

キハダ インド洋

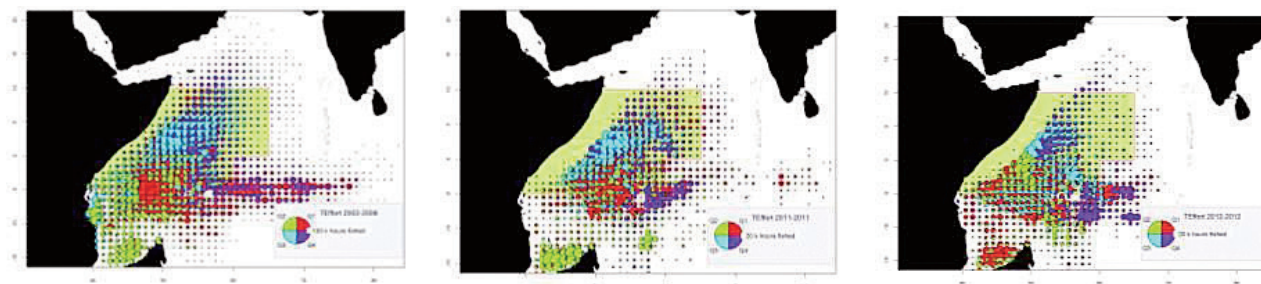
(Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*)



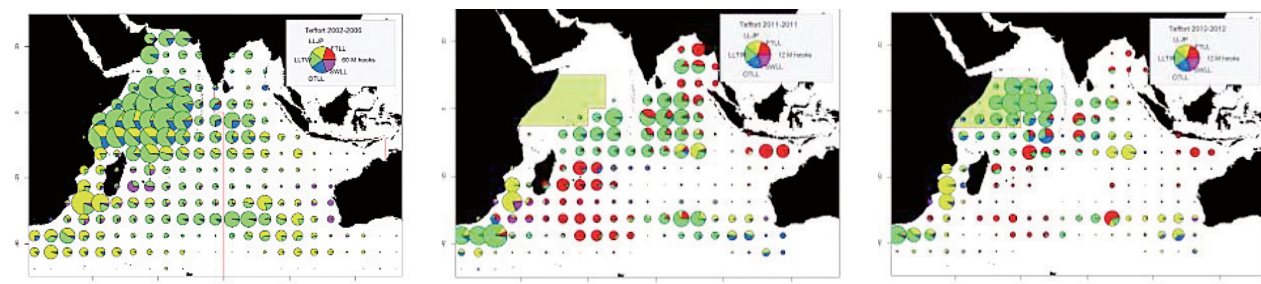
最近の動き

2013 年のキハダ総漁獲量は 38 万トンで、2012 年とほぼ同レベルであるが、2011 年より約 5 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 年以降にははえ縄船（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（1950～2013 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前の 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、ソマリア沖海賊の活動範囲が拡大したことにより、まき網船・はえ縄船が操業を自粛し他的大洋へ移動したためである。2012～2013年には38万トンと、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（2009～2013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16%、流し網漁業（主にイラン、オマーン、スリランカ）が17%、竿釣り漁業（主にモルディブ）が6%、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（48%）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17～23%で最近5か年平均は20%）（図7、附表1）。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74%及び26%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

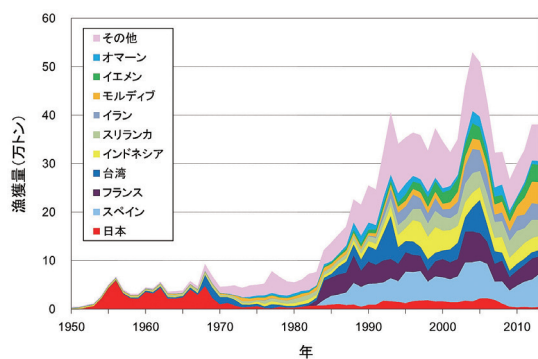


図2. インド洋におけるキハダの国別漁獲量（1950～2013年）
（IOTC データベース：2014年10月）

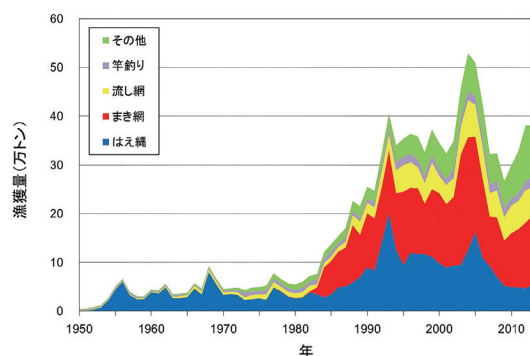


図3. インド洋におけるキハダの漁法別漁獲量（1950～2013年）
（IOTC データベース：2014年10月）

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）。

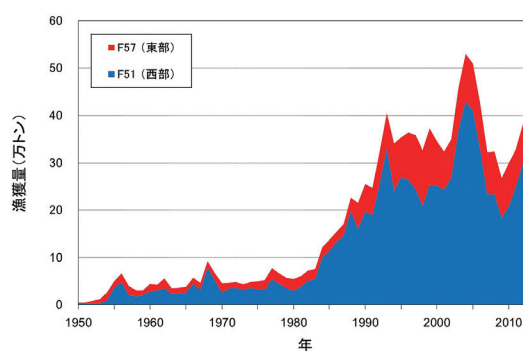


図4. インド洋におけるキハダのFAO 海域別漁獲量（1950～2013年）
（IOTC データベース：2014年10月）
西インド洋（FAO 海域51）、東インド洋（FAO 海域57）

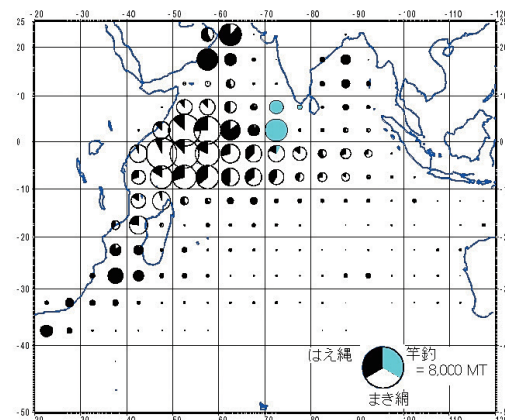


図5. インド洋におけるキハダの主要漁法による漁獲量の分布（IOTC 2004）
黒：はえ縄、白：まき網、水色：竿釣り

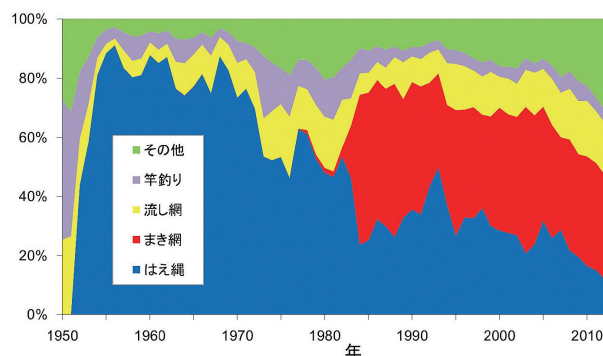


図6. インド洋におけるキハダの漁法別漁獲重量組成

【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 4.7 万トンとなり、1986 年以来 17 年間で最低レベルとなったが、2013 年には 5.6 万トンに増加した（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の漁獲がインド洋全体の過半数を占めていた。その後

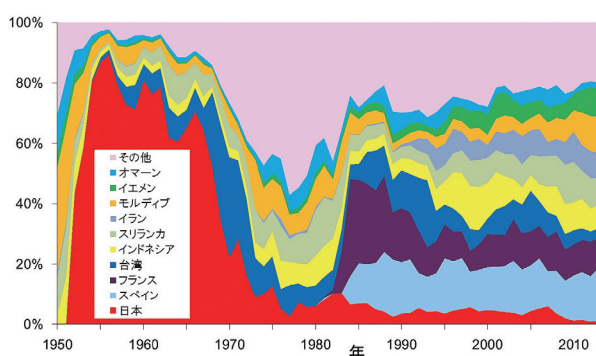


図 7. インド洋におけるキハダの国別漁獲重量組成

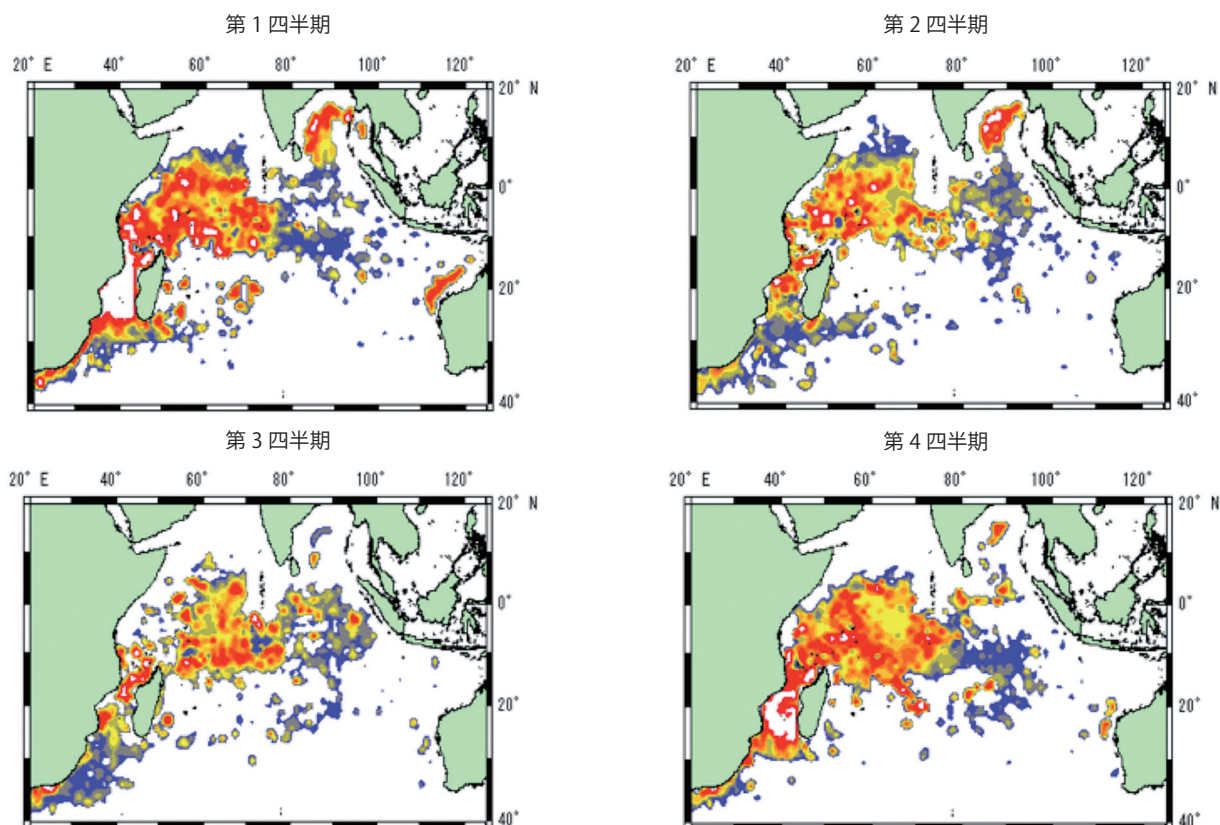


図 8. 日本のインド洋まぐろのはえ縄漁業におけるキハダの四半期別平均漁況（1994～2002 年）（西田ほか 2010）

【HSI: Habitat Suitability Index による推定】

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 1.3% にまで落ち込んだ（図 7）。日本の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 つは主に人工浮き漁礁（FADs）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

一操業当りの漁獲量（トン）



き網船（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 年から 2012 年まで、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、2013 年以降は同センター調査船第一大慶丸がインド洋東部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（2009～2013 年）では日本丸もしくは第一大慶丸の試験操業及び 0～1 隻のまき網船（民間船）のみで、キハダの漁獲量は 95～557 トンである。

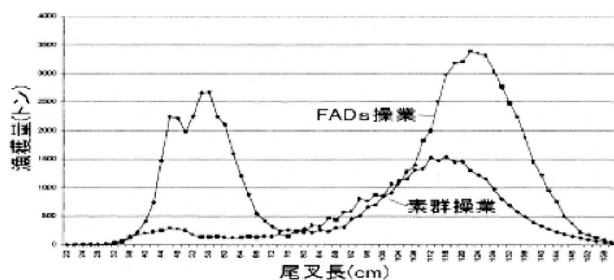
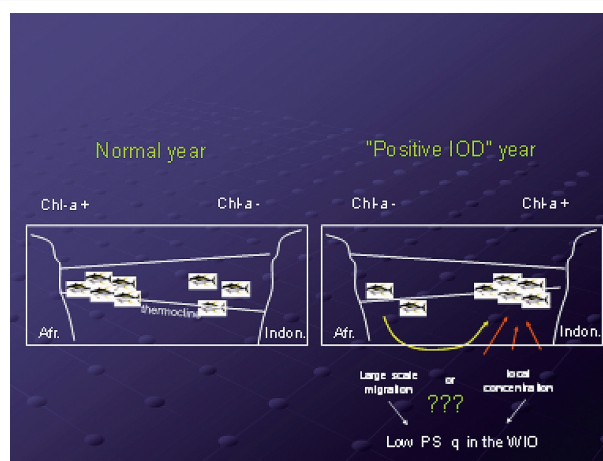


図 9. インド洋西部 EU まき網漁業における FADs 操業と素群操業で漁獲されるキハダの体長分布（1982～2001 年）
(Fonteneau *et al.* 2002 を一部改変)

【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・まき網)およびカツオ(まき網)ともに西部のほうが漁況がよい。		悪い	よい
	キハダ(はえ縄)			悪い	よい
	カツオ(まき網)			よくなる	極めて悪くなる

(*) 負ダイポール現象の場合には、平年における海況及び漁況がより顕著になる。

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）。

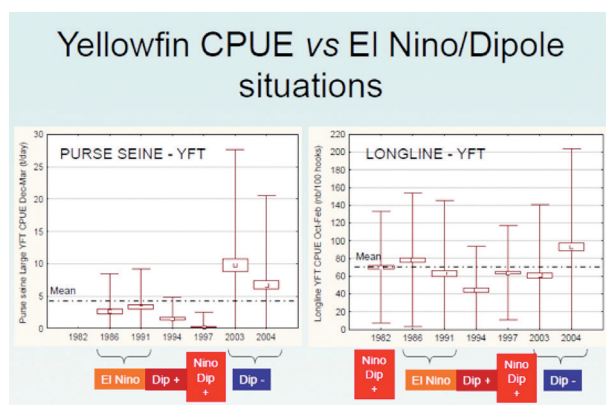


図 11. 気候変動（正負ダイポール現象・エルニーニョ現象）が、西インド洋のまぐろのはえ縄・まき網漁業のキハダ漁況に与える影響（Marsac and Nishida 2007）まき網漁業（左）、はえ縄（右）。

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）。



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
(左：シャコ類と右：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)

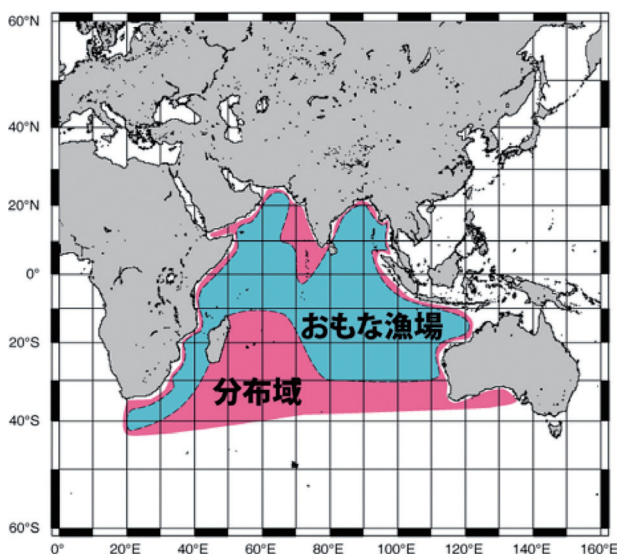


図 13. インド洋におけるキハダの主要な分布域

【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）はシャコ的一种で、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*（図 12 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、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 年のインド洋まぐろ類委員会（IOTC）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た（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早いことから、メバチより短い 7～10 年

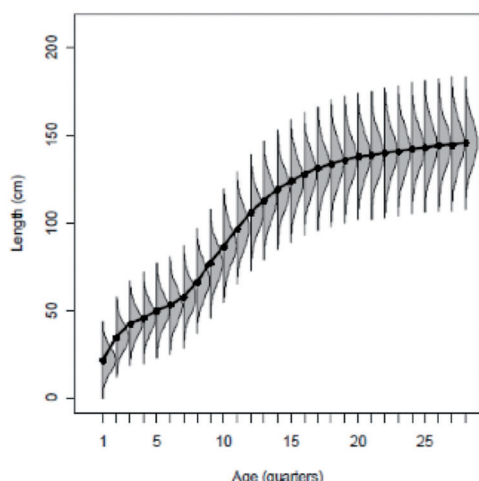


図 14. 第 14 回熱帯まぐろ作業部会（2012 年）に資源評価で使用された成長曲線（Fonteneau 2008）

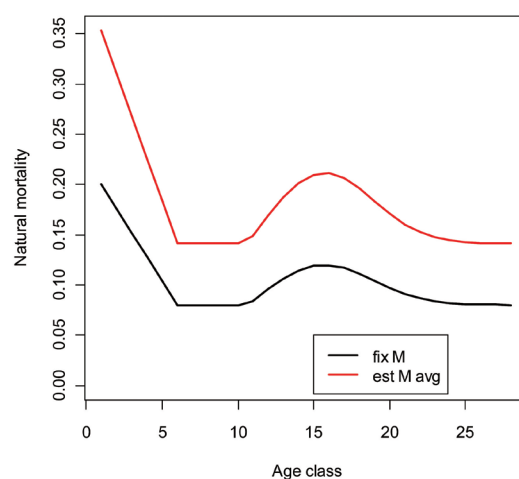


図 15. 第 14 回熱帯まぐろ作業部会（2012 年）に資源評価で使用された年齢別自然死亡率（M）（実線）と推定値（点線）（X 軸は四半期スケール）（Langley 2012）

であろうと考えられている。

【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 Benoa (2002-04) (IOTC database)

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

資源状態

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 においては台湾の標準化 CPUE が、海域 2～5 においては日本の標準化 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。 F_{2010}/F_{MSY} は 0.69（0.59～0.90、前は 0.84）、 SSB_{2010}/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、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、 F_{2011}/F_{MSY} は 0.61（0.31～0.91）、 SSB_{2011}/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。

現状の資源（2010 年もしくは 2011 年）は漁獲圧、漁獲量ともに MSY レベルの手前にある。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）。

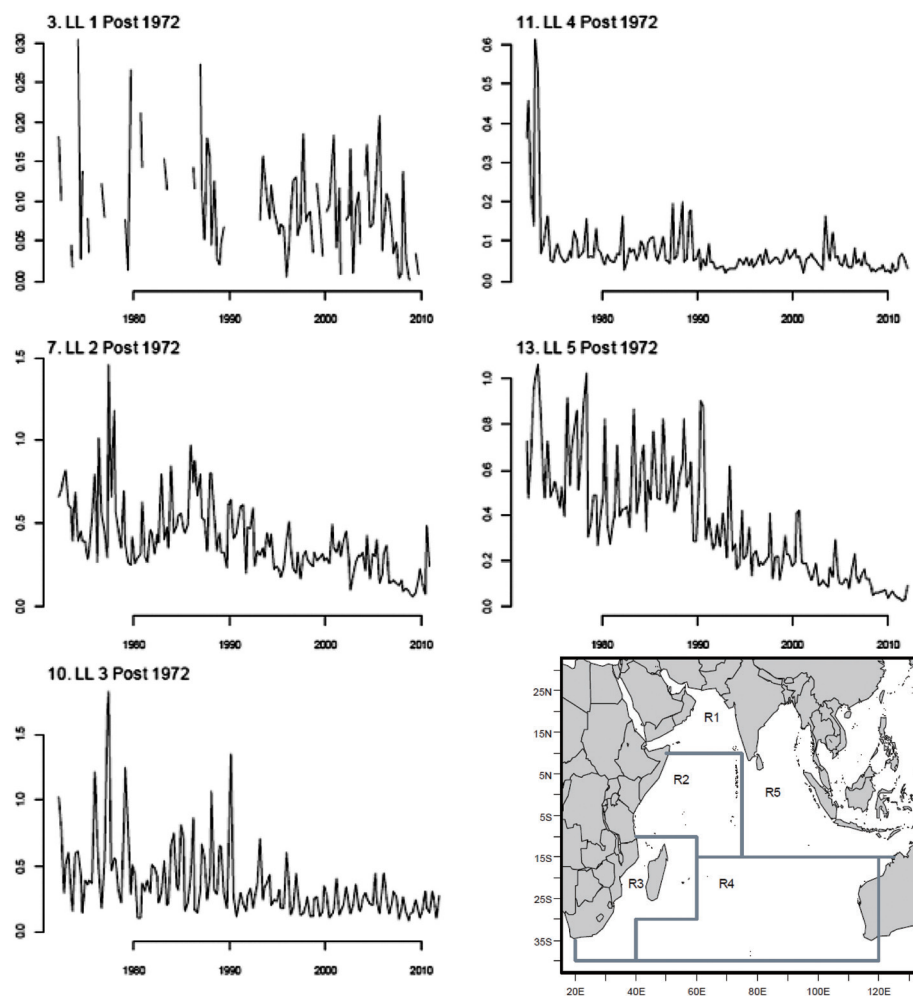


図 16. Multifan-CL に使用された 5 海域（右下）における四半期別標準化 CPUE（IOTC 2012a）
台湾（海域 1：LL1）と日本（海域 2-5：LL2 - LL5）

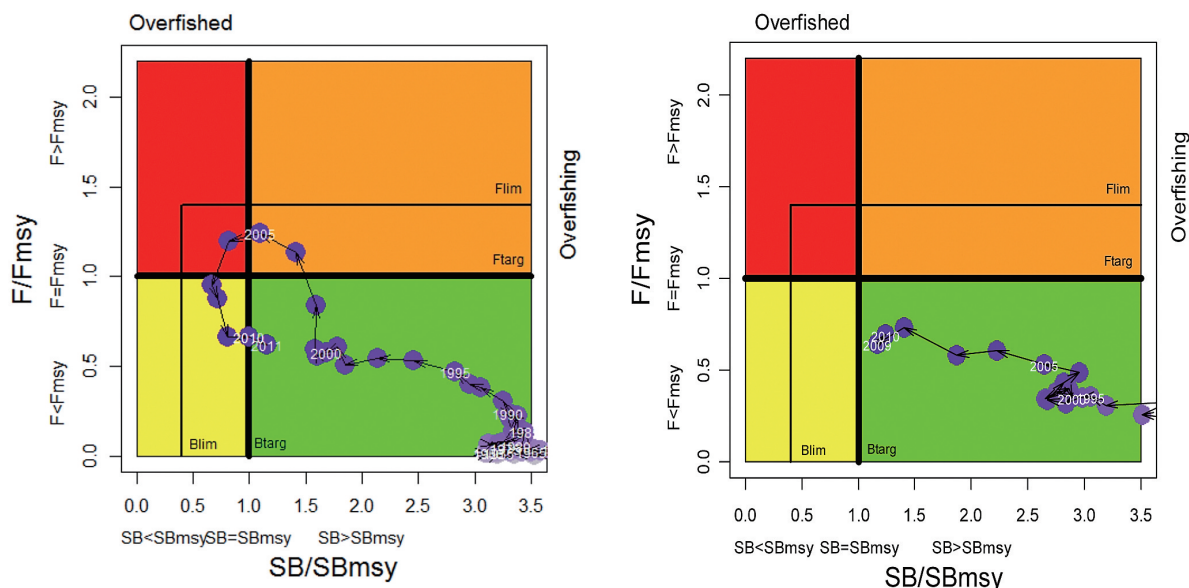


図 17. ASPM（左）及び Multifan-CL（右）による資源評価結果（神戸プロット）（IOTC 2012b）

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 (IOTC 2012b)、2013、2014 年の第 16、17 回 IOTC 科学委員会でもそれが引き継がれた (IOTC 2013b, 2014)。

なお、現在 IOTC では熱帯まぐろ (メバチ、キハダ) を漁獲対象とする漁船の隻数を 2006 年水準に制限している。

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)
- IOTC.2014. Report of the Seventeenth Session of the IOTC Scientific Committee, December, 2014, 357pp.
http://www.iotc.org/sites/default/files/documents/2014/12/IOTC-2014-SC17-RE_-_FINAL_DO_NOT_MODIFY.zip (2014 年 12 月 26 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
- Romena, 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 ～ 38 万トン 平均:33万トン(2009 ～ 2013 年)
我 が 国 の 漁 獲 量 （ 最 近 5 年 間 ）	0.4 ～ 0.5 万トン 平均:0.4 万トン(2009 ～ 2013 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 態	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バ チを参照。
管理機関・関係機関	IOTC
最新の資源評価年	2012 年
次回の資源評価年	2015 年

附表 1. インド洋におけるキハダの国別漁獲重量 (1950～2013 年) (トン) (IOTC データベース：2014 年 10 月)

	スペイン	フランス	日本	台湾	インドネシア	スリランカ	イラン	モルディブ	イエメン	オマーン	その他	総計
1950	***	***	***	***	130	524	90	1,500	217	542	1,303	4,306
1951	***	***	***	***	750	783	90	1,500	217	542	868	4,750
1952	***	***	3,683	***	815	609	90	1,500	271	678	759	8,406
1953	***	***	6,757	***	828	437	90	1,500	271	678	971	11,532
1954	***	***	21,666	215	1,022	409	90	1,500	271	678	1,136	26,986
1955	***	***	44,163	706	1,022	380	90	2,000	271	678	1,408	50,718
1956	***	***	59,485	1,115	1,084	502	84	2,000	217	542	1,473	66,502
1957	***	***	31,864	1,282	1,035	945	84	1,931	217	542	2,311	40,212
1958	***	***	22,644	1,865	1,034	1,025	84	1,931	217	542	1,750	31,092
1959	***	***	22,182	2,504	1,035	1,106	84	1,931	271	678	1,287	31,079
1960	***	***	36,055	2,329	1,022	1,437	84	966	217	542	1,819	44,470
1961	***	***	32,730	2,922	1,096	1,769	84	1,449	217	542	2,044	42,851
1962	***	***	44,191	3,571	1,357	2,663	84	1,449	217	542	2,107	56,181
1963	***	***	21,981	3,542	1,383	3,559	84	1,449	209	542	2,778	35,526
1964	***	***	22,163	2,975	1,409	3,444	72	1,449	209	542	4,184	36,446
1965	***	***	24,926	2,260	1,485	3,328	77	966	236	610	4,313	38,201
1966	***	***	40,762	4,468	1,719	2,959	78	1,449	244	610	5,326	57,614
1967	***	***	30,163	3,422	1,747	3,254	84	1,642	271	746	5,396	46,725
1968	***	***	48,326	22,884	1,745	3,686	103	1,642	271	746	12,983	92,385
1969	***	***	23,114	21,313	1,809	4,119	89	1,738	271	746	14,063	67,262
1970	***	***	10,340	15,202	1,584	3,237	81	2,534	222	678	12,259	46,137
1971	***	***	13,370	12,203	1,536	2,354	84	1,560	250	746	14,960	47,063
1972	***	***	7,884	12,116	1,914	3,890	82	2,691	275	813	18,821	48,485
1973	***	***	3,934	5,732	2,273	4,727	80	7,170	304	882	18,745	43,846
1974	***	***	4,949	4,428	2,773	4,147	366	5,344	723	2,859	22,923	48,510
1975	***	***	6,420	4,918	4,259	3,286	365	4,900	856	3,366	21,693	50,063
1976	***	***	2,779	3,461	4,950	5,993	1,276	5,717	965	3,804	23,816	52,761
1977	***	***	2,134	8,098	6,011	5,775	1,076	5,326	1,016	4,035	44,392	77,863
1978	***	***	4,835	4,268	4,391	6,472	373	4,276	1,092	4,409	36,437	66,553
1979	***	***	3,398	3,719	4,353	5,863	755	5,128	1,012	4,069	29,016	57,313
1980	***	***	3,358	3,828	5,358	8,310	604	5,082	1,130	5,035	22,312	55,017
1981	363	188	4,949	4,106	6,203	9,631	227	6,251	892	4,768	23,037	60,615
1982	55	1,081	7,400	4,734	7,561	9,022	506	4,814	804	3,505	33,383	72,865
1983	***	10,400	7,991	5,587	5,535	8,389	478	7,981	1,540	1,564	26,798	76,264
1984	11,453	39,271	8,145	5,817	5,674	6,498	491	8,486	2,349	4,586	29,247	122,017
1985	18,420	37,790	9,540	7,355	5,838	7,104	489	7,136	3,122	2,249	38,330	137,373
1986	20,017	41,028	10,864	16,272	6,145	7,141	643	6,353	3,912	2,534	39,157	154,065
1987	26,258	41,017	8,570	22,462	6,858	7,508	935	7,595	4,664	5,874	38,660	170,402
1988	44,928	56,765	9,645	22,846	9,068	7,808	1,011	6,218	5,439	15,575	46,637	225,940
1989	41,070	33,547	5,475	23,023	11,303	8,450	980	5,776	6,252	16,348	63,073	215,297
1990	43,711	45,351	9,309	31,811	10,406	9,460	2,280	5,140	6,980	14,498	75,860	254,806
1991	44,035	38,135	9,450	31,220	12,343	11,277	3,238	7,227	7,804	9,170	72,723	246,621
1992	37,836	45,282	17,715	56,446	15,560	13,347	13,951	8,309	8,559	13,695	92,755	323,456
1993	47,802	39,539	16,676	88,947	20,049	15,489	20,646	9,605	7,630	11,855	126,340	404,579
1994	43,149	35,819	15,057	34,310	24,964	19,681	26,356	12,621	8,378	19,370	100,977	340,684
1995	65,143	39,635	12,778	23,229	27,118	18,436	25,907	12,031	13,240	21,477	94,996	353,991
1996	59,961	35,577	16,727	27,900	43,759	22,757	30,240	11,811	15,032	11,708	88,662	364,135
1997	61,076	31,227	18,216	18,552	50,631	27,302	22,026	12,489	17,119	9,980	89,883	358,501
1998	38,588	22,382	18,753	23,575	46,660	26,833	21,534	13,566	19,161	11,415	83,860	326,328
1999	51,919	30,799	16,166	17,797	53,121	32,945	27,085	13,261	21,291	7,433	100,756	372,573
2000	49,623	37,770	16,431	17,474	40,994	28,217	15,743	11,625	23,293	8,634	95,956	345,761
2001	47,811	34,205	14,543	27,070	39,798	23,857	20,153	13,656	25,321	8,051	69,248	323,713
2002	53,672	35,856	14,378	33,416	34,643	26,048	24,045	20,610	27,333	7,130	72,618	349,750
2003	79,027	63,101	17,810	29,980	30,857	37,678	37,722	18,833	25,450	10,290	106,872	457,619
2004	80,920	63,197	16,361	49,962	30,405	39,628	50,720	21,404	31,406	25,336	120,001	529,341
2005	77,706	57,198	22,386	68,430	26,692	32,826	43,185	20,513	26,447	22,016	111,791	509,192
2006	71,198	45,401	22,616	35,207	23,692	38,915	39,521	21,772	19,317	18,498	89,829	425,964
2007	37,875	36,455	19,555	26,044	27,343	32,571	15,845	20,663	15,897	19,358	71,070	322,676
2008	46,182	42,190	11,656	16,772	31,994	32,139	18,729	22,609	13,711	21,381	66,728	324,091
2009	33,616	27,379	5,435	13,669	26,407	34,587	20,757	19,611	14,840	8,094	62,590	266,985
2010	45,306	30,837	3,820	14,007	27,572	39,949	30,876	21,068	15,947	3,412	67,305	300,098
2011	52,359	34,454	4,893	12,911	31,973	30,215	28,799	34,941	24,954	7,093	65,363	327,955
2012	57,926	43,152	3,562	13,069	29,170	37,520	34,965	44,261	35,804	7,761	73,747	380,937
2013	68,561	36,512	4,519	12,342	29,166	33,160	32,403	45,885	35,782	7,762	74,960	381,052

*** 操業なし

附表 2. インド洋におけるキハダの漁法別漁獲重量 (1950～2013 年) (トン) (IOTC データベース：2014 年 10 月)

	はえ縄	まき網	流し網	竿釣り	その他	総計
1950	0	0	1,093	2,041	1,171	4,306
1951	0	0	1,259	2,007	1,485	4,750
1952	3,683	0	1,323	1,904	1,495	8,406
1953	6,757	0	1,472	1,821	1,481	11,532
1954	21,881	0	1,564	1,864	1,678	26,986
1955	44,869	0	1,602	2,414	1,832	50,718
1956	60,600	0	1,534	2,517	1,850	66,502
1957	33,580	0	2,374	2,487	1,770	40,212
1958	24,979	0	1,721	2,560	1,832	31,092
1959	25,194	0	1,742	2,397	1,746	31,079
1960	39,044	0	1,906	1,678	1,842	44,470
1961	36,463	0	1,943	2,380	2,065	42,851
1962	48,984	0	2,508	2,492	2,198	56,181
1963	27,156	21	3,217	2,778	2,355	35,526
1964	27,017	47	3,951	2,900	2,532	36,446
1965	29,467	28	4,120	2,178	2,408	38,201
1966	46,908	0	5,745	2,398	2,563	57,614
1967	35,027	0	5,928	2,818	2,952	46,725
1968	80,774	0	6,026	2,692	2,893	92,385
1969	55,590	0	5,845	2,859	2,968	67,262
1970	33,913	0	5,376	3,434	3,414	46,137
1971	36,000	1	4,705	2,544	3,815	47,063
1972	33,842	2	5,993	4,030	4,619	48,485
1973	23,419	1	5,731	9,205	5,489	43,846
1974	25,313	2	8,126	7,929	7,142	48,510
1975	26,686	***	9,002	6,076	8,299	50,063
1976	24,420	***	10,983	7,397	9,961	52,761
1977	49,013	34	11,252	6,837	10,727	77,863
1978	40,686	944	9,145	6,592	9,186	66,553
1979	30,268	800	9,671	7,185	9,389	57,313
1980	26,411	896	9,553	6,925	11,232	55,017
1981	28,238	1,104	10,684	8,670	11,919	60,615
1982	38,911	2,362	11,779	7,818	11,996	72,865
1983	35,211	13,645	6,979	9,948	10,482	76,264
1984	28,893	61,934	8,801	10,352	12,038	122,017
1985	34,663	68,600	9,205	10,284	14,621	137,373
1986	49,844	72,496	9,405	8,194	14,126	154,065
1987	51,029	79,278	12,211	10,195	17,689	170,402
1988	59,427	117,092	20,397	8,120	20,905	225,940
1989	70,426	86,552	26,910	8,162	23,247	215,297
1990	90,588	109,931	22,146	8,180	23,961	254,806
1991	83,690	106,805	22,769	9,933	23,424	246,621
1992	140,357	113,541	32,809	10,735	26,014	323,456
1993	201,010	129,391	32,636	12,934	28,608	404,579
1994	126,111	115,718	48,085	16,080	34,689	340,684
1995	94,774	150,345	55,092	16,568	37,212	353,991
1996	120,077	132,755	53,411	16,171	41,721	364,135
1997	116,980	134,866	44,250	14,770	47,634	358,501
1998	117,504	103,396	42,125	15,517	47,785	326,328
1999	112,081	137,943	56,128	15,220	51,200	372,573
2000	98,621	143,617	36,200	12,266	55,056	345,761
2001	89,625	130,031	39,080	12,825	52,152	323,713
2002	94,134	140,008	39,250	18,313	58,045	349,750
2003	95,271	226,664	57,330	18,130	60,225	457,619
2004	125,866	231,311	76,171	16,776	79,216	529,341
2005	161,666	196,840	64,946	17,608	68,132	509,192
2006	110,498	163,142	66,322	19,270	66,731	425,964
2007	92,580	101,247	48,561	17,380	62,907	322,676
2008	70,709	121,595	55,517	19,354	56,917	324,091
2009	52,345	92,508	48,304	17,751	56,076	266,985
2010	49,534	110,846	56,771	15,282	67,666	300,098
2011	49,538	118,714	57,743	15,104	86,856	327,955
2012	46,662	134,768	67,418	16,617	115,471	380,937
2013	56,202	140,371	56,282	27,373	100,824	381,052

*** 操業なし

附表 3. インド洋におけるキハダの海域別漁獲重量 (1950 ～ 2013 年) (トン) (IOTC データベース：2014 年 10 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	3,490	816	4,306
1951	3,167	1,583	4,750
1952	3,254	5,151	8,406
1953	3,459	8,072	11,532
1954	9,286	17,700	26,986
1955	37,242	13,475	50,718
1956	47,770	18,732	66,502
1957	21,125	19,087	40,212
1958	17,807	13,286	31,092
1959	20,187	10,892	31,079
1960	29,122	15,348	44,470
1961	31,162	11,689	42,851
1962	35,454	20,726	56,181
1963	23,533	11,994	35,526
1964	23,665	12,781	36,446
1965	26,252	11,949	38,201
1966	44,727	12,887	57,614
1967	32,153	14,572	46,725
1968	78,814	13,571	92,385
1969	51,672	15,589	67,262
1970	26,173	19,963	46,137
1971	35,333	11,731	47,063
1972	36,696	11,789	48,485
1973	31,927	11,918	43,846
1974	36,503	12,007	48,510
1975	33,416	16,648	50,063
1976	32,642	20,119	52,761
1977	54,441	23,422	77,863
1978	44,243	22,310	66,553
1979	35,999	21,315	57,313
1980	30,317	24,700	55,017
1981	38,579	22,036	60,615
1982	50,956	21,909	72,865
1983	55,134	21,130	76,264
1984	100,842	21,175	122,017
1985	114,035	23,337	137,373
1986	132,304	21,761	154,065
1987	147,146	23,256	170,402
1988	197,522	28,418	225,940
1989	160,896	54,401	215,297
1990	197,289	57,518	254,806
1991	189,792	56,830	246,621
1992	254,961	68,495	323,456
1993	331,324	73,254	404,579
1994	239,982	100,702	340,684
1995	269,560	84,431	353,991
1996	263,670	100,465	364,135
1997	244,108	114,392	358,501
1998	207,805	118,523	326,328
1999	253,498	119,074	372,573
2000	251,344	94,417	345,761
2001	242,892	80,821	323,713
2002	267,661	82,089	349,750
2003	369,454	88,166	457,619
2004	429,406	99,934	529,341
2005	409,849	99,343	509,192
2006	330,875	95,090	425,964
2007	232,939	89,737	322,676
2008	233,655	90,437	324,091
2009	183,172	83,812	266,985
2010	207,990	92,108	300,098
2011	248,212	79,743	327,955
2012	299,456	81,481	380,937
2013	304,792	76,261	381,052