353,454
1996	59,431	35,788	16,727	27,850	22,757	49,926	43,759	30,235	11,811	15,222	11,708	67	37,881	363,163
1997	60,986	31,453	18,216	18,374	27,302	56,860	50,631	22,024	12,489	17,286	9,980	2,880	28,970	357,451
1998	38,588	22,833	18,754	23,416	26,833	42,503	46,660	21,534	13,566	19,350	11,415	7,453	32,672	325,577
1999	51,919	31,137	16,167	17,686	32,945	52,423	53,121	27,085	13,261	21,413	7,433	9,954	37,226	371,770
2000	49,512	38,168	16,431	17,367	28,217	51,287	40,994	15,743	11,625	23,477	8,634	11,898	31,319	344,672
2001	47,734	34,623	14,544	26,926	23,857	28,714	39,797	20,153	13,656	25,541	8,051	13,420	26,095	323,110
2002	53,532	36,190	14,379	33,182	26,048	24,495	34,639	24,045	20,610	27,605	7,130	17,147	30,056	349,057
2003	78,968	63,368	17,810	29,720	37,678	44,191	30,844	37,722	18,832	25,743	10,286	34,738	27,190	457,088
2004	80,820	63,661	16,361	49,793	39,628	29,601	30,387	50,720	21,402	31,732	25,317	52,848	36,525	528,797
2005	77,546	57,650	22,386	67,608	32,826	19,081	26,606	43,185	20,513	26,837	22,015	44,822	46,033	507,111
2006	71,076	45,691	22,616	34,677	38,915	12,567	23,612	39,521	21,772	19,703	18,455	31,040	45,176	424,819
2007	37,849	36,763	19,555	25,708	32,570	9,182	27,269	15,845	20,663	16,328	19,271	18,355	42,991	322,349
2008	46,161	42,493	11,662	16,572	32,139	11,749	31,972	18,729	22,609	13,967	21,045	21,346	33,157	323,602
2009	33,607	27,687	5,435	13,472	34,587	7,322	26,389	21,593	19,611	15,126	7,991	21,902	33,048	267,771
2010	45,298	31,139	3,820	13,800	39,949	4,015	27,565	30,876	21,068	16,259	3,255	26,004	36,951	300,000
2011	52,350	34,762	4,893	12,782	30,215	2,767	31,969	28,380	34,941	25,126	6,720	26,494	36,090	327,490
2012	57,925	43,460	4,764	12,989	37,520	2,461	29,165	34,965	44,261	25,126	4,189	28,407	40,900	366,132

*** 操業なし

附表 3. インド洋キハダ海域別漁獲重量 (1950～2012 年) (トン) (IOTC データベース: 2013 年 9 月)
西インド洋 (FAO 海域 51)、東インド洋 (FAO 海域 57)

	F51(西部)	F57(東部)	総計
1950	3,534	815	4,349
1951	3,211	1,583	4,793
1952	3,309	5,151	8,459
1953	3,514	8,071	11,585
1954	9,339	17,696	27,035
1955	37,283	13,472	50,756
1956	47,795	18,725	66,520
1957	21,146	19,079	40,226
1958	17,819	13,278	31,097
1959	20,142	10,868	31,010
1960	29,096	15,332	44,428
1961	31,169	11,684	42,853
1962	35,420	20,705	56,124
1963	23,463	11,977	35,440
1964	23,593	12,765	36,358
1965	26,089	11,937	38,025
1966	44,637	12,875	57,512
1967	32,335	14,556	46,891
1968	78,088	13,534	91,622
1969	51,600	15,510	67,111
1970	25,952	19,865	45,816
1971	34,698	11,650	46,348
1972	35,857	11,709	47,566
1973	31,906	11,914	43,820
1974	36,225	12,001	48,226
1975	33,759	16,320	50,079
1976	32,561	19,899	52,460
1977	53,495	23,022	76,517
1978	44,046	21,939	65,985
1979	35,688	21,004	56,691
1980	30,303	24,391	54,694
1981	38,488	21,956	60,444
1982	49,873	21,879	71,752
1983	54,406	21,076	75,482
1984	100,549	21,297	121,846
1985	113,148	23,226	136,375
1986	130,635	21,623	152,257
1987	146,249	23,072	169,321
1988	196,253	28,259	224,512
1989	159,446	54,060	213,506
1990	196,501	57,265	253,766
1991	188,866	56,642	245,509
1992	254,061	68,199	322,261
1993	330,377	72,851	403,228
1994	239,625	100,416	340,041
1995	269,390	84,064	353,454
1996	262,962	100,201	363,163
1997	243,377	114,074	357,451
1998	207,433	118,144	325,577
1999	253,242	118,527	371,770
2000	250,629	94,043	344,672
2001	242,310	80,800	323,110
2002	267,076	81,981	349,057
2003	369,183	87,905	457,088
2004	429,098	99,699	528,797
2005	409,241	97,870	507,111
2006	330,465	94,355	424,819
2007	233,047	89,302	322,349
2008	233,454	90,148	323,602
2009	184,102	83,669	267,771
2010	208,167	91,833	300,000
2011	245,925	81,565	327,490
2012	283,407	82,725	366,132