

キハダ 中西部太平洋

(Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*)



最近の動向

2016 年の総漁獲量は 65.0 万トン（予備集計）で、過去最高値を記録した。本種の最新の資源評価は 2017 年に太平洋共同体事務局（SPC）の科学専門グループにより行われた。MSY は 67.0 万トンと推定された。2012 年から 2015 年の平均の産卵資源量のレベル（ $SB_{2012-2015}/SB_{F=0}$ ）は 0.33（80% 確率範囲は 0.20-0.41）であり、限界管理基準値（Limit Reference Point； $SB/SB_{F=0} = 0.20$ ）を上回っている。また、従来、過剰漁獲努力の基準と見なされてきた F_{MSY} で判断した場合、2012 年から 2015 年の平均漁獲努力は 1.0 を下回った（ $F_{2012-2015}/F_{MSY}=0.74$ （80% 確率範囲は 0.62-0.97））。資源は乱獲状態の可能性が低く、漁獲努力が過剰でない可能性が高い。2017 年 12 月に開催された WCPFC 第 14 回年次会合において、措置の見直しが議論され、まき網の FADs 操業規制、はえ縄の漁獲量管理などが改訂された。

利用・用途

はえ縄の漁獲物は生鮮（刺身）、まき網の漁獲物は缶詰をはじめとする加工品として主に利用される。

漁業の概要

WCPFC が管理する中西部太平洋は、西経 150 度以西の太平洋である（図 1）。はえ縄、まき網及び竿釣りが主な漁業である。はえ縄は 1950 年代にキハダを主要対象種として発展したが、1970 年代半ばにメバチを主要な対象とするようになった。まき網は、カツオを主対象としつつ、キハダも漁獲する漁業として 1970 年代半ばに始まった。1980 年代までは、はえ縄が漁獲の半ば以上を占めていたが、その後、まき網による漁獲量が増加した。2016 年の総漁獲量は 65.0 万トン（予備集計）で、過去最高値を記録した。内訳は、まき網が 61%、はえ縄が 14%、竿釣りが 4%、その他 22% である。そのほかには、フィリピン及びインドネシアにおける多様な漁業（ひき縄、小型のまき網、刺網、手釣りなど）が含まれている（図 2、付表 1）（Williams *et al.* 2017）。なお、付表 1 の値とこれに基づく図 2 は、WCPFC の個人情報保護のルールにより、ある年のある国の漁獲実績がある船舶数が 3 隻未満の場合は公表されないため、全て

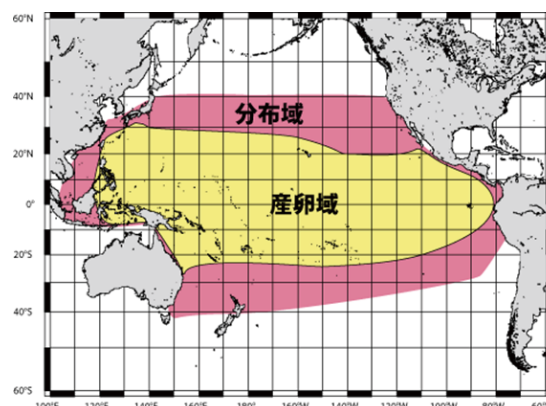


図 1. 太平洋におけるキハダの分布域及び産卵域

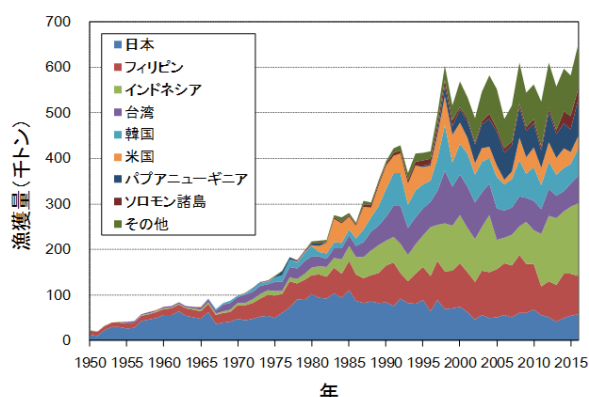
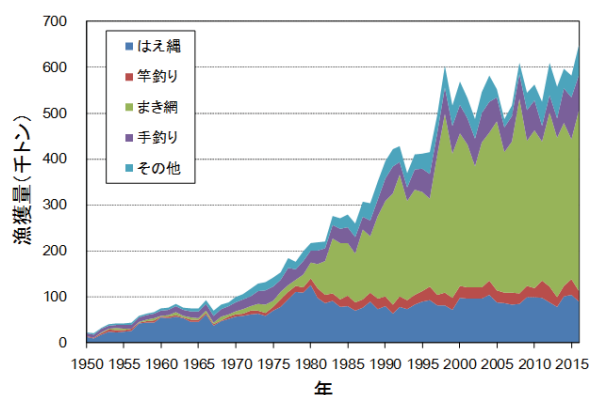


図 2. 中西部太平洋におけるキハダの漁法別漁獲量（上図）、国別漁獲量（下図）

の国を足し上げても、上記の総漁獲量の記載と一致しない。2016 年の場合は、付表 1 の合計は 64.9 万トンと総漁獲量 (65.0 万トン) とほぼ同値だった。

まき網漁業について、日本近海、特に三陸沖で、季節的にかつお・まぐろ類を対象とした操業は第二次大戦前より行われていた。熱帯域における大規模なまぐろまき網漁業の先駆者は日本である。マッカーサーラインが廃止された 1952 年から試験的に太平洋熱帯域への出漁がみられ、1969 年に自然流木に蛸集する魚群を対象とする漁法が開発され、また、素群れへの操業方法開発の努力も続けられた結果、1970 年代半ばに、現在の熱帯域で周年操業する形態が確立した (海外まき網漁業協会 2004)。1980 年代には台湾船、韓国船が参入し、かつ東部太平洋の不漁によって一部の米国まき網船が中西部太平洋に漁場を移したため、キハダの漁獲量が増加し始めた。1990 年代に入ると、集魚装置 (FADs) を使用した操業が発達した。これは、人工的に流れもの (人工筏とも呼ばれる。典型的には、フロートになる筏部分と、海中にあって蛸集効果を高めると考えられる網 (中古のまき網の身網) 及び位置を知らせるブイで構成される) を海に投入し、しばらく待って (数週間から数か月)、魚群が蛸集した場合、これを明け方に漁獲する漁法である。近年、FADs に魚群探知機と衛星ブイを装着し、魚群の蛸集状況を、FADs に赴いて点検せずとも把握できる工夫が行われている。点検時間が短縮することにより、FADs 操業の漁獲効率が高まっている可能性がある。これらの装置は、大西洋では、ほぼ全ての FADs (ICCAT 2016) に、東部太平洋ではおよそ 3/4 の FADs (Hall and Román 2017) に装着されているとの報告がある。数年前より、世界的にまぐろ類の地域漁業管理機関 (RFMO) において、FADs に関する調査の気運が高まっている。具体的な調査項目として、FADs 操業のまぐろ類資源や生態系へのインパクトを推定する目的で、海上にある総 FADs 数の推定、FADs 寿命の推定、生分解性の FADs 素材の開発、生物が絡まりにくい FADs の開発、FADs に関する情報収集項目の標準化作業などがある。漁場は、北緯 10 度から南緯 10 度の熱帯域で東西に幅広いが、特に東経 160 度付近で漁獲が多い (図 3)。近年 10 年 (2007～2016 年) で、まき網の漁獲量の多い国は、パプアニューギニア、韓国、フィリピン、台湾、日本および米国などで、2016 年には、これら 6 か国でまき網漁獲量の 71.5% を占めた (付表 1)。日本まき網船の漁獲量は、2000 年以降は 3 万トン前後であり、2016 年は 4.1 万トン (予備集計) であった。まき網全体の努力量は近年、上昇傾向にあったが、2015 年は 2014 年より減少し、2016 年は前年より若干増加した。操業方法により、主として漁獲される魚のサイズが異なり、素群れ操業は尾叉長 70 cm 以下は少なく、FADs 操業は 80 cm 未満が多い (Williams *et al.* 2017)。

はえ縄漁業について、我が国漁船は 1938 年頃に漁場は赤道付近まで拡大し、キハダを主要な漁獲対象種としていた (岡本 2004)。マッカーサーラインが廃止された 1952 年から、漁場が急速に拡大し、1960 年には中央アメリカ沿岸に達した (Suzuki *et al.* 1978)。その後も南北両半球の温帯域

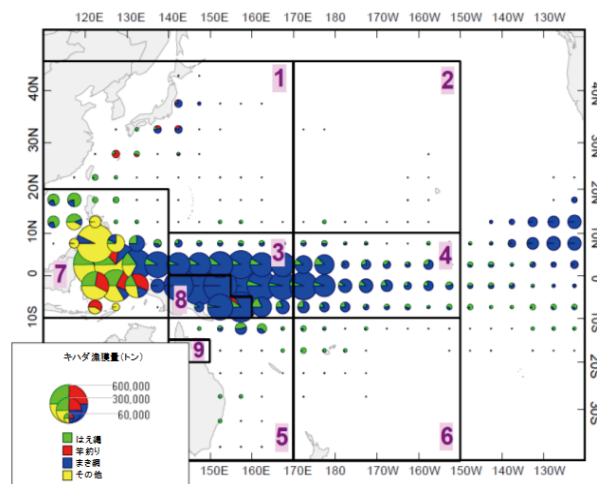


図 3. 主要漁業によるキハダの漁獲量分布 (1990～2016 年合計) 及び 2017 年の資源評価に用いられた海区区分 (Williams *et al.* 2017)

黄緑がはえ縄、赤が竿釣り、青がまき網、黄がその他の漁業を表す。

に操業域を広げ、1960 年代には、地理的に最も広く操業が行われた。この頃は缶詰等の加工品原料としてキハダとビンナガを漁獲していたが、1970 年代半ばには、刺身需要の増加と冷凍設備の改善によって、主たる漁獲対象魚種がメバチに変更されたため、はえ縄のキハダ漁獲量は減少した。漁場は、北緯 15 度と南緯 15 度熱帯域で東西に幅広いが、特にフィリピンやインドネシアの群島水域での漁獲が多く (図 3)、夏季には温帯域でも漁場が形成される。近年 10 年 (2007～2016 年) で、はえ縄の漁獲量の多い国は、インドネシア、台湾、バヌアツ、日本、韓国及び中国などで、2016 年には、これら 6 か国ではえ縄漁獲量の 82% を占めた (付表 1)。日本船の漁獲量は、1978 年にピーク (7.2 万トン) を記録した後、減少傾向にあり、2016 年は 10,115 トン (予備集計) であった。はえ縄船の漁獲サイズは、主として尾叉長 90 cm から 170 cm である (Williams *et al.* 2017)。

竿釣り漁業は、日本のカツオ竿釣り漁業で漁獲されるキハダが 1950 年代から記録されている。1970 年代半ばまで、年 1 万トン未満の漁獲であった。その後、インドネシアの漁獲が増加し、近年 10 年 (2006～2015 年) で、竿釣りの漁獲量が多い国はインドネシアで、2016 年には、インドネシア一国で竿釣り漁獲量の 84% を占めた。

そのほかの漁業は、フィリピンとインドネシア東部における多様な漁法 (ひき縄、小型のまき網、刺網、手釣りなど) が含まれる。漁獲サイズは、尾叉長 20～50 cm が多い。また、量は少ないものの、手釣りでは尾叉長 110 cm 以上を漁獲している場合もある。

生物学的特性

キハダは、三大洋の熱帯域から温帯域にかけて広く分布する。若齢で小型のキハダは、似たような大きさのカツオやメバチと群れを作ることがあり、これらはもっぱら表層に分布する。成長するにつれて、キハダ単独の群れとなり、より水深の深い層にも分布するようになる。また、夏季には緯度で

40 度近くまで分布するが、冬季には緯度で 30 度以上に分布することは稀である。産卵は水温 24℃以上の水域で周年行われると考えて良いが、季節性もみられ、産卵盛期は熱帯域で、西部太平洋（東経 120 度～180 度）は 12 月から翌 1 月、より東に位置する中央太平洋（180 度から西経 140 度）は 4～5 月との報告がある（Kikawa 1966）。また、3～5 月の産卵は、11～12 月の産卵よりも活動的だとする報告もある（Yesaki 1983）。このような産卵期の違いは、中西部太平洋内に系群が存在する可能性を示唆する。放流点と再捕点のみがわかるタイプの標識放流調査は、数多くの結果が報告されている（たとえば、Kamimura and Honma 1963、Royce 1964）。長距離移動した例も少なくはないが、多くの個体が、ある一定の範囲（数百キロ以内）で再捕されている。南北よりも東西方向での移動が顕著である（Davies *et al.* 2014）。近年、東部太平洋の熱帯域の北緯側で、移動経路がわかるタイプの標識による標識放流調査が行われたところ（Schaefer *et al.* 2014）、やはり多くの個体が放流点の近くに留まり、長距離の移動個体は少ない傾向がみてとれた。これらは系群の存在を補強する証拠となり得る。また、近年、太平洋の各海域で得られたキハダの間に遺伝学的な差異が検出されている（Aguila *et al.* 2015、Grewe *et al.* 2015）。一方で、はえ縄やまき網の漁獲状況を見ると、中西部太平洋内では明瞭な漁獲の切れ目がないことわかる（Williams *et al.* 2017）。このように系群の存在については異なる見解が得られるため、判断が難しいものの、2017 年の場合も含めて、中西部太平洋のキハダの資源評価では、中西部太平洋で一つの系群と見なし、東部太平洋とは西経 150 度で分離されている。1 回当たりの産卵数（Batch fecundity）は 200 万～350 万粒である（体重 1 kg あたり 5.5 万～6.4 万粒）。1 度の産卵期に複数回産卵できるとされており（Schaefer 1998）、そのことは、蓄養のキハダでも確認されている（Niwa *et al.* 2003）。本種の寿命は、年齢査定の結果や成長が速いこと、漁獲物にあらわれる最大体長は 170 cm 程度（5 歳）であることから、メバチより短く、7～10 年であろうと考えられている。本種の仔魚期の餌生物はカイアシ類、枝角類が主体である（Uotani *et al.* 1981）。稚魚の胃内容物には魚類が多く、次いで頭足類が出現し、カイアシ類はほとんどみられない（辻 1998）。成魚の胃内容物に関する知見は比較的豊富で（Matthews *et al.* 1977）、魚類を主に甲殻類、頭足類など幅広い生物を摂餌し、明確な嗜好性はないと思われる。仔魚期、稚魚期には多くの捕食者がいると思われるが情報は少ない。さらに遊泳力が付いた後は大型のかじき類、さめ類、歯鯨類等に外敵は限られてくるものと思われる。雌の生物学的最小形は 60 cm 程度との報告もあるが、50% 成熟は体長 105 cm 程度である（Itano 2000）。

2017 年の資源評価での諸設定は次のとおり。資源評価モデルの設定ファイルが SPC のホームページより得られる（<http://www.spc.int/oceanfish/en/ofpsection/sam/sam>）。このファイルと資源評価文書を参考とした。

成長式：2014 年の資源評価と同様に、体長組成を用いて、資源評価モデル内で推定する成長式が用いられた。四半期齢

ごとの尾叉長（cm）を示す。

Tremblay-Boyer *et al.* (2017) : 25.1, 40.6, 48.6, 58.4, 72.4, 86.3, 97.2, 106.0, 113.4, 119.0, 123.8, 128.0, 131.7, 134.8, 137.6, 140.0, 142.1, 143.9, 145.5, 146.8, 148.0, 149.1, 149.9, 150.7, 151.4, 152.0, 152.5, 152.9

自然死亡係数：キハダ、メバチでは、一般に体長が大きいほど雄の個体数が多くなることが知られている。産卵に対する負担が雌で大きく、成熟後の雌の自然死亡係数が高いと仮定すると、この現象を説明出来ると考えられる。従って、体長別の雌雄比が再現できるように、自然死亡係数を雌雄別に、成熟度を考慮し、最終的に雌雄をまとめて、一つの、体長別の自然死亡係数が作成された（Harley and Maunder 2003、Hoyle 2008、Hoyle and Nicol 2008、Davies *et al.* 2014、Tremblay-Boyer *et al.* 2017）。資源評価モデル内では、年齢別死亡係数として利用するので、体長から年齢に変換されている。四半期齢ごとの自然死亡係数を示す。

Tremblay-Boyer *et al.* (2017) : 0.500, 0.440, 0.380, 0.320, 0.260, 0.200, 0.200, 0.200, 0.200, 0.201, 0.203, 0.211, 0.229, 0.292, 0.306, 0.324, 0.306, 0.282, 0.261, 0.244, 0.232, 0.222, 0.216, 0.211, 0.208, 0.205, 0.204, 0.203

成熟：体長別成熟率は、2014 年の資源評価と同一である。資源評価モデル内では、年齢別成熟率として利用するので、成長式は資源評価モデル内で、体長組成データの更新に伴い、変更されると、その影響を受けて、変更されることが

表 1. 中西部太平洋におけるキハダの各四半期齢（3 か月ごと）時の体長（尾叉長 cm）と体重（kg）
資源評価モデルでの推定値（Tremblay-Boyer *et al.* 2017）。

四半期齢	尾叉長(cm)	体重(kg)
1	25.1	0.4
2	40.6	1.4
3	48.6	2.4
4	58.4	4.0
5	72.4	7.5
6	86.3	12.5
7	97.2	17.7
8	106.0	22.8
9	113.4	27.8
10	119.0	32.0
11	123.8	36.0
12	128.0	39.7
13	131.7	43.1
14	134.8	46.3
15	137.6	49.2
16	140.0	51.8
17	142.1	54.1
18	143.9	56.3
19	145.5	58.2
20	146.8	59.9
21	148.0	61.4
22	149.1	62.8
23	149.9	64.0
24	150.7	65.1
25	151.4	66.2
26	152.0	67.1
27	152.5	68.0
28	152.9	68.8

ある。今回の資源評価では、成長式は、前回の資源評価とほぼ同一であったので、成熟率についても、ほぼ同一であった。

Tremblay-Boyer *et al.* (2017) : 0.000, 0.000, 0.000, 0.003, 0.031, 0.112, 0.423, 0.586, 0.845, 0.935, 0.975, 0.995, 1.000, 0.981, 0.890, 0.771, 0.617, 0.473, 0.352, 0.257, 0.184, 0.131, 0.092, 0.064, 0.045, 0.031, 0.022, 0.015

体長体重関係式: $W = 2.818 \times 10^{-5} \times L^{2.920}$ (L: 尾叉長 (cm)、W: 体重 (kg)) (Tremblay-Boyer *et al.* 2017 ; 表 1)

資源状態

最新の資源評価は 2017 年に SPC の科学専門グループにより行われた。資源評価モデルは Multifan-CL (Fournier *et al.* 1998, Hampton and Fournier 2001, Davies *et al.* 2014, Tremblay-Boyer *et al.* 2017) が用いられた。資源量指数について、まき網は、フィリピン船 (Bigelow *et al.* 2017) とパプアニューギニア船 (McKechnie *et al.* 2017) の標準化 CPUE が用いられた。はえ縄は、2014 年の資源評価で用いた手法 (Delta-log normal model) を踏襲した。ただし、主はえ縄国 (日本を含む) の操業ごとのデータを用いた点、漁船ごとの効果を除いた点が異なる。説明変数は、年・四半期、漁獲位置 (5 度 5 度)、対象種 (クラスター解析の結果) である。漁獲の有無部分には、このほかに努力量が加わっている。また、感度分析として、空間統計を用いた場合 (Tremblay-Boyer and Pilling 2017a)、漁船効果を取り入れた場合 (Tremblay-Boyer and Pilling 2017b) が適用された。前回の資源評価での不確実性の扱いを発展させた方法を今回の資源評価で採用している。資源評価結果は、実際は 48 ケースのシナリオの結果を統合したものとなっている (WCPFC 2017a)。

MSY は 67.0 万トンと推定された。2012 年から 2015 年の平均の産卵資源量のレベル ($SB_{2012-2015}/SB_{F=0}$) は 0.33 (80% 確率範囲は 0.20-0.41) であり、限界管理基準値 (Limit Reference Point ; $SB/SB_{F=0} = 0.20$) を上回っている。また、

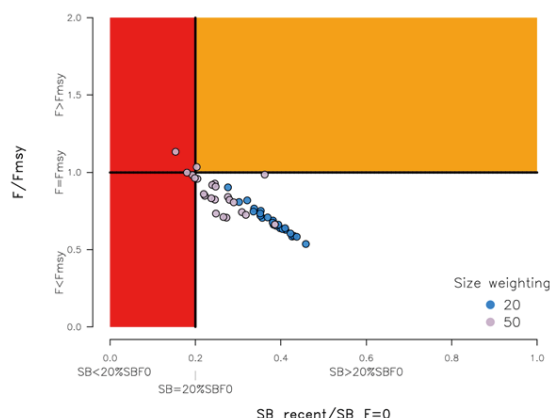


図 4. 中西部太平洋におけるキハダの $F_{2012-2015}/F_{MSY}$ と $SB_{2012-2015}/SB_{F=0}$ の 48 ケースのプロット (WCPFC 2017a)

$SB/SB_{F=0}$ は、漁業がないと仮定した場合の産卵資源量を 1.0 としたときの実際の産卵資源量。設定がことなる 48 ケースの結果を示す。青色と灰色はサイズデータの重み (CPUE など、そのほかのデータに比べて、大きいほどサイズデータをより重視していることになる) がそれぞれ 1/20 と 1/50 の場合。

従来、過剰漁獲努力の基準と見なされてきた F_{MSY} で判断した場合、2012 年から 2015 年の平均漁獲努力は 1.0 を下回った ($F_{2012-2015}/F_{MSY} = 0.74$ (80% 確率範囲は 0.62-0.97)) (図 4)。資源は乱獲状態の可能性が低く、漁獲努力が過剰でない可能性が高い。ただし、乱獲状態 (LRP を下回る) であった可能性が 8% (48 ケースのうち 4 ケースは LRP を下回る) あり、漁獲努力が過剰 ($F_{2012-2015} > F_{MSY}$) であった可能性も 4% (48 ケース中 2 ケース) あることには留意。Spawning potential (産卵資源量、性比、年齢別成熟率、一回あたりの産卵量、産卵回数の情報を考慮した、産卵可能指数) は 1990 年代から減少傾向にあったが、近年は大きな変動はみられない (図 5)。また、Spawning Biomass ratio (漁業がないと仮定して推定した状態の産卵資源量を 1.0 としたときの、実際の産卵資源量との比) は近年、減少傾向にあり、2015 年の 48 ケースの中央値は 0.37 (図 5) とされた。加入量は、1965 年から 1990 年にかけては明瞭な変動傾向は認められない。最新年 (2015 年) の加入量は歴史的平均より大きいものとみられる (図 6)。漁獲死亡は、若齢魚と親魚で類似しており、1970 年から急激に増加し、近年は高いレベルにあることが示された。1970 年代以降の若齢魚の死亡率が増加は、フィリピン、インドネシア及びベトナムの漁獲量の増加に起因するとみられている (図 7)。各漁業の産卵資源量に与える影響は、はえ縄、竿釣り

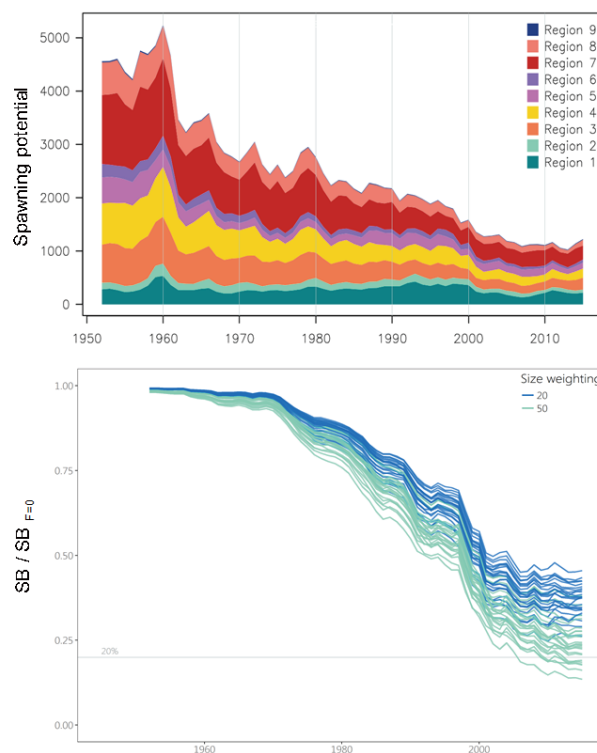


図 5. 中西部太平洋におけるキハダの Spawning potential (上図) と Spawning Biomass ratio (下図) の推移 (WCPFC 2017a)

上図: 海域 (図 3) ごとの Spawning potential (産卵資源量、性比、年齢別成熟率、1 回あたりの産卵量、産卵回数の情報を考慮した、産卵可能指数)。下図: 漁業がないと仮定した状態の産卵資源量を 1.0 としたときの、実際の産卵資源量の割合。設定が異なる 48 ケースの結果を示す。青色と緑色はサイズデータの重み (CPUE など、そのほかのデータに比べて、大きいほどサイズデータをより重視していることになる) がそれぞれ 1/20 と 1/50 の場合。

のインパクトは低く、まき網の素群れ操業のインパクトは中程度ながら増加傾向にあり、まき網の FADs 操業とフィリピン、インドネシア及びベトナムの漁業のインパクトが高いと推定された（図 8）。

前回の資源評価での不確実性の扱いを発展させた方法を今回の資源評価で採用している。資源評価結果は、実際は 48 ケースのシナリオの結果を統合したものとなっている。これは、次の 4 つの過程で決められた。① 2014 年の資源評価モデルをもとに、漁業データの更新、新しい Multifan-CL ソフトウェアの適用、エリアの変更、成長式の変更などを行って 'diagnostic case' と呼ばれる、引き続き感度分析過程の基礎になるモデルを構築した。ただし、従来の base case や reference case と呼ばれていたもっとも資源状態を表すモデルと異なり、感度分析の一つとの扱い。②この 'diagnostic

case' の設定を一つだけ変更し、各設定の影響を判定する 'one-off sensitivity' 解析（感度分析）を行った。変更した設定の種類は 14（新旧成長式、新旧エリア、タグデータの重み、ステープネス、サイズデータの重み、標識放流データの種類、はえ縄漁獲量の推定方法、用いる CPUE の違い、自然死亡係数など）に及ぶ。③これらの感度分析のうち、diagnostic case と比較して、資源評価指標に影響の大きな 5 つの設定（標識魚の混合期間（2 種類）、エリア（新旧 2 種類）、タグデータの重み（2 種類）、ステープネス（3 種類）、サイズデータの重み（2 種類））の組み合わせ合計 48 ケース（ $=2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2$ ）で構成される 'structural uncertainty grid' 解析を行った。④ SC13 の議論で、個々のケースの重みは 1 とされた（WCPFC 2017a）。

管理方策

2017 年 12 月に開催された WCPFC 第 14 回年次会合において、メバチ・キハダ・カツオの保存管理措置に関し、これまでの措置が 2017 年で失効し、規制がない状態に戻るため、2018 年以降の措置について議論が行われた。その結果、2018 年 1 年間の暫定措置として、次の措置が合意された（WCPFC 2017b）。

まき網（熱帯水域）

FAD 操業禁止 3 か月（7～9 月）+ 公海 FAD 操業禁止追加 2 ヶ月（4～5 月もしくは 11～12 月）。

FADs 操業禁止は、本船以外の船（tender vessel）にも適用される。

公海操業日数制限は、先進国に加え島嶼国がチャーターする船にも適用。

FADs 数規制（1 隻あたり常時 350 個以下）：全条約水域に適用

公海操業日数の制限

島嶼国以外のメンバーの大型船隻数制限

はえ縄

メバチの漁獲量制限（我が国の漁獲枠は、16,860 トン（2017 年）から 18,265 トンに増加。）

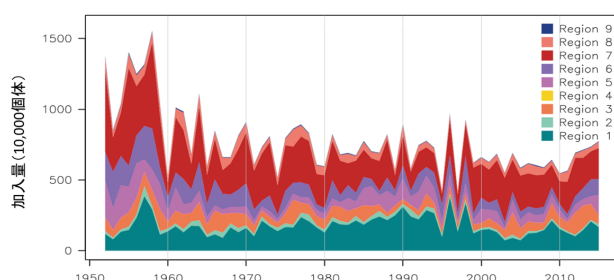


図 6. 中西部太平洋におけるキハダの加入量（WCPFC 2017a）
海域（図 3）ごとの加入量（10,000 個体）

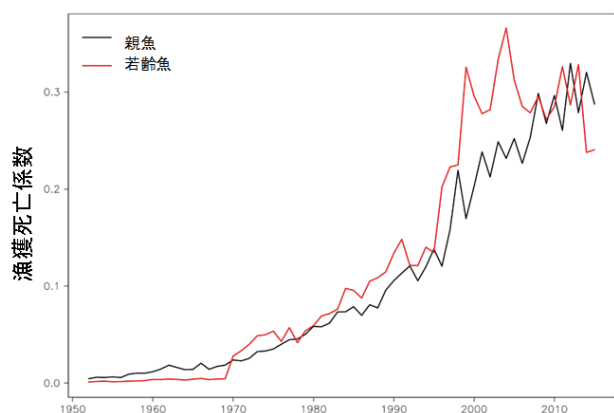


図 7. 中西部太平洋におけるキハダの漁獲死亡係数（年）の推移（WCPFC 2017a）
黒：親魚、赤：未成魚

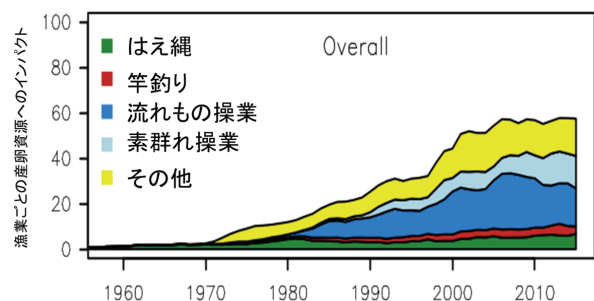


図 8. 中西部太平洋における漁業ごとのキハダ産卵資源へのインパクト（WCPFC 2017a）

縦軸は漁業が資源を減少させた割合（%）を示したものである。はえ縄（緑）、竿釣り（赤）、まき網流れもの操業（青）、まき網素群れ操業（水色）、その他（黄）を表す。

MSE (Management strategy evaluation) の検討状況

「3. まぐろ類の漁業と資源調査（総説）」に MSE に関する一般的な説明があるので、参照のこと。なお、WCPFC では、MSE を漁獲戦略（Harvest strategy）と呼ぶ（Scott et al. 2016a）。MSE の中身（総説の図 11 と 12）は、いくらか複雑であるが、重要な部分は、そもそもの資源を管理する目標（Management Objectives）を決め、その達成のために、たくさんの漁獲の方法（漁獲制御ルール（HCR：Harvest Control Rules））を考えだし、それらがどの程度、目標を達成出来るかをコンピュータシミュレーションで確かめるものである。目標達成の程度をみながら、試行錯誤して、もっとも適切な漁獲の方法を見つける方法である。漁獲の方法を考え出すことがプロセスの重要な部分なので、MSE の構築には漁業者の参加が欠かせない。

WCPFC では、MSE は次の 6 つの要素で構成される。①管

理目標、②漁獲管理ルール、③管理基準値、④限界管理基準値を下回ることを許容する範囲（acceptable levels of risk）、⑤ Performance test simulation（総説の図 12. Operating model (OM) と Management procedure (MP) で構成される。WCPFC では、このシミュレーションを行うコンポーネントを MSE と呼称している）、⑥監視戦略（monitoring strategy；管理基準値に対する資源の動向を監視するための Performance statistics の計算方法や観察方法）。

WCPFC 第 11 回年次会合で、MSE の立案に関する保存管理措置が採択され（CMM 2014-06）、第 12 回 WCPFC 年次会合で作業計画が決定された。第 13 回 WCPFC 年次会合で管理目標や限界管理基準値を下回ることを許容する範囲について議論が行われるとともに、作業計画の改定がなされた（WCPFC 2016 の Attachment N）。本計画にしたがって、第 13 回科学委員会では、熱帯性まぐろ類に関しては、MSE の構成要素である performance indicator（管理目標の達成程

管理目標:2 種類:①長期的 (20-30 年) に、カツオの TRP ($50\%SB_{F=0}$) を維持し、LRP ($20\%SB_{F=0}$) 以下になる危険性を最小限にする。
②短中期的 (10-15 年) に、努力量が大きく変動しない。
漁獲制御ルール (HCR):3 種類 (HCR 1:資源が $SB/SB_{F=0} = 40\%$ 以上では、努力量は抑制しない。この基準を下回った場合、努力量を徐々に引き下げ、 $SB/SB_{F=0} = 20\%$ のときの努力量はゼロ。HCR 2:資源が $SB/SB_{F=0} = 48\%$ を下回ったら、努力量を引き下げる。 $SB/SB_{F=0} = 20\%$ のときはゼロ。HCR 3:HCR 2 と同様だが、 $SB/SB_{F=0} = 48\%$ に近いときの引き下げがより緩やか (下図参照))。
管理戦略評価 (MSE):現実と同様に Management procedure の EM でも 3 年に一度、資源評価を行い、将来 30 年間の管理を行うとする。2017 年に資源評価を行ったとして、2016 年の資源状態が $SB/SB_{F=0}$ が 37% と評価された場合 (青矢印)、このときの HCR 1 の高さは 0.83 であるので (橙矢印)、翌年から 3 ヶ年 (2018 から 2020 年) の努力量上限は、ある基準年 (例えば 2012-2015 年の平均) の 83% となる。HCR 2 と 3 の場合は、それぞれ 78%、58% が努力量の上限となる。この試行では、具体的な努力量削減手法は決めていないが、実際には、そのような部分も HCR に組み込む形で事前に合意する。禁漁期、禁漁区、特定の漁法制限などだろう。
HCR による管理方針決定後は OM に移る。HCR 1 に沿った漁獲を 2018 年に行うが、この試行では implementation error は想定していない。すなわち、過不足無く、基準年 (2012-2015 年の平均) の 83% の努力量が投下される。また、HCR 導入によって、努力量以外の漁業の様子が異なる (例えば、大型魚が多い漁場に、はえ縄漁場がシフトする。まき網の FAD 操業が制限されたが、その努力量が素群れ操業に転嫁) こともない。一方、process error は、将来の加入量は、2001-2011 年の加入量の範囲でランダムに変動することで考慮された。この条件で、個体群・漁業動態により、2018 年の真の漁獲量、努力量、漁獲サイズおよび資源状況が算出され、2019 年に EM での資源評価はないが、この真のデータに観測誤差を考慮した 2018 年の疑似漁獲データ (漁獲成績報告書にあたる) が生成される。再び 2019 年も同様に、HCR に沿った漁獲が行われ、真の漁獲・資源状況の算出および疑似漁獲データが生成される。これらの 2 年分のデータを過去のデータに加えて 2020 年に EM によって資源評価が行われる。このとき、推定される資源量の精度に 10% 程度の誤差があるとして不確実性 (model error) が考慮されたが、この方法はかなり予備的な取り扱いで、実際の MSE では、OM は多くの model error を含む設定になるだろう。EM の資源評価指標 ($SB/SB_{F=0}$) が、40% 以上に回復していれば、HCR 1 では、続く 3 年 (2021 から 2023 年) の漁獲量上限は、基準年 (2012-2015 年の平均) と同等となる。前回の資源評価 (37%) より減少していれば、さらに漁獲量上限を減らすことになる。このようなシミュレーションを 30 年間、続け、これを 1 シリーズとする。ひとつの HCR につき、200 シリーズのシミュレーションを行う。不確実性の部分 (毎年の加入量が random な選択。おなじ漁獲データに基づいても ME の算出する資源量が異なる) があるので、各シリーズの結果は異なる。
performance statistics (Performance statistics):以上のシミュレーションの 1 シリーズごとに、次の performance statistics が算出された。管理目標①に対応する、a.「管理を開始して 30 年後に $50\% SB_{F=0}$ より大きい確率」と b.「管理開始後最初の 10 年のうちに $50\% SB_{F=0}$ より大きい確率」。管理目標②に対応する、c.「管理開始後 10 年間の努力量の変化」。
結果:各 HCR の 200 回のシミュレーションで、それぞれの performance statistics を達成した割合

管理目標	performance statistics	HCR 1	HCR 2	HCR 3
①	a	0.57	0.60	0.59
	b	0.49	0.53	0.50
②	c	0.98	0.72	0.88

結果の解釈:管理目標①に対して、performance statistics a は長期、b は短中期的の指標である。どの HCR でも a が高くなるので、短中期的よりは長期に漁獲管理を続ければ管理目標①が達成される確率が高くなると言える。3 種類の HCR のなかでは、performance statistics a、b とともに、HCR 2 の成績がやや高い。管理目標②に対しては、HCR 間で成績の差が大きく、HCR 1 で管理を行うと努力量がより安定することが明瞭である。したがって、管理目標①、②で、成績が良いのはそれぞれ HCR 2、HCR 1 となり、管理目標間で異なっている。管理目標①と②のどちらを重視するかで、どの HCR を採用するのかが変わってくるだろう。実際に、管理目標に対応する漁獲制御ルール (HCR) を見つけ出すのは、候補となる多数の HCR と付随する performance statistics の組み合わせをテストしてはじめて、よりよい候補 (現実的な回答があり、意志決定者が判断しやすい) を絞ることができる。また、この試行の OM は 2014 年のカツオ資源評価のベースケースであり、OM 数は 1 であるが、実際の MSE では、表 3 の不確実性をなるべく反映させ、かつ資源評価結果に影響の大きい要素を把握する必要があるため、多くの OM がテストされる。これらは、とても時間のかかる作業となる (Scott *et al.* 2016b)。

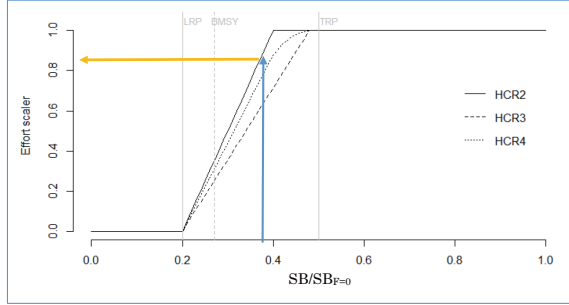


図 9. SPC が試行した簡単なカツオ資源の管理戦略例の抜粋 (Scott *et al.* 2016b)

キハダ、メバチで、WCPFC において、このような取り組み事例は、まだ発表されていない。

度を判断する指標)の候補の一覧が報告された (Scott *et al.* 2017a)。また、MSE の開発状況 (カツオを対象) も報告された (Scott *et al.* 2017b)。本資源の MSE の検討状況は、具体例とともに表 2 および図 9 に示した。2017 年 12 月の第 14 回 WCPFC 年次会合で、MSE の作業工程が見直された (WCPFC 2017c)。

執筆者

かつお・まぐろユニット

熱帯まぐろサブユニット

国際水産資源研究所 かつお・まぐろ資源部

まぐろ漁業資源グループ

佐藤 圭介

参考文献

- Aguila, R.D., Perez, S.K.L., Catacutan, B.J.N., Lopez, G.V., Barut, N.C., and Santos, M.D. 2015. Distinct yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) stocks detected in western and Central Pacific Ocean (WCPO) using DNA microsatellites. PLoS ONE, 10(9): e0138292. doi:10.1371/journal.pone.0138292.
<http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0138292&type=printable> (2017 年 10 月)
- Bigelow, K., Garvilles, E. and Emperua, L. 2017. Relative abundance of yellowfin tuna for the purse seine and handline fisheries operating in the Philippines Moro Gulf (Region 12) and High Seas Pocket 1. WCPFC-SC13-2014/SA-IP-07. Rarotonga, Cook Islands, 9–17 August 2017.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC13-SA-IP-07%20rel%20abundance%20YF%20Moro%20Gulf%20and%20HSP1%20NOAA%20Approved.pdf> (2017 年 10 月)
- Davies, N., Hoyle, S., Hampton, J., and McKechnie, S. 2014. Stock assessment of yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. Working paper SA WP-04, presented to the 10th Meeting of the Scientific Committee of the WCPFC. Majuro, Republic of the Marshall Islands. 6-14 August 2014. 119 pp.
[http://www.wcpfc.int/system/files/SC10-SA-WP-04\[YFTAssessment\]_rev1_25July.pdf](http://www.wcpfc.int/system/files/SC10-SA-WP-04[YFTAssessment]_rev1_25July.pdf) (2017 年 10 月)
- Fournier, D.A., Hampton, J., and Sibert, J.R. 1998. MULTIFAN-CL: A length-based, age-structured model for fisheries stock assessment, with application to South Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 2105-2116.
- Gabriel, W.L., and Mace, P.M. 1999. A review of biological reference points in the context of the precautionary approach. In Restrepo, V.R. (ed.), Proceedings of the Fifth National NMFS Stock Assessment Workshop: Providing Scientific Advice to Implement the Precautionary Approach Under the Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Act. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-40. 34–45 pp.
https://www.st.nmfs.noaa.gov/Assets/stock/documents/workshops/nsaw_5/gabriel_.pdf (2017 年 10 月)
- Grewe, P.M., Feutry, P., Hill, P.L., Gunasekera, R.M., Schaefer, K.M., Itano, D.G., Fuller, D.W., Foster, S.D., and Davies, C.R. 2015. Scientific Reports 5, Article number: 16916. doi:10.1038/srep16916.
<http://www.nature.com/articles/srep16916> (2017 年 10 月)
- Hall, M., and Román, M.H. 2017. The fishery on fish-aggregating devices (FADs) in the eastern Pacific Ocean - update. Document SAC-08-03e. 19 pp.
<https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2017/SAC08/PDFs/SAC-08-03e-The-FAD-fishery-in-the-EPO.pdf> (2017 年 10 月)
- Hampton, J., and Fournier, D. 2001. A spatially disaggregated, length-based, age-structured population model of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western and central Pacific Ocean. Mar. Freshwater Res., 52: 937-963.
- Harley, S., and Maunder, M.N. 2003. A simple model for age structured natural mortality based on changes in sex ratios. IATTC, 4th Meeting of the Scientific Working Group, La Jolla, USA, May 19-21 2003.
- Hoyle, S. 2008. Adjusted biological parameters and spawning biomass calculations for south Pacific albacore tuna, and their implications for stock assessments. No. WCPFC SC4/ME-WP-2.
- Hoyle, S., and Nicol, S. 2008. Sensitivity of bigeye stock assessment to alternative biological and reproductive assumptions. No. WCPFC-SC4-2008/ME-WP-1.
- ICCAT. 2016. Report of second meeting of the ad hoc working group on FADs. 21 pp.
- ICCAT. 2017. Report of the standing committee on research and statistics (SCRS) (Madrid, Spain, 25 September - 6 October, 2017). 472 pp.
http://www.iccat.es/Documents/Meetings/Docs/2017_SCRS_REP_ENG.pdf (2017 年 12 月)
- Itano, D.G. 2000. The reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Hawaiian waters and the western tropical Pacific Ocean: project summary. SOEST 00-01 JIMAR Contribution 00-328. Pelagic Fisheries Research Program, JIMAR. University of Hawaii. vi + 69 pp.
http://www.soest.hawaii.edu/PFRP/biology/itano/itano_yft.pdf (2017 年 10 月)
- 海外まき網漁業協会. 2004. 海外まき網漁業史. 358 pp.
- Kamimura, T., and Honma, M. 1963. Distribution of the yellowfin (*Neothunnus macropterus*) (Temminck and Schlegel) in the tuna longline fishing grounds of the Pacific Ocean. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 17: 31-53.
- Kikawa, S. 1966. The distribution of maturing bigeye and yellowfin and an evaluation of their spawning potential in

- different areas in the tuna longline grounds in the Pacific. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., 23: 131-208.
- Kirchner, C., Berger, A., Pilling, G. and Harley, S. 2014. Management strategies (objectives, indicators, reference points and harvest control rules): the equatorial skipjack purse seine fishery as an example. WCPFC-SC10-2014/MI-WP-02. 8 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC10-MI-WP-02%20Management%20Strategies%20SKJ%20PS%20example.pdf> (2017 年 10 月)
- Matthews, F.D., Damkaer, D., Knapp, L., and Collette, B. 1977. Food of western North Atlantic tunas (*Thunnus*) and lancetfishes (*Alepisaurus*). NOAA Tech. Rep. NMFS, 706: 1-19.
- Maunder, M.N., and Deriso, R.B. 2016. Application of harvest control rules for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Document SAC-07-07g. 6 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2016/SAC-07/PDFs/Docs/_English/SAC-07-07g_Reference-points-and-harvest-control-rule.pdf (2017 年 10 月)
- Maunder, M.N., Minte-Vera, C.V., Aires-da-Silva, A., and Valero, J.L. 2016. Current and future research on management strategy evaluation (MSE) for tunas and related species in the eastern Pacific Ocean. Document SAC-07-07h. 5 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2016/SAC-07/PDFs/Docs/_English/SAC-07-07h_Research-on-Management-Strategy-Evaluation.pdf (2017 年 10 月)
- McKechnie, S., Tremblay-Boyer, L., and Pilling, P. 2017. Background analyses for the 2017 stock assessments of bigeye and yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. WCPFC-SC13-2017/SA-IP-06. 144 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC13-SA-IP-06%20BET%20YF%20inputs%20report.pdf> (2017 年 10 月)
- Niwa, Y., Nakazawa, A., Margulies, D., Scholey, V.P., Wexler, J.B., and Chow, S. 2003. Genetic monitoring for spawning ecology of captive yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) using mitochondrial DNA variation. Aquaculture, 218: 387-395.
- 岡本浩明. 2004. 太平洋戦争以前および戦後直後の日本のまぐろ漁業データの探索. 水産総合研究センター研究報告, 13: 15-34.
<https://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull13/okamoto.pdf> (2017 年 10 月)
- Punt, A.E., Butterworth, D.S., de Moor, C.L., de Oliveira, J.A.A., and Haddon, M. 2016. Management strategy evaluation: best practices. Fish Fish., 17: 303-334.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/faf.12104/epdf> (2017 年 10 月)
- Royce, W.F. 1964. A morphometric study of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre). Fish. Bull. U.S. Fish Wildl. Serv., 63(2): 395-443.
- Schaefer, K.M. 1998. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. Bull. IATTC, 21(5): 205-272.
<https://www.iattc.org/PDFFiles2/Bulletins/IATTC-Bulletin-Vol-21-No-5.pdf> (2017 年 10 月)
- Schaefer, K.M., Fuller, D.W., and Aldana, G. 2014. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in waters surrounding the Revillagigedo Islands Archipelago Biosphere Reserve, Mexico. Fish. Oceanogr., 23(1): 65-82.
- Scott, R., Pilling, G., Brouwer, S., and Hampton, J. 2016b. Evaluation of candidate harvest control rules for the tropical skipjack purse seine fishery. WCPFC-SC12-2016/MI-WP-06. 32 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC12-MI-WP-06%20Tropical%20PS%20HCR%20evaluation%20%28%29.pdf> (2017 年 10 月)
- Scott, R., Pilling, G.M., Hampton, J., Reid, C., and Davies, N. 2016a. Report of the Expert Consultation Workshop on Management Strategy Evaluation. WCPFC-SC12-2016/MI-WP-05. 21 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC12-MI-WP-05%20MSE%20workshop%20report.pdf> (2017 年 10 月)
- Scott, R., Davies, N., Pilling, G.M., and Hampton, J. 2017b. Developments in the MSE modelling framework. WCPFC-SC13-2017/MI-WP-04. 25 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/MI-WP-04%20MSE%20framework%20developments.pdf> (2017 年 10 月)
- Scott, R., Pilling, G. and Hampton, J. 2017a. Performance indicators and monitoring strategies for bigeye and yellowfin Tuna compatible with candidate management objectives for the Tropical Longline Fishery.
<https://www.wcpfc.int/system/files/MI-WP-03%20BET%20YFT%20Objectives%20indicators%20and%20monitoring%20strategies.pdf> WCPFC-SC13-2017/MI-WP-03. 9 pp. (2017 年 10 月)
- Suzuki, Z., Tomlinson, P.K., and Honma, M. 1978. Population structure of Pacific yellowfin tuna. Bull. IATTC, 17(5): 277-441.
<https://www.iattc.org/PDFFiles2/Bulletins/Bulletin-Vol.17-No.5.pdf> (2017 年 10 月)
- Tremblay-Boyer, L., McKechnie, S., Pilling, G., and Hampton, J. 2017. Stock assessment of yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. WCPFC-SC13-2017/SA-WP-06. 118 pp.
https://www.wcpfc.int/system/files/SC10-SA-WP-04%20%5BYFT%20Assessment%5D_rev1_25July.pdf (2017 年 10 月)
- Tremblay-Boyer, L., and Pilling, G. 2017a. Geo-statistical analyses of operational longline CPUE data. WCPFC-

SC13-2017/SA-WP-03. 28 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC13-SA-WP-03%20CPUE%20geostats%20approach%20LL.pdf> (2017 年 10 月)

Tremblay-Boyer, L., and Pilling, G. 2017b. Use of operational vessel proxies to account for vessels with missing identifiers in the development of standardised CPUE time series. WCPFC-SC13-2017/SA-WP-04. 34 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/SC13-SA-WP-04%20CPUE%20analysis%20vessel%20ID%20proxies.pdf> (2017 年 10 月)

辻 祥子. 1998. 表中層トロールで採集したカツオ・マグロ型稚魚 3. 胃内容物の検討. 平成 10 年度日本水産学会春季大会 発表要旨集. 39 p.

Uotani, I., Matsuzaki, K., Makino, Y., Noda, K., Inamura, O., and Horikawa, M. 1981. Food habits of larvae of tunas and their related species in the area northwest of Australia. Bull. Japan. Soc. Scientist Fish., 47(9): 1165-1172.

WCPFC. 2012. Summary report of the 9th regular session of the commission. 63 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/WCPFC9-Summary-Report-final.pdf> (2017 年 10 月)

WCPFC. 2013. Summary report of the 10th regular session of the commission. 269 pp.
https://www.wcpfc.int/system/files/WCPFC%2010%20FINAL%20RECORD_1.pdf (2017 年 10 月)

WCPFC. 2014. Summary report of the 11th regular session of the commission. 306 pp.
https://www.wcpfc.int/system/files/WCPFC11%20summary%20report%20_FINAL_1.pdf (2017 年 10 月)

WCPFC. 2016. Summary report of the 13th regular session of the commission. 361 pp.
https://www.wcpfc.int/system/files/WCPFC13%20Summary%20Report%20final_issued%202%20March%202017%20complete.pdf (2017 年 10 月)

WCPFC. 2017a. Summary report of the 13th Meeting of the Scientific Committee of the WCPFC. 227 pp.
http://www.wcpfc.int/system/files/SC10%20-%20final_posted-rev.docx (2017 年 10 月)

WCPFC. 2017b. WCPFC14-2017-outcomes. 15 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/WCPFC14-2017-outcomes%20Provisional%20WCPFC14%20outcomes%20document-18%20Dec%20final.pdf> (2017 年 12 月)

WCPFC. 2017c. Work plan for the adoption of harvest strategies under CMM 2014-06115 pp.
<https://www.wcpfc.int/system/files/2017%20revised%20Harvest%20Strategy%20Workplan.pdf> (2017 年 12 月)

Williams, P., Terawasi, P., and Reid, C. 2017. Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions - 2016. WCPFC-SC13-2017/GN WP-1 rev 1. 70 pp.

https://www.wcpfc.int/system/files/GN-WP-01%20Overview%20of%20WCPFC%20Fisheries_1.pdf (2017 年 10 月)

Yesaki, M. 1983. Observation on the biology of yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tunas in Philippine waters. Indo-Pac. Tuna Dev. Manag. Programme. IPTP/83/WP/7. 66 pp.

キハダ（中西部太平洋）の資源の現況（要約表）

資 源 水 準	中位～低位
資 源 動 向	横ばい
世 界 の 漁 獲 量 (最 近 5 年 間)	55.8 万～65.0 万トン 最近 (2016) 年 : 65.0 万トン 平均: 59.9 万トン (2012 ～ 2016 年)
我 が 国 の 漁 獲 量 (最 近 5 年 間)	4.2 万～5.8 万トン 最近 (2016) 年 : 5.8 万トン 平均: 5.1 万トン (2012 ～ 2016 年)
管 理 目 標	検討中
資 源 評 価 の 方 法	統合モデル (Multifan-CL)
資 源 の 状 態	$SB_{2015}/SB_{F=0} = 0.33$ $F_{2012-2015}/F_{MSY} = 0.74$
管 理 措 置	まき網（熱帯水域） 2018 年に FAD 操業禁止 3 か月（7 ～ 9 月）+ 公海 FAD 操業禁止追加 2 ヶ月（4 ～ 5 月もしくは 11 ～ 12 月）。 FADs 操業禁止は、本船以外の船（tender vessel）にも適用される。 公海操業日数制限は、先進国に加え島嶼国がチャーターする船にも適用。 FADs 数規制（1 隻あたり常時 350 個以下）：全条約水域に適用 公海操業日数の制限 島嶼国以外のメンバーの大型船隻数制限 はえ縄 メバチの漁獲量制限（我が国の漁獲枠は、16,860 トン（2017 年）から 18,265 トンに増加。（メバチの漁獲量制限であるが、はえ縄漁業ではキハダの漁獲にも影響することが考えられるので、記載する））。
管理機関・関係機関	WCPFC、SPC
最新の資源評価年	2017 年
次回の資源評価年	2020 年

表 2. WCPFC における管理戦略評価法 (MSE : Management strategy evaluation) に関する検討状況
WCPFC では MSE を漁獲戦略 (Harvest strategy) と呼称する。

要素	WCPFC での定義、検討状況	備考
管理目標 (Management Objectives)	2016 年の WCPFC 第 13 回年次会合において、熱帯域のまき網漁業を対象に、生物学的視点、社会的視点、経済学的視点および生態学的視点に分けて、管理目標と目標の達成状況を具体的に測る指標の組み合わせの一覧が作成された (WCPFC 2016)。 第 13 回科学委員会において、この一覧にさらに監視戦略の内容を加えて、報告された (Scott et al. 2017a)。 WCPFC 第 14 回年次会合においても、引き続き管理目標の議論がなされる予定であったが、明確な進捗はなかった。	管理目標は、そもそもの魚類を管理する目的。改めて、明確に定義する。 WCPFC の条約の目標として、次の文言が記載されている (第二条) (“The objective of this Convention is to ensure, through effective management, the long-term conservation and sustainable use of highly migratory fish stocks in the western and central Pacific Ocean…”)。 「長期にわたって持続的な漁業生産が可能な資源を目指す」と条約に示された、この目標は、概念的 (conceptual) な目標と呼ばれる。この目標を、管理戦略の構成要素とするには、定量可能な実際のな (operational) 目標に読み替える必要がある。 【具体例】 概念的目標が「乱獲を防ぐ」であれば、実際の目標は「漁獲がないと仮定した場合の資源量レベルの 20% 以下になる確率を 20% 以下に維持する」などとなる。概念的目標が「最適な漁獲量を得る」であれば、実際の目標は、複数の組み合わせとすることで、「資源量に応じて、漁獲量を最大化する」と「漁業収益を最大化する」などとなる (Punt et al. 2016)。 第 13 回 WCPFC 科学委員会において、中西部太平洋のキハダ、メバチの管理目標、performance statistics および監視戦略の候補が次のように示された (Scott et al. 2017a)。適宜、改訂されて、第 14 回 WCPFC 年次会合で議論される。 生物学的な管理目標の例：管理目標「持続可能な資源量の周辺に維持する」、performance statistics 「 $SB/SB_{F=0} > 0.2$ となる確率」、監視戦略「Operating model (OM) の reference set で長期的に $SB/SB_{F=0} > 0.2$ となる確率」。 経済的な管理目標の例：管理目標「適切なレベルの CPUE に維持する」、performance statistics 「ある任意の適切な期間の予測 CPUE のばらつき具合」、監視戦略「実際に観測された CPUE が指定のレベルを上回る」。 社会的な管理目標の例：管理目標「雇用機会の確保」、performance statistics 「ある任意の海域での総漁獲量に対する、当該のメンバー国の漁獲の割合」、監視戦略「目標値に対する、漁業および水産加工業での実際の雇用者数」。
漁獲制御ルール (HCR; Harvest Control Rules)	2019 から 2021 年にキハダ、メバチの漁獲制御ルールが決定される計画 (WCPFC 2017c)	HCR は、管理目標を実現させるために、資源が限界管理基準以下に陥るのを避け、目標管理基準値周辺に維持されるようにする資源管理方策 (Scott et al. 2016b)。資源の変動に応じて、事前に合意したルール (IF-THEN ルール) もし、ある資源状態の基準を下回れば、禁漁区、禁漁期や漁具・漁法の規制などで努力量を抑制する) で、管理方策を変更することも設定できる (Kirchner et al. 2014)。関係者間で協議し、政治的、経済的、社会的な要素を十分に考慮した HCR の構築が必要である (Maunder and Deriso 2016, Maunder et al. 2016)。 【具体例】 中西部太平洋のメバチ、キハダ資源に関するものではなく、カツオでの試行例を示す (Scott et al. 2016b)。 例 1：資源量の基準を $SB/SB_{F=0} = 40\%$ として、この基準を実際の資源量が上回っている間は、その漁業の努力量は、基準年 (例えば、HCR が導入された年からみて最近 3 年) のレベルのままで良く、減少させる必要は無い。しかし、この基準を実際の資源量が下回った場合、努力量を基準年レベルから引き下げる。引き下げの程度は資源量に応じて行われる。資源量が $SB/SB_{F=0} = 40\%$ のときは、基準年レベルと同一。 $SB/SB_{F=0} = 20\%$ で努力量は 0。その間は資源量に直線的に比例させるので、 $SB/SB_{F=0} = 30\%$ のときは、近年の努力量レベルの半分となる。 例 2：例 1 と同様だが、努力量引き下げの方式が異なり、 $SB/SB_{F=0} = 30\%$ のときに基準年の努力量レベルの 80%、 $SB/SB_{F=0} = 25\%$ のときに基準年の努力量レベルの 50%。 $SB/SB_{F=0} = 20\%$ で 0% などとして、例 1 と比較して努力量の規制が激変することを緩和。 例 3：例 1 と同様だが、漁獲量の上限値を設ける。豊漁によって起きうる社会的懸念を考慮できる。

要素	WCPFC での定義、検討状況	備考
管理基準 (RP; Reference Points)	漁獲の強さ：2019 年にキハダ、メバチの TRP が決定される計画 (WCPFC 2017c)	管理基準値は、資源の大きさ、漁獲の強さを判断するための基準。TRP は、管理目標に照らして、望ましい資源の大きさ、もしくは漁獲の強さを示す。
目標管理基準値 (TRP; Target Reference Point)	資源量：2019 年にキハダ、メバチの TRP が決定される計画 (WCPFC 2017c)	<p>【具体例】</p> <p>次のリストは、LRP としても用いられる場合がある。なお、成長乱獲は、漁獲圧が高く、十分に成長する前に（加入あたりの最大の生産をする前に）漁獲される状態。加入乱獲は、漁獲圧が高く、加入量の減少をもたらすほど親魚量が漁獲によって減少する状態。</p> <p>漁獲の強さの TRP：</p> <p>① F_{MSY}（平均的に B_{MSY} を達成する漁獲死亡係数（F。魚の死亡を漁獲死亡と自然死亡に分けたときの、漁獲による死亡の割合）。この基準は、再生産関係と年齢別個体数（漁獲死亡と自然死亡の結果）の情報に基づいて求めるので、加入乱獲と成長乱獲を考慮できる。一方で、加入変動や資源評価モデルの諸設定で変化しやすい）。</p> <p>② $F_{0.1}$（加入量あたりの漁獲量と漁獲死亡係数の関係（YPR 曲線）の原点における傾きの 10% の傾きを持つ曲線部分に対応する F。LRP の F_{MAX} の説明も参照のこと。YPR 曲線では、F が小さいうちは、F の増加に対する加入量あたりの漁獲量の増加スピードは大きい（傾きが大きい）が、やがて、F が増加しても漁獲量が増加しにくくなり（傾きが段々小さくなる）、やがて、加入量あたりの漁獲量がほとんど変化しなくなる（傾きがゼロ）。F_{MAX} はこのフラットになる部分にある。F_{MAX} よりも資源に安全な方策が必要な場合（より漁獲圧を制限したい場合）は、曲線の傾きが、ゼロ（F_{MAX}）よりは大きく、原点での傾きよりは小さい部分に相当する F を選択する。その傾きが原点での傾きの 10% であることに合理的理由はないが、経験的に安全な基準であり、CPUE が大きく減少する可能性が低い F の基準と認識されている（Gabriel and Mace 1999）。F_{MAX} と同様に、この基準は年齢別の死亡と魚体重の情報から求めるので、加入乱獲は考慮していない）。</p> <p>③ $F_{X\%SPR}$（$F_{X\%}$ とも表示する。漁獲が無いときの SSB/R（Spawning Stock Biomass per Recruit。加入量あたりの親魚資源量）を 100% としたときの SSB/R の X% を達成する F。この基準は、自然死亡係数、年齢別体重、年齢別成熟割合および年齢別加入割合から求める。再生産曲線は利用しないもの、加入乱獲を考慮できる。成長乱獲は考慮しない）。</p> <p>④ F_{MED}（産卵資源量あたりの加入魚の 50% が生残することが期待される F。複数年の親魚量／加入量の観測値を用いて、その中央値を求める。漁獲方程式（パラメータに F を含む）で、この中央値に相当する親魚量／加入量を説明する F を推定する。複数年の実態に基づいているので、漁業による親魚量の上下動の変化の確率が半々になり、加入乱獲を避けることが期待できる。成長乱獲は考慮しない）。</p> <p>資源量の TRP：</p> <p>① XB_{MSY}、$XSSB_{MSY}$（MSY を達成するために必要な資源量または親魚資源量に関連する基準。X が 1.0 ならば B_{MSY}、SSB_{MSY}。加入乱獲と成長乱獲を考慮しているが、加入変動や資源評価モデルの諸設定で変化しやすい）。</p> <p>② XB_0、$XSB_{F=0}$（処女資源および漁業がない場合に期待される産卵資源量に関連する基準。後者は LRP として採用されている。データが少なく、資源量の絶対値の推定が難しい場合に用いることができる。B_0 の推定は難しい）。</p> <p>③ B_{MAX}（F_{MAX} で得られる資源量。詳しくは、漁獲の強さの LRP の F_{MAX} を参照のこと。成長乱獲を考慮できるが、加入乱獲は考慮しない）。</p> <p>④ $B_{0.1}$（$F_{0.1}$ で得られる資源量。詳しくは、漁獲の強さの TRP の $F_{0.1}$ を参照のこと。成長乱獲を考慮できるが、加入乱獲は考慮しない）。</p>

要素		WCPFC での定義、検討状況		備考
管理基準 (RP; Reference Points) 限界管理基準値 (LRP; Limit Reference Point)		漁獲の強さ：未定 資源量：20%SB _{F=0}		管理基準値は、資源の大きさ、漁獲の強さを判断するための基準。LRP は、管理目標に照らして、下回れることを避ける資源の大きさ、もしくは上回れることを避けるべき漁獲の強さを示す。持続的な資源の利用に必要な生物学的な限界点（資源量が回復不能あるいは回復がきわめて遅い状態にまで減少）を示すもので、「加入乱獲を避ける」ものとなる（Maunder <i>et al.</i> 2016）。 漁獲の強さに関する LRP は、産卵資源の量に関する LRP と独立したものは無く、漁獲努力をコントロールする適切な管理方策の根拠になりにくいだろうとの意見が第 10 回 WCPFC 年次会合で示され（WCPFC 2013 のパラグラフ 190）、第 10 回科学委員会が漁獲の強さの LRP に関する検討は中断された（WCPFC 2014 のパラグラフ 486）。今後、漁獲の強さに関する LRP が再検討されるかは不明だが、厳密に言えば、漁獲の強さが過剰かを判断する、合意された基準が無い状態ではある。2017 年の資源評価では資源状態を端的に示すために、通称、マジュロチャート（図 4）が用いられた。この縦軸（漁獲の強さの指標）は F/F_{MSY} であるので、 F_{MSY} を一応の基準にしていることが分かる。 資源量に関する LRP は、2012 年の第 9 回 WCPFC 年次会合で決定された（WCPFC 2012 のパラグラフ 269）。「許容される下限の産卵資源量（SB）は、漁業がない（ $F=0$ ）と仮定して推定した現在の産卵資源量の 20%」を意味する。「漁業がない（ $F=0$ ）」とは、「資源評価における最新年（2017 年のキハダ資源評価の場合は 2015 年）の 1 年前から 10 年間に漁業がなかった（2017 年のキハダ資源評価の場合は 2006 年から 2015 年）」と規定されている。
				【具体例】 すでに WCPFC における資源量に関する LRP は決定しているが、参考に LRP の候補をあげる。なお、TRP の項でとりあげたものは、全て LRP として考慮しても良いが、その逆はない。成長乱獲と加入乱獲は TRP の項を参照のこと。 漁獲の強さの LRP： ① F_{MAX} （加入量あたりの漁獲量と漁獲死亡係数の関係（YPR 曲線）で、加入量あたりの漁獲量が最大のときの F 。実際の F がこの値より大きい場合は、成長乱獲が起きていると判断する。この基準は年齢別の死亡と魚体重の情報からのみ求めているので、加入乱獲は考慮していない）。 ② $F_{SSB-Min}$ （将来の資源量（親魚量）が過去の歴史的な資源量（親魚量）の変動の下限を下回らないようにする F 。加入乱獲を考慮。参照したデータ期間に左右される。成長乱獲は考慮しない。資源にとって安全な基準ではない）。 ③ F_{loss} （将来の親魚量を過去の歴史的な親魚量の下限（ B_{loss} ）で維持できる F 。 B_{loss} に対応する加入量を再生産関係式から求め、その加入量のもとで B_{loss} となる F を推定する。加入乱獲を顧慮できる。再生産関係式が十分に把握されている必要がある。緩和策がない。成長乱獲は考慮しない。資源にとって安全な基準ではない）。 ④ F_{crash} （資源を崩壊させる可能性のある F の下限。再生産関係式から求める。資源にとって安全な基準ではない）。 ⑤ F_{X95M} （自然死亡係数に関連する F 。データが少ない資源に用いることが出来る。自然死亡係数の推定は、不確実な場合が多いことに留意。寿命が長い魚種には高すぎる F となりがちで、管理基準としては不向き）。 資源量の LRP： ① B_{X95M} 、 B_{XPRMAX} （処女資源の加入量もしくは過去最大の加入量をもたらず資源量に関する基準。加入乱獲を考慮。歴史的な加入量に依存する）。 ② B_{loss} （過去の歴史的な資源量（親魚量）の下限。加入乱獲を考慮。成長乱獲を考慮しない。資源にとって安全な基準ではない）。

要素	WCPFC での定義、検討状況	備考
Performance test simulation	2017 年にキハダ、メバチの performance statistics (performance indicator) の検討を行う。2019 年から 2021 年にキハダ、メバチの MSE が構築される計画 (WCPFC 2016)。	「3. まぐろ類の漁業と資源調査 (総説)」の図 12 も参照のこと。MSE の核となる Performance test simulation は、全てコンピュータ上で行われ、種々の MP、OM の組み合わせがどの程度、管理目標を達成出来るか、不確実性に対して頑健かをシミュレーションで判断する枠組み (Scott et al. 2016a)。 【具体例】 総説の付表 1 と図 12 を参照のこと。簡易の MSE がカツオについて試行されている (Scott et al. 2016b) ので、その概要を図 9 に示した。
リスクを許容するレベル (acceptable levels of risk)	リスクを許容するレベル (acceptable levels of risk) の候補 (20% または 10%) を試算し、20% 以上の確率で限界管理基準値を下回るものは外すプロセスが決定 (WCPFC 2016)	左記の暫定的決定は、管理目標は TRP に関連し、HCR は「漁獲がないと仮定した場合の資源量レベルの 20% 以下 ($20\%SB_{F=0}$ 、LRP) になる確率を少なくとも 20% 以下に維持すること」に関連することを、暗に意味しているだろう。より具体的には、管理戦略評価 (MSE) のシミュレーションで考える (総説の図 12)。漁獲制御ルール (HCR) と Operating model (OM) の組み合わせ一つについて、たとえば 200 回のシミュレーションを行うとする。1 回のシミュレーション期間は 30 年とする。10 個の HCR を 10 個の OM でシミュレートすると想定すると、合計 20,000 回のシミュレーションが行われることになる。このときに、LRP に関する performance statistics (performance statistics) を「管理開始後最初の 10 年のうちに $20\%SB_{F=0}$ を下回る確率」として、この指標が LRP を下回るシミュレーションの回数が 4,000 回 (20,000 回の 20%) を超える HCR は採用しないことを意味する。このとき、performance statistics (performance statistics) を「管理開始後 30 年目に $20\%SB_{F=0}$ を下回る確率」とすれば、どの HCR を採用すれば良いかについての結論は異なってくるであろう。 【具体例】 左記のように、すでに決定がなされている。しかし、上述のように、単に performance statistics の違いだけでなく、HCR が変わらうので、管理戦略評価の進捗につれて、このリスクの設定が、管理戦略全体のなかで、妥当かもくり返し判断する必要がある。暫定的なものもある。 IATTC での HCR の例 (一部) は、「漁獲の強さが、限界管理基準値 (親子関係を想定し、加入が初期資源加入量の 50% に減少する状態における産卵親魚量を維持する漁獲の強さ) を超過する確率が 10% 以上となる場合は、50% の確率で目標管理基準値 (F_{MSY}) 以下となるまで削減し、かつ限界管理基準値を超過する確率を 10% 以下となる措置を可能な限り早期に実施する」であり、「限界管理基準値を下回る許容リスク」を HCR に含んでいることが分かる。
監視戦略 (monitoring strategy)	2017 年にキハダ、メバチの監視戦略が決定される計画 (WCPFC 2017c)。	実際に管理が開始された後、どのように管理目標の達成状況をモニターするか。 【具体例】 第 13 回 WCPFC 科学委員会において、中西部太平洋のキハダ、メバチの管理目標、performance statistics および監視戦略の候補が示された (Scott et al. 2017a)。適宜、改定されて、第 14 回 WCPFC 年次会合で議論される。管理目標の項を参照のこと。

付表 1. 中西部太平洋におけるキハダの年別国別漁獲量（単位：トン）

国名／年	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
オーストラリア																				
ペリール																				
カナダ																				
クック諸島																				
中国																				
エクアドル																				
東部太平洋の漁業																				
スペイン																				
フィジー																				
ミクロネシア連邦																				
インドネシア	625	693	768	852	945	1,048	1,162	1,289	1,429	1,585	1,758	1,950	2,163	2,399	2,660	2,950	3,271	3,628	4,024	4,463
日本	13,374	10,404	22,291	29,414	29,548	26,802	27,986	42,866	46,138	49,427	55,405	55,949	63,579	54,502	51,104	47,299	62,938	36,847	40,149	41,015
キリバス																				
韓国									70	67	84	46	47	252	400	1,430	2,020	2,071	3,046	4,975
マーシャル諸島																				
メキシコ																				
ニューカレドニア																				
ナウル																				
ニウエ																				
ニュージーランド																		0	0	
仏領ポリネシア																				
バプアニューギニア																				
フィリピン	8,294	8,702	9,133	9,588	10,068	10,576	11,112	11,678	12,276	12,910	13,579	14,286	15,034	15,824	16,659	17,542	18,476	19,463	20,507	21,611
パラオ															141	173	71	52	17	133
ソロモン																				
セネガル																				
旧ソ連																				
エルサルバドル																				
トケラウ																				
トンガ																				
ツバル																				
台湾					1,192	2,724	2,377	2,109	3,370	2,731	2,704	3,055	3,011	2,661	3,057	4,088	6,164	6,730	14,066	14,971
米国	269	296	322	213	191	201	96	101	115	175	137	152	110	118	133	153	159	141	99	106
ベトナム																				
バヌアツ																				
サモア																				
その他																				
総計	22,562	20,095	32,514	40,067	41,944	41,351	42,733	58,043	63,398	66,895	73,667	75,438	83,944	75,756	74,154	73,635	93,099	68,932	81,908	87,274

国名／年	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
オーストラリア	0	0	0	0	0	0	1	0	16	0	0	0	5	0	5	9	13	1,164	950	1,646
ペリール																				
カナダ																			0	0
クック諸島																				
中国																			20	45
エクアドル																				
東部太平洋の漁業								0	0	0	0	0	0	577	3,475	311		219		
スペイン																				
フィジー					12	11	84	151	409	403	233	584	753	493	580	727	829	438	473	497
ミクロネシア連邦																				
インドネシア	4,950	5,130	8,100	9,180	9,149	9,956	7,233	9,773	9,431	13,081	16,294	19,689	21,599	22,221	30,557	33,962	38,986	47,255	55,024	61,617
日本	48,465	45,048	47,913	52,233	54,165	50,137	61,605	72,102	91,374	89,179	101,378	93,189	91,937	104,196	93,233	111,178	87,480	82,675	86,482	81,969
キリバス										0	1,812	2,021	1,981	2,402	2,563	2,078	2,335	1,973	2,357	2,656
韓国	3,663	3,832	6,685	6,653	5,191	9,529	15,118	16,179	13,812	18,421	22,896	10,751	11,993	12,228	10,353	12,590	16,435	28,555	31,743	42,953
マーシャル諸島																				
メキシコ														131	2,105	0				
ニューカレドニア												3	41	34	28	133	169	502	488	278
ナウル																				
ニウエ																				
ニュージーランド	0		0	0	1	1	0	0	15	16	51	26	2	205	189	170	7	8	5	15
仏領ポリネシア										161	253	472	368	238	426	243	232	149	274	187
バプアニューギニア	74	112	1,345	916	1,416	1,744	8,563	4,009	3,099	2,881	3,018	4,205			274	930				
フィリピン	29,104	32,559	33,833	40,472	47,050	48,016	40,452	57,352	34,201	44,991	42,344	51,110	47,717	55,736	54,260	63,196	57,348	53,528	56,141	65,881
パラオ	1	10	56	41	161	298	412	420	303	1	996	2,480	615			15	19	22	38	5
ソロモン		141	237	286	310	18	209	312	259	685	1,154	1,531	1,796	3,234	3,200	3,304	3,177	5,147	6,267	5,573
セネガル																				
旧ソ連																341	239	3,351	843	1,521
エルサルバドル																				
トケラウ																				
トンガ													81	48	55	44	33	32	26	27
ツバル													53	51	27	0	12	90	21	7
台湾	12,633	18,082	17,831	18,660	13,820	21,236	18,697	22,924	23,144	27,634	25,425	20,378	18,048	21,137	25,213	22,432	23,465	32,606	41,456	42,879
米国	269	213	185	112	153	127	342	385	422	777	1,663	12,731	23,358	52,358	43,834	28,084	28,384	49,047	21,252	43,733
ベトナム																				
バヌアツ																				
サモア																				
その他																				
総計	99,159	105,127	116,185	128,553	131,428	141,073	152,716	183,607	176,485	198,230	217,517	219,170	220,347	275,289	270,377	279,747	259,163	306,761	303,860	351,489

付表 1. (続き)

国名／年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
オーストラリア	2,009	2,308	1,361	1,292	1,293	1,322	1,743	1,737	2,154	1,839	1,805	2,821	3,532	3,686	2,387	1,500	1,833	1,392	1,650	1,387
ペリウズ						19	80	56	46	66	62	957	720	943	208	298	106	273	129	121
カナダ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
クック諸島						9	16	8	0	0	0	1	42	178	506	413	262	290	247	197
中国	173	481	1,315	2,754	4,823	5,837	2,757	1,419	1,435	2,237	2,207	2,438	3,596	8,586	8,745	14,886	14,493	13,338	21,281	22,471
エクアドル												771	313	47	173	206	769	1,328	1,793	411
東部太平洋の漁業						0	52	248	362	329	788	41	43	99	101	37	37	37	37	
スペイン							0	0	125	2,783	5,394	508	429	649	2,031	644	1,272	5,575	6,132	3,185
フィジー	521	487	612	1,051	1,409	1,548	1,581	1,057	910	766	2,508	2,167	2,112	2,567	4,249	2,676	2,316	1,806	2,807	3,440
ミクロネシア連邦		2,626	4,124	4,814	5,758	1,927	1,682	3,406	5,035	4,091	8,232	6,375	6,125	8,995	8,060	7,069	2,074	3,097	4,400	4,796
インドネシア	54,242	55,475	63,778	58,429	64,809	69,061	107,182	79,750	105,294	99,929	106,326	97,839	94,040	95,927	126,298	63,624	55,921	67,773	63,055	92,888
日本	83,844	75,474	92,020	83,050	80,539	89,153	64,512	88,208	68,528	70,501	73,823	63,345	45,417	56,055	49,805	51,719	56,012	50,579	60,483	61,191
キリバス	1,955	1,879	2,115	1,920	2,088	2,592	2,780	3,785	4,418	3,040	5,601	1,843	3,367	2,459	2,010	2,949	2,101	5,557	5,845	8,014
韓国	61,257	71,485	70,940	50,489	59,288	51,940	44,990	69,892	101,286	52,974	66,591	71,885	61,324	68,622	55,812	69,735	57,306	63,340	79,123	52,732
マーシャル諸島			3	70	23	12					2,382	7,802	5,888	8,045	13,626	11,241	4,639	8,215	6,454	5,105
メキシコ																				
ニューカレドニア	617	567	373	433	437	839	554	466	185	373	250	570	572	754	631	448	414	393	424	487
ナウル											8	5	2	6	1				2	7
ニウエ															4	36	43	43	40	20
ニュージーランド	4	6	13	16	33	105	154	122	116	150	1,749	2,045	4,425	5,400	6,569	2,746	2,931	4,733	4,509	2,231
仏領ポリネシア	250	490	475	682	554	743	666	661	788	1,173	1,662	1,315	913	909	1,620	1,185	1,235	1,049	939	1,193
パプアニューギニア				8	423	3,559	2,884	8,655	22,387	17,334	29,487	35,523	41,354	52,924	62,435	74,942	59,398	57,816	67,505	59,094
フィリピン	81,805	95,984	56,249	47,024	66,110	72,843	77,045	85,840	82,845	82,100	95,588	86,279	83,183	97,127	99,979	105,409	113,224	114,244	126,838	106,750
パラオ	8		62	39	31	0	0	1	0	0	63	41	3	19	28	0	0			
ソロモン	5,038	5,574	6,657	7,638	7,911	10,547	11,630	13,939	13,440	13,583	5,191	6,369	4,394	7,668	10,176	8,154	10,162	7,634	7,671	8,224
セネガル																6	3	4		
旧ソ連	616	1,104	433	2,453	1,563													2,893	2,476	1,543
エルサルバドル											128	248	0					2	2	3
トケラウ													2	1	1	1	2			
トンガ	27	19	19	64	46	59	88	100	125	163	175	259	263	263	163	219	227	341	291	109
ツバル	26	6	2													11	3	9	10	326
台湾	52,489	69,557	84,870	59,319	59,136	59,419	56,867	74,767	116,147	85,807	89,376	91,142	80,761	75,358	69,159	69,506	59,732	59,236	67,069	53,137
米国	49,970	38,031	42,851	46,683	54,192	38,665	33,628	51,450	62,665	61,176	46,037	35,195	25,121	28,284	23,639	23,872	11,207	15,710	48,951	35,114
ベトナム											10,832	12,561	14,301	12,696	17,215	17,384	17,440	17,983	16,554	14,241
バヌアツ					175	1,846	3,609	9,146	14,978	15,656	11,406	3,406	5,046	6,974	15,702	20,179	11,141	11,530	10,602	4,822
サモア				81	73	216	573	1,327	801	681	1,120	470	369	293	444	199	264	305	317	412
その他																				
総計	394,851	421,553	428,272	368,309	410,723	412,268	415,065	496,032	604,070	516,751	569,434	533,643	487,639	545,660	581,810	551,857	487,126	516,990	610,003	543,688

国名／年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
オーストラリア	1,359	1,870	1,264	1,342	1,688	2,180	1,766
ペリウズ	28	13	30	21	0	0	0
カナダ	0	0	0	0	0	0	0
クック諸島	192	394	693	346	504	339	314
中国	15,213	20,163	16,443	18,686	15,508	14,542	9,492
エクアドル	1,930	3,192	3,510	2,724	1,700	968	514
東部太平洋の漁業	37	37	37	0	0	0	0
スペイン	4,786	6,207	5,444	7,255	4,923	3,231	576
フィジー	2,602	4,051	3,188	2,203	4,343	3,647	4,701
ミクロネシア連邦	4,648	6,941	6,933	4,713	7,227	9,461	14,208
インドネシア	73,846	114,442	144,745	147,484	136,209	146,020	160,418
日本	68,000	55,227	50,804	41,696	49,669	54,745	58,112
キリバス	8,978	12,828	12,991	15,193	20,964	17,768	26,515
韓国	75,452	53,875	59,072	45,876	51,901	43,977	60,080
マーシャル諸島	10,625	14,705	12,525	12,582	10,427	7,757	8,812
メキシコ							
ニューカレドニア	505	585	573	531	741	852	482
ナウル	4	6	8	16	16	16	16
ニウエ	8	0	0	0	0	0	0
ニュージーランド	1,484	1,622	1,322	1,053	1,031	198	144
仏領ポリネシア	974	1,049	1,480	1,218	1,443	1,993	1,864
パプアニューギニア	53,619	38,797	66,648	51,894	54,294	49,154	82,094
フィリピン	100,446	63,957	78,890	79,623	97,229	92,347	83,847
パラオ							
ソロモン	9,264	8,752	8,920	8,408	26,804	28,620	22,186
セネガル	0	0	0	0	0	0	0
旧ソ連							
エルサルバドル	1,395	1,734	1,894	2,303	2,174	950	257
トケラウ	0	0	106	87	20	106	106
トンガ	47	171	140	126	195	297	322
ツバル	2,404	2,343	4,215	1,585	812	435	769
台湾	64,005	54,510	58,427	50,278	44,335	51,100	59,217
米国	41,328	36,540	44,182	36,319	42,175	26,461	26,293
ベトナム	14,193	15,359	16,816	19,524	15,898	21,676	24,389
バヌアツ	4,741	5,445	8,217	4,484	4,241	2,892	1,707
サモア	388	395	234	330	231	252	239
その他			0	2	22	4	6
総計	562,499	525,210	609,751	557,902	596,724	581,988	649,446