

## ヒラメ瀬戸内海 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: 2025-03-18 キーワード: 作成者: 竹茂, 愛吾, 小畑, 泰弘, 岸田, 達 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013881">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013881</a>

## 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)

瀬戸内海は古くより漁業が盛んでヒラメ等の養殖業発祥の地でもある。瀬戸内海においてヒラメを漁獲する漁業による生態系への影響の把握に必要となる情報、モニタリングの有無については水産研究・教育機構(以下、水産機構)、及び各府県の水産試験研究機関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実施しているほか、漁獲対象のヒラメ等の生態・漁業についても知見を蓄積している(2.1.1 4点)。海洋環境、生態系のモニタリングについては、水産機構の調査船、関係府県の調査船が、海洋観測、プランクトン、漁業資源等に関する調査を定期的に行っている(2.1.2 4点)。行政機関により府県別・漁業種別・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、混獲利用種は小型底びき網漁業(以下、小底)ではえび類、いか類、かれい類、マダイ、たこ類、スズキ、シャコとしたが、えび類、いか類、かれい類、たこ類、スズキは漁獲量が減少傾向、シャコは瀬戸内海西部では資源状態が低位とされ多くの魚種で資源が懸念される状態であった。刺網も小底と比してえび類が抜けるだけで残りの混獲利用種の組成は同一である(2.2.1 小底2点、刺網2点、総合2点)。混獲非利用種としては、小底はヒメガザミ、ヘイケガニ、イヨスダレガイ、オカメブンプクとした。PSA 評価の結果、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。刺網ではシログス、トカゲエソ、シログチとし、PSA 評価を行ったところ、いずれの種も漁業に対する感受性は高いが、生産性に関するリスクが低く、リスクは中程度とされた(2.2.2 小底3点、刺網3点、総合3点)。希少種については、アカウミガメに中程度の懸念が認められたが、全体としてリスクは小さかった(2.2.3 4点)。

#### 海洋環境・生態系への影響(2.3)

食物網を通じたヒラメ漁獲の間接影響のうち、捕食者については、瀬戸内海ではヒラメは最高次捕食者に近い存在と考えられ存在しないと考えた(2.3.1.1 5点)。主な餌生物としていわし類(カタクチイワシ、マイワシ)、イカナゴ、はぜ類が挙げられるが、イカナゴの資源状態は懸念される状態であり、はぜ類のデータは利用できず評価できなかった(2.3.1.2 3点)。競争者は魚食性の強い底魚でえそ類、スズキ、タチウオとした。タチウオの資源が懸念される状態であり、スズキ、豊後水道のえそ類の漁獲量も減少傾向であった(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、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、漁獲物平均栄養段階(MTLc)が低下していた(2.3.2 2点)。種苗放流が生態系に与える影響は見られなかった(2.3.3 4.3点)。

海底環境への影響については漁獲物の平均栄養段階の変化幅は小さく、懸念は認められなかった(2.3.4 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された(2.3.6 3点)。

## 評価範囲

### ① 評価対象漁業の特定

2018年の農林水産統計(市町村別結果からの積算集計)によれば、瀬戸内海区におけるヒラメ漁獲量は524トンであるが、漁業種類別にみると小底が255トン(48.8%)、その他刺網が150トン(28.7%)で、上記2漁法で75%を上回る。よって、評価対象漁業は小底、刺網とする。

### ② 評価対象海域の特定

ヒラメ瀬戸内海系群の主たる分布域である瀬戸内海区とする。

### 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

- ・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)。
- ・刺網：固定式刺網(建網)を用いるが詳細は不明。

#### 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右表のとおり制限されており、船のサイズは3分の2以上が5トン未満となっている。瀬戸内海区における現在の小底経営体数は2018年漁業センサスによれば3,701(農林水産省 2020)、1経

府県名	船舶の隻数の最高限度	うち総トン数5トン以上10トン未満の船舶	うち総トン数10トン以上13.5トン未満の船舶	うち総トン数13.5トン以上の船舶
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
広島	1,563	1	0	0
山口	2,667	7	0	0
徳島	632	157	69	0
香川	1,638	2	0	0
愛媛	1,456	0	0	0
福岡	420	0	0	0
大分	963	0	0	0
合計	13,482	432	200	0

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)。

- ・ 刺網：和歌山県のヒラメ刺網漁業では、1.5 トン程度の小型漁船を用いる(金田 2005)。  
瀬戸内海区における「その他の刺網」の 2018 年の経営体数は 3,748 であるが(農林水産省 2020)、これには固定式でない流し網も含まれる。

### 3) 主要魚種の年間漁獲量

2018 年農林水産統計によると(農林水産省 2019)、瀬戸内海区における漁獲量 2,000 トン以上の魚種は以下に示すとおりである。

魚種	漁獲量(トン)	比率(%)
カタクチイワシ	35,496	29.3
シラス	21,562	17.8
マダイ	4,885	4.0
その他いか類	3,487	2.9
その他えび類	3,434	2.8
たこ類	3,149	2.6
かれい類	3,142	2.6
イカナゴ	2,688	2.2
タチウオ	2,279	1.9
サワラ	2,119	1.7
総漁獲量	121,185	

### 4) 操業範囲：大海区、水深範囲

- ・ 大海区：瀬戸内海
- ・ 水深範囲：瀬戸内海の平均水深は大阪湾 30m、播磨灘 26m、備讃瀬戸 16m、備後灘 20m、  
燧灘 24m、安芸灘 40m、伊予灘 56m 等である(環境省 2017)。

### 5) 操業の時空間分布

両漁法(小底、刺網)の漁獲量(単位トン)を府県別に見ると以下のとおりである。

	小底	刺網	府県計
和歌山	10	2	15
徳島	11	2	25
大阪	6	1	8
兵庫	57	38	120
岡山	21	3	29
広島	12	11	39
山口	15	6	28
香川	33	28	79
愛媛	82	43	147
福岡	0	0	1
大分	8	16	33
漁法別総計	255	150	524

以上のとおり、両漁法とも 1 位は愛媛県、2 位は兵庫県である。

- ・ 操業時期について、小底は詳細は不明である。刺網は、和歌山県のヒラメ刺網の漁期は 1

～3月である(金田 2005)。

## 6) 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、しゃこ類等であり(兵庫県 2006)、2018年の農林水産統計の瀬戸内海区の小底による漁獲量は以下のとおりである。

魚種名	漁獲量(トン)	比率(%)
その他えび類	3,400	12.3
その他いか類	2,805	10.2
かれい類	2,417	8.8
マダイ	1,868	6.8
たこ類	1,212	4.4
スズキ	743	2.7
ヒラメ	255	0.9
あなご類	207	0.8
小底総計	27,585	

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いる。

### ・刺網

2018年の農林水産統計によると(農林水産省 2019)、瀬戸内海区での「その他刺網」の漁獲量は多い順に以下のとおりである。

魚種名	漁獲量(トン)	比率(%)
サワラ	1,209	17.1
かれい類	625	8.9
マダイ	544	7.7
スズキ	346	4.9
その他いか類	228	3.2
たこ類	214	3.0
刺網総計	7,054	

刺網には固定式刺網と、サワラ等を獲る流し網があるがヒラメを獲るのは固定式刺網である(愛媛県 2020)。上表の中でかれい類、マダイ、スズキ、その他いか類、たこ類が対象となると考えられる。上記小底同様、主なかれい類はメイタガレイ、マコガレイ、主なたこ類はマダコ、いか類は不明である。

・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)。

	種類	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。

・刺網：瀬戸内海における底刺網の漁獲物組成に関しては知見が少ないが、角田(1970)によれば、広島湾でのキス底流網の試験操業において、個体数、もしくは重量で総漁獲量の 5%を上回るのは、シロギス、トカゲエソ、シログチである。

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)

ヒラメを漁獲する評価対象漁法は着底漁具ではないため、貝類等の底生生物は除外した。

## 2.1 操業域の環境・生態系情報、科学調査、モニタリング

### 2.1.1 基盤情報の蓄積

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ヒラメ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水産機構、及び各府県に設置された水産試験研究機関が永年に亘り海洋環境、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。評価対象種であるヒラメの生態・漁業についても知見は多い(山田・本田 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 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。調査対象は海洋環境(9日)、カタクチイワシ卵仔稚(20日)、サワラ卵仔稚(8日)、イカナゴ(7日)等であった(水産機構・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

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

1点	2点	3点	4点	5点
漁業活動から情 報は収集されて いない		混獲や漁獲物組成等 について部分的な情 報を収集可能である	混獲や漁獲物組成等 に関して代表性のあ る一通りの情報を収 集可能である	漁業を通じて海洋環境や生 態系の状態をモニタリン グできる体制があり、順応的 管理に応用可能である

## 2.2 同時漁獲種への影響

### 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ヒラメより漁獲量が多いえび類、いか類、かれい類、マダイ、たこ類、スズキ、及びその他の水産動物類に括られているシャコを混獲利用種とし、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そのまま漁獲統計の数値を用いた。

表2.2.1 混獲利用種のCA評価(小底)

評価対象漁業	小底	
評価対象海域	瀬戸内海区	
評価対象魚種	えび類、いか類、かれい類、マダイ、たこ類、スズキ、シャコ	
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	えび類、いか類、かれい類、たこ類、スズキは漁獲量が減少傾向、シャコは瀬戸内海西部では資源状態が低位であることから2点とする。	
評価根拠	<p>評価対象種のうち、マダイ(瀬戸内海東部系群、中西部系群)、並びに瀬戸内海西部周防灘のシャコ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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マダイ瀬戸内海東部系群：兵庫県の小底CPUEの推移から2018年の資源水準は高位、動向は横ばいと判断した(山本・石田 2020)。</li> <li>・マダイ瀬戸内海中西部系群：親魚量に基づいて資源水準と動向の判断を行った。2018年の親魚量は高位、最近5年間(2014~2018年)の推移から資源動向は増加と判断した(山本・河野 2020)。</li> <li>・シャコ(瀬戸内海の山口県海域、福岡県海域、大分県海域)：小底漁船のCPUEから資源水準は概ね低位、動向は横ばいとされる(瀬戸内海区水産研究所ほか 2020)。</li> </ul> <p>それ以外の種は、農林水産統計(農林水産省 2019)による漁獲量が利用できるためこれを用いた。経年変化を図示すると以下のとおりである。図にはヒラメとマダイの漁獲量も示した。</p>	

図2.2.1 瀬戸内海区における各種水産物の漁獲量

	<p>以上のとおり、資源評価において高位水準とされるマダイの漁獲量は増加傾向であるが、ほかのスズキ、かれい類、その他いか類、その他えび類、たこ類は長期的に見て漁獲量はすべて減少傾向である。</p> <p>マダイ以外の種については漁獲量が減少傾向、もしくは低位水準であることから、本項目は2点とする。</p>
--	---

・刺網：混獲利用種は③ 6)に挙げたかれい類、マダイ、スズキ、その他いか類、たこ類とすると、上記小底と比してその他のえび類が抜けるだけで残りの組成は同一である。したがって本項目も小底の評価同様2点とする。

以上のとおり、小底2点、刺網2点であることから、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 混獲非利用種への影響

・小底

評価範囲③ 6)に示したように、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。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。

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 標準和名	脊椎動物or 無脊椎動物	P(生産性, Productivity)スコア									S(感受性, Susceptibility)スコア				PSA評価結果		
			成熟開始年齢	最老年齢	抱卵数	最大体長	成熟体長	繁殖戦略	栄養段階	密度依存性	PSAスコア総合平均 (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スコア総合平均 (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
																PSAスコア全体平均	3.10	中程度
	対象漁業	小型底びき網																
	対象海域	瀬戸内海																

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		$= (P1+P2+\dots+Pn)/n$
	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		

・刺網：③ 6)に示したとおり、シロギス、トカゲエソ、シログチの3種を混獲非利用種とした。漁獲量等の豊度に関する時系列データは得られなかったため、PSA評価を行った(表2.2.2c)。これら魚種の生産性に関する生物特性(最高年齢、最大体長等)は過去の報告を参照した(落合・田中 1998, 角田 1970, 小島 1967)。この結果、刺網の混獲非利用種については、漁業に対する感受性は高いが、生産性に関するリスクが低く、PSA評価によるリスクは中程度とされた。

表2.2.2c 混獲非利用種のPSA評価(刺網)

採点項目	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	シロギス	脊椎動物	1	1	1	1	1	1	1	2	1.00	3	3	2	3	2.71	2.89	中程度	
2.2.2	トカゲエソ	脊椎動物	1	1	1	1	1	1	2	2	1.14	3	3	2	3	2.71	2.94	中程度	
2.2.2	シログチ	脊椎動物	1	1	1	1	1	1	2	2	1.14	3	3	2	3	2.71	2.94	中程度	
	対象漁業	刺し網														PSAスコア全体平均		2.92	中程度
	対象海域	瀬戸内海																	

以上のことから刺網は3点とする。混獲非利用種については、小底3点、刺網3点であったことから、総合評価は3点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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。よって 4 点を配点する。

表2. 2. 3a 希少種のPSA評価結果

採点項目	標準和名	脊椎動物or 無脊椎動物	P(生産性, Productivity) スコア										S(感受性, Susceptibility) スコア				PSA 評価結果	
			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	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	遷移後死亡率 率	S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	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

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 and 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持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

瀬戸内海におけるヒラメの捕食者は、人工種苗の稚魚期についてはヒラメ、マゴチ、スズキ等が知られるが天然魚については不明とされることから(山田・本田 2020)、最高次捕食者に近い存在と考え、5点とする。

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

#### 2.3.1.2 餌生物への影響

瀬戸内海におけるヒラメの餌生物は、生育場移出以降はカタクチイワシ、イカナゴ、はぜ類(愛媛水試ほか 1995)、いわし類、あじ類(徳島水試・徳島栽培漁業センター 1995)、高齢魚でマイワシ、イカナゴ、シログチ(山口内海水試・山口内海栽培漁業センター 1995)等とされる。ここでは複数県で挙げられているいわし類(カタクチイワシ、マイワシとする)、イカナゴ、はぜ類を主要な餌生物とする。カタクチイワシ、マイワシ、イカナゴについては CA 評価を行った。はぜ類についてはアカハゼ、スジハゼ、イトヒキハゼ(唐川 1992,1998)等が主と思われるが豊度に関する時系列データは得られなかった。

#### 餌生物についてのCA評価

評価対象漁業	小底、刺網	
評価対象海域	瀬戸内海区	
評価対象魚種	カタクチイワシ、マイワシ、イカナゴ	
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	主要な餌生物のひとつであるイカナゴの資源状態は懸念される状態であり、はぜ類はデータがないことから、3点とする。	
評価根拠	瀬戸内海におけるカタクチイワシ(瀬戸内海系群)、イカナゴ(瀬戸内海東部系群)、マイワシ(太平洋系群)の資源状態は以下のとおりである。  ・カタクチイワシ瀬戸内海系群：1981年以降の月別コホート解析により2018年の資源水準は中位、直近5年間(2014~2018年)の親魚量の推移から資源動向は横ばいとされた。現状の漁獲圧が続いた場合、2025年には資源量、親魚量とも増加すると予測される(河野・高橋 2020)。	

・イカナゴ瀬戸内海東部系群：1989年以降の0歳魚CPUEの水位から2018年資源水準は低位、過去5年(2014～2018年)の資源量指標値の傾向から、資源動向は減少と判断した(高橋・河野 2020)。

・マイワシ太平洋系群：1976年以降の年齢別漁獲尾数を基にチューニングVPAで資源量を求め、その推移により資源の水準・動向を判断すると、中位・増加とされる(古市ほか 2020)。マイワシ太平洋系群については瀬戸内海は分布の中心ではないため、瀬戸内海における豊度を別途検討するため、瀬戸内海区での漁獲量(農林水産省 2019)を図示する(図2.3.1.2a)。2007～2009年については漁業者の秘密保護のため公表されていない。2000年代後半には減少したが、2010年代は低水準とはいえないであろう。

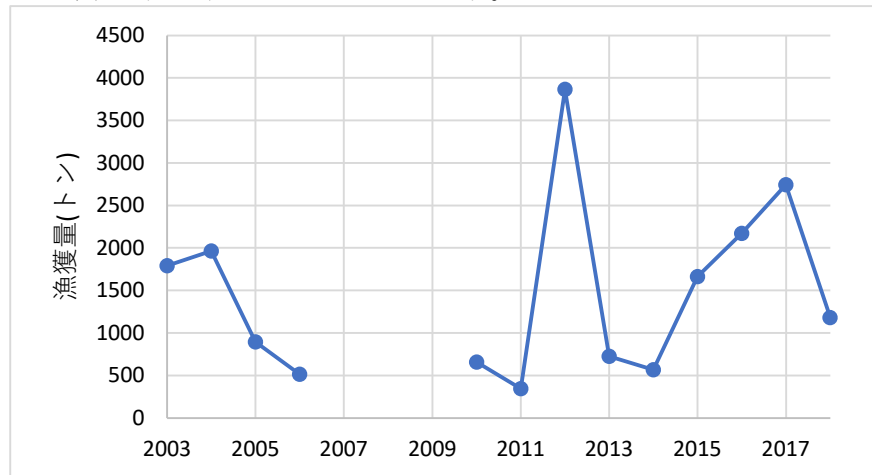


図2.3.1.2a 瀬戸内海区でのマイワシ漁獲量

カタクチイワシ瀬戸内海系群、イカナゴ瀬戸内海東部系群、並びにヒラメ瀬戸内海系群の資源量の推移を図示すると以下のとおりである。

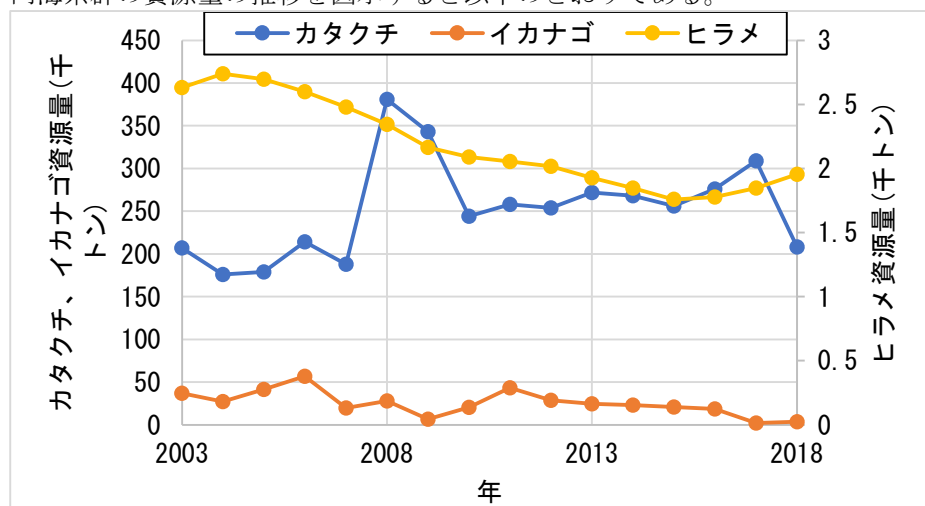


図2.3.1.2b ヒラメと餌生物の資源量

ヒラメは高位・横ばいとされるが(山田・本田 2020)、資源量は若干下降気味であり(図2.3.1.2b)、餌生物への捕食圧が増加したとは考えにくいことから餌生物への間接影響は大きくないと判断できる。ただし、ヒラメとの関係は不明であるもののイカナゴ瀬戸内海東部系群の資源状態が懸念される状態であることと、はぜ類の動向が不明であることから、スコアは3点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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

瀬戸内海においてヒラメの競争者と考えられるのは、魚食性の強い底魚であるが、瀬戸内海においてその範疇に入るのはえそ類、スズキ、タチウオが挙げられる。これら魚種に対してCA評価を行った。

#### 2.3.1.3 ヒラメ競争者に対する影響のCA評価結果

評価対象漁業	小底、刺網		
評価対象海域	瀬戸内海区		
評価対象魚種	スズキ、タチウオ、えそ類		
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	タチウオの資源が懸念され、スズキ、豊後水道のえそ類の漁獲量も減少傾向であることから、ヒラメとの種間関係は不明であるが2点とする。		
評価根拠	<p>タチウオについては、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、及び伊予灘・豊後水道)での漁業が盛んである。両海域のタチウオについては和歌山県水産試験場ほか(2020)によって資源評価が行われている。それによれば、東部の和歌山県、徳島県とともに資源水準は低位、動向は減少とされる。西部の愛媛県は同様に低位、減少、大分県は低位、横ばいとされている。</p> <p>スズキは資源評価が行われていなかったため、農林水産統計(農林水産省 2019)による瀬戸内海区の漁獲量を用いた。えそ類は瀬戸内海と隣接する豊後水道における漁獲量の時系列(大分県 2020)が利用可能であったためこれを用いる。スズキ、えそ類、及びタチウオ、ヒラメの漁獲量を図示すると図2.3.1.3のとおりである。</p>		

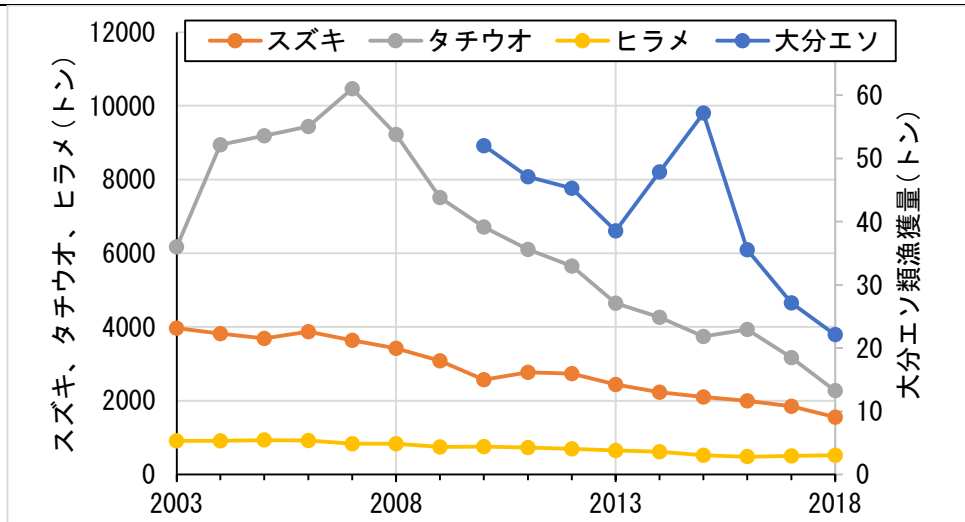


図2.3.1.3 瀬戸内海区のスズキ、タチウオ、ヒラメ及び大分県豊後水道のえそ類の漁獲量

図2.3.1.3及びタチウオの評価結果によれば、ヒラメの競争者と考えられる魚食性底魚のスズキ、タチウオ、えそ類は漁獲量が減少傾向を示しているが、ヒラメについても資源評価結果は高位・横ばいであるものの漁獲量は長期的には緩やかな減少を示している。これは共通の漁業の影響を受けている可能性があり、魚食性の強い魚類が餌を巡る競争の結果、いずれかの種が影響を受けたという図式ではないと考えられるが、評価基準に照らした場合、多くの種が定方向的な変化を示していると考えられるため、2点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	多数の競争者に定方向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の競争者に定方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、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。

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。

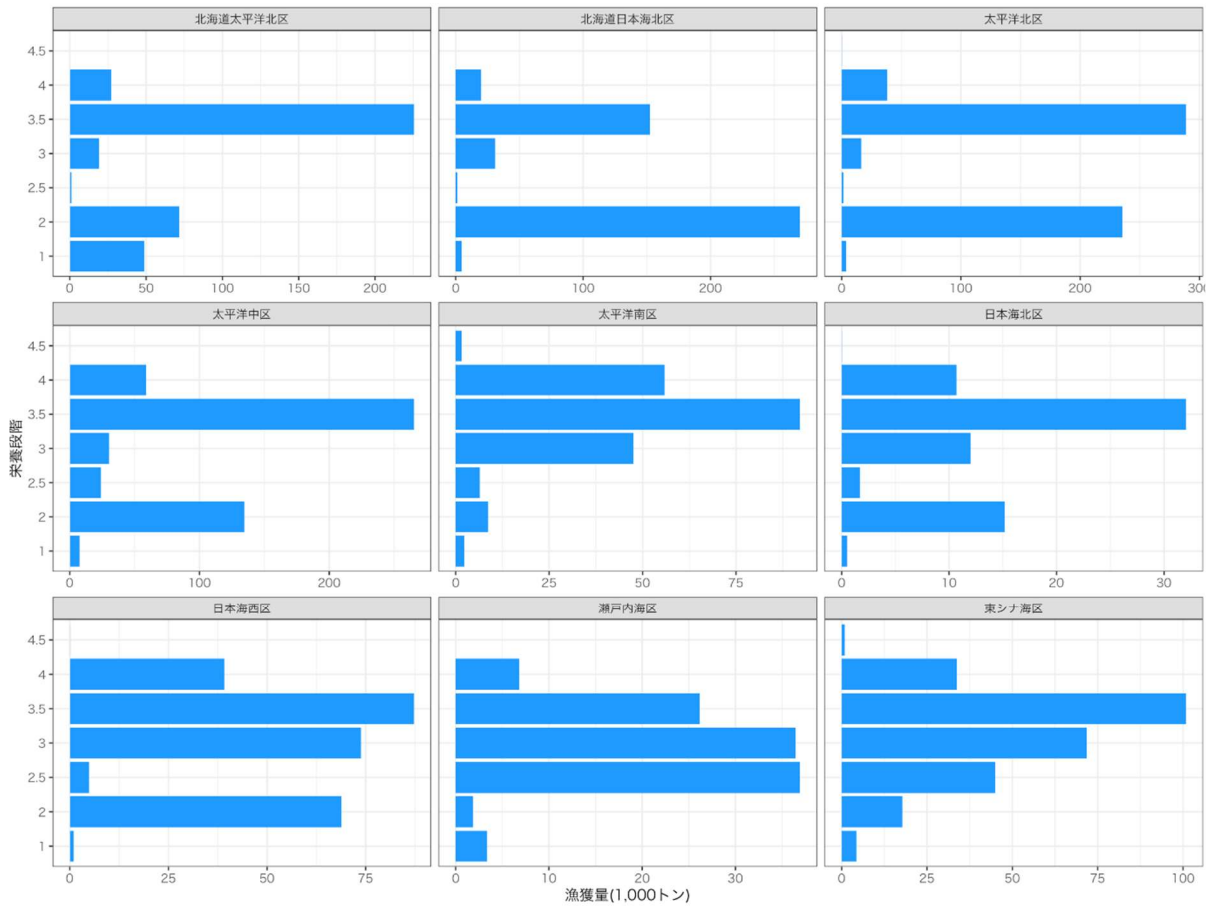


図2. 3. 2a 評価対象海域における漁獲物の栄養段階組成

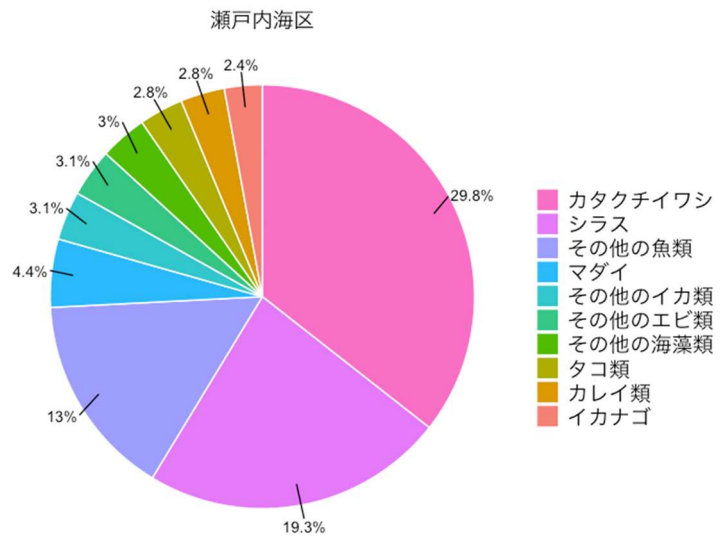


図2. 3. 2b 2018年の海面漁業生産統計に基づく瀬戸内海区の漁獲物の種組成

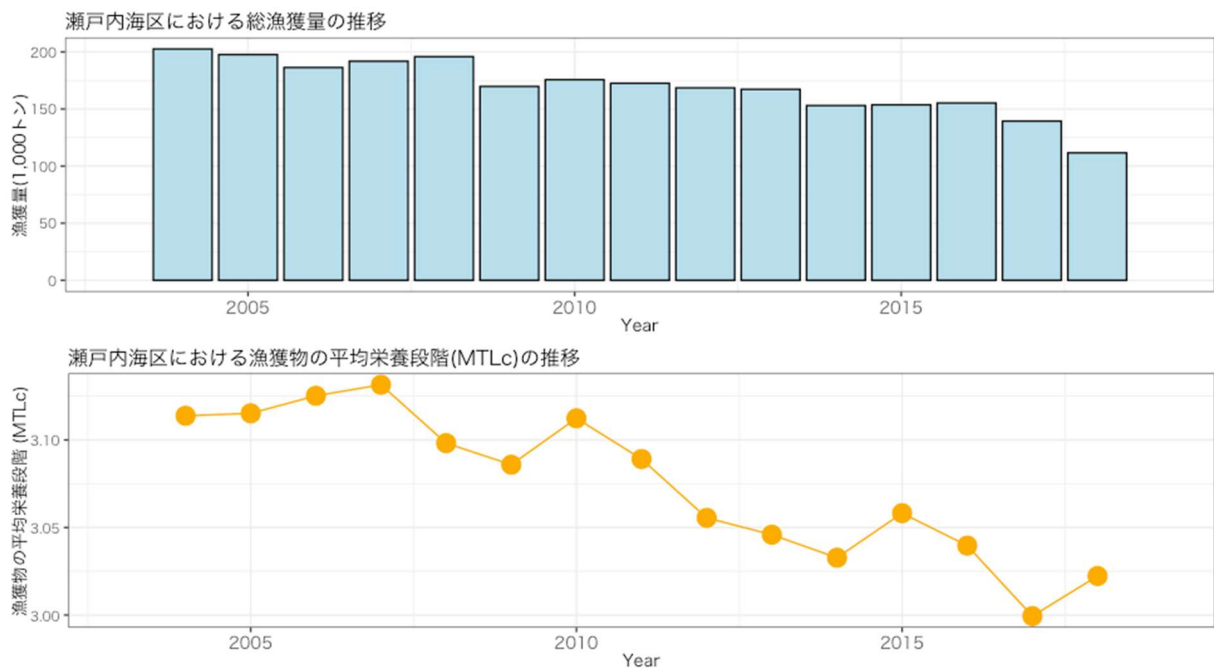


図2. 3. 2c 海面漁業生産統計調査から求めた、評価対象海域における総漁獲量(上段)と漁獲物平均栄養段階(下段)の推移

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

### 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

概ね人工種苗生産は自然産卵で卵を得ていることから、計画的な遺伝的多様性の管理は困難である。したがって、親魚は個体(雌雄)識別をした上で野生魚を用い、可能な限り雌雄比を1:1とした上で50尾以上保有することを基本とする。さらに、放流ロット、放流年度により親魚群を変える、一定間隔で親魚を更新するなど、遺伝的多様性の高い人工種苗の生産・放流を心がけることが求められる(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
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

我が国周辺海域において本種の遺伝的多様性について検討が行われているものの、管理単位を提示するには至っておらず今後の課題となっている(水産総合研究センター・水産庁 2015)。本系群については2点と4点の間として3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)。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

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。

#### 2.3.4 海底環境に対する小底のSICA評価結果

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	瀬戸内海におけるヒラメの分布水深は平均的に25m以浅と考えられるためスコア1となる。	
地質スコア	2	
地質スコア評価根拠	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( $\text{SQRT}(S^2+R^2)$ )=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。 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。	

	<p>瀬戸内海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</p> <table border="1"> <caption>瀬戸内海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 (推定値)</caption> <thead> <tr><th>Year</th><th>Volume (1,000 tons)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>2003</td><td>60</td></tr> <tr><td>2005</td><td>58</td></tr> <tr><td>2007</td><td>58</td></tr> <tr><td>2009</td><td>55</td></tr> <tr><td>2011</td><td>50</td></tr> <tr><td>2013</td><td>48</td></tr> <tr><td>2015</td><td>45</td></tr> <tr><td>2017</td><td>42</td></tr> <tr><td>2019</td><td>38</td></tr> </tbody> </table> <p>瀬戸内海で小型底びき網によって漁獲される魚種のMTLcの推移</p> <table border="1"> <caption>瀬戸内海で小型底びき網によって漁獲される魚種のMTLcの推移 (推定値)</caption> <thead> <tr><th>Year</th><th>MTLc</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>2003</td><td>3.25</td></tr> <tr><td>2005</td><td>3.28</td></tr> <tr><td>2007</td><td>3.38</td></tr> <tr><td>2009</td><td>3.40</td></tr> <tr><td>2011</td><td>3.35</td></tr> <tr><td>2013</td><td>3.42</td></tr> <tr><td>2015</td><td>3.38</td></tr> <tr><td>2017</td><td>3.32</td></tr> <tr><td>2019</td><td>3.38</td></tr> </tbody> </table>		Year	Volume (1,000 tons)	2003	60	2005	58	2007	58	2009	55	2011	50	2013	48	2015	45	2017	42	2019	38	Year	MTLc	2003	3.25	2005	3.28	2007	3.38	2009	3.40	2011	3.35	2013	3.42	2015	3.38	2017	3.32	2019	3.38
Year	Volume (1,000 tons)																																									
2003	60																																									
2005	58																																									
2007	58																																									
2009	55																																									
2011	50																																									
2013	48																																									
2015	45																																									
2017	42																																									
2019	38																																									
Year	MTLc																																									
2003	3.25																																									
2005	3.28																																									
2007	3.38																																									
2009	3.40																																									
2011	3.35																																									
2013	3.42																																									
2015	3.38																																									
2017	3.32																																									
2019	3.38																																									
総合評価	4																																									
総合評価根拠概要	規模と強度(SI)の評価点は1と低く、栄養段階組成から見た結果(C)は4点であり、生態系特性に変化が認められなかった。																																									

刺網は着底漁具でないため5点とする。漁獲量による重み付け平均は4.4であるため本項目は4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	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ため4点とする。種苗生産施設については、水質汚濁防止法等の施行状況(環境省 2020b)によれば、該当すると思われる特定事業場に関する平成30年度の改善命令、違反はいずれも0件であったことから4点と考えられる。このため総合評価も4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
多くの物質に関して対象漁業もしくは、種苗生産施設等からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される。もしくは取り組み状況について情報不足により評価できない		一部物質に関して対象漁業もしくは、種苗生産施設等からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される	対象漁業もしくは、種苗生産施設等からの排出物は適切に管理されており、水質環境への負荷は軽微であると判断される	対象漁業もしくは種苗生産施設等からの排出物は適切に管理されており、水質環境への負荷は軽微であると判断されるだけでなく、対象漁業もしくは種苗生産施設等による水質環境への負荷を低減する取り組みが実施されている

### 2.3.6 大気環境への影響

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。小底は 1.407 と我が国漁業の中では中程度の CO<sub>2</sub> 排出量となっているため、評価は3点が妥当と考えられる。

表2.3.6 漁業種類別の漁獲量・生産金額あたりCO<sub>2</sub>排出量試算値(長谷川 2010による)

漁業種類	t-CO <sub>2</sub> /t	t-CO <sub>2</sub> /百万円
小型底びき網旋びきその他	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 north American birds: Gaviidae through alcididae, *J. Field Ornithol.*, 53, 81-124. <https://www.jstor.org/stable/pdf/4512701.pdf?refreqid=excelsior%3A00ff8d18094bbb36c4cf1540f7b14152>

愛媛県 (2020) 愛媛の代表的な漁法 <https://www.pref.ehime.jp/h37100/ehimev/documents/2.pdf>

愛媛水試・愛媛中予水試・愛媛中予栽培漁業センター (1995) ヒラメ放流技術事業総括報告書資料編(愛媛県), 平成2~6年度放流技術開発事業総括報告書資料編, 瀬戸内海・九州海

- 域ブロックヒラメ班(編), 愛媛—1-58.
- 古市 生・由上龍嗣・上村泰洋・林 晃・井須小羊子・渡部亮介 (2020) 令和元(2019)年度マ  
イワシ太平洋系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構,  
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201901.pdf>
- 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CO<sub>2</sub>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](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](https://www.kaiho.mlit.go.jp/doc/doc/hakkou/2019_01_tokei.pdf)
- 角田俊平 (1970) 底流網によるキスの生態とその資源に関する研究, J. Fac. Fish. Anim. Husb.  
Hiroshima Univ. **9**, 1-55. <https://core.ac.uk/download/pdf/197305881.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](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 (1992) 岡山県東部水域沿岸において秋季に板曳網及び桁漕網により漁獲した動物  
群の組成(1988), 岡山水試報, **7**, 11-23.
- 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>

- 小島喜久雄 (1967) 東シナ海・黄海産シログチの年令と成長, 西水研研報, 35, 61-76
- 河野悌昌・高橋正知 (2020) 令和元(2019)年度カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価、水産庁・水産機構, <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201925.pdf>
- 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/>
- 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>
- 農林水産省 (2019) 海面漁業生産統計調査  
[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen\\_gyosei/index.html](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>
- 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.
- 大分県 (2020) 大分県豊後水道漁海況速報(短期)  
<http://www.pref.oita.jp/soshiki/15090/bungosokuhou-tanki.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](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](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), 6-9
- 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.
- 瀬戸内海区水産研究所・山口県水産研究センター内海研究部・福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所・大分県農林水産研究指導センター水産研究部北部水産グループ (2020) 令和元(2019)年度資源評価調査報告書, シャコ(山口県、福岡県、大分県)  
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201919.pdf>
- 水産機構・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, 人工種苗放流の遺伝的多様性に関する指針検討委員会編, 東京, 29. [https://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/bunyabetsu/pdf/identeki\\_tayousei\\_sisin.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/bunyabetsu/pdf/identeki_tayousei_sisin.pdf)
- 高橋正知・河野悌昌 (2020) 令和元(2019)年度イカナゴ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/201956.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—投棄魚問題と網目規制—, 南西水研研報, 26, 31-106, [http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/bull\\_nansei/bull\\_nansei2604.pdf](http://feis.fra.affrc.go.jp/publi/bull_nansei/bull_nansei2604.pdf)
- 徳島水試・徳島栽培漁業センター (1995) 技術開発の成果及び既往の知見, 平成2～6年度放流技術開発事業総括報告書資料編, 瀬戸内海・九州海域ブロックヒラメ班(編), 徳島ー1-38.
- 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, 175p. <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>
- 山口内海水試・山口内海栽培漁業センター (1995) ヒラメ放流技術事業総括報告書資料編、平成2～6年度放流技術開発事業総括報告書資料編, 瀬戸内海・九州海域ブロックヒラメ班(編), 山口ー1-28.
- 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>
- 山本圭介・河野悌昌 (2020) 令和元(2019)年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201949.pdf>