キハダ　中西部太平洋

（Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*）

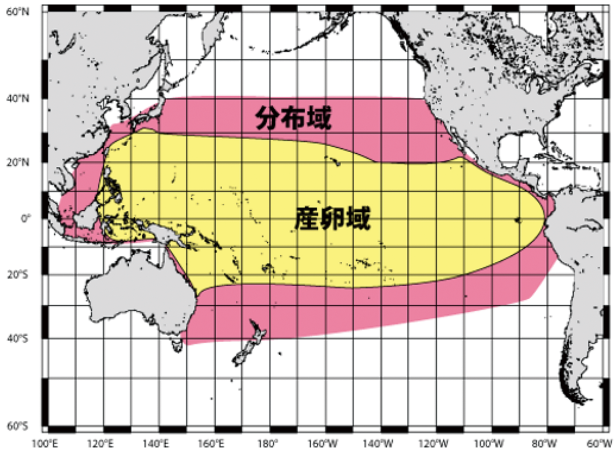

図1. 太平洋におけるキハダの分布域及び産卵域

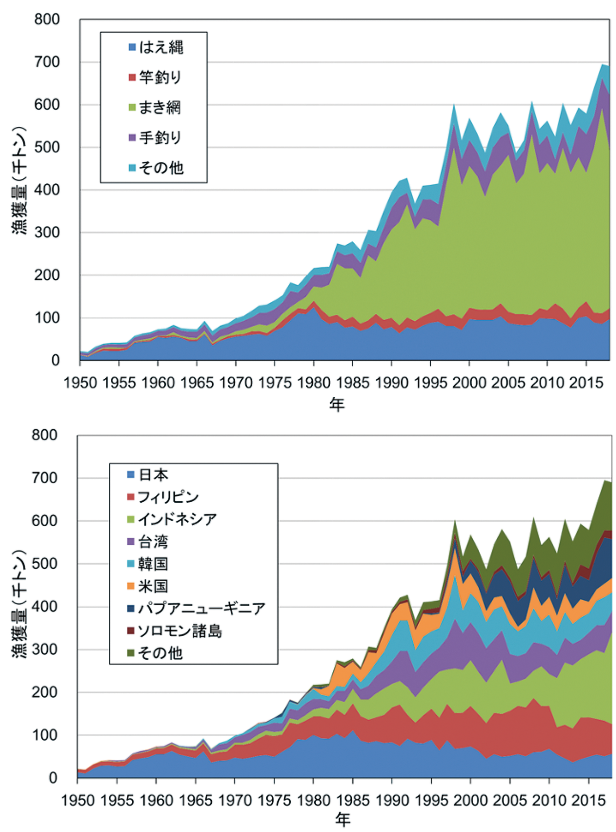

図2. 中西部太平洋におけるキハダの漁法別漁獲量（上図）、国別漁獲量（下図）

最近の動き

2018年の総漁獲量は69.0万トン（予備集計）で、過去2番目に高い値であった。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。2019年12月に開催された中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）第16回年次会合において、現行の措置を維持することが合意された。

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、はえ縄が漁獲の半分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。2018年の総漁獲量は69.0万トン（予備集計）で、過去最高値を記録した。内訳は、まき網が54%、はえ縄が14%、竿釣りが4%、そのほか29%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、手釣り等）が含まれている（図2、付表1）（WCPFCホームページの2019年12月時点の漁獲統計ファイル：https://www.wcpfc.int/doc/wcpfc-tuna-fishery-yearbook-2017-excel-files；WCPFC第15回科学委員会時の資料であるWilliams *et al*.（2019）とは数字が若干異なる）。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、各種資料との漁獲量の記載と一致しない場合がある。

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年に自然流木に蝟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（FAD）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、典型的には、フロートになる筏部分と、海中にあって蝟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）、魚群が蝟集した場合、これを明け方に漁獲する漁法である。近年、FADに魚群探知機と衛星ブイを装着し、魚群の蝟集状況を、FAD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、FAD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FAD（ICCAT 2016）に、東部太平洋でもほぼ100%のFAD（Hall and Román 2018）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、FAD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、FAD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FAD数の推定、FAD寿命の推定、生分解性のFAD素材の開発、生物が絡まりにくいFADの開発、FADに関する情報収集項目の標準化作業等がある。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（2009～2018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、日本及び米国等で、2018年には、これら6か国でまき網漁獲量の66%を占めた。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、2018年は4.1万トン（予備集計）であった。漁獲対象魚種によらず、まき網全体の努力量は近年、上昇傾向にあり、特に島嶼国の努力量は増加しているものの、それ以外の国の努力量は横ばいか低下傾向にあるが、2018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、FAD操業は80 cm未満が多い（Williams *et al*. 2019）。

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に操業域を広げ、1965年に地理的に最も広く操業が行われ、その後、1970年になるまでは地理的な操業範囲が最も拡大していた時期となる。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（2009～2018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、韓国及び中国等で、2018年には、これら6か国ではえ縄漁獲量の77%を占めた。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、2018年は1万トン（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～170 cmである（Williams *et al*. 2019）。

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（2009～2018年）で、竿釣りの漁獲量が多い国はインドネシアで、2019年には、インドネシア一国で竿釣り漁獲量の88%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、手釣り等）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。

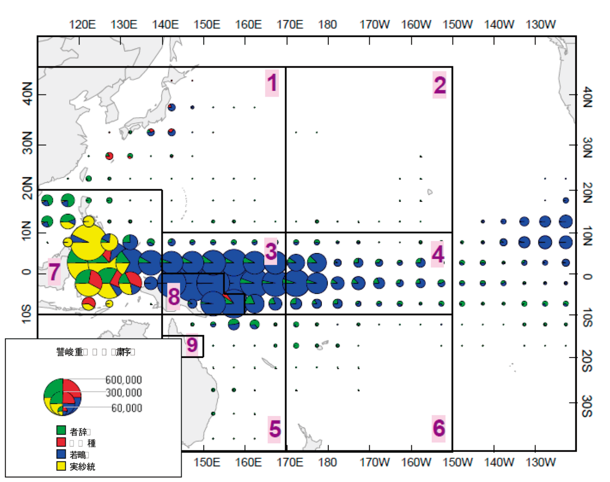

図3. 主要漁業によるキハダの漁獲量分布（1990～2018年合計）及び2017年の資源評価に用いられた海区区分（Williams *et al*. 2019）
黄緑がはえ縄、赤が竿釣り、青がまき網、黄がその他の漁業を表す。

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、中西部太平洋内に複数の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（例えば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）。さらに、熱帯域では大西洋の西経150度のあたりで漁獲サイズが異なることが知られている（図4）。一方で、はえ縄やまき網の漁獲状況をみると、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*. 2019）。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1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。

本種の1回あたりの産卵数（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、畜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早いこと、漁獲物にあらわれる最大体長が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。しかし、大西洋では耳石輪紋の解析により18歳と査定される研究例もある（Andrews *et al*. 2020）。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、頭足類等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程度との報告があるが、50%成熟は体長105 cm程度である（Itano 2000）。最大体長は200 cmを超えるとみられる（FAO FishFinder）。

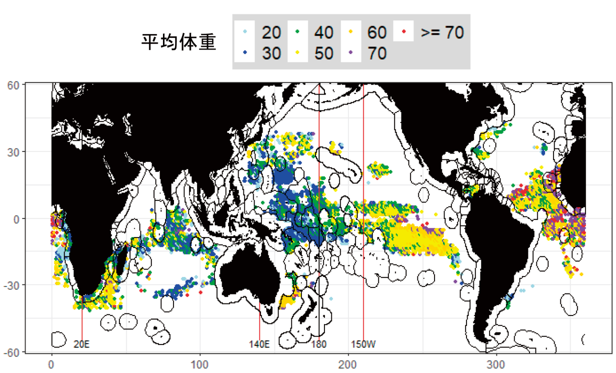

図4. 太平洋におけるはえ縄漁業によるキハダの平均漁獲サイズ（kg）の一例（2010年）
赤いラインはまぐろ類RFMOの境界の目安。黒いラインはEEZ。

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； 最終アクセス日2019年12月）。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）を表1に示す。

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。したがって、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、1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表2（Tremblay-Boyer *et al*. 2017）に示す。

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、年齢別再生産力（性比、成熟している

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

割合、産卵頻度、1回あたりの産卵数を考慮）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、年齢別再生産力についてもほぼ同一であった（Tremblay-Boyer *et al*. 2017、表2）。

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）

表2. 中西部太平洋におけるキハダの各四半期齢（3か月ごと）時の自然死亡係数と再生産力（性比、成熟している割合、産卵頻度、1回あたりの産卵数を考慮）

四半期齢	自然死亡係数	再生産力
0	0.500	0.000
1	0.440	0.000
2	0.380	0.000
3	0.320	0.003
4	0.260	0.031
5	0.200	0.112
6	0.200	0.423
7	0.200	0.586
8	0.200	0.845
9	0.201	0.935
10	0.203	0.975
11	0.211	0.995
12	0.229	1.000
13	0.292	0.981
14	0.306	0.890
15	0.324	0.771
16	0.306	0.617
17	0.282	0.473
18	0.261	0.352
19	0.244	0.257
20	0.232	0.184
21	0.222	0.131
22	0.216	0.092
23	0.211	0.064
24	0.208	0.045
25	0.205	0.031
26	0.204	0.022
27	0.203	0.015

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。資源評価モデルは統合モデルの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。はえ縄のCPUEの標準化には、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、主要はえ縄国（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 2017）。

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（$SB_{2012\text{-}2015}$ / $SB_{F=0}$）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（LRP）；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（$F_{2012\text{-}2015}$ / F_{MSY} = 0.74（80％確率範囲は0.62-0.97））（図5）。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（$F_{2012\text{-}2015} > F_{MSY}$）であった可能性も4％（48ケース中2ケース）あることには留意する必要がある。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）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6）。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6）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7）。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の増加は、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8）。各漁業の産卵資源量に与える影響は、はえ縄、竿釣り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FAD操業とフィリピン、イン

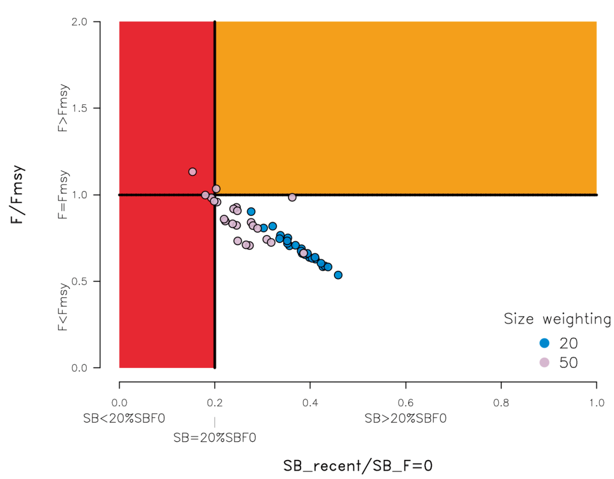

図5. 中西部太平洋におけるキハダの$F_{2012\text{-}2015}$ / F_{MSY}と$SB_{2012\text{-}2015}$ / $SB_{F=0}$の48ケースのプロット（WCPFC 2017）

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。設定が異なる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等、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20分の1と50分の1の場合。

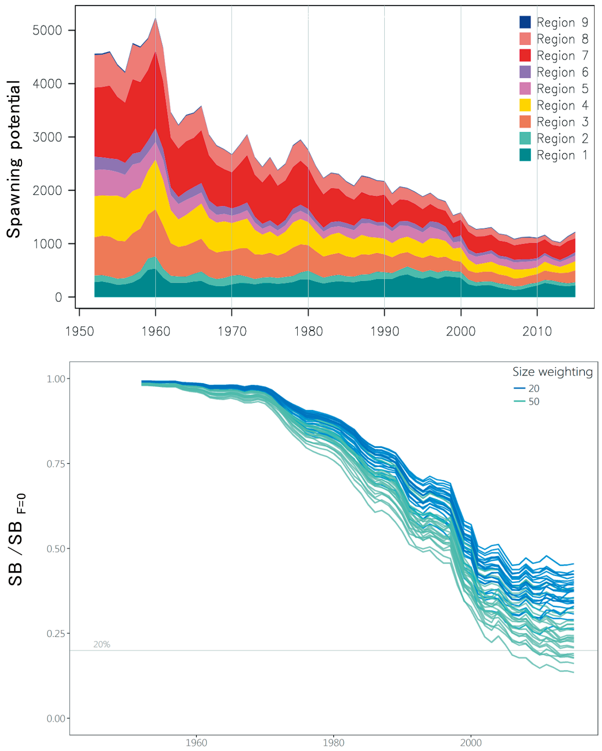

図6. 中西部太平洋におけるキハダのSpawning potential（上図）とSpawning Biomass ratio（下図）の推移（WCPFC 2017）
上図：海域（図3）ごとのSpawning potential（産卵資源量、性比、年齢別成熟率、1回あたりの産卵量、産卵回数の情報を考慮した、産卵可能指数）。下図：漁業がないと仮定した状態の産卵資源量を1.0としたときの、実際の産卵資源量の割合。設定が異なる48ケースの結果を示す。青色と緑色はサイズデータの重み（CPUE等、そのほかのデータに比べて、大きいほどサイズデータをより重視していることになる）がそれぞれ20分の1と50分の1の場合。

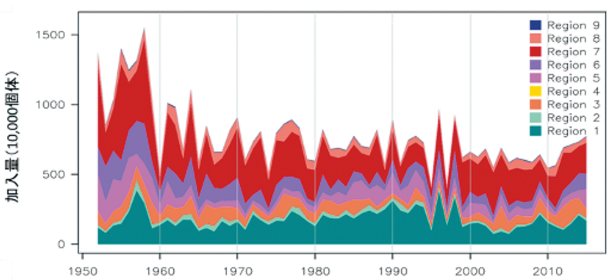

図7. 中西部太平洋におけるキハダの加入量（WCPFC 2017）
海域（図3）ごとの加入量（10,000個体）。

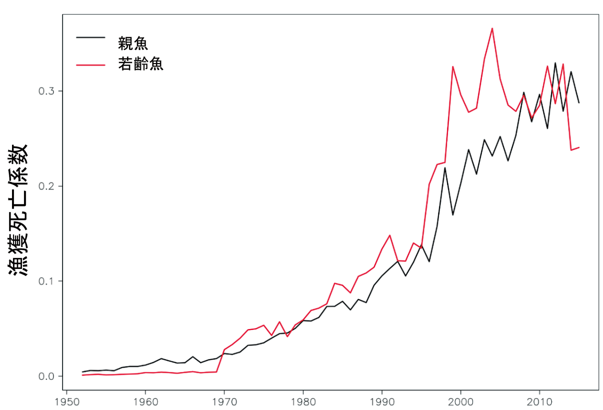

図8. 中西部太平洋におけるキハダの漁獲死亡係数（年）の推移（WCPFC 2017）
黒：親魚、赤：未成魚を示す。

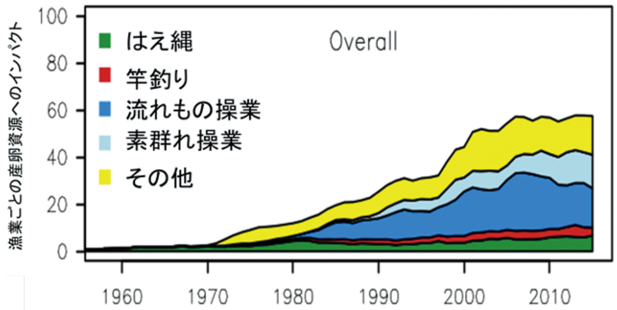

図9. 中西部太平洋における漁業ごとのキハダ産卵資源へのインパクト（WCPFC 2017）
縦軸は漁業が資源を減少させた割合（%）を示したもの。はえ縄（緑）、竿釣り（赤）、まき網流れもの操業（青）、まき網素群れ操業（水色）、その他（黄）を表す。

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9）。

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。①2014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、成長式の変更等を行って'diagnostic case' と呼ばれる、感度分析過程（後述の②参照）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と呼ばれていた最も資源状態を良く表すモデルと異なり、感度分析の1つの設定との扱い。②この'diagnostic case' の設定を1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、スティープネス、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、自然死亡係数等）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）、スティープネス（3種類）、サイズデータの重み（2種類））の組み合わせの合計48ケース（= 2×2×2×3×2）で構成される'structural uncertainty grid' 解析を行った。④WCPFC第13回科学委員会の議論で、個々のケースの重みは1とされた（WCPFC 2017）。産卵資源量の変化（図6）によると、その水準は過去の平均から最低値の間にあるとみられ、その動向は、ケースによって異なるが、おおむね横ばいとみられる。

管理方策

2019年12月に開催されたWCPFC第16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、現行措置の見直しについて議論が行われた結果、現行措置を維持することが合意された。

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か月（4～5月もしくは11～12月）
- FAD操業禁止は、本船以外の船（tender vessel等）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
- FAD数規制（1隻あたり常時350基以下）：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18,265トン（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。））

【MSE（Management strategy evaluation）の検討状況】

「4. まぐろ類RFMOにおける管理方策（総説）」にMSEに関する一般的な説明があるので、参照のこと。

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

Andrews, A.H., Pacicco, A., Allman, R., Falterman, B.J., Lang, E.T., and Golet, W. 2020. Age validation of yellowfin (*Thunnus albacares*) and bigeye (*Thunnus obesus*) tuna of the northwestern Atlantic Ocean. Can. J. Fish. Aquat. Sci., doi: 10.1139/cjfas-2019-0328

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（2019年12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 [YFT Assessment]_rev1_25July.pdf（2019年12月）

FAO FishFinder. FI Institutional Websites. In FAO Fisheries and Aquaculture Department (online). Rome.
http://www.fao.org/fishery/（2019年12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（2019年12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

Hall, M., and Román, M.H. 2018. The fishery on fish-aggregating devices (FADs) in the eastern Pacific Ocean - update. Document SAC-09-04. 18 pp.
https://www.iattc.org/Meetings/Meetings2018/SAC-09/PDFs/Docs/_English/SAC-09-04_The-fishery-on-FADs-in-the-EPO.pdf（2019年12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 JIM

AR 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（2019年12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.

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.

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. WCPFCSC13-2017/SA-IP-06. 144 pp.
https://www.wcpfc.int/system/files/SC13-SA-IP-06%20BET%20YF%20inputs%20report.pdf（2019年12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（2019年12月）

Pacicco, A., Allman, R., Andrews, A., Lang, E., Falterman, B., Murie, D., and Golet, W. 2019. Age validation, growth, and mortality of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the U.S. Gulf of Mexico and Atlantic. SCRS/P/2019/025.

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（2019年12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（2019年12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.

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（2019年12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（2019年12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（2019年12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（2019年12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. 2017. 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（2019年12月）

Williams, P., Terawasi, P., and Reid, C. 2019. Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions - 2018. WCPFC-SC15-2018/GN WP-1 rev 1. 69 pp.
https://www.wcpfc.int/file/302848/download?token=WERo-onQ（2019年12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
我が国の漁獲量 （最近5年間）	58.0万～69.5万トン 最近（2018）年：69.0万トン 平均：64.0万トン（2014～2018年）
我が国の漁獲量 （最近5年間）	4.4万～5.7万トン 最近（2018）年：5.7万トン 平均：5.1万トン（2014～2018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） ・FAD操業禁止3か月（7～9月）＋公海FAD操業禁止追加2か月（4～5月もしくは11～12月） ・FAD操業禁止は、本船以外の船（tender vessel等）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 ・FAD数規制（1隻あたり常時350基以下）：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18,265トン）
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

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																				
ベリーズ																				
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																				
パプアニューギニア																				
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
ベリーズ																				
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
パプアニューギニア	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
ベリーズ						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		
クック諸島					9	16	8	0	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	4,160	411
東部太平洋の漁業						0	52	248	362	329	788	41	43	99	101	37	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															
エルサルバドル												128	248	0				2,893	2,476	1,543
トケラウ													2	1	1	1	2	2	2	3
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	2017	2018
オーストラリア	1,359	1,870	1,264	1,342	1,688	2,180	1,766	1,669	1,315
ベリーズ	28	13	30	21	0	0	0	0	0
カナダ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
クック諸島	192	394	693	346	504	339	314	702	619
中国	15,212	20,176	16,448	18,664	15,479	14,514	9,501	11,251	11,482
エクアドル	1,979	3,027	3,583	2,770	1,660	949	565	1,799	1,750
東部太平洋の漁業	37	37	37	0	0	0	0	0	0
スペイン	4,833	5,932	5,458	7,288	4,855	3,161	801	1,272	954
フィジー	2,602	4,051	3,188	2,203	4,343	3,647	4,701	4,986	2,738
ミクロネシア連邦	4,748	6,933	6,937	4,698	7,884	10,220	13,913	19,437	19,825
インドネシア	73,846	114,442	144,745	147,484	136,209	146,020	160,418	157,397	215,460
日本	68,000	55,227	45,804	36,345	43,863	50,272	54,466	50,871	56,695
キリバス	9,075	12,804	13,019	15,153	20,873	18,137	25,773	29,395	25,754
韓国	75,346	53,965	59,360	45,743	52,267	45,131	57,058	64,178	42,945
マーシャル諸島	10,635	14,676	12,570	12,590	10,481	7,809	8,887	12,333	10,136
メキシコ									
ニューカレドニア	505	585	573	531	741	852	482	559	467
ナウル	4	6	8	16	16	16	16	16	1,336
ニウエ	8	0	0	0	0	0	0	0	0
ニュージーランド	1,481	1,628	1,332	1,059	1,064	285	185	580	747
仏領ポリネシア	974	1,049	1,480	1,218	1,443	1,993	1,864	2,234	2,284
パプアニューギニア	53,808	38,817	66,683	51,843	54,728	49,206	81,422	107,626	89,552
フィリピン	100,615	63,984	78,856	79,611	97,743	92,317	83,726	83,801	69,586
パラオ	0	0	0	0	0	0	0	1,352	1,887
ソロモン	9,247	9,044	8,957	8,500	27,078	27,863	21,637	17,009	20,096
セネガル	0	0	0	0	0	0	0	0	0
旧ソ連									
エルサルバドル	1,376	1,648	1,865	2,277	2,053	934	242	665	417
トケラウ	0	0	106	87	20	106	106	29	27
トンガ	47	171	140	126	195	297	322	373	201
ツバル	2,409	2,348	4,245	1,587	820	437	739	1,543	1,679
台湾	64,006	54,539	58,513	50,246	44,375	51,168	58,282	66,164	49,257
米国	41,307	36,604	44,295	36,366	42,653	26,981	26,707	31,722	33,717
ベトナム	14,193	15,359	16,816	19,524	15,898	21,676	24,389	23,010	25,455
バヌアツ	4,742	5,439	8,232	4,482	4,259	2,904	1,716	2,488	3,423
サモア	386	395	234	330	231	252	239	644	401
その他	0	4	0	6	24	6	9	2	2
総計	563,000	525,167	605,471	552,456	593,447	579,672	640,246	695,107	690,207