

カツオ中西部太平洋 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/2013764

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いる (2.1.1 3点)。熱帯まぐろ類とカツオの仔稚魚、動物プランクトン、及び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情報が取得される体制が整い、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)

混獲利用種であるキハダの資源状態は懸念される状態にない (2.2.1 5点)。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 (2.2.2 4点)。環境省指定の絶滅危惧種のうち、アカウミガメ、アオウミガメ、タイマイでPSA評価によるリスクが中程度と判断された (2.2.3 3点)。

生態系・環境 (2.3)

【食物網を通じた間接作用】カツオの捕食者は、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、大型のメバチとキハダなどである。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、カジキ類、サメ類への負の影響は軽微であるが、キハダ及びカツオ自身に対しては中程度の負の影響が検出された (2.3.1.1 3点)。カツオの餌生物は魚類、甲殻類、頭足類で、餌生物に対する選択性は弱く、日和見食性と考えられている。上記生態系モデルを用いた解析によれば、餌生物である魚類、甲殻類、頭足類に対する負の影響は軽微である (2.3.1.2 5点)。カツオとほぼ同等の栄養段階にあるキハダ、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、及びサバ科から成る肉食性魚類についての上記生態系モデルの解析によれば、キハダへの負の影響が検出された (2.3.1.3 3点)。

【生態系全体】漁獲物の平均栄養段階 MTLc は 1980 年頃より増加傾向にあり、高次栄養段階生物の現存量および多様度が低下している。SICA 評価では漁業の影響強度は軽微であるが、MTLc の動向から生態系特性に一部変化が懸念される (2.3.2 3点)。

【海底・水質・大気】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 (2.3.4 4点)。単位漁獲量あたり排出量 (t-CO₂/t) をみると大中型かつおまぐろ 1 そうまき網は我が国漁業の中で比較的低い CO₂ 排出量となっ

おり対象漁業からの排出ガスによる大気環境への影響は軽微と考えられる（2.3.5 4点）。

評価範囲

① 評価対象漁業の特定

2017年における中西部太平洋におけるカツオ漁獲量は162.8万トンである。漁法別漁獲量では、まき網が128.3万トンで79%、竿釣りが12.3万トンで8%、その他の漁業が21.8万トンで全体の13%であった。このため、評価対象漁業はまき網とする（清藤，2019a）。

② 評価対象海域の特定

漁法別漁獲量の78%を占めるまき網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

対象海域の中西部太平洋で操業しているまき網を対象とする。

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

2) 船サイズ，操業隻数

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）。

3) 主要魚種の年間漁獲量

カツオの分布域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）の主要な漁獲物類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
Short mackerel		<i>Rastrelliger brachysoma</i>	219
Narrow-barred Spanish mackerel	ヨコシマサワラ	<i>Scomberomorus commerson</i>	387
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

4) 操業範囲

中西部太平洋におけるカツオの大部分は、熱帯域で漁獲され、残りのほとんどが日本近海で季節的に漁獲されている。西部熱帯域では、インドネシアやフィリピンの近海漁業による漁獲が主要な部分を占める。中部熱帯域では、遠洋漁業国及び島嶼国のまき網漁業の漁獲が突出している。

5) 操業の時空間分布

カツオのまき網漁場は下図の通り。操業時期に関する情報は得られていない。

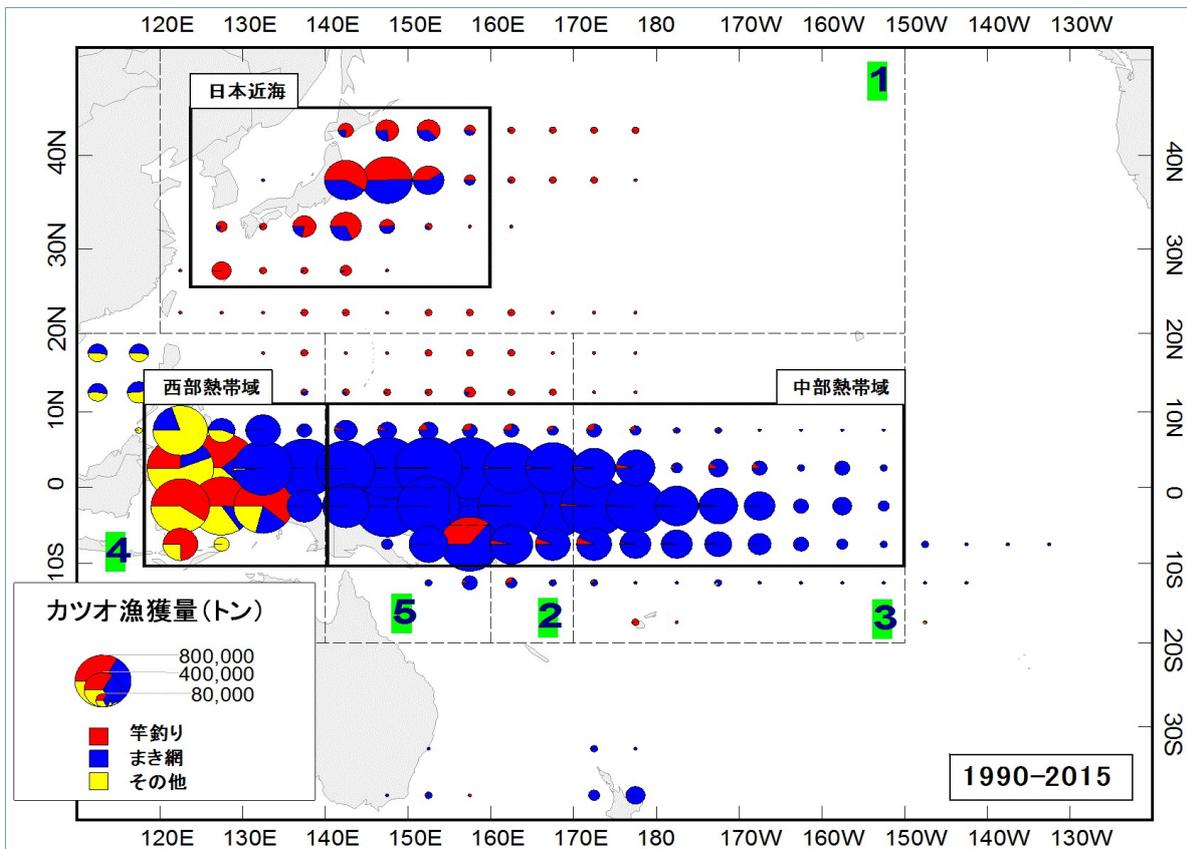


図1. 中西部太平洋におけるカツオの漁法別漁獲分布（1990～2015年）赤：竿釣り、青：まき網、黄：その他。

6) 同時漁獲種：

利用種：

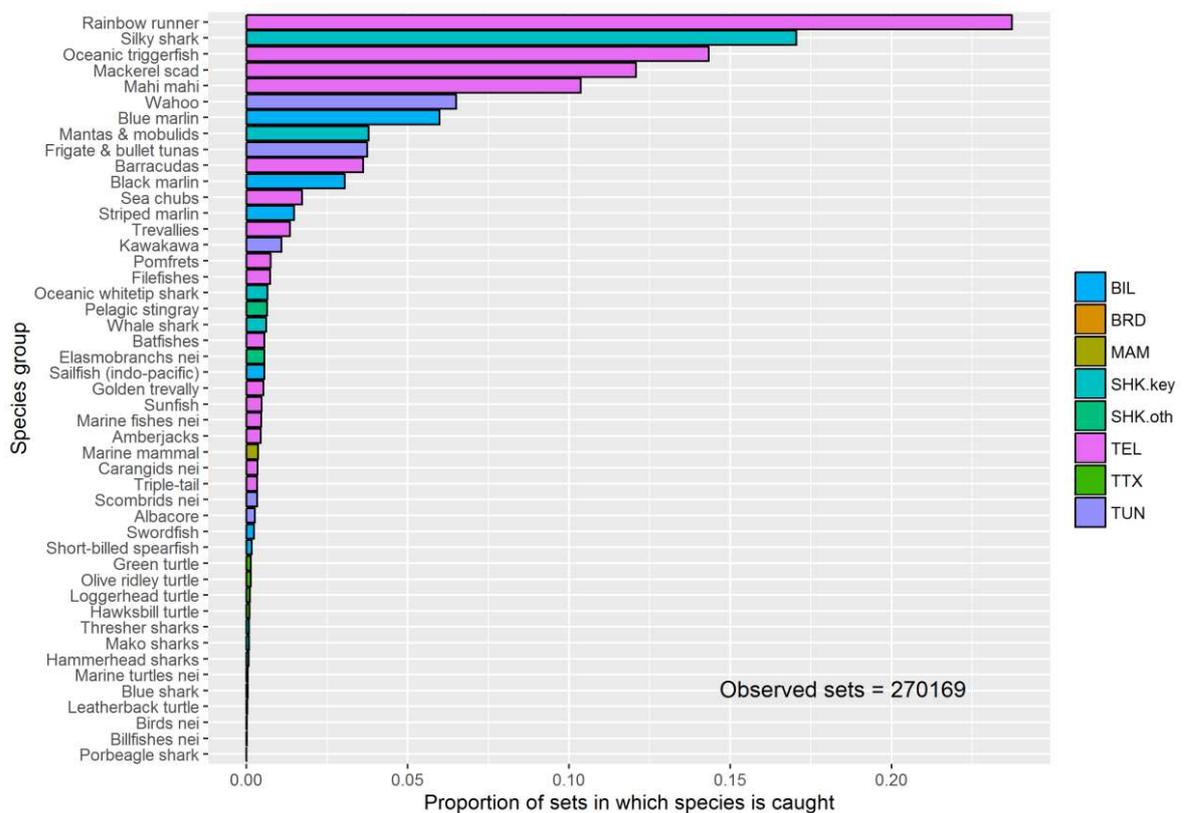
かつお・まぐろ狙いのまき網には素群巻き、流木まき、FAD利用などのタイプがあるが、混獲が多いのはFAD利用である（Hall and Roman 2013）。

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)。このうちキハダの漁獲量のみでカツオ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キハダを対象とした。

魚種	漁獲量	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

非利用種：

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、アミモンガラ、クサヤモロ、シイラである (Peatman et al. 2017、下図)。



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)

カツオ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

中西部太平洋水域における生態系と混獲の問題、生態系モデル解析、はえ縄やまき網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、3点とした(MRAG Americas Inc. 2002, Allain et al. 2015, Clarke et al. 2014, Hall and Roman 2013)。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報は無い。		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。また当該調査において、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、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ため、3点とした(WCPFC 2007)。

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

カツオと同時に漁獲されるキハダについて、資源状態から評価した結果を以下に示す。

評価対象漁業	まき網
評価対象海域	中西部北太平洋
評価対象魚種	カツオ

評価項目番号	2.2.1.1	
評価項目	混獲利用種	
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	資源評価結果からキハダ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	<p>混獲利用種と考えられるキハダ(中西部太平洋)の資源状態は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 (SB₂₀₁₂₋₂₀₁₅/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 (F₂₀₁₂₋₂₀₁₅/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)。 <p>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。</p>	

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が、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

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(short fin maco 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。

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なレベルにあると判断できる。

表 2.2.2 混獲非利用種に対する PSA の結果 (IATTC 2018 より転載)

TABLE L-1. Productivity (*p*) and susceptibility (*s*) scores used to compute the overall vulnerability measure *v* for the tuna purse-seine fishery of large vessels in the eastern Pacific Ocean. Susceptibility (*s*) scores are shown for each fishery (dolphin (DEL), unassociated (NOA), floating object (OBJ)) and as a weighted combination of the individual fishery values. Vulnerability scores rated as low (green), medium (yellow), and high (red). **TABLA L-1.** Puntuaciones de productividad (*p*) y susceptibilidad (*s*) usadas para computar la medida general de vulnerabilidad *v*. D. Se señalan las puntuaciones de susceptibilidad para cada pesquería (DEL: delfín; NOA: no asociada; OBJ: objeto flotante) y como combinación ponderada de los valores de las pesquerías individuales. Puntuaciones de vulnerabilidad clasificadas de baja (verde), mediana (amarillo), y alta (rojo).

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	s by fishery			p	s	v
					s por pesquería	DEL	NOA			
Grupo	Nombre científico			Código	DEL	NOA	OBJ			
Tunas	<i>Thunnus albacares</i>	Yellowfin tuna	Atún aleta amarilla	YFT	2.38	2.38	2.38	2.78	2.38	1.4
Atunes	<i>Thunnus obesus</i>	Bigeye tuna	Atún patudo	BET	1	2.23	2.38	2.33	1.7	0.97
	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Skipjack tuna	Atún barrilete	SKJ	1	2.38	2.38	2.78	1.73	0.76
Billfishes	<i>Makaira nigricans</i>	Blue marlin	Marlín azul	BUM	2.23	2.23	2.69	2	2.39	1.71
Peces picudos	<i>Istiompax indica</i>	Black marlin	Marlín negro	BLM	2.23	2.23	2.69	2	2.39	1.71
	<i>Kajikia audax</i>	Striped marlin	Marlín rayado	MLS	2.54	2.54	2.54	2.33	2.54	1.68
	<i>Istiophorus platypterus</i>	Indo-Pacific sailfish	Pez vela indopacífico	SFA	2.54	2.54	2.54	2.44	2.54	1.64
Dolphins	<i>Stenella longirostris</i>	Unidentified spinner dolphin	Delfín tornillo no identificado	DSI	1.77	1	1	1.22	1.36	1.82
Delfines	<i>Stenella attenuata</i>	Unidentified spotted dolphin	Delfín manchado no identificado	DPN	1.77	1	1	1.33	1.36	1.71
	<i>Delphinus delphis</i>	Common dolphin	Delfín común	DCO	1.62	1	1	1.33	1.29	1.7
Large fishes	<i>Coryphaena hippurus</i>	Common dolphinfish	Dorado	DOL	1	2	2.31	2.78	1.64	0.68
Peces grandes	<i>Coryphaena equiselis</i>	Pompano dolphinfish	Dorado pompano	CFW	1	1	2.38	2.89	1.48	0.5
	<i>Acanthocybium solandri</i>	Wahoo	Peto	WAH	1	1	2.62	2.67	1.57	0.66
	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Rainbow runner	Salmón	RRU	1	1	2.31	2.78	1.46	0.51
	<i>Mola mola</i>	Ocean sunfish, Mola	Pez luna	MOX	1	1.92	1.92	1.78	1.49	1.31
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	Bigeye trevally	Jurel voráz	CXS	1	2.38	1	2.56	1.25	0.51
	<i>Seriola lalandi</i>	Yellowtail amberjack	Medregal rabo amarillo	YTC	1	2.08	1.85	2.44	1.49	0.75
Rays	<i>Manta birostris</i>	Giant manta	Mantarraya gigante	RMB	1.92	2.08	1.77	1.22	1.9	1.99
Rayas	<i>Mobula japanica</i>	Spinetail manta		RMJ	1.92	2.08	1.77	1.78	1.9	1.51
	<i>Mobula thurstoni</i>	Smoothtail manta		RMO	1.92	2.08	1.77	1.67	1.9	1.6
Sharks	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky shark	Tiburón sedoso	FAL	2.08	2.08	2.15	1.44	2.1	1.91
Tiburones	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic whitetip shark	Tiburón oceánico punta blanca	OCS	1.69	1	2.08	1.67	1.7	1.5
	<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth hammerhead shark	Cornuda común	SPZ	1.77	1.92	2.08	1.33	1.91	1.9
	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead shark	Cornuda gigante	SPL	1.77	1.92	2.08	1.33	1.91	1.9
	<i>Sphyrna mokarran</i>	Great hammerhead shark	Cornuda cruz	SPK	2.08	1.77	1.92	1.33	1.97	1.93
	<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher shark	Tiburón zorro pelágico	PTH	1.92	1.92	1.77	1.22	1.87	1.98
	<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher shark	Tiburón zorro ojón	BTH	1.77	2.08	1.46	1.11	1.72	2.02
	<i>Alopias vulpinus</i>	Common thresher shark	Tiburón zorro	ALV	1.92	1.92	1.77	1.67	1.87	1.59

Group	Scientific name	Common name	Nombre común	Code	s by fishery			p	s	v
					s por pesquería	DEL	NOA			
Grupo	Nombre científico			Código	DEL	NOA	OBJ			
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Short fin mako shark	Tiburón marrajo dentado	SMA	2.23	2.23	1.92	1.22	2.12	2.1
Small fishes	<i>Canthidermis maculatus</i>	Ocean triggerfish	Pez ballesta oceánico	CNT	1	1	2	2.33	1.35	0.76
Peces pequeños	<i>Sectator ocyurus</i>	Bluestriped chub	Chopa	ECO	1	1	2.08	2.22	1.38	0.87
Turtles-Tortugas	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Olive ridley turtle	Tortuga golfina	LKV	1.62	2.23	1.62	1.89	1.73	1.33

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, 生物特性値等をまとめたものが表 2.2.3b である。アカウミガメ、アオウミガメ、タイマイで中程度と判断されたことを除けば、全体としてまき網による希少種への影響は低いと考えられるため、3点とした。

表 2.2.3a 希少種の PSA 評価結果

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	産卵率	産卵回数	産卵量	産卵時期	産卵場所	産卵回数	産卵量	産卵時期	産卵場所	密度依存性	PSAスコア(算術平均)	水産資源	陸域資源	野生動物	絶滅危惧種	絶滅危惧種	絶滅危惧種	絶滅危惧種	絶滅危惧種	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	3		2.43	2	3	1	2	1.86	3.06			2.45	中程度
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	1	2	1.86	2.65			2.45	中程度
2.2.3	タイマイ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	2	3		2.43	2	3	1	2	1.86	3.06			2.45	中程度
2.2.3	ウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	2	3		1.71	1	1	1	1	1	1.00	1.98			2.45	低い
2.2.3	コアホウドリ	脊椎動物	2	3	3	1	2	2	3			2.29	1	1	1	1	1	1.00	2.49			2.45	低い
2.2.3	アカアシカツオドリ	脊椎動物	1	2	3	1	2	2	3			2.00	1	2	1	1	1	1.19	2.33			2.45	低い
2.2.3	アホウドリ	脊椎動物	2	2	3	1	2	2	3			2.14	1	1	1	1	1	1.00	2.36			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	2	3			1.71	2	1	1	1	1	1.19	2.09			2.45	低い
2.2.3	オオアジサシ	脊椎動物	1	1	3	3	1	2	3			2.00	1	2	1	1	1	1.19	2.33			2.45	低い
2.2.3	ベニアジサシ	脊椎動物	不明	2	3	1	1	2	不明			1.80	1	2	1	1	1	1.19	2.16			2.45	低い
2.2.3	エリグロアジサシ	脊椎動物	不明	2	3	1	1	2	不明			1.80	1	2	1	1	1	1.19	2.16			2.45	低い
対象漁業	まさ網	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 希少種の生産性に関する生物特性値

評価対象生物	成熟開始年齢(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), Nel & Casale (2015)
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)

HAGR: Human Aging Genomic Resources

UMMZ: University of Michigan Museum of Zoology

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さない判断できる。

表 2.2.3c PSA 評価採点要領

	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

カツオの捕食者は、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、マグロ類の大型のメバチとキハダである。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、カジキ類、サメ類への負の影響は軽微である一方、キハダ及びカツオ自身に対しては、中程度の負の影響が検出されている。よって3点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多数の捕食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。	一部の捕食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

カツオの餌生物は魚類、甲殻類、頭足類で、餌生物に対する選択性は弱く、その水域にいる最も多いものや捕食しやすいものを食べている日和見食性と考えられている（清藤 2019a）。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 2.3.1.2)、餌生物である魚類、甲殻類、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。

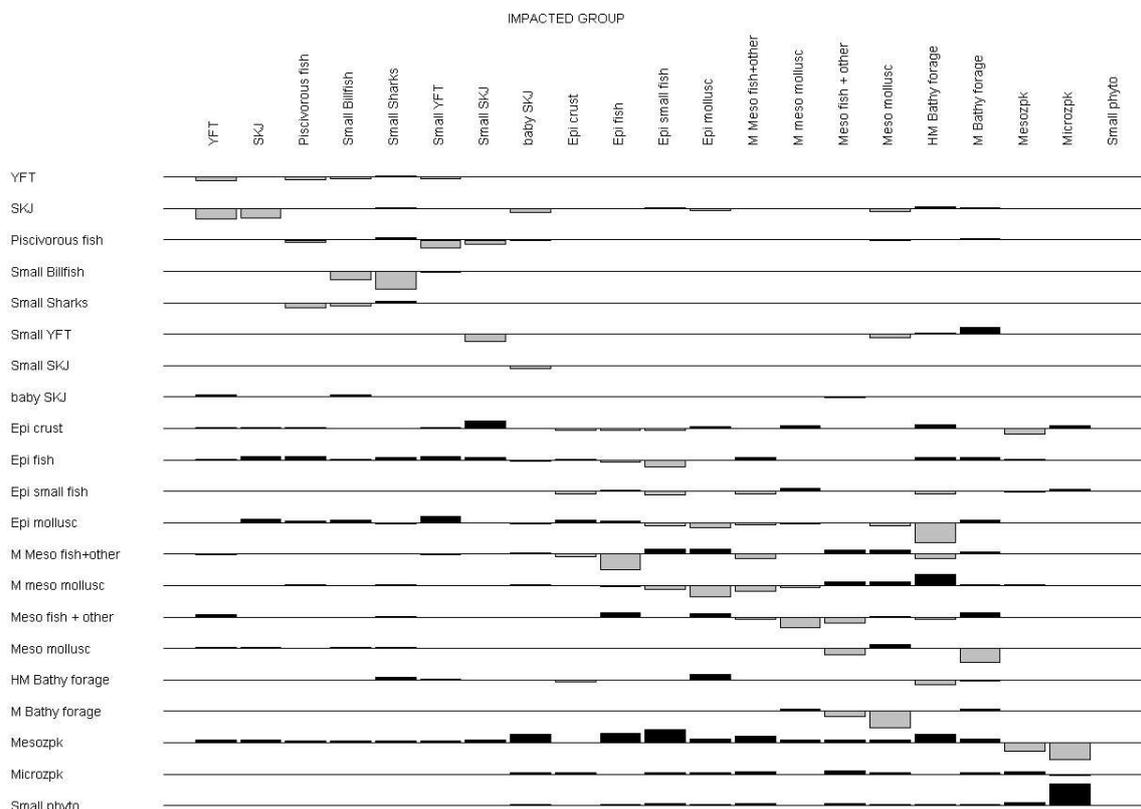


Figure 2. Mixed trophic impact matrix of selected components of the ecosystem. Impacting groups on the left, impacted groups on top; grey box below the line represents a negative impact, black box above the line represents a positive impact.

図 2.3.1.2 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. 2015 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、カツオと同様の食物段階に位置づけられる魚種は、競争者である可能性がある。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

されたカツオの栄養段階は 4.92 であり (表 2.3.1.3)、キハダ (同 4.88) 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) が同様の食性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 2.3.1.2)、キハダへの負の影響が検出されていることから、3 点とした。

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).

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	-

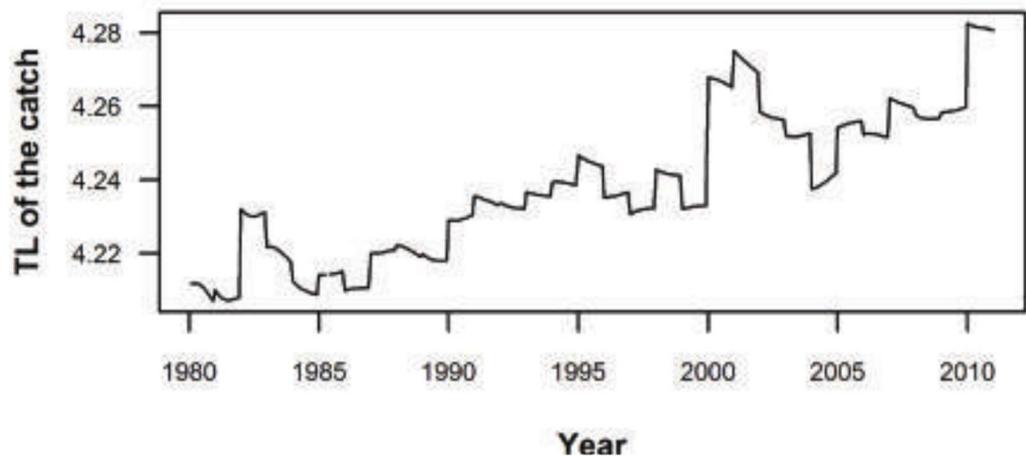
1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多数の競争者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	一部の競争者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって競争者が受ける悪影響は検出されない。	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた競争者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる。

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, 2019b, 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。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懸念される。

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



まき網漁業が中西部太平洋の生態系全体に及ぼす影響について SICA を用いて評価した結果は表 2.3.2a の通りである。

表 2.3.2a 生態系全般への影響に対する SICA 評価結果

評価対象漁業	まき網漁業
評価対象海域	中西部太平洋
評価項目番号	2.3.2
評価項目	生態系全体への影響
空間規模スコア	0.5
空間規模評価根拠概要	まき網が1回の操業で巻く面積は、大中型まき網の場合、長さが1,500mでそれが円形になるとすれば179,000m ² である。中西部太平洋で操業するまき網は302隻、操業日数は我が国の近海かつお・まぐろまき網では2013年漁業センサス(農林水産省 2015)によれば年間平均252日であるが、漁場への移動などを除く実際の操業日数は150日とした。熱帯まぐろ類のまき網では通常の操業より効率が良いFADs利用の影響を考慮する必要があるが、FADsの効率は普通の群を巻く成功率が50%であるのに対しFADs操業の成功率は90%以上である(Fonteneau et al. 2000)ことから1.8倍とした。FADs操業は禁止期間があるが(佐藤 2019a)、上記150日の操業形態(FADs使用、不使用)内訳は不明である。西部太平洋ではFADs操業は全操業の25%である(Hall and Roman 2013)。以上より、カツオ(まぐろ類)操業が空間的に影響を及ぼし得る最大の範囲は179×1,000 m ² ×302ヶ統×150日×(0.25×1.8+0.75×1)=9.73×10 ³ km ² とした。一方、中西部太平洋におけるまき網の漁場面積は佐藤(2019a)の図3からおよそ北緯10~南緯10度、東経120~西経150度の範囲とし2.2×10 ⁷ km ² と見積もった。割り算をすれば漁場面積に対し、まき網漁業が空間的に影響を及ぼす範囲は0.07%となる。この値は手順に従えば強度0.5(<15%)となる。
時間規模スコア	1.5
時間規模評価根拠概要	我が国における近海かつお・まぐろまき網の操業日数は凡そ150日としたが、すべての国のまき網船がこの日数を同時に操業するとすれば、まき網の時間規模は

	150/365=41%となり強度1.5 (30%~45%) となる。	
影響強度スコア	0.87	
影響強度評価根拠概要	大中型まき網の影響強度は手順書に従い、SQRT (0.5×1.5) =0.87と算出された。	
Consequence	種構成	
(結果) スコア	機能群構成	
	群集分布	
	栄養段階組成	2
	サイズ組成	
Consequence評価根拠概要	Allain et al. (2015)によれば、漁獲物の平均栄養段階MTLcは1980年頃より増加傾向にあり (Allain et al. 2015, 図2.3.2a)、また高次栄養段階生物の現存量および多様度が低下していることを指摘している。したがって2点とする。	
総合評価	点数	点数
総合評価根拠概要	漁業の影響強度は0.87と軽微 (SI<1) であり、まき網では混獲量は少なく (Fonteneau et al. 2000, Hall and Roman 2013) 混獲種への影響は軽微と考えられるが、MTLcの動向から生態系特性の変化や変化幅拡大などが一部起こっている懸念がある (C=3) ことから総合評価は3点とする。	

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	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こっ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こっている懸念がある。	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こっていないと判断できる。	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こっていないと判断できる。

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) の規定によって、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へ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、排水可能な水域と濃度及び排出方法が限

定されている。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、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-CO₂/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と我が国漁業の中で比較的低いCO₂排出量となっている。従って、対象漁業からの排出ガスによる大気環境への影響は軽微であると考えられることから、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>)
- Fonteneau, A., Pallares, P., and Pianet, R. (2000) A worldwide review of purse seine fisheries on FADs, pp. 15-35. In: Le Gal, J.Y., Cayre, P., and Taquet, M. (eds.) Peche thoniere et dispositifs de concentration de poissons. Actes Colloques-IFREMER 28. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00042/15278/12664.pdf>
- Gales, R. (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.
- 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.
- 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,
- IATTC (2018) Document IATTC-93-01 Tunas, Billfishes and other pelagic species in the eastern Pacific Ocean in 2017
- 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, (参照 2019-5-21).
- 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>
- 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
- 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.
- 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).
- 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, and S. Javier (2010) Trophic mass-balance model of a subtropical coastal lagoon, including a comparison with a stable isotope analysis of the food-web. *Ecol. Model.* 221: 2859–2869. doi:10.1016/j.ecolmodel
- 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. http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_04.pdf
- 南 浩史・菅沼弘行 (2017) 海亀類(総説). 平成28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,
- Nel, R. and Casale, P. (2015) *Caretta caretta* South West Indian Ocean subpopulation. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T84199475A84199755.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T84199475A84199755.en>.
- 農林水産省 (2015) 2013年漁業センサス, 農林水産省
http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2013/pdf/gyocen_13_zentai_151026.pdf
- Peatman, T., V. Allain, S. Caillot, P. Williams and N. Smith. (2017) 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 generalized 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 2019-5-21).
- 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. CMM2007-01.10p.<http://www.wcpfc.int/system/files/CMM-2007-01%20%5BRegional%20Observer%20Programme%5D.pdf>, (参照 2018-8-8).
- WCPFC (2018) Western and Central Pacific fisheries Commission (WCPFC) Tuna Fishery Yearbook 2017. 149 pp. <https://www.wcpfc.int/doc/wcpfc-tuna-fishery-yearbook-2017>
- 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>