

キハダ中西部太平洋 2. 海洋環境と生態系への配慮

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2025-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 竹茂, 愛吾, 米崎, 史郎, 岸田, 達, 宮本, 麻衣 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013759

2. 海洋環境と生態系への配慮

概要

生態系情報・モニタリング (2.1)

中西部太平洋における生態系と混獲の問題、生態系モデル解析、はえ縄による混獲情報が取りまとめられており、部分的だが利用できる情報がある (2.1.1 4 点)。熱帯まぐろ類の仔稚魚、動物プランクトン、海洋環境の調査が不定期的に実施されている (2.1.2 3 点)。2008 年から中西部太平洋において、科学オブザーバー計画が確立され、はえ縄やまき網による混獲や漁獲物組成等について部分的な情報が収集可能となっている (2.1.3 3 点)。

同時漁獲種 (2.2)

まき網の混獲利用種であるカツオは、資源状態は懸念される状態にない。はえ縄の同時漁獲種であるメバチ、ビンナガ、メカジキ、ヨシキリザメ、クロトガリザメの評価結果では、クロトガリザメの資源状態が懸念される状態であった (2.2.1 まき網 5 点、はえ縄 3 点、総合評価 4.6 点)。まき網による混獲非利用種は、ツムブリ、クロトガリザメ、アミモンガラ、クサヤモロ、シイラなどである。東部太平洋での PSA 評価では、クロトガリザメが中程度のリスクと判断された以外は軽微であると報告されている。はえ縄の混獲非利用種の PSA 評価では、アオウミガメ、アカウミガメ、タイマイ、ヒメウミガメではリスクが高、オサガメでは表層で中程度、アカマンボウで中程度などとされ、全体としてリスクが高、中程度の種が複数含まれていた (2.2.2 まき網 4 点、はえ縄 2 点、操業評価 3.6 点)。環境省指定の絶滅危惧種のうち、評価対象水域と分布域が重複する種について PSA 評価を行った結果、両漁法とも全体平均ではリスクは低いと判断されたが、海亀類のリスクについては、まき網では中程度、はえ縄では高いと判断された (両漁法とも 3 点)。

生態系・環境 (2.3)

【食物網を通じた間接作用】キハダの捕食者は、メカジキ、クロカジキ、マカジキ、アオザメ、ヨシキリザメ、クロトガリザメ、ヨゴレ、メバチなどである。Allain et al.(2007)が構築した中西部太平洋表層の生態系モデル Ecopath の Mixed trophic impact によれば、キハダの漁獲量を増加した場合でも捕食者への影響は軽微である (2.3.1.1 5 点)。キハダの餌生物は、成魚ではカツオ、ソウダガツオ類、アカイカ類などである。生態系モデルの Mixed trophic impact によれば餌生物である魚類や頭足類に対する負の影響は軽微である (2.3.1.2 5 点)。生態系モデルによって推定されたキハダの栄養段階は 4.88 であり、カツオ (同 4.92) 及びミズウオ属、シマガツオ科、アジ科、シイラ属、クロタチカマス科、カマスサワラ、アカマンボウ、サバ科から成る肉食性魚類 (4.93) が、同様の栄養段階に位置する競争者と推定される。Ecopath の Mixed trophic impact によれば、キハダの漁獲量が微増しても競争者の変化は軽微である (2.3.1.3 5 点)。

【生態系全体】漁獲物の平均栄養段階水準は 1980 年から 2000 年にかけて増加傾向を示し、その後横ばい状態を示しているが、小型魚や大型魚など栄養段階の高い種の多様性と生物量は 2000 年以降に大きく変化しながら増減しているとされる。したがって、対象漁業による影響の強さは重篤ではないが、生態系特性の一部変化が懸念される（2.3.2 3 点）。

【海底・水質・大気】まき網、はえ縄は着底漁具ではない（2.3.3 5 点）。WCPFC 海域における日本漁船による海洋への汚染や廃棄物の投棄についての違反報告は見いだせなかったことから国内法規を遵守した操業が行われているものと解釈した（2.3.4 4 点）。単位漁獲量あたり排出量（t-CO₂/t）は大中型かつおまぐろ 1 そうまき網では比較的低い、まぐろはえ縄では我が国漁業の中でも高い値となっているため、対象漁業からの排出ガスによる大気環境への悪影響が懸念されたとした（2.3.5 3 点）。

評価範囲

① 評価対象漁業の特定

2018 年の「国際漁業資源の現況」によれば、2016 年における中西部太平洋におけるキハダ漁獲量は 64.9 万トンである。主要漁業はまき網 61%、はえ縄 14%、竿釣り 4%、そのほか 22% である。このため、評価対象漁業はまき網とはえ縄（両漁業で 75%以上）とする（佐藤 2019a）。

② 評価対象海域の特定

漁獲量が 75%を占めるまき網とはえ縄が操業する中西部太平洋を対象海域とする。

③ 評価対象漁業と生態系に関する情報の集約と記述

1) 漁具、漁法

・まき網：我が国の海外まき網の場合、身網の全長 810 尋（約 1,500 m）、網丈 78 尋（約 140 m）である（金田 2005）。操業は当初は素群、自然流木に蛸集する魚群を対象としていたが 1990 年代から集魚装置（FADs）を使用した操業が発達した（佐藤 2019a）。

・はえ縄：我が国の近海マグロはえ縄の場合、長さ 150 km 以上の幹縄に枝縄を 2,000 本以上付ける（全国漁業就業者確保育成センター 2018）。

2) 船サイズ、操業隻数

・まき網

2014 年のまき網の操業隻数は、日本、韓国、台湾、米国の 200 トン以上船 142 隻、太平洋島嶼国 95 隻、中国、エクアドル、エルサルバドル、ニュージーランド、スペインなど 65 隻、合計 302 隻となっている（佐藤 2016）。

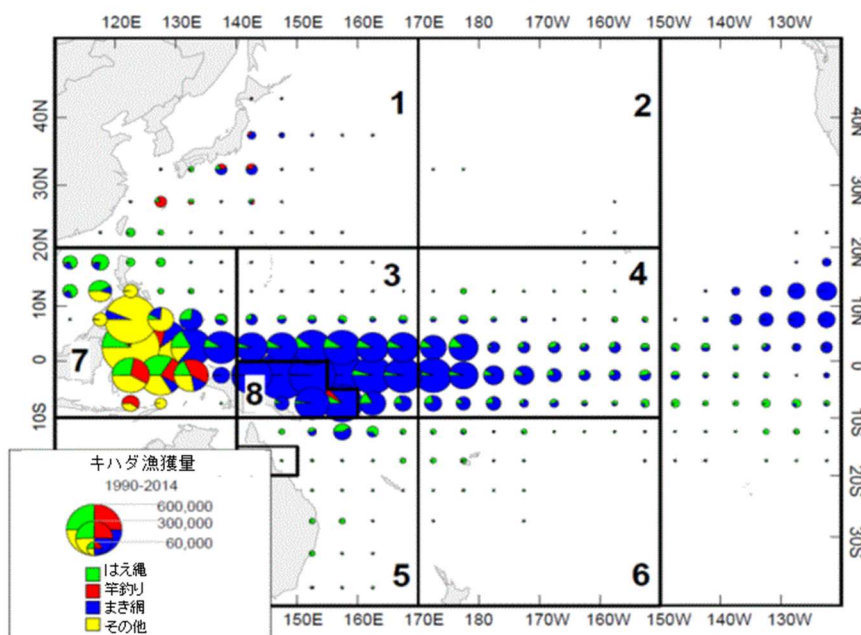
はえ縄船の操業隻数は、日本の 200 トン未満船 278 隻、200 トン以上船 83 隻、韓国の中・大型船 112 隻、台湾の大型船 73 隻、100 トン未満の小型船 1,275 隻、中国の氷蔵船 245 隻、急速冷凍船 108 隻、合計 2,174 隻となっている(佐藤 2016)。

キハダの分布域の中心であり漁場も形成される中部西太平洋（FAO の 71 海区（ほぼ西経 175 度、北緯 20 度、南緯 25 度の線とオーストラリア大陸、大・小スンダ列島に囲まれた海域）における直近 5 年間（2012～2016 年）の主要な漁獲物の平均漁獲量は以下の通りである（FAO 2018）。

英名	和名	学名	平均(千トン)
Skipjack tuna	カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>	3,057
Yellowfin tuna	キハダ	<i>Thunnus albacares</i>	1,529
Indian mackerel	グルクマ	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	764
Bigeye tuna	メバチ	<i>Thunnus obesus</i>	557
Narrow-barred Spanish mackerel	ヨコシマサワラ	<i>Scomberomorus commerson</i>	387
Short mackerel		<i>Rastrelliger brachysoma</i>	219
Kawakawa	スマ	<i>Euthynnus affinis</i>	207
Bigeye scad	メアジ	<i>Selar crumenophthalmus</i>	181
Goldstripe sardinella		<i>Sardinella gibbosa</i>	141
Frigate tuna	ヒラソウダ	<i>Auxis thazard</i>	121
Yellowstripe scad	ホソヒラアジ	<i>Selaroides leptolepis</i>	116

中西部太平洋の主な漁場は南緯 15 度と北緯 15 度に挟まれた熱帯域であるが、夏季には温帯域でも漁獲がある。

図 1. 主要漁業によるキハダの漁獲量分布 (1990~2014 年合計) 及び 2014 年の資源評価に用いられた海区区分 (Williams and Terawasi, 2016)。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。



6) 同時漁獲種：

・まき網：

かつお・まぐろ狙いのまき網には素群巻き、流木まき、FAD 利用などのタイプがあるが、混獲が多いのは FAD 利用である (Hall and Roman 2013)。

中西部太平洋のまき網による 2017 年の我が国の漁獲量は、以下に示した通りである (WCPFC 2018)。このうちカツオの漁獲量のみでキハダを除いた全漁獲量の 75%を超えるため、混獲利用種の評価はカツオを対象とした。

魚種	漁獲量 (トン)	割合 (%)
カツオ	128,266	73.88
キハダ	34,410	19.82
クロマグロ	4,540	2.62
ビンナガ	3,679	2.12
メバチ	2,644	1.52
クロカジキ	59	0.03
シロカジキ	7	0.00

・はえ縄：

中西部太平洋のはえ縄による 2017 年の我が国の漁獲量は、以下に示した通りである (WCPFC 2018)。このうちキハダを除くと、ビンナガ、メバチ、メカジキ、クロカジキ、アオザメ、マカジキ、ニシネズミザメ、カツオ、オナガザメ、シロカジキ、クロマグロで全漁獲量の 73.0%に至るため、これらを混獲利用種とした。

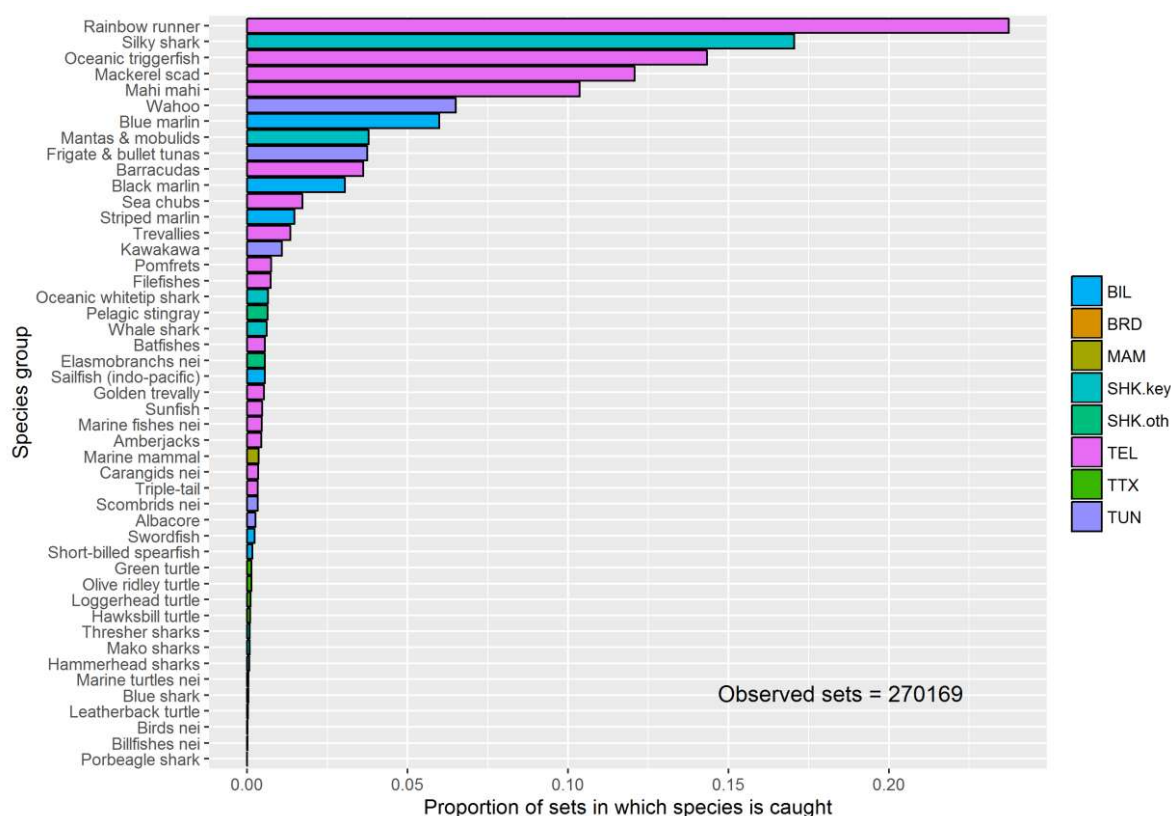
魚種	漁獲量 (トン)	割合 (%)
ビンナガ	6,091	28.24
キハダ	5,813	26.95
メバチ	4,054	18.80
メカジキ	3,725	17.27
クロカジキ	819	3.80
アオザメ	586	2.72
マカジキ	191	0.89
ニシネズミザメ	77	0.36
カツオ	65	0.30
オナガザメ	63	0.29
シロカジキ	54	0.25
クロマグロ	28	0.13
シュモクザメ類	0	0.00
ヨゴレ	0	0.00
クロトガリザメ	0	0.00

非利用種

・まき網：

2017 年の中西部太平洋におけるまき操業で混獲されるが利用されない種のうち割合が多いものは、ツムブリ、クロトガリザメ (Silky shark)、アミモンガラ、クサヤモロ、シイラである

(Peatman et al. 2018、下図)。



・ はえ縄：

中・西部太平洋におけるはえ縄の混獲種で非利用種と考えられるのは以下の通りである (Clarke et al. 2014)。

海亀類：アオウミガメ、アカウミガメ、タイマイ、オサガメ、ヒメウミガメ。この中でアカウミガメは南北太平洋において、はえ縄の 1,000 針当り混獲数が 0.01 を超え特異的に高いとされる。

海鳥類：クロアシアホウドリ、コアホウドリなどアホウドリ科、及び *Macronectes*, *Pterodroma*, *Procellaria* 属などのミズナギドリ科鳥類が混獲の候補である。ただし海鳥類は熱帯域での混獲は稀とされるためキハダのはえ縄漁場とは重ならないと考えられる。

海産ほ乳類：ハワイ沖のデータでは影響が大きいとされるのはオキゴンドウである。

硬骨魚類：シイラの 4～18%、アカマンボウの 3～50%、バラムツの 23～73%、マンボウの 48～98%は投棄される。

7) 希少種：

環境省による 2019 年レッドデータブック掲載種の中で、生息環境が中西部太平洋と重複する動物は以下の通りである (環境省 2019)。

爬虫類

アカウミガメ (EN)、アオウミガメ (VU)、タイマイ (EN)

鳥類

ウミスズメ (CR)、コアホウドリ (EN)、アカアシカツオドリ (EN)、アホウドリ (VU)、ヒメクロウミツバメ (VU)、オオアジサシ (VU)、ベニアジサシ (VU)、エリグロアジサシ (VU)

キハダを対象とする操業は海洋で行われているため、淡水・汽水魚は除外した。

2.1 操業域の環境・生態系情報、科学調査、モニタリング

2.1.1 基盤情報の蓄積

中西部太平洋における生態系と混獲の問題、生態系モデル解析、はえ縄による混獲情報が取りまとめられており、部分的だが利用できる情報があるため (MRAG Americas, Inc. 2002; Allain et al. 2015; Clarke et al. 2014)、4点とした。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない。		部分的だが利用できる情報がある。	リスクベース評価を実施できる情報がある。	現場観測による時系列データや生態系モデルに基づく評価を実施できるだけの情報が揃っている。

2.1.2 科学調査の実施

中西部太平洋において、熱帯まぐろ類とカツオの仔稚魚を対象とした調査船調査が不定期的に実施されている。また当調査において、動物プランクトン採集や海洋環境調査も実施されているため、3点とした(Uosaki et al. 2016)。

1点	2点	3点	4点	5点
科学調査は実施されていない。		海洋環境や生態系について部分的・不定期的に調査が実施されている。	海洋環境や生態系に関する一通りの調査が定期的に行われている。	海洋環境モニタリングや生態系モデリングに応用可能な調査が継続されている。

2.1.3 漁業活動を通じたモニタリング

2008年から中西部太平洋において、科学オブザーバー計画が確立され、はえ縄やまき網による漁獲物及び混獲物の漁獲実績及びサイズ情報が取得される体制が整い、混獲や漁獲物組成等について部分的な情報が収集可能となっているので(WCPFC 2007)、3点とした。

1点	2点	3点	4点	5点
漁業活動から情報は収集されていない。		混獲や漁獲物組成等について部分的な情報を収集可能である。	混獲や漁獲物組成等に関して代表性のある一通りの情報を収集可能である。	漁業を通じて海洋環境や生態系の状態をモニタリングできる体制があり、順応的管理に応用可能である。

2.2 同時漁獲種

2.2.1 混獲利用種

漁業種類別の得点は以下の通りであり、漁獲量で重み付けした平均値より本項目の総合評価は4.7点となった。

- ・まき網

キハダと同時に漁獲されるカツオが最大の混獲種である。

まき網混獲利用種 CA 評価結果

評価対象漁業	まき網	
評価対象海域	中西部太平洋	
評価対象魚種	キハダ	
評価項目番号	2.2.1	
評価項目	混獲利用種への影響	
評価対象要素	資源量	5
	再生産能力	
	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他：	
評価根拠概要	資源評価結果からカツオの資源状態は懸念される状態にないため5点とする。	
評価根拠	混獲利用種と考えられるカツオ（中西部太平洋）の資源状態は以下の通りである。 ・カツオ中西部太平洋：資源の水準は高位、動向は不明である。現在（2011～2014年）の漁獲圧はMSY水準を下回っており（$F_{recent}/F_{msy}=0.45$）、産卵資源量はMSYレベルを上回っている（$SB_{recent}/SB_{msy}=2.31$）（清藤 2019a）。 以上の通りまき網の混獲利用種には資源状態が懸念される種は見当たらないためスコアは5点とする。	

・はえ縄

まぐろ類のはえ縄でキハダと同時に漁獲されるメバチ、ビンナガ、及びメカジキ、さらにさめ類の中で漁獲量の大きいヨシキリザメ（総漁獲量の推定 17.3%）、クロトガリザメ（同 3.1%）をキハダの混獲種とした。CA での評価結果は 3 点となった。

はえ縄混獲利用種 CA 評価結果

評価対象漁業	はえ縄	
評価対象海域	中西部太平洋	
評価対象魚種	キハダ	
評価項目番号	2.2.1	
評価項目	混獲種への影響	
評価対象要素	資源量	3
	再生産能力	
	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他：	
評価根拠概要	クロトガリザメについては資源状態が懸念されるため3点とする。	
評価根拠	混獲種であるビンナガ（北太平洋）、キハダ（中西部太平洋）、メバチ（中西部太平洋）、ヨシキリザメ（北太平洋）、クロトガリザメ（中西部太平洋）の資源状態は以下の通りである。 ・ビンナガ北太平洋：資源の水準・動向は中位・横ばい。SSB_{MSY}（メスのみ）＝2.4 万トンに対し、SSB₂₀₁₅（メスのみ）は8.0 万トンと推定され、$F_{2012-2014}/F_{MSY}$は0.61とされることから資源は乱獲ではなく、漁獲圧は過剰ではないと考えられる（清藤 2019b）。 ・キハダ中西部太平洋：資源の水準は中位～低位、動向は横ばいである。2012～2015年の平均の産卵資源量のレベル（$SB_{2012-2015}/SB_{F=0}$）は0.33であり、限界管理基準値（$SB/SB_{F=0} = 0.20$）を上回っている。2012～2015年の平均漁獲係数はF_{msy}を下回った（$F_{2012-2015}/F_{MSY}=0.74$）。つまり資源は乱獲状態の可能性は低く、漁獲圧は過剰でない可能性が高い（佐藤 2019a）。 ・メバチ中西部太平洋：資源の水準・動向は中位・横ばい。2012年から2015 年の	

	平均の産卵資源量のレベル$SB_{2012-2015}/SBF=0$は0.32であり限界管理基準値 ($SB/SBF=0=0.20$) を上回っている。$F_{2012-2015}/F_{MSY} = 0.83$であり漁獲圧は過剰でない可能性が高い (佐藤 2019b)。 ・ヨシキリザメ北太平洋：資源の水準・動向は中位～高位、横ばい。$B_{2015}/B_{msy} = 1.69$、$F_{2011}/F_{msy} = 0.38$とされる (甲斐・藤波 2019)。 ・クロトガリザメ 中西部太平洋：資源の水準・動向は低位・減少、産卵資源量はMSYレベルを下回り ($SB_{current}/SB_{msy} = 0.7$)、現状の漁獲圧はMSY水準を大きく上回っている ($F_{current}/F_{msy} = 4.48$) (仙波 2019)。 以上の通りキハダ混獲種については資源評価の結果、クロトガリザメの資源状態が懸念される状態にあるためスコアは3点とする。
--	--

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	混獲利用種の中に資源状態が悪い種もしくは混獲による悪影響のリスクが懸念される種が多く含まれる。	混獲利用種の中に混獲による資源への悪影響が懸念される種が少数含まれる。CAやPSAにおいて悪影響のリスクは総合的に低い、悪影響が懸念される種が少数含まれる。	混獲利用種の中に資源状態が悪い種もしくは混獲による悪影響のリスクが懸念される種が含まれない。	個別資源評価に基づき、混獲利用種の資源状態は良好であり、混獲は持続可能な水準にあると判断される。

2.2.2 混獲非利用種

漁業種類別の得点は以下の通り、まき網4点、はえ縄2点であり、漁獲量で重み付けした平均値より本項目の総合評価は3.7点となった。

・まき網

中西部太平洋におけるまぐろ類のまき網による混獲非利用種は、ツムブリ、クロトガリザメ、アミモンガラ、クサヤモロ、シイラなどである。クロトガリザメを除いて、これらの資源状態を評価する情報は得られていないが、IATTC (2018) では、中西部太平洋と同様の混獲のある東部太平洋を対象として、まき網による混獲非利用種に対する PSA が実施されており、クロトガリザメ(silky shark)が中程度と判断された以外は軽微であると報告されているため、4点とする。

・はえ縄

海産爬虫類では、アオウミガメ、アカウミガメ、タイマイ、オサガメ、ヒメウミガメなどが混獲投棄される。これらの種については定量的な資源量情報が不足しているが、Kirby and Hobday (2007)によって PSA による評価が実施されている。その結果、はえ縄の潜在的なリスクはアオウミガメ、アカウミガメ、タイマイ、ヒメウミガメでは高い、オサガメでは表層で中程度、深層で低いと判断されており、全体的にリスクが高いと考えられる。Kirby and Hobday (2007)によれば、アカマンボウへのリスクは中程度、マンボウは深層では中程度、表層では低い、シイラについては中程度、バラムツは低いと判断されている。Kelleher (2005)によれば、まぐろ及び高度回遊性魚類のはえ縄漁業の投棄率は28.5%とされるがその内訳は不明である。中部西太平洋では、硬骨魚類としてアカマンボウ、マンボウ、シイラ、バラムツの混獲が多

いが、シイラ以外は漁獲量統計がなく資源の動向は不明である。シイラについては、太平洋中西部の漁獲量は図 2.2.2 に示すように、2000 年代以降増加傾向が顕著である。以上を総合してはえ縄は 2 点とする。

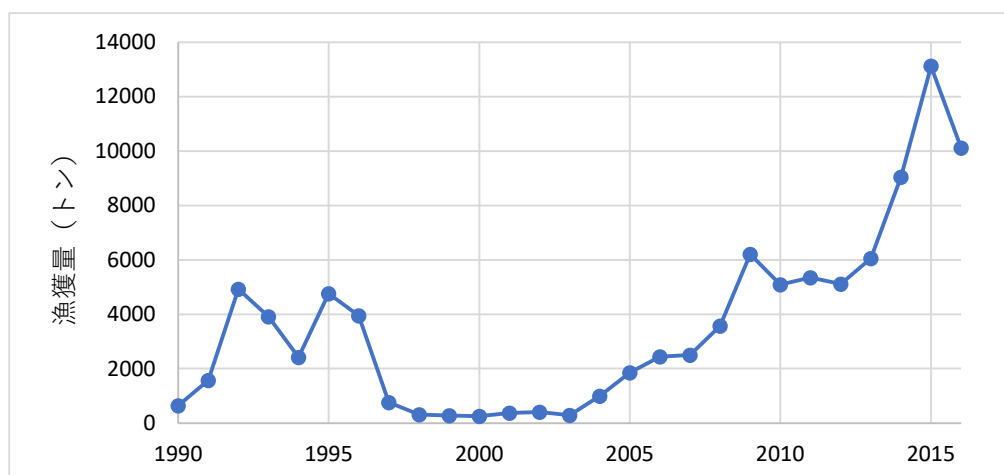


図 2.2.2 中西部太平洋におけるシイラ漁獲量 (FAO 2018)

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	混獲非利用種の中に資源状態が悪い種が多数含まれる。PSAにおいて悪影響のリスクが総合的に高く、悪影響が懸念される種が含まれる	混獲非利用種の中に資源状態が悪い種が少数含まれる。PSAにおいて悪影響のリスクは総合的に低いが、悪影響が懸念される種が少数含まれる	混獲非利用種の中に資源状態が悪い種は含まれない。PSAにおいて悪影響のリスクは低く、悪影響が懸念される種は含まれない	混獲非利用種の個別資源評価により、混獲は資源に悪影響を及ぼさない持続可能レベルにあると判断できる

2.2.3 希少種

環境省が指定した絶滅危惧種のうち、評価対象水域と分布域が重複する種は、アカウミガメ、アオウミガメ、タイマイ、ウミスズメ、コアホウドリ、アカアシカツオドリ、アホウドリ、ヒメクロウミツバメ、オオアジサシ、ベニアジサシ、エリグロアジサシである。

これらの種について PSA でリスク評価したものが表 2.2.3a, b, 生物特性値等をまとめたものが表 2.2.3c である。両漁法とも全体平均では低いと判断されたが、ウミガメ類のリスクについては、まき網で中程度、はえ縄では高いと判断されたため、両漁法とも 3 点とした。

表 2.2.3a 希少種の PSA 評価結果 (まき網)

評価対象生物		P(生産性, Productivity) スコア								S(感受性, Susceptibility) スコア								PSA 評価結果	
採点項目	標準和名	繁殖地	産卵地	産卵回数	産卵成功率	産卵数	産卵密度	産卵時期	産卵場所	産卵回数	産卵成功率	産卵数	産卵密度	産卵時期	産卵場所	産卵回数	産卵成功率	PSA スコア	リスク区分
2.2.3	アカウミガメ	繁殖地	3	3	2	2	2	2	3			2.43	2	3	1	2	1.98	3.06	中程度
2.2.3	アオウミガメ	繁殖地	2	3	2	2	2	2	3			2.39	2	3	1	2	1.96	2.95	中程度
2.2.3	タイマイ	繁殖地	3	3	2	2	2	2	3			2.43	2	3	1	2	1.98	3.06	中程度
2.2.3	ウミスズメ	繁殖地	1	1	3	1	1	2	3			1.71	1	1	1	1	1.00	1.98	低い
2.2.3	コアホウドリ	繁殖地	2	3	3	1	2	2	3			2.29	1	1	1	1	1.00	2.49	低い
2.2.3	アカアシカツオドリ	繁殖地	1	2	3	1	2	2	3			2.00	1	2	1	1	1.19	2.33	低い
2.2.3	アホウドリ	繁殖地	2	2	3	1	2	2	3			2.14	1	1	1	1	1.00	2.36	低い
2.2.3	ヒメクロウミツバメ	繁殖地	1	1	3	1	1	2	3			1.71	2	1	1	1	1.19	2.09	低い
2.2.3	オオアジサシ	繁殖地	1	1	3	3	1	2	3			2.00	1	2	1	1	1.19	2.33	低い
2.2.3	ベニアジサシ	繁殖地	不明	2	3	1	1	2	不明			1.80	1	2	1	1	1.19	2.16	低い
2.2.3	エリグロアジサシ	繁殖地	不明	2	3	1	1	2	不明			1.80	1	2	1	1	1.19	2.16	低い
対象漁業	まき網	対象海域	中西部太平洋														PSAスコア全体平均	2.45	低い

表 2. 2. 3b 希少種の PSA 評価結果 (はえ縄)

評価対象生物		P (生産性: Productivity) スコア										S (感受性: Susceptibility) スコア						PSA 評価結果	
採点項目	標準和名	脊椎動物or 無脊椎動物	幼 体 年 齢	成 年 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	成 熟 年 齢	PSA スコア	リスク区分
2.2.3	アカウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2.43	2	3	2	2	2.21	3.29	高い
2.2.3	アオウミガメ	脊椎動物	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2.29	2	3	2	2	2.21	3.18	
2.2.3	タイマイ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2.43	2	3	2	2	2.21	3.29	
2.2.3	ウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	2	3	3	1.71	1	1	1	2	1.19	2.09	低い
2.2.3	コアホウドリ	脊椎動物	2	3	3	1	2	2	2	3	3	2.29	1	1	1	2	1.19	2.38	
2.2.3	アカアシカツオドリ	脊椎動物	1	2	3	1	2	2	2	3	3	2.00	1	2	1	2	1.41	2.45	
2.2.3	アホウドリ	脊椎動物	2	2	3	1	2	2	2	3	3	2.14	1	1	1	2	1.19	2.45	低い
2.2.3	ヒメクロウミツバメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	2	3	3	1.71	2	1	1	2	1.41	2.22	
2.2.3	オオアジサシ	脊椎動物	1	1	3	3	1	1	2	3	3	2.00	1	1	1	2	1.19	2.33	
2.2.3	ベニアジサシ	脊椎動物	不明	2	3	1	1	1	2	不明	不明	1.80	1	1	1	2	1.19	2.16	低い
2.2.3	エリグロアジサシ	脊椎動物	不明	2	3	1	1	1	2	不明	不明	1.80	1	1	1	2	1.19	2.16	
対象漁業	はえ縄	対象海域	中西部太平洋														PSAスコア全体平均	2.98	低い

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	希少種の中に資源状態が悪く、当該漁業による悪影響が懸念される種が含まれる。PSAやCAにおいて悪影響のリスクが総合的に高く、悪影響が懸念される種が含まれる。	希少種の中に資源状態が悪い種が少数含まれる。PSAやCAにおいて悪影響のリスクは総合的に低いが、悪影響が懸念される種が少数含まれる。	希少種の中に資源状態が悪い種は含まれない。PSAやCAにおいて悪影響のリスクは総合的に低く、悪影響が懸念される種は含まれない。	希少種の個別評価に基づき、対象漁業は希少種の存続を脅かしないと判断できる。

表 2. 2. 3c. 希少種の生産性に関する生物特性値

評価対象生物	成熟開始 始年齢 (年)	最大 年齢 (年)	抱 卵 数	最大体 長(cm)	成熟体 長(cm)	栄養 段階 TL	出典
アカウミガメ	35	70~ 80	400	110	80	4	南・菅沼(2017), 石原(2012), IUCN (2017)
アオウミガメ	19	70~ 80	400	100	92	2.1	南・菅沼(2017), 石原(2012), Seminoff (2004)
タイマイ	30-50	20- 40	96- 200	80	60	2.1	南・菅沼(2017), 石原(2012), UMMZ(2019)
ウミスズメ	2	7	2	26	24	3.8	叶内ほか (1998), Preikshot (2005), HAGR (2017)
コアホウドリ	8	55	1	81	79	4+	浜口ほか (1985), Gales (1993)
アカアシカツオドリ	2	20+	1	80	70	4+	高野 (1981)
アホウドリ	5	25+	1	94	84	4+	長谷川 (1998)
ヒメクロウミツバメ	2	6	1	20	19	3.6	浜口ほか (1985), Klimkiewicz et al. (1983)
オオアジサシ	3	21	1.5	53	43	3.8	浜口ほか(1985), Milesi et al. (2010)
ベニアジサシ	不明	23	1-3	76	67	不明	山階鳥類研究所 (2017)
エリグロアジサシ	不明	23	2	76	67	不明	山階鳥類研究所 (2017)

UMMZ: University of Michigan Museum of Zoology

HAGR: Human Ageing Genomic Resources

表 2. 2. 3d PSA 評価採点

	P (生産性スコア)	1 (高生産性)	2 (中生産性)	3 (低生産性)
P1	成熟開始年齢	< 5年	5-15年	> 15年
P2	最高年齢 (平均)	< 10歳	10-25歳	> 25歳

P3	抱卵数	> 20,000卵/年	100-20,000卵/年	< 100卵/年
P4	最大体長（平均）	< 100 cm	100-300 cm	> 300 cm
P5	成熟体長（平均）	< 40 cm	40-200 cm	> 200 cm
P6	繁殖戦略	浮性卵放卵型	沈性卵産み付け型	胎生・卵胎生
P7	栄養段階	< 2.75	2.75-3.25	> 3.25
P8	密度依存性（無脊椎動物のみ適用）	低密度における補償作用が認められる	密度補償作用は認められない	低密度における逆補償作用（アリー効果）が認められる
P	Pスコア総合点	算術平均により計算する		$= (P1+P2+\dots+Pn)/n$
	S（感受性スコア）	1（低感受性）	2（中感受性）	3（高感受性）
S1	水平分布重複度	< 10 %	10-30 %	> 30%
S2	鉛直分布重複度	漁具との遭遇確率低い	漁具との遭遇確率は中程度	漁具との遭遇確率高い
S3	漁具の選択性	成熟年齢以下の個体は漁獲されにくい	成熟年齢以下の個体が一般的に漁獲される	成熟年齢以下の個体が頻繁に漁獲される
S4	遭遇後死亡率	漁獲後放流された個体の多くが生存することを示す証拠がある	漁獲後放流された個体の一部が生存することを示す証拠がある	漁獲後保持される、もしくは漁獲後放流されても大半が死亡する
S	Sスコア総合点	幾何平均により計算する		$' = (S1*S2*\dots*Sn)^{(1/n)}$
	PSAスコア	< 2.64 低い	2.64-3.18 中程度	> 3.18 高い
	PSAスコア総合点	PとSのユークリッド距離として計算する		$' = \text{SQRT}(P^2 + S^2)$
	全体評価	PSAスコア全体平均値および高リスク種の有無に基づき評価する		

2.3 生態系・環境

2.3.1 食物網を通じた間接作用

2.3.1.1 捕食者

キハダの捕食者は、カジキ類のメカジキ、クロカジキ、マカジキ、サメ類のアオザメ、ヨシキリザメ、クロトガリザメ、ヨゴレ、マグロ類として大型のメバチである。北緯 10 度-南緯 15 度、東経 140-180 度の西部太平洋水域の生態系モデルベースのシミュレーション評価が実施されている。Allain et al. (2007)が構築した中西部太平洋表層の生態系モデル Ecopath の Mixed trophic impact によれば、キハダの漁獲量が増加した場合でも上記捕食者への影響は軽微であると推定されていることから、5 点とした。

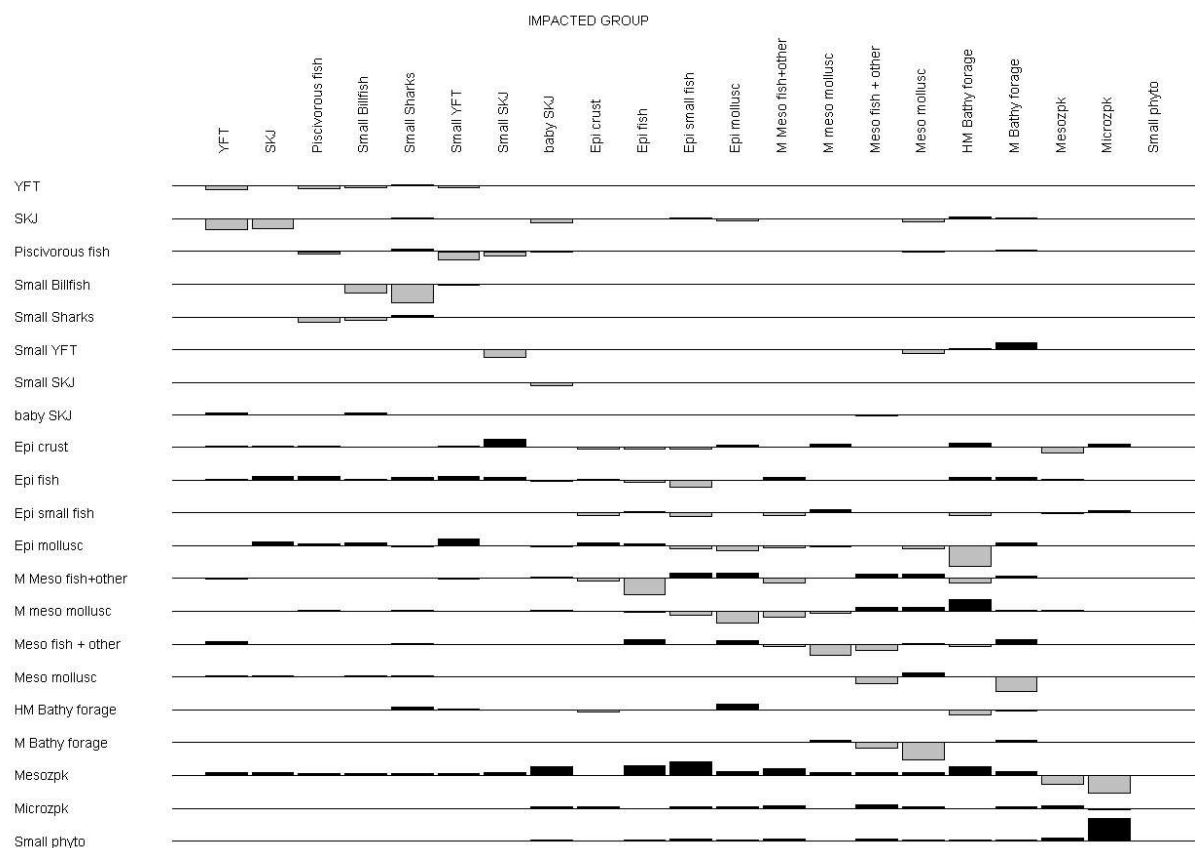


Figure 2. Mixed trophic impact matrix of selected components of the ecosystem. *Impacting groups on the left, impacted groups on top; grey box below the line represents a negative impact, black box above the line represents a positive impact.*

図 2.3.1.1 Ecopath の Mixed trophic impact の結果. 縦軸の生物が漁獲により微減した場合に横軸の生物へ及ぼす影響を示し、棒グラフが負の場合は負の影響、正の場合は正の影響を及ぼすことを示す (Allain et al. 2007 より転載).

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多数の捕食者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	一部の捕食者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって捕食者が受ける悪影響は検出されない。	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた捕食者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる。

2.3.1.2 餌生物

キハダの餌生物は、幼魚期にはコペポダ類などの動物プランクトンであるが、成魚はカツオ、ソウダガツオ類、アカイカ類などを捕食している。Allain et al. (2007)が構築した中西部太平洋表層の生態系モデル Ecopath の Mixed trophic impact によれば(図 2.3.1.1)、餌生物である魚類や頭足類に対する負の影響は軽微であることが示されていることから、5点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多数の餌生物に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	一部の餌生物に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって餌生物が受ける悪影響は検出されない。	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた餌生物への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる。

2.3.1.3 競争者

生態系においてキハダと同様高次捕食者と位置づけられる魚種は、競争者である可能性があり、具体的にはメバチ、メカジキ、マカジキ、クロカジキ、ヨシキリザメ、アオザメ、ヨゴレ、クロトガリザメである。

Allain et al. (2007)が構築した中西部太平洋表層の生態系モデル Ecopath によって推定されたキハダの栄養段階は 4.88 であり（表 2.3.1.3）、カツオ（同 4.92）およびミズウオ属、シマガツオ科、アジ科、シイラ属、クロタチカマス科、カマスサワラ、アカマンボウ、サバ科から成る肉食性魚類（4.93）が同様の栄養段階に位置すると推定されている。Ecopath の Mixed trophic impact によれば(図 2.3.1.1)、キハダの漁獲量が微増しても競争者の変化は軽微であることから 5 点とした。

Group name	Trophic level	Biomass (t/km ²)	Prod./ biom. (/year)	Cons./ biom. (/year)	Ecotrophic efficiency	Production / consumption
Swordfish	5.24	0.0036	0.4	5	0.05	0.08
Other Billfish	5.58	0.0052	0.6	5	0.075	0.12
Blue Shark	5.35	0.016	0.3	3	0.031	0.1
Other Sharks	5.57	0.0012	0.3	3	0.356	0.1
BET	5.41	0.00162	0.95	15	0.777	0.063
YFT	4.88	0.00799	1.537	16.14	0.56	0.095
SKJ	4.92	0.0842	2.046	25	0.347	0.082
Piscivorous fish	4.93	0.025	1.5	10	0.946	0.15
Small Billfish	5.22	0.0106	1	10	0.114	0.1
Small Sharks	5.27	0.0118	0.5	5	0.043	0.1
Small BET	4.51	0.00241	0.834	26.159	0.644	0.032
Small YFT	4.89	0.0128	1.983	33.964	0.849	0.058
Small SKJ	4.33	0.0194	2.539	50.698	0.927	0.05
baby SKJ	3.88	0.00659	25	191.81	0.776	0.13
Epi crust	2.64	4.515	8	30	0.98	0.267
Epi fish	3.54	2.127	3	15	0.95	0.2
Epi small fish	3.24	0.785	10	60	0.98	0.167
Epi mollusc	4.3	0.384	7	20	0.95	0.35
Epi small mollusc	3.2	0.955	15	100	0.98	0.15
M Meso fish+other	3.57	3.404	2.2	10	0.95	0.22
M meso mollusc	4.25	1.484	3	10	0.95	0.3
Meso fish + other	4.21	0.634	2.5	10	0.95	0.25
Meso mollusc	4.74	0.201	3	10	0.95	0.3
HM Bathy forage	3.38	1.803	1.189	8	0.95	0.149
M Bathy forage	4.7	0.282	1.338	8	0.95	0.167
Bathy forage	3.64	0.0698	0.845	8	0.95	0.106
Mesozpk	2.2	4.4	50	230	0.995	0.217
Microzpk	2	2	120	382	0.992	0.314
Large phyto	1	1.849	120.3	-	0.829	-
Small phyto	1	8	109.44	-	0.756	-
Detritus	1	100	-	-	0.791	-

表 2.3.1.3 中西部太平洋の生態系モデル Ecopath によって推定された栄養段階（Trophic level）（Allain et al 2007 より転載）。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多数の競争者に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	一部の競争者に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって競争者が受ける悪影響は検出されない。	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた競争者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる。

2.3.2 生態系全体

中西部太平洋及び北太平洋で資源評価が行われているクロマグロ、ビンナガ、キハダ、メバチ、メカジキ、マカジキ、クロカジキ、カツオ、ヨシキリザメ、アオザメ、クロトガリザメ、ヨゴレなど12種のうち、資源水準が中位以上の種類は7種で58%、資源動向が減少でない種類は8種67%である(中塚ほか 2019; 清藤 2019a; 佐藤 2019a, 2019b; 井嶋 2019a, 2019b, 2019c; 甲斐・藤波 2019, 仙波 2019, 仙波・甲斐 2019, 仙波・倉島 2019, Clarke et al., 2014)。また、Allain et al.(2015)によると漁獲物の平均栄養段階水準は1980年から2000年にかけて増加傾向を示し、その後、横ばい状態を示している(図2.3.2a)。しかし、小型魚や大型魚など栄養段階高い種の多様性と生物量は2000年以降に大きく変化しながら増減しているとされている。従って、対象漁業による影響の強さは重篤ではないが、生態系特性の変化が一部懸念されることから、3点とする。

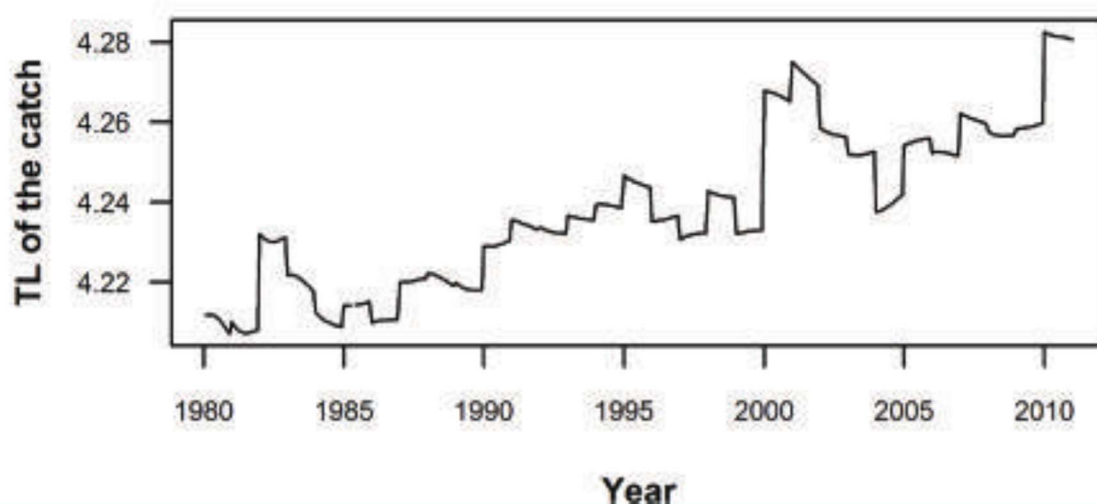


図 2.3.2a 漁獲物の平均栄養段階 (Allain et al. 2015 より転載)

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	対象漁業による影響の強さが重篤である、もしくは生態系特性の定向的变化や変化幅拡大が起きていることが懸念される。	対象漁業による影響の強さは重篤ではないが、生態系特性の変化や変化幅拡大などが一部起きている懸念がある。	SICAにより対象漁業による影響の強さは重篤ではなく、生態系特性に不可逆的な変化は起きていると判断できる。	生態系の時系列情報に基づく評価により、生態系に不可逆的な変化が起きていると判断できる。

2.3.3 海底環境（着底漁具を用いる漁業）

まき網とはえ縄は着底漁具ではないため、5点とした。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	当該漁業による海底環境への影響のインパクトが重篤であり、漁場の広い範囲で海底環境の変化が懸念される。	当該漁業による海底環境への影響のインパクトは重篤ではないと判断されるが、漁場の一部で海底環境の変化が懸念される。	SICAにより当該漁業が海底環境に及ぼすインパクトおよび海底環境の変化が重篤ではないと判断できる。	時空間情報にもとづく海底環境影響評価により、対象漁業は重篤な悪影響を及ぼしていないと判断できる。

2.3.4 水質環境

中西部太平洋まぐろ類委員会（WCPFC）及び太平洋地域環境計画事務局（SPREP）によって、評価対象海域で操業する漁船には科学オブザーバーが乗船し、汚染・投棄の有無について記録している。しかしながら、船籍別の汚染・投棄の有無に関する情報は得られておらず、我が国の漁船による水質環境の影響は不明である。

日本漁船からの海洋への汚染や廃棄物の投棄については、海洋汚染防止法並びに海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律施行令によって規制されている。これにより総トン数 100 トン以上の船舶には油水分離機の設置義務があり、排出可能な水域と濃度並びに排出方法が限定されている。WCPFC 海域における日本漁船の海洋への汚染や廃棄物の投棄についての違反報告は見いだせなかったことから、必要装備を利用し国内法規を遵守した操業が行われているものと解釈し、4 点とした。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多くの物質に関して対象漁業からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される。	一部物質に関して対象漁業からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される。	対象漁業からの排出物は適切に管理されており、水質環境への負荷は軽微であると判断される。	対象漁業による水質環境への負荷を低減する取り組みが実施されており、対象水域における濃度や蓄積量が低いことが確認されている。

2.3.5 大気環境

長谷川(2010)によれば、我が国の漁業種類ごとの単位漁獲量あたり排出量 $t-CO_2/t$ は下記の通りである。

小型底びき網旋びきその他	1.407
沖合底曳き網 1 そうびき	0.924
船びき網	2.130
中小型 1 そうまき巾着網	0.553
大中型その他の 1 そうまき網	0.648
大中型かつおまぐろ 1 そうまき網	1.632
さんま棒うけ網	0.714
沿岸まぐろはえ縄	4.835
近海まぐろはえ縄	3.872
遠洋まぐろはえ縄	8.744
沿岸かつお一本釣り	1.448
近海かつお一本釣り	1.541
遠洋かつお一本釣り	1.686
沿岸いか釣り	7.144
近海いか釣り	2.373
遠洋いか釣り	1.510

大中型かつおまぐろ 1 そうまき網は 1.6 と比較的低い(4 点)、まぐろはえ縄は 3.9-8.7 と我が国漁業の中でも高い CO_2 排出量となっている(3 点)。従って、一部物質 (CO_2) に関して対象漁業からの排出ガスによる大気環境への悪影響が懸念されることから、4 点とした。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多くの物質に関して対象漁業からの排出ガスによる大気環境への悪影響が懸念される。	一部物質に関して対象漁業からの排出ガスによる大気環境への悪影響が懸念される。	対象漁業からの排出ガスは適切に管理されており、大気環境への負荷は軽微であると判断される。	対象漁業による大気環境への負荷を軽減するための取り組みが実施されており、大気環境に悪影響が及んでいないことが確認されている。

引用文献

- Allain, V., Nicol, S., Essington, T. E., Okey, T., Olson, R. J., & Kirby, D. (2007). An Ecopath with Ecosim model of the Western and Central Pacific Ocean warm pool pelagic ecosystem. Scientific Committee Third Regular Session, Western Central Pacific Fisheries Commission, Honolulu USA.
- Allain V., S. Griffiths, J. Bell and S. Nicol (2015) Monitoring the pelagic ecosystem effects of different levels of fishing effort on the western Pacific Ocean warm pool. Issue-specific national report. Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of the Pacific Community, Nouméa, New Caledonia, 21 pp.
- Clarke, S., H. Sato, C. Small, B. Sullivan, Y. Inoue and D. Ochi (2014) Bycatch in longline fisheries for tuna and tuna-like species: a global review of status and mitigation measures. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 588. Rome, FAO. 199 pp.
- FAO (2018) Fishery Statistical Collections (<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/en>)
- Gales, Rosemary (1993) Co-operative mechanisms for the conservation of albatross, Australian Nature Conservation Agency and Australian Antarctic Foundation, 132pp.
- 浜口哲一・森岡照明・叶内拓哉・蒲谷鶴彦 (1985) 「山溪カラー名鑑日本の野鳥」. 山と溪谷社, 591pp.
- Human Ageing Genomic Resources (2017) AnAge entry for *Synthliboramphus antiquus* Classification (HAGRID: 01187) In: The animal ageing and longevity database. http://genomics.senescence.info/species/entry.php?species=Synthliboramphus_antiquus,
- Hall, M. and M. Roman (2013) Bycatch and non-tuna catch in the tropical tuna purse seine fisheries of the world. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 568. Rome, FAO. 249 pp.
- 長谷川博 (1998) アホウドリ、日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(V), 69-74.
- 長谷川勝男 (2010) わが国における漁船の燃油使用量と CO2 排出量の試算. 水産技術, 2(2), 111-121.
- IATTC (2018) Document IATTC-93-01 Tunas, Billfishes and other pelagic species in the eastern Pacific Ocean in 2017
- IUCN (2017) Red List of Threatened Species : <http://www.iucnredlist.org/details/3897/0>, 2018/8/10
- 井嶋浩貴 (2019a) 21 メカジキ 北太平洋 Swordfish, *Xiphias gladius*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構.

- http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_21.html, (参照 2019-5-21).
- 井嶋浩貴 (2019b) 25 マカジキ 中西部北太平洋 Striped Marlin, *Tetrapturus audax*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_25.html, (参照 2019-5-21).
- 井嶋浩貴 (2019c) 27 クロカジキ 太平洋 Blue Marlin, *Makaira nigricans*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_27.html, (参照 2019-5-21).
- 石原 孝 (2012) 第3章 生活史 成長と生活場所。「ウミガメの自然誌」, 東大出版会, 東京, 57-83.
- 甲斐幹彦・藤波裕樹 (2019) 37 ヨシキリザメ 全水域 Blue Shark, *Prionace glauca*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_37.html, (閲覧 2019-06-11).
- 金田禎之 (2005) 日本漁具・漁法図説 増補二訂版、成山堂書店、東京、pp637
- 叶内拓哉・安部直哉・上田秀雄(1998)「山溪ハンディ図鑑 7 日本の野鳥」. 山と溪谷社、東京、672pp
- 環境省 (2019) 環境省レッドデータブック 2019 <http://www.env.go.jp/press/files/jp/110615.pdf>
- Kelleher, K. (2005) Discards in the world's marine fisheries: an update. FAO Fisheries Technical Paper No. 470, Rome, FAO. 131 pp. <http://www.fao.org/docrep/008/y5936e/y5936e00.HTM>.
- Kirby D.S., Hobday A. (2007) Ecological risk assessment for the effects of fishing in the Western & Central Pacific Ocean: productivity-susceptibility analysis. WCPFC-SC3-EB SWG/WP-1
- 清藤秀理 (2019a) 30 カツオ 中西部太平洋 Skipjack, *Katsuwonus pelamis*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_30.html.
- 清藤秀理 (2019b) 07 ビンナガ 北太平洋 Albacore, *Thunnus alalunga*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_07.html, (参照 2019-5-21).
- Klimkiewicz, M. K., R. B. Clapp, A.G. Fitcher (1983) Longevity records of north American birds: Remizidae through Parulinae, J. Field Ornithol., 54, 287-294.
- MRAG Americas, Inc. (2002) Review of Ecosystem-Bycatch Issues for the Western and Central Pacific Region. WCPFC/PrepCon/WP.9. 64 pp.
- Milessi, A. C., C. Danilo, R. G. Laura, C. Daniel, S. Javier et al. (2010) Trophic mass-balance model of a subtropical coastal lagoon, including a comparison with a stable isotope analysis of the food-web. Ecol. Modell. 221, 2859–2869.
- 南 浩史・菅沼弘行 (2017) 海亀類 (総説), 平成27年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産研究・教育機構, 44-1～44-6. http://kokushi.fra.go.jp/H28/H28_44.pdf
- 中塚周哉・福田漢生・西川水晶・田中庸介 (2019) クロマグロ 太平洋 Pacific Bluefin Tuna, *Thunnus orientalis*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構

- Peatman, T., V. Allain, S. Caillot, P. Williams and N. Smith. (2018) Summary of purse seine fishery bycatch at a regional scale, 2003-2016. WCPFC-SC13-2017-ST-WP-05. Thirteenth Regular Session of the Scientific Committee of the WCPFC.
- Preikshot, D., (2005) Data sources and derivation of parameters for generalised Northeast Pacific Ocean Ecopath with Ecosim models. Fisheries Centre Research Reports 13(1):179-206.
- 佐藤圭介 (2016) 17 メバチ 中西部太平洋 Bigeye Tuna, *Thunnus obesus*、平成 27 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H27/H27_17.html, (参照 2018-8-8).
- 佐藤圭介 (2019a) 13 キハダ 中西部太平洋 Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_13.html, (参照 2019-05-21).
- 佐藤圭介 (2019b) 17 メバチ 中西部太平洋 Bigeye Tuna, *Thunnus obesus*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_17.html, (参照 2019-05-21).
- Seminoff, J.A. (2004) *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T4615A11037468.
- 仙波靖子 (2019) 41 クロトガリザメ 全水域 Silky Shark, *Carcharhinus falciformis*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_41.html, (参照 2019-5-21).
- 仙波靖子・甲斐幹彦 (2019) 38 アオザメ 全水域 Shortfin Mako, *Isurus oxyrinchus*、平成30年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_38.html, (参照 2019-8-10).
- 仙波靖子・倉島 陽 (2019) 43 その他外洋性さめ類 全水域 ヨゴレ Oceanic Whitetip Shark, *Carcharhinus longimanus* ミズワニ Crocodile Shark, *Pseudocarcharias kamoharai*、平成 30 年度国際漁業資源の現況、水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構。
http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_43.html, (参照 2019-5-21).
- 高野伸二 (1981) 「カラー写真による日本産鳥類図鑑」。東海大学出版会、東京、481pp.
- University of Michigan Museum of Zoology (2019) *Eretmochelys imbricate* Hawksbill, Animal Diversity Web,
- Uosaki, K., H. Kiyofuji, H. Matsunaga, K. Ohshima, S. Ohshimo, K. Satoh, Y. Senba and Y. Akatsuka (2016) National Tuna Fisheries Report of Japan. WCPFC-SC12-AR/CCM-10
- WCPFC (2007) Conservation and Management Measure for the Regional Observer Programme. CMM 2007-01. 10 p. <http://www.wcpfc.int/system/files/CMM-2007-01%20%5BRegional%20Observer%20Programme%5D.pdf>, (閲覧 2017-09-11).
- WCPFC (2018) WCPFC Tuna Fishery Yearbook 2017 - Excel files. <https://www.wcpfc.int/doc/wcpfc-tuna-fishery-yearbook-2017-excel-files>
- Williams, P. and P. Terawasi (2016) Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions – 2015. WCPFC-SC12-2016/GN WP-1 rev 1. 70 pp. <https://www.wcpfc.int/system/files/GN-WP-01%20Overview%20of%20WCPFC%20Fisheries%20Rev%203%20%286%20September%202016%29.pdf>, (閲覧 2017-09-11).

山階鳥類研究所 (2017) 最長寿記録更新 23 年 11 ヶ月 ベニアジサシとエリグロアジサシ
<http://www.yamashina.or.jp/hp/ashiwa/news/201711chojukiroku.html>

全国漁業就業者確保育成センター (2018) 沖合・遠洋漁業 近海マグロはえ縄漁
http://www.ryoushi.jp/gyogyou/okiai_enyou/okiai/05.html