

トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海 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: 竹茂, 愛吾, 小畑, 泰弘, 岸田, 達 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013899

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)

東シナ海においてトラフグを漁獲する漁業による生態系への影響の把握に必要な情報について、東シナ海は、我が国周辺の多獲性浮魚類の重要な産卵海域、及び育成場であることから海洋環境と生態系、魚類生産に関する研究の歴史は古い(2.1.1 4点)。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水産研究・教育機構(以下、水産機構)、関係県の調査船によって毎年実施されている(2.1.2 4点)。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)。

同時漁獲種への影響(2.2)

評価対象種を漁獲する漁業による他魚種への影響について、混獲利用種は、はえ縄はサバフグ、マフグとしCA評価の結果、資源状態は懸念される状態と考えられた。釣りは魚種に対する選択制が強い漁法であると考えられるため、他魚種への影響は軽微と考えた。小型底びき網漁業(以下、小底)ではマダイ、チダイ・キダイ、コウイカ、シログチ、タマガンゾウビラメ、メイタガレイ、カワハギ、コモンサカタザメ、アカエイ、トカゲエソ、コクチフサカサゴ、オニオコゼ、トカゲゴチ、マアジ、シログス、ヒメジ、ヒラメ、ウマヅラハギ、コモンフグとしたが、そのうちウマヅラハギ、かれい類、えそ類、かさご類、こういか類、その他ふぐ類では資源が懸念される状態にあった。小型定置網ではマアジ、ブリ、アオリイカ、さば類、アカエイ、マダイ、ヒラメ、カワハギ、コモンフグ、カタクチイワシ、スズキ、ムツ、シヨウサイフグとしたが、そのうちカタクチイワシ、その他ふぐ類の資源が懸念される状態であった(2.2.1 はえ縄2点、釣り4点、小底2点、小型定置網3点、総合評価2.5点)。混獲非利用種については、はえ縄、釣りは漁具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た。小底はミノカサゴ、テンジクダイ、クラカケトラギスとしたが、いずれの種も混獲のリスクは低いという結果であった。小型定置網はゴンズイ、ネンブツダイ、クサフグ、ミズクラゲとしたが、いずれも混獲のリスクは低いという評価であった(2.2.2 はえ縄、釣り、小底、小型定置網4点、総合評価は4点)。対象海域に分布する希少種のうち、アカウミガメとアオウミガメに中程度の影響リスクが認められたが全体としては低いと考えられた(2.2.3 4点)。

海洋環境・生態系への影響(2.3)

食物網を通じたトラフグ漁獲の間接影響については、トラフグは毒を有する魚であるため、捕食者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)。餌生物としては、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。トラフグがトップダウン的にいわし類の資源変動を引き起こしている可能性は低いと考えられる。トラフグと資源変動との関係は不明であるが、かに類の漁獲量が減少傾向であった(2.3.1.2 3点)。競争種は近縁のサバフグ、マフグとした。これらの種はトラフグ同様、減少傾向と見られた(2.3.1.3 2点)。漁業による生態系全体への影響については、総漁獲量の低下が認められ、平均栄養段階も大きく変動していたが、評価対象漁法によるトラフグの漁獲が要因とは認められなかった(2.3.2 5点)。海底環境への影響については漁獲物の平均栄養段階が増加傾向にあり、生態系構造の変化が認められた(2.3.4 5点)。水質環境への負荷は軽微であると判断される(2.3.5 4点)。大気環境への影響については、軽微であると判断された(2.3.6 4点)。

評価範囲

① 評価対象漁業の特定

トラフグの漁法別海域別漁獲量統計は存在しない。「九州・山口北西海域トラフグ資源回復計画」(農林水産省 2010)によれば、トラフグの漁法は、九州・山口北西海域では主に浮縄、及び底はえ縄、沿岸では定置網、底びき網、釣り、刺網とある。2018年の東シナ海区におけるふぐ類漁獲量を見ると(農林水産省 2019)、「その他漁業」の25%が不明なため、これを除いて計算すると、その他はえ縄(49.7%)、その他釣り(14.4%)、小型定置網(9.5%)、小底(5.5%)でふぐ類漁獲量の75%を超える。これら漁法は、上記資源回復計画の記述と一致するため、はえ縄、釣り、小型定置網、小底を評価対象とする。

② 評価対象海域の特定

片町ほか(2020)によるトラフグ県別漁獲量を見ると、山口県の日本海側を含む東シナ海区が64.7%を占める。よって評価対象海域は東シナ海区とする。

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

- ・はえ縄：浮はえ縄と底はえ縄がある。浮はえ縄は浮標と幹縄をつなぐ浮標縄の長さは15～27m、針の数は60本。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)。

- ・釣り：鹿児島県では、餌を食わず一本釣りと、餌を付けた針の下に掛け針を下げた引っ掛け釣りがある(鹿児島県 2000)。

- ・小型定置網：海岸と直角に張った垣網で沖の身網部に魚を誘導し漁獲する設置性の漁具である。小型定置網は身網部の水深が27m以浅である。

・小底：手繰 1 種、2 種、3 種及び板びきの 4 漁法がある(東海 1993)。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

・はえ縄：とらふぐはえ縄の 2009 年度の承認隻数(5 トン以上)、及び届け出隻数は以下のとおり。10 トン以上：100、5～10 トン：132、3～5 トン：121、3 トン未満：12、合計 365 隻であった(農林水産省 2010)。総努力量は不明。

・釣り：鹿児島県の引っ掛け釣りの例では 1.16 トン(鹿児島県 1987)。操業隻数、総努力量は不明。

・小型定置網：2018 年の東シナ海区における経営体数は 609、漁船のサイズは 3～5 トンが最も多い(農林水産省 2019)。

・小底：2018 年の東シナ海における経営体数は 972、漁船のサイズは 3～5 トンが最も多い(農林水産省 2019)。

3) 主要魚種の年間漁獲量

2018 年農林水産統計(農林水産省 2019)による、東シナ海区における漁獲量上位の魚種は以下に示すとおりである。

魚種名	漁獲量(トン)	率(%)
さば類	122,166	27.9
マアジ	53,897	12.3
カタクチ	39,979	9.1
ウルメイワシ	23,704	5.4
マイワシ	22,874	5.2
ぶり類	19,972	4.6
総漁獲量	438,092	100

4) 操業範囲：大海区、水深範囲

- ・はえ縄：東シナ海区。以前は東シナ海・黄海を漁場としたが、新日韓(1999 年)・日中(2000 年)漁業協定以降は我が国 EEZ 内に限られている(片町ほか 2020)。
- ・釣り、小底、小型定置網：東シナ海区。沿岸域。

5) 操業の時空間分布

- ・はえ縄：12 月～翌年 3 月に 0 歳魚以上が漁獲される。九州・山口北西海域では 9 月～翌年 3 月に主に 0 歳魚が漁獲される(片町ほか 2020)。

- ・釣り、小底、小型定置網：福岡湾、有明海、八代海等で3～6月に2歳以上の成熟個体が定置網、釣り等で、7月～翌年1月に0歳魚が定置網、小底、釣り、はえ縄で漁獲される(片町ほか 2020)。

6) 同時漁獲種

- ・はえ縄：2018年農林水産統計(農林水産省 2019)による東シナ海区における「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。

魚種名	漁獲量(トン)	率(%)
ぶり類	1,407	26.8
チダイ・キダイ	407	7.8
マダイ	405	7.7
あまだい類	395	7.5
ふぐ類	272	5.2
総計	5,243	100

ただし、魚種ごとに漁場、漁期、設置水深、針の大きさ等が異なると考えられるため、これらの魚種がトラフグはえ縄の混獲種ということではない。ふぐはえ縄の専業船については、季節・漁場等によりサバフグ、マフグ等を対象としているとされる(農林水産省 2010)。

- ・釣り：2018年農林水産統計(農林水産省 2019)による東シナ海区における「その他の釣り」の漁獲量上位の魚種は以下に示すとおりである。

魚種名	漁獲量(トン)	率(%)
ぶり類	1,708	19.0
イサキ	803	8.9
マダイ	670	7.4
マアジ	607	6.7
キハダ	549	6.1
さば類	497	5.5
サワラ	289	3.2
総計	9,011	100

ただし、はえ縄同様魚種ごとに漁場、漁期、漁法、針の大きさ等が異なると考えられるため、これらの魚種がトラフグ釣りの混獲種ということではない。

- ・小底：2018年農林水産統計(農林水産省 2019)による東シナ海区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。

魚種名	漁獲量(トン)	率(%)
その他のえび類	543	13.2
マダイ	330	8.0
チダイ・キダイ	259	6.3
その他のいか類	175	4.2
総計	4,124	100

- ・小型定置網：2018年農林水産統計(農林水産省 2019)による東シナ海区における小型定置

網の漁獲量上位の魚種は以下に示すとおりである。

魚種名	漁獲量(トン)	率(%)
マアジ	2,172	20.6
ブリ	1,690	16.0
その他のいか類	925	8.8
さば類	584	5.5
総計	10,553	100

以上の表で、「その他のえび類」とはイセエビ、クルマエビ以外のえび類、「その他のいか類」とはスルメイカ、アカイカ以外のいか類である。

以上の農林水産統計では主要な魚種しか特定されないが、小底と小型定置網では漁獲量が第1位の種が全体のそれぞれ13.2%(その他のえび類)、20.6%(マアジ)と低く、漁獲物の多様性が高いと考えられる。そこで山口県響灘における小底、並びに小型定置網の漁獲物調査から(土井ほか 2015a,b)、小底、小型定置網の漁獲物の中で出現頻度が比較的高い生物を以下に列挙する。頻度の欄で、++は頻繁、+はやや頻繁、-は普通である。稀、やや稀とされる種は省略した。利用種、非利用種については、対象種のサイズ等を基に事務局の判断で分別した。表中種名が太字になっている種は農林水産統計での漁獲量も多い種(類)である。

○小底 (++: 頻繁、+: やや頻繁、 -: 普通)

魚種名	頻度	利用種	非利用種
マダイ	++	-	
シログチ	++	-	
タマガンゾウビラメ	++	-	
メイタガレイ	++	-	
カワハギ	++	-	
コモンサカタザメ	+	-	
アカエイ	+	-	
トカゲエソ	+	-	
ミノカサゴ	+		-
コクチフサカサゴ	+	-	
オニオコゼ	+	-	
トカゲゴチ	+	-	
テンジクダイ	+		-
マアジ	+	-	
シロギス	+	-	
ヒメジ	+	-	
クラカケトラギス	+		-
ヒラメ	+	-	
ウマヅラハギ	+	-	
コモンフグ	+	-	
コウイカ	+	-	

以上を参考にすると、農林水産統計で上位の「その他のいか類」はコウイカが主ではないかと考えられる。

○小型定置網(++: 頻繁、+: やや頻繁、-: 普通)

魚種名	頻度	利用種	非利用種
アカエイ	++	-	
マアジ	++	-	
マダイ	++	-	
ヒラメ	++	-	
カワハギ	++	-	
コモンフグ	++	-	
アオリイカ	++		
カタクチイワシ	+	-	
ゴンズイ	+		-
スズキ	+	-	
ネンブツダイ	+		-
ムツ	+	-	
ブリ	+	-	
シヨウサイフグ	+	-	
クサフグ	+		-
ミズクラゲ	+		-

以上を参考にすると、農林水産統計で上位の「その他のいか類」はアオリイカが主ではないかと考えられる。

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 (環境省 2020a) 掲載種の中で、生息環境が東シナ海区と重複する動物は以下のとおりである。

爬虫類

アカウミガメ (EN)、アオウミガメ (VU)

鳥類

ウミスズメ (CR)、アカアシカツオドリ (EN)、ヒメクロウミツバメ (VU)、コアジサシ (VU)、ベニアジサシ (VU)、エリグロアジサシ (VU)、カンムリウミスズメ (VU)、ズグロカモメ (VU)

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東シナ海は、我が国周辺の多獲性浮魚類の重要な産卵海域及び育成場であることから農林水産省農林水産技術会議委託プロジェクト研究「海洋生物資源の変動要因の解明と高精度変動予測技術の開発」（2000～2006 年）の対象海域となる（農林水産技術会議事務局 2008）など、海洋環境と生態系、魚類生産に関する研究の歴史は古い。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水産機構の調査船によって毎年実施されている。その規模は平成 28 年度では、当該海域に関係する卵稚仔調査、浮魚類調査、底魚類調査、大型くらげ類調査で 10 航海（延べ 122 日）実施された（水産機構 内部資料）。また沿岸各県によって毎月水温、塩分等の定線観測が実施されている（山口県水産研究センター外海研究部 2020、福岡県水産海洋技術センター 2020、長崎県総合水産試験場 2020、熊本県水産研究センター 2020）。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 漁業活動を通じた海洋環境・生態系のモニタリング

統計法に則り行政機関により県別・漁業種類別・魚種別漁獲量等が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

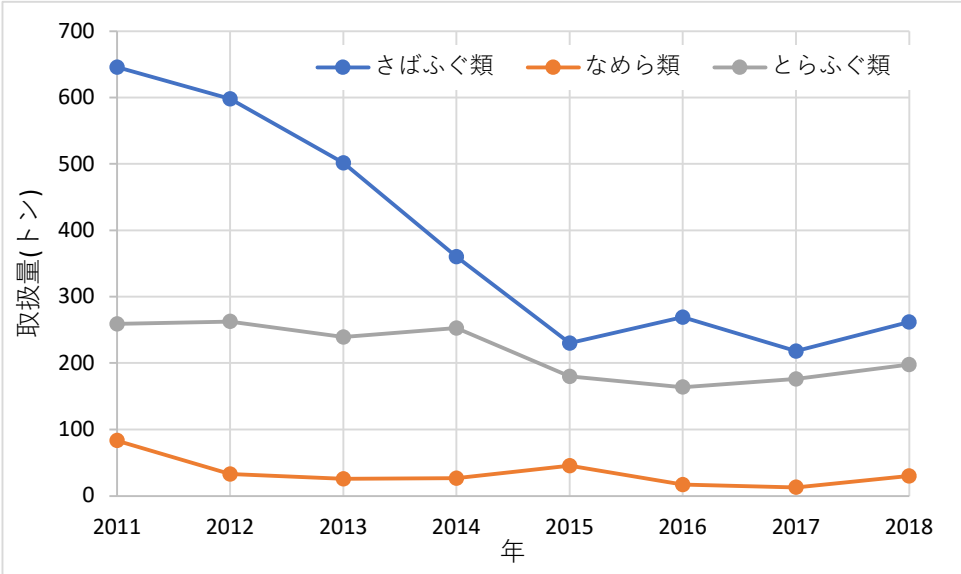
2.2 同時漁獲種への影響

2.2.1 混獲利用種への影響

・はえ縄

ふぐはえ縄の専業船がトラフグ以外に漁獲するとされるサバフグ属フグ、マフグを混獲利用種とする。サバフグ属フグ、マフグは福岡市中央卸売市場におけるさばふぐ類、なめらふぐ類の取扱量を用いてCA評価を行った。

はえ縄混獲利用種に対するCA評価

評価対象漁業	はえ縄	
評価対象海域	東シナ海区	
評価対象魚種	サバフグ属フグ、マフグ	
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	サバフグ属フグ、マフグともに市場での取扱量が減少していることから2点とする。	
評価根拠	福岡市中央卸売市場で取り扱われたさばふぐ類(サバフグ属フグとみなす)、なめらふぐ類(マフグとみなす)の量は図2.2.1aのとおりである(福岡市農林水産局2021)。図には同時に同市場で扱ったとらふぐ類の量も示す。	
	 図2.2.1a 福岡市中央卸売市場 ふぐ類取扱量 図を見るとさばふぐ類、なめらふぐ類の取扱量ともに長期的に見て減少傾向である。ちなみにトラフグについては、日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源状態は低位・減少傾向とされている(片町ほか 2020)。 混獲利用種とみなしたサバフグ属フグ、マフグともに長期的に見て市場の取扱量が減少傾向であることから、資源状態も懸念される状態と考え2点とする。	

・釣り

釣りにおける混獲利用種は不明であるが、規模が網漁業、はえ縄に比べ大きくないと考えられ、魚種に対する選択制が強い漁法であると考えられるため、他魚種への影響は軽微と考え4点とする。

・小底

東シナ海区において農林水産統計で漁獲量が上位のその他のえび類、マダイ、チダイ・キダイ、その他のいか類(コウイカとする)のほか、山口県響灘での調査結果(土井ほか 2015a)から頻繁、やや頻繁とされるシログチ、タマガンゾウビラメ、メイタガレイ、カワハギ、コモンサカタザメ、アカエイ、トカゲエソ、コクチフサカサゴ、オニオコゼ、トカゲゴチ、マアジ、シログス、ヒメジ、ヒラメ、ウマヅラハギ、コモンフグを混獲利用種と考えた。このうち、マダイ、メイタガレイ(かれい類)、トカゲエソ(えそ類)、マアジ、ヒラメ、ウマヅラハギは資源評価結果を利用、えび類、チダイ・キダイは農林水産統計を利用、シログチ(ぐち類)、カワハギ(かわはぎ類)、コモンサカタザメ(えい類)、アカエイ(えい類)、コクチフサカサゴ(かさご類)、オニオコゼ(かさご類)、トカゲゴチ(こち類)、シログス(きす類)、コモンフグ(その他ふぐ類)、コウイカ(こういか類)は福岡市中央卸売市場取扱量を、それぞれ利用してCA評価を行い、タマガンゾウビラメ、ヒメジについては生産性等の生物特性を基にPSA評価を行った。トラフグは9月～翌年5月に漁獲対象となるが、全魚種とも季節を問わず年間での漁獲量を用いる。

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	東シナ海区	
評価対象魚種	マダイ、チダイ・キダイ、シログチ、メイタガレイ、カワハギ、コモンサカタザメ、アカエイ、トカゲエソ、コクチフサカサゴ、オニオコゼ、トカゲゴチ、マアジ、シログス、ヒラメ、ウマヅラハギ、コモンフグ、コウイカ、その他のえび類(イセエビ、クルマエビ以外)	
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	ウマヅラハギ、かれい類、えそ類、かさご類、こういか類、その他ふぐ類で資源状態が懸念されるか減少傾向が見られるため2点とする。	
評価根拠	マダイ(日本海西部・東シナ海系群)、マアジ(対馬暖流系群)、ヒラメ(日本海西部・東シナ海系群)、ウマヅラハギ(日本海・東シナ海系群)については単独で、メイタガレイ、トカゲエソについては、かれい類(東シナ海)、えそ類(東シナ海)として評価されている。その結果は以下のとおりである。 ・マダイ日本海西部・東シナ海系群：コホート解析による1986年以降の資源量評価結果から資源の水準は中位、動向は増加傾向とされ、現状の漁獲圧が続いた場合、	

2025年の親魚量、資源量は増加するとされる(中川・吉村 2020a)。

- ・マアジ対馬暖流系群：コホート解析による1973年以降の資源量評価結果から資源の水準は中位、動向は増加傾向とされ、現状の漁獲圧が続いた場合、2025年の親魚量、資源量は増加するとされる(依田ほか 2020)。

- ・ヒラメ日本海西部・東シナ海系群：コホート解析による1986年以降の資源量評価結果から資源の水準は中位、動向は横ばいとされ、現状の漁獲圧が続いた場合、2025年の親魚量、資源量はやや増加するとされる(中川・吉村 2020b)。

- ・ウマヅラハギ日本海・東シナ海系群：中国・韓国のかわはぎ類の漁獲量(ウマヅラハギが大半を占める) から判断した資源水準は低位、定置網漁業のCPUEから判断した資源動向は横ばいとされた(酒井ほか 2020)。

- ・かれい類 東シナ海：メイタガレイのほかにムシガレイ、ナガレメイタガレイを含むかれい類について、MARSSモデルで解析した資源水準は低位・動向は横ばいとされる(青沼ほか 2020)。

- ・えそ類 東シナ海：トカゲエソのほかにワニエソ、マエソ、クロエソ等を含むえそ類について、MARSSモデルで解析した資源水準は低位・動向は横ばいとされる(青沼ほか 2020)。

チダイ・キダイ、その他えび類(イセエビ、クルマエビ以外のえび類)については、農林水産統計による漁獲量の変動を示す(図2. 2. 1b)。

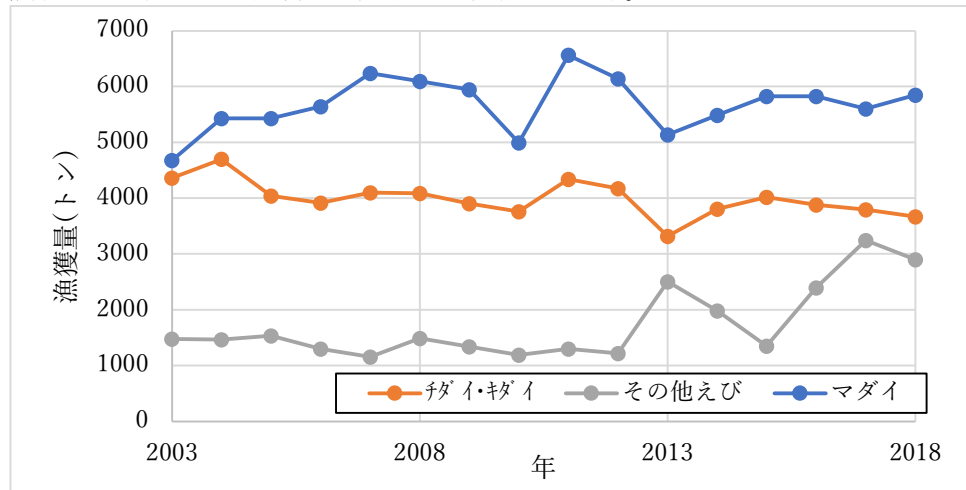


図2. 2. 1b 農林水産統計による東シナ海区での漁獲量

図には、中位・増加傾向とされるマダイの東シナ海区の漁獲量も示した。

長期的にみてもマダイは緩やかに増加傾向を示している。チダイ・キダイは緩やかに減少傾向を示しているが資源状態が懸念される減少傾向とは考えられない。その他のえび類は2012年までは横ばいであったが、その後、増加傾向を示している。

シログチ(ぐち類)、カワハギ(かわはぎ類)、コモンサカタザメ・アカエイ(えい類)、コクチフサカサゴ・オニオコゼ(かさご類)、トカゲゴチ(こち類)、シログス(きす類)、コモンフグ(その他ふぐ類)、コウイカ(こういか類)については、福岡市中央卸売市場における取扱量(福岡市農林水産局 2021)を東シナ海における漁獲量の指標とみて採用した。カッコ内が統計情報における呼称である。その他ふぐ類とは、さばふぐ類、とらふぐ類、なめらふぐ類、なごやふぐ類以外のフグである。

図を見ると、明らかに増加傾向の種は見当たらず、かわはぎ類、ぐち類(図2.2.1c-1)、こち類、えい類(図2.2.1c-2)は定方向的な変化は見られず、かさご類、こういか類(図2.2.1c-1)、その他ふぐ類(図2.2.1c-2)は明瞭に減少傾向が見られる。

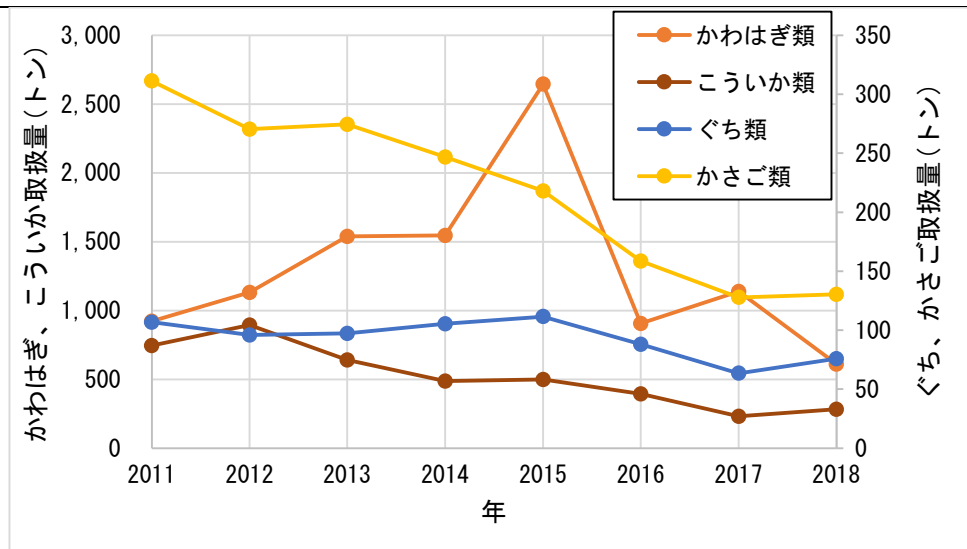


図2. 2. 1c-1 福岡市中央卸売市場での取扱量(1)

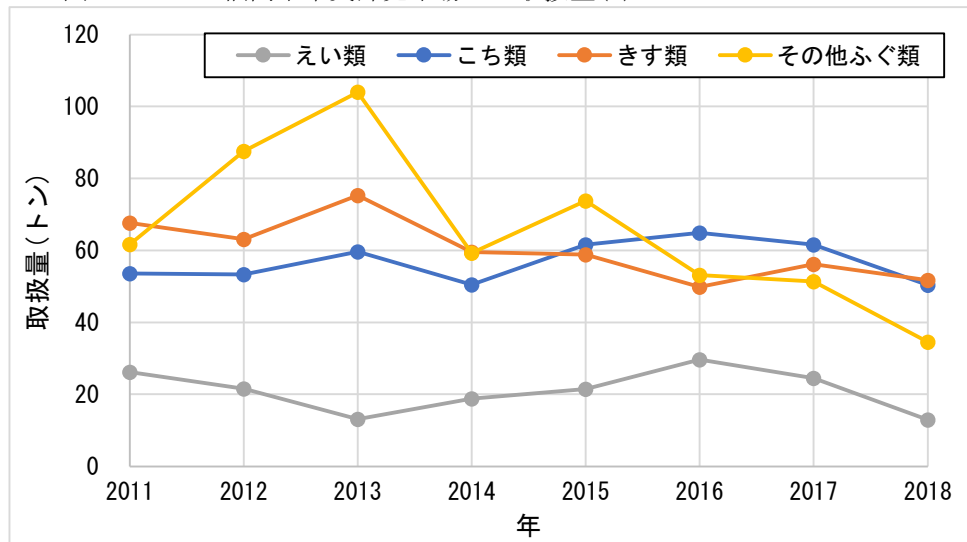


図2. 2. 1c-2 福岡市中央卸売市場での取扱量(2)

タマガンゾウビラメ、ヒメジについては、豊度に関する時系列データがなかったため PSA 評価を行いリスクは中程度という結果であった(表 2. 2. 1a-1, 表 2. 2. 1a-2)。

表2. 2. 1a-1 小底混獲利用種のPSA評価

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	
標準和名	脊椎動物or 無脊椎動物	成熟開始年齢	最高齢	抱卵数	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階	密度依存性	PSスコア総合点 (算術平均)	水平分布重複度	鉛直分布重複度	漁具の選択性	遭遇後死亡率	SSスコア総合点 (幾何平均)	PSA スコア	リスク区分
タマガンゾウビラメ	脊椎動物	1	1	2	1	1	1	3	-	1.43	2	3	2	3	2.45	2.84	中程度
ヒメジ	脊椎動物	1	1	2	1	1	1	2	-	1.29	2	3	2	3	2.45	2.77	中程度
															PSAスコア全体平均	2.80	中程度
対象漁業	小型底びき網																
対象海域	東シナ海区																

表2. 2. 1a-2 混獲利用種の生産性に関する生物特性値

魚種名	成熟開始年齢	最大年齢	抱卵数／年	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階	出典
タマガンゾウビラメ	1年	10年未満?	100～20,000(?)	21cm	11cm	分離浮性卵	3.5	落合・田中 (1998)
ヒメジ	0.7年	10年未満?	100～20,000(?)	20cm	9cm	分離浮性卵	3	石田 (1986), 橋本ほか (1985)

なお、採点要領は表 2.2.1b のとおりである。

表2. 2. 1b 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	漁具との遭遇確率は低い	漁具との遭遇確率は中程度	漁具との遭遇確率は高い
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スコア全体平均値及び高リスク種の有無に基づき評価する		

以上のとおり、評価した魚種の中で、ウマヅラハギ、かれい類、えそ類、かさご類、こういか類、その他ふぐ類では資源状態が懸念される、あるいは定向的な減少傾向が見られるため、小底の総合評価は2点とする。

・小型定置網

東シナ海区において農林水産統計で漁獲量が上位のマアジ、ブリ、その他のいか類(アオリイカとする)、さば類のほか、山口県響灘での調査結果(土井ほか 2015b)から頻繁、やや頻繁とされるアカエイ、マダイ、ヒラメ、カワハギ、コモンフグ、カタクチイワシ、スズキ、ムツ、ショウサイフグを混獲利用種と考えCA評価を行った。トラフグ漁期は9月～翌年5月で

あるが、全魚種とも季節を問わず年間での漁獲量を用いた。

小型定置網混獲利用種に対するCA評価

評価対象漁業	小型定置網	
評価対象海域	東シナ海区	
評価対象魚種	マアジ、ブリ、アオリイカ、さば類、アカエイ、マダイ、ヒラメ、カワハギ、コモンフグ、カタクチイワシ、スズキ、ムツ、ショウサイフグ	
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	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	カタクチイワシの資源状態が懸念され、その他ふぐ類の市場での取扱量が減少傾向であったため3点とする。	
評価根拠	マアジ(対馬暖流系群)、ブリ、さば類(マサバ(対馬暖流系群)、ゴマサバ(東シナ海系群))、マダイ(日本海西部・東シナ海系群)、ヒラメ(日本海西部・東シナ海系群)、カタクチイワシ(対馬暖流系群)については資源評価が行われている。その結果は以下のとおりである。 ・マアジ対馬暖流系群：コホート解析による1973年以降の資源量評価結果から資源の水準は中位、動向は増加傾向とされ、現状の漁獲圧が続いた場合、2025年の親魚量、資源量は増加するとされる(依田ほか 2020)。 ・ブリ：我が国周辺で1系群である。1952年以降の定置網の漁獲量から2018年の資源水準は高位、コホート解析による最近5年間(2014～2018年)の資源量の推移から、資源動向を減少と判断した。現状の漁獲圧が続いた場合、親魚量は減少傾向が続くと予測される(久保田ほか 2020)。 ・マサバ対馬暖流系群：1973年以降の資源量評価結果から、資源の水準は、限界管理基準値は上回っているが、目標管理基準値(SBmsy)は下回っている(SB2018/SBmsy=238/310(千トン))。F2018はFmsyの1.24倍であるが、資源の動向は増加傾向である(安田ほか 2020)。 ・ゴマサバ東シナ海系群：1992年以降の資源量評価結果から、資源の水準は、限界管理基準値は上回っているが、SBmsyは下回っている(SB2018/SBmsy=87/109(千トン))。F2018はFmsyの2.40倍であるが、資源の動向は増加傾向である(林ほか 2020)。 ・マダイ日本海西部・東シナ海系群：コホート解析による1986年以降の資源量評価結果から資源の水準は中位、動向は増加傾向とされ、現状の漁獲圧が続いた場合、2025年の親魚量、資源量は増加するとされる(中川・吉村 2020a)。 ・ヒラメ日本海西部・東シナ海系群：コホート解析による1986年以降の資源量評価結果から資源の水準は中位、動向は横ばいとされ、現状の漁獲圧が続いた場合、2025年の親魚量、資源量はやや増加するとされる(中川・吉村 2020b)。 ・カタクチイワシ対馬暖流系群：コホート解析により1977～2018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、2025年の資源量、親魚量は大きく減少するとされた(黒田ほか 2020)。 スズキについては、農林水産統計による漁獲量の変動を示す(図2.2.1d)。 すずき類をスズキと見なせば、その漁獲量は近年は緩やかに減少傾向を示しているが、資源状態が懸念されるほどの減少率とはいえないであろう。 アカエイ(えい類)、カワハギ(かわはぎ類)、コモンフグ・ショウサイフグ(その他ふぐ類)、ムツ(むつ類)については、福岡市中央卸売市場における取扱量(福岡市農林	

水産局 2021)を東シナ海における漁獲量の指標とみて採用した。カッコ内が福岡市の統計情報における呼称である。その他ふぐ類とは、さばふぐ類、とらふぐ類、なめらふぐ類、なごやふぐ類以外のフグである。かわはぎ類、えい類、その他ふぐ類については、小底の項で出たので図は省略するが、かわはぎ類(図2.2.1c-1)、えい類(図2.2.1c-2)は定方向的な変化は見られず、その他ふぐ類(図2.2.1c-2)は減少傾向が見られる。ムツ(むつ類)の取扱量は図2.2.1eに示すが近年は横ばい状態で、資源が懸念される状態ではない。

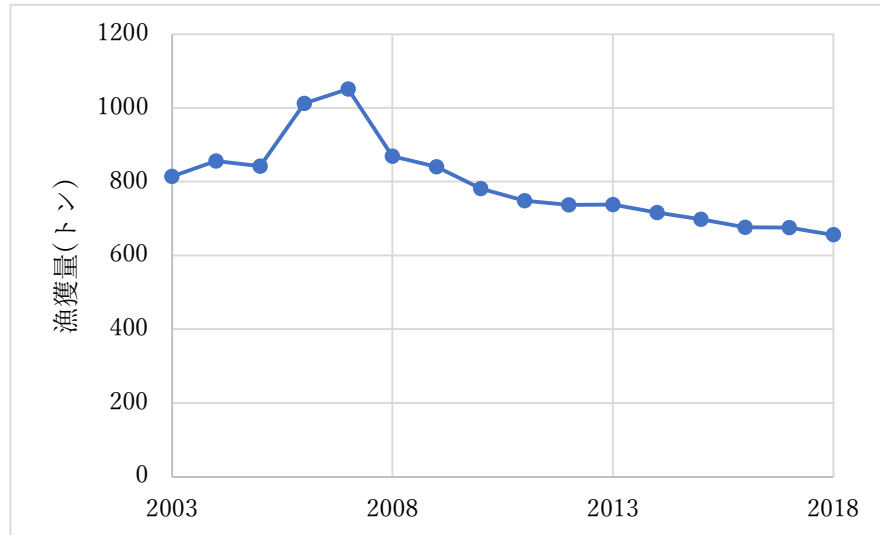


図2. 2. 1d 農林水産統計による東シナ海区におけるすずき類漁獲量

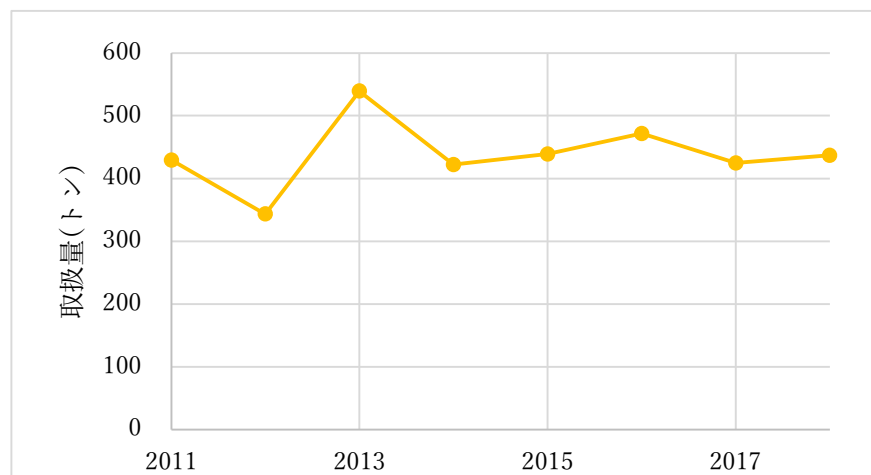


図2. 2. 1e 福岡市中央卸売市場でのむつ類取扱量

以上のとおり、カタクチイワシの資源状態が懸念され、その他ふぐ類の市場での取扱量が減少傾向であったため3点とする。

アオリイカについては、豊度に関する時系列データがなかったため PSA 評価を行い、リスクは中程度という結果であった(表 2. 2. 1c-1, 表 2. 2. 1c-2)。この結果、小型定置網は、総合評価は 3 点とする。

表2.2.1c-1 小型定置網混獲利用種のPSA評価

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	
標準名	脊椎動物or 無脊椎動物	成熟開始年齢	最高年齢	抱卵数	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階	密度依存性	PSスコア総合点 (算術平均)	水平分布重複度	鉛直分布重複度	漁具の選択性	遭遇後死亡率	SSスコア総合点 (幾何平均)	PSA スコア	リスク区分
アオリイカ	無脊椎動物	1	1	2	1	1	2	3	3	2.00	2	3	2	3	2.45	3.16	中程度
													PSAスコア全体平均			3.16	中程度
対象漁業	小型定置網																
対象海域	東シナ海																

表2.2.1c-2. 混獲利用種の生産性に関する生物特性値

	成熟開始年齢	最大年齢	抱卵数/年	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階TL	密度依存性 (無脊椎)	出典
アオリイカ	1年	6年	700～ 1,400	40cm	40cm 以下	沈着粘性卵	4	不明	*

* 日本水産資源保護協会(1983)

以上のとおり、はえ縄 2 点、釣り 4 点、小底 2 点、小型定置網 3 点となったため、漁獲量による重み付け平均値(2.48)を基に 2 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 混獲非利用種への影響

・ はえ縄

漁法の選択性が比較的高いことから、目立った混獲非利用種はないと考え 4 点とする。

・ 釣り

はえ縄同様、漁法の選択性が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 点とする。

・ 小底

山口県響灘での調査結果より(土井ほか 2015a)、③ 6)に示した小底での漁獲種のうち頻繁、かなり頻繁とされる種で非利用種と考えられるミノカサゴ、テンジクダイ、クラカケトラギスに対し PSA 評価を行い、いずれの種もリスクは低いという結果であった(表 2.2.2a-1, 表 2.2.2a-2)。

[illegible]

	成熟開始年齢	最大年齢	抱卵数/年	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階TL	密度依存性*	出典
ミノカサゴ (一部カサゴで代用)	2	8	5,000~15,000	27	20>	凝集浮性卵	3.5		水戸・内田(1958), **
テンジクダイ	1	5	100<(?)	7.8cm	7.8cm>	マウスブリーダー	3(?)		山田(1957), Kume et al. (2003)
クラカケトラギス	5>(?)	10>(?)	20,000<(?)	20cm	20cm>	分離浮性卵	3.5		水戸(1956), 多紀ほか(2005)

** 神港魚類株式会社 (2020)

山口県響灘での調査結果(土井ほか 2015b)より、③ 6)に示した小型定置網での漁獲種のうち頻繁、かなり頻繁とされる種で非利用種と考えられるゴンズイ、ネンブツダイ、クサフグ、ミズクラゲについて PSA 評価を行い、いずれの種もリスクは低いという結果であった(表 2.2.2b-1、表 2.2.2b-2)。

[illegible]

表2. 2b-2 混獲利用種の生産性に関する生物特性値

小型定置 非利用種	成熟開 始年齢	最大 年齢	抱卵数 ／年	最大 体長	成熟体 長	繁殖戦 略	栄養段 階TL	密度依 存性*	出典
ゴンズイ	5>(?)	10>(?)	342	25cm	25cm>	沈着粘 性卵	4		森内・道津 (1973), 多紀 ほか (2005)
ネンブツ ダイ	2	4	100<?	12cm	12cm>	マウス ブリー ダー	3		鈴木・上野 (1987), 多紀 ほか (2005)
クサフグ	5>	5	100<(?)	16cm	16cm>	沈性	3?		今井・野中 (2015)
ミズクラゲ	3>	3	30万	20cm	20cm>	幼生が 浮遊	3	不明	石井 (2001)

* 無脊椎動物のみ

以上のとおり、混獲非利用種への影響について、はえ縄、釣りは4点、小底、小型定置網についてはリスクは低いという結果であったため、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 希少種への影響

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、ウミスズメ、アカアシカツオドリ、ヒメクロウミツバメ、コアジサシ、ベニアジサシ、エリグロアジサシ、カンムリウミスズメ、ズグロカモメである。これらの生物について 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。表 2.2.3a のとおり、寿命の長いアカウミガメやアオウミガメで中程度と判断されたが、全体的には希少種に対するリスクは低いと判断される。

以上のことから4点とする。

表2. 2. 3a 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	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	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	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	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	3		2.43	2	2	1	1	1.41	2.81					2.81	中程度	
2.2.3	アオウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	3		2.43	2	2	1	1	1.41	2.81					2.81	中程度	
2.2.3	ウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.19	2.21					2.21	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	1	1	1	1.41	2.45					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	1	1	1	1	1.19	2.09					2.09	低い	
2.2.3	コアジサシ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11					2.11	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	1	1	1	1.00	2.06					2.06	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	1	1	1	1.00	2.06					2.06	低い	
2.2.3	カンムリウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11					2.11	低い	
2.2.3	ズグロカモメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	1	3	3		1.86	1	1	1	1	1.00	2.11					2.11	低い	
対象漁業	はえ縄	対象海域	東シナ海																				PSAスコア全体平均	2.28	低い

・釣り

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 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	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	産卵 回数	産卵 量	産卵 時期	産卵 場所	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	3			2.43	2	2	1	1	1.41	2.81	中程度				
2.2.3	アオウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	3			2.43	2	2	1	1	1.41	2.81	中程度				
2.2.3	ウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	3			1.86	1	1	1	1	1.19	2.21	低い				
2.2.3	アカアシカツオドリ	脊椎動物	1	2	3	1	2	2	2	3			2.00	1	1	1	1	1.41	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	3			1.71	1	1	1	1	1.19	2.09	低い				
2.2.3	コアジサシ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	3			1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	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	1	1	1	1.00	2.06	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	1	1	1	1.00	2.06	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	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	3			1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い				
対象漁業	釣り	対象海域	東シナ海															PSAスコア全体平均	2.28	低い				

・小底

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 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	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	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	3			2.43	2	1	1	1	1.19	2.70	中程度
2.2.3	アオウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	3			2.43	2	1	1	1	1.19	2.70	中程度
2.2.3	ウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	3			1.86	1	1	1	1	1.19	2.21	低い
2.2.3	アカアシカツオドリ	脊椎動物	1	2	3	1	2	2	2	3			2.00	1	1	1	1	1.41	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	3			1.71	1	1	1	1	1.19	2.09	低い
2.2.3	コアジサシ	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	ベニアジサシ	脊椎動物	不明	2	3	1	1	2	不明				1.80	1	1	1	1	1.00	2.06	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	1	1	1	1.00	2.06	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	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	3			1.86	1	1	1	1	1.00	2.11	低い
対象漁業	小底曳き網	対象海域	東シナ海															PSAスコア全体平均	2.26	低い

・小型定置網

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	脊椎動物or 無脊椎動物	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	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	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	3			2.43	2	1	1	1	1.19	2.70	中程度		
2.2.3	アオウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	3			2.43	2	1	1	1	1.19	2.70	中程度		
2.2.3	ウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	3			1.86	1	1	1	1	1.19	2.21	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	1	1	1	1.41	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	1	1	1	1	1.19	2.09	低い		
2.2.3	コアジサシ	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	ベニアジサシ	脊椎動物	不明	2	3	1	1	2	不明				1.80	1	1	1	1	1.00	2.06	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	1	1	1	1.00	2.06	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	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		
対象漁業	小型定置網	対象海域	東シナ海															PSAスコア全体平均	2.26	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	4.0	岡本ほか (2019), 石原(2012), Seminoff (2004)
アオウミガメ	20~50	70~80	400	100	92	2.1	岡本ほか (2019), 石原(2012)
ウミスズメ	2	7	2	26	24	3.8	叶内ほか (1998), Preikshot (2005)
アカアシカツオドリ	2	20+	1	80	70	不明	高野 (1981)
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)
コアジサシ	3	21	2.5	28	22	3.8	Clapp et al. (1982), 高野(1981)
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)
カンムリウミスズメ	2	7	2	26	24	3.8	叶内ほか (1998), Preikshot (2005)
ズグロカモメ	<11.5	11.5	3	30	<30	不明	BirdLife International (2018)

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 海洋環境・生態系への影響

2.3.1 食物網を通じた間接影響

2.3.1.1 捕食者への影響

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。

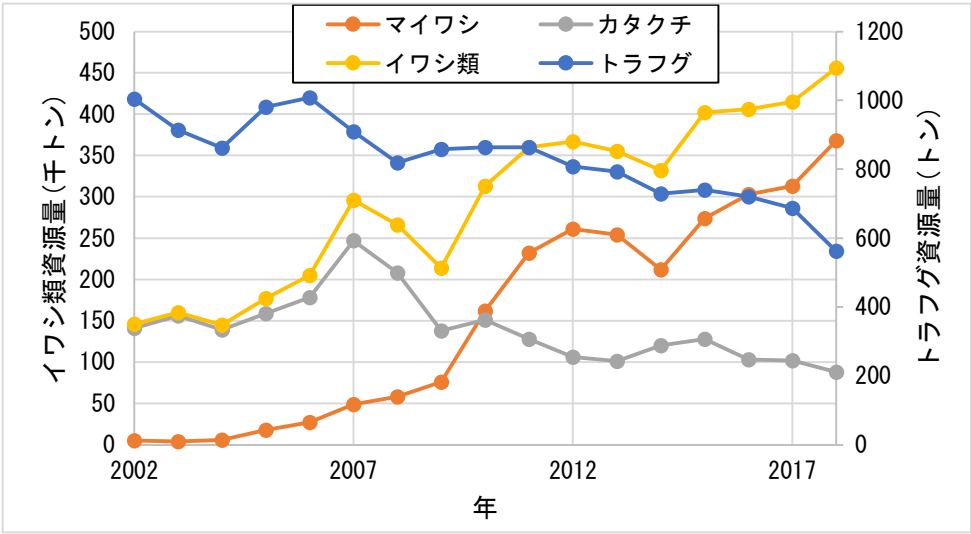
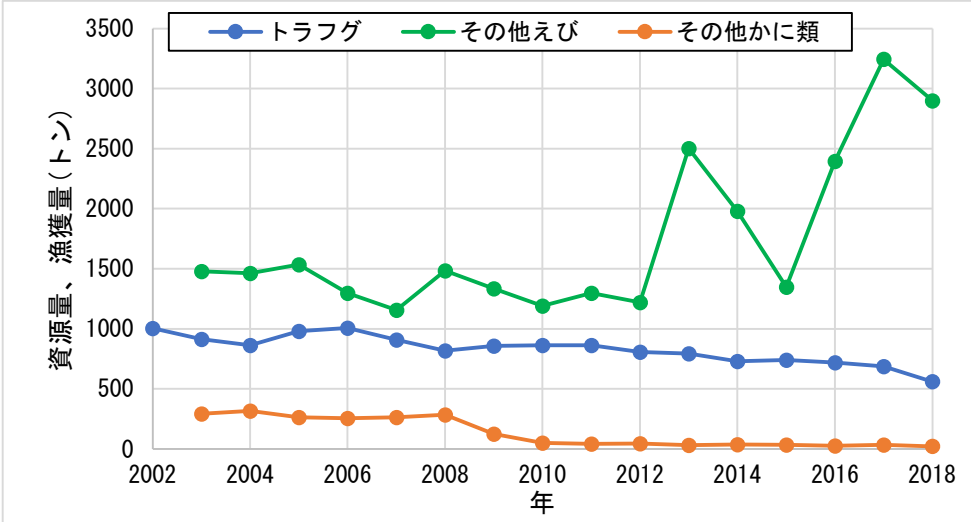
1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	多数の捕食者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の捕食者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって捕食者が受ける悪影響は検出されない	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた捕食者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる

2.3.1.2 餌生物への影響

トラフグの餌生物としては、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、かに類についてCA評価を行った(表2.3.1.2)。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、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が、東シナ海では漁獲統計に計上されそうなかにかに類の大半はワタリガニ科のヒラツメガニ、ほかにアカシガニ等である(山本・長澤 2015)。水揚げの対象とならない小型のかに類については省略した。

表2.3.1.2 餌生物のCA評価結果

評価対象漁業	はえ縄、釣り、小底、小型定置網	
評価対象海域	東シナ海区	
評価対象魚種	マイワシ、カタクチイワシ、えび類、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	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	かに類の漁獲量が減少傾向であることから3点とする。
評価根拠	マイワシ(対馬暖流系群)、カタクチイワシ(対馬暖流系群)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。 ・マイワシ対馬暖流系群：1960～2018年の資源量、親魚量をコホート解析で推定し、資源水準は中位、動向は増加傾向とされ、現状の漁獲圧が続いた場合、2025年の資源量、親魚量は、いずれも2019年の倍以上に増加すると予測されている(高橋ほか 2020)。 ・カタクチイワシ対馬暖流系群：コホート解析により1977～2018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、2025年の資源量、親魚量は大きく減少するとされた(黒田ほか 2020)。 マイワシ対馬暖流系群(高橋ほか 2020)、カタクチイワシ対馬暖流系群(黒田ほか 2020)、及びトラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群(片町ほか 2020)の資源量の変化を図示すると図2.3.1.2aのとおりである。図にはマイワシとカタクチイワシの合計の値(いわし類)も示した。トラフグ、カタクチイワシは減少傾向であるのに対し、マイワシは増加傾向であることが見て取れる。  図2.3.1.2a いわし類、トラフグの資源量 えび類、かに類については、農林水産統計による東シナ海区のその他えび類、その他かに類の漁獲量を図2.3.1.2bに示す。トラフグ資源量、かに類漁獲量が減少傾向であるのに対し、えび類は変動しながらも増加傾向を示している。  図2.3.1.2b えび類、かに類漁獲量、及びトラフグ資源量

	以上のように、トラフグ資源は減少しているのに対し、マイワシ、えび類は増加、カタクチイワシ、かに類は減少傾向であった。 いわし類については、その資源量がトラフグの百～数百倍あることからボトムアップ的な資源量制御が働いている可能性はあるもののその逆はありそうもない。したがってトラフグ資源の増減がトップダウン的にいわし類の資源変動を引き起こしている可能性は低いであろう。えび類、かに類については、その増減がトラフグ資源の減少と関係しているか否か不明である。しかし、かに類の漁獲量が減少傾向であることを考慮し、本項目は3点とする。
--	--

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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 競争者への影響

東シナ海で漁獲量が多い魚種の中には、トラフグと食性が類似した回遊性の強い種は見当たらない。そこでふぐはえ縄の混獲種としたサバフグ、マフグを競争種とみなした。これらの種は2.2.1で扱ったとおりで、福岡市中央卸売市場の取扱量でみる限り、トラフグ同様減少傾向である。したがって2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 生態系全体への影響

図 2.3.2a に示した評価対象海域における漁獲物の栄養段階組成をみると、東シナ海区では漁獲は TL2.5-3.5 に属する生物で多く、図 2.3.2b で約 53%を占める栄養段階 2 程度のマイワシやさば類とマアジが寄与していることがわかる。

評価対象海域の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階(MTLc)を見ると、東シナ海区では、総漁獲量に有意な減少($p < 0.05$)が認められる(図 2.3.2c)。MTLc も大きく変動しており、2009 年以降増大し、2015 年以降低下した。評価対象海区内において、2009～2014 年にカタクチイワシの漁獲量が減少したことが同期間の MTLc を引き下げる要因となったと考えられる。評価対象漁法によるトラフグの漁獲が要因とは考えがたいことから 5 点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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こっていないと判断できる

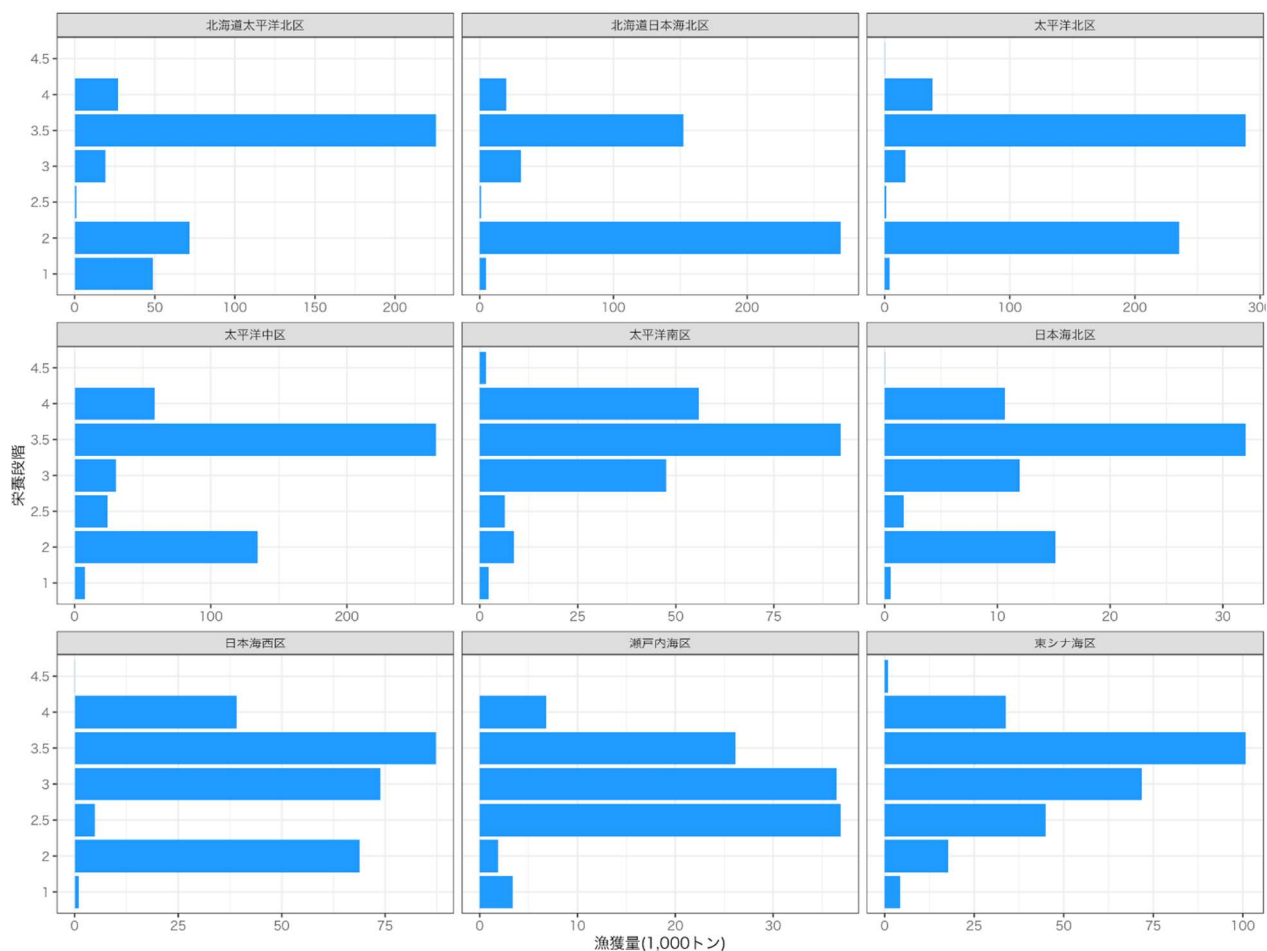


図2. 3. 2a 評価対象海域における漁獲物の栄養段階組成

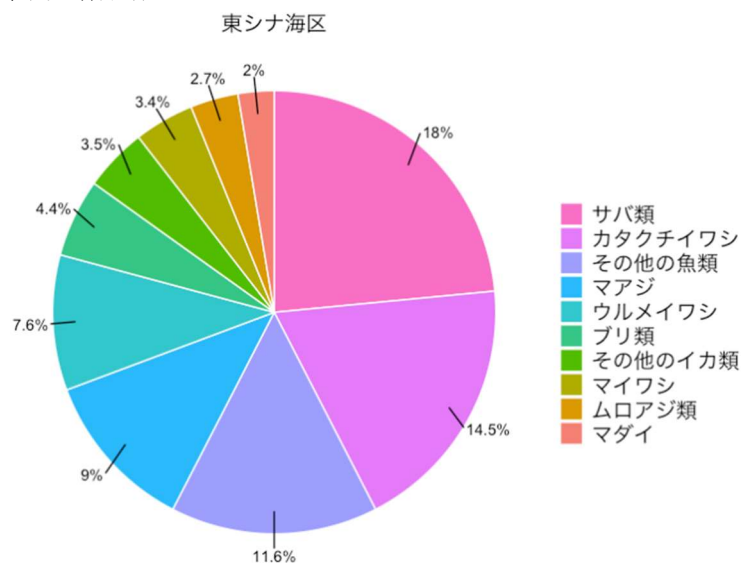


図2. 3. 2b 2018年の海面漁業生産統計に基づく東シナ海区の漁獲物の種組成

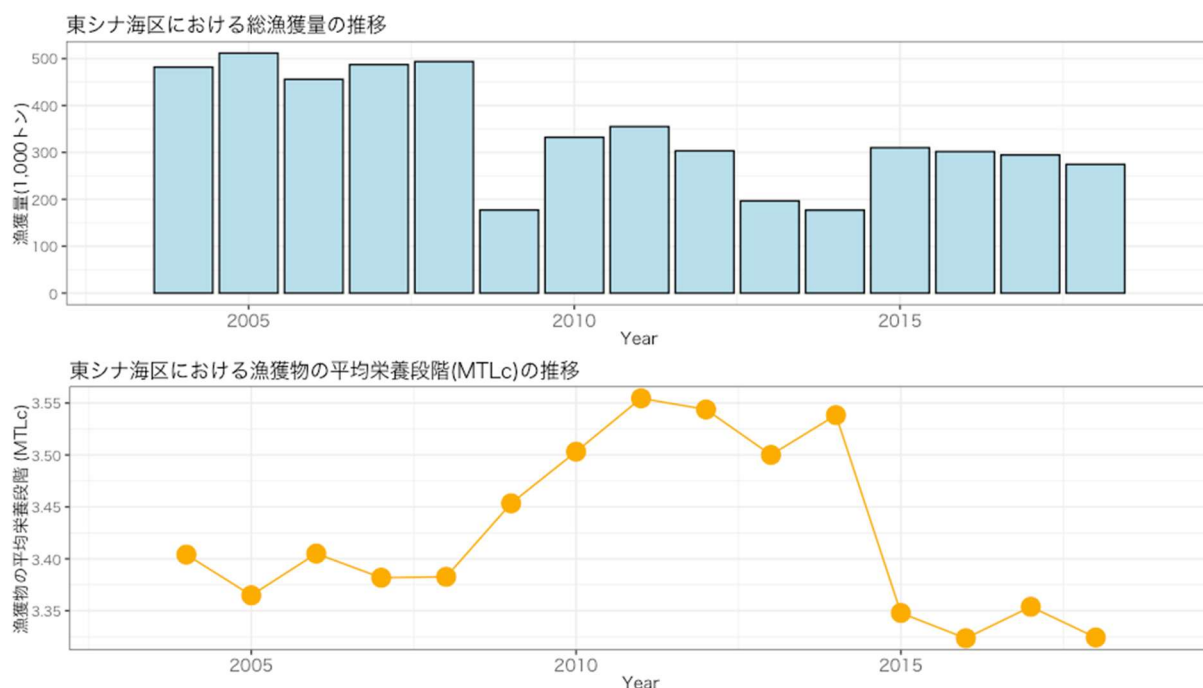


図2. 3. 2c 海面漁業生産統計調査から求めた、評価対象海域における総漁獲量(上段)と漁獲物平均栄養段階(下段)の推移

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によともなう自然界、海洋生態系への影響が指摘されている(北田 2001, 水産総合研究センター・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

トラフグの種苗生産では概ね漁獲物を用い、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、近年漁獲物には成熟した人工種苗が高い割合で混入していることから、これら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り(水産総合研究センター・水産庁 2015)、これらの対策が行われている。よって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

トラフグは広い海域を移動・回遊する広域種であり、栽培漁業の重要魚種と位置づけられ

るため、管理単位など、遺伝的多様性の詳細な検討が求められる。一方、本種は資源評価等により 2 つの系群で管理されていること、回帰性が高いことから親魚、受精卵、精子、人工種苗等の移動にあたっては、両系群の分布・回遊範囲を考慮して、その管理単位内にとどめるべきである。また、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も、種苗の生産履歴を確認し、管理単位外や親魚の由来が不明な種苗の持ち込みがないように指導することが重要である。また、本種について人工種苗の放流による遺伝的なリスクの存在は、詳細な検討が行われていないため、実態の把握が求められる(水産総合研究センター・水産庁 2015)。よって 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

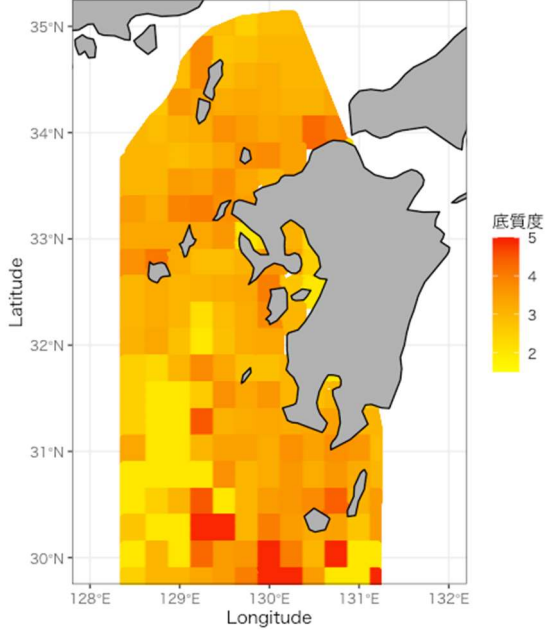
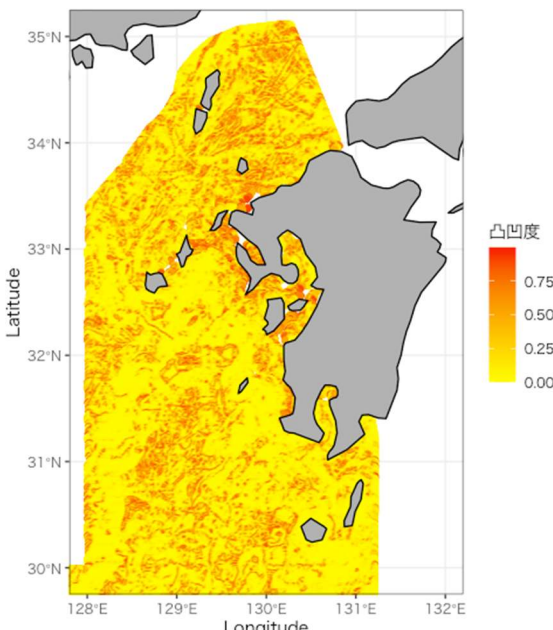
種苗生産機関では、病原体の天然海域への拡散を避けるために、「防疫的見地からみた放流種苗に関する申し合わせ事項(Ⅰ)」(栽培漁業技術開発推進事業全国協議会 1999)に基づき、種苗生産過程で異常な死亡が認められなかった生産回次の種苗のみを放流している(西岡 2019)。また、疾病防除及び種苗性向上を目的として、種苗どうしの噛み合いによる尾鰭欠損防除のための対策として、適正密度での飼育が行われている。よって 5 点とする。

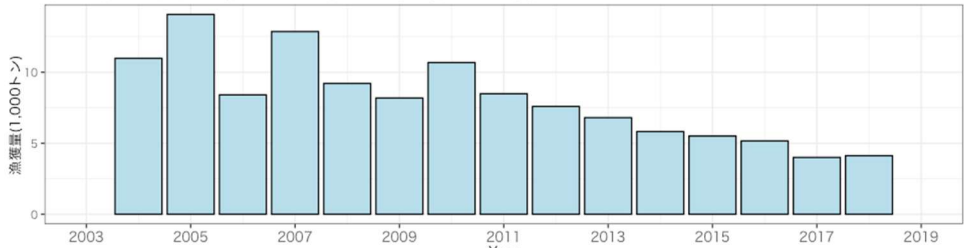
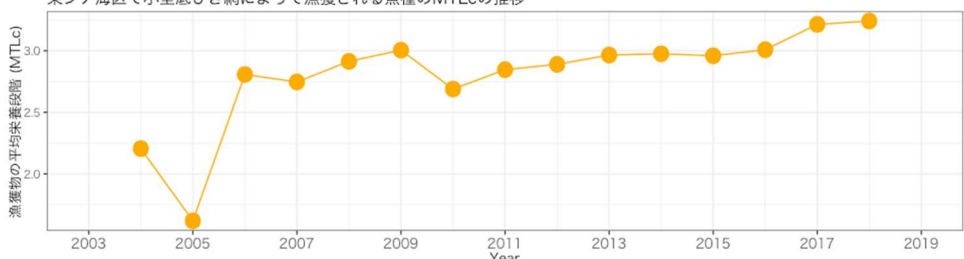
1点	2点	3点	4点	5点
魚病診断体制、蔓延防止措置ともに未整備である				魚病診断体制が整えられており、蔓延防止体制がある

2.3.4 海底環境への影響

評価対象漁法のうち、小底は着底漁業である。東シナ海では、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	東シナ海区
評価項目番号	2.3.4
評価項目	海底環境
空間規模スコア	1
空間規模評価根拠概要	東シナ海区の小底の操業面積は、有明海(1,700km ²)、八代海(1,200km ²)、福岡湾(133km ²)の合計面積3,033km ² であり、東シナ海の面積(902,083km ²)の0.3%を占める。したがって空間規模は1である。

時間規模スコア	2
時間規模評価根拠概要	東シナ海区における小底の操業日数は3～6月、最大年間120日で、悪天候等により制限されるが年間の約30%が操業日数であると考え、時間規模スコアは2となる。
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1点、1点、漁法は小底であるから強度スコアを算出すると、 $S=(1*2*3)^{(1/3)}=1.82$ となる。
水深スコア	2
水深スコア評価根拠	東シナ海におけるトラフグの漁獲水深は平均的に30m以浅と考えられるためスコアは2となる。
地質スコア	1
地質スコア評価根拠	右図のとおり、東シナ海の底質は軟質砂泥とみられることからスコアは1とした(MIRC 2016)。 
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、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(MIRC 2016)。 
総合回復力	1.67
総合回復力評価	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。

価根拠		
SRスコア	1(低い(2.60))	
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 $(\sqrt{S^2+R^2})$ 2.47となり、中程度との境界値2.64を下回るためスコアは1(影響強度は低度)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。 東シナ海区で小型底びき網によって漁獲される魚種の総漁獲量の推移  東シナ海区で小型底びき網によって漁獲される魚種のMTLcの推移  上図に示したように、小底の漁獲量は有意に減少、MTLcは有意な増加傾向が認められた。そのため結果スコアは2点とする	
総合評価	2	
総合評価根拠概要	規模と強度(SI)の評価点は1と低いが、栄養段階組成から見た結果(C)は2点であり、生態系特性に変化が認められた。	

はえ縄、釣りは漁具が海底面に接触することは少なく、小型定置網もひきまわす操業形態ではないことから影響は低いと考えいずれも5点とする。

以上4漁法のスコアの漁獲量による重み付け平均(4.7)から本項目は5点とする。

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 水質環境への影響

評価対象漁法による漁業関係法による検挙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によれば(環境省 2020b)、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 大気環境への影響

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。小底は1.407と我が国漁業の中では中程度のCO₂排出量となっているが評価対象種の漁獲割合は小さいため影響は軽微であると考えられる。釣りについては、総トン数の小さい漁船によるため軽微であると考えられる。小型定置網については、網の設置及び揚網時に限定的に発生するのみと考えられることから大気環境への影響は軽微であると判断できる。小底、釣り、小型定置網のすべてで大気環境への影響は軽微であると考えられるため、4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

青沼佳方・酒井 猛・川内陽平 (2020) 令和元(2019)年度東シナ海底魚類の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201975.pdf>

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.

Clapp, R. B., M. K. Klimkiewicz and J. H. Kennard (1982) Longevity records of north American birds: Gaviidae through alcidae, *J. Field Ornithol.*, 53, 81-124.
<https://www.jstor.org/stable/pdf/4512701.pdf?refreqid=excelsior%3A00ff8d18094bbb36c4cf1540f7b14152>

土井啓行・久志本鉄平・園山貴之・石橋敏章・酒井治己 (2015a) 山口県響灘における小型底びき網の漁獲物, 水産大学校研究報告, 63, 111-125.
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010921754.pdf>

土井啓行・久志本鉄平・園山貴之・石橋敏章・西山真澄・酒井治己 (2015b) 山口県響灘における小型定置網の漁獲物, 水産大学校研究報告, 63, 127-143.
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010921755.pdf>

福岡県水産海洋技術センター (2020) 浅海定線調査, 沿岸定線調査, 平成30年度福岡県水産海洋技術センター事業報告書, 20-22, 35-47, <http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/gaiyo/houkoku/H30/H30.pdf>

福岡市農林水産局 (2021) 鮮魚年報 中央卸売市場 統計情報,
https://www.city.fukuoka.lg.jp/nosui/sengyo/sengyo_nenpo_r01.html

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>

橋本博明・福浦吉行・郷 秋雄 (1985) 福井県北部沿岸の底生性魚類: II. マエソ, ヒメジおよび異体類3種の食性, 広大生物生産紀要, 24, 49-55
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010331084.pdf>

林 晃・安田十也・黒田啓行・由上龍嗣 (2020) 令和元(2019)年度ゴマサバ東シナ海系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201908.pdf>

- 今井千文・野中和賀樹 (2015) 耳石解析によるクサフグの成長過程, 水大校研報, 63, 219-231
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030921759.pdf>
- 石田健次 (1986) 日本海南西海域におけるヒメジの底生生活期について, 日水誌, 52, 215-221
https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/52/2/52_2_215/_pdf/-char/ja
- 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.
- 石井晴人 (2001) ミズクラゲの生活史と生態, 海洋.号外, 27, 173-181
- 鹿児島県 (1987) 鹿児島県の漁具漁法図集
<http://kagoshima.suigi.jp/fukyu/zushuu.pdf#search='%E9%B9%BF%E5%85%90%E5%B3%B6%E7%9C%8C%E3%81%AE%E6%BC%81%E5%85%B7%E6%BC%81%E6%B3%95%E5%B3%B9%E9%9B%86'>
- 鹿児島県 (2000) 鹿児島県水産技術のあゆみ 第15節 ふぐ漁業
http://kagoshima.suigi.jp/ayumi/book/01/a01_01_15.pdf
- 海上保安庁 (2019) 海上保安統計年報
<https://www.kaiho.mlit.go.jp/doc/hakkou/toukei/toukei.html>
- 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) 環境省レッドデータブック 2020 <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>
- 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
- 片町太輔・石田 実・西嶋翔太 (2020) 令和元(2019)年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201973.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>
- 久保田 洋・亘 真吾・古川誠志郎・入路光雄・神山龍太郎・半沢祐大・竹村紫苑・杉本あおい (2020) 令和元(2019)年度ブリの資源評価, 水産庁・水産機構
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201945.pdf>
- 熊本県水産研究センター(2020)資源研究部、令和元年事業報告書、20-80
<https://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/attachment/121444.pdf>
- Kume G., Yamaguchi A., Aoki I. (2003) Variation in life history parameters of the cardinalfish *Apogon lineatus*, Fish. Sci., 69, 249-259
https://www.jstage.jst.go.jp/article/fishsci1994/69/2/69_2_249/_pdf/-char/ja
- 黒田啓行・高橋素光・依田真里 (2020) 令和元(2019)年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源

- 評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201926.pdf>
- MIRC (2016) 北西太平洋底質メッシュデジタルデータ
<http://www.mirc.jha.or.jp/products/BMMDv2/>
- 水戸 敏 (1956) クラカケギスの卵発生と仔魚期, 九大農學藝雑誌, 15, 507-512
https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_download_md/21402/p507.pdf
- 水戸 敏・内田恵太郎 (1958) ミノカサゴの卵発生と仔魚期, 九大農學藝雑誌, 16, 381-385
https://catalog.lib.kyushu-u.ac.jp/opac_download_md/21447/p381.pdf
- 森内新二・道津喜衛 (1973) ゴンズイの産卵・仔稚魚の飼育, 長大水産研報, 36, 7-12
https://nagasaki-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=8117&item_no=1&page_id=13&block_id=21
- 長崎県総合水産試験場(2020)漁業資源部、令和元年度事業報告
<https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2020/12/1606870545.pdf>
- 中川雅弘・吉村 拓 (2020a) 令和元(2019)年度マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201950.pdf>
- 中川雅弘・吉村 拓 (2020b) 令和元(2019)年度ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201963.pdf>
- 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.pref.yamaguchi.lg.jp/cmsdata/7/a/b/7ab69706cab399108fa73a1ad597e75.pdf>
- 農林水産技術会議事務局 (2008) 海洋生物資源の変動要因の解明と高精度変動予測技術の開発. 研究成果, 461, 211pp.
- 農林水産省 (2010) 九州・山口北西海域トラフグ資源回復計画
<https://www.jfa.maff.go.jp/kyusyu/sigen/pdf/torafugukeikau.pdf>
- 農林水産省 (2019) 海面漁業生産統計調査
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html
- 落合 明・田中 克 (1998) 「新版魚類学(下)改訂版」. 恒星社厚生閣, 東京, 1139pp.
- 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
- 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.
http://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2011/12091/pdf/13_1b.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
- 酒井 猛・川内陽平・青沼佳方 (2020) 令和元(2019)年度ウマヅラハギ日本海・東シナ海系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201972.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.
- 神港魚類株式会社 (2020) 日本の旬・魚のお話 カサゴ <http://www.maruha-shinko.co.jp/uodas/syun/25-kasago.html>
- 水産総合研究センター・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, pp.29. https://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/bunyabetsu/pdf/identeki_tayousei_sisin.pdf
- 鈴木克美・上野信平 (1987) 駿河湾におけるネンブツダイ *Apogon semilineatus* (テンジクダイ科)の生活史, 東海大紀要 海洋学部, 24, 121-131
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030361531.pdf>
- 高橋素光・黒田啓行・依田真里・竹垣草世香・安田十也 (2020) 令和元(2019)年度マイワシ対馬暖流系群の資源評価, 水産庁・水産機構
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201902.pdf>
- 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, pp.481
- 多紀保彦・河野 博・坂本一男・細谷和海(監修) (2005) 新訂原色魚類大図鑑, 北隆館
- 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－, 南西水研報, 26, 31-106 http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/bull_nansei/bull_nansei2604.pdf
- 山田鉄雄 (1957) 大村湾のテンジクダイ, 長大水産研報, 5, 80-90 https://nagasaki-u.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=7138&item_no=1&page_id=13&block_id=21
- 山口県水産研究センター外海研究部 (2020) 調査船「かいせい」による定期海洋観測 https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a16402/uminari_network/suion_enbun.html
- 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
- 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, 山階鳥研NEWS, 2017年11月号 <http://www.yamashina.or.jp/hp/ashiwa/news/201711chojukiroku.html>
- 安田十也・黒田啓行・林 晃・由上龍嗣 (2020) 令和元(2019)年度マサバ対馬暖流系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201906.pdf>
- 依田真里・黒田啓行・高橋素光 (2020) 令和元(2019)年度マアジ対馬暖流系群の資源評価, 水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201904.pdf>