

トラフグ伊勢・三河湾 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: 2025-03-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 川内, 陽平, 竹茂, 愛吾, 福田, 野歩人, 山本, 敏博, 岸田, 達 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013905

2. 海洋環境と生態系への配慮

概要

操業域の環境・生態系情報、科学調査、モニタリング(2.1)

太平洋中区の黒潮内側域は暖流系小型浮魚類の生育場であり、当該海域の動植物プランクトン生産等については研究が進められてきた。伊勢・三河湾については生産力等に関する調査・研究が進められてきた(2.1.1 4点)。海洋環境及び漁業資源に関する調査が関係県、水産研究・教育機構(以下、水産機構)の調査船によって定期的に行われている(2.1.2 4点)。漁業種類別・魚種別漁獲量等は調査され公表されているが混獲や漁獲物組成に関する情報は十分得られていない(2.1.3 3点)。

同時漁獲種(2.2)

ふぐはえ縄の混獲利用種は資源に影響を与えるほど大量には漁獲されていない。小型底びき網漁業(以下、小底)ではマダイ、クルマエビ、かれい類、ヒラメ、スズキ、その他のえび類(サルエビ、ヨシエビ等)、シャコ、マアナゴが混獲利用種と考えられたが、シャコ、マアナゴ、かれい類は資源が懸念される状態であった(2.2.1 はえ縄4点、小底2点、総合3点)。

混獲非利用種は、ふぐはえ縄は漁法の選択性が比較的高いためなしとした。小底はスナヒトデ、オカメブナ、小型かに類、モミジガイとしたが、漁業によるリスクは低いと考えられた(2.2.2 はえ縄4点、小底4点、総合評価4点)。

希少種への影響については、コアホウドリとニホンウナギに中程度の懸念が認められたが、全体としては低かった(2.2.3 はえ縄4点、小底4点、総合評価4点)。

生態系・環境(2.3)

トラフグは毒を有する魚であるため、これを餌としている海洋生物はほぼ存在しないのではないかと考えられる(2.3.1.1 5点)。餌生物のうちマイワシ、カタクチイワシはトラフグに比して桁違いに資源量が多く捕食による影響は無視しうるであろう。その他のえび類の資源状態は懸念される状態ではなかった(2.3.1.2 4点)。トラフグと食性が類似する種のうち、スズキ、マアナゴはトラフグと同様減少傾向であるが高水準のヒラメは資源量でトラフグと弱い負の相関が見られ、餌を巡る競争の影響を否定できなかった(2.3.1.3 3点)。

漁業による生態系全体への影響については、評価対象海域で漁獲される魚介類の総漁獲量及びそれらの漁獲物平均栄養段階は低下傾向にあり、生態系全体に及ぼす影響が無視できないと推定された(2.3.2 3点)。

漁業による海底環境への影響について、ふぐはえ縄漁業の影響は軽微であった。小底では、その規模と強度の影響は中程度であり、海底環境への影響を完全に無視することは難しい(2.3.4 はえ縄5点、小底3点、総合4点)。

評価範囲

① 評価対象漁業の特定

鈴木ほか(2021)によれば、2019年漁期(4月～翌年3月)のトラフグ伊勢・三河湾系群の漁法別漁獲量は、総漁獲量が66トンであるのに対し、ふぐはえ縄47.8トン(73%)、小底17.8トン(27%)である。そのため評価対象漁業はふぐはえ縄、小底とする。

② 評価対象海域の特定

本系群の分布域は紀伊半島東岸から駿河湾沿岸域である(鈴木ほか 2021)。このため評価対象海域は太平洋中区、とりわけ静岡県、愛知県、三重県の3県沿岸域とする。

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

- ・ふぐはえ縄：浮はえ縄と底はえ縄があるが、当該海域では浮きはえ縄は禁止されている(愛知県 2020, 三重県 2020)。底はえ縄は浮標縄の長さは水深の1.5～2倍、針の数は50～70本である。一鉢分の長さは250～400mで、一度の操業で50～80鉢を使用する(金田 2005)。
- ・小底：手繰1種、2種、3種及び板びきの4漁法がある。手繰1種は網口開口装置を有しない“かけまわし”、手繰2種、3種、板びきは開口装置としてビーム、桁及びオッターボードを有する(東海 1993)。

2) 船サイズ、操業隻数、総努力量

- ・ふぐはえ縄：2019年漁期の県別操業隻日は以下のとおりである(鈴木ほか 2021)。
静岡県：760、愛知県：675、三重県：410。
- ・小底：2004年の漁船規模、許可隻数は以下のとおりである(水産庁 2007)。
愛知県(伊勢湾)15トン未満、232隻。
愛知県(三河湾)10トン未満、269隻。
愛知県(伊勢湾・三河湾の一部)6トン未満、251隻。
三重県 10トン未満、251隻。

3) 主要魚種の年間漁獲量

2019年農林水産統計による、静岡県、愛知県、三重県の漁獲量上位の魚種は以下に示すとおりである。ただし外洋性が強いと考えられるまぐろ類、かじき類、かつお類、さめ類は除外した。

魚種名	漁獲量(トン)	率(%)
さば類	90,270	37.1
マイワシ	59,125	24.3
カタクチイワシ	29,091	12.0
しらす	17,283	7.1

その他の海藻類	7,261	3.0
その他の貝類	6,713	2.8
あさり類	4,785	2.0
3県総計	242,988	

多獲性の小型浮魚類が上位で、内湾性の海藻類、貝類が続いている。

4) 操業範囲：対象海域における操業範囲、水深範囲

- ・ふぐはえ縄：太平洋中区。遠州灘～熊野灘(鈴木ほか 2021)。
- ・小底：伊勢・三河湾、渥美半島外海(鈴木ほか 2021)。

5) 操業の時空間分布

- ・ふぐはえ縄：10月～翌年2月(静岡県水産・海洋技術研究所 2020, 愛知県 2020)。
- ・小底：三重県、愛知県の伊勢湾は周年操業。愛知県の三河湾、伊勢・三河湾の一部(6トン未満船)は操業期間が3～12月。トラフグについては、伊勢湾、及び外海は9～10月、三河湾では9月いっぱい全長25cm以下は再放流する(水産庁 2007)。

6) 同時漁獲種

- ・ふぐはえ縄：2019年農林水産統計による静岡県、愛知県、三重県における「その他のはえ縄」の漁獲量上位の魚種は以下に示すとおりである。

	漁獲量(トン)	率(%)
ふぐ類	76	60.8
あまだい類	6	4.8
キダイ	3	2.4
3県総計	125	

阿知波(2006)によれば、遠州灘西部海域での底はえ縄の漁獲物はトラフグがほとんどで、サバフグ、シマフグ等のふぐ類も揚げられていた。

- ・小底：2019年農林水産統計による愛知県、三重県における小底の漁獲量上位の魚種は以下に示すとおりである。

	漁獲量(トン)	率(%)
その他の貝類	4,003	43.2
マダイ	543	5.9
その他のいか類	436	4.7
たこ類	385	4.2
その他のえび類	359	3.9
がぞみ類	352	3.8
アサリ	317	3.4
スズキ	294	3.2
愛知・三重総計	9,258	

船越(2008)によれば、伊勢湾の小底(まめ板)での主な漁獲種は、2005年ではスズキ(19.2%)、サルエビ(13.5%)、シャコ(13.1%)、マアナゴ(10.4%)、いか類(3.6%)、アジ(3.3%)等である。

阿知波(2006)によれば小底による遠州灘西部海域での漁獲物はクルマエビ等のえび類、かれい類、ヒラメ等と、ふぐ類はトラフグを中心にサバフグ、ヨリトフグ、伊勢湾・三河湾ではクルマエビ、ヨシエビ等のえび類、かれい類、シャコ、マアナゴ等とふぐ類はトラフグを中心にサバフグ、ヒガンフグ、コモンフグ等であった。

混獲非利用種

- ・ ふぐはえ縄：漁具の選択制が高いため混獲種は少ないと思われる。
- ・ 小底：中村(2011)によれば、まめ板での未利用生物は、スナヒトデ(45%)、オカメブンプク(23%)、小型カニ(15%)、モミジガイ(13%)、ヒトデ(4%)等である。

7) 希少種

環境省レッドデータブックを根拠とした。環境省による 2020 年レッドデータブック掲種の中で、生息環境が評価対象海域と重複する動物は以下のとおりである(環境省 2020a)。

魚類 ニホンウナギ(EN)

爬虫類 アカウミガメ(EN)、アオウミガメ(VU)

鳥類

アカアシシギ(VU)、カラフトアオアシシギ(CR)、クロツラヘラサギ(EN)、シロチドリ(VU)、ズグロカモメ(VU)、ヘラシギ(CR)、ホウロクシギ(VU)、オオアジサシ(VU)、コアジサシ(VU)、ヒメウ(EN)、ヒメクロウミツバメ(VU)、セグロミズナギドリ(EN)、アホウドリ(VU)、コアホウドリ(EN)

④ 評価対象魚種に関する種苗放流事業の有無

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

評価対象水域である太平洋中区の黒潮内側域は暖流系小型浮魚類の生育場であり、当該海域の動植物プランクトン生産等については水産機構によって研究が進められてきた(中田 1997)。伊勢・三河湾については重要な漁場であることから生産力等に関する調査・研究が進められてきた(愛知県水産試験場漁業生産研究所ほか 2000 等)。したがって 4 点とする。

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

当該海域では生態系モデリングに関する研究は未着手であるが、海洋環境及び漁業資源に関する調査が愛知県、三重県、水産機構の調査船によって定期的の実施され、水温、塩分等の海洋環境の変動が把握されている(静岡県水産・海洋技術研究所 2021, 愛知県 2021a, 三重県 2021, 日下ほか 2018)。したがって 4 点とする。

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 期的に実施されている	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

統計法に則り行政機関により県別・漁業種類別・魚種別漁獲量等は調査され公表されている。しかしこれだけでは混獲や漁獲物組成に関する情報は十分得られていないため 3 点とする。

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

- ・ふぐはえ縄

評価範囲③ 6) で見たとおり、農林水産統計では静岡、愛知、三重 3 県の「その他のはえ縄」

の漁獲物はふぐ類のほかはあまだい類とキダイが挙げられるが、アマダイのはえ縄はふぐはえ縄より針が小さい(金田 2005)。また、その他ののはえ縄の総漁獲量に対してあまだい類とキダイの漁獲量は少ないため無視することとする。同じく③ 6)に上げたサバフグ、シマフグ等のふぐ類も漁獲量はわずかと解釈できるため無視する。このため混獲種はそれぞれの資源に影響を与えるほど大量には漁獲されていないと考え4点とする。

・小底

評価範囲③ 6)で示した農林水産統計での多獲種のうち総漁獲量の5%を超えるのは、貝類は貝桁網と考えられるため除外するとマダイである。既往の文献からは遠州灘ではクルマエビ、かれい類、ヒラメ(阿知波 2006)、伊勢・三河湾ではスズキ、サルエビ、シャコ、マアナゴ(船越 2008)、クルマエビ、ヨシエビ、かれい類、シャコ、マアナゴ(阿知波 2006)が混獲利用種として挙げられる。以上のことから、マダイ、クルマエビ、かれい類、ヒラメ、スズキ、サルエビ、シャコ、マアナゴ、ヨシエビを混獲利用種としてCA評価を行った。

小底混獲利用種に対するCA評価

評価対象漁業	小底	
評価対象海域	愛知県、三重県沿岸(伊勢・三河湾、渥美外海)	
評価対象魚種	マダイ、クルマエビ、かれい類、ヒラメ、スズキ、サルエビ、シャコ、マアナゴ、ヨシエビ	
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	2
	再生産能力	
	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他：	
評価根拠概要	シャコ、マアナゴ、かれい類については資源が懸念される状態である可能性があるため2点とする。	
評価根拠	マダイ、クルマエビ、かれい類、ヒラメ、スズキ、サルエビ、シャコ、マアナゴ、ヨシエビのうち、マダイ(太平洋中部海域)、クルマエビ(的矢湾、伊勢湾、三河湾、浜名湖、遠州灘西部)、ヒラメ(太平洋中部海域)、シャコ(伊勢湾・三河湾)、マアナゴ(伊勢・三河湾)、スズキ(三重県沿岸)の資源評価結果は以下のとおりである。 ・マダイ太平洋中部海域：千葉県から三重県までのマダイはひとつの系群と考えられ、1980年以降の漁獲量の推移から2018年の資源水準は高位、直近5年の資源量の推移から動向は増加とされた(千葉県水産総合研究センターほか 2020a)。 ・クルマエビ的矢湾、伊勢湾、三河湾、浜名湖、遠州灘西部：CPUEの推移から2019年の水準・動向を判断すると、対象水域のうち静岡県は低位・横ばい、愛知・三重両県は高位・増加とされ、全体では1995年以降では高位・増加と判断された。ただし漁獲量は各県とも長期的に見て減少しており楽観はできないとされる(静岡県水産技術研究所 浜名湖分場ほか 2020)。 ・ヒラメ太平洋中部海域：千葉県から三重県までのヒラメはひとつの系群と考えられ、1985年以降の漁獲量の推移から2018年の資源水準は中位、直近5年の資源量の推移から動向は減少とされた(千葉県水産総合研究センターほか 2020b)。 ・シャコ伊勢・三河湾系群：1989年以降の小底のCPUEの経年変化から2019年の資源の水準・動向は、低位・減少とされた(澤山ほか 2021)。	

- ・マアナゴ伊勢・三河湾：1989年以降の小底のCPUEの経年変化から資源の水準は低位、動向は減少と判断された(横内ほか 2021)。
- ・三重県沿岸のスズキは三重県単独の資源評価が実施されており、資源状態は2001年以降の有漁地区の小底CPUEから、高位・増加と判断されている(三重県資源評価委員会 2021)。

かれい類、サルエビ、ヨシエビについては資源評価は行われていないため愛知、三重両県の漁獲量の経年変化から判断した(図2.2.1)。ただし、サルエビ、ヨシエビは種別の漁獲量はわからないため農林水産統計における「その他のえび類」で括った。かれい類についても種組成は不明である。

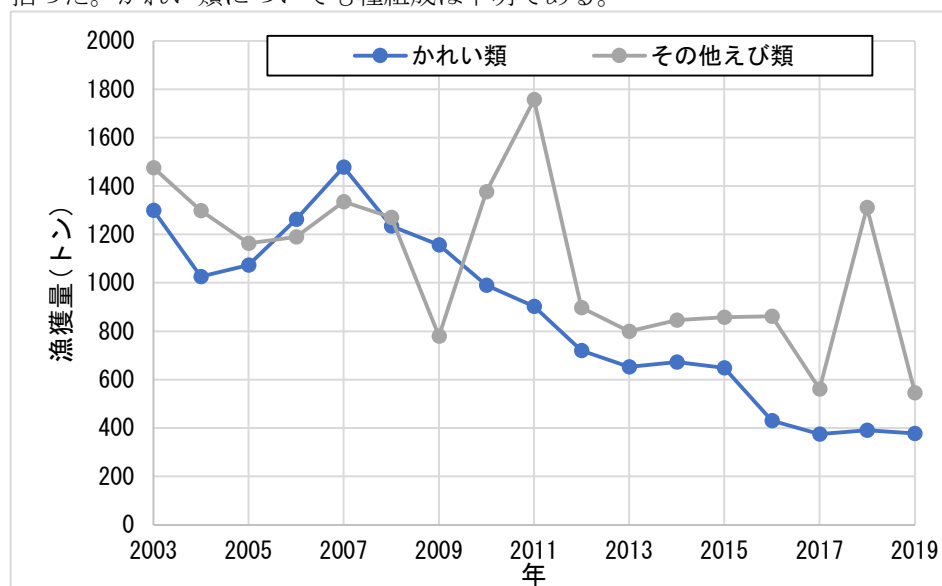


図2.2.1 愛知県、三重県の魚種別合計漁獲量

図2.2.1を見ると、長期的に見るといずれも減少傾向であるが、直近5年の動向ではその他のえび類は傾向が明瞭ではなく、かれい類は減少傾向が見られる。以上のとおり、小底の同時漁獲種はマダイ、クルマエビ、ヒラメ、その他のえび類、スズキについては懸念される状態ではないものの、シャコ、マアナゴ、かれい類については、資源は懸念される状態である可能性があるため2点とする。

以上のとおり、ふぐはえ縄4点、小底2点であるため、漁獲量による重みづけ平均(3.46)からスコアは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、混獲利用種は不可逆的な悪影響を受けていないと判断される

2.2.2 混獲非利用種

- ・ふぐはえ縄

漁法の選択性が比較的高いと考えられることから目立った混獲非利用種はないと考え4点

• 小底

表2.2.2a 小底混獲非利用種(グループ)のPSA評価における想定スコア

表 2.2.2b 採点要領29

S	Sスコア総合点	幾何平均により計算する	$=(S1*S2*...Sn)^{(1/n)}$
	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	$=SQRT(P^2+S^2)$
	全体評価	PSAスコア全体平均値及び高リスク種の有無に基づき評価する	

以上のとおり、混獲非利用種への影響について、ふぐはえ縄、小底とも4点と考えられるため総合評価は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、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、混獲種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、アカアシシギ、カラフトアオアシシギ、クロツラヘラサギ、シロチドリ、ズグロカモメ、ヘラシギ、ハウロクシギ、オオアジサシ、コアジサシ、ヒメウ、ニホンウナギ、ヒメクロウミツバメ、セグロミズナギドリ、アホウドリ、コアホウドリ、アオウミガメである。これら生物について PSA でリスク評価したものが表 2.2.3a、その根拠となる生物特性等をまとめたものが表 2.2.3b である。コアホウドリとニホンウナギで中程度のリスクが検出されたものの、全体として悪影響の懸念は小さいと考えられることから4点とする。

表2.2.3a 希少種のPSA評価結果

・ふぐはえ縄

採点項目	評価対象生物 標準和名	脊椎動物or 無脊椎動物	P(生産性, Productivity) スコア										S(感受性, Susceptibility) スコア						PSA評価結果	
			増殖率 低下率	産卵率 低下率	産卵数 低下率	成長率 低下率	成熟率 低下率	死亡率 低下率	捕食率 低下率	競争率 低下率	PSAスコア (幾何平均)	水質汚濁 感受性	底質汚濁 感受性	気候変動 感受性	人間活動 感受性	PSAスコア (幾何平均)	PSA スコア	リスク区分		
2.2.3	ヒメウ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3		2.14	2	1	1	1	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	3	3		1.86	2	1	1	1	1.19	2.21	低い		
2.2.3	コアジサシ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	2	1	1	1	1.19	2.21	低い		
2.2.3	カンムリウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	2	1	1	1	1.19	2.21	低い		
2.2.3	コアホウドリ	脊椎動物	2	3	3	1	2	3	3		2.43	2	1	1	1	1.19	2.70	中程度		
2.2.3	セグロミズナギドリ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3		2.14	2	1	1	1	1.19	2.45	低い		
2.2.3	アホウドリ	脊椎動物	2	2	3	1	2	3	3		2.29	2	1	1	1	1.19	2.58	低い		
2.2.3	オオアジサシ	脊椎動物	1	1	3	3	1	2	3		2.00	2	1	1	1	1.19	2.33	低い		
2.2.3	アオウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	1		2.14	2	1	1	1	1.19	2.45	低い		
2.2.3	アカウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2		2.29	2	1	1	1	1.19	2.58	低い		
対象漁業	はえ縄	太平洋中区														PSAスコア全体平均	2.42	低い		

・小底

採点項目	評価対象生物 標準名	脊椎動物or 無脊椎動物	P(生産性, Productivity)スコア									S(感受性, Susceptibility)スコア					PSA評価結果	
			成熟開始年齢	産卵年齢	抱卵数	最大体長	成熟体長	繁殖期間	栄養段階	密度依存性	PSA総合点 (算術平均)	水質汚濁感受性	気候変動感受性	漁業の選択性	開発後死亡リスク	PSA総合点 (算術平均)	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		2.29	1	1	1	2	1.19	2.58	低い
2.2.3	ツルシギ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
2.2.3	アカアシシギ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
2.2.3	カラフトアオアシシギ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
2.2.3	クロツラヘラサギ	脊椎動物	1	2	3	2	2	3	3		2.29	1	1	1	1	1.00	2.49	低い
2.2.3	シロチドリ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
2.2.3	ズグロカモメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
2.2.3	ヘラシギ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
2.2.3	ホウロクシギ	脊椎動物	1	2	3	2	2	3	3		2.29	1	1	1	1	1.00	2.49	低い
2.2.3	オオアジサシ	脊椎動物	1	2	3	3	1	3	3		2.29	1	1	1	1	1.00	2.49	低い
2.2.3	コアジサシ	脊椎動物	1	2	3	1	1	3	3		2.00	1	1	1	1	1.00	2.24	低い
2.2.3	ヒメウ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3		2.14	1	1	1	1	1.00	2.36	低い
2.2.3	ニホンウナギ	脊椎動物	2	2	1	2	2	1	3		1.86	2	3	1	3	2.06	2.77	中程度
対象漁業	小型底曳き網	対象海域	伊勢・三河湾													PSAスコア全体平均	2.31	低い

表 2. 2. 3b 希少種の生産性に関する生物特性値

種名	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	岡本ほか (2019), 石原 (2012), Seminoff (2004)
アカアシシギ	<5	<5	<100	29	<29	3.85	浜口ほか(1985), Del Hoyo et al. (1996), Whitehouse & Aydin (2016), Fransson et al. (2010)
カラフトア オアシシギ	<5	7-11, 8-11*	<100	30	<30	3.25>	愛知県 (2021b)
クロツラヘ ラサギ	<5	11	<100	77	<77	3.25>	愛知県 (2021c)
シロチドリ	<5	9	<100	17	<17	3.25>	愛知県 (2021d)
ズグロカモメ	<5	2-7, 8-6	<100	32	<32	3.9	BirdLife International (2018)
ヘラシギ	<5	3	<100	15	<15	3.25>	愛知県 (2021e)
ホウロクシギ	<5	20-3, 11-1	<100	66	<66	3.25>	愛知県 (2021f)
オオアジサシ	3	21	1.5	53	43	4.2	浜口ほか (1985), Milessi et al (2010)
コアジサシ	<5	21-10, 19-11	<100	24	<24	3.25>	浜口ほか (1985), Hobson et al. (1994), Clapp et al (1982)
ヒメウ	3	18	3	73	63	4.2	浜口ほか (1985), Hobson et al. (1994), Clapp et al (1982)
ニホンウナギ	10	10	100～ 300万	129	66～ 79	3.6	愛知県 (2021g)
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)
セグロミズ ナギドリ	3		5	33	64	3.6>	浜口ほか (1985)
アホウドリ	6	25>	1	94	84	4>	長谷川 (1998)
コアホウドリ	8	55	1	81	79	4>	浜口ほか (1985), Gales (1993)
アオウミガメ	20-50	70～ 80	400	100	92	2.1	岡本ほか (2019), 石原 (2012)

* 同属近縁のアオアシシギの値

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と判断できる

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

トラフグは肝臓、生殖巣等に毒を有する魚であるため、これを餌としている海洋生物はほぼ存在しないのではないかと考えられる。そのため5点とする。

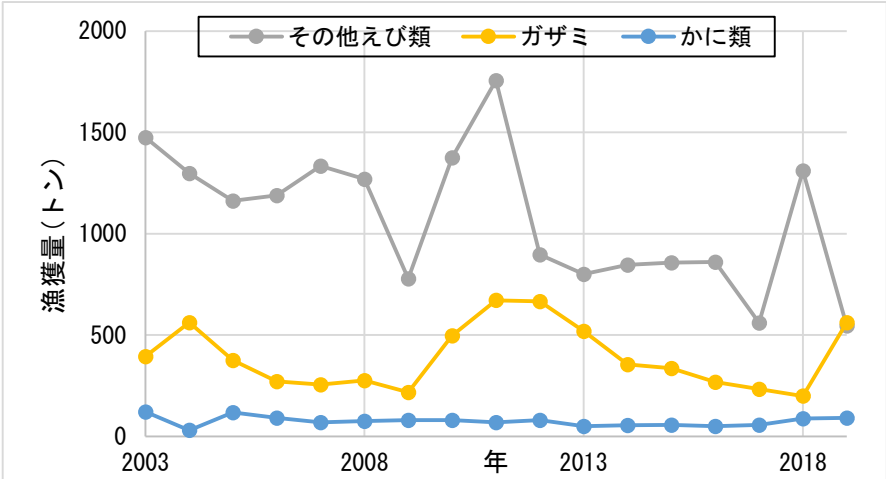
1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	多数の捕食者に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の捕食者に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって捕食者が受ける悪影響は検出されない	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた捕食者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる

2.3.1.2 餌生物

トラフグの餌生物としては、海域は不明であるがカタクチイワシ、マイワシ等の魚類、えび類、かに類が挙げられる(日本水産資源保護協会 1983)。ここではマイワシ、カタクチイワシ、えび類、かに類、及び小底での漁獲が一定量認められるガザミを餌生物として CA 評価を行った。農林水産統計ではえび類はイセエビ、クルマエビ以外のえび類で、サルエビ(船越 2008)、ヨシエビ(阿知波 2006)等で構成されると思われる。その他のかに類はズワイガニ、ベニズワイガニ、がざみ類以外のかに類である。その他のかに類で漁獲統計に含まれそうなのは東シナ海では大半はワタリガニ科のヒラツメガニ、ほかにアカイシガニ等である(山本・長澤 2015)が、伊勢・三河湾、渥美外海域のかに類の種組成は不明である。CA 評価の結果、トラフグによる捕食の影響は無視しうると考え、4点とする。

表2.3.1.2 餌生物のCA評価結果

評価対象漁業	ふぐはえ縄、小底		
評価対象海域	愛知県、三重県沿岸(伊勢・三河湾、渥美外海)		
評価対象魚種	マイワシ、カタクチイワシ、その他のえび類、ガザミ、その他のかに類		
評価項目番号	2.3.1.2		
評価項目	餌生物への影響		
評価対象要素	資源量	4	
	再生産能力		

	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他	
評価根拠概要	いわし類はトラフグに比して桁違いに資源量が多く捕食による影響は考えられないが、その他のえび類についても直近5年では減少傾向とまではいえない状況だったため、4点とする。	
評価根拠詳細	マイワシ(太平洋系群)、カタクチイワシ(太平洋系群)は資源評価が行われており、その結果は以下のとおりである。 ・マイワシ太平洋系群：1960年以降の年齢別漁獲尾数からチューニングVPAにより資源量、親魚量を推定したところ、親魚量は目標管理基準値(SBmsy)案を上回り(SB2019/SBmsy=1.33)、動向は増加傾向とされた。F2019/Fmsy=1.01であり、現状の漁獲圧(F2015-2019)が続いた場合、2031年の親魚量がSBtarget案、SBlimit案を上回る確率はそれぞれ48、99%とされる(古市ほか 2021)。 ・カタクチイワシ太平洋系群：コホート解析により1978～2019年の資源量を推定し、資源水準は低位、動向は減少とした。現状の漁獲圧が続く場合、2026年の資源量、親魚量は大きく減少するとされた(木下ほか 2021)。 その他のえび類、ガザミ、その他のかに類については農林水産統計の愛知県、三重県合計の漁獲量を図2. 3. 1. 2示した。その他のえび類は長期的には減少傾向であるが、直近5年ではいずれの種(群)も減少傾向とまではいえない状況だった。  図2. 3. 1. 2 愛知県・三重県の、その他のえび類、ガザミ、かに類漁獲量 カタクチイワシ太平洋系群は低位・減少の状態であるが、2019年漁期の資源量は本系群が127トンであるのに対し、マイワシ太平洋系群の2019年資源量は341.5万トン、カタクチイワシ太平洋系群は12.0万トンとその資源量がトラフグに比してともに圧倒的に多いことから、資源状態が低位・減少傾向のカタクチイワシといえどもトラフグの捕食によって資源量が影響を検知できるレベルで減少することはない。加えて最近のカタクチイワシの減少原因については環境変動の影響(Takasuka et al. 2008)等も指摘されることから(木下ほか 2021)、トラフグによる捕食の影響は無視しうると考え、本項目は4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	一部の餌生物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

伊勢・三河湾、及び渥美外海域でトラフグ同様甲殻類、魚類を捕食し、漁獲量が多い魚種は③ 6)よりヒラメ、スズキ、マアナゴが挙げられよう。これらの魚種の資源状況は、いずれも小底の混獲種として2.2.1で見たとおり、ヒラメ(太平洋中部海域)は資源の水準は高位、動向は減少傾向(千葉県水産総合研究センターほか 2020b)、マアナゴ伊勢・三河湾の水準は低位、動向は減少(横内ほか 2021)、スズキは漁獲量が減少傾向であった。トラフグの資源状態は低位・減少であるが(鈴木ほか 2021)、スズキ、マアナゴも減少傾向を示していることからトラフグの資源動向に影響を与えたとは考えにくい。ヒラメ(太平洋中部海域)は高水準であり、2003～2018年におけるトラフグとの資源量の関係では有意ではないが負の相関が見られる(図2.3.1.3)。これについては、両者が餌を巡って競合関係にありヒラメが高水準の時にトラフグが影響を受けているという証拠にはならないものの、影響を否定できないため3点とする。

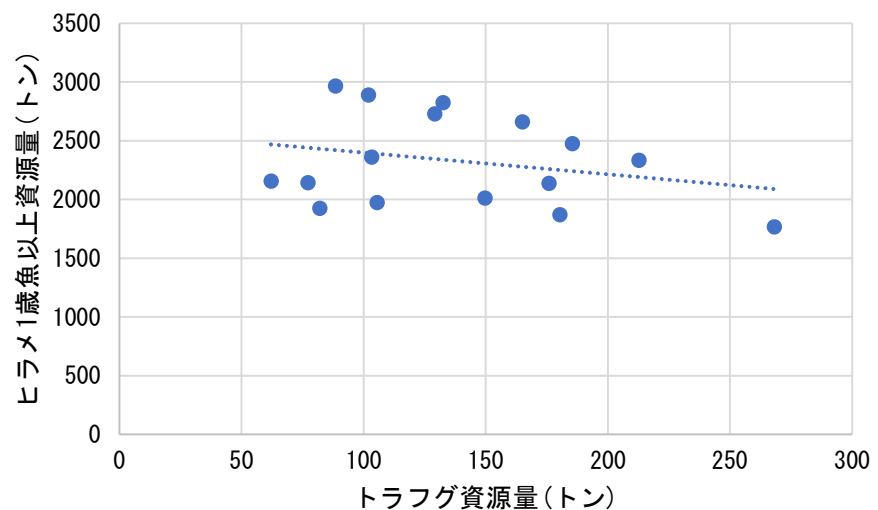


図2.3.1.3 2003～2018年のトラフグ資源量とヒラメ1歳魚以上資源量の関係(千葉県水産総合研究センターほか 2020b)

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

図 2. 3. 2a に示したように、評価対象海域における漁獲物の栄養段階組成をみると、漁獲は栄養段階 2.0 で多く、図 2. 3. 2b のマイワシやカタクチイワシが寄与していることがわかる。

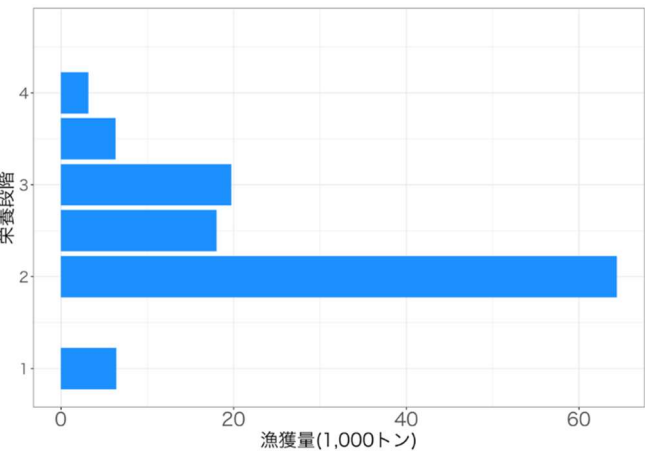


図2. 3. 2a 2018年の海面漁業生産統計調査から求めた、伊勢・三河湾・遠州灘の漁獲物栄養段階組成

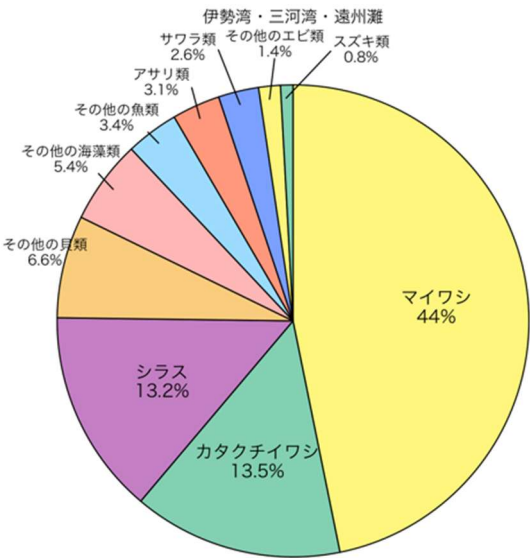


図2. 3. 2b 2018年の海面漁業生産統計に基づく伊勢・三河湾・遠州灘の漁獲物の種組成

評価対象海域の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階(MTLc)の推移は図 2. 3. 2c のとおりである。評価対象海域では、MTLc に低下傾向が認められた。これはマイワシの増加やあなご類の減少によるところが大きく、あなご類は小底で漁獲されるため、評価対象漁業が生態系全体に及ぼす影響は無視できないとし、3 点とした。

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きていると判断できる

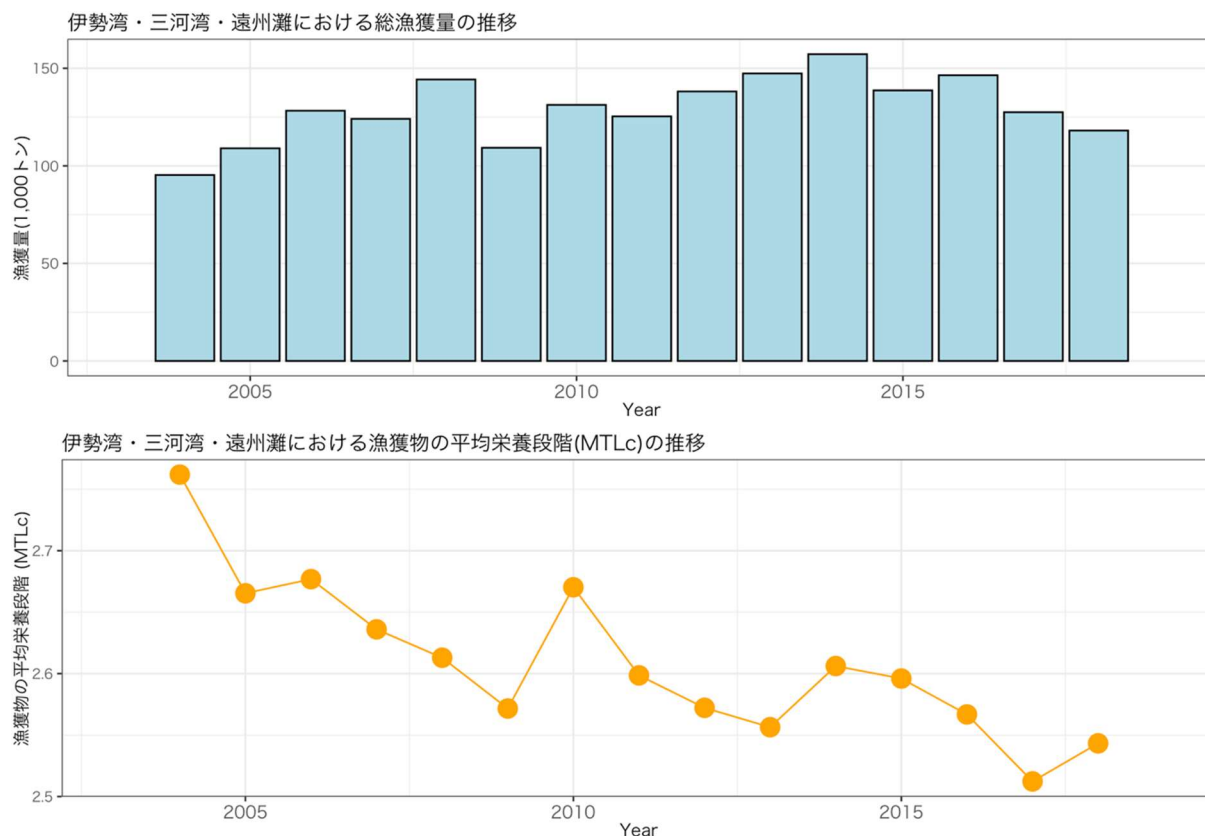


図2. 3. 2c 海面漁業生産統計調査から求めた、評価対象海域の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階の推移

2.3.3 種苗放流が生態系に与える影響

種苗放流は漁獲量増加、資源回復等の効果が見込まれる反面、大量の人工種苗を天然の海域に放流することともなう自然界、海洋生態系への影響が指摘されている(北田 2001, 水研センター・水産庁 2015)。ここでは、遺伝的健全性確保(2.3.3.1)、遺伝子攪乱回避(2.3.3.2)、野生種への疾病蔓延回避(2.3.3.3)について評価を行う。

2.3.3.1 種苗遺伝的健全性確保のための必要親魚量確保

放流対象海域から得た天然魚を親魚とし、これを定期的に入れ替えている。トラフグの種苗生産では概ね漁獲物を親魚として用い人工授精により採卵しているため、継代飼育した親魚の使用による遺伝的多様性の低下リスクは低い。しかし、近年では漁獲物に成熟した人工種苗が高い割合で混入していることから、多様性に問題のある親魚を排除するとともに可能な限り、親魚数や採卵ロットを増やす努力が必要である。一方、トラフグ精子は短期及び長期の冷凍保存技術が確立されているため、この技術を積極的に利用し、遺伝的多様性の確保に努めるように指導されている(水研センター・水産庁 2015)。以上より4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
継代した人工魚を親魚としている		放流対象海域から得た天然魚を親魚としている。若しくはPNIが0.3未満	放流対象海域から得た天然魚を親魚とし、これを定期的に入れ替えている	放流対象海域から得た天然魚を親魚とし、60尾以上を確保した上で、これを定期的に入れ替えている。もしくはPNI0.5以上

2.3.3.2 遺伝子攪乱回避措置

系群(もしくは遺伝的に均一集団)構造を把握した上で、同一系群(集団)内での親魚採捕、種苗放流を行っている。親魚、受精卵、精子、人工種苗等の移動にあたっては系群の分布・回遊範囲を考慮して、その系群単位内にとどめるべきであること、漁協等が民間業者から人工種苗を購入し自主的に放流する場合においては、種苗の生産履歴を確認し、系群単位外や親魚の由来が不明な種苗を持ち込まないように指導されている(水研センター・水産庁 2015)。以上より5点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
親魚の属する系群の分布域と異なる海域(河川)にしばしば種苗を放流している	親魚採捕海域(河川)と種苗放流海域(河川)が異なることが稀にある		系群構造は不明であるが、親魚採捕海域(河川)と種苗放流海域(河川)が同一である	系群(若しくは遺伝的に均一集団)構造を把握した上で、同一系群(集団)内での親魚採捕、種苗放流を行っている

2.3.3.3 野生種への疾病蔓延回避措置

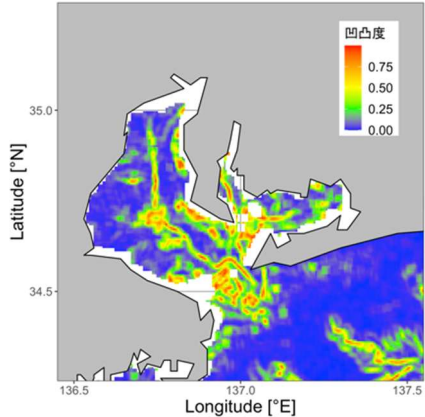
魚病診断体制が整えられており、蔓延防止体制がある。VNNについては防除対策並びに診断法が開発されている。種苗生産機関では、病原体の天然海への拡散を避けるために「防疫的見地からみた放流種苗に関する申し合わせ事項(I)」(栽培漁業技術開発推進事業全国協議会1999)に基づき、種苗生産過程で異常な死亡が認められなかった生産回次の種苗のみを放流している(中井ほか 1994, 西岡 2019, 中井・森 2016)。以上より5点とする。

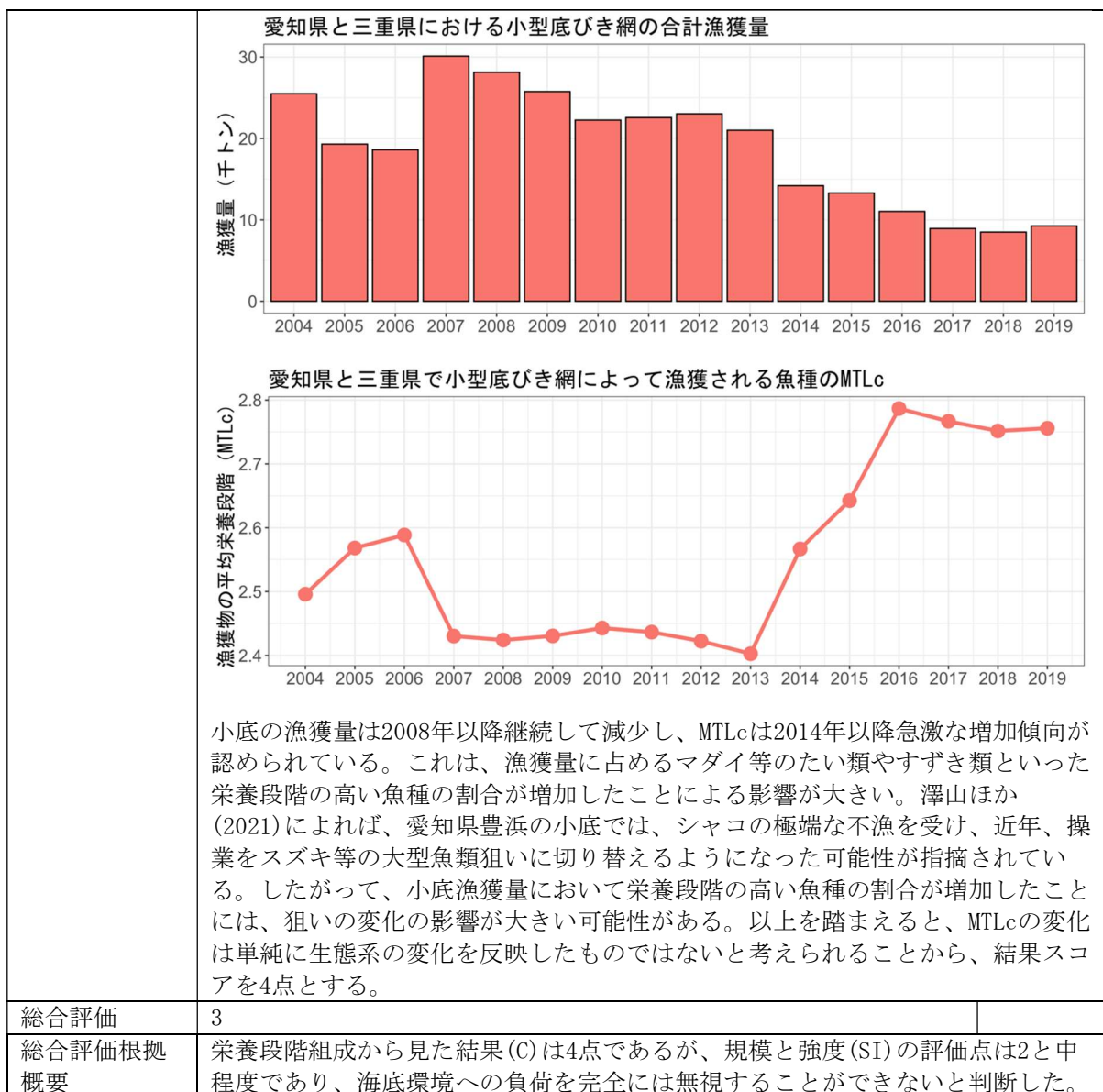
1点	2点	3点	4点	5点
魚病診断体制、蔓延防止措置ともに未整備である				魚病診断体制が整えられており、蔓延防止体制がある

2.3.4 海底環境

評価対象とする漁業種類のうち、小底は着底漁具を用いて海底をひきまわすが、伊勢・三河湾及び渥美外海では、着底漁具による攪乱に対する海底環境の応答を評価するための長期的な時系列データ(多様度指数等)が利用可能ではないため、SICA 評価を行った。

評価対象漁業	小底
評価対象海域	愛知県、三重県沿岸(伊勢・三河湾、渥美外海)
評価項目番号	2.3.4
評価項目	海底環境
空間規模スコア	2
空間規模評価根拠概要	小底の操業水深帯は、伊勢・三河湾のまめ板びきで10～40mである。渥美外海板びき網漁業は300m以浅で操業するが、当海域においてトラフグは150m以深にほとんど生息しないと考えられている(阿知波 2006)。以上から、伊勢・三河湾内の水深10～40m(1,460km ²)、渥美外海の150m以浅の範囲(1,073km ²)をトラフグの分布域内に

	おける小底の最大操業面積と仮定した。伊勢・三河湾全域(2,342km ²)と紀伊半島東岸から駿河湾沿岸域(三保半島付近まで)にかけての150m以浅の大陸棚上(4,064km ²)を合わせた範囲が本系群の分布域とすると、小底の操業面積は最大で海域全体の39.6%となる。評価手順書に沿うと小底の空間規模スコアは2となる。	
時間規模スコア	2	
時間規模評価根拠概要	伊勢湾では周年操業が行われており、愛知県の三河湾、伊勢・三河湾の一部(6トン未満船)では操業期間が3~12月となっている。多部田ほか(2012)によると、伊勢・三河湾における小底の年間出漁日数は若松地区で約60日、有滝地区で約120日、豊浜地区で約170日である。出漁中毎日操業すると仮定した場合、年間の16.4~46.6%が操業日数となり、特に広域の漁場を対象とする豊浜・有滝地区の漁船においては30%を超えることから、時間規模スコアを2とした。	
影響強度スコア	2	
影響強度評価根拠概要	空間規模と時間規模のスコア、それぞれ2点、2点、漁法は小底であるから強度スコアを算出すると、 $(2 \times 2 \times 3)^{1/3} = 2.29$ となる。	
水深スコア	2	
水深スコア評価根拠	対象海域内における小底の操業水深は伊勢・三河湾内で10~40m、渥美外海(遠州灘西部)では150m以浅である。一方、トラフグは湾内の浅海域のみならず、遠州灘西部において水深20~150mの広い範囲で漁獲される(阿知波 2006)。したがって、水深スコアを2とした。	
地質スコア	1	
地質スコア評価根拠	伊勢湾湾口のごく一部に礫や細礫がみられるが、伊勢・三河湾内の大部分と渥美外海の大部分には粘土やシルト、砂が分布することから(日本海洋学会 1985)、小底漁場の大部分の底質は軟質砂泥と判断されるため、スコアを1とした。	
地形スコア	2	
地形スコア評価根拠	水深データから算出した凹凸度を指標とすると(Evans 2021)、地形は平坦な海域と不規則な海域が混在していると考えられるためスコアは2とした。 	
総合回復力	1.67	
総合回復力評価根拠	上記3要素の算術平均 $((2+1+2)/3)$ から総合回復力は1.67となった。	
SRスコア	2(中程度(2.83))	
SRスコア評価根拠	S(規模と強度)とR(回復力)のユークリッド距離を求めると $(\text{SQRT}(S^2 + R^2))2.83$ となり、「中程度」との境界値2.64を上回り、「高い」との境界値3.18を下回ったためスコアは2(影響強度は中程度)となった。	
Consequence (結果) スコア	種構成	
	機能群構成	
	群集分布	
	栄養段階組成	4
	サイズ組成	
Consequence 評価根拠概要	ここでは、小底のMTLcの経年変化をもとに栄養段階組成に着目して、影響強度の結果を評価した。	



評価項目	ハビタットタイプ	規模と強度				回復力				SR総合点	SRスコア	影響結果（いずれか一つについて評価）						総合評価		
		空間重複度	時間重複度	漁法名	漁法別影響度	水深	地質	地形	総合回復力			分布域	種組成	機能群組成	サイズ組成	摂食生態TL組成	評価根拠概要	総合点	面積比率	加重得点
2,3,4	陸棚	2	2	小型底びき網	3	2.29	2	1	2	1.666666667	2.83	中程度(2.64-3.18)					小型底びき網のMTLcの経年変化には定向的变化が認められたが、小底による生態系構造の改変を反映したものとは考えにくいため、4点とする	3	1	3
2,3,4	陸棚縁辺			小型底びき網		0				0	0									
2,3,4	大陸斜面			小型底びき網		0				0	0									
対象漁業	小型底びき網				対象海域	愛知、三重沿岸（伊勢・三河湾、瀬美外海）												総合評価		3

対象とする漁業種類のうち、ふぐはえ縄は漁具の一部が海底に接地するものの、ひきまわす形態の操業は行わないことから影響は軽微と考え、5点を配点する。

以上2漁法のスコアの漁獲量による重み付け平均(4.46)から、本項目は4点を配点する。

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	時空間情報に基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

2.3.5 水質環境

2019年の第四管区管内での海上環境関係法令違反のうち、県漁業調整規則(有害物の遺棄または漏せつ)違反、及び水質汚濁防止法違反は認められなかったため(海上保安庁 2019)、水質環境への影響は軽微であると考えられ、4点とする。

種苗生産施設については、水質汚濁防止法等の施行状況(環境省 2020b)によれば、該当すると思われる特定事業場に関する平成30年度の改善命令、違反はいずれも0件であったことから4点と考えられる。このため総合評価も4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
多くの物質に関して対象漁業もしくは、種苗生産施設等からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される。もしくは取り組み状況について情報不足により評価できない		一部物質に関して対象漁業もしくは、種苗生産施設等からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される	対象漁業もしくは、種苗生産施設等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	対象漁業もしくは種苗生産施設等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だけでなく、対象漁業もしくは種苗生産施設等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いる

2.3.6 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・水揚げ金額あたり二酸化炭素排出量の推定値は表2.3.6のとおりである。ふぐはえ縄の値は不明であるが、沿岸まぐろはえ縄の値は4.8と比較的大きいため類推から3点とする。小底は1.4と我が国漁業の中ではやや低めのCO₂排出量となっているため4点とする。ふぐはえ縄3点、小底4点のため漁獲量による重み付け平均(3.3)より大気環境への影響は3点とする。

表2.3.6 漁業種類別の漁獲量・生産金額あたりCO₂排出量試算値(長谷川 2010による)

漁業種類	t-CO ₂ /t	t-CO ₂ /百万円
小型底びき網縦びきその他	1.407	4.98
沖合底曳き網1そうびき	0.924	6.36
船びき網	2.130	8.29
中小型1そうまき巾着網	0.553	4.34
大中型その他の1そうまき網	0.648	7.57
大中型かつおまぐろ1そうまき網	1.632	9.2
さんま棒うけ網	0.714	11.65
沿岸まぐろはえ縄	4.835	7.95

近海まぐろはえ縄	3.872	8.08
遠洋まぐろはえ縄	8.744	12.77
沿岸かつお一本釣り	1.448	3.47
近海かつお一本釣り	1.541	6.31
遠洋かつお一本釣り	1.686	9.01
沿岸いか釣り	7.144	18.86
近海いか釣り	2.676	10.36
遠洋いか釣り	1.510	10.31

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

- 阿知波英明 (2006) 遠州灘西部海域のトラフグ漁獲水深と水温, 水産増殖, 54, 25-29
https://www.jstage.jst.go.jp/article/aquaculturesci1953/54/1/54_1_25/_pdf/-char/ja
- 愛知県 (2020) 愛知海区漁業調整委員会指示 <https://www.pref.aichi.jp/soshiki/kaiku/130094.html>
- 愛知県 (2021a) 内湾湾口観測結果
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/suisanshiken/naiwanwankou.html>
- 愛知県 (2021b) <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/rdb/pdf/animals/species/cyou/カラフトアオアシシギ.pdf>
- 愛知県 (2021c) <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/rdb/pdf/animals/species/cyou/クロツラヘラサギ.pdf>
- 愛知県 (2021d) <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/rdb/pdf/animals/species/cyou/シロチドリ.pdf>
- 愛知県 (2021e) <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/rdb/pdf/animals/species/cyou/ヘラシギ.pdf>
- 愛知県 (2021f) <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/rdb/pdf/animals/species/cyou/ホウロクシギ.pdf>
- 愛知県 (2021g) <http://kankyojoho.pref.aichi.jp/rdb/pdf/animals/species/tansuigyo/ニホンウナギ.pdf>
- 愛知県水産試験場漁業生産研究所・三重県水産技術センター・中央水産研究所・水産庁漁場資源課 (2000) 平成11年度 漁場生産力モデル開発基礎調査(伊勢・三河湾)研究報告
- BirdLife International (2018) *Uria aalge*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22694841A132577296. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694841A132577296.en>. Downloaded on 21 May 2020.
- 千葉県水産総合研究センター・神奈川県水産技術センター・静岡県水産技術研究所、愛知県水産試験場・三重県水産研究所・中央水産研究所 (2020a) マダイ太平洋中部海域 令和元

- (2019)年度資源評価調査報告書, 水産庁, マダイ9-16,
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201910.pdf>
- 千葉県水産総合研究センター・神奈川県水産技術センター・静岡県水産技術研究所・愛知県水産試験場・三重県水産研究所・中央水産研究所 (2020b) ヒラメ太平洋中部海域、令和元
 (2019)年度資源評価調査報告書, 水産庁, ヒラメ11-17,
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201913.pdf>
- Clapp, R. B., M. K. Klimkiewicz and J. H. Kennard (1982) Longevity records of northe American birds: Gaviidae through alcidae, *J. Field Ornithol.*, 53, 81-124.
<https://www.jstor.org/stable/pdf/4512096.pdf?refreqid=excelsior%3A1acd7281c149f9cad933aa537a88daa9>
- Del Hoyo, J., Elliot, A., Sargatal, J. (1996) Handbook of the Birds of the World (Barcelona: *Lynx Edicions*). <http://www.aetos.kiev.ua/berkut/berkut05-2/reviews5-2.pdf>
- Evans J.S. (2021) spatialEco. R. package version1.3-6, <https://github.com/jeffrejevans/spatialEco>.
- Fransson T, Kolehmainen T, Kroon C, Jansson L, Wenninger T (2010) EURING list of longevity records for European birds, <http://www.euring.org/data-and-codes/longevity-list>
- 船越茂雄 (2008) 伊勢湾の小型底びき網漁業における漁獲物の変遷, 愛知県水試研報, 14
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/6689.pdf>
- 古市 生・由上龍嗣・上村泰洋・西嶋翔太・井須小羊子・渡部亮介 (2021) 令和 2(2020)年度マイワシ太平洋系群の資源評価、水産庁・水産機構
<http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202001.pdf>
- Gales, Rosemary (1993) Co-operative mechanisms for the conservation of albatrosses, 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.
- 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, 111-121. <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010792523.pdf>
- Hobson, K.A., J.F. Piatt, J. Pitocchelli (1994) Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *J. Anim. Ecol.*, 63, 786-798.
<https://www.jstor.org/stable/pdf/5256.pdf?refreqid=excelsior%3Adb687ac4fcf4c446f878b6247cf2c18d>
- 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」. 東京大学出版会, 東京,57-83.
- 海上保安庁 (2019) 令和元年版 海上保安統計年報 70 巻(PDF 形式)
https://www.kaiho.mlit.go.jp/doc/doc/hakkou/2019_01_tokei.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
- 環境省 (2020a) 2020 年レッドデータブック <https://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf>
- 環境省 (2020b) 平成 30 年度水質汚濁防止法等の施行状況

<http://www.env.go.jp/water/H30sekoujokyo.pdf>

木下順二・上村泰洋・安田十也 (2021) 令和 2(2020)年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202024.pdf>

北田修一 (2001) 栽培漁業と統計モデル分析、共立出版、pp335.

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.
<https://www.jstor.org/stable/pdf/4512835.pdf?refreqid=excelsior%3A60d0af28a14fa670b627b00bdacc8b67>

日下 彰・清水勇吾・瀬藤 聡・日高清隆 (2018) 遠州灘沿岸域における海流を把握する試み、研究のうごき(中央水産研究所主要成果集), 16, 8
http://nrifs.fra.affrc.go.jp/ugoki/pdf/ugoki_016_008.pdf

三重県 (2020) 三重海区におけるふぐはえなわ漁業についての指示
http://www.pref.mie.lg.jp/KAUI/HP/74180002041_00101.htm

三重県 (2021) 浅海定線観測結果インデックス
<https://www.pref.mie.lg.jp/suigi/hp/79877017487.htm>

三重県資源評価委員会 (2021) スズキ 概要版、令和2年度三重県沿岸種資源評価
<https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000958822.pdf>

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

中井敏博・Nguyen Huu Dung・西澤豊彦・室賀清邦・有元 操・大槻観三 (1994) クエおよびトラフグにおけるウイルス性神経壊死症の発生. 魚病研究, 29, 211-212.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfp1966/29/3/29_3_211/_pdf/-char/ja

中井敏博・森 広一郎 (2016) ウイルス性神経壊死症, 魚病研究, 51, 158-162.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsfp/51/4/51_158/_pdf/-char/ja

中村元彦 (2011) 3.内湾における小型機船底びき網の網目拡大と魚捕りの改良, 平成22年度沿岸漁業現場対応型技術導入調査検討事業報告書, 水産工学研究所, 57-76
https://www.maff.go.jp/j/budget/yosan_kansi/sikkou/tokutei_keihi/seika_h22/suisan_ippan/pdf/60100165_06.pdf

中田 薫 (1997) 黒潮周辺海域におけるマイワシの初期餌料環境に関する研究, 中央水研研報, 9, 19-128 <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030550460.pdf>

日本海洋学会 (1985) 日本全国沿岸海洋誌、東海大学出版会、pp.1106

日本水産資源保護協会 (1983) 水産生物生態資料(続), 97-99

西岡豊弘 (2019) 海産魚の種苗生産過程に発生するウイルス性神経壊死症の防除に関する研究.水研機構研報, 48, 1-60. <https://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull48/48-01.pdf>

岡本 慶・越智大介・菅沼弘行 (2019) 海亀類(総説), 令和元年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産研究・教育機構, http://kokushi.fra.go.jp/R01/R01_46_turtles-R.pdf

栽培漁業技術開発推進事業全国協議会 (1999) 防疫的見地からみた種苗放流に関する申し合

わせ事項(I), 6-9

- 澤山周平・横内一樹・山本敏博 (2021) 令和 2(2020)年度シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価、水産庁・水産機構 <http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202077.pdf>
- Seminoff, J.A. (2004) *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T4615A11037468. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Downloaded on 27 November 2019.
- 静岡県水産技術研究所 浜名湖分場・愛知県水産試験場 漁業生産研究所・三重県水産研究所 (2020) クルマエビ的矢湾、伊勢湾、三河湾、浜名湖、遠州灘西部、令和元(2019)年度資源評価調査報告書、水産庁、クルマエビ 1-8 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201920.pdf>
- 静岡県水産・海洋技術研究所 (2020) トラフグ伊勢・三河湾系群 https://fish-exp.pref.shizuoka.jp/02fishery/2-5/21_torafugu.pdf
- 静岡県水産・海洋技術研究所 (2021) 海況、資料動向の情報：漁海況月報, <https://fish-exp.pref.shizuoka.jp/05wait/5-5-1.html>
- 水産庁 (2007) 伊勢湾・三河湾小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画 https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/isewan_mikawawan_kosoko.pdf
- 水研センター・水産庁 (2015) 人工種苗放流に係る遺伝的多様性への影響リスクを低減するための技術的な指針，人工種苗放流の遺伝的多様性に関する指針検討委員会編，東京，29. https://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/bunyabetsu/pdf/identeki_tayousei_sisin.pdf
- 鈴木重則・山本敏博・澤山周平・西嶋翔太 (2021) 令和 2(2020)年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価，水産庁・水産機構 <http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202074.pdf>
- 多部田 茂・中村義治・須藤隆行・丸山拓也・関根幹男・入江政安・関 いずみ・古川恵太 (2012) 伊勢湾におけるマアナゴを対象とした底びき網漁業の実態把握と操業シミュレータの開発．沿岸域学会誌, 25, 41-52.
- Takasuka, A., Y. Oozeki and H. Kubota (2008) Multi-species regime shifts reflected in spawning temperature optima of small pelagic fish in the western North Pacific. Mar. Ecol. Prog. Ser., 360, 211–217. <https://www.int-res.com/articles/meps2008/360/m360p211.pdf>
- 東海 正 (1993) 瀬戸内海における小型底びき網漁業の資源管理－投棄魚問題と網目規制－，南西水研研報, 26, 31-106 http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/bull_nansei/bull_nansei2604.pdf
- Whitehouse, G. A., and K. Y. Aydin. (2016) Trophic structure of the eastern Chukchi Sea: An updated mass balance food web model. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-318, 175p. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/9107>
- 山本圭介・長澤和也 (2015) 1990-2000 年代の東シナ海・黄海におけるカニ類の種組成とワタリガニ科カニ類の分布密度の年変動，日水誌, 81, 43-51 https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan/81/1/81_14-00017/_pdf/-char/ja
- 横内一樹・澤山周平・山本敏博 (2021) 令和 2(2020)年度マアナゴ伊勢・三河湾の資源評価，水産庁・水産機構 <http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202020.pdf>