水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

ハタハタ日本海西部　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: 2025-03-25 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/2013952

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)

日本海西部はハタハタ以外にもズワイガニ、アカガレイなど、重要な沖合底びき網漁業(以下、沖底)対象種が分布しており調査の頻度が高いため底魚生態系に関する一定の情報は得られているが、海洋環境と基礎生産力、低次生産の関係等の生態系モデル構築に必要となる研究例は少ない(2.1.1　4 点)。当該海域では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)の調査船・用船、並びに府県の調査船により定期的に行われている(2.1.2　4 点)。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(2.2)

沖底による他魚種への影響について、混獲利用種をイカ類(主にホタルイカ)、アカガレイ、ソウハチ、ヒレグロ、ズワイガニ、ホッコクアカエビとしたが、すべての評価対象種の資源は懸念される状態ではなかった(2.2.1　4 点)。混獲非利用種はキタクシノハクモヒトデとしたが、沖底による混獲の影響は低いとされた(2.2.2　4 点)。希少種で生息環境が日本海西区と重複する種について PSA 評価を行った結果、全体としてリスクは低い値を示した(2.2.3　4 点)。

生態系・環境(2.3)

食物網を通じたハタハタ漁獲の間接影響について、ハタハタの捕食者と考えられるマダラの資源に懸念はなかった(2.3.1.1　4 点)。ハタハタの餌生物としてニホンウミノミ、キュウリエソの PSA 評価を実施した結果、リスクは低いと考えられたが資源状態が不明のため 3 点とした(2.3.1.2)。ハタハタの競争者と考えられたのはスルメイカ、ソウハチ、ムシガレイ、マダラであるが、複数の資源で懸念が認められた(2.3.1.3　3 点)。

漁獲物の平均栄養段階は低下していたが、サバ類やマイワシの増加にともなうことが要因であり、沖底の影響ではないと判断した(2.3.2　5 点)。

海底環境への影響についてみると、日本海西部の沖底かけまわしの漁獲物栄養段階組成に大きな変化は認められないものの、漁業の規模と強度（SI）の評価点は 2 点と中程度であることから、海底環境の変化が全くないとは言い切れないと判断した（2.3.4　3 点)。

評価範囲

①　評価対象漁業の特定

2019 年の農林水産統計によれば(農林水産省 2021)、ハタハタ日本海西部系群の分布域である石川県から島根県における漁業種類別漁獲量は、沖底 2,552 トン(79.9%)、小型底びき網漁業(以下、小底)639 トン(20.0%)であった。よって、評価対象漁業は沖底とする。当該海域での沖底は島根県以外はすべて 1 そうびき(かけまわし)である。

②　評価対象海域の特定

本系群の主分布域である日本海西区(石川県～島根県)とする(藤原ほか 2021a)。

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

・沖底：1 そうびきのかけまわしは、海面に投入した浮標を起点にロープ、網、ロープの順で四角形を描くように投入しながら起点の樽に戻り、網をたぐり寄せる漁法である。片方のロープ長は北海道の例では 2, 200～2, 400ｍである（金田 2005）。

2)　船サイズ，操業隻数，総努力量

・沖底：15～160 トン。2018 年漁業センサス(農林水産省 2019)によれば、日本海西区における沖底 1 そうびきの経営体数は 119(石川県 12、福井県 27、京都府 5、兵庫県 50、鳥取県 23、島根県 2)、2 そうびきは島根県 5 である。総努力量は不明である。

3)　主要魚種の年間漁獲量

日本海西区の 2019 年の主な魚種別漁獲量は以下のとおりである(農林水産省 2021)。

	漁獲量(トン)	率(%)
総計	233,606	
マイワシ	39,034	16.7
サバ類	34,599	14.8
ブリ	30,841	13.2
マアジ	25,951	11.1
ウルメイワシ	15,994	6.8
カツオ	9,227	3.9
その他イカ類	7,716	3.3
カレイ類	7,391	3.2
ベニズワイガニ	6,807	2.9
サワラ	6,573	2.8
カタクチイワシ	6,258	2.7
スルメイカ	5,085	2.2
ハタハタ	3,194	1.4

スルメイカについては、一部県・漁業種類の秘匿情報を含んでいない。

4)　操業範囲：大海区，水深範囲

・沖底：日本海西区

5)　操業の時空間分布

・沖底：福井県鋸埼を境に西側の兵庫県沖、鳥取県沖などでは 6～8 月を除く周年、東側では 7～8 月を除く周年

6)　同時漁獲種

2019 年の日本海西区の沖底による魚種別漁獲量は以下のとおりである(農林水産省 2021)。

	漁獲量(トン)	率(%)
合計	22,352	
その他イカ類	5,396	24.1
カレイ類	4,548	20.3
ハタハタ	2,553	11.4
ニギス	966	4.3
キダイ	599	2.7
その他魚類	2,392	10.7
ズワイガニ	1,765	7.9

その他エビ類	1,756	7.9

漁獲量１位の“その他イカ類”は、兵庫県の沖底(5,396 トン中 3,851 トン)等によるホタルイカが大きい比率を占めるのではないかと考えられる(みなと新聞 2018)。日本海西部の沖底ではケンサキイカの漁獲があるが、2019 年の沖底の漁獲量（浜田以西２そうびき）は 229 トン（酒井・依田 2021）とその他いか類の 4%にすぎない。

カレイ類については、4,548 トン中 1,903 トンを占める鳥取県の沖底について魚種別の漁獲量が公表されているが(鳥取県 2021)、2019 年はアカガレイ 882 トン、ソウハチ 494 トン、ヒレグロ 414 トン等となっている。その他エビ類は、本州沿岸中区、西区(富山県以西)のホッコクアカエビの沖底での 2019 年漁獲量が 1,481 トンであることから(佐久間ほか 2021a)、ホッコクアカエビの比率が大きいと思われる。

混獲非利用種

京都府のかけまわし漁業で混獲非利用種に挙げられるのはクモヒトデ目で、漁獲量は総漁獲量に対して 2.5%である(Daume and Ariji 2014)。クモヒトデ類の中でも日本海西区ではキタクシノハクモヒトデが主体である(宮嶋 2013)。

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載種の中で、生息環境が本系群の分布域と重複する動物は以下のとおりである(環境省 2020)。

爬虫類　　アカウミガメ(EN)、アオウミガメ(VU)

鳥類　　ヒメウ(EN)、ヒメクロウミツバメ(VU)、コアジサシ(VU)、カンムリウミスズメ(VU)

④　評価対象魚種に関する種苗放流事業の有無

大規模な種苗放流は行われていない。

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

ハタハタについては、分布水深帯がズワイガニ、アカガレイと重なっており(尾形 1980)、日本海西部ではいずれも沖底の主要な対象種であるため当該海域でのトロール調査等の頻度は高い(佐久間ほか 2021b, 藤原ほか 2021b)。このため底魚生態系に関する一定の情報は得られており、ハタハタについても知見はあるが、海洋環境と基礎生産力、低次生産の関係等の生態系モデル構築に必要となる研究例は少ない。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・水産大学校、北海道区水産研究所の調査船、用船等によって毎年実施されている(水産大学校 2020, 北海道区水産研究所 2020)。府県の調査船による定期的な観測も行われている。以上より 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(農林水産省 2021)。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

・沖底

評価範囲③6)に示したごとく、混獲利用種はその他イカ類(主に兵庫県ではホタルイカが主体、島根県ではケンサキイカが主体と思われる)、カレイ類(アカガレイ、ソウハチ、ヒレグロ)、ズワイガニ、ホッコクアカエビとして CA 評価を行った。

評価対象漁業	沖底
評価対象海域	日本海西区

<table>
<tr><td>評価対象魚種</td><td colspan="2">ホタルイカ、アカガレイ、ソウハチ、ヒレグロ、ズワイガニ、ホッコクアカエビ</td></tr>
<tr><td>評価項目番号</td><td colspan="2">2.2.1</td></tr>
<tr><td>評価項目</td><td colspan="2">混獲利用種</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価対象要素</td><td>資源量</td><td>4</td></tr>
<tr><td>再生産能力</td><td></td></tr>
<tr><td>年齢・サイズ組成</td><td></td></tr>
<tr><td>分布域</td><td></td></tr>
<tr><td>その他：</td><td></td></tr>
<tr><td>評価根拠概要</td><td colspan="2">すべての評価対象種の資源は懸念される状態ではなかったため4点とする。</td></tr>
<tr><td>評価根拠</td><td colspan="2">アカガレイ日本海系群、ソウハチ日本海系群、ヒレグロ(対象水域日本海)、ズワイガニ日本海系群A海域、ホッコクアカエビ日本海系群については資源評価が行われており、結果は以下のとおりである。

・アカガレイ日本海系群：沖底漁獲データから求めた1972年以降の資源密度指数の推移から2019年の資源水準は中位、トロール調査から求めた2016～2020年の資源量の推移から動向は減少、現状の漁獲圧が続くと2026年の資源量、親魚量は若干減少すると予測された(藤原ほか 2021b)。
・ソウハチ日本海系群：1970年以降の沖底漁獲データから求めた資源密度指数の推移から2019年の資源水準は中位、コホート解析による資源量の推移から2015～2019年の動向は増加、現状の漁獲圧が続いた場合2026年の資源量、親魚量は若干増加すると予測された(吉川ほか 2021)。
・ヒレグロ（対象水域日本海）：ほとんど沖底で漁獲され、主要県は兵庫県、鳥取県、島根県であるが、1980年以降の沖底漁獲データから求めた資源密度指数の推移から、2019年の資源水準は中位、2015～2019年の推移から動向は増加とされた(水産資源研究所 底魚資源部ほか 2021)。
・ズワイガニ日本海系群A海域：1999年以降のトロール調査データを用いたコホート解析から2019年の親ガニ量(SB2019)は目標管理基準値案(SBmsy)を上回り(SB2019/SBmsy=1.38)、2016～2020年の資源量の推移からみた動向は横ばいとされた。最大持続生産量を実現する漁獲圧(Fmsy)に対する2019年漁期の漁獲圧(F2019)の比(F2019/Fmsy)は0.44と小さく、2020年の漁獲圧が続いた場合、2030年に親魚ガニがSBmsyを上回る確率は98%と予測された(佐久間ほか 2021b)。
・ホッコクアカエビ日本海系群：1980年以降の沖底の標準化CPUEの推移から2019年の資源水準は高位、2015～2019年の推移から動向は横ばいとされた(佐久間ほか 2021a)。

その他イカ類については、農林水産統計による日本海西区並びに近年県別では最多である兵庫県のその他イカ類(スルメイカ、アカイカ以外であるが当該海域では主にホタルイカと思われる)の漁獲量を図2.2.1に示す（農林水産省2004～2020）。</td></tr>
</table>

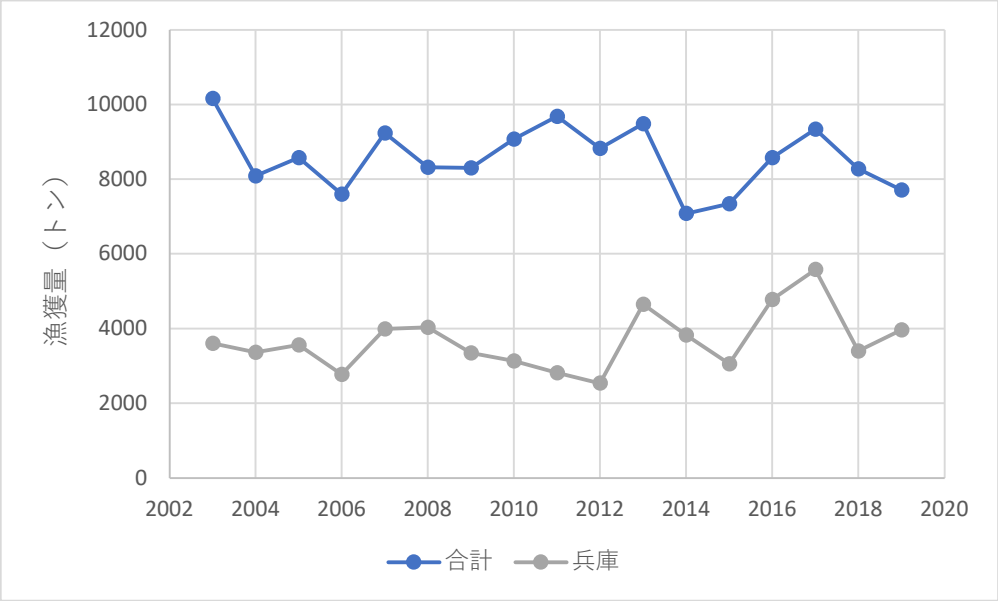


図2.2.1　日本海西区におけるその他イカ類の漁獲量

鳥取県は漁獲量データが秘匿されている年（2008～2013年、2016～2018年）については鳥取県の漁業情報提供システム（鳥取県 2021）を参照した。日本海西区、兵庫県ともに目立った減少傾向は見られない。

以上のとおり、沖底の混獲種についてはズワイガニ、ホッコクアカエビは資源水準は高位、アカガレイ、ソウハチ、ヒレグロは中位水準、その他イカ類についても資源量の指標と考えられる漁獲量について定向的な変化は認められなかった。よって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

日本海西区の例ではキタクシノハクモヒトデが主体である(宮嶋 2013)。キタクシノハクモヒトデについての量的なモニタリングデータは見当たらないため PSA 評価を行ったところ沖底による混獲の影響は低いとされた(表 2.2.2a,b)。このため 4 点とする。なお、Daume and Ariji (2014)によれば京都府のかけまわし漁業ではクモヒトデ目の漁獲量は総漁獲量に対して 2. 5%と少なかった。

表 2.2.2a　混獲非利用種の生産性に関する生物特性値

種名	成熟開始年齢	最大年齢	抱卵数	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階TL	密度依存性	出典
キタクシノハクモヒトデ	3	25	55,000	10 (mm)	<10 (mm)	浮遊幼生期を持つ	2 (懸濁物食)		藤田 (1988)

表 2.2.2b　混獲非利用種の PSA 評価

評価対象生物				P(生産性, Productivity)スコア									S(感受性, Susceptibiliity)スコア					PSA評価結果	
標準和名	科名	学名	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	P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	Sスコア総合点（幾何平均）	PSAスコア	リスク区分
キタクシノハクモヒトデ	クモヒトデ	Ophiura sarsii	無脊椎動物	1	2	1	1	1	1	1	2	1.33	3	3	1	1	1.73	2.19	低い
															PSAスコア全体平均			2.19	低い

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(2020)のレッドデータブック掲載種の中で、生息環境が日本海西区と重複する動物に対し、PSA 評価を行った結果を以下に示す。PSA スコアは全体として 2.39 とリスクは低い値を示した。よって 4 点とする。

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	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	P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	Sスコア総合点（幾何平均）	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	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		2.29	2	1	1	1	1.19	2.58	低い
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
対象漁業	沖合底びき網1そうびき(かけまわし)	対象海域	日本海西区											PSAスコア全体平均			2.39	低い

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	岡本ほか(2020), 石原(2012), Seminoff (2004)
アオウミガメ	20~50	80	110	100	80	2	東京都島しょ農林水産総合センター(2017), Wabnitz et al (2010)
ヒメウ	3	18	3	73	63	4.2	浜口ほか(1985), Hobson et al(1994), Clapp et al(1982)
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)
カンムリウミスズメ	2	7	2	26	24	3.8	HAGR (2017)*, **

*HAGR: Human Ageing Genomic Resources
**近縁種*S. antiquus*で一部代用

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

日本海のハタハタはマダラやアカガレイに捕食されている(藤原 未発表)。マダラを主要な捕食者と捉え、CA 評価を行った。その結果、マダラ(日本海系群)の資源状態に影響はないと考えられたため 4 点とした。

捕食者に対するCA評価

評価対象漁業	小底	
評価対象海域	日本海(青森県～島根県)	
評価対象魚種	マダラ	
評価項目番号	2.3.1.1	
評価項目	捕食者	
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	主要な捕食者と考えられるマダラの資源状態は高位・横ばいのため資源状態に懸念はない。マダラは4点とする。	
評価根拠	マダラ日本海系群については資源評価が行われており、結果は以下のとおりである。 ・マダラ日本海系群：資源状態について、資源量指標値(沖底の標準化CPUE)をチューニング指標値として用いたコホート解析により評価した。当海域におけるマダラの2019年の親魚量は71百トンであり、資源水準を高位と判断した。また、資源動向は、過去5年間(2015～2019年)における資源量の推移から横ばいと判断した(佐久間ほか 2021c)。 以上のとおり、マダラの資源量は高位で横ばいを保っており、資源状態に懸念はない。	

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できな	多数の捕食者に定向的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の捕食者に定向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

ハタハタ成魚の主餌料はニホンウミノミで、その他オキアミ類、カイアシ類、イカ類、魚類が多い。ニホンウミノミと日本海の中深層に卓越して多いキュウリエソについて PSA 評価を行った(Fujino et al. 2013)。なお、餌料と思われるホタルイカの漁獲量は富山県の統計が利用可能であるが、ホタルイカは日本海全域に分布し、日本海沿岸で広く産卵が行われているため(河野 2007)、日本海の北部と西部の資源変動が同調しているかは不明である。そのため本項ではニホンウミノミ、キュウリエソの PSA 評価のみとした。その結果、両種に対するリスクは低いとされたが、定量的な評価が行えないため 3 点とした。

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	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	垂直分布重複度	漁具の選択性	漁獲後死亡率	SAスコア 総合点（算術平均）	PSA スコア	リスク区分
2.3.1.2	ニホンウミノミ	無脊椎動物	1	1	2	1	1	3	1	2	1.67	1	1	1	1	1.00	1.94	低い
2.3.1.2	キュウリエソ	脊椎動物	1	1	2	1	1	1	1		1.14	1	1	1	1	1.00	1.52	低い
対象漁業	沖合底びき網1そうびき（かけまわし）	対象海域	日本海西区											PSAスコア全体平均			1.73	低い

餌生物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	最大年齢	抱卵数	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
ニホンウミノミ	130日*	233日*	650（=6.5回×100個）***	17mm**	9mm*	雌の育児嚢で1.3mmまで	2	密度補償作用知られず	*Ikeda（1990） **千原・村野（1997） ***太齊・本多（1998）トウヨウヒゲナガヨコエビの数値
キュウリエソ	1年*	20ヶ月*	610**	59mm***	40mm	分離浮遊卵	2.5		*由木（1984） **由木（1982） ***Ikeda(1994)

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	対象魚種の漁獲・混獲や種苗放流による多数の餌生物に定向的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	対象魚種の漁獲・混獲や種苗放流による一部の餌生物に定向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・混獲や種苗放流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、対象魚種の漁獲・混獲や種苗放流による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

日本海の中深層の餌料生物のうち、卓越して存在するキュウリエソを捕食し(Fujino et al. 2013)、また資源量が多く、ハタハタと競合するのはスルメイカ(Uchikawa and Kidokoro 2014)、ソウハチ、ムシガレイであろう。また、マダラはハタハタの捕食者であったが(2.3.1.1)、大型のハタハタにとっては競争者となりうる。スルメイカ、ソウハチ、ムシガレイ、マダラを競争者として CA 評価を行い 3 点とした。

ハタハタ競争者に対するCA評価

評価対象漁業	沖底	
評価対象海域	日本海西区	
評価対象魚種	ハタハタ	
評価項目番号	2.3.1.3	
評価項目	競争者	
評価対象要素	資源量	3

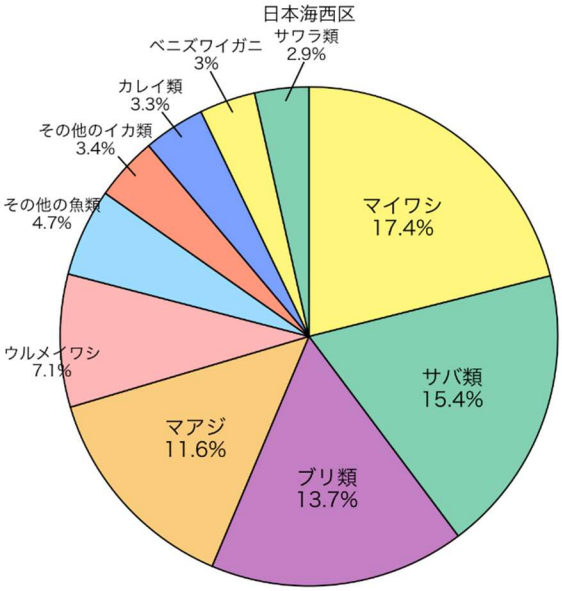
	再生産能力	
	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他：	
評価根拠概要	ハタハタ競争者であるスルメイカ、ソウハチ、ムシガレイ、マダラともに資源状態懸念される種がみられるため3点とする。	
評価根拠	日本海海域におけるスルメイカ(秋季発生系群)、ソウハチ(日本海系群)、ムシガレイ(日本海系群)、マダラ(日本海系群)の資源状況は以下のとおりである。 ・スルメイカ秋季発生系群：親魚量は1992～2015年漁期にはSBmsyを上回る年が多かったが、2016年漁期から漁獲圧がFmsyを超え、低加入の年が続いたことも重なって親魚量はSBmsyを下回った。2020年漁期後の親魚量は225千トンと推定され、MSYを実現する親魚量(SBmsy)を下回っており、SBmsyの0.68倍である。また、2020年漁期の漁獲圧は、MSYを実現する漁獲圧(Fmsy)を上回っており、Fmsyの1.14倍である。親魚量の動向は、近年5年間(2016～2020年漁期)の推移から横ばいと判断される(久保田ほか 2021)。 ・ソウハチ日本海系群：資源量は、コホート解析により推定した年齢別漁獲尾数を鳥取県・島根県の銘柄別体長組成・漁獲量と、沖底・小底の漁獲統計情報を用いて求めた。コホート解析におけるチューニング指数は、漁獲量の大半を占める沖底の資源密度指数を用いた。沖底の資源密度指数から資源水準は中位、最近5年間の資源量の推移から動向は増加と判断した。現状の漁獲圧が続いた場合の5年後の資源量は増加することが予想される(吉川ほか 2021)。 ・ムシガレイ日本海系群：1993年以降の2そうびき沖底(浜田以西)の日別・漁船別漁業データについて、漁区ごとの水深・水温情報も利用して標準化CPUEの計算を行い、資源量指標値とした。資源水準の判断には親魚量を用い、Blimit(3,020トン)を中位と低位の境界とした。2019年の親魚量(1,412トン)はBlimitを下回っており、資源水準を低位と判断した。資源動向の判断には資源量を用いた。コホート解析から推定された過去5年間(2015～2019年)の資源量の推移から、資源動向を増加と判断した。現状の漁獲圧が続いた場合の5年後の資源量は穏やかな増加に留まることが予想される(八木ほか 2021)。 ・マダラ日本海系群：資源水準の指標値である2019年の親魚量は71百トンであり、資源水準を高位、資源動向は、過去5年間(2015～2019年)における資源量の推移から横ばいと判断した。現状の漁獲圧が続いた場合の資源量はほぼ横ばいで推移すると予想される(佐久間ほか 2021c)。 以上のごとくハタハタ競争者には資源状態が懸念される種がみられるため3点とする。	

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	対象魚種の漁獲・混獲や種苗放流による多数の競争者に定向的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	対象魚種の漁獲・混獲や種苗放流による一部の競争者に定向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・混獲や種苗放流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、対象魚種の漁獲・混獲や種苗放流による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 や 3.0-3.5 で多く、図 2.3.2b のマイワシやサバ類が寄与していることがわかる。図 2.3.2c に示したとおり、漁獲物の平均栄養段階は長期的に低下しているが、サバ類やマイワシの増加に起因しており、沖底が要因とは考えにくいため 5 点とする。

図2.3.2a 2019年の海面漁業生産統計調査から求めた、日本海西区の漁獲物栄養段階組成



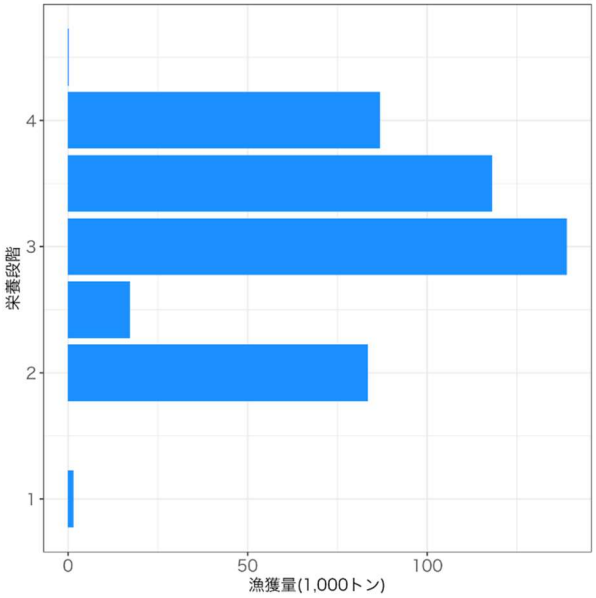


図2.3.2b 2019年の海面漁業生産統計に基づく日本海西区の漁獲物の種組成

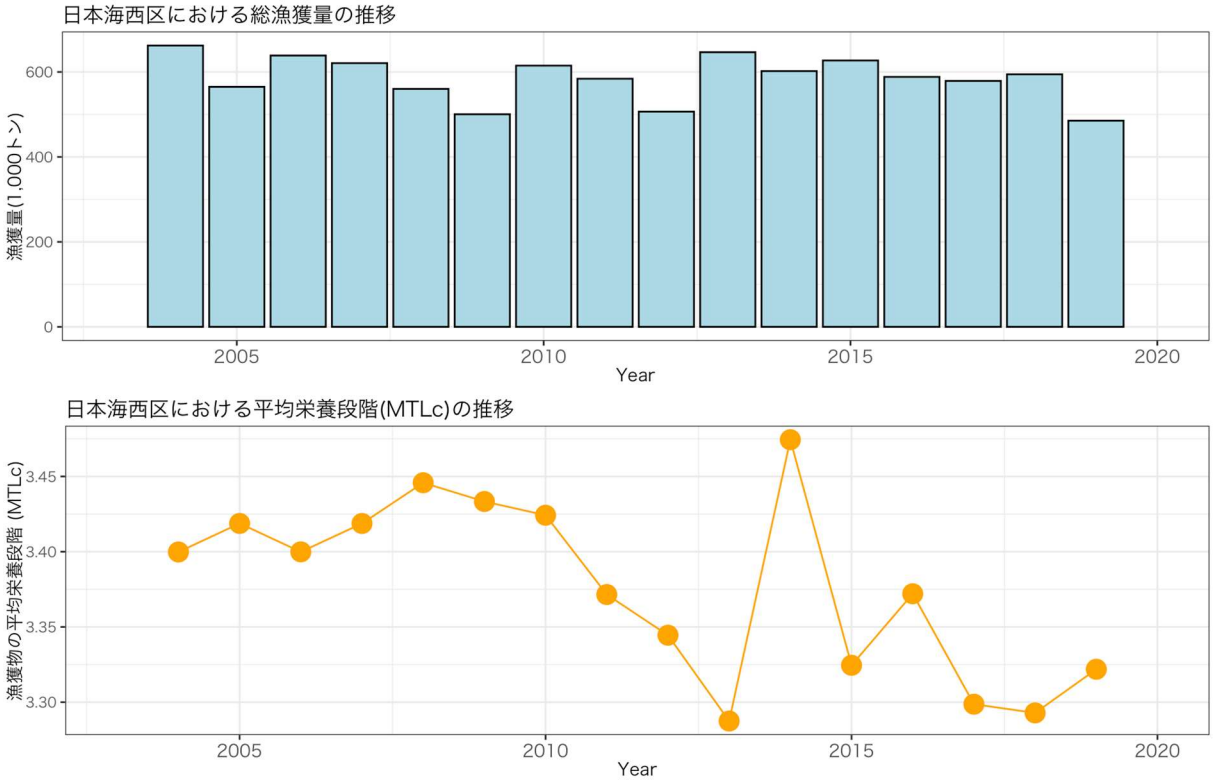


図2.3.2c 海面漁業生産統計調査から求めた、評価対象海域の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階の推移（遠洋漁業による漁獲量は差し引いた）

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変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

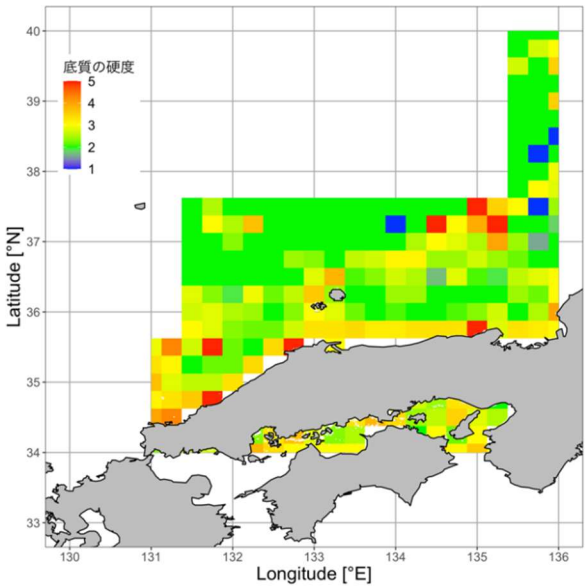
2.3.3 種苗放流が生態系に与える影響

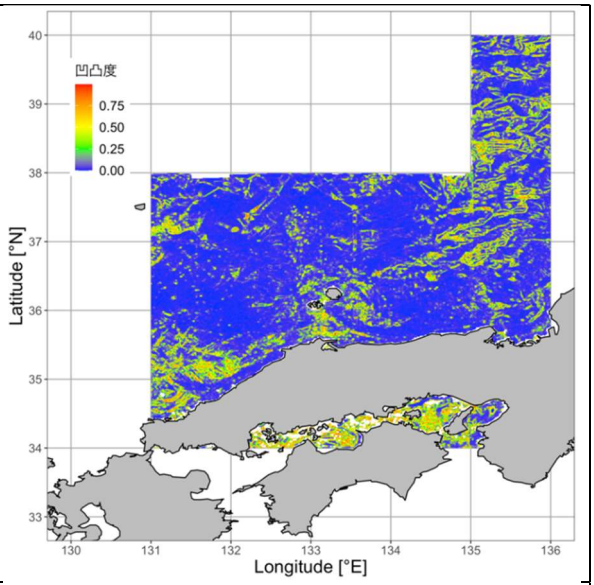
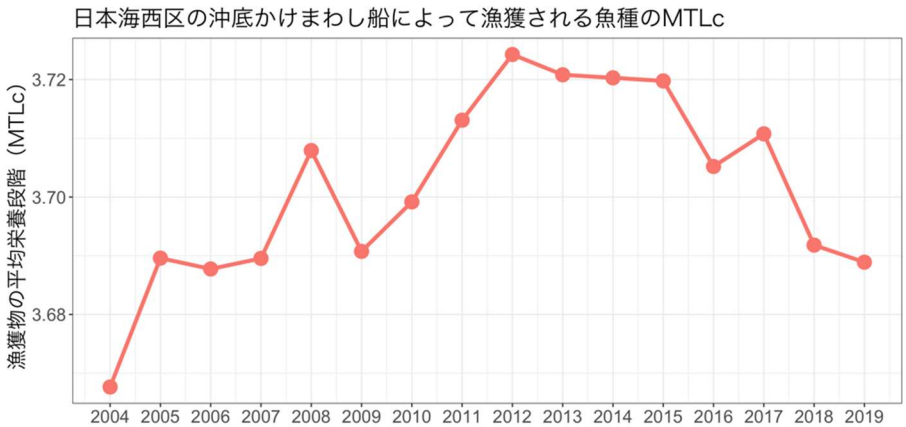
本系群については、大規模な種苗放流は行われていないため、本項目は評価しない。

2.3.4 海底環境

沖底(かけまわし)は着底漁具を用いる漁業であるが、本系群の対象となる日本海西区において、着底漁具による撹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	沖底（かけまわし）
評価対象海域	日本海西区
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	日本海西区における沖底船の操業面積は、漁獲成績報告書に記載された農林漁区(緯度経度10分メッシュ)別の操業記録から2009～2019年の間に操業

	実績のある漁区の面積を合計し、65,752 km^{2}と推定された。対象海域全体の面積を日本のEEZ内における日本海西区とすると、総面積は223,652 km^{2}であり、上記の操業面積はそのうちの29.4 %を占める。評価手順書に沿うと沖底の空間規模スコアは1点となる。
時間規模スコア	3
時間規模評価根拠概要	日本海西区の沖底は禁漁期(7～8月)を除く10ヶ月で操業する。実際には荒天等で操業日数は制限されるが1年間のうち約70%が操業日数と考えると、時間規模スコアは3点となる。
影響強度スコア	1.82
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、3点、漁法はかけまわしであるから強度スコアを算出すると、(1*3*2)^(1/3) = 1.82となる。
水深スコア	3
水深スコア評価根拠概要	本系群は、水深100～300mに分布する(Watanabe et al. 2006)。また、鳥取県沖合の沖底では、隠岐の島周辺の水深200m程度の海域で本系群を漁獲することが報告されている(石原・渡辺 2013)。したがって、水深スコアは3点を配点する。
地質スコア	1
地質スコア評価根拠概要	右図のとおり、日本海西区における陸棚縁辺～斜面域の沖底漁場の底質はほぼ泥、もしくは青色泥とみられる(MIRC 2016)。したがって、地質スコアは1点を配点する。 
地形スコア	2
地形スコア評価根拠概要	水深データから算出した凹凸度を指標とすると(Evans 2021)、日本海西区の陸棚縁辺～斜面域にかけては平坦な地形と複雑な地形が混在していると考えられるため、地形スコアを2点とした。

<table>
<tr><td></td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>総合回復力</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>総合回復力評価根拠</td><td colspan="2">上記3要素の算術平均((3+1+2)/3)から総合回復力は2点となった。</td></tr>
<tr><td>SRスコア</td><td colspan="2">2(中程度(2.7))</td></tr>
<tr><td>SRスコア評価根拠概要</td><td colspan="2">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))2.7となったためスコアは2点(影響強度は中程度)となった。</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Consequence(結果)
スコア</td><td>種構成</td><td></td></tr>
<tr><td>機能群構成</td><td></td></tr>
<tr><td>群集分布</td><td></td></tr>
<tr><td>栄養段階組成</td><td>4</td></tr>
<tr><td>サイズ組成</td><td></td></tr>
<tr><td>Consequence
評価根拠概要</td><td colspan="2">ここでは、日本海西区沖底船の漁獲物栄養段階組成(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。
 

MTLcは2012年まで上昇、それ以降で下降傾向が認められるが、その変動幅は小さいことから、大きな変化はないと考えられる。したがって、結果スコアは4点を配点する。</td></tr>
<tr><td>総合評価</td><td colspan="2">3</td></tr>
<tr><td>総合評価根拠概要</td><td colspan="2">栄養段階組成から見た結果(C)に大きな変化は認められないが、規模と強度(SI)の評価点は2点と中程度であることから、海底環境の変化が全くないとは言い切れないと判断した。</td></tr>
</table>

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	総合強度	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	摂餌生態,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			かけまわし		0				0	0.00										
2.3.4	陸棚縁辺	1	3	かけまわし	2	1.82	3	1	2	2	2.7	中程度 (2.64-3.18)					4	沖底かけまわしのMTLcの経年変化には急激な変化が認められないことから影響結果スコアは4点とする	3	1	3
2.3.4	大陸斜面			かけまわし		0					0										
対象漁業	沖底1そうびき（かけまわし）				対象海域		日本海西区												総合評価		3

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、漁業の規模と強度（SI）の評価点は2点と中程度であることから、海底環境の変化が全くないとは言い切れないと判断した	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

2020 年の第八、第九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 2020)、水質環境への影響は軽微であると考えられ、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。沖底は 0.924 t-CO_2/t と我が国漁業の中では低めの CO_2 排出量となっているため 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 CO_2 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

千原光雄･村野正昭(編) (1997) 日本産海洋プランクトン検索図説, 東海大学出版会, 東京, pp 1574.

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/4512701?refreqid=excelsior%3A00ff8d18094bbb36c4cf1540f7b14152

太齋彰浩･本多正樹 (1998) 藻場生態系の資源動態定量化技術の開発—藻場における藻食性甲殻類の成長と繁殖に関する基礎的検討—, 電力中央研究所報告, U97086, 1–11. https://criepi.denken.or.jp/hokokusho/pb/reportDownload?reportNoUkCode=U97086&tenpuTypeCode=30&seqNo=1&reportId=4439

Daume S.,and Ariji M.(2014) Marine Stewardship Council re-assessment of the Kyoto Danish seine Fishery, final report, SCS Global Services Report, 23-33 https://cert.msc.org/FileLoader/FileLinkDownload.asmx/GetFile?encryptedKey=cbYUKXicR0XvlUV7m/+jhoIZjeT07U5Wdoz6SfLQ9Eu0dRhCC5mW3INeqI2wk5dT

Evans J.S. (2021) spatialEco. R. package version 1.3-8, https://github.com/jeffreyevans/spatialEco

Fujino, T., T. Goto, T. Shimura, H. Yasuma, Y. J. Tian, H. Kidokoro, S. Masuda, K. Miyashita (2013) Decadal variation in egg abundance of a mesopelagic fish, *Maurolicus japonicus*, in the Japan sea during 1981-2005. J. Marine Science and Technology-Taiwan, 21, 58-62. https://jmstt.ntou.edu.tw/cgi/viewcontent.cgi?article=1676&context=journal

藤田敏彦 (1988) 深海産クモヒトデ類の生態について, 日本ベントス研究会誌, 33/34, 61-73 https://www.jstage.jst.go.jp/article/benthos1981/1988/33-34/1988_33-34_61/_pdf/-char/ja

藤原邦浩･八木佑太･吉川 茜･佐久間 啓･飯田真也･白川北斗･山本岳男 (2021a) 令和 2(2020)年度ハタハタ日本海西部系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202052.pdf

藤原邦浩･八木佑太･吉川 茜･佐久間 啓･白川北斗･久保田 洋 (2021b) 令和 2(2020)年度アカガレイ日本海系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202068.pdf

浜口哲一･森岡照明･叶内拓哉･蒲谷鶴彦 (1985) 山渓カラー名鑑日本の野鳥. 山と渓谷社, 591pp.

長谷川勝男 (2010) わが国における漁船の燃油使用量とCO_2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/5256?refreqid=excelsior%3Adb687ac4fcf4c446f878b6247cf2c18d

北海道区水産研究所 (2020) 調査・航海だより http://hnf.fra.affrc.go.jp/vessel/kokaidayori.htm

Human Ageing Genomic Resources (2017) AnAge entry for *Synthliboramphus antiquus* Classification (HAGRID: 00364) In: The animal ageing and longevity database. http://genomics.senescence.info/species/entry.php?species=Synthliboramphus_antiquus, 2017/9/30.

Ikeda T. (1990) A growth model for a hyperiid amphipod *Themisto japonica* (Bovallius) in the Japan Sea, based on its intermoult period and moult increment, J. Oceanogr. Soc. Japan, 46, 261-272. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02123502.pdf

Ikeda T. (1994) Growth and life cycle of the mesopelagic fish *Maurolicus muelleri* (Sternoptychidae) in Toyama Bay, southern Japan Sea. Bull. Plankton Soc. Japan, 40, 127-138. https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010511919.pdf

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.

石原幸雄・渡辺文雄 (2013) 鳥取県沖合で漁獲されるハタハタの脂質含量と脂肪酸組成，日水誌, 79 (2), 229-231. https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan/79/2/79_12-00016/_pdf/-char/ja

海上保安庁(2020)海上保安統計年報　第71巻 https://www.kaiho.mlit.go.jp/doc/tokei/r2tokei/tokei2020_71.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（2020）環境省レッドデータブック2020　http://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf

Klimkiewicz MK., Clapp RB., Futcher AG. (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

河野光久（2007）日本海南西海域におけるホタルイカ卵の分布と量変動. 山口県水産研究センター 研究報告,(5),29-34. https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030740854.pdf

久保田 洋・宮原寿恵・加賀敏樹・岡本 俊・西嶋翔太・松倉隆一・髙﨑健二・齋藤 勉・稲掛伝三（2021）令和 2（2020）年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 水産庁・水産機構, http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202019.pdf

みなと新聞(2018) https://www.minato-yamaguchi.co.jp/minato/e-minato/articles/attachedfile/id/23089

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/

宮嶋俊明(2013)京都府の駆け廻し式底曳網漁業における混獲削減技術の開発に関する研究，京都府農林水産技術センター海洋センター研究論文, 10, pp50 https://www.pref.kyoto.jp/kaiyo/documents/special-report-10.pdf

農林水産省（2004～2020）海面漁業生産統計調査 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html

農林水産省(2019)2018年漁業センサス https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2018/2018fc.html

農林水産省(2021)海面漁業生産統計調査 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html

尾形哲男(1980)日本海海域底魚資源. In 青山恒雄(編)、底魚資源. 恒星社厚生閣, 東京. 229-244

岡本 慶･越智大介･菅沼弘行 (2020) 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

酒井 猛・依田真里（2021）令和 2（2020）年度ケンサキイカ日本海・東シナ海系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202079.pdf

佐久間 啓･藤原邦浩･吉川 茜 (2021a) 令和2(2020)年度ホッコクアカエビ日本海系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202076.pdf

佐久間 啓･藤原邦浩･八木佑太･吉川 茜･松倉隆一･山本岳男 (2021b) 令和2(2020)年度ズワイガニ日本海系群A海域の資源評価, 水産庁・水産機構 http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202015.pdf

佐久間 啓・藤原邦浩・吉川 茜（2021c）令和 2(2020)年度マダラ日本海系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202035.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

水産大学校 (2020) 天鷹丸, http://www.fish-u.ac.jp/cgi-bin/vy_lst3.pl?2

水産資源研究所底魚資源部･青森県産業技術センター水産総合研究所･秋田県水産振興センター･山形県水産研究所･新潟県水産海洋研究所･富山県農林水産総合技術センター水産研究所･石川県水産総合センター･福井県水産試験場･京都府農林水産技術センター海洋センター･兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター･鳥取県水産試験場･島根県水産技術センター (2021) 令和2(2020)年度 資源評価調査報告書 ヒレグロ 日本海, http://abchan.fra.go.jp/digests2020/report/202021.pdf

東京都島しょ農林水産総合センター (2017) アオウミガメ https://www.ifarc.metro.tokyo.lg.jp/archive/27,1135,55,227.html

鳥取県 (2021) 漁獲情報提供システム https://gyokaku.pref.tottori.lg.jp/

Uchikawa K., H. Kidokoro (2014) Feeding habits of juvenile Japanese common squid *Todarodes pacificus*: Relationship between dietary shift and allometric growth. Fisheries Research, 152, 29-36. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165783613001653

Wabnitz, C. C. C., G. Balazs, S. Beavers, K. A. Bjorndal, A. B. Bolten, V. Christensen, S. Hargrove, D. Pauly (2010) Ecosystem structure and processes at Kaloko Honokohau, focusing on the role of herbivores, including the green sea turtle Chelonia mydas, in reef resilience. Mar.Ecol. Prog. Ser., 420, 27-44. https://www.int-res.com/articles/meps2010/420/m420p027.pdf

Watanabe, K., K. Sakuramoto, T. Minami and N. Suzuki (2006) Population dynamics and catch forecasts of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the western Sea of Japan. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr. 70(4), 221-228. http://www.jsfo.jp/contents/pdf/70-4-221.pdf

八木佑太・藤原邦浩・飯田真也・佐久間 啓・吉川 茜・白川北斗（2021）令和2（2020）年度ムシガレイ日本海系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202065.pdf

吉川 茜･飯田真也･八木佑太･藤原邦浩 (2021) 令和2(2020)年度ソウハチ日本海系群の資源評価、水産庁・水産機構 http://abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202066.pdf

由木雄一 (1982) 日本海南西海域におけるキュウリエソの産卵と成熟. 日本水産学会誌, 48, 749-753. https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/48/6/48_6_749/_pdf/-char/ja

由木雄一 (1984) 日本海南西海域におけるキュウリエソの年令と成長. 日本水産学会誌, 50, 1849-1854. https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/50/11/50_11_1849/_pdf/-char/ja