

マダイ瀬戸内海東部 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: 2025-03-19 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/2013893

2. 海洋環境と生態系への配慮

概要

生態系情報・モニタリング(2.1)

瀬戸内海においてマダイ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、モニタリングの有無については、古くから盛んな漁業・養殖業を支えるため、各府県の水産試験研究機関、及び水産研究・教育機構(以下、水産機構)が長年に亘り海洋環境、プランクトン等に関する調査を行い、評価対象種であるマダイの生態・漁業についても調査・研究が行われ、知見は多い(2.1.1 4点)。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(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として、小型底びき網漁業(以下、小底)による混獲利用種については、かれい類、えび類、いか類、たこ類、タチウオとしたが、いずれの種(類)も漁獲量は長期的に見て減少傾向を示している。吾智網ではクロダイ・ヘダイ、スズキとしたが、長期的に見てクロダイ・ヘダイの漁獲量は横ばい、スズキは減少傾向を示していた。小型定置網の混獲種は多様度が高いと考えられるが、漁獲量が多いマアジ、ブリ、スズキとしたとき、マアジ、スズキの資源状態が懸念される、もしくは減少傾向にあった(2.2.1 小底2点、吾智網3点、小型定置網2点、総合評価2点)。混獲非利用種として、小底はヒメガザミ、ヘイケガニ、イヨスダレガイ、オカメブンブクとしたが、PSA 評価では総合的なリスクは中程度であった。吾智網では小型の生物は漁獲されにくいと考えた。小型定置網では詳細は不明であった(2.2.2 小底3点、吾智網4点、小型定置網1点、総合評価3点)。希少種への影響については、アカウミガメ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 4点)。

海洋環境・生態系への影響(2.3)

食物網を通じたマダイ漁獲の間接影響については、マダイの捕食者をヒラメ、あなご類、えそ類、アイナメとした。あなご類は減少傾向であったが、被食者であるマダイが横ばい、ないし増加傾向であるため餌不足(マダイ漁獲の影響)が原因とは考えられない。えそ類、アイナメなど、ほかの捕食者の豊度に関する情報はないが、やはり被食者であるマダイが横ばい、ないし増加傾向であることからマダイの漁獲による餌不足が起きている懸念はないと考えられる(2.3.1.1 4点)。瀬戸内海における未成魚期、成魚期マダイの餌生物は、あみ類が最も多く、ほかに海藻、短尾類、多毛類、貝類等である。これら小型無脊椎動物、植物の豊度

に関するデータは得られていないが、マダイの漁獲量は安定しているため、餌生物への捕食圧が定向的に大きく変化していることは考えにくい(2.3.1.2 4点)。マダイの競争者と考えられるのは、小型甲殻類、ベントス食性を持つかれい類と考えられる。かれい類は長期的に見ると減少傾向であるが、マダイは横ばい、ないし増加傾向を保っており両者の漁獲量には有意な負の相関がみられた。このことは、マダイの増加が、餌を巡る競争を通じてかれい類減少原因のひとつとなる可能性があることを示している(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、総漁獲量及び漁獲物平均栄養段階(MTLc)の低下が認められ、評価対象漁法のみが要因とは考えがたいが、幅広い魚種の漁獲量の低下がMTLcの低下を招いていることから生態系全体に及ぼす影響が懸念された(2.3.2 2点)。海底環境への影響については MTLc の変化幅は小さく、懸念は認められなかった(2.3.4 4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、中程度であると判断した(2.3.6 3点)。

評価範囲

① 評価対象漁業の特定

山本・石田(2020)によれば、2018年のマダイ瀬戸内海東部系群に対する漁獲量は2,388トンであるが、漁業種類別にみると小底1,233トン(52%)、吾智網371トン(16%)、小型定置網327トン(14%)で、以上3漁法で75%を上回る。よって、評価対象漁業は小底、吾智網、小型定置網とする。

② 評価対象海域の特定

本系群の分布域である瀬戸内海東部(紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸)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

- ・小底：瀬戸内海は手繰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)。
- ・吾智網：山口県(瀬戸内海周防灘)の例では、楕円形の網地が縮結によって袋状となった網の両側に630mの曳網を付けたものを用い、潮流を受けるように網を張った後ローラーで曳網を巻き上げる(金田 2005)。
- ・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。

2) 船サイズ、操業隻数、総努力量

- ・小底：漁業法 66 条 3 項による瀬戸内海での小底の隻数とサイズは表のように制限されており、船のサイズはほとんど 5 トン未満となっている。

府県名	隻数の最高限度	うち5～10トン	うち10～13.5トン	13.5トン以上
大阪	240	193	0	0
兵庫	2,255	5	0	0
和歌山	295	67	131	0
岡山	1,350	0	0	0
徳島	632	157	69	0
香川	1,638	2	0	0

瀬戸内海東部 6 府県における小底経営体数は 2018 年漁業センサスによれば和歌山県 163、大阪府 141、兵庫県 924、岡山県 251、香川県 473、徳島県 146、合計 2,098 である(農林水産省 2020; ただし 2 つの大海区を有する県の数値は県の HP による)。1 経営体当たりの出漁日数は兵庫県の場合年間 140～170 日である(兵庫県 2006)。

- ・吾智網：使用漁船は 3～5 トン(金田 2005)。操業隻数は不明。
- ・小型定置網：経営体数は和歌山県 6、大阪府 11、兵庫県 53、岡山県 58、香川県 69、徳島県 21、合計 218 である(農林水産省 2020; ただし 2 つの大海区を有する県の数値は県の HP による)。

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、瀬戸内海東部海域に相当する府県の漁獲量上位魚種は以下に示すとおりである。ただし、中・西部海域との境界の香川県、岡山県は東部に含めた。

魚種名	和歌山	大阪	兵庫	徳島	香川	岡山	合計	率(%)
シラス	1,209	2,730	9,032	1,858	899	336	16,064	23.5
カタクチイワシ	6	550	1,603	835	11,464	0	14,458	21.1
イカナゴ	0	173	1,507	19	819	105	2,623	3.8
マダイ	195	35	1,280	214	446	263	2,433	3.6
かれい類	17	189	1,193	58	473	175	2,105	3.1
たこ類	33	61	1,032	96	636	212	2,070	3.0
その他えび類	65	112	702	177	489	222	1,767	2.6
その他いか類	164	77	770	350	185	83	1,629	2.4
漁獲量合計	5,882	8,361	25,758	6,378	18,915	3,162	68,456	

4) 操業範囲：大海区、水深範囲

- ・大海区：瀬戸内海東部(紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸)
- ・水深範囲：瀬戸内海東部の平均水深は大阪湾 30m、播磨灘 26m、備讃瀬戸 16m 等である(環境省 2017)。

5) 操業の時空間分布

・小底と小型定置網の操業時期については、詳細は不明である。吾智網の漁期は山口県(周防灘)では4～6月である(金田 2005)。

6) 同時漁獲種

・混獲利用種

○小底：兵庫県における1985～2004年の小底による魚種別漁獲量で上位に来るのはたこ類、えび類、ひらめ・かれい類、いか類、スズキ、マダイ、あなご類、しゃこ類等である(兵庫県2006)。これらの種について、2018年の農林水産統計の瀬戸内海東部(和歌山県、大阪府、兵庫県、徳島県、香川県、岡山県とする)の小底による漁獲量は以下のとおりである。

魚種名	和歌山	大阪	兵庫	徳島	香川	岡山	合計	率(%)
かれい類	13	175	1,029	51	385	150	1,803	10.9
えび類	57	112	701	177	186	217	1,450	8.8
いか類	150	69	725	340	106	55	1,445	8.7
マダイ	143	64	668	79	177	111	1,242	7.5
たこ類	5	25	587	27	295	65	1,004	6.1
タチウオ	520	21	157	131	4	1	834	5.0
クロダイ・ヘダイ	31	85	219	22	109	69	535	3.2
スズキ	12	40	339	24	45	34	494	3.0
総計	2,277	980	7,196	1,719	2,645	1,740	16,557	100

なお、えび類について、小底の中で最も漁獲量が多い手繰り2種(エビ漕ぎ網)ではサルエビ、アカエビ、トラエビ等の小型えび類からなる(東海 1993)。かれい類で漁獲量が多いのはメイタガレイ、マコガレイである(兵庫県 2006)。たこ類は8割がマダコ(兵庫県 2017)、いか類はコウイカ科、ベイカ等であるが(松村・福田 1981)、種組成は不明である。瀬戸内海における手繰り2種ではシャコも漁獲量が多いとされるが(東海 1993)、シャコは農林水産統計ではその他の水産動物類にまとめられており漁獲統計には出てこない。

○吾智網：吾智網は農林水産統計では船びき網に入っているが、船びき網の中でもパッチ網の漁獲と考えられる浮魚類、及びイカナゴを除外した2018年の以下の県の魚種別漁獲量(単位トン)及び総計は以下のとおりである(農林水産省 2019)。以下の表では、船びき網でマダイの漁獲がない和歌山県、大阪府、徳島県は除いた。

魚種名	兵庫	香川	岡山	合計	率(%)
マダイ	347	32	13	392	84.3
クロダイ・ヘダイ	9	24	4	37	8.0
スズキ	9	27		36	7.7
合計	365	83	17	465	

クロダイ・ヘダイ、並びにスズキは混獲利用種と考えられる。

○小型定置網：瀬戸内海東部 6 府県の府県別魚種別漁獲量で上位に来る種は以下のとおりである。ただし、これまで同様、香川県、岡山県は東部に含めた。

魚種名	和歌山	大阪	兵庫	徳島	香川	岡山	合計	率(%)
マダイ	4	1	87	96	114	69	371	15.6
マアジ	14	38	166	58	57	2	335	14.1
ブリ	34	5	64	84	51	24	262	11.0
スズキ	2	2	38	28	42	28	140	5.9
府県の総計	109	70	652	621	650	274	2,376	

小型定置網の場合は、いわゆる浮魚類も底魚類も漁獲対象となる。第 1 位のマダイでも全体の 15.6%にすぎず漁獲種の多様性が高いことが窺えるが、総漁獲量の 5%以上を占めるマアジ、ブリ、スズキを混獲利用種とする。

・混獲非利用種

○小底：小底については、上記混獲利用種の幼魚が混獲投棄されることが問題とされるが(東海 1993)、混獲利用種以外では、岡山県の 1993 年 10 月～1994 年 1 月の石桁漕網試験操業の結果で以下のとおり多様な生物が混獲されている(唐川 1998)。

	種名	個体数	率 (%)
魚類	タマガンゾウビラメ	142	0.6
	アカハゼ	143	0.6
	シログチ	99	0.4
長尾類	サルエビ	1,561	6.7
	テナガテッポウ	712	3.0
	シバエビ	298	1.3
	トラエビ	230	1.0
短尾類	ヒメガザミ	2,719	11.6
	ヘイケガニ	2,879	12.3
	フタホシイシガニ	757	3.2
	マルバガニ	442	1.9
	イシガニ	292	1.2
軟体類	イヨスダレガイ	4,704	20.1
	ウミフクロウ	327	1.4
その他(99%棘皮動物)	優占種：オカメブンブク	6,927	29.6
全類の合計		23,393	

このうち、総漁獲個体数の 5%を超えるものを評価対象とすると、サルエビは混獲利用種のえび類に入っているため、ヒメガザミ、ヘイケガニ、イヨスダレガイ、棘皮動物のなかで優占種であるオカメブンブクとなる。

○吾智網：吾智網では混獲種は少ないことから、非利用種についてもなしとした。

○小型定置網：小型定置網は、上記「混獲利用種」で示したごとく、1 位のマダイから 4 位の

スズキで総漁獲量の 46.6%であり、残り半分以上は総漁獲量の 5%以下か、漁獲統計上その他魚類等に含まれてしまう種であることから、詳細は不明である。

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載種の中で、生息環境が瀬戸内海区と重複する動物は以下のとおりである(環境省 2020a)。

爬虫類 アカウミガメ (EN)

鳥類 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)、ヒメウ (EN)

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 海洋環境や生態系に与える影響を評価するために必要な基盤情報の蓄積

瀬戸内海は本州、四国及び九州によって囲まれた半閉鎖水域で沿岸域の人口が多いため古くより漁業が盛んでマダイ等の養殖業発祥の地でもある。これら漁業、養殖業を支えるため東部海域においては各府県に設置された水産試験研究機関、及び水産機構が長年に亘り海洋環境、プランクトン等の低次生産生物に関する調査を行い、知見を蓄積している。評価対象種であるマダイの生態・漁業についても瀬戸内海全体で見ると知見は多い(農林水産技術会議事務局 1980, 山本・石田 2020)。このため4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報は少ない		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 海洋環境や生態系に関する科学調査の実施

瀬戸内海海域では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26年度では、海洋環境、魚類資源に関するものだけで8航海(延べ44日)実施された(水産研究・教育機構・瀬戸内海区水産研究所 2020)。また当該海域を擁する関係府県の水産試験研究機関はそれぞれ調査船を有しており、原則月1回の海洋観測を初めプランクトン、漁業資源等に関する調査を実施している。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行われている	海洋環境モニタリングや生態系モデリングに応用可能な調査が継続されている

2.1.3 漁業活動を通じた海洋環境・生態系のモニタリング

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 2019)。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には得られていないため3点とする。

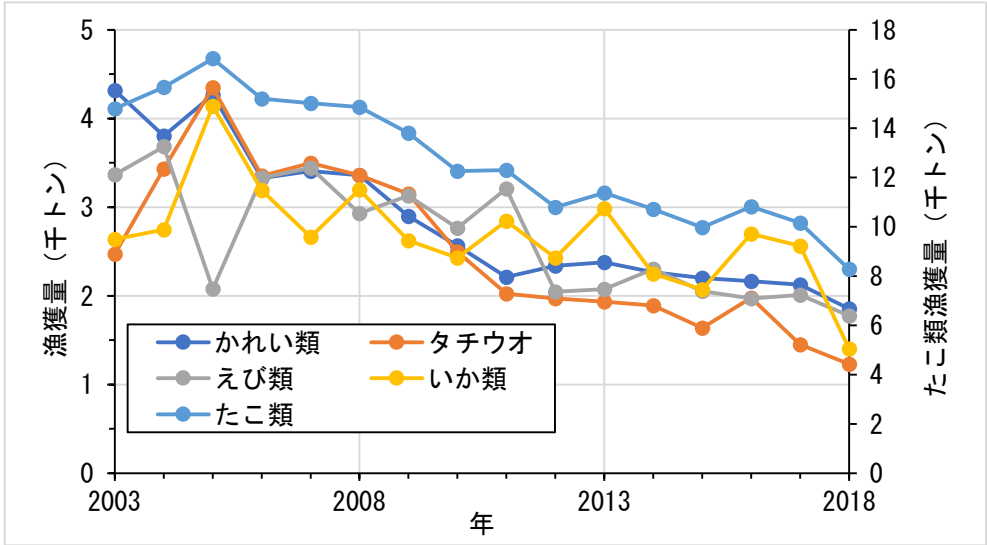
1点	2点	3点	4点	5点
漁業活動から情報は収集されていない		混獲や漁獲物組成等について部分的な情報を収集可能である	混獲や漁獲物組成等に関して代表的な一通りの情報を収集可能である	漁業を通じて海洋環境や生態系の状態をモニタリングできる体制があり、順応的管理に応用可能である

2.2 同時漁獲種への影響

2.2.1 混獲利用種への影響

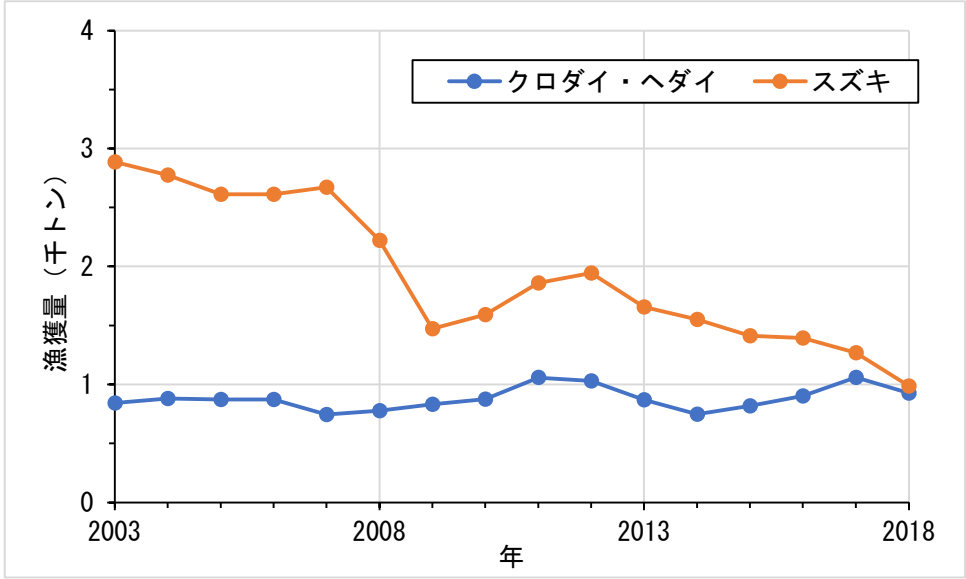
・小底

③ 6)に示したとおり農林統計で漁獲量が総漁獲量の5%を超えたかれい類、えび類、いか類、たこ類、タチウオを混獲利用種とし、CA評価を行った。類で括られる群は種組成は不明であるが、組成が年々大きく変動することはないであろうと考えて、そのまま漁獲統計の数値を用いた。

評価対象漁業	小底	
評価対象海域	瀬戸内海東部海域	
評価対象魚種	かれい類、えび類、いか類、たこ類、タチウオ	
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	いずれの種(類)も漁獲量の減少傾向が見られるため2点とする。	
評価根拠	瀬戸内海及び周辺海域のタチウオについては県ごとの資源評価が行われており、結果は以下のとおりである。 ・タチウオ(和歌山県海域、徳島県海域)：瀬戸内海が外海と繋がる東西の水道部(紀伊水道・紀伊水道外海、伊予灘・豊後水道)での漁業が盛んであるが、東部の和歌山県、徳島県はともに資源水準は低位、動向は減少とされる(和歌山県水産試験場ほか 2020)。 かれい類、えび類、いか類、たこ類(いずれも種組成は不明)については、瀬戸内海東部6府県(和歌山県瀬戸内海区分、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県瀬戸内海区分)の漁獲量を用いた(農林水産省 2019)。以上4種の漁獲量及びタチウオ漁獲量を図2.2.1aに示す。  図2.2.1a 瀬戸内海東部海域における各種水産物の漁獲量 以上のとおり、いずれの種(類)も漁獲量は長期的に見て減少傾向を示している。このため、小底の混獲利用種については2点とする。	

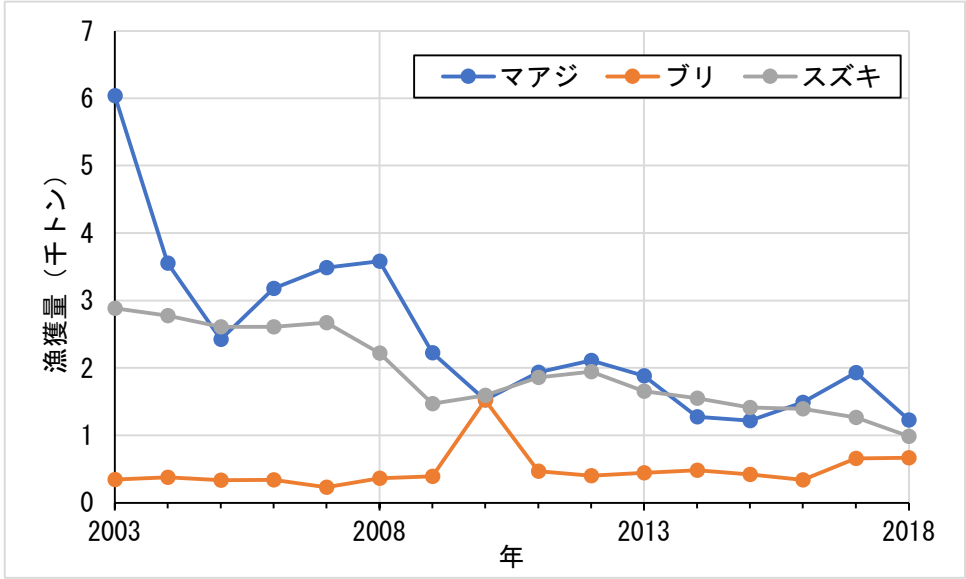
・吾智網

③ 6)に示したとおり吾智網の混獲利用種ではないかと考えられるクロダイ・ヘダイ、スズキを混獲利用種とし、CA 評価を行った。

評価対象漁業	吾智網	
評価対象海域	瀬戸内海東部海域	
評価対象魚種	クロダイ・ヘダイ、スズキ	
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	スズキ漁獲量の減少傾向が見られるため3点とする。	
評価根拠	クロダイ・ヘダイ、スズキについて、瀬戸内海東部6府県(和歌山県(太平洋南区分は含まず)、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県(太平洋南区分は含まず))の漁獲量(農林水産省 2019)を図2.2.1bに示す。  図2.2.1b 瀬戸内海東部海域における漁獲量 図2.2.1bに示すとおり、長期的に見てクロダイ・ヘダイの漁獲量は横ばい、スズキは減少傾向を示している。このため、吾智網の混獲利用種については3点とする。	

・小型定置網

③ 6)に示したとおり小型定置網の混獲種は多様度が高いと考えられるが、漁獲量が小型定置網の総漁獲量の5%を超える種であるマアジ、ブリ、スズキを混獲利用種としてCA 評価を行った。

評価対象漁業	小型定置網	
評価対象海域	瀬戸内海東部海域	
評価対象魚種	マアジ、ブリ、スズキ	
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	いずれの種(類)も漁獲量の減少傾向が見られるため2点とする。	
評価根拠	マアジ、ブリ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。 ・マアジ太平洋系群：コホート解析による1982年以降の資源量解析の結果から2018年の資源水準は低位、動向は減少とされる。現状の漁獲圧が続いた場合、5年後の資源量、親魚量は減少が続く(中神ほか 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)。 スズキの瀬戸内海東部6府県(和歌山県(太平洋南区分は含まず)、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県(太平洋南区分は含まず))の漁獲量(農林水産省 2019)を図2.2.1cに示す。図にはマアジ、ブリの同海域での漁獲量も示す。  図2.2.1c 瀬戸内海東部海域における漁獲量 スズキの漁獲量は、上記吾智網の項でも見たとおり減少傾向である。また太平洋系群として低位・減少傾向とされるマアジも漁獲量は減少傾向である。全国的には高位・減少とされるブリの漁獲量はほぼ横ばい傾向である。以上のとおりマアジ、スズキの資源状態が懸念される、もしくは減少傾向にあることから小型定置網の混獲利用種は2点とする。	

以上のとおり、小底2点、吾智網3点、小型定置網2点であることから、漁獲量による重み付け平均値(2.2)より本項目は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

・小底

上記③ 6)に示した如く、ヒメガザミ、ヘイケガニ、イヨスダレガイ、オカメブンブクを混獲非利用種とする。これらの種はCA 評価を行うための豊度に関する時系列データが得られないため PSA 評価を行った。

表2.2.2a 混獲非利用種のPSA評価(小底)

採点項目	評価対象生物 標準と名	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	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	
2.2.2	ヒメガザミ	無脊椎動物	1	1	3	1	1	1	1	2	1.50	3	3	2	3	2.71	3.10	中程度	
2.2.2	ヘイケガニ	無脊椎動物	1	1	3	1	1	1	1	2	1.50	3	3	2	3	2.71	3.10	中程度	
2.2.2	イヨスダレガイ	無脊椎動物	1	1	3	1	1	1	1	2	1.50	3	3	3	2	2.71	3.10	中程度	
2.2.2	オカメブンブク	無脊椎動物	1	1	3	1	1	1	1	2	1.50	3	3	3	2	2.71	3.10	中程度	

表2.2.2b 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+...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		$'=(S1*S2*...Sn)^{(1/n)}$
	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		

これらの種の生産性に関する生物特性については、すべては明らかでないものの近縁の種からの類推等により表 2.2.2b の基準に基づきスコアを推測した。いずれの種も生産性に関するスコアは高くない(リスクは低い)が、漁業に対する感受性のスコアは高い値(リスクは高い)となり、総合的なリスクは中程度となった(表 2.2.2a)。このため評価は3点とする。

・吾智網:吾智網の目合いは山口県周防灘の例では袋部で 11.2cm と大きいため(金田 2005)、小型の生物は漁獲されにくいと考え4点とする。

・小型定置網:既述のとおり詳細は不明であることから1点とする。

混獲非利用種については、小底3点、吾智網4点、小型定置網1点であったことから、漁獲量による重み付け平均値(2.9)より総合評価は3点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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、ヒメクロウミツバメ、コアジサシ、カンムリウミスズメ、ヒメウである。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。このため4点とする。

表2.2.3a 希少種のPSA評価結果

評価対象生物		P(生産性, Productivity) スコア									S(感受性, Susceptibility) スコア					PSA評価結果		
採点項目	標準和名	脊椎動物or 無脊椎動物	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
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	1	1.00	2.49	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	1	1	1	1	1.00	2.11	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	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	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
対象漁業	船びき網	対象海域	瀬戸内海													PSAスコア全体平均	2.24	低い

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	標準と名	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	避害後死亡率	PSスコア総合点 (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	ヒメクロウミツバメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3		1.86	1	1	1	2	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	1	1	1	2	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	1	1	1	2	1.19	2.21	低い	
2.2.3	ヒメウ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3		2.14	1	1	1	2	1.00	2.36	低い	
対象漁業	小型底びき網	対象海域	瀬戸内海													PSAスコア全体平均	2.31	低い	

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	標準と名	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		鉛直分布重複		漁具の選択性	遭難後死亡率	Sスコア総合点 (幾何平均)	PSA スコア	リスク区分
												度	度	度	度					
2.2.3	アカウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2		2.29	1	2	1	2	1.41	2.69	中程度		
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	2	1.41	2.33	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	2	1.41	2.33	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	2	1.41	2.33	低い		
2.2.3	ヒメウ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3		2.14	2	1	1	2	1.00	2.36	低い		
対象漁業	刺し網	対象海域	瀬戸内海														PSAスコア全体平均		2.41	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)
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)
カンムリウミスズメ	2	7	2	26	24	3.8	叶内ほか (1998), Preikshot (2005)
ヒメウ	<8	8	7	73	<73	>4.0	BirdLife International (2018), Whitehouse & Aydin (2016)

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

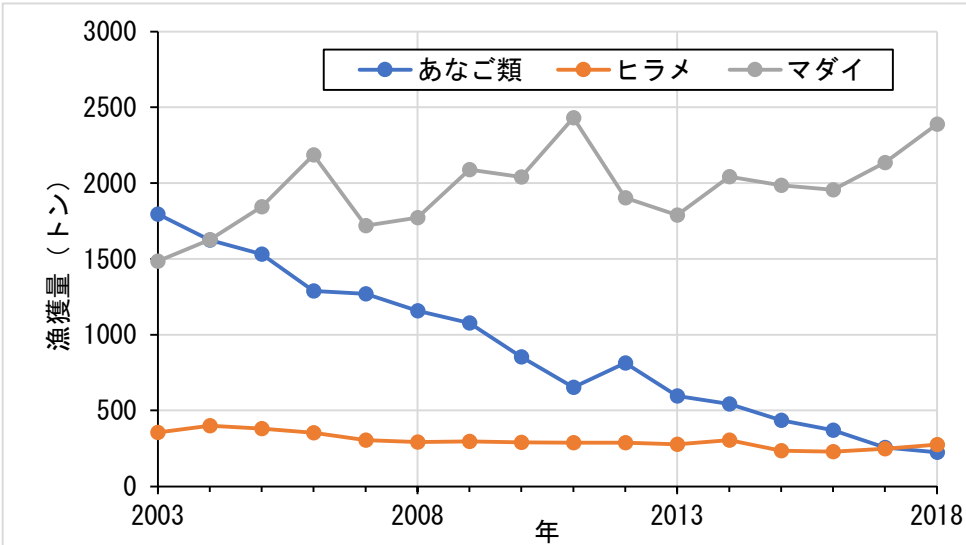
2.3 海洋環境・生態系への影響

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

マダイの捕食者としては、仙台湾ではアイナメ、ヒラメ(櫻井ほか 2018)、長崎県志々伎湾における当歳魚のマダイについてはマアナゴ、マエソ、クロアナゴ等が記録されている(松宮 1980)。ヒラメ、あなご類、マエソ(えそ類)、アイナメについては瀬戸内海にも分布するため、これらの種を捕食者として CA 評価を行った。

表2.3.1.1 マダイ捕食者に対する影響のCAによる評価結果

評価対象漁業	小底、吾智網、小型定置網	
評価対象海域	瀬戸内海東部	
評価対象魚種	ヒラメ、あなご類、えそ類、アイナメ	
評価項目番号	2.3.1.1	
評価項目	捕食者への影響	
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	捕食者のうちあなご類は減少傾向、えそ類等は情報がないが、餌生物であるマダイは減少していないことから捕食者にマダイ漁獲の影響が及んでいるとは考えられない。よって4点とする。	
評価根拠	・ヒラメについては瀬戸内海系群として資源評価が行われており(山田・本田 2020)、水準・動向については高位・横ばいとされているが、ここでは瀬戸内海東部における漁獲量(和歌山県、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県の合計)によって動向をみた。あなご類は農林水産統計(農林水産省 2019)による同じ海域(府県)の漁獲量を示す。えそ類、アイナメについては利用できる情報がなかった。当該海域におけるあなご類、ヒラメ及びマダイ東部系群の漁獲量を図 2.3.1.1a に示す(山本・石田 2020)。  図2.3.1.1a 東部6府県のあなご類、ヒラメ漁獲量及びマダイ東部系群漁獲量 図2.3.1.1aによれば、ヒラメは瀬戸内海系群の資源評価結果と同様に横ばい傾向	

であるが、あなご類は減少傾向を示している。一方、マダイ漁獲量は横ばい、ないし増加傾向であり2003～2018年のあなご類漁獲量とは負の相関が見られた($p < 0.01$) (図2.3.1.1b)。

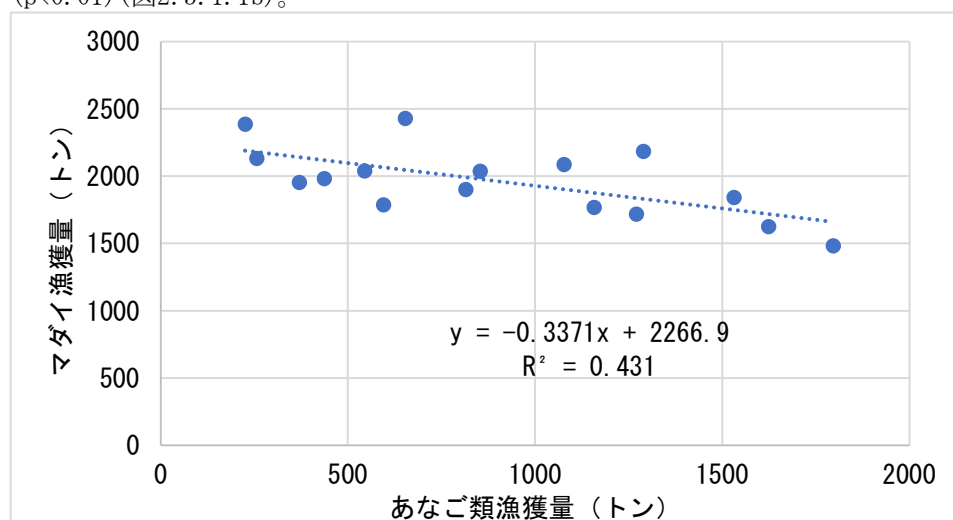


図2.3.1.1b あなご類とマダイ漁獲量の相関図(2003～2018年)

あなご類の減少傾向は、被食者であるマダイが横ばい、ないし増加傾向であるため餌不足(マダイ漁獲の影響)が原因とは考えられない。ヒラメについては、資源は安定しており、やはり餌不足の懸念はないであろう。えそ類、アイナメなど、ほかの捕食者の豊度に関する情報はないが、やはり被食者であるマダイが横ばい、ないし増加傾向であることからマダイの漁獲による餌不足が起きている懸念はないであろう。このため4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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 餌生物への影響

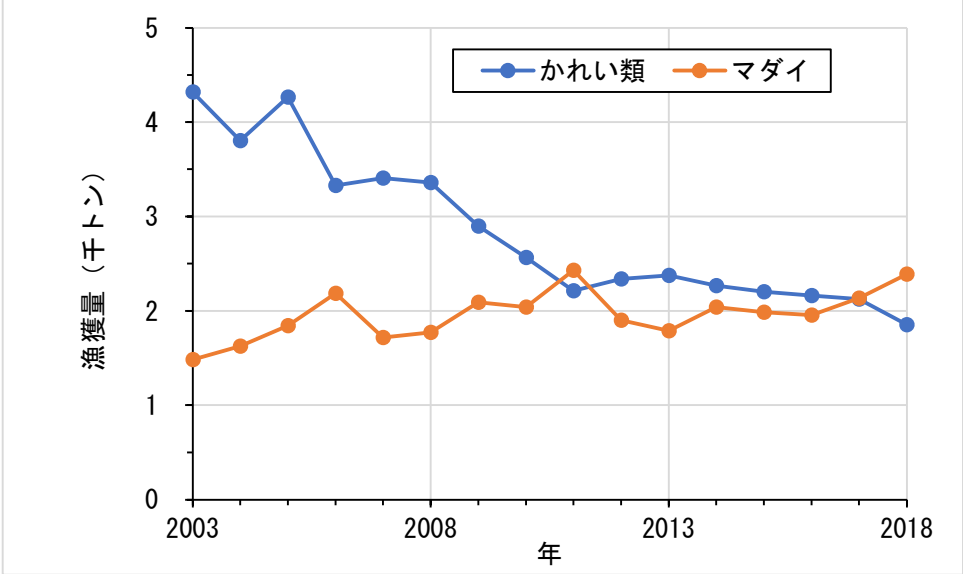
瀬戸内海における未成魚期、成魚期マダイの餌生物は、あみ類が最も多く、続いて海藻、短尾類、多毛類、貝類等である(高場 2004)。これら小型無脊椎動物、植物は漁業の対象ではないため豊度に関するデータは得られていないが、摂餌するマダイは図 2.3.1.1a に示す如く、漁獲量は安定しているため、餌生物への捕食圧が定量的に大きく変化していることは考えにくい。このため4点とする。

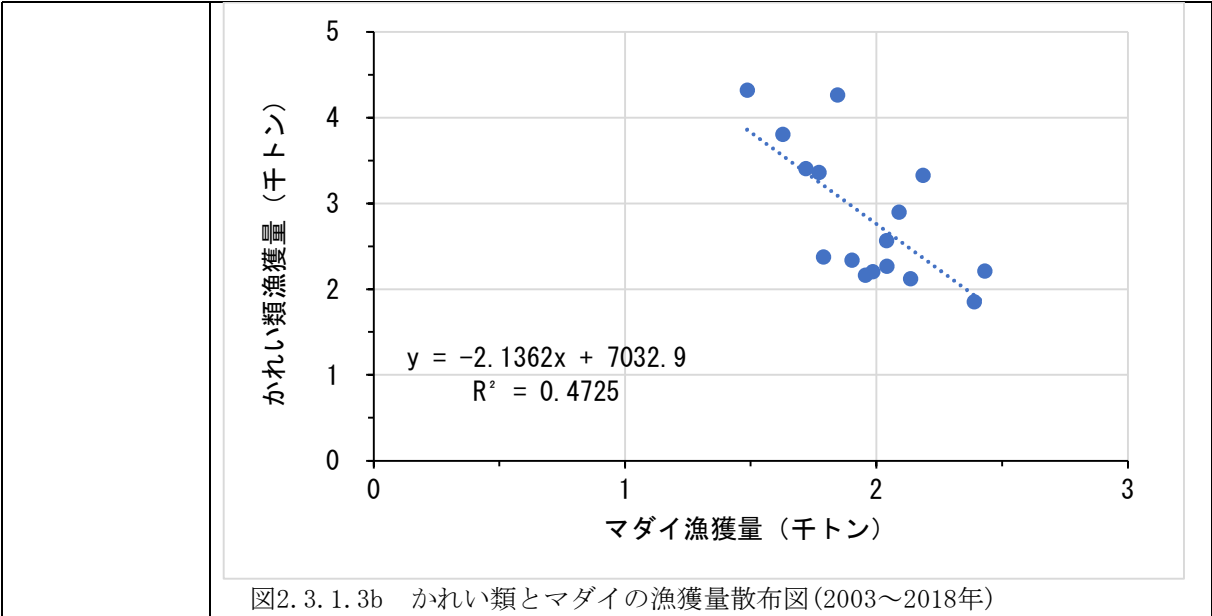
1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	多数の餌生物に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の餌生物に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって餌生物が受ける悪影響は検出されない	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた餌生物への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる

2.3.1.3 競争者への影響

瀬戸内海東部においてマダイの競争者と考えられるのは、③ 6)の各漁業での漁獲量が多い魚種の中では、小型甲殻類、ベントス食性を持つかれい類と考えられる。

マダイ競争者に対する影響のCAによる評価結果

評価対象漁業	小底、吾智網、小型定置網	
評価対象海域	瀬戸内海東部	
評価対象魚種	かれい類	
評価項目番号	2.3.1.3	
評価項目	競争者への影響	
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	かれい類は減少傾向であるが、この原因のひとつがマダイとの餌を巡る競争である可能性も否定できないため2点とする。	
評価根拠	かれい類は2.2.1同様、農林水産統計(農林水産省 2019)による府県別漁獲量(太平洋南区分を除く和歌山県、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、太平洋南区分を除く徳島県)の合計を用いた。かれい類漁獲量とマダイ東部系群漁獲量を同時に示すと図2.3.1.3aのとおりである(山本・石田 2020)。  図2.3.1.3a 瀬戸内海東部域におけるかれい類及びマダイの漁獲量 図2.3.1.3aによれば、かれい類は長期的に見ると減少傾向であるが、マダイは横ばいないし増加傾向を保っている。両者の散布図は図2.3.1.3bのとおりで有意な負の相関がみられた($r=0.69$, $p<0.01$)。かれい類の主な減少要因は漁業の影響など、競争者増加の影響ではないかも知れないが、負の相関関係が見られたということは、競争者の増加が、餌を巡る競争を通じて、かれい類の減少原因のひとつになっている可能性を否定できないであろう。このため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、瀬戸内海区では漁獲は TL2.5-3.5 に属する生物で多く、図 2. 3. 2b で約 30%を占める栄養段階 2.5 程度のカタクチイワシが寄与していることがわかる。図 2. 3. 2c に示した評価対象海域の総漁獲量と MTLc を見ると、瀬戸内海区では、2014 年以降、総漁獲量及び MTLc に有意な減少($p<0.05$)が認められる。主漁場が評価対象海区内で、漁獲量の減少が認められたのは、あさり類、あなご類、あわび類、イカナゴ、うに類、がざみ類、かれい類、クロダイ・ヘダイ、コノシロ、サザエ、タチウオ、すずき類、ヒラメ、ふぐ類、まあじ類等であり、タチウオ、すずき類、ヒラメ等の高次捕食者の減少が MTLc の低下に寄与していると考えられる。評価対象漁法によるヒラメの漁獲のみが要因とは考えがたいものの、栄養段階に関わらず幅広い魚種に漁獲量の減少傾向が認められ、MTLc が低下していることから 2 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量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

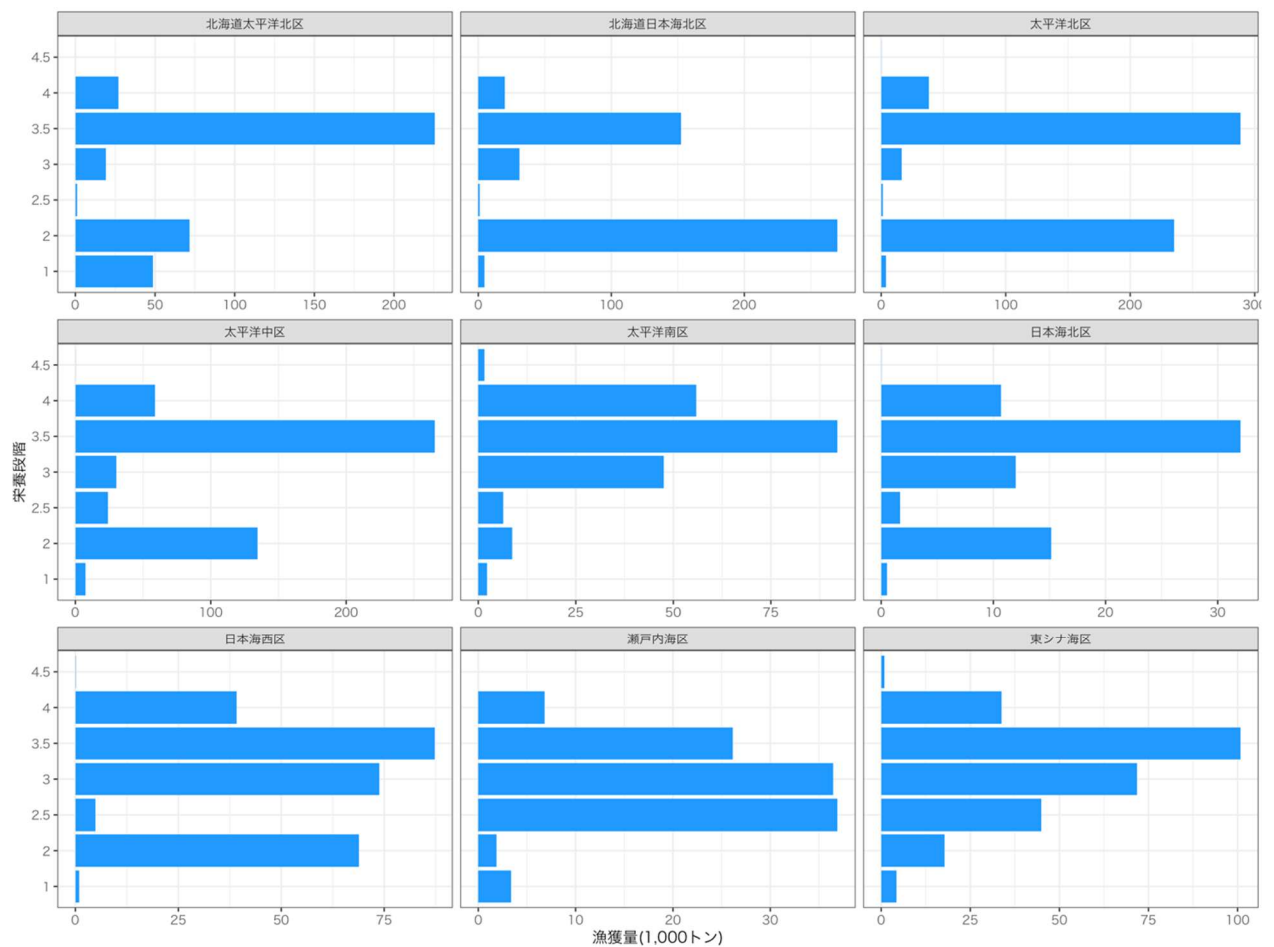


図2.3.2a 評価対象海域における漁獲物の栄養段階組成

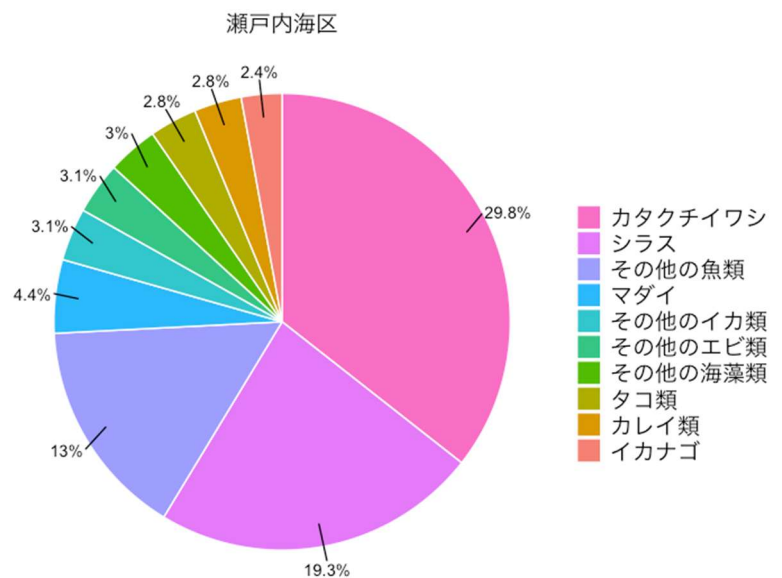


図2.3.2b 2018年の海面漁業生産統計に基づく瀬戸内海区の漁獲物の種組成

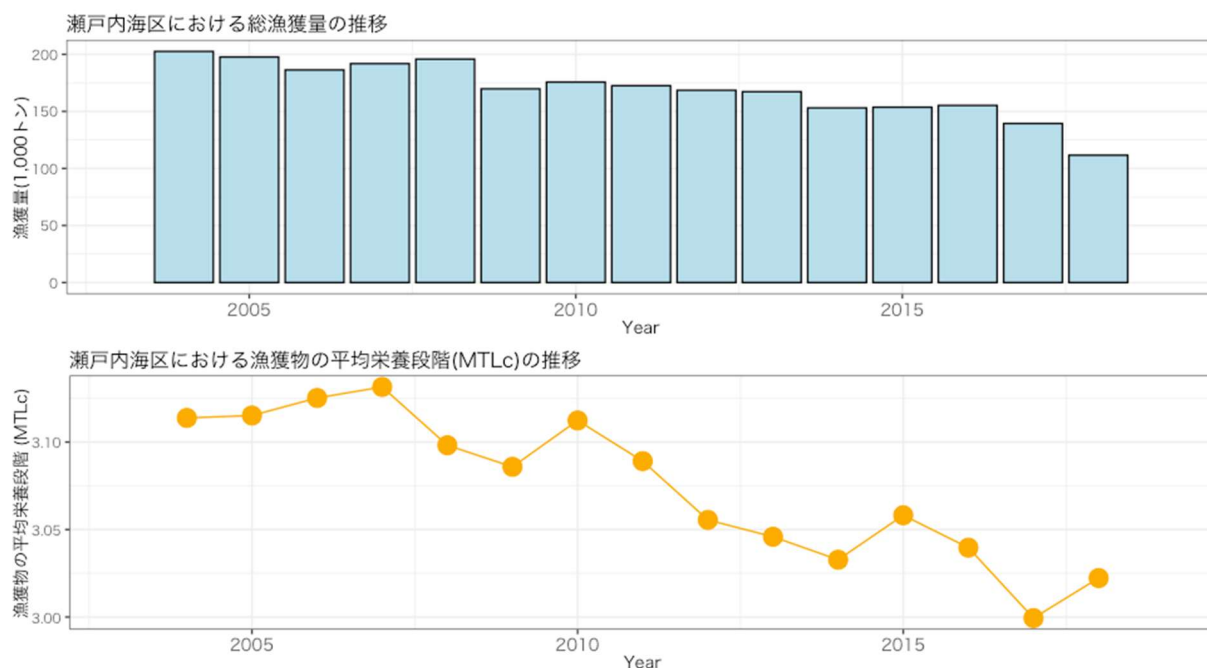


図2.3.2c 海面漁業生産統計調査から求めた、評価対象海域における総漁獲量(上段)とMTLc(下段)の推移

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

遺伝的多様性確保のため、それぞれの種苗生産施設では100～200尾程度の親魚を1水槽または複数の水槽に收容し、自然産卵により受精卵を得ている。これらの親魚から生産する人工放流種苗については、年1回ではなく複数回の種苗生産を実行することで野生集団に近いレベルまで遺伝的多様性が高まることが報告されている(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
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

日本沿岸域におけるマダイは、日本海西・東シナ海、日本海北・中部、瀬戸内海中・西部、

瀬戸内海東部、太平洋南部、太平洋中部の6系群で資源が評価されている。マイクロサテライト多型分析によると、海域間に顕著な遺伝的差異は認められておらず、全国的にひとつの大きな遺伝的集団であると考えられている。しかし、マダイの管理単位については、遺伝的リスクを含め資源を管理するといった観点からも上記6系群を元に設定することが望ましい(水産総合研究センター・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

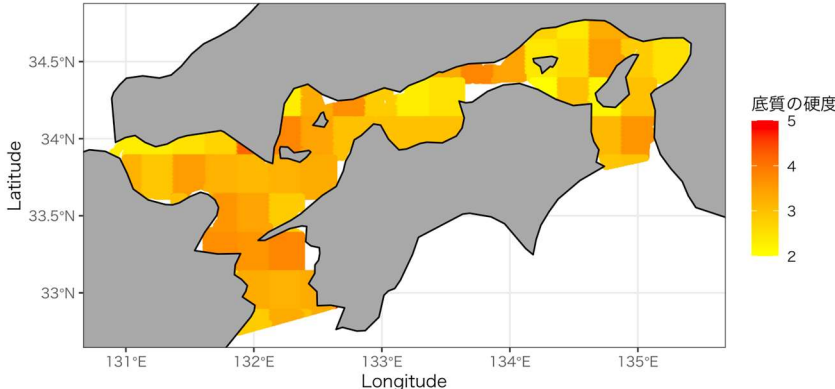
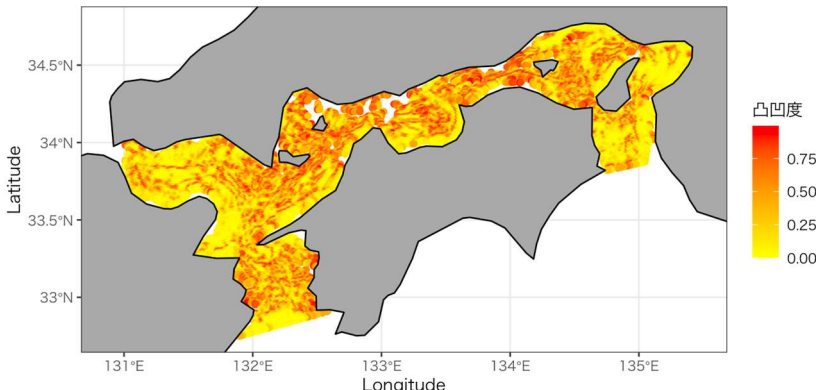
種苗生産機関では、病原体の天然海への拡散を避けるために、「防疫的見地からみた放流種苗に関する申し合わせ事項(Ⅰ)」(栽培漁業技術開発推進事業全国協議会 1999)に基づき、種苗生産過程で異常な死亡が認められなかった生産回次の種苗のみを放流している(西岡 2019)。以上より5点とする。

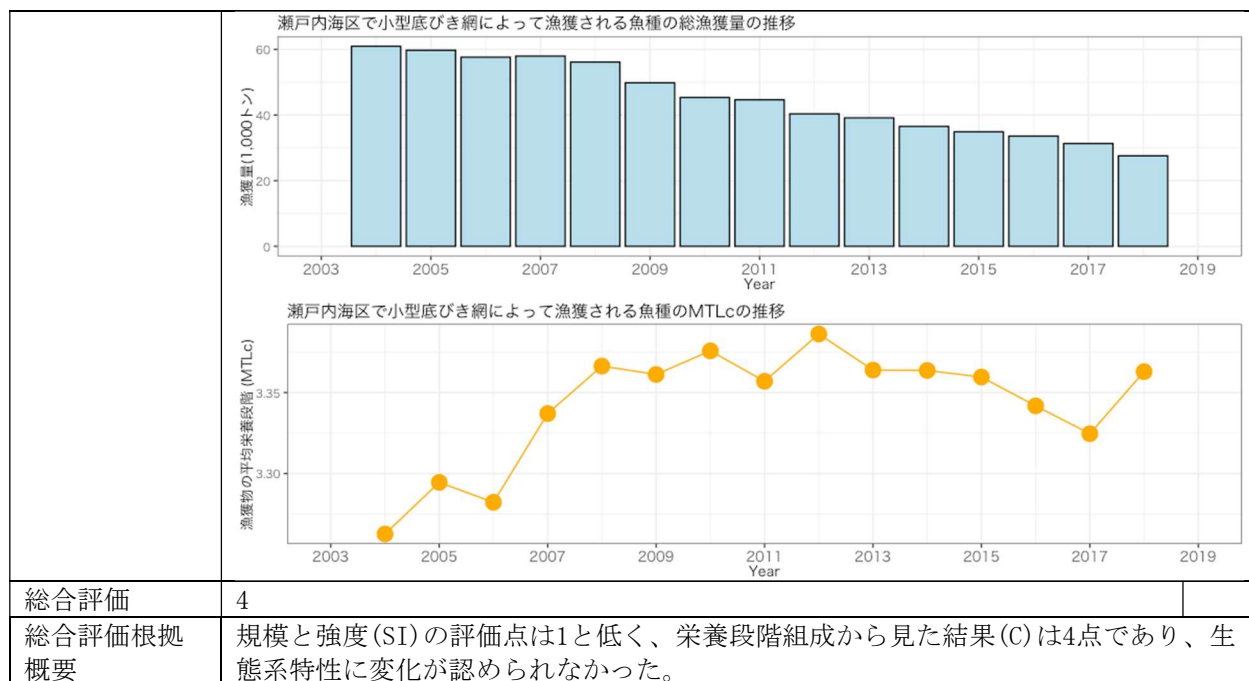
1点	2点	3点	4点	5点
魚病診断体制、蔓延防止措置ともに未整備である				魚病診断体制が整えられており、蔓延防止体制がある

2.3.4 海底環境への影響

小底は着底漁具であるが、瀬戸内海区では、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	瀬戸内海区
評価項目番号	2.3.4
評価項目	海底環境
空間規模スコア	3
空間規模評価根拠概要	瀬戸内海区の小底の操業面積は、操業が困難な航路や潮の速い海域を除くと最大でも瀬戸内海の70%程度と考えられる。評価手順書に沿うと小底の空間規模スコアは3となる。
時間規模スコア	2
時間規模評価根拠概要	瀬戸内海区における小底の操業日数は年間140～170日で悪天候等により制限されるが年間の約26%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1そうびきであるから強度スコアを算出すると、 $\text{SQRT}(3^2 + 1^2) = 3.16$ となる。

水深スコア	1	
水深スコア評価根拠	瀬戸内海におけるマダいの分布水深は平均的に25m以浅と考えられるため、スコアは1となる。	
地質スコア	2	
地質スコア評価根拠	下図のとおり、瀬戸内海の底質は礫や転石とみられることからスコアは2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、地形は不規則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	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))=2.60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。 その結果、小底のMTLcには増加傾向が認められたが、その幅は小さいため結果スコアは4点とする。	



吾智網、小型定置網は着底漁具ではないため影響は軽微と考え 4 点とした。このためすべての漁業は 4 点と評価された。

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

評価対象漁法に由来するか判別ができないが、評価対象海域における海洋汚染の発生件数は 1 件のみであり(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。このため総合評価は 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下表のとおりである。船びき網は 2.130、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ため、評価はそれぞれ 3 点が妥当と考えられる。小型定置網は網起こしに用いるのみであるため影響はより軽微と考え 4 点とする。3 漁法の漁獲量による加重平均は 3.2 となるため、3 点を配点する。

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)

漁業種類	t-CO ₂ /t	t-CO ₂ /百万円
小型底びき網船びきその他	1.407	4.98
沖合底びき網 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

- 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 northe American birds: Gaviidae through alcidae, *J. Field Ornithol.*, 53, 81-124.
<https://www.jstor.org/stable/pdf/4512701.pdf?refreqid=excelsior%3A00ff8d18094bbb36c4cf1540f7b14152>

- 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>
- 兵庫県 (2006) 兵庫県瀬戸内海海域小型底びき網漁業包括的資源回復計画 https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/hyougo_kosoko.pdf
- 兵庫県 (2017) 「ひょうごの農林水産業」指導の手引き, 46-53, <https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk02/nou/documents/29tebiki-6.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.
- 海上保安庁 (2019) 海上保安統計年報, 70, 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 (2017) 瀬戸内海の概況 https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/setouchiNet/seto/kankyojoho/sizenkankyo/gaikyo.htm
- 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
- 唐川純一 (1998) 岡山県西部水域において秋冬季に石桁漕網により漁獲した動物群の組成 (1993 年度), 岡山水試報, 13, 1-14, <https://www.pref.okayama.jp/norin/suishiken/houkoku/13/H10.1-14.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>
- 松宮義晴 (1980) マダイをめぐる魚種間の関係, 研究成果(農林水産技術会議編), 129, 132-136
- 松村真作・福田富男 (1981) 岡山県東部における小型底曳網標本船の漁獲物組成と海上投棄魚の実態(昭和55年度), 55年度岡山水試事報, 56-71
- 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/>

- 中神正康・井須小羊子・渡邊千夏子・由上龍嗣・上村泰洋・古市 生・渡部亮介 (2020) 令和元(2019)年度マアジ太平洋系群の資源評価, 水産庁・水産機構
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201903.pdf>
- 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>
- 農林水産技術会議事務局 (1980) 資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究, 研究成果, 129, pp.299
- 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
- 農林水産省 (2020) 2018 年漁業センサス
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2018/2018fc.html>
- 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放流種苗に関する申し合わせ事項(I)
- 櫻井慎大・富樫博幸・天野洋典・栗田 豊 (2018) 仙台湾における東日本大震災後の魚類相および魚類間の捕食・被食関係、東北底魚研究、38、66-73
- 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.
- 水産研究・教育機構・瀬戸内海区水産研究所 (2020) しらふじ丸調査航海報告
<http://feis.fra.affrc.go.jp/shirafuji/index.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
- 高場 稔 (2004) 広島県におけるマダイ資源培養に関する研究(学位論文)、pp.110
<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030691728.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, pp.202
- 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ー投棄魚問題と網目規制ー, 南西水研研報, 26, 31-106, http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/bull_nansei/bull_nansei2604.pdf
- 和歌山県水産試験場・徳島県立水産総合技術支援センター水産研究課・高知県水産試験場・愛媛県農林水産研究所水産研究センター・大分県農林水産研究指導センター水産研究部 (2020) 令和元(2019)年度資源評価調査報告書, タチウオ
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201912.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, 175.
<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/9107>

山田徹生・本田 聡 (2020) 令和元(2019)年度ヒラメ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/201961.pdf>

山本圭介・石田 実 (2020) 令和元(2019)年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価、水産庁・
水産研究・教育機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201948.pdf>